



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ

Φοιτήτρια: Βισβάρδη Τατιάνα Άννα

A.M: 3310

Επιβλέπων καθηγητής: Κεφαλάς Πέτρος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	1
Σκοπός.....	1
1.Εισαγωγή.....	2
1.1 Τα καροτενοειδή.....	2
1.2 Κατατάξεις των καροτενοειδών.....	3
1.3 Το λυκοπένιο.....	5
1.4 Φυσικές ιδιότητες του λυκοπενίου.....	6
1.5 Χημική δομή του λυκοπενίου.....	6
1.6 Χημική δομή των ισομερών μορφών του λυκοπενίου.....	8
1.7 Διαιτητικές πηγές του λυκοπενίου.....	9
1.8 Βιοδιαθέσιμότητα του λυκοπενίου.....	10
1.9 Το λυκοπένιο στο ανθρώπινο σώμα.....	12
1.10 Μεταβολισμός και απορρόφηση.....	13
1.11Βιολογική δράση του λυκοπενίου.....	14
1.12 Ο ρόλος του λυκοπενίου στην υγεία.....	16
1.13 Λυκοπένιο και καρκίνος.....	16
1.14 Λυκοπένιο και καρκίνος του προστάτη.....	17
1.15 Λυκοπένιο και καρδιαγγειακά νοσήματα.....	18
1.16 Λυκοπένιο και οστεοπόρωση.....	19
1.17 Λυκοπένιο και νευροεκφυλιστικές παθήσεις.....	20
1.18 Λυκοπένιο και άλλες παθήσεις.....	21
2. Πειραματικό Μέρος.....	22
2.1 Μεθοδολογία.....	22
2.2 Δείγμα.....	22

2.3 Ερωτηματολόγιο.....	22
2.4 Στατιστική Επεξεργασία.....	23
2.5 Αποτελέσματα.....	24
2.6 Συζήτηση.....	42
2.7 Συμπεράσματα.....	45
Βιβλιογραφία.....	48

Περίληψη

Το λυκοπένιο είναι μέλος της οικογένειας των φυτοχημικών καρτενοειδών, αποτελεί ένα ισχυρό φυσικό αντιοξειδωτικό που απαντάται σε πολλά φρούτα και λαχανικά. Είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα πολλών λαχανικών και φρούτων. Πολλές επιδημιολογικές μελέτες έχουν υποδείξει το ρόλο του λυκοπενίου στην πρόσληψη ορισμένων χρόνιων παθήσεων όπως είναι ο καρκίνος του προστάτη, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, η οστεοπόρωση, οι νευροεκφυλιστικές και άλλες χρόνιες παθήσεις .

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εκτιμηθεί το επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου στους κατοίκους του Νομού Ηλείας. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 183 άτομα τυχαία επιλεγμένα, που κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (ΕΣΚΤ). Οι ερωτήσεις ήταν σχετικές με τα κοινωνικά χαρακτηριστικά του δείγματος αλλά και τη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων που περιέχουν λυκοπένιο. Η μελέτη ολοκληρώνεται με σύγκριση των αποτελεσμάτων με την προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου αλλά και με τα αποτελέσματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σχετικά με το επίπεδο πρόσληψης αλλά και το ποσοστό συμμετοχής των τροφίμων στη μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου σε άλλες χώρες.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εκτιμηθεί η μέση ημερήσια πρόσληψη του διαιτητικού λυκοπενίου στους κατοίκους του Νομού Ηλείας και να γίνει η σύγκριση των αποτελεσμάτων με άλλες χώρες. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων(ΕΣΚΤ), με σκοπό να εκτιμηθεί η ημερήσια πρόσληψη του λυκοπενίου το χειμώνα, το καλοκαίρι αλλά και ολόκληρο το χρόνο στους κατοίκους του Νομού Ηλείας και να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα προτεινόμενα επίπεδα της ημερήσιας πρόσληψης του λυκοπενίου αλλά και με άλλες μελέτες που έχουν διεξαχθεί με σκοπό να εκτιμήσουν τη μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου σε άλλες χώρες.

1.Εισαγωγή

Το λυκοπένιο είναι μια φυσική χρωστική ουσία που συντίθενται από ορισμένα φυτά και μικροοργανισμούς, αλλά όχι από τα ζώα και τους ανθρώπους. Οι ντομάτες και τα επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας αποτελούν τις κυρίως πηγές του λυκοπενίου, που αντιπροσωπεύουν έως και το 85% από τη συνολική ποσότητα του λυκοπενίου[2]. Δεν διαθέτει τις ιδιότητες της προβιταμίνης Α, ωστόσο αποτελεί την πρόδρομη ένωση της βιοσύνθεσης όλων των καροτενοειδών και είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα πολλών φρούτων και λαχανικών όπως είναι η ντομάτα [3]. Λόγω της υψηλής ακορεστότητας του το λυκοπένιο είναι μια από τις πλέον ισχυρές αντιοξειδωτικές ουσίες φυτικής προέλευσης. Ο βασικός του ρόλος στους ιστούς είναι η αποτελεσματική εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών οξυγόνου (reactive oxygen species, ROS), που δημιουργούνται στους αερόβιους μηχανισμούς κατά τις βιοχημικές μεταβολικές διεργασίες. Πολυάριθμες μελέτες έχει δείξει πως η διαιτητική πρόσληψη της ντομάτας και των προϊόντων ντομάτας που περιέχουν λυκοπένιο συνδέονται με την μείωση του κινδύνου των χρόνιων παθήσεων, όπως τον καρκίνο και τις καρδιαγγειακές παθήσεις.

1.1.Τα Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι οργανικές χρωστικές ουσίες τα οποία βρίσκονται στους χλωροπλάστες και χρωμοπλάστες των φυτών και ορισμένων άλλων φυτοσυνθετικών οργανισμών, όπως είναι τα βακτηρίδια και οι μύκητες. Τα καροτενοειδή δεν συντίθενται από τον ανθρώπινο οργανισμό, λαμβάνονται μέσω της διατροφής και μπορούν να αξιοποιηθούν με διάφορους τρόπους στον μεταβολισμό του ανθρώπου. Εξυπηρετούν δύο βασικούς ρόλους στα φυτά και στα φύκια: απορροφούν την ενέργεια του φωτός που χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση και προστατεύουν τη χλωροφύλλη από τη φωτογήρανση [4].

Στους ανθρώπους τρία καροτενοειδή έχουν τη δραστικότητα της βιταμίνης Α: το α-καροτένιο, το β-καροτένιο και η β-κρυπτοξανθίνη [5] Υπάρχουν αρκετές δεκάδες καροτενοειδή στα τρόφιμα που καταναλώνουν οι άνθρωποι, τα περισσότερα από αυτά έχουν αντιοξειδωτική δράση [6]. Μελέτες έδειξαν ότι, οι άνθρωποι που καταναλώνουν μια δίαιτα πλούσια σε καροτενοειδή από φυσικές τροφές όπως είναι τα φρούτα και τα λαχανικά, είναι πιο υγιής και έχουν χαμηλότερη θνησιμότητα από ορισμένες χρόνιες ασθένειες [7].

Σχεδόν το 90% των καροτενοειδών που περιέχονται διατροφή και στον ανθρώπινο οργανισμό είναι τα α- και β-καροτένιο, το λυκοπένιο, η λουτεΐνη και η κρυπτοξανθίνη[8].

1.2. Κατατάξεις των καροτενοειδών

Στα φρούτα και τα λαχανικά τα καροτενοειδή υπάρχουν ως μικρο-συστατικά και είναι υπεύθυνα για το κίτρινο, πορτοκαλί και το κόκκινο χρώμα. Ανάλογα με το χρώμα τους τα καροτενοειδή διακρίνονται σε:

- Κόκκινα καροτενοειδή: λυκοπένιο και ασταξανθίνη
- Πορτοκαλί καροτενοειδή: α, β και γ καροτένιο
- Κίτρινα καροτενοειδή: λουτεΐνη και ζεοξανθίνη [9]

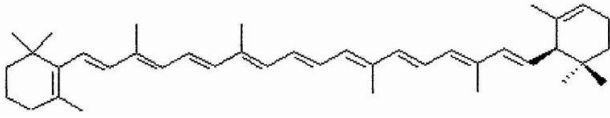
Τα καροτενοειδή χωρίζονται σε δυο ομάδες ανάλογα με την παρουσία ή την παρουσία οξυγόνου:

α) Οι ξανθοφύλλες οι οποίες περιλαμβάνουν στο μόριο τους οξυγόνο όπως είναι η λουτεΐνη, η ζεοξανθίνη και η ασταξανθίνη

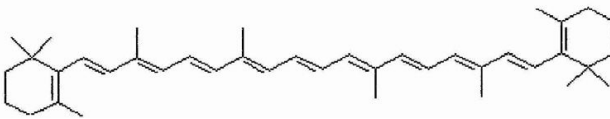
β) Τα καροτένια τα οποία ανήκουν στην υποκατηγορία των ακόρεστων υδρογονανθράκων και δεν περιέχουν στο μόριο τους οξυγόνο όπως είναι το α-καροτένιο το β-καροτένιο και το λυκοπένιο[10].

Σχήμα 1.0: Κατατάξεις καροτενοειδών

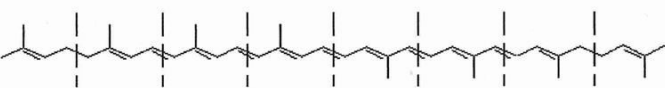
α- καροτένιο



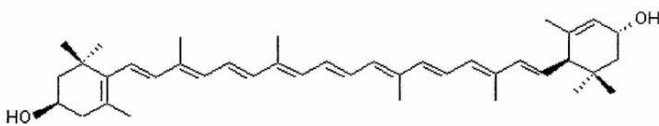
β- καροτένιο



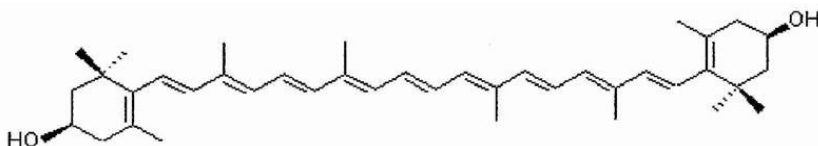
λυκοπένιο



λουτεΐνη



ζεοξανθίνη



ασταξανθίνη

1.4.Φυσικές ιδιότητες του λυκοπενίου

Πίνακας 1.0.Φυσικές ιδιότητες του λυκοπενίου ^[17]

Μοριακός τύπος	C ₄₀ H ₅₆
Μοριακό βάρος	536.85 Da
Σημείο τήξης	172-175
Κρυσταλλική μορφή	Μακριές κόκκινες βελόνες
Μορφή σκόνης	Σκούρο καφέ κόκκινο
Διαλυτότητα	Διαλυτό σε χλωροφόρμιο, εξάνιο, ακετόνη και λίπος, αδιάλυτο σε νερό, αιθανόλη, μεθανόλη
Σταθερότητα	Ευαίσθητό σε φώς, οξυγόνο, υψηλή θερμοκρασία, οξέα, καταλύτες, μεταλλικά ιόντα

1.5.Χημική δομή του λυκοπενίου

Το λυκοπένιο (Ψ-Ψκαροτένιο) είναι ένας πολυακόρεστος υδρογονάνθρακας, είναι μέλος της οικογένειας των φυτοχημικών καροτενοειδών και είναι ένα λιποδιαλυτό

αντιοξειδωτικό το οποίο συντίθεται από πολλά φυτά και μικροοργανισμούς, αλλά όχι και από τους ζωικούς οργανισμούς.[18,19].

Όπως και τα άλλα καροτενοειδή, το λυκοπένιο είναι τετρα-τερπένιο που δομείται από 8 μονάδες ισοπρενίου, δηλαδή περιέχει 40 άτομα άνθρακα και χτίζεται από τέσσερις μονάδες τερπενίου που το καθένα περιέχει 10 άτομα άνθρακα [20].

Δομικά, το μόριο του είναι μακρύ, συμμετρικό και δεν περιλαμβάνει κυκλικές ομάδες στα άκρα του. Περιέχει ένα σύνολο 13 διπλών δεσμών, από τους οποίους οι 11 είναι συζυγικοί (δηλαδή εναλλασσόμενοι απλοί-διπλοί δεσμοί) και δυο μη συζυγικοί. Οι ενώσεις με αλληλουχία εναλλασσόμενων απλών-διπλών δεσμών χαρακτηρίζονται γενικά ως πολυένια και όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η αλληλουχία, τόσο εντονότερο είναι το χρώμα τους[21]. Κάθε επέκταση σε αυτό το συζευγμένο σύστημα μειώνει την απαιτούμενη ενέργεια για τα ηλεκτρόνια και τη μετάβαση τους σε υψηλότερες ενεργειακές καταστάσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μόριο να μπορεί να απορροφά φως μεγαλύτερου μήκους κύματος. Έτσι το λυκοπένιο μπορεί να απορροφά σταδιακά σχεδόν σε όλο το φάσμα του ορατού, εκτός από την κόκκινη περιοχή. Το λυκοπένιο εξαιτίας των πολλών συζυγικών δεσμών που περιέχει στο μόριο του είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα πολλών φυτών και λαχανικών όπως το χρώμα της ντομάτας[22-25].

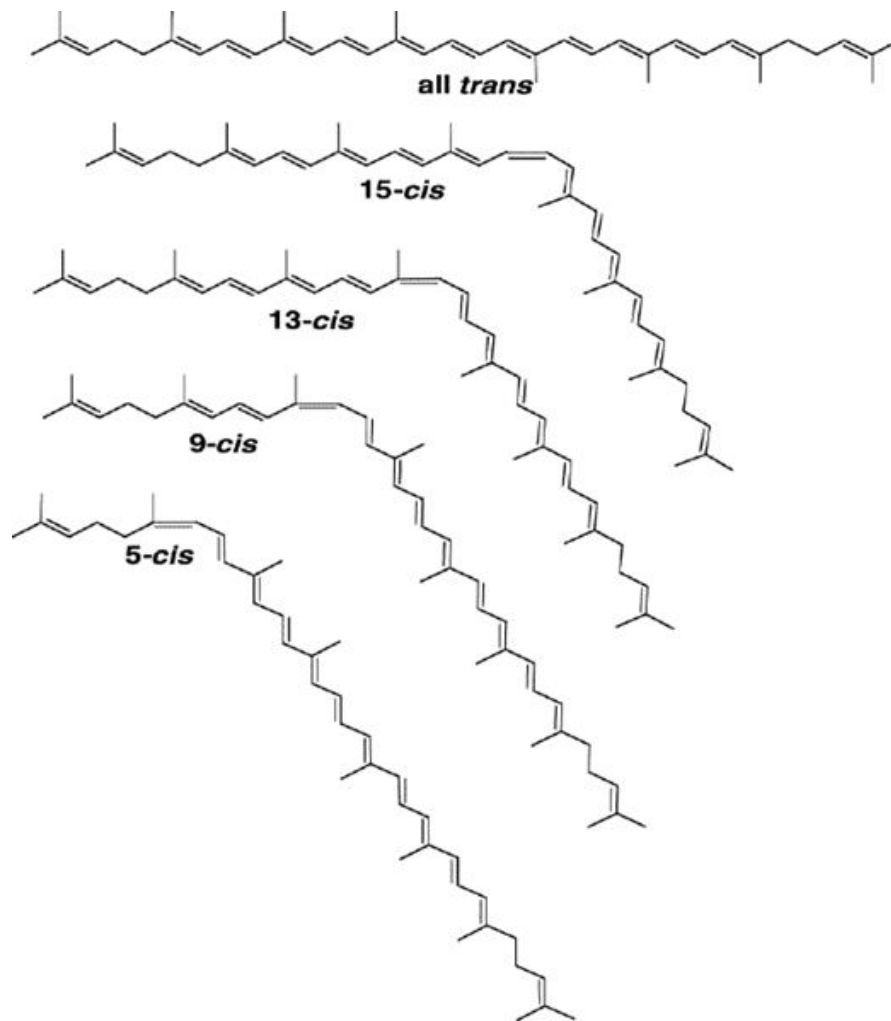
Στο μόριο του λυκοπενίου δεν υπάρχει ο χαρακτηριστικός δακτύλιος β-ιονόνης του β-καροτένιου γι' αυτό και δεν αποτελεί πρόδρομη μορφή της βιταμίνης Α, δηλαδή δεν έχει την δραστικότητα της βιταμίνης Α[26].

Ωστόσο, στη φύση υπάρχει κυρίως με την trans ισομερή μορφή(all-trans),δηλαδή όλοι οι συζυγικοί δεσμοί βρίσκονται σε γεωμετρική trans διάταξη, γεγονός που προσδίδει στο μόριο ευθύγραμμο σχήμα[27].

Μετά από θερμική επεξεργασία οι all-trans ισομερείς μορφές του λυκοπενίου μπορούν να μετατραπούν σε οποιαδήποτε Z-cis ισομερή μορφή και το μόριο να αποκτήσει καμπύλο σχήμα. Εκτός από την θέρμανση άλλοι παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν την trans-cis ισομερίωση είναι η επίδραση του φωτός και των χημικών ενώσεων[28].

1.6.Χημική δομή ισομερών μορφών λυκοπενίου

Σχήμα 1.1: ισομερείς μορφές του λυκοπενίου



Σε μια πρόσφατα δημοσιευμένη μελέτη φάνηκε ότι οι cis-ισομερείς μορφές του λυκοπενίου είναι πιο σταθερά μόρια και έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα, συγκρίνοντας τα με όλες τις all-trans μορφές του[29].

Σε μια άλλη μελέτη φάνηκε ότι το 5-cis λυκοπένιο είναι το πιο σταθερό ισομερές μόριο, ακολουθούμενο από τις all-trans, 9-cis, 13-cis, 15-cis, 7-cis και 11-cis ισομερείς μορφές. Ωστόσο, η μελέτη αυτή έδειξε ότι το 5-cis λυκοπένιο διαθέτει την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα ακολουθούμενο από τα 9-cis, 7-cis, 13-cis, 11-cis και all-trans ισομερή[30].

Παρόλα αυτά η βιολογική σημασία του ισομερισμού δεν είναι ακόμα πλήρως κατανοητή, πιστεύεται ότι ο cis-ισομερισμός βελτιώνει την απορρόφηση του λυκοπενίου στον ανθρώπινο οργανισμό [31].

1.7.Διαιτητικές πηγές

Τις συνηθέστερες διαιτητικές πηγές του λυκοπενίου αποτελούν τα κόκκινα φρούτα και λαχανικά. Πλούσιες πηγές θεωρούνται η ντομάτα, τα προϊόντα της ντομάτας, το καρπούζι, το ροζ γκουάβα, το ροζ γκρέιπφρουτ, η παπάγια, τα βερούκοκα, οι κόκκινες πιπεριές, τα rosehips[32]. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η περιεκτικότητα των τροφίμων σε λυκοπένιο.

Πίνακας 1.1: Διαιτητικές πηγές λυκοπενίου^[33]

Διαιτητικές πηγές λυκοπενίου	μγλυκοπενίου/100g τροφίμου
Tomatoes, sun-dried	40750,0
Tomato products, canned, paste, without salt added	28764,1
Tomato products, canned, sauce	15151,8
Tomato juice, canned, with salt added	9037,0
Watermelon, raw	4532,2
Tomatoes, red, ripe, canned, stewed	4034,9
Tomatoes, red, ripe, canned, whole, regular pack	2700,0
Tomatoes, red, ripe, raw, year round average	2570,6 – 2575,0
Grapefruit, raw, pink and red, all areas	1418,7
Peppers, sweet, red, raw	308,1
Salad dressing, thousand island, commercial, regular	2596,2
Salad dressing, french dressing, reduced fat	2527,6
Spices, cinnamon, ground	43,5
Spices, chili powder	38,5
Asparagus, cooked, boiled, drained	30,0
Carrot juice, canned	2,1

1.8.Βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου

Η βιοδιαθεσιμότητα και η απορρόφηση του λυκοπενίου μπορεί να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η διατροφική κατάσταση του ατόμου, οι γενετικοί παράγοντες, η ποσότητα που καταναλώνεται στο γεύμα, οι ατομικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απορρόφηση κ.α.

Το λυκοπένιο είναι εγκλωβισμένο στους φυτικούς ιστούς των λαχανικών και των φρούτων ,γεγονός που μειώνει σημαντικά τη βιοδιαθεσιμότητα του, δηλαδή την μεταφορά του στην κυκλοφορία του αίματος. Πολλές επιστημονικές έρευνες έχουν δείξει ότι η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου που περιέχεται σε επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας, όπως κέτσαπ, πελτές, σάλτσα ή ντοματόσουπα, είναι υψηλότερη σε σχέση με αυτή του λυκοπενίου που περιέχεται στη φρέσκια ντομάτα ή στον ντοματοχυμό[34,35]. Σε όλα τα μη επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας κυριαρχούν οι all-trans ισομερείς μορφές του λυκοπενίου, το οποίο είναι και η θερμοδυναμικά σταθερότερη μορφή [36]. Τα επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας περιέχουν περισσότερες cis-ισομερείς μορφές του λυκοπενίου. Τα οξέα, η θερμική επεξεργασία καθώς και οι αφυδατικές συνθήκες ευνοούν την ισομερίωση του all-trans λυκοπενίου και έτσι τα επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας όπως η κέτσαπ ή η σάλτσα, περιέχουν εκτός από την all-trans μορφή, τα cis-ισομερή 5-Z,9-Z,13-Z και 15-Z [37]. Ως εκ τούτου, πιστεύεται ότι οι cis-ισομερείς μορφές του λυκοπενίου ενισχύουν την απορρόφησή του στον ανθρώπινο οργανισμό [38]. Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν επίσης ότι οι cis ισομερείς μορφές μπορούν να μεταφερθούν πιο εύκολα σε διάφορους ιστούς [39].

Μια μελέτη πάνω στη βιοδιαθεσιμότητα της νωπής ντομάτας σε σχέση με τα προϊόντα της που έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία , έδειξε ότι η κατανάλωση των τελευταίων προκάλεσε σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση λυκοπενίου στο πλάσμα[40]. Έτσι η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου στα επεξεργασμένα ή μαγειρεμένα προϊόντα της ντομάτας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με εκείνη του νωπού προϊόντος και αυτό οφείλεται σε δυο λόγους.

- Ο πρώτος είναι ότι κατά την επεξεργασία της φρέσκιας ντομάτας όπως είναι η θέρμανση κατά το μαγείρεμα, το λυκοπένιο το οποίο βρίσκεται εγκλωβισμένο στον φυτικό ιστό απελευθερώνεται και γίνεται βιολογικά διαθέσιμο προς απορρόφηση από τον εντερικό αυλό.

- Ο δεύτερος λόγος είναι ότι η χημική μορφή του λυκοπενίου μεταβάλλεται με τις αλλαγές της θερμοκρασίας που παρατηρούνται κατά την επεξεργασία και έτσι απορροφάται ευκολότερα από το σώμα [41].

Ένας άλλος εξίσου σημαντικός παράγοντας για την απορρόφηση του λυκοπενίου είναι η ταυτόχρονη πρόσληψη λιπιδίων εξαιτίας του λιπόφιλου χαρακτήρα του [42].

Μελέτες έχουν δείξει ότι η ποσότητα 3-5 γραμμάρια λίπους σε κάθε γεύμα φαίνεται να είναι επαρκής για την εξασφάλιση των καροτενοειδών [43,44].

Η βιοδιαθεσιμότητα και η απορρόφηση του λυκοπενίου μπορεί να επηρεαστεί και να μειωθεί σημαντικά από ορισμένους παράγοντες, για παράδειγμα η επιπλέον απορρόφηση του λυκοπενίου επηρεάζεται από τις διατροφικές ίνες, ιδιαίτερα από την πηκτίνη η οποία μειώνει σημαντικά το συντελεστή απορρόφησης [45,46]. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στην απορρόφηση του λυκοπενίου αλλά και των υπόλοιπων καροτενοειδών, είναι το επίπεδο αυτών που εισέρχονται στον οργανισμό, η υψηλή πρόσληψη των καροτενοειδών μειώνει σημαντικά την απορρόφηση τους στον εντερικό αυλό, μιας και παρατηρείται ανταγωνισμός της απορρόφησης μεταξύ των καροτενοειδών όταν αυτά καταναλώνονται ταυτόχρονα π.χ η κανθαξανθίνη εμποδίζει την απορρόφηση του λυκοπενίου [47]. Από την άλλη πλευρά η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου εξαρτάται από την πολικότητα των άλλων καροτενοειδών γι' αυτό και το λυκοπένιο απορροφάται καλύτερα με την ταυτόχρονη παρουσία της λουτεΐνης και του β-καροτένιου[48].

Περεταίρω έρευνες πρέπει να γίνουν σχετικά με τη βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου για να αποκαλυφθεί ο μηχανισμός δράσης του στον ανθρώπινο οργανισμό, όταν προσλαμβάνεται μέσω της τροφής, μιας και ο μεταβολισμός in vivo του λυκοπενίου δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως[49].

1.9 Το λυκοπένιο στο ανθρώπινο σώμα

Η απορρόφηση του λυκοπενίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία μαγειρέματος, η παρουσία των λιπιδίων ή άλλων καροτενοειδών κ.α. Οι περισσότερες μελέτες έως σήμερα έχουν δείξει ότι τα επίπεδα στο λυκοπένιο του ορού υφίστανται σταδιακή αλλαγή σε σχέση με τις αλλαγές της διαιτητικής πρόσληψης, σε αντίθεση με άλλα καροτενοειδή[50]. Ωστόσο μελέτες έχουν δείξει ότι ο χρόνος ημιζωής του λυκοπενίου του πλάσματος κυμαίνεται μεταξύ 12 έως 33 ημερών[51]. Αρκετές cis-ισομερείς μορφές του λυκοπενίου έχουν εντοπιστεί εκτός από τα επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας, σε ανθρώπινους ιστούς και βιολογικά υγρά [52].

Όπως έχει αναφερθεί στα φυτικά προϊόντα κυριαρχούν οι all- trans ισομερείς μορφές του λυκοπενίου, αντίθετα στο πλάσμα του ανθρώπινου αίματος το λυκοπένιο είναι παρών ως ένα ισομερές μίγμα, το all-trans ισομερές και τα cis ισομερή βρίσκονται σε αναλογία 50:50 [53]. Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι η αυξημένη κατανάλωση φρούτων και λαχανικών αυξάνει τα επίπεδα τόσο των cis ισομερών όσο και του trans λυκοπενίου στο αίμα[54]. Το λυκοπένιο μετά την απορρόφηση του κατανέμεται σε όλο το σώμα μέσω του κυκλοφορικού συστήματος, εκτός από το αίμα, το λυκοπένιο εντοπίζεται επίσης σχεδόν σε όλους τους ιστούς. Ως εξαιρετικά λιπόφιλη ένωση το λυκοπένιο συσσωρεύεται στο λιπώδη ιστό, αλλά και στις μεμβράνες των κυττάρων[55]. Σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε αρουραίους, βρέθηκε ότι το λυκοπένιο βρίσκεται στο ήπαρ, στο στομάχι, στους όρχεις, στον προστάτη και το έντερο [56]. Επίπεδα του ορού του λυκοπενίου επίσης βρέθηκαν στον πνεύμονα, και στους μαστικούς αδένες σε in vitro μελέτες[57]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα επίπεδα συγκέντρωσης λυκοπενίου στους διάφορους ιστούς

Πίνακας 1.2: Επίπεδα συγκέντρωσης του λυκοπενίου στους ιστούς ^[58]

Ιστός	Συνολικό λυκοπένιο (mmol/g ιστού)
Όρχεις	4,3-21,4
Adrenal gland	1,9-21,6
Συκώτι	1,3-5,7
Προστάτης	0,2-0,9
Στήθος	0,4-0,7
Πάγκρεας	0,7
Δέρμα	0,4-1,7
Παχύ έντερο	0,3-1,0
Πνεύμονας	0,2-0,5
Στομάχι	0,2
Λιπώδης ιστός	0,2

Πολλά εργαστήρια έχουν καταγράψει παρόμοια κατανομή του λυκοπενίου στους ιστούς[59]. Η κατανομή του λυκοπενίου διαφέρει σημαντικά στους διάφορους ιστούς υποδηλώνοντας μοναδικές βιολογικές επιδράσεις σε κάποιους από αυτούς και σε κάποιους άλλους όχι.

1.10.Μεταβολισμός και απορρόφηση

Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να συνθέσει το λυκοπένιο και το προσλαμβάνει μέσω της τροφής, η απορρόφηση του λυκοπενίου κυμαίνεται σε ποσοστό 10-30% στον ανθρώπινο οργανισμό και το υπόλοιπο απεκκρίνεται με τα περιττώματα [60,61].

Μετά την απελευθέρωση από το πλέγμα των τροφίμων, το προσλαμβανόμενο λυκοπένιο αλλά και τα υπόλοιπα καροτονοειδή πρέπει να γαλακτοματοποιηθούν και να διαλυτοποιηθούν πριν απορροφηθούν από τον εντερικό βλεννογόνο. Το λυκοπένιο, το φυτοφλουένιο και το φυτοένιο, είναι μερικά καροτενοειδή της ντομάτας τα οποία είναι ενσωματωμένα στο πλέγμα της και δεν μπορούν να απορροφηθούν αποτελεσματικά από τον ανθρώπινο οργανισμό. Η επεξεργασία της ντομάτας και το μαγείρεμα, προκαλεί μηχανική διάσπαση του πλέγματος και την απελευθέρωση των καροτενοειδών με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η εντερική απορρόφηση τους [62].

Η απορρόφηση του λυκοπενίου είναι παρόμοια με άλλες λιποδιαλυτές ενώσεις και απορροφάται σε όλη τη γαστρεντερική οδό μέσω ενός μηχανισμού χυλομικρών [63].

Όταν φτάσει στο λεπτό έντερο το λυκοπένιο ενσωματώνεται στα μικκύλια [64]. Τα μικκύλια σχηματίζονται από τα διαιτητικά λίπη και τα χολικά άλατα και συμβάλλουν στην γαλακτοματοποίηση αλλά και τη διάλυση του λυκοπενίου. Η φυσιολογική απορρόφηση του λυκοπενίου αλλά και των υπόλοιπων καροτενοειδών στους ανθρώπους εξαρτάται άμεσα από την παρουσία των λιπών και των χολικών αλάτων[65]. Στη συνέχεια τα μικκύλια έρχονται σε επαφή με τα επιθηλιακά κύτταρα του εντέρου και διασπώνται έτσι ώστε το λυκοπένιο να διεισδύσει στα κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου με παθητική μεταφορά. Το λυκοπένιο μέσα στα κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου ενσωματώνεται σε χυλομικρά και απελευθερώνεται στη γενική κυκλοφορία του αίματος μέσω του λεμφικού συστήματος και περνάει στο ήπαρ. Μετά την απορρόφηση του το λυκοπένιο μεταφέρεται σε διάφορα όργανα και διανέμεται στους ιστούς[66-68]. Εξαιτίας της λιπόφιλης φύσης του, μεταφέρεται στο αίμα αποκλειστικά από λιποπρωτεΐνες του ορού και κυρίως από τις LDL (λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας) και VLDL (λιποπρωτεΐνες πολύ χαμηλής πυκνότητας). Στο πλάσμα του αίματος εμφανίζεται αρχικά ως VLDL και ως χυλομικρά, ενώ αργότερα ως LDL και VLDL.

Το λυκοπένιο μεταφέρεται αποκλειστικά από την LDL και μέσω του αίματος διανέμεται στους ανθρώπινους ιστούς και όργανα. Το λυκοπένιο στους ιστούς υφίστανται οξείδωση και μεταβολισμό, αρκετές οξειδωμένες μορφές και μεταβολίτες του λυκοπενίου έχουν απομονωθεί και είναι υπό διερεύνηση [69]. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι το λυκοπένιο που προσλαμβάνεται από τις τροφές μεταβολίζεται στο σώμα. Διάφοροι μεταβολίτες έχουν σήμερα ταυτοποιηθεί και χαρακτηρισθεί [70].

Παρόλα αυτά λίγα πράγματα είναι γνωστά για τον μεταβολισμό του λυκοπενίου στο ήπαρ. Πρόσθετες μελέτες έδειξαν ότι το *cis*-λυκοπένιο είναι το κυρίαρχο ισομερές στο ήπαρ και ότι τα ανδρογόνα ρυθμίζουν το μεταβολισμό του λυκοπενίου στο ήπαρ [71].

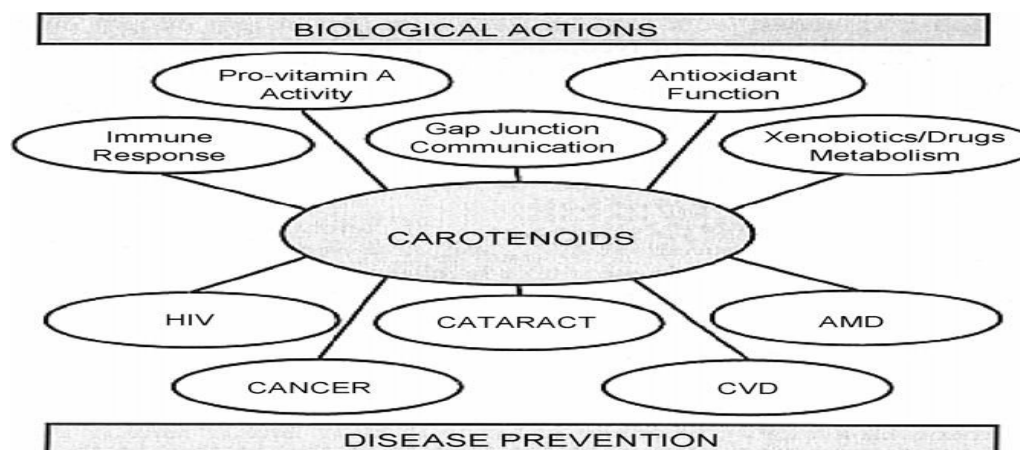
1.11. Η βιολογική δράση του λυκοπενίου

Με βάση τις επιδημιολογικές μελέτες υποδεικνύεται μια θετική σχέση μεταξύ της υψηλής πρόσληψης και της συγκέντρωσής του λυκοπενίου στους ιστούς αλλά και του χαμηλού κινδύνου εμφάνισης χρόνιων παθήσεων[72-74].

Το β-καροτένιο και το λυκοπένιο σε διάφορες μελέτες έχουν δείξει να σχετίζονται αντίστροφα με τον κίνδυνο των καρδιαγγειακών παθήσεων και ορισμένων μορφών καρκίνου ενώ η λουτεΐνη και η ζεαξανθίνη σχετίζονται αντίθετα με τις παθήσεις των ματιών [75,76].

Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι για να ασκήσει επίδρασή το λυκοπένιο επιδρά με άλλους μηχανισμούς, που περιλαμβάνουν τη ρύθμιση της μεσοκυττάριας επικοινωνίας, της κυτταρικής ανάπτυξης, της γονιδιακής έκφρασης, της ανοσολογικής απόκρισης αλλά και της ρύθμισης ορισμένων ενζύμων που μεταβολίζουν φάρμακα [77-80]. Ο ρόλος των καροτενοειδών στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων και οι βιολογικές τους δράσεις συνοψίζονται στο παρακάτω σχήμα.

Σχήμα 1.2: Ο ρόλος των καροτενοειδών στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων^[81,82]



Τα τελευταία χρόνια το λυκοπένιο έχει προσελκύσει το ερευνητικό ενδιαφέρον, λόγω της μοναδικής χημικής δομής, δείχνει να έχει πολύ ιδιαίτερη βιολογική δραστηριότητα. Οι προστατευτικές λειτουργίες στον ανθρώπινο οργανισμό μπορούν γενικά να χωριστούν σε αντιοξειδωτικές και μη αντιοξειδωτικές[83].

1.12. Ο ρόλος του λυκοπενίου στην υγεία

Αρκετές επιδημιολογικές, *in vitro* μελέτες αλλά και μελέτες ανθρώπινης παρέμβασης, έδειξαν ότι η κατανάλωση των αντιοξειδωτικών βιταμινών, όπως της βιταμίνης E και της β-καροτίνης, μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου [84-87]. Οι (ROS) που προκαλούνται από το οξειδωτικό στρες, αναγνωρίζεται πλέον ως ένας σημαντικός αιτιολογικός παράγοντας της στεφανιαίας νόσου [88]. Σε αρκετές επιδημιολογικές μελέτες έχει αποδειχθεί ότι η διαιτητική πρόσληψη της ντομάτας και των προϊόντων της σχετίζονται με το χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης διαφόρων ειδών καρκίνου [89].

Η μεσογειακή διατροφή, η οποία είναι πλούσια σε λαχανικά και φρούτα, έχει προταθεί πως έχει τα χαμηλότερα ποσοστά καρκίνου [90]. Παρ' όλα αυτά πολύ λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες σχετικά με την ιδιότητα του λυκοπενίου και των άλλων αντιοξειδωτικών σε ασθενείς με καρκίνο[91]. Έρευνες διεξάγονται ολοένα και περισσότερο για το λυκοπένιο, εξαιτίας των αποτελεσμάτων από τις επιδημιολογικές μελέτες που συνδέουν την κατανάλωση της ντομάτας με τη μείωση του κινδύνου του καρκίνου.

1.13.Λυκοπένιο και καρκίνος

Σε 72 διαφορετικές μελέτες το 1999 παρουσιάστηκε ότι η πρόσληψη λυκοπενίου αλλά και τα επίπεδα του λυκοπενίου στον ορό του αίματος σχετίζονται αντιστρόφως με διάφορες μορφές καρκίνου, όπως του προστάτη, του μαστού, των ωοθηκών, του τραχήλου της μήτρας, του ήπατος και άλλων οργάνων [92]. Πολλές μελέτες τότε έδειξαν ότι με την αυξημένη πρόσληψη λυκοπενίου από τις τροφές αλλά και τα αυξημένα επίπεδα στον ορό του αίματος μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου [93-96].

Σε μια άλλη μελέτη καλλιέργειας ιστού, χρησιμοποιήθηκαν ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα, διαπιστώθηκε ότι η ανάπτυξη των κυττάρων αυτών αναστέλλεται σημαντικά στο μέσο της ανάπτυξής τους, παρουσία του λυκοπενίου [97,98] Ομοίως, σε αρκετές μελέτες *in vitro* έχει επιβεβαιωθεί η αντίστροφη σχέση μεταξύ του διαιτητικού λυκοπενίου και της ανάπτυξης των μεταμοσχευμένων όγκων [99,100].

Ανθρώπινες μελέτες διαιτητικής παρέμβασης έχουν αρχίσει να μελετούν το ρόλο του λυκοπενίου στον καρκίνο του μαστού, των ωοθηκών και του τράχηλου της μήτρας.

Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες που έχουν διεξαχθεί είναι για τη σχέση του λυκοπενίου και την πρόληψη του καρκίνου του προστάτη. Εκτός από τον καρκίνο του προστάτη δεν υπάρχουν άλλες περισσότερες ενδείξεις για τον προστατευτικό ρόλο του λυκοπενίου σε άλλους καρκίνους όπως τον καρκίνο του μαστού, του παγκρέατος, του τραχήλου της μήτρας, των ωοθηκών, του πνεύμονα και του γαστρεντερικού [101].

1.14.Λυκοπένιο και καρκίνος του προστάτη

Ο καρκίνος του προστάτη προσβάλλει πάνω από το 10% των ανδρών στην βόρεια Αμερική, ο καρκίνος αυτός είναι συχνά ιάσιμος με χειρουργική επέμβαση ή ακτινοθεραπεία. Στους περισσότερους από τους μισούς ασθενείς ο καρκίνος αυτός υποτροπιάζει και εξαπλώνεται εκτός του αδένος κατά τη διάρκεια της διάγνωσης [102].

Τα τελευταία χρόνια έχει προκύψει από την επιστημονική βιβλιογραφία ότι το λυκοπένιο φέρει σημαντικές ιδιότητες τόσο στην θεραπεία όσο και στην πρόληψη του καρκίνου του προστάτη.

Πολυάριθμες επιδημιολογικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί έχουν περιγράψει το ρόλο του λυκοπενίου σε συνδυασμό με την πρόληψη του καρκίνου του προστάτη [103,104].

Μια από τις πρώτες μελέτες που δημοσιεύθηκαν το 1995, έδειξε μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης των προϊόντων της ντομάτας και του κινδύνου του καρκίνου του προστάτη [105]. Σε αυτή την μελέτη, οι ευεργετικές ιδιότητες των προϊόντων ντομάτας αποδόθηκαν στο λυκοπένιο.

Από τα ευρήματα μιας προοπτικής μελέτης που πραγματοποιήθηκε μερικά χρόνια αργότερα, φάνηκε ότι η υψηλή κατανάλωση προϊόντων που περιέχουν λυκοπένιο ενδεχομένως επιφέρει μείωση και επιβράδυνση της επικράτησης και της εξέλιξης της καρκινογένεσης του προστάτη.

Η μελέτη είχε ως στόχο τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιπέδων διαφόρων αντιοξειδωτικών του πλάσματος και του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του προστάτη. Κατόπιν λήψης δειγμάτων αίματος, ποσοτικοποιήθηκαν οι κορυφές των 5 σημαντικότερων αντιοξειδωτικών του πλάσματος (α- και β-καροτένιο, β-κρυπτοξανθίνη, λουτεΐνη και λυκοπένιο).

Το λυκοπένιο ήταν το μόνο αντιοξειδωτικό του οποίου τα επίπεδα πλάσματος ήταν ιδιαίτερα μειωμένα στην ομάδα των ασθενών σε σχέση με την ομάδα των μαρτύρων. Στην ομάδα των μαρτύρων τα επίπεδα πλάσματος του λυκοπενίου σχετίστηκαν σημαντικά με τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του προστάτη. Η προστατευτική δράση που σημειώθηκε για το λυκοπένιο ήταν πιο σημαντική στους συμμετέχοντες οι οποίοι δεν λάμβαναν συμπλήρωμα β-καροτένιου. Μεταξύ των ανδρών με χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου, το συμπλήρωμα του β-καροτένιου σχετίστηκε με μείωση του κινδύνου ανάλογη με εκείνη που παρατηρήθηκε με τα υψηλά επίπεδα λυκοπενίου [106].

Σε μια άλλη μελέτη όταν χρησιμοποιήθηκε ως πηγή λυκοπενίου η σάλτσα τομάτας σε ασθενείς με καρκίνο του προστάτη, πριν προηγηθεί προστατέκτομη, αποδείχτηκε ότι 30 mg λυκοπενίου ανά ημέρα, αυξάνουν σημαντικά τα επίπεδα του λυκοπενίου στον ορό και στον προστάτη [107].

1.15. Λυκοπένιο και καρδιαγγειακές παθήσεις

Υπάρχουν αρκετές αναφορές στη βιβλιογραφία που υποστηρίζουν τον ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων [108-110]. Τα στοιχεία που υποστηρίζουν τον ρόλο του λυκοπενίου στην πρόσληψη της καρδιαγγειακής νόσου, προέρχονται κυρίως από επιδημιολογικές μελέτες [111].

Τα επίπεδα του ορού της χοληστερίνης έχουν χρησιμοποιηθεί παραδοσιακά ως βιο-δείκτης για τον κίνδυνο της στεφανιαίας νόσου [112]. Πιο πρόσφατα, έχει στραφεί το ενδιαφέρον στην οξειδωση της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL), η οποία μεταφέρει τη χοληστερόλη μέσω της κυκλοφορίας του αίματος, στην παθογένεια της αθηροσκλήρωσης, μια διαταραχή που οδηγεί σε καρδιακή προσβολή και ισχαιμικό επεισόδιο [113-115].

Ο περιορισμός της οξειδωτικής τροποποίησης που υφίσταται η LDL πιθανόν να είναι ένας από τους μηχανισμούς με τους οποίους το λυκοπένιο δρα προστατευτικά όσον αφορά τις καρδιαγγειακές παθήσεις και την αθηροσκλήρωση [116,117].

Μια μελέτη περίπτωσης αξιολόγησε τις συγκεντρώσεις των καρροτενοειδών και των λιπαρών οξέων που έχει ο λιπώδης ιστός σε άτομα από 10 ευρωπαϊκές χώρες, ώστε να διαπιστωθεί εάν τα καρροτενοειδή μειώνουν τον κίνδυνο του εμφράγματος του μυοκαρδίου

οι ερευνητές μέτρησαν τις συγκεντρώσεις των καρροτενοειδών σε άτομα αμέσως μετά το έμφραγμα του μυοκαρδίου και ο λιπώδης ιστός υποβλήθηκε σε βιοψία μέσα σε 24 ώρες. Τα αποτελέσματα αργότερα τέθηκαν σε σύγκριση με υγιείς μάρτυρες. Μετά από προσαρμογή για τις μεταβλητές, βρέθηκε ότι η συγκέντρωση του λυκοπενίου στον λιπώδη ιστό ήταν αντιστρόφως ανάλογη με τον κίνδυνο για έμφραγμα του μυοκαρδίου και μάλιστα αυτή η αντίστροφη σχέση ήταν μεγαλύτερη για τους καπνιστές [118,119]

Σε μια άλλη μικρή μελέτη, όταν έξι υγιείς άνθρωποι προσλάμβαναν 60 mg λυκοπενίου ανά ημέρα με τη μορφή συμπληρωμάτων διατροφής για μια περίοδο τριών μηνών, παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση 14% των επιπέδων της χοληστερόλης LDL στο πλάσμα [120].

Εκτός από τις επιδημιολογικές μελέτες, έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία και μερικές μελέτες διαιτητικής παρέμβασης. Σε μια τέτοια μελέτη, όταν υγιείς άνθρωποι κατανάλωσαν μια δίαιτα ελεύθερη σε λυκοπένιο για διάστημα δύο εβδομάδων, τα επίπεδα ορού του λυκοπενίου μειώθηκαν κατά 50% και μια αύξηση της τάξεως των 25% παρατηρήθηκε στα λιπίδια του ορού [121].

1.16.Οστεοπόρωση

Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι το οξειδωτικό στρες που προκαλείται από τα αντιδραστικά είδη του οξυγόνου(ROS) σχετίζεται με την παθογένεια της οστεοπόρωσης. Επιδημιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι ορισμένα αντιοξειδωτικά, όπως οι βιταμίνες C,E και β-καροτένιο μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο της οστεοπόρωσης [122,123]. Το οστό είναι ένα δυναμικό όργανο που υφίστανται συνεχή αναδιαμόρφωση, οι διαταραχές στην ανάπτυξη του οστού μπορεί να οδηγήσει σε οστική νόσο. Μελέτες έχουν δείξει ότι το οξειδωτικό στρες ελέγχει την λειτουργία των οστεοκλαστών και των οστεοβλαστών [124-126]. Προς το παρόν, πολύ λίγες μελέτες έως τώρα έχουν αναφερθεί σχετικά με το ρόλο του οξειδωτικού στρες στους οστεοβλάστες. Ωστόσο, κάποιες άλλες μελέτες έδειξαν ότι οι ROS εμπλέκονται στη λειτουργία των οστεοβλαστών [127-129].

Κυτταρικές μελέτες έχουν δείξει ότι το λυκοπένιο αναστέλλει την παραγωγή ROS και το σχηματισμό και τη δραστηριότητα των οστεοκλαστών, αναστέλλει την βασικά και μέσω διέγερσης από την παραθυρεοειδή ορμόνη (PTH) την οστεοκλαστική επαναρρόφηση και το σχηματισμό πολυπύρηνων οστεοκλαστών [130-132] και διεγείρει την δραστηριότητα της αλκαλικής φωσφατάσης, επιδρά στη δραστηριότητα του δείκτη διαφοροποίησης της αλκαλικής φωσφατάσης σε περίπτωση απουσίας της δεξαμεθαζόνης ανάλογα με το στάδιο της κυτταρικής διαφοροποίησης στους οστεοβλάστες[133-135].

Οι γυναίκες με οστεοπόρωση έχει αποδειχθεί ότι έχουν μειωμένα επίπεδα αντιοξειδωτικών βιταμινών και ενζύμων στον οργανισμό τους με συνέπεια να έχουν μειωμένη αντιοξειδωτική άμυνα [136]. Μια πρόσφατα δημοσιευμένη έρευνα, έδειξε τη σχέση μεταξύ του διαιτητικού λυκοπενίου στον όρο και τη μείωση κινδύνου της οστεοπόρωσης σε μεταμνηνοπαυσιακές γυναίκες 50-60 ετών [137]. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι γυναίκες με υψηλότερες συγκεντρώσεις λυκοπενίου του ορού παρουσίαζαν αντίστοιχα χαμηλότερη οξείδωση πρωτεϊνών και οστική επαναρρόφηση. Η μείωση αυτή της οστικής επαναρρόφησης, θα μπορούσε να οφείλεται στην ικανότητα του λυκοπενίου να μειώνει το οξειδωτικό στρες σε μεταμνηνοπαυσιακές γυναίκες[138].

Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη στην βιβλιογραφία για την αξιολόγηση και το ρόλο του λυκοπενίου στην οστεοπόρωση. Μελέτες διατροφικής παρέμβασης διεξάγονται σήμερα με στόχο να αποδείξουν τις ευεργετικές επιδράσεις του λυκοπενίου στην πρόληψη και την διαχείριση της οστεοπόρωσης.

1.17.Λυκοπένιο και νευροεφυλιστικές παθήσεις

Τα αντιοξειδωτικά, ως προστατευτικοί παράγοντες κατά της οξειδωτικής βλάβης, έχουν μελετηθεί σε σχέση με τις νευρο-εφυλιστικές παθήσεις. Η οξειδωτική βλάβη των νευρώνων αναγνωρίζεται ως αιτιολογικός παράγοντας στις διαταραχές αυτές.

Λόγω του υψηλού επίπεδου κατανάλωσης και χρησιμοποίησης οξυγόνου, της υψηλής περιεκτικότητας σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και της χαμηλής αντιοξειδωτικής ικανότητας ο εγκέφαλος και το νευρικό σύστημα είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις οξειδωτικές βλάβες των ελευθέρων ριζών, το σχετικά μικρό βάρος του εγκεφάλου καταναλώνει μεγάλες ποσότητες οξυγόνου, συμβάλλοντας περαιτέρω στο σχηματισμό των ROS [139-142].

Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αυστρία, για την πρόληψη του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, παρατηρήθηκε ότι τα χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου του ορού και α-τοκοφερόλης σχετίζονταν με αυξημένο κίνδυνο για μικροαγγειοπάθεια [143].

Λίγες μελέτες αναφέρουν στη βιβλιογραφία τη σχέση των χαμηλών επιπέδων του λυκοπενίου του ορού σε ασθενείς με πάρκινσον, αγγειακή άνοια και μικροαγγειοπάθεια.

1.18.Λυκοπένιο και άλλες παθήσεις

Μια άλλη διαταραχή που σχετίζεται με την ανθρώπινη υγεία, είναι η ανδρική υπογονιμότητα. Εκτιμάται ότι το 7-10% των ενήλικων ανδρών στην αναπαραγωγική τους ηλικία είναι στείροι [144-146]. Ένας από τους σημαντικούς παράγοντες που συντελούν στην ανδρική υπογονιμότητα είναι το οξειδωτικό στρες. Σημαντικά επίπεδα των ROS είναι ανιχνεύσιμα έως 25% στο σπέρμα των υπογόνιμων ανδρών [65,66]. Μερικές μελέτες έχουν δείξει τον ευεργετικό ρόλο των αντιοξειδωτικών στη θεραπεία της ανδρικής στειρότητας [147].

Πολύ λίγες μελέτες έχουν μέχρι σήμερα αναφερθεί για τη χρήση του λυκοπενίου στη διαχείριση της ανδρικής στειρότητας. Σε μια μελέτη αναφέρθηκε ότι οι άνδρες

με υπογονιμότητα είχαν χαμηλότερα επίπεδα λυκοπενίου σε σχέση με τους μάρτυρες, οι οποίοι ήταν γόνιμοι[148].

Μια μελέτη που αναφέρθηκε πρόσφατα η οποία διερεύνησε την επίδραση του λυκοπενίου από τις ντομάτες σε υπερτασικούς ασθενείς. Στη μελέτη αυτή, τριάντα ασθενείς με υπέρταση ηλικίας μεταξύ 40 έως 65 ετών κατανάλωναν μια placebo κάψουλα που δεν περιείχε λυκοπένιο για 4 εβδομάδες και έπειτα ακολούθησε η πρόσληψη 15mg λυκοπενίου για 8 εβδομάδες. Η αξιολόγηση περιελάμβανε , κάθε δεύτερη εβδομάδα, τη μέτρηση των εθελοντών, όσον αφορά τις κλινικές, διαιτητικές και της αρτηριακής πίεσης τιμές. Στο τέλος της περιόδου της θεραπείας η συστολική πίεση του αίματος μειώθηκε κατά 10 mmHg , δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη διαστολική αρτηριακή πίεση[149].

Αναγνωρίζοντας τη σημασία των αντιοξειδωτικών για τη διαχείριση της υπέρτασης, μια διαιτητική προσέγγιση για τον έλεγχο της υπέρτασης, είναι η δίαιτα DASH η οποία περιέχει σημαντικά υψηλά επίπεδα λυκοπενίου και άλλα καροτενοειδών, όπως τις πολυφαινόλες, φλαβονόλες και φλαβανόνες [150].

Με βάση τη σχέση μεταξύ του οξειδωτικού στρες που σχετίζεται με τις χρόνιες παθήσεις, όπως είναι κάποιες μορφές καρκίνου και των ισχυρών αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του λυκοπενίου, είναι λογικό να αναμένονται περαιτέρω μελέτες παρέμβασης που θα πραγματοποιηθούν στο μέλλον ώστε να διερευνηθεί ο ευεργετικός του ρόλος[151].

Αναμφίβολα, η μελλοντική έρευνα θα διερευνήσει το ρόλο του λυκοπενίου σε άλλες ανθρώπινες παθήσεις συμπεριλαμβανομένου τον διαβήτη, τις δερματικές και οφθαλμικές παθήσεις, τη ρευματοειδή αρθρίτιδα, τις περιοδοντικές ασθένειες και τις φλεγμονώδεις διαταραχές [152].

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1:Μεθοδολογία

2.2: Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν άτομα του γενικού πληθυσμού, τυχαία επιλεγμένα, από το νομό Ηλείας και πιο συγκεκριμένα από την Αμαλιάδα και την Γαστούνη.

Ο υπό μελέτη πληθυσμός περιελάμβανε 182 συμμετέχοντες από τους οποίους το 41,0% ήταν άνδρες (n=89) ηλικίας μεταξύ 18 και 66 ετών και το 59% γυναίκες (n=93) ηλικίας μεταξύ 18 και 65 ετών.

2.3: Ερωτηματολόγιο

Για την αξιολόγηση της διαιτητικής πρόσληψης του λυκοπενίου ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (ΕΣΚΤ). Το ερωτηματολόγιο της παρούσας μελέτης σχεδιάστηκε με βάση ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (ΕΣΚΤ) που χρησιμοποιήθηκε για να εκτιμηθούν οι διαιτητικές συνήθειες των Αμερικανών και να διεξαχθούν συμπεράσματα για τον κίνδυνο εμφάνισης των καρδιαγγειακών παθήσεων [153].

Το ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας αποτελείται από δύο μέρη.

Στο πρώτο μέρος υπήρχαν ερωτήσεις σχετικές με τα ανθρωπομετρικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πληθυσμού. Η έρευνα δεν περιελάμβανε σωματομετρικές μετρήσεις, η καταγραφή των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε με ερωτήσεις που περιελάμβαναν το φύλο, την ηλικία, το βάρος και το ύψος. Επιπλέον, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να καταγράψουν την οικογενειακή και την επαγγελματική τους κατάσταση, καθώς και το μορφωτικό επίπεδο. Όσον αφορά τον τρόπο ζωής, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να αξιολογήσουν τη σωματική

τους δραστηριότητα, πόσες ημέρες την εβδομάδα τρώνε σε εστιατόριο και αν επιδιώκουν την υγιεινή διατροφή.

Στο δεύτερο μέρος το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε έντεκα ερωτήσεις σχετικά με την συχνότητα κατανάλωσης συγκεκριμένων τροφίμων που περιέχουν λυκοπένιο βάση τον πίνακα 1.1. Οι κατηγορίες των τροφίμων που περιελήφθησαν στο ερωτηματολόγιο αφορούσαν την κατανάλωση τους το χειμώνα, το καλοκαίρι και ολόκληρο το χρόνο. Οι συμμετέχοντες κατέγραψαν πόσες ημέρες την εβδομάδα τρώνε φαγητά που περιέχουν λυκοπένιο καθώς και την ποσότητα που καταναλώνεται κάθε φορά.

2.4: Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα MINITAB 16,0 και συγκεκριμένα ο έλεγχος της κατανομής t, για τον έλεγχο της υπόθεσης σύγκρισης δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (two sample independent t-test). Ο έλεγχος αυτός χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που έχουν ληφθεί δυο δείγματα από δυο πληθυσμούς και ζητείται να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δειγματοληφθέντων πληθυσμών (Πετρίδης, 2012). Οι άνδρες και οι γυναίκες του δείγματος αποτέλεσαν τις μελετώμενες μεταβλητές σύγκρισης για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων της έρευνας.

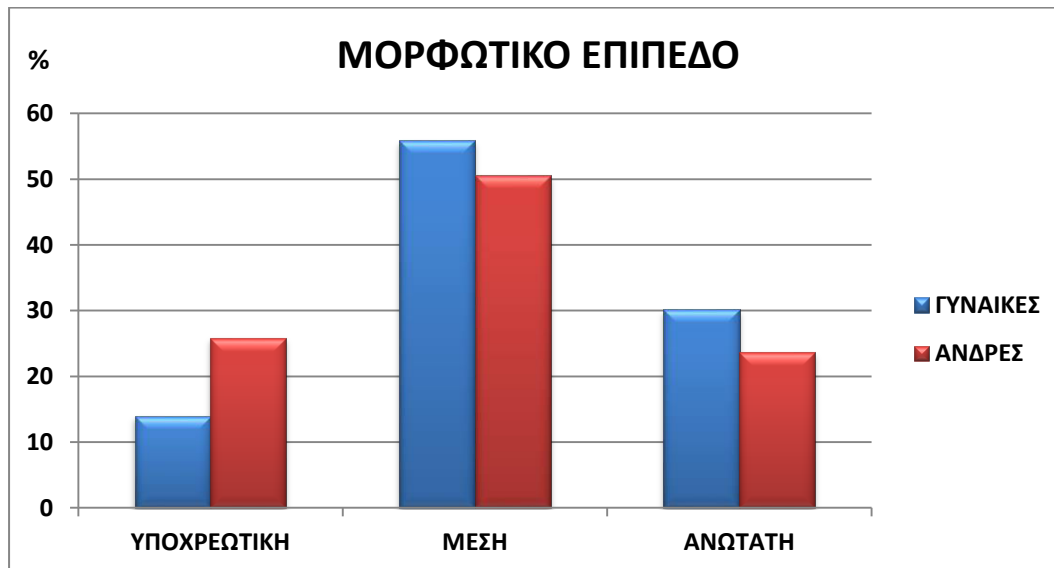
2.5: Αποτελέσματα

2.5.1. ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

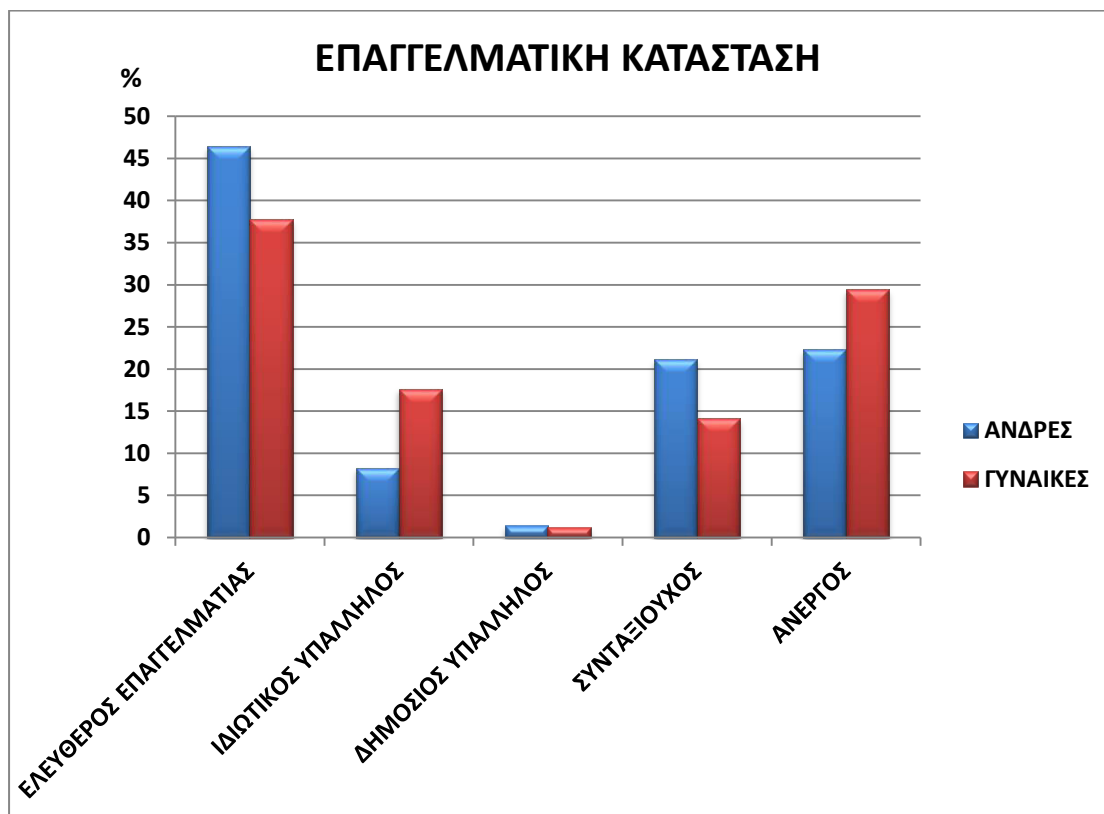
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.0: ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ						
		ΜΟΝΟΣ	ΜΕ ΓΟΝΕΙΣ	ΜΕ ΣΥΖΥΓΟ	ΜΕ ΣΥΖΥΓΟ ΚΑΙ ΠΑΙΔΙΑ	ΑΛΛΟ
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΑΝΔΡΕΣ	89	23,5	24,7	18,7	31,7	1,4
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	93	12,9	18,8	22,5	44,7	1,1
P-VALUE		0,057	0,389	0,701	0,058	0,203



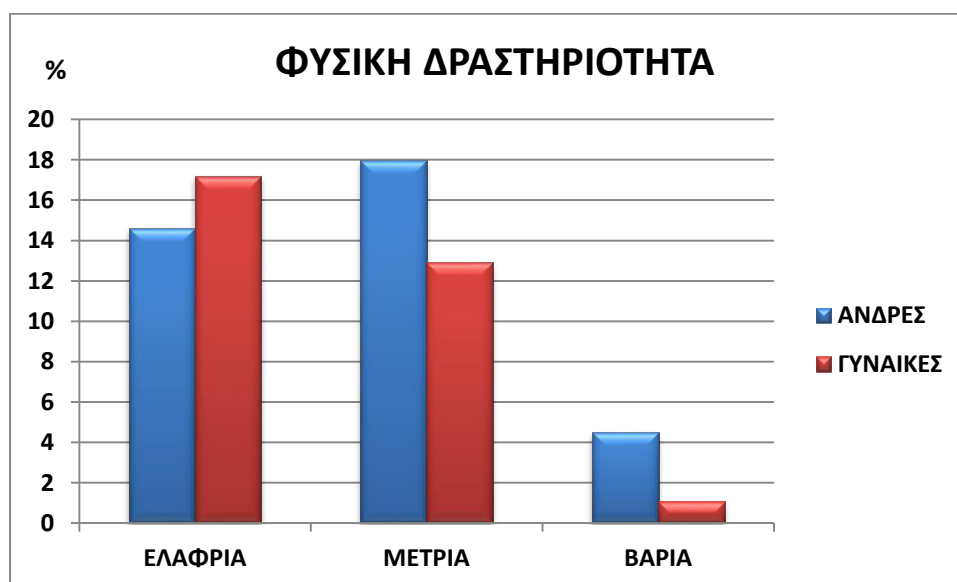
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: ΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ				
		ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ	ΜΕΣΗ	ΑΝΩΤΑΤΗ
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΑΝΔΡΕΣ	89	25,8	50,5	23,6
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	93	13,9	55,9	30,1
P-VALUE		0,003	0,188	0,087



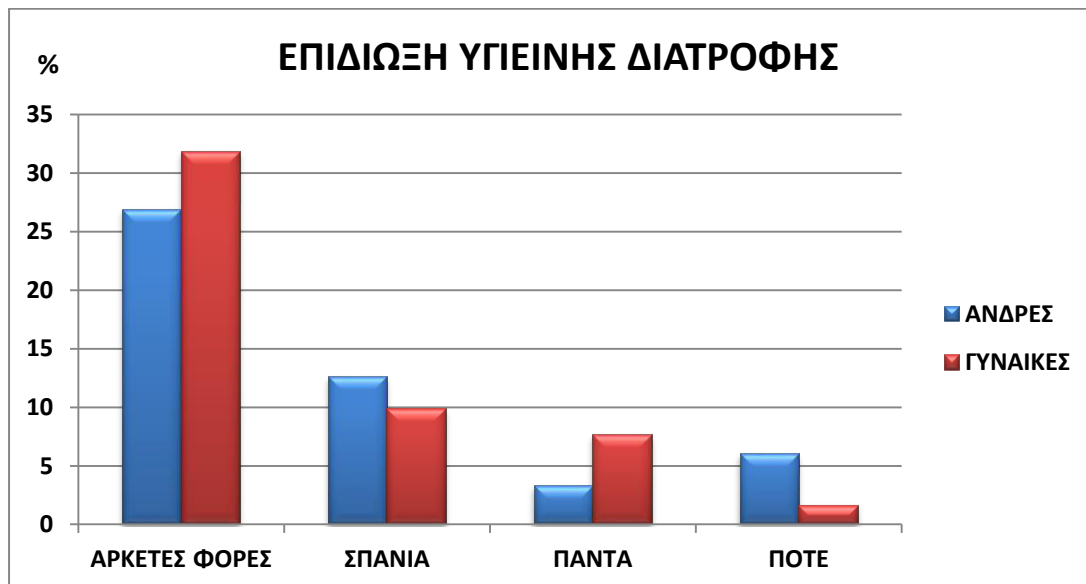
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ						
		ΕΛΕΥΘΕΡΟΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΑΣ	ΙΔΙΩΤΙΚΟΣ ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ	ΔΗΜΟΣΙΟΣ ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ	ΣΥΝΤΑΞΙΟΥΧΟΣ	ΑΝΕΡΓΟΣ
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΑΝΔΡΕΣ	89	46,4	8,2	1,4	21,7	22,3
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	93	37,7	17,6	1,2	14,1	29,4
P-VALUE		0,820	0,012	0,930	0,024	0,127



ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3:ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ				
		ΕΛΑΦΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΑΥΞΗΜΕΝΗ
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΑΝΔΡΕΣ	89	14,6	17,9	4,49
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	93	17,2	12,9	1,7
P-VALUE		0,377	0,151	0,094

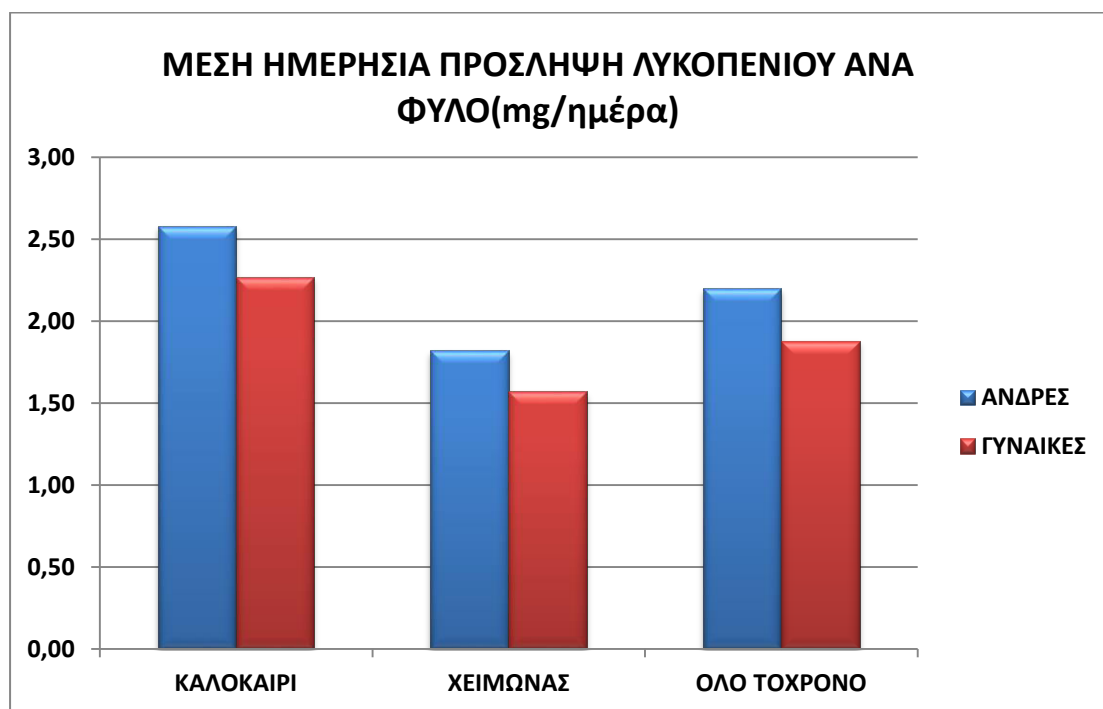


ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4:ΕΠΙΔΙΩΞΗ ΤΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ					
		ΠΑΝΤΑ	ΑΡΚΕΤΕΣ ΦΟΡΕΣ	ΣΠΑΝΙΑ	ΠΟΤΕ
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΑΝΔΡΕΣ	89	3,3	26,9	12,6	6,4
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	93	7,7	31,9	9,9	1,6
P-VALUE		0,305	0,080	0,117	0,005



2.5.2.ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4:ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΑΝΑ ΦΥΛΟ(mg/ημέρα)							
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ	
	N	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
ΑΝΔΡΕΣ	89	1,82	2,01	2,58	2,78	2,20	2,03
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	93	1,57	1,75	2,27	2,55	1,88	1,79
P-VALUE		0,763		0,790		0,735	

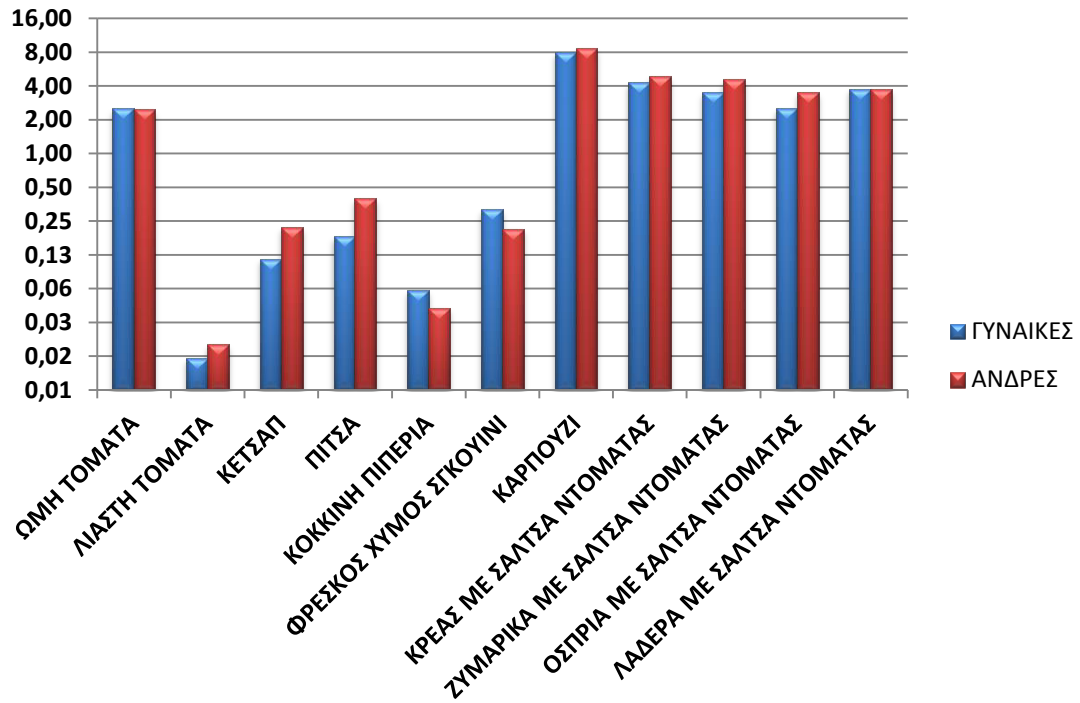


**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.0: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΑΝΑ ΦΥΛΟ
(mg/ημέρα)**

	ΑΝΔΡΕΣ			ΓΥΝΑΙΚΕΣ		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ
ΝΤΟΜΑΤΑ	2,486	2,486	2,486	2,510	2,510	2,510
ΛΙΑΣΤΗ ΝΤΟΜΑΤΑ	0,020	0,020	0,020	0,015	0,015	0,015
ΚΟΚΚΙΝΗ ΠΙΠΕΡΙΑ	0,042	0,042	0,042	0,060	0,060	0,060
ΦΡΕΣΚΟ ΧΥΜΟ ΣΑΓΚΟΥΙΝΙ	0,000	0,213	0,213	0,000	0,317	0,317
ΚΑΡΠΟΥΖΙ	8,603	0,000	8,603	8,025	0,000	8,025
ΚΕΤΣΑΠ	0,219	0,219	0,219	0,115	0,115	0,115
ΠΙΤΣΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	0,399	0,399	0,399	0,183	0,183	0,183

ΚΡΕΑΣ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	4,836	4,836	4,836	4,288	4,288	4,288
ΖΥΜΑΡΙΚΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	4,546	4,546	4,546	3,495	3,495	3,495
ΟΣΠΡΙΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	3,495	3,495	3,495	2,518	2,518	2,518
ΛΑΔΕΡΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	3,716	3,716	3,716	3,778	3,778	3,778

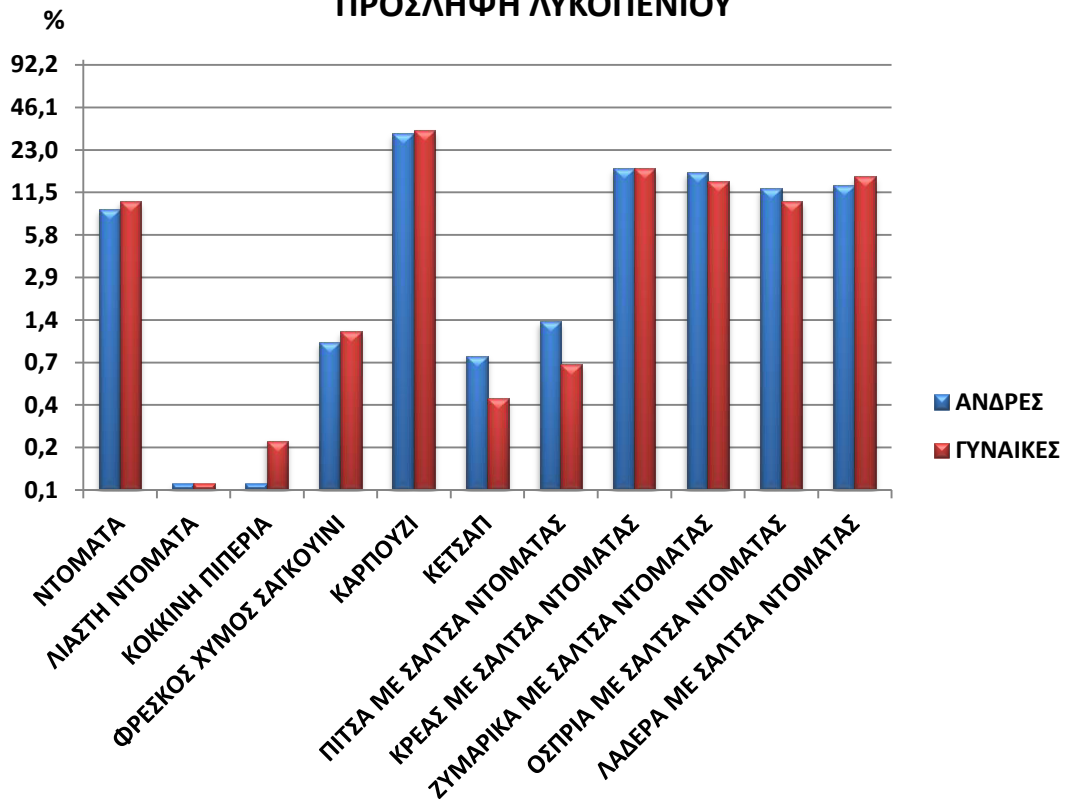
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΗΜΕΡΗΣΙΑ
ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg/ημέρα)



**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7:ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ
ΑΝΑ ΦΥΛΟ**

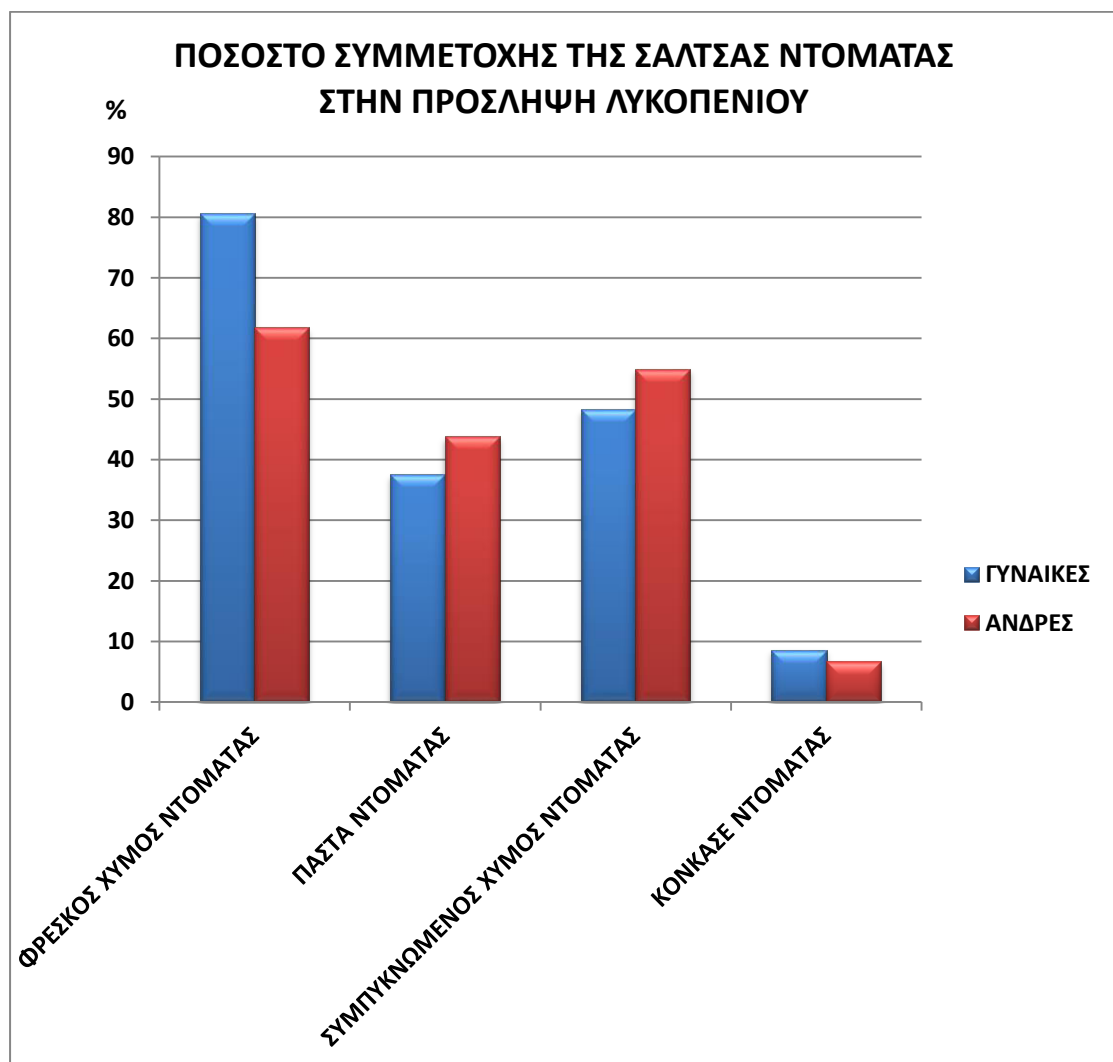
	ΑΝΔΡΕΣ			ΓΥΝΑΙΚΕΣ		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ
	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΝΤΟΜΑΤΑ	8,8	12,5	8,7	10,0	14,6	9,95
ΛΙΑΣΤΗ ΝΤΟΜΑΤΑ	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
ΚΟΚΚΙΝΗ ΠΙΠΕΡΙΑ	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
ΦΡΕΣΚΟ ΧΥΜΟ ΣΑΓΚΟΥΙΝΙ	0,0	1,0	1,0	0,0	1,8	1,25
ΚΑΡΠΟΥΖΙ	30,4	0,0	7,6	32,2	0,0	8,0
ΚΕΤΣΑΠ	0,7	1,1	0,8	0,5	0,6	0,4
ΠΙΤΣΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	1,4	2,0	1,4	0,7	1,1	0,7
ΚΡΕΑΣ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	17,1	24,3	16,9	17,2	24,9	16,9
ΖΥΜΑΡΙΚΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	16,1	22,9	15,9	14,0	20,3	13,8
ΟΣΠΡΙΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	12,3	17,6	12,3	10,1	14,6	9,9
ΛΑΔΕΡΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	13,1	18,7	13,0	15,1	21,9	14,9

ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

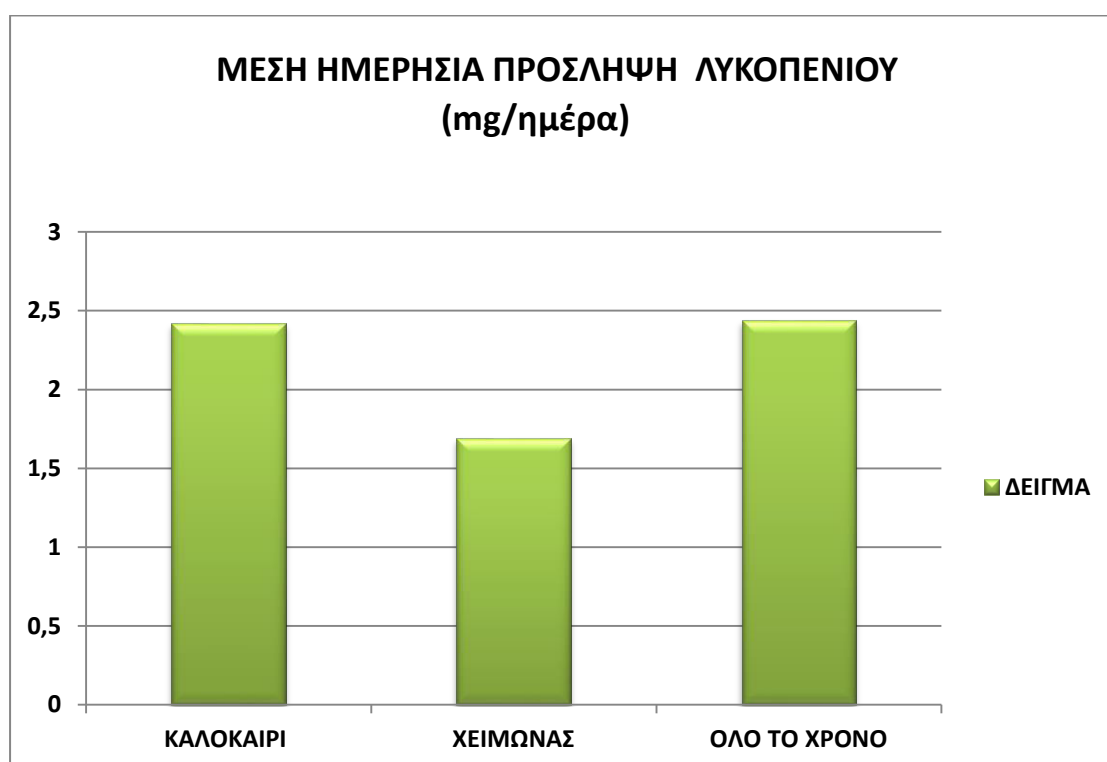


**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.9:ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΣΑΛΤΣΑΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ
ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΓΕΥΜΑΤΩΝ**

		ΦΡΕΣΚΟΣ ΧΥΜΟΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	ΠΑΣΤΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	ΣΥΜΠΥΛΝΩΜΕΝΟΣ ΧΥΜΟΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	ΚΟΝΚΑΕΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΑΝΔΡΕΣ	89	61,8	43,8	55,0	6,7
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	93	80,6	37,6	48,3	8,6
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ		72,2	40,7	40,7	51,6



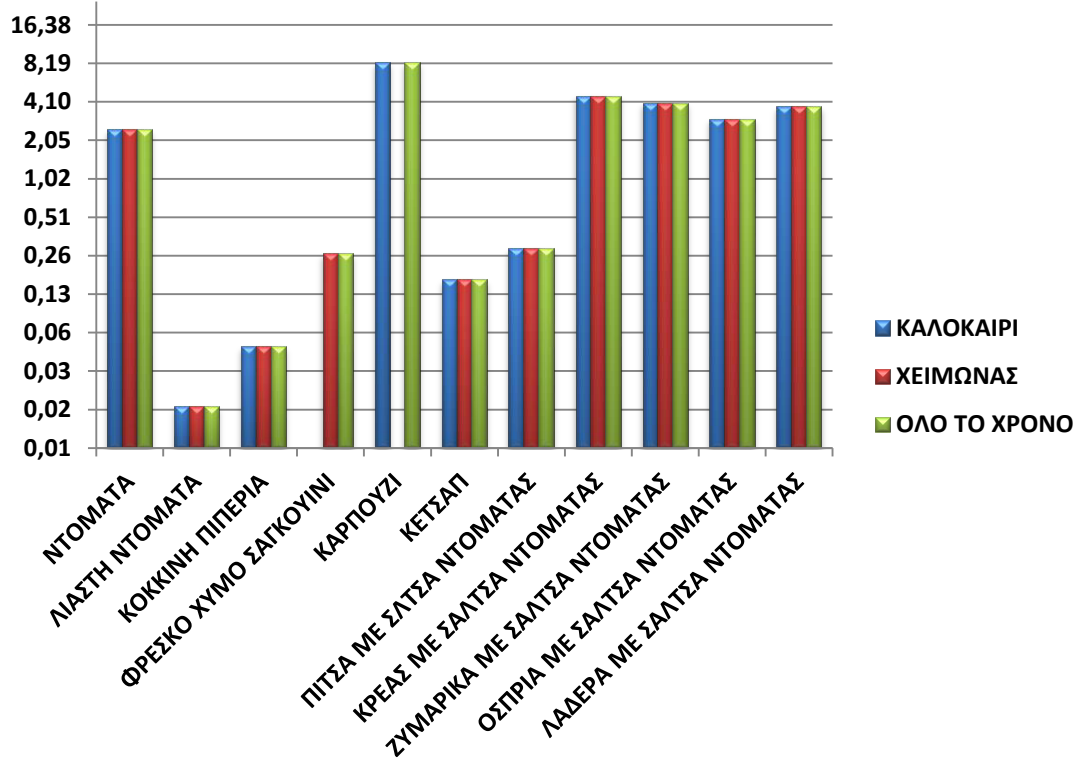
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6: ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ(mg/ημέρα)							
N	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		ΧΕΙΜΩΝΑΣ		ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ		
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	
182	2,42	2,66	1,69	1,87	2,44	2,63	
	P-VALUE	0,464					



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (mg/ημέρα)

	ΔΕΙΓΜΑ		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ
ΝΤΟΜΑΤΑ	2,498	2,498	2,498
ΛΙΑΣΤΗ ΝΤΟΜΑΤΑ	0,017	0,017	0,017
ΚΟΚΚΙΝΗ ΠΙΠΕΡΙΑ	0,05	0,05	0,05
ΦΡΕΣΚΟ ΧΥΜΟ ΣΑΓΚΟΥΙΝΙ	0,000	0,265	0,265
ΚΑΡΠΟΥΖΙ	8,314	0,000	8,314
ΚΕΤΣΑΠ	0,167	0,167	0,167
ΠΙΤΣΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	0,291	0,291	0,291
ΚΡΕΑΣ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	4,562	4,562	4,562
ΖΥΜΑΡΙΚΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	4,020	4,020	4,020
ΟΣΠΡΙΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	3,000	3,000	3,000
ΛΑΔΕΡΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	3,747	3,747	3,747

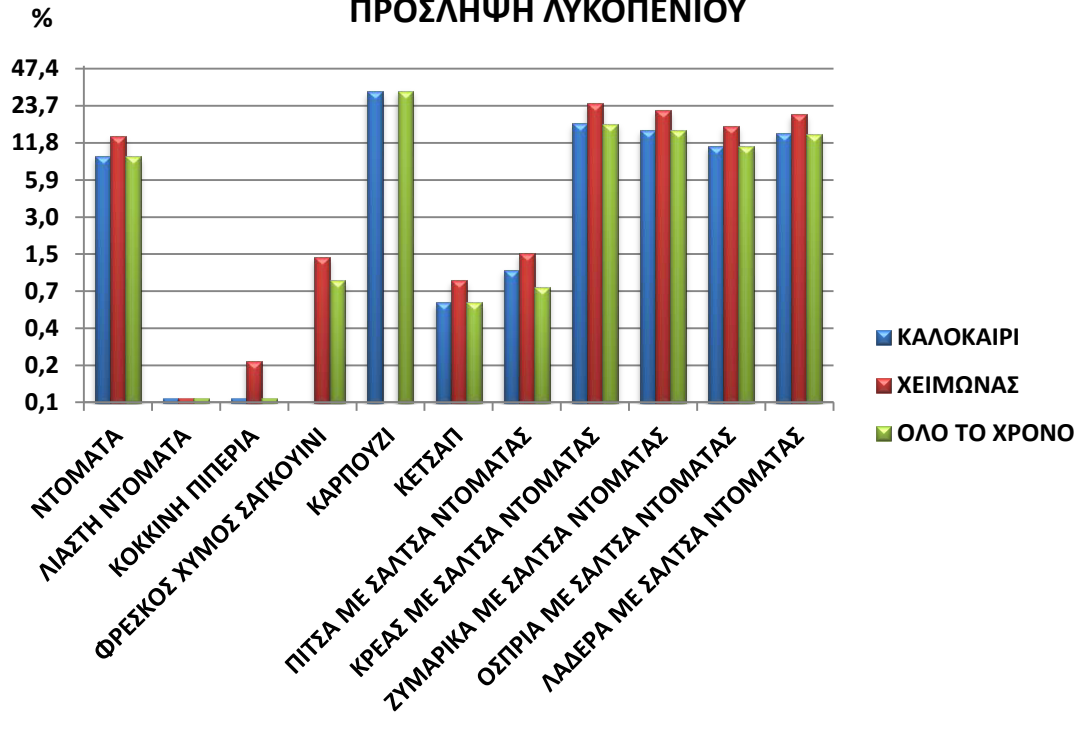
**ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΗΜΕΡΗΣΙΑ
ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ
(mg/ημέρα)**



**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8:ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ
ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**

	ΔΕΙΓΜΑ		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ
	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ(%)
ΝΤΟΜΑΤΑ	9,3	13,4	9,2
ΛΙΑΣΤΗ ΝΤΟΜΑΤΑ	0,1	0,1	0,1
ΚΟΚΚΙΝΗ ΠΙΠΕΡΙΑ	0,1	0,2	0,1
ΦΡΕΣΚΟ ΧΥΜΟ ΣΑΓΚΟΥΙΝΙ	0,0	1,4	0,9
ΚΑΡΠΟΥΖΙ	30,9	0,0	7,8
ΚΕΤΣΑΠ	0,6	0,9	0,6
ΠΙΤΣΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	1,1	1,5	0,8
ΚΡΕΑΣ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	17,1	24,6	16,9
ΖΥΜΑΡΙΚΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	15,1	21,6	14,9
ΟΣΠΡΙΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	11,2	16,17	11,2
ΛΑΔΕΡΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	14,0	20,2	13,9

ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ



Όσον αφορά τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, ανά φύλο, ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι με βάση την κατανομή σε κατηγορίες του Δείκτη Μάζας Σώματος, το 48,3 των ανδρών και το 45,2% των γυναικών άνηκε στην κατηγορία των φυσιολογικών ατόμων ($P=0,159$), το 31,1 των γυναικών και το 42,0% των ανδρών ήταν υπέρβαρα άτομα ($P=0,077$) και το 12,3% των ανδρών και 12,9% των γυναικών ήταν παχύσαρκα άτομα ($P=0,631$), χωρίς να παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στον έλεγχο σύγκρισης μεταξύ των δύο φύλων στις κατηγορίες του Δείκτη Μάζας Σώματος.

Σχετικά με τα κοινωνικά χαρακτηριστικά του δείγματος, η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι το 31,7% των ανδρών και το 44,7% των γυναικών ήταν παντρεμένοι με παιδιά, χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0,058$). Όσον αφορά το μορφωτικό επίπεδο, το 50,5 και το 55,9% των ανδρών και των γυναικών αντίστοιχα άνηκε στην κατηγορία της μέσης εκπαίδευσης, με στατιστικά ασήμαντη διαφορά ($P=0,188$), ενώ στην κατηγορία της υποχρεωτικής εκπαίδευσης παρατηρείται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά ($P=0,003$), με ποσοστό 25,8 και 13,9% για τους άνδρες και τις γυναίκες αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το επίπεδο εκπαίδευσης των κατοίκων του Νομού Ηλείας είναι σχετικά χαμηλό, κατατάσσοντας τους στις τελευταίες θέσεις ανάμεσα στο σύνολο των νομών της Ελλάδας και οι γυναίκες του Νομού Ηλείας έχουν χαμηλότερο επίπεδο μόρφωσης από τους άνδρες [Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία 2001]. Η στατιστική ανάλυση που έγινε σχετικά με την επαγγελματική κατάσταση του δείγματος, έδειξε ότι το 46,4% των ανδρών και το 37,7% των γυναικών ήταν ελεύθεροι επαγγελματίες, ο έλεγχος της σύγκρισης δεν έδειξε σημαντικές διαφορές ($P=0,820$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στους ιδιωτικούς υπαλλήλους ($P=0,012$) και τους συνταξιούχους ($P=0,024$), το 8,2 και το 17,6% των ανδρών και των γυναικών αντίστοιχα ήταν ιδιωτικοί υπάλληλοι, ενώ το 21,7 και το 14,1% των ανδρών και των γυναικών ήταν συνταξιούχοι. Το ποσοστό των ανέργων για τους άνδρες ήταν 22,3% και για τις γυναίκες 29,4%, χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0,127$). Στην απογραφή που πραγματοποιήθηκε το 2001, φάνηκε ότι το 64,2% του πληθυσμού των κατοίκων του Νομού Ηλείας απασχολείται με τον τριτογενή τομέα [Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία 2006].

Η στατική ανάλυση έδειξε ότι το επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου για τους κατοίκους του Νομού Ηλείας ήταν κατά μέσο όρο 2,44 mg ανά ημέρα. Συγκεκριμένα, η μέση πρόσληψη λυκοπενίου για τους άνδρες ($n=89$) ήταν 2,20 mg και για τις γυναίκες ($n=93$) ήταν 1,88 mg ανά ημέρα, χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον έλεγχο σύγκρισης μεταξύ των δύο φύλων ($P=0,735$).

Τα φαγητά με σάλτσα ντομάτας αποτελούσαν την κατηγορία τροφίμων με τη μεγαλύτερη συμμετοχή στη μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου. Πιο αναλυτικά, το κρέας με σάλτσα ντομάτας με ποσοστό συμμετοχής 16,9% ήταν η βασική πηγή

της μέσης ημερήσιας πρόσληψης του λυκοπενίου . Στη συνέχεια ακολουθούσαν τα ζυμαρικά ,τα λαδερά φαγητά και τέλος, τα όσπρια με σάλτσα ντομάτας με ποσοστό συμμετοχής 14,9 , 13,9 και 11,2% αντίστοιχα.

Για την παρασκευή των γευμάτων ο φρέσκος χυμός ντομάτας συμμετείχε κατά 72,2% και αποτελούσε την κύρια πηγή πρόσληψης του λυκοπενίου, ενώ ο συμπυκνωμένος χυμός, η πάστα και το κονκασέ ντομάτας συμμετείχαν κατά 51,6, 40,7 και 7,6% αντίστοιχα. Η φρέσκια ντομάτα με ποσοστό 9,2% ήταν η δεύτερη κατηγορία τροφίμου, που συμμετείχε στην καθημερινή πρόσληψη του λυκοπενίου. Στη συνέχεια ακολουθούσαν το καρπούζι, ο φρέσκος χυμός σαγκουίνι, η πίτσα και η κέτσαπ με ποσοστό συμμετοχής στο επίπεδο πρόσληψης λυκοπενίου 7,8 , 0,9 ,0,8 και 0,6% αντίστοιχα. Η λιαστή ντομάτα και η κόκκινη πιπεριά ήταν οι δυο κατηγορίες τροφίμων με τη μικρότερη συμμετοχή στο καθημερινό επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου με ποσοστό συμμετοχής 0,1%

Ωστόσο, παρατηρούμε ότι το επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου είναι διαφορετικό το καλοκαίρι και το χειμώνα εξαιτίας της διαθεσιμότητας των τροφίμων ανά εποχή. Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών εποχών είναι ότι το καλοκαίρι καταναλώνεται το καρπούζι. Έτσι το καρπούζι με ποσοστό συμμετοχής 30,4 και 32,2% για τους άνδρες και τις γυναίκες ήταν η κύρια πηγή λυκοπενίου το καλοκαίρι.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το καλοκαίρι το επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου για το δείγμα ήταν 2,42mg, ενώ για το χειμώνα 1,69mg ανά ημέρα, ο στατιστικός έλεγχος της σύγκρισης που έγινε μεταξύ των δυο εποχών δεν έδειξε κάποια σημαντική διαφορά($P=0,464$)

Συγκεκριμένα, το χειμώνα η μέση πρόσληψη λυκοπενίου για τους άνδρες ήταν 1,82 mg και για τις γυναίκες 1,57mg ανά ημέρα, με στατιστικά ασήμαντη διαφορά μεταξύ των δυο φύλων($P=0,763$). Ενώ το καλοκαίρι ήταν 2,58mg και 2,27 mg ανά ημέρα για τους άνδρες και τις γυναίκες αντίστοιχα, ομοίως με το χειμώνα, δεν παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά στο επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου μεταξύ των δυο φύλων($P=0,790$).

2.6:Συζήτηση αποτελεσμάτων

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.0:ΕΠΙΠΕΔΑ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΩΡΕΣ [153]	
ΧΩΡΑ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ (mg)
ΗΠΑ	3,70-16,15
ΚΑΝΑΔΑΣ	25,20
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	1,30
ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	1,10
ΦΙΛΑΝΔΙΑ	0,7

Στον πίνακα 3.0 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέσης ημερησίας πρόσληψης λυκοπενίου από διάφορες χώρες. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι το επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου στους κατοίκους του Νομού Ηλείας διαφέρει σε σχέση με άλλες χώρες.

Η μέση πρόσληψη λυκοπενίου για τους Γερμανούς είναι 1,30 mg, για τους Άγγλους 1,10 mg και τους Φιλανδούς 0,70 mg ανά ημέρα, ενώ για τους Αμερικάνους και τους Καναδούς είναι 25,2 mg και 3,70 έως 16,15 mg αντίστοιχα[154], μελέτες έχουν δείξει ότι η μέση πρόσληψη λυκοπενίου για τους κατοίκους της Βόρειας Αμερικής είναι 5,3 mg ανά ημέρα με το 50% του πληθυσμού να καταναλώνει 1,86 mg λυκοπενίου ανά ημέρα[155]. Διαπιστώνεται ότι το επίπεδο πρόσληψης του λυκοπενίου για τους κατοίκους του Νομού Ηλείας είναι υψηλότερο σε σχέση με τους Γερμανούς, τους Άγγλους και τους Φιλανδούς και μικρότερο σε σχέση με τους Αμερικάνους και τους Καναδούς.

Ωστόσο, σε μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση και τη σύγκριση της μέσης ημερησίας πρόσληψης των καροτενειδών σε πέντε διαφορετικές χώρες (Ισπανία, Γαλλία, Αγγλία, Ιρλανδία και Ολλανδία). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι Ισπανοί, οι Γάλλοι, οι Άγγλοι και οι Ολλανδοί, με ποσοστό 55%, 25%, 21% και 16% αντίστοιχα, καταναλώνουν ως κύρια πηγή λυκοπενίου τη φρέσκια ντομάτα [156,157]. Ενώ για τους κατοίκους του νομού Ηλείας κύρια πηγή αποτελεί ο φρέσκος χυμός ντομάτας που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των γευμάτων με ποσοστό 72,2%, η φρέσκια ντομάτα συμμετέχει κατά 9,2% και αποτελεί τη δεύτερη κύρια πηγή λυκοπενίου σε σχέση με τους άλλους πληθυσμούς. Ωστόσο, η πίτσα με σάλτσα ντομάτας είναι η δεύτερη πηγή λυκοπενίου για τους Άγγλους με ποσοστό συμμετοχής 15% και για τους Ιρλανδούς, τους Γάλλους, και τους Ολλανδούς 16%, ενώ για τους Ισπανούς η δεύτερη πηγή λυκοπενίου είναι ο πουρές ντομάτας που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των γευμάτων με 42%[158]. Για τους κατοίκους του Νομού Ηλείας, η πίτσα με σάλτσα ντομάτας συμμετέχει κατά 0,8% και αποτελεί την πέμπτη κατηγορία τροφίμου στο καθημερινό επίπεδο πρόσληψης σε σχέση με τους Άγγλους, τους Ιρλανδούς, τους Γάλλους, και τους Ολλανδούς

Τέλος, τόσο για τους Ισπανούς όσο και για τους κατοίκους του Νομού Ηλείας το καρπούζι την καλοκαιρινή περίοδο αποτελεί τη πιο σημαντική πηγή λυκοπενίου, με ποσοστό συμμετοχής για τους Ισπανούς 23%[159] και τους κατοίκους του Νομού Ηλείας 30,9%.

Ωστόσο, έρευνες έχουν δείξει ότι τα προτεινόμενα επίπεδα πρόσληψης λυκοπενίου ανά ημέρα κυμαίνονται από 5-7mg [160]. Μια άλλη μελέτη προτείνει πως 6-8 mg λυκοπενίου ανά ημέρα από τα διάφορα προϊόντα ντομάτας μπορεί να προστατέψει τον ανθρώπινο οργανισμό από το οξειδωτικό στρες και την

οξειδωτική βλάβη του DNA και της LDL λιποπρωτεΐνης [161-164]. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας με τις τιμές αναφοράς που δίνονται στη βιβλιογραφία, διαπιστώθηκε ότι η μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου για τους κατοίκους του νομού Ηλείας κυμαίνεται σε ποσοστό 24,4 έως 48,8% με βάση τη συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου.

Παρ' όλα αυτά, η ιδανική ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου δεν έχει προσδιοριστεί, επιδημιολογικές μελέτες έχουν προτείνει πως επίπεδα πάνω από 6mg λυκοπενίου ανά ημέρα, μπορεί να προκαλέσουν ικανή συγκέντρωση λυκοπενίου στο πλάσμα και να προσφέρει προστατευτική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό[165-167].

2.7:Συμπεράσματα

Ένα από τα κυριότερα καροτενοειδή με ισχυρή αντιοξειδωτική δράση είναι το λυκοπένιο, το οποίο περιέχεται σε πολλά φρούτα και λαχανικά προσδίδοντας τους έντονο κόκκινο χρώμα. Πολλές επιδημιολογικές μελέτες μέχρι σήμερα έχουν υποδείξει ότι το λυκοπένιο και τα υπόλοιπα καροτενοειδή συμβάλλουν στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων. Η συνεισφορά των προϊόντων ντομάτας στην πρόσληψη του λυκοπενίου είναι σημαντική, είναι γνωστό ότι, η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου εξαρτάται από τις πηγές των τροφίμων και κυρίως τα επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας που αποτελούν τις καλύτερες πηγές βιοδιαθεσιμότητας του λυκοπενίου. Ωστόσο, η εκτίμηση της ημερήσιας πρόσληψης λυκοπενίου είναι δύσκολο να προσδιοριστεί λόγω της μεταβλητότητας των τιμών στις πηγές των διαφόρων τροφίμων. Στη βιβλιογραφία οι τιμές που έχουν αναφερθεί για τη Φιλανδία, την Αγγλία και τη Γερμανία είναι 0,7, 1,1 και 1,3 mg αντίστοιχα, στις ΗΠΑ έχει αναφερθεί η τιμή να κυμαίνεται από 3,70 έως 16,15 mg και στον Καναδά η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου είναι 25,2 mg [168]. Η παρούσα εργασία εκτίμησε ότι η μέση πρόσληψη λυκοπενίου για τους κατοίκους του Νομού Ηλείας είναι 2,44mg ανά ημέρα. Συγκρίνοντας την τιμή αυτή με τις τιμές που δίνονται στη βιβλιογραφία για άλλους πληθυσμούς, διαπιστώνεται ότι η μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου για τους κατοίκους του Νομού Ηλείας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των Γερμανών, των Άγγλων και των Φιλανδών και μικρότερη σε σχέση με τους Αμερικάνους και τους Καναδούς . Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι η κύρια πηγή πρόσληψης λυκοπενίου για τους Ισπανούς, τους Γάλλους, τους Άγγλους και τους Ολλανδούς είναι η φρέσκια ντομάτα [169,170]. Στην παρούσα μελέτη, η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό

πρόσληψης του λυκοπενίου για τους κατοίκους του Νομού Ηλείας προέρχεται από το φρέσκο χυμό ντομάτας που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των γευμάτων.

Ωστόσο, έρευνες έχουν δείξει ότι τα προτεινόμενα επίπεδα πρόσληψης λυκοπενίου κυμαίνονται από 5-7mg ανά ημέρα [171]. Μια άλλη μελέτη προτείνει πως 6-8 mg λυκοπενίου ανά ημέρα από τα διάφορα προϊόντα ντομάτας μπορεί να προστατέψει τον ανθρώπινο οργανισμό από τις χρόνιες παθήσεις που προκαλούνται από το οξειδωτικό στρες [172-174]. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας με τις τιμές αναφοράς που δίνονται στη βιβλιογραφία, το επίπεδο πρόσληψης λυκοπενίου για τους κατοίκους του νομού Ηλείας κυμαίνεται σε ποσοστό 24,4 έως 48,8% . Άρα, συμπεραίνουμε ότι μέση ημερήσια πρόσληψη του λυκοπενίου για τους κατοίκους του νομού Ηλείας δεν είναι αρκετή για να παρέχει προστατευτική δράση στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων. Η προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη(RDI) και η συνιστώμενη θρεπτική πρόσληψη (RNI) του λυκοπενίου δεν έχει καθοριστεί .Τα δεδομένα που αναφέρονται στην βιβλιογραφία σχετικά με την πρόσληψη του λυκοπενίου, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, μειώνοντας έτσι την ευαισθησία των επιδημιολογικών μελετών να εντοπίσουν κάποια σχέση με τον κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων παθήσεων.

Ως εκ τούτου, επιδημιολογικές μελέτες έχουν αναγνωρίσει το ρόλο του λυκοπενίου στην υγεία του ανθρώπου και συνεχίζουν να διερευνούν το μηχανισμό δράσης με τον οποίο το λυκοπένιο ασκεί προστατευτική δράση στον οργανισμό. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών θα βελτιώσουν τη γνώση των επιστημόνων για το λυκοπένιο και το ρόλο που παίζει στην πρόληψη ορισμένων χρόνιων παθήσεων.

- 1) Giovannucci, E. (1999) Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. *J. Natl. Cancer Inst.* 91:317–331.
- 2) Rao A.V., Agarwal, S.: Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease. *J Am College of Nutr*, 19(5): 563-569, 2000.
- 3) Clinton SK. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutr Rev* 1998;1:35–51.
- 4) Mangels AR, Holden JM, Beecher GR, Forman MR, Lanza E. Carotenoid contents of fruits and vegetables: an evaluation of analytical data. *J Am Diet Assoc* 1993;93: 284 -96.
- 5) Johnson EJ. The role of carotenoids in human health. *Nutr Clin Care* 2002;5(2):47-9.
- 6) Thane C, Reddy S. Processing of fruits and vegetables: effect on carotenoids. *Nutr Food Sci* 1997;2:58–65.
- 7) Agarwal S, Rao AV. Carotenoids and chronic diseases. *Drug Metab Drug Interact* 2000;17(1–4):189–210.
- 8) Gerster H. The potential role of lycopene for human health. *J Am Coll Nutr* 1997;16:109–26.
- 9) Goralczyk R. and Siler U. 2004 *Phytochemicals in health and disease*, Marcel Dekker, Inc.
- 10) www.wikipedia.com
- 11) Nguyen ML, Schwartz SI, 1999, Lycopene: Chemical and biological properties *Food Technology*, 53 (2), 38-42.
- 12) Matlack M. B. and Sando E. 1934. A contribution to the chemistry of tomato pigments. the coloring matter in american red and purple tomatoes (*lycopersicon esculentum*) *J. Biol. Chem.*, Feb 104: 407 – 414.
- 13) Giovannucci E, Willett WC, Stampfer MJ, Liu Y, Rimm EB (2002). "A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk". *J. Natl Cancer Inst* **94** (5): 391–396. [doi:10.1093/jnci/94.5.391](https://doi.org/10.1093/jnci/94.5.391).
- 14) Di Mascio P, Kaiser S, Sies H (1989). "Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher". *Arch. Biochem. Biophys.* **274** (2): 532–8. [doi:10.1016/0003-9861\(89\)90467-0](https://doi.org/10.1016/0003-9861(89)90467-0). [PMID 2802626](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2802626/).
- 15) Gerster H (1997). "The potential role of lycopene for human health". *J Am Coll Nutr* **16** : 109–26. [PMID 9100211](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9100211/).
- 16) Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC (1995). "Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer". *J. Natl. Cancer Inst.* **87** (23): 1767–76. [doi:10.1093/jnci/87.23.1767](https://doi.org/10.1093/jnci/87.23.1767). [PMID 7473833](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7473833/).
- 17) Kim-weng kong, Hock Eng Khoo, K. Nagendra Prasad, Anim Ismail, Chin Ping, Tan and Nor, Fadilah Raja, (2010), *Revealing The Power Of Natural Red Pigment Lycopene*, Review, *Molecules*, 15, 959-987.
- 18) Khachik F, Carvallo L, Bernstein PS, Muir GJ, ZhaoDY, Katz NB. Chemistry, distribution and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. *Exp Biol Med* 2002;227(10):845–51.
- 19) StahlW, SchwarzW, Sundquist AR, Sies H. cis-trans Isomers of lycopene and b-carotene in human serum and tissues. *Arch Biochem Biophys*1992;294:173–7.

- 20) Kim, L., Rao, A.V., LG, R.: *Effect of lycopene on Prostate LNCaP Cancer Cells in Culture. Journal of Medicinal Food*, 5(4): 181-187, 2002.
- 21) IARC Working Group on the Evaluation of Cancer Preventive Agents (1998). *IARC Handbooks of Cancer Prevention: Volume 2: Carotenoids (IARC Handbooks of Cancer Prevention)*. Oxford University Press, USA. p. 25. [ISBN 92-832-3002-7](#).
- 22) Rao AV, Rao LG. 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacol. Res.* 55 (3): 207–16.
- 23) Kim, L., Rao, A.V., LG, R.: *Effect of lycopene on Prostate LNCaP Cancer Cells in Culture. Journal of Medicinal Food*, 5(4): 181-187, 2002.
- 24) Stahl W, Schwarz W, Sundquist AR, Sies H. *cis-trans Isomers of lycopene and b-carotene in human serum and tissues. Arch Biochem Biophys* 1992;294:173–7.
- 25) Khachik F, Carvallo L, Bernstein PS, Muir GJ, Zhao DY, Katz NB. *Chemistry, distribution and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. Exp Biol Med* 2002;227(10):845–51.
- 26) Cunningham FX, Lee H, Gantt E (2007). "[Carotenoid biosynthesis in the primitive red alga *Cyanidioschyzon merolae*](#)". *Eukaryotic Cell* 6 (3): 533–45. [doi:10.1128/EC.00265-06](#). [PMC 1828917](#). [PMID 17085635](#).
- 27) Clinton SK. *Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. Nutr Rev* 1998;1:35–51.
- 28) Sanjiv Agarwal and Akkinappally Venketeshwer Rao 2000. *Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases CMAJ* 163.
- 29) Chasse GA, Mak ML, Deretey E, Farkas I, Torday LL, Papp JG, DSarma DSR, Agarwal A, Chakravarthi S, Agarwal S, and Rao AV, *J Mol Struc (Theochem)* 571 27 (2001).
- 30) Betty Jane Burri, Thuan, Nguyen and Terry R. Neidlinger , (2010), *Absorption estimates improve the validity of the relationship between dietary and serum lycopene, Nutrition, Volume 26, Issue 1.*
- 31) <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/report?nutrient1=43&nutrient2=58&nutrient3=67&fq=&max=25&subset=0&offset=150&sort=f&totCount=4971&measureby=g>.
- 32) Chasse GA, Mak ML, Deretey E, et al. *An ab initio computational study on selected lycopene isomers. J Mol Struc (Theochem)* 2001;571:27–37.
- 33) Stahl, W., Schwarz, W., Sundquist, A.R., Sies, H.: *Cis-trans Isomers of lycopene and b-*
- 34) *carotene in human serum and tissues. Arch Biochem Biophys*, 294:173-177, 1992.
- 34) Gartner C, Stahl W, Sies H. 1997. *Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. Am J Clin Nutr.* 66(1):116-122.
- Stahl W, Sies H. 1992. *Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans. J Nutr.*122(11):2161-2166.
- 35) Agarwal and Akkinappally Venketeshwer Rao 2000. *Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases CMAJ* 163.
- 36) .Rao, A.V., Agarwal, S.: *Effect of diet and smoking on serum lycopene and lipid oxidation. Nutr Res*, 18: 713-721, 1998.
- 37) Stahl W and Sies H, *J Nutr* 122 2161 (1992).
- 38) Clinton, SK. 1998. *Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. Nutr Rev.* 56:35-51.
- 39) Hoffmann, I, Weisburger, JH. 1997. *Cancer Epidemiol Biomarkers & Prev.* 6:643
- 40) Shi J, Le Maguer M. 2000. *Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. Crit Rev Food Sci Nutr* 40(1):1-42.
- 41) Stahl W, Sies H. 1992. *Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans. J Nutr.* 122(11):2161-2166.

- 42) Jalal F, Nesheim MC, Agus Z, Sanjur D, Habicht JP. 1998. Serum retinol concentrations in children are affected by food sources of beta-carotene, fat intake, and anthelmintic drug treatment. *Am J Clin Nutr.* 68(3):623-629.
- 43) Het Hof KH, West CE, Weststrate JA, Hautvast JG. 2000. Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. *J Nutr.* 130(3):503-506.
- 44) Shi, J. & Le Maguer, M. 2000 Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit. Rev. Biotechnol.* 20: 293–334.
- 45) Van den Berg H. 1999. Carotenoid interactions. *Nutr Rev.* 57(1):1-10.
- 46) Functional claims of article 13 lycopene in tomato juices references and scientific evidences, (2006)A.I.J.N.
- 47) Agarwal A, Shen H, Agarwal S, Rao A. Lycopene content of tomato products: its stability, bioavailability and in vivo antioxidant properties. *J Med Food* 2001;4:9–15.
- 48) Erdman, JW, Bierer, TL, Gugger, ET. 1993. *Ann NY Acad Sci.* 691:76-8.
- 49) Bowen, PE, Mobarhan, S, Smith, JC. 1993. *Methods Enzymol.* 214:3-17.
- 50) Story EN, Kopec RE, Schwartz SJ, Harris GK. An update on the health effects of tomato lycopene. *Annu Rev Food Sci Technol* 2010; 1:189–210.
- 51) Micozzi, M. S., Brown, E. D., Edwards, B. K., Bieri, J. G., Taylor, P.R., Khachik, F., Beecher, G. R. & Smith, J. C. 1992. Plasma carotenoid response to chronic intake of selected foods and *b*-carotene supplements in men. *Am. J. Clin. Nutr.*
- 52) Rock, CL, Swendseid, ME, Jacob, RA, McKee, RW. 1992. *J Nutr.* 122:128-135
- 53) Chasse GA, Mak ML, Deretey E, Farkas I, Torday LL, Papp JG, DSarma DSR, Agarwal A, Chakravarthi S, Agarwal S, and Rao AV, *J Mol Struc (Theochem)* **571** 27 (2001).
- 54) Rao AV, Agarwal S. Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease. *J Am College Nutr* 2000;19(5):563–9.
- 55) Clinton, SK, Emenhiser, C, Schwartz, SJ, Bostwick, D.G., Williams, A.W., Moore, B.J., and Erdman, J.W.. *Cis-trans lycopene isomers, carotenoids, and retinol in the human prostate.* 1996. *Cancer Epidemiol Biomarkers & Prev.* 5:823-833.
- 56) Berneburg M, Grether-Beck S, Kurten V, Ruzicka T, Briviba K, Sies H, Krutmann J (1999). "Singlet oxygen mediates the UVA-induced generation of the photoaging-associated mitochondrial common deletion". *The Journal of Biological Chemistry* **274** (22): 15345–15349. [doi:10.1074/jbc.274.22.15345](https://doi.org/10.1074/jbc.274.22.15345). [PMID 10336420](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10336420/).
- 57) Gann P, Ma J, Giovannucci E, Willett W, Sacks FM, and Hennekens CH, *Cancer Res* **59** 1225 (1999).
- 58) Ferreira ALA, Yeum KJ, and e. al., *Journal of Nutrition* **130** 1256(2000).
- 59) Bendich, A, Olson, JA. 1989. Biological actions of carotenoids. *FASEB J.* 3:1927-1932
- 60) THOMAS W.-M. Boileau, Amy C. Boileau and John W. Erdman (2002) bioavailability of all-trans and cis-isomers of lycopene, *Exp. Biol. Med.*; 227:919-914.
- 61) Parker RS. Absorption, metabolism and transport of carotenoids. *FASEB J* 1996;10:542–51.
- 62) Yeum KJ, Russell RM. Yeum KJ, Russell RM. 2002. Carotenoid bioavailability and bioconversion. *Annu Rev Nutr.* 22:483-504.
- 63) Yeum KJ, Russell RM. Yeum KJ, Russell RM. 2002. Carotenoid bioavailability and bioconversion. *Annu Rev Nutr.* 22:483-504.
- 64) Erdman, JW, Bierer, TL, Gugger, ET. 1993. Absorption. and transport of carotenoids. *Ann NY Acad Sci.* 691:76-85.
- 65) , PE, Mobarhan, S, Smith, JC. 1993. *Methods Enzymol.* 214:3-17.

- 66) Yeum KJ, Russell RM. Yeum KJ, Russell RM. 2002. Carotenoid bioavailability and bioconversion. *Annu Rev Nutr.* 22:483-504.
- 67) Khachik F, Carvallo L, Bernstein PS, Muir GJ, ZhaoDY, Katz NB. Chemistry, distribution and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. *Exp Biol Med* 2002;227(10):845-51.
- 68) Khachik F, Carvallo L, Bernstein PS, Muir GJ, Zhao DY, and Katz NB, *Exp Biol Med (Maywood)* **227** 845 (2002).
- 69) Boileau TW, Clinton SK, and Erdman JW, *Journal of Nutrition* **130** 1613 (2000)6 Johnson EJ. The role of carotenoids in human health. *Nutr Clin Care*2002;5(2):47-9.
- 70) Agarwal S, Rao AV. Carotenoids and chronic diseases. *Drug Metab Drug Interact* 2000;17(1-4):189-210. 68 Elliott R. Mechanisms of genomic and non-genomic actions of carotenoids. *Biochim Biophys Acta* 2005;1740:147-54.
- 71) Ribaya-Mercado JD, Blumberg JB. Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *J Am Coll Nutr* 2004;23(6):567S-87S.
- 72) EJ. The role of carotenoids in human health. *Nutr Clin Care* 2002;5(2):47-9.
- 73) Melendez-Martinez AJ, Vicario IM, Heredia FJ. Stability of carotenoid pigments in foods. *Archivos Latinoamericanos de nutricion* 2004;54(2):209-15.
- 74) Astrog P. Food carotenoids and cancer prevention: an overview of current research. *Trends Food Sci Technol* 1997;8:406-13.
- 75) Jewell C, O'Brien NM. Effect of dietary supplementation with carotenoids on xenobiotic metabolizing enzymes in the liver, lung, kidney and small intestine of the rat. *Br J Nutr* 1999;81:235-42.
- 76) ertram JS. Carotenoids and gene regulation. *Nutr Rev* 1999;57:182-91.
- 77) Department of Nutritional Sciences, Faculty of Medicine, University of Toronto, 150 College Street, Toronto, Ontario M5S 3E2, Canada.
- 78) Department of Medicine, Calcium Research Laboratory, St. Michael's Hospital, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.
- 79) Clinton SK. 1998. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutr Rev* 56:35-51.
- 80) Sanjiv Agarwal and Akkinappally Venketeshwer 2000. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases Rao *CMAJ* 163.
- 81) Department of Medicine, Calcium Research Laboratory, St. Michael's Hospital, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.
- 82) Rao AV, Agarwal S. Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease. *J Am College Nutr* 2000;19(5):563-9.
- 83) Rao AV and Agarwal S, *Journal of the American College of Nutrition* **19** 563 (2000).
- 84) Jain CK, Agarwal S, and Rao AV, *Nutr Res* **19** 1383 (1999).
- 85) Khachik F, Carvallo L, Bernstein PS, Muir GJ, Zhao DY, and Katz NB, *Exp Biol Med (Maywood)* **227** 845 (2002).
- 86) Rao AV, *Exp Bio Med* **227** 908 (2002).
- 87) Giovannucci E, *J National Cancer Institute* **91** 317 (1999).
- 88) LaVecchia C, *Proc Soc Exp Bio Med* **218** 125 (1997).
- 89) Kim, L., Rao, A.V., LG, R.: Effect of lycopene on Prostate LNCaP Cancer Cells in Culture. *Journal of Medicinal Food*, 5(4): 181-187, 2002.
- 90) Giovannucci E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. *J Natl Cancer Inst* 1999;91:317-31.
- 91) Rao AV, Ray MR, Rao LG. Lycopene. *Adv Food Nutr Res* 2006;51:99-164.
- 92) 93 Rao AV, Rao LG. Lycopene and human health. *Curr Top Nutr Res* 2004;2:127-36.
- 93) Giovannucci ERE, Liu Y, Stampfer MJ, Willett WC. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 2002;94:391-8.

- 94) Kucuk O, Sarkar FH, Sakr W. Phase II randomized clinic trial of lycopene suppymentation before radical prostatectomy. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2001;10:861–8.
- 95) Rao AV, editor. *Tomatoes, lycopene and human health*. Scotland: Caledonian Science Press; 2006.
- 96) Karas M, Amir H, Fishman D, et al. Lycopene interferes with cell cycle progression and insulin-like growth factor I signaling in mammary cancer cells. *Nutr Cancer* 2000;36(1):101–11.
- 97) rakash P, Russell RM, Krinsky NI. In vitro inhibition of proliferation of estrogen-dependent and estrogen-independent human breast cancer cells treated with carotenoids or retinoids. *J Nutr* 2001;131(5):1574–680.
- 98) Nagasawa H, Mitamura T, Sakamoto S, Yamamoto K. Effects of lycopene on spontaneous mammary tumour development in SHN virgin mice. *Anticancer Res* 1995;15:1173–8.
- 99) Sharoni Y, Giron E, Rise M, Levy J. Effects of lycopene-enriched tomato oleoresin on 7,12-dimethyl-benz[a]anthracene-induced rat mammary tumors. *Cancer Detect Prev* 1997;21:118–23.
- 100) Giovannucci E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: eview of the epidemiologic literature. *J Natl Cancer Inst* 1999;91:317–31.
- 101) Long RJ, Roberts KP, Wilson MJ, Ercole CJ, and Pryor JL, *J Androl* 15 (1997).
- 102) Rao AV and Agarwal S, *Nutrition Research* 19 305 (1999).
- 103) R. E. Giovannucci E, Liu Y, Stampfer MJ, Willett WC, *Journal of the National Cancer Institute* 94 391 (2002).
- 104) Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, and Willett WC, *J Natl Cancer Inst* 87 1767 (1995).
- 105) Gann PH, Ma J, Giovannucci E, Willett W, Sacks FM, Hennekens CH, Stampfer MJ. 1999. Lower prostate cancer risk in men with elevated plasma .
- 106) lycopene levels:Results of a prospective analysis. *Cancer Res* 59: 1225-1230. Bowen P, Chen L, Stacewicz-Sapuntzakis M, et al. Tomato sauce supplementation and prostate cancer: lycopene accumulation and modulation of biomarkers of carcinogenesis. *Exp Biol Med (Maywood)* 2002;227(10):886–93.
- 107) Arab L, Steck S. Lycopene and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2000;71(suppl):1691S–5S. Rissanen T. Lycopene and cardiovascular disease. In: Rao AV, editor, *Tomatoes, lycopene and human health*. Scotland: Caledonian Science Press; 2006. p. 141–52.
- 108) Rissanen T, Voutilainen S, Nyyssonen K, Salonen R, Salonen JT. Low plasma lycopene concentration is associated with increased intima-media thickness of the carotid artery wall. *Arteriocler Thromb Vasc Biol* 2000;20:2677–87.
- 109) Rissanen T. Lycopene and cardiovascular disease. In: Rao AV, editor, *Tomatoes, lycopene and human health*. Scotland: Caledonian Science Press; 2006. p. 141–52.
- 110) Rao, V., Heber, D.: *Future directions and intake recommendations*. Scotland U.K.: Caledonian Science Press, 2001.
- 111) Kritenson M, Zieden B, Kucinskiene Z, et al. Antioxidant state and mortality from coronary heart disease in Lithuanian and Swedish men: concomitant cross sectional study of men aged 50. *Br Med J* 1997;314:629–33.
- 112) Witztum JL. The oxidation hypothesis of artherosclerosis. *Lancet* 1994;344:793–6.
- 113) P arthasarathy S, Steinberg D, Witztum JL. The role of oxidized lowdensity lipoproteins in pathogenesis of atherosclerosis. *Ann Rev Med* 1992;43:219–25.

- 114) FR, Descamps O, Hondekijn JC. LDL oxidation: therapeutic perspectives. *Atherosclerosis* 1998;137:S25–31.
- 115) Salonen JT, Yla-Herttuala S, Yamamoto R, Butler S, Korpela H, Salonen R, Nyyssönen K, Palinski W, Witztum JL. 1992. Autoantibody against oxidised LDL and progression of carotid atherosclerosis. *Lancet* 339:883-887.
- 116) Salonen JT, Nyyssönen K, Salonen R, Porkkala-Sarataho E, Tuomainen TP, Diczfalusy U, Björkhem I. 1997. Lipoprotein oxidation and progression of carotid atherosclerosis. *Circulation* 95:840–845.
- 117) Kohlmeier, L, Kark, JD, Gomez-Gracia, E, Martin, BC, Steck, SE, Kardinaal, AF, Ringstad, J, Thamm, M, Masev, V, Riemersma, R, Martin-Moreno, JM, Huttunen, JK, Kok, FJ. 1997. Lycopene and myocardial infarction risk in the EURAMIC Study *Am J Epidemiol.* 146:618-626.
- 118) Kohlmeier, L., Kark, J.D., Gomez-Garcia, E., et al.: Lycopene and myocardial infarction risk in the EURAMIC study. *Am J Epidemiol*, 146: 618-626, 1997.
- 119) Fuhrman, B., Elis, A., Aviram, M.: Hypocholesterolemic effect of lycopene and beta-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophage. *Biochem Biophys Res Commun*, 233: 658-662, 1997.
- 120) Rao AV and Agarwal S, *Nutr Res* **18** 713 (1998).
- 121) Morton, D.J., Barrett-Connor, E.L., Schneider, D.L.: Vitamin C supplement and bone mineral density in postmenopausal women. *J Bone Min Res*, 16: 135-140, 2001.
- 122) Singh, V.N.: A current perspective on nutrition and exercise. *J Nutr*, 122: 760-765, 1992.
- 123) Chan GK and Duque G, *Gerontology* **48** 62 (2002).
- 124) Mundy GR, in "Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism", F. MJ, Ed.; Lippincott Williams & Wilkins, New York, 1999, p.30.
- 125) Kenny AM and Raisz LG, *J Rep Med* **47** 63 (2002).
- 126) Manolagas S, *Endocrine Reviews* **21** 115 (2000).
- 127) Silvertown S. Osteoclast radicals. *J Cell Biochem* 1994;56(3):367–73.
- 128) Suda N, Morita I, Kuroda T, Murota S. Participation of oxidative stress in the process of osteoclast differentiation. *Biochim Biophys Acta* 1993;1157:318–23.
- 129) Liu H-C, Cheng R-M, Lin F-H, Fang H-W. Sintered beta-dicalcium phosphate particles induce intracellular reactive oxygen species in rat osteoblasts. *Biomed Eng Appl Basis Commun* 1999;11:259–64.
- 130) Mody N, Parhami F, Sarafian T.A, and Demer L.L, *Free Radical Biology & Medicine* **31** 509 (2001).
- 131) Cortizo AM, Bruzzone L, Molinuevo S, and Etcheverry SB, *Toxicology* **147** 89 (2000).
- 132) Liu H-C, Cheng R-M, Lin F-H, and Fang H-W, *Biomed Eng Appl Basis Commun* **11** 259 (1999).
- 133) Rao LG, Krishnaden N, Bananisikowska K, Rao., (2003), Lycopene effect of osteoclasts: Lycopene inhibits basal and parathyroid hormone-stimulated osteoclast formation and mineral resorption mediated by reactive oxygen species in rat bone marrow cultures, *J Med Food* 6(2):69-78.
- 134) Kim L, Rao A.V, Rao L.G., (2003) Lycopene effect of osteoblasts: the carotenoid lycopene stimulates cell proliferation and alkaline phosphatase activity of SAOS-2 cells, *J Med Food* 6(2):79-86.
- 135) Maggio D, Barabani M, Pierandrei M, et al. Marked decrease in plasma antioxidants in aged osteoporotic women: results of a cross-sectional study. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88(4):1523–7.
- 136) Rao LG, Mackinnon ES, Josse RG, Murray TM, Strauss A, Rao AV. Lycopene consumption decreases oxidative stress and bone resorption markers in postmenopausal women. *Osteoporosis Int* 2007;18(1):109–15.

- 137) L.G Rao & E.S Mackinnon & R.G Josse & T.M Murray & A. Strauss & A.V Rao (2007), *Lycopene consumption decreases oxidative and bones resorption markers in postmenopausal women*, *Osteoporos int*, 18:109-115.
- 138) B, *Acta Neurologica Scandinavica* **126** 23 (1989).
- 139) AV and Balachandran B, *Nutritional Neurosciences* **5** 291.
- 140) Schmidt R, Fazekas F, Hayn M, Schmidt H, Kapeller P, Toob G, Offenbacher H, Schumacher M, Eber B, Weinrauch V, Kostner GM, and Esterbauer H, *J Neurol Sci* **152** (1997).
- 141) Dubin L and Amelar RD, *Fertil Steril* **22** 469 (1971).
- 142) Greenberg SH, Lipshuitz LL, and Wein AJ, *J Urol* **119** 507 (1978).
- 143) Johnson W, *Br J Urol* **47** 230 (1975).
- 144) . Iwasaki A and Gagnon C, *Fertil Steril* **57** 409 (1992).
- 145) Zini A, de Lamirande E, and Gagnon C, *Int J Androl* **16** 183(1993).
- 146) Fraga CG, Motchnik PA, Shigenaga MK, Helbock HJ, Jacob RA, and Ames BN, *Proc Nat Acad Sci USA* **88** 11003 (1991.)
- 147) Palan P and Naz R, *Arch Androl* **36** 139 (1996).
- 148) *Scientific Meeting of the Society of Hypertension, San Francisco, USA, (2001).*
- 149) Most MM. *Estimated phytochemical content of the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet is higher than in the control study diet.* *A Am Diet Assoc* 2004;104:1725–7.
- 150) A.V Rao and L.G Rao,(2007), *Carotenoids and human health*, *Pharmacological Research*, Volume 55, Issue 33, Pages 217-216.
- 151) Rao AV, Ray MR, Rao LG. *Lycopene.* *Adv Food Nutr Res* 2006;51:99–164.
- 152) Agarwal, S, and Rao, A. "Tomato lycopene and its role in human health and chronic.
- 153) Rao, A, and Agarwal, S. "Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: a review." *Nutrition Research* 1999; 19:305-23.
- 154) Mayne, S. T., Cartmel, B., Silva, F., Kim, C. S., Fallon, B. G., Briskin, K., Zheng, T., Baum, M., Shor-Posner, G. et al. (1999) *Plasma lycopene concentrations in humans are determined by lycopene intake, plasma cholesterol concentrations and selected demographic factors.* *J. Nutr.* 129: 849–854.
- 155) *Nutrition Society 2001 DOI: 10.1079/BJN2000284 British Journal of Nutrition (2001), 85, 499-507 Northern Ireland Centre for Diet & Health, University of Ulster, Coleraine BT52 1SA, UK.*
- 156) *Nutritional Sciences, Department of Food Science and Technology, University College, Cork, Republic of Ireland.*
- 157) *Unidad de Vitaminas, Seccion de Nutricion, Clinica Puerta de Hierro, San Martin de Porres 4, 28035 Madrid, Spain 7TNO_CIVO Institute, PO Box 360 (Utrechsweg 48), 3700 AJ Zeist, The Netherlands.*
- 158) *Laboratoire de Biochimie Micronutrients-Radicaux Libres, UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Domaine de la Merci, 38700 La Tronche, France*
- 159) *Institute of Food Research, Colney, Norwich, UK.*
- 160) Rao, A, and Shen, H. "Effect of low dose lycopene intake on lycopene bioavailability and oxidative stress." *Nutrition Research* 2002; 22: 1125-3 1.
- 161) Block, G, Coyle, L, Hartman, A, and Scoppa, S. "Revision of dietary analysis software for the Health Habits and History Questionnaire." *American Journal of Epidemiology* 1994; 139: 1190-6.
- 162) U.S. Department of Agriculture/Agricultural Research Service. "CSFII 1994-96, 1998." *Food Surveys Research Group;*
<http://www.barc.usda.gov/bhnrc/foodsurvey/home.htm>.
- 163) Forman, M, Lanza, E, Yong, L, Holden, J, Graubard, B, Beecher, G, Meltiz, M, Brown, E, and Smith, J. "The correlation between two dietary assessments of carotenoid intake

- and plasma carotenoid concentrations: application of a carotenoid food-composition database." American Journal of Clinical Nutrition 1993; 58:519-24.*
- 164) Kucuk, O, Sarkar, F, Sakr, W, Djuric, Z, Pollak, M, Khachik, F, Li, Y, Banerjee, M, Grignon, D, Bertram, J, Crissman, J, Pontes, E, and Wood, D. "Phase II randomized clinical trial of lycopene supplementation before radical prostatectomy." *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention* 2001; 10:861-8.
- 165) Dr. A. V. Rao Professor Emeritus Department of Nutritional Sciences Faculty of Medicine University of Toronto.
- 166) den Berg, H., Hininger, I., Rousell, A. M., et al. (2001) A European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a five-country comparative study. *Br. J. Nutr.* 85: 499–507.
- 167) Mayne, S. T., Cartmel, B., Silva, F., Kim, C. S., Fallon, B. G., Briskin, K., Zheng, T., Baum, M., Shor-Posner, G. et al. (1999) Plasma lycopene concentrations in humans are determined by lycopene intake, plasma cholesterol concentrations and selected demographic factors. *J. Nutr.* 129: 849–854.
- 168) Mayne, S. T., Cartmel, B., Silva, F., Kim, C. S., Fallon, B. G., Briskin, K., Zheng, T., Baum, M., Shor-Posner, G. et al. (1999) Plasma lycopene concentrations in humans are determined by lycopene intake, plasma cholesterol concentrations and selected demographic factors. *J. Nutr.* 129: 849–854.
- 169) AV and Shen HL, *Nutr Res* 1125 (2002).
- 170) Rao AV and Agarwal S, *Nutr Canc* 31 199 (1998).
- 171) Mayne, S. T., Cartmel, B., Silva, F., Kim, C. S., Fallon, B. G., Briskin, K., Zheng, T., Baum, M., Shor-Posner, G. et al. (1999) Plasma lycopene concentrations in humans are determined by lycopene intake, plasma cholesterol concentrations and selected demographic factors. *J. Nutr.* 129: 849–854.
- 172) Nutrition Society 2001 DOI: 10.1079/BJN2000284 *British Journal of Nutrition* (2001), 85, 499-507 Northern Ireland Centre for Diet & Health, University of Ulster, Coleraine BT52 1SA, UK.
- 173) Nutritional Sciences, Department of Food Science and Technology, University College, Cork, Republic of Ireland.
- 174) RAO AV and Agarwal S, *Nutr Canc* 31 199 (1998)

