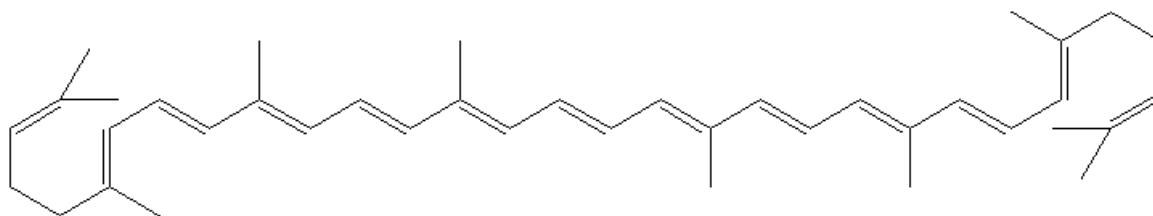


ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ ΤΟΥ
ΝΟΜΟΥ ΠΕΛΛΑΣ

ΚΡΙΒΕΝΤΣΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΣΟΦΙΑ
Α.Μ 3388

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το οξειδωτικό στρες έχει αναγνωρισθεί ως ένας από τους κυριότερους παράγοντες στην παθογένεια διαφόρων χρόνιων παθήσεων όπως ο καρκίνος, τα καρδιαγγειακά και ο διαβήτης. Τα αντιοξειδωτικά παίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση των οξειδωτικών βλαβών που προκαλεί το οξειδωτικό στρες στα κύτταρα. Τα καροτενοειδή αποτελούν χαρακτηριστική ομάδα αντιοξειδωτικών ενώσεων που βρίσκονται σε πλήθος φρούτων και λαχανικών προσδίδοντας τους έντονο χρώμα. Ένα από τα κυριότερα καροτενοειδή με ισχυρή αντιοξειδωτική δράση είναι το λυκοπένιο. Η βιβλιογραφία έως σήμερα έχει υποδείξει πως συμβάλλει στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων. Στην παρούσα εργασία γίνεται λόγος για την χημική δομή, τη βιολογική δράση και το ρόλο του στην πρόληψη διαφόρων χρόνιων παθήσεων. Η μελέτη ολοκληρώνεται με έναν στατιστικό έλεγχο, δείγματος 250 ατόμων που έγινε στον Ν.Πέλλας προκειμένου να εκτιμηθεί το επίπεδο πρόσληψης λυκοπενίου .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΟ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ



Το λυκοπένιο είναι ένα από τα 600 καροτενοειδή στοιχεία που υπάρχουν στην φύση. Αποτελεί μία κόκκινη χρωστική και βρίσκεται κυρίως στην ντομάτα και σε λίγα άλλα φρούτα και λαχανικά. Σε φωτοσυνθετικούς ιστούς υπάρχουν ελάχιστα ποσά λυκοπενίου. Αν και χρησιμοποιείται ως χρωστική των τροφίμων εδώ και πολλά χρόνια, πρόσφατα έχει αποτελέσει αντικείμενο έντονης μελέτης όσον αφορά στην αντιοξειδωτική του δραστηριότητα και την δυνατότητα για την πρόληψη χρόνιων παθήσεων, όπως ορισμένα είδη καρκίνου και καρδιαγγειακών νοσημάτων. Με την σειρά του αυτό οδήγησε στην ιδέα της αύξησης της συγκέντρωσης του σε καλλιέργειες μέσω γενετικών χειρισμών, έτσι ώστε να αυξηθούν τα ποσά λυκοπενίου σε μία τυπική διαίτα.¹

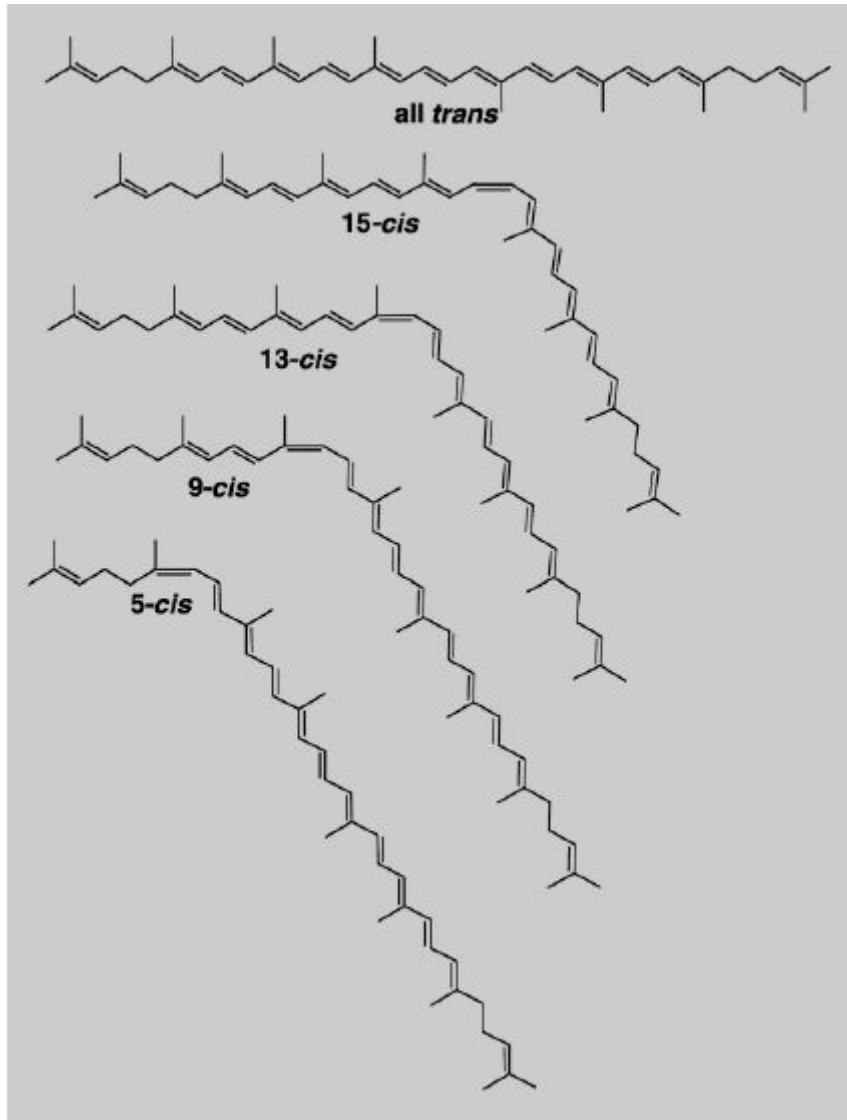
Μοριακός τύπος	C ₄₀ H ₅₆
Μοριακό βάρος	536.85 Da
Σημείο τήξης	172–175 °C
Κρυσταλλική μορφή	Μακριές κόκκινες βελόνες
Μορφή σκόνης	Σκούρο καφε-κόκκινο
Διαλυτότητα	Διαλυτό σε χλωροφόρμιο, εξάνιο, ακετόνη και λίπος, αδιάλυτο σε νερό, αιθανόλη, μεθανόλη
Σταθερότητα	Ευαίσθητο σε φως, οξυγόνο, υψηλή θερμοκρασία,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

Πίνακας 1: Φυσικές ιδιότητες λυκοπενίου

1.1 Χημική Δομή

Το λυκοπένιο είναι ένα ακυκλικό καροτένιο με 11 συζευγμένους διπλούς δεσμούς. Οι διπλοί δεσμοί υπόκεινται σε ισομερίωση εμφανίζοντας cis και trans μορφές (Εικ. 1) και έτσι σχηματίζονται τελικά 72 ισομερή του λυκοπενίου. Τα διάφορα cis ισομερή (κυρίως τα 5, 9, 13, 15) βρίσκονται σε ανώτερα φυτά καθώς και στο πλάσμα. Η ισομερίωση μπορεί να προκληθεί μέσω θερμικής επεξεργασίας και οξειδωτικών διαδικασιών που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας, επεξεργασίας και αποθήκευσης προϊόντων που περιέχουν ντομάτα, οδηγώντας σε εξασθένηση του χρώματος και της βιολογικής δραστηριότητας.² Στο μόριο του λυκοπενίου δεν υπάρχει ο χαρακτηριστικός δακτύλιος β ιονόνης του β-καροτενίου γι' αυτό και δεν αποτελεί πρόδρομη μορφή βιταμίνης Α.³ Το μεγάλο χρωμοφόρο στην πολυενική αλυσίδα ευθύνεται για το κόκκινο χρώμα του λυκοπενίου (λ_{\max} 472nm) καθώς επίσης και για την έντονη αντιοξειδωτική του δράση.³

Το λυκοπένιο αντιδρά με μονήρες οξυγόνο και άλλες ρίζες και έχει την υψηλότερη TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) τιμή απ' όλα τα καροτενοειδή. Το λυκοπένιο συντίθεται μέσω μιας σειράς 4 αντιδράσεων αποκορεσμού του άχρωμου καροτενοειδούς φυτοΐνη. Οι παραπάνω αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα σε πλαστίδια ανώτερων φυτών και καταλύονται από αποκορεστάσες (δεσατουράσες) που είναι συνδεδεμένες στις μεμβράνες. Το ίδιο το λυκοπένιο κυκλοποιείται σε ε- και β-καροτένιο τα οποία αποτελούν πρόδρομες μορφές των ξανθοφυλλών που λαμβάνουν μέρος στον φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Τα γονίδια για αυτά τα ένζυμα στην πραγματικότητα κλωνοποιούνται και χρησιμοποιούνται σε πειράματα γενετικής μηχανικής. Τέτοια προσέγγιση οδηγεί σε φυτά, κυρίως ντομάτα, με υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης λυκοπενίου.¹



Εικόνα 1: Χημική δομή ισομερών μορφών λυκοπενίου

1.2 Διαιτητικές πηγές

Το λυκοπένιο όπως και άλλα καροτενοειδή συντίθεται από τα φυτά και τους μικροοργανισμούς με σκοπό να απορροφά το φως κατά τη φωτοσύνθεση, ώστε να προστατεύονται από τη φωτοευαισθησία.⁴ Τις συνηθέστερες διαιτητικές πηγές του λυκοπενίου αποτελούν τα κόκκινα φρούτα και λαχανικά. Πλούσιες πηγές θεωρούνται αναλυτικά η ντομάτα, τα προϊόντα ντομάτας, το καρπούζι, το ροζ γκουάβα, το ροζ γκρέϊφφρουτ, η παπάγια, τα βερίκοκα και οι κόκκινες πιπεριές.^{4,5,6}

Υποθετικά, το γεγονός ότι το λυκοπένιο υπάρχει σε τροφές με έντονο χρώμα μπορεί να βελτιώσει τις εκτιμήσεις πρόσληψής του από αυτές τις τροφές καθώς κάποιος τις ανακαλεί εύκολα στην μνήμη του.⁵ Στους πίνακες 2 και 3 φαίνονται οι κυριότερες πηγές λυκοπενίου.

Φρούτα και λαχανικά	Λυκοπένιο (μg/g υγρού βάρους)
Ντομάτα	8.8–42.0
Καρπούζι	23.0–72.0
Ροζ γκουάβα	54.0
Ροζ γκρέϊφ φρουτ	33.6
Παπάγια	20.0–53.0
Βερίκοκο	<0.1

Πίνακας 2: Περιεχόμενο λυκοπενίου σε κοινά φρούτα και λαχανικά

Προϊόντα ντομάτας	Λυκοπένιο (μg/g βάρους)
Φρέσκια ντομάτα	8.8–42.0
Μαγειρεμένη ντομάτα	37.0
Σάλτσα ντομάτας	62.0
Πάστα ντομάτας	54.0–1500.0
Σούπα ντομάτας (συμπυκνωμένη)	79.9
Σκόνη ντομάτας	1126.3–1264.9
Χυμός ντομάτας	50.0–116.0
Pizza sauce	127.1
Ketchup	99.0–134.4

Πίνακας 3: Περιεχόμενο λυκοπενίου σε κοινά προϊόντα ντομάτας

Σε μελέτη που διεξάχθηκε, προσδιορίστηκαν τα επίπεδα λυκοπενίου σε φρούτα που λήφθηκαν από 6 αντιπροσωπευτικές αγορές της Μπακόνγκ και της Ταϊλάνδης, με την μέθοδο υγρής χρωματογραφίας υψηλής ανάλυσης. Η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο κυμάνθηκε από μη ανιχνεύσιμα επίπεδα σε επίπεδα των 6693 μg/100 g. Το κόκκινο καρπούζι *Citrullus vulgaris* (ποικιλίας jin-trarah) βρέθηκε ότι αποτελεί την πλουσιότερη πηγή (11,378 μg/μερίδα), το ίδιο και η ώριμη παπάγια και το πορτοκάλι (ποικιλίας sainuhmprung). Τα αποτελέσματα τελικά έδειξαν ότι τα φρούτα δεν είναι καλές πηγές λυκοπενίου καθώς το 80% των φρούτων που χρησιμοποιήθηκαν δεν περιείχαν λυκοπένιο.⁷

1.3 Μέθοδοι μέτρησης του λυκοπενίου σε τρόφιμα και άλλα βιολογικά υλικά

Οι φασματοφωτομετρικές μέθοδοι και η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC) χρησιμοποιούνται συνήθως για την ποσοτική εκτίμηση του λυκοπενίου (συνολικά) στα τρόφιμα αλλά και σε άλλα βιολογικά δείγματα. Στην αρχή, εξάγεται από τα βιολογικά δείγματα το λυκοπένιο με την χρήση διάφορων οργανικών διαλυτών. Συνήθως η εκχύλιση του λυκοπενίου από τα προϊόντα της ντομάτας γίνεται με την βοήθεια ενός μίγματος διαλυτών εξανίου : μεθανόλης : ακετόνης (2:1:1), που περιέχει 2,5% βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT). Οι συγκεντρώσεις του λυκοπενίου υπολογίζονται στην συνέχεια χρησιμοποιώντας τον συντελεστή απόδοσης (E%)3150. Τα αποτελέσματα καταγράφονται σε μονάδες ppm ή mg ανά μονάδα βάρους του διατροφικού προϊόντος.

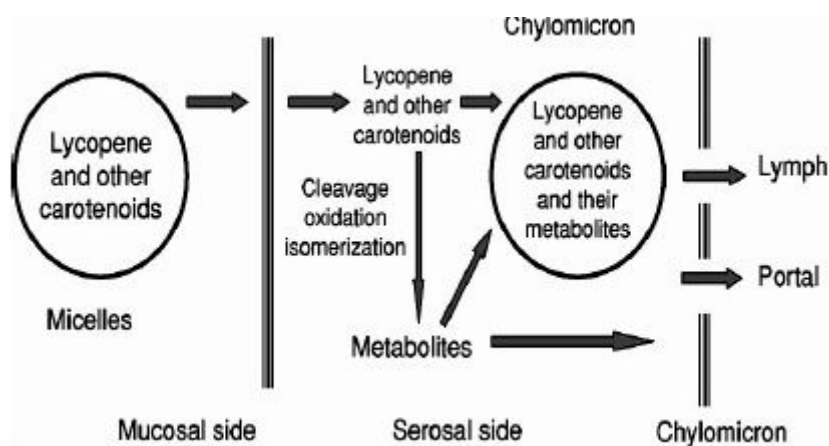
Εναλλακτικά το εκχύλισμα εξανίου αναλύεται με μέθοδο HPLC με στήλη αναστροφής φάσης C18 και ένα ανιχνευτή απορρόφησης. Η ποσότητα του λυκοπενίου προσδιορίζεται ποσοτικά από την μέθοδο HPLC χρησιμοποιώντας καθαρό λυκοπένιο το οποίο διατίθεται από διάφορες εμπορικές πηγές. Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συγκρινόμενα συμφωνούν. Η φασματοφωτομετρική μέθοδος είναι βολική, γρήγορη, και λιγότερο δαπανηρή διαδικασία για την ανίχνευση του συνολικού λυκοπενίου σε σύγκριση με την HPLC. Ένας μεγάλος αριθμός δειγμάτων με μεθανόλη και βουτυλαιθέρα καταγράφονται στα 460nm χρησιμοποιώντας ανιχνευτή απορρόφησης. Το περιεχόμενο λυκοπενίου σε δείγματα ορού και πλάσματος εκτιμάται εκχυλίζοντας το περιεχόμενο λυκοπένιο με μίγμα εξανίου : μεθυλοχλωριδίου (5:1) στο οποίο περιέχεται 0,015% BHT και αναλύεται χρησιμοποιώντας Vydac 201HS54 στήλη HPLC με ανιχνευτή απορρόφησης ορισμένο στα 460 nm. Η ευέλικτη φάση που χρησιμοποιείται αποτελείται από μίγμα ακετονιτριλίου: μεθανόλης: χλωριούχου μεθυλίου και νερού (7:7:2:0,16). Οι κορυφές του λυκοπενίου ταυτοποιούνται και εκτιμούνται ποσοτικά με βάση εξωτερικά standards. Η ανάλυση λυκοπενίου σε δείγματα ιστών προϋποθέτει τα δείγματα να υφίστανται σαπωνοποίηση με επώαση σε υδροξείδιο του νατρίου. Τα δείγματα εκχυλίζονται στην συνέχεια και αναλύονται όπως τα δείγματα του ορού και του πλάσματος.⁴

Η έννοια του «οπθοθερμικού παραθύρου» (OW) προτείνεται ως ένα αξιόπιστο εργαλείο για τον γρήγορο προσδιορισμό της συγκέντρωσης του λυκοπενίου σε μία μεγάλη ποικιλία εμπορικών προϊόντων ντομάτας, με ένα εξαιρετικά απλό τρόπο (ο προσδιορισμός επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη προκατεργασίας του δείγματος). Η OW είναι μία σχετική τεχνική (relative technique) καθώς οι πληροφορίες αντλούνται από μία καμπύλη βαθμονόμησης που συνδέει τα δεδομένα OW (δηλαδή το προϊόν του συντελεστή απορρόφησης β και το θερμικό μήκος διάχυσης μ) με τις συγκεντρώσεις του λυκοπενίου που έχουν προκύψει από φασματομετρικές μετρήσεις. Η ακρίβεια της μεθόδου έχει διαπιστωθεί με υψηλό συντελεστή συσχέτισης ($R=0,98$) μεταξύ των δεδομένων της OW και των αποτελεσμάτων που αποκτήθηκαν μέσω της συμβατικής φασματοφωτομετρικής μεθόδου εκχύλισης. Η εγγενής ακρίβεια της μεθόδου είναι αρκετά υψηλή (πάνω από 1%), ενώ η επαναληψιμότητα του προσδιορισμού ($RSD=0.4-9.5\%$, $n=3-10$) είναι συγκρίσιμη με αυτή της φασματοφωτομετρίας.⁸

Και οι δύο μέθοδοι SP UV-vis φασματοφωτομετρία και HPLC για την ανίχνευση β -καροτενίου και λυκοπενίου σε διαφορετικά φρούτα και λαχανικά παρέχουν αποδεκτή γραμμικότητα, ακρίβεια, πιστότητα και καλά επίπεδα ανίχνευσης. Η φασματοσκοπία vis-NIR χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του λυκοπενίου στις φρέσκιες ντομάτες. Τα τελευταία χρόνια η δυναμική των διαφόρων φωτοθερμικών (PT) μεθόδων, ως νέα εργαλεία για την ταχεία ποσοτικοποίηση του λυκοπενίου, έχει επίσης μελετηθεί.⁹

1.4 Βιοδιαθεσιμότητα, κατανομή στους ιστούς και μεταβολισμός του λυκοπενίου

Τα επίπεδα λυκοπενίου στο πλάσμα αντικατοπτρίζουν την διατροφική του πρόσληψη. Σε έρευνα παρατηρήθηκε ότι τα επίπεδα του λυκοπενίου στο πλάσμα μειώθηκαν σημαντικά σε άτομα που ακολούθησαν για 2 εβδομάδες δίαιτα ελεύθερη ντομάτας. Το λυκοπένιο κατά την πέψη, ενσωματώνεται σε μικκύλια λιπιδίων και απορροφάται από το εντερικό βλεννογόνο με παθητική διάχυση. Στη συνέχεια ενσωματώνεται σε χυλομικρά και μεταφέρεται μέσω της λεμφικής οδού στο ήπαρ (Εικ. 2). Το λυκοπένιο μεταφέρεται μέσω λιποπρωτεϊνών στο πλάσμα για να κατανεμηθεί στους διάφορους ιστούς και τα όργανα. Λόγω της λιποφιλικής φύσης του, συγκεντρώνεται στις LDL και VLDL λιποπρωτεΐνες και όχι στις αντίστοιχες HDL λιποπρωτεΐνες του ορού.



Εικόνα 2: Απορρόφηση και μεταφορά λυκοπενίου

Στους ανθρώπους το λυκοπένιο απορροφάται σε ποσοστό 10-30% και το υπόλοιπο απεκκρίνεται. Πολλοί είναι οι βιολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απορρόφησή του όπως η ηλικία, το φύλο, η ορμονική κατάσταση, η μάζα σώματος, η σύνθεση του σώματος, τα επίπεδα λιπιδίων του αίματος, το κάπνισμα, το αλκοόλ και η παρουσία άλλων καροτενοειδών στα τρόφιμα. Παρόλο που τα επίπεδα λυκοπενίου στο αίμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ ανδρών και γυναικών, στις γυναίκες βρέθηκε να επηρεάζεται η απορρόφηση από τις φάσεις της εμμήνου ρύσεως.

Ασυνεπή εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην βιβλιογραφία σχετικά με την επίδραση του καπνίσματος στα επίπεδα λυκοπενίου του ορού. Μία μελέτη έδειξε σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε καπνιστές και μη καπνιστές. Παρόλαυτά, τα επίπεδα στον ορό μειώθηκαν κατά 40% σε καπνιστές έπειτα από τρία τσιγάρα. Η έκθεση φρέσκου πλάσματος *in vitro* σε καπνό τσιγάρου έφερε ως αποτέλεσμα την εξάντληση του λυκοπενίου και άλλων λιποδιαλυτών αντιοξειδωτικών. Η κατανάλωση αλκοόλ έχει επίσης αποδειχτεί ότι μεταβάλλει τα επίπεδα λυκοπενίου στον ορό. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου είναι η απελευθέρωσή του από τα τρόφιμα μέσω επεξεργασίας, η παρουσία διαιτητικού λίπους, ή η θερμότητα που προκαλείται από την ισομερίωση των *trans* σε *cis* μορφές. Όλα τα παραπάνω ενισχύουν την απορρόφηση του λυκοπενίου μέσα στο σώμα.⁹

Σε μία διαφορετική μελέτη το λυκοπένιο από πάστα ντομάτας φάνηκε να είναι 3.8 φορές περισσότερο βιοδιαθέσιμο από αυτό της φρέσκιας ντομάτας. Γενικά πιστεύεται ότι η μετατροπή του *trans* λυκοπενίου σε *cis* ισομερές, ενισχύει την απορρόφησή του. Η παρουσία β-καροτενίου έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την απορρόφηση λυκοπενίου σε ορισμένες μελέτες, ενώ η παρουσία κανθαξανθίνης φαίνεται να την μειώνει. Σε μία πρόσφατη μελέτη χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου(5,10,20 mg) δόθηκαν σε μορφή ketchup ή κάψουλες ελαιορητίνης για 2 εβδομάδες σε υγιείς ανθρώπους. Τα επίπεδα του ορού συγκρίθηκαν στην αρχή και στο τέλος των 2 εβδομάδων. Παρατηρήθηκε μία σημαντική αύξηση στα επίπεδα λυκοπενίου του ορού του πλάσματος.¹⁰

Συμπερασματικά, η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου εξαρτάται από τους ακόλουθους φυσικοχημικούς παράγοντες¹⁰:

- Η εντερική απορρόφηση του λυκοπενίου αυξάνεται όταν αυτό βρίσκεται ενωμένο με λιπαρή ύλη.
- Η θερμότητα βελτιώνει την βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου (παρατηρείται στους χυμούς).
- Η βιοδιαθεσιμότητα εξαρτάται από την πολικότητα άλλων καροτενοειδών γι' αυτό το λυκοπένιο απορροφάται καλύτερα με την ταυτόχρονη παρουσία λουτεΐνης και β καροτενίου.
- Υπάρχει ανταγωνισμός απορρόφησης μεταξύ των καροτενοειδών, και παρατηρείται με υπερβολικές δόσεις β-καροτενίου προερχόμενου από συμπληρώματα διατροφής.

- Η απορρόφηση ελαττώνεται με υψηλή πρόσληψη ινών και υδατανθράκων, αλλά αυξάνεται με δίαιτα πλούσια σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.

Το λυκοπένιο είναι το κυρίαρχο καρτοτενοειδές στο ανθρώπινο πλάσμα με χρόνο ημιζωής 2-3 ημέρες. Αν και το πιο εξέχον γεωμετρικά ισομερές του λυκοπενίου στα φυτά είναι το trans, στο ανθρώπινο πλάσμα το λυκοπένιο είναι παρόν σαν ένα μείγμα που περιέχει και 50% από cis ισομερές. Όταν τα ζώα καταναλώνουν λυκοπένιο που περιέχεται σε trans μορφή, το λυκοπένιο του ορού και των ιστών δείχνει παρουσία cis λυκοπενίου. Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίζονται και στον άνθρωπο. Λίγα πράγματα είναι γνωστά για το μεταβολισμό του λυκοπενίου in vivo. Σε μία πρόσφατη έρευνα οι dos Ayos Ferreira και οι συνεργάτες του χρησιμοποίησαν κλάσμα μιτοχονδρίων από το βλεννογόνο του εντέρου αρουραίων για να μελετήσουν το μεταβολισμό του λυκοπενίου. Ανιχνεύτηκαν τελικά 2 τύποι μεταβολικών προϊόντων, διάσπασης και οξειδωσης (Εικόνα 3). Είναι πιθανό ότι παρόμοιοι μεταβολίτες του λυκοπενίου είναι επίσης παρόντες in vivo παρουσία ενζύμων λιποξυγενάσης. Ο Nagao⁴ από την άλλη πλευρά έδειξε την in vitro διάσπαση του λυκοπενίου σε ακυκλορετινάλη, ακυκλορετινοϊκό οξύ, και απολυκοπενάλη με μη ενζυματικό τρόπο. Κατέδειξαν επίσης ότι αυτά τα προϊόντα του λυκοπενίου προκάλεσαν την απόπτωση των HL-60 κυττάρων προμυελοκυτταρικής λευχαιμίας στον άνθρωπο. Μικρός μόνον αριθμός μεταβολιτών, όπως το 5,6-διυδροξυ 5,6-διυδρο λυκοπένιο, έχουν ανιχνευθεί στο ανθρώπινο πλάσμα. Υφίσταται αντιπαράθεση ως προς τον ρόλο του «καθαρού» λυκοπενίου και των πολικών μεταβολιτών του, να αποτελούν τη βιολογικά ενεργή μορφή⁴.

Μετά την απορρόφησή του, το λυκοπένιο μεταφέρεται σε διάφορα όργανα και διανέμεται στους ιστούς. Η κατανομή του λυκοπενίου διαφέρει σημαντικά στους διάφορους ιστούς υποδηλώνοντας μοναδικές βιολογικές επιδράσεις σε κάποιους από αυτούς και σε άλλους όχι. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις λυκοπενίου βρίσκονται στους όρχεις, τα επινεφρίδια, το ήπαρ και τον προστάτη⁴. Το ήπαρ βρέθηκε να είναι η σημαντικότερη περιοχή συσσώρευσης του λυκοπενίου αλλά σημαντικά ποσά βρίσκονται και στον πνεύμονα, τον ορό και τους μαστικούς αδένες. Πολλά εργαστήρια έχουν καταγράψει παρόμοια κατανομή λυκοπενίου στους ιστούς¹¹.

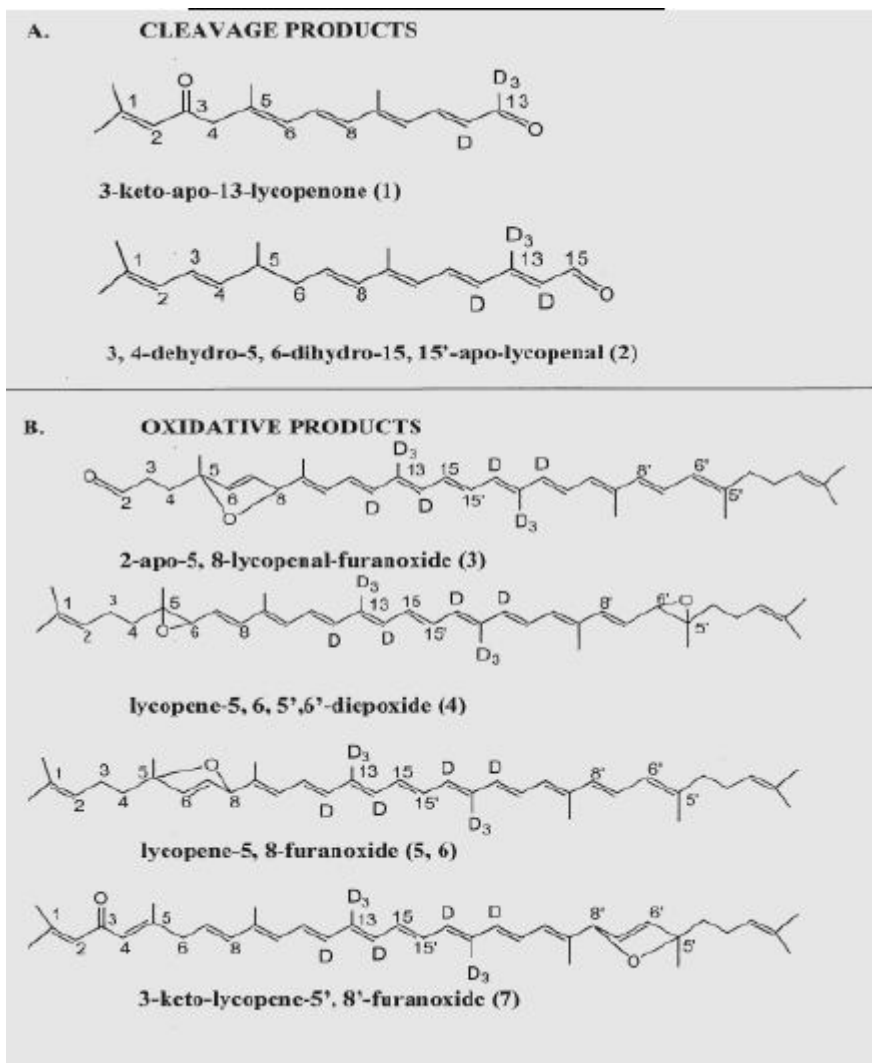
Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται τα επίπεδα συγκέντρωσης λυκοπενίου στους διάφορους ιστούς. Το λυκοπένιο και τα προϊόντα της οξειδωσής του είναι παρόντα

στο ανθρώπινο γάλα και τα άλλα σωματικά υγρά. Σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ ατόμων όσον αφορά στην συγκέντρωση καροτενοειδών στο ανθρώπινο γάλα συμπεριλαμβανομένου του β-καροτενίου, α-καροτενίου, λυκοπενίου, β-κρυπτοξανθίνης και λουτεΐνης. Σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση λυκοπενίου έχουν παρατηρηθεί μεταξύ βρεφών που έχουν θηλάσει και βρεφών που τρέφονταν με φόρμουλα. Τα επίπεδα συγκέντρωσης λυκοπενίου πλάσματος σε βρέφη που θηλάζουν υπήρξαν σημαντικά μεγαλύτερα σε 2 εβδομάδες από την γέννηση. Ενώ στο πλάσμα των μωρών που τρέφονταν με φόρμουλα δεν ανιχνεύθηκαν ποσότητες λυκοπενίου. Σε μία άλλη μελέτη συγκρίθηκαν τα επίπεδα συγκέντρωσης λυκοπενίου στο μητρικό πλάσμα και το γάλα, πριν και μετά από 3ήμερη διατροφική παρέμβαση με φρέσκια ή επεξεργασμένη ντομάτα. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η κατανάλωση νωπών ή επεξεργασμένων προϊόντων με βάση τις ντομάτες κατά τη διάρκεια της γαλουχίας αυξάνει σημαντικά το λυκοπένιο του μητρικού πλάσματος μέσα σε τρεις ημέρες ¹².

Ιστορικά το λυκοπένιο που καταναλώνεται μέσω φρούτων και λαχανικών θεωρείται ασφαλές για την υγεία. Διάφορες μελέτες διεξάγονται κατά καιρούς για την αξιολόγηση της ασφάλειας τόσο του φυσικού όσο και του συνθετικού λυκοπενίου. Σε μία μελέτη δοκιμάστηκαν σε ποντίκια 2 κρυσταλλικές μορφές λυκοπενίου, οι BASF Lycopene 10 CWD και Lycop Vit 10%. Μετά από την λήψη των παραπάνω προϊόντων για 13 εβδομάδες σε επίπεδα πρόσληψης ως και 3000mg /kg ΣΒ/ημέρα δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές επιδράσεις.

Λυκοπένιο Ιστού	(nmol/g υγρού βάρους)
Επινεφρίδια	1,90–21,60
Μαστοί	0,78
Κόλον	0,31
Νεφρός	0,15–0,62
Ήπαρ	1,28–5,72
Πνεύμων	0,22–0,57
Ωοθήκη	0,3
Πάγκρεας	0,7
Προστάτης	0,8
Δέρμα	0,42
Στομάχι	0,2
Όρχεις	4,34–21,36

Πίνακας 4: Επίπεδα λυκοπενίου στους ανθρώπινους ιστούς



Εικόνα 3: Μεταβολικά προϊόντα λυκοπενίου

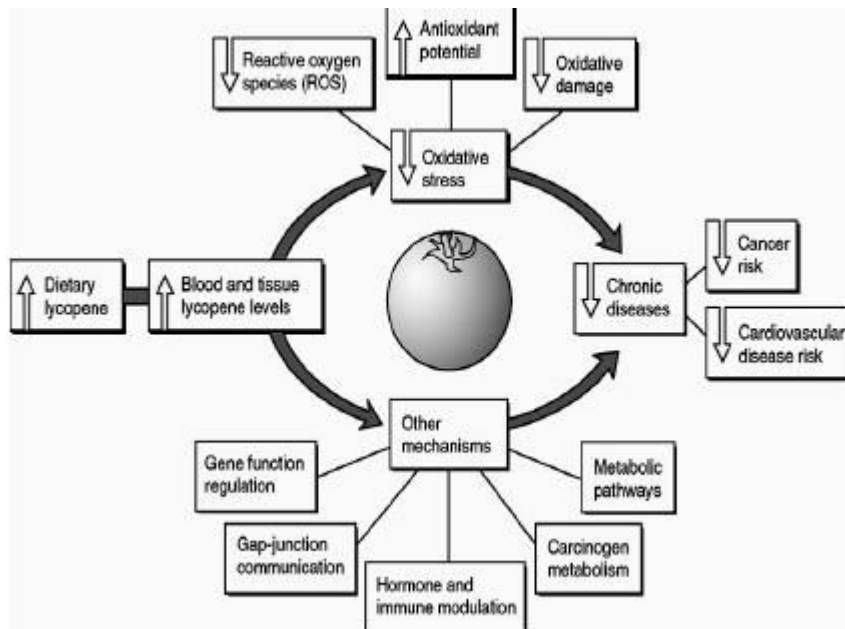
Το λυκοπένιο που προήλθε από ένα μύκητα (*Blakeslea trispora*) που βρίσκεται στο ηλιέλαιο σε συγκεντρώσεις 20% W/W, μελετήθηκε για υποχρόνια τοξικότητα σε συγκεντρώσεις 0%, 0,25%, 0,50%, 1% σε αρουραίους για 90 ημέρες. Δεν υπάρχουν ενδείξεις τοξικότητας από το λυκοπένιο σε πρόσληψη επιπέδων έως και 1% όπως παρατηρήθηκε τελικά (1% είναι η υψηλότερη πρόσληψη που έχει δοκιμαστεί). Οι McClain και Bausch δημοσίευσαν μία περίληψη από πρόσθετες μελέτες χρησιμοποιώντας συνθετικό λυκοπένιο. Δεν παρατηρήθηκαν τερατογενείς επιδράσεις σε 2 γενιές μελετούμενων αρουραίων. Η εναπόθεση λυκοπενίου στο ήπαρ, το πλάσμα, και άλλους ιστούς δεν έχει δυσμενείς επιδράσεις. Το κόκκινο χρώμα του δέρματος που σχετίζεται με την υψηλή πρόσληψη λυκοπενίου εξαφανίστηκε μετά από 3 εβδομάδες πράγμα που δείχνει την αναστρεψιμότητα αυτής της επίδρασης⁴.

Country	Plasma lycopene levels (μmol/L)	
	Male	Female
UK	-	0.32 ± 0.12
USA	0.82 ± 0.38	0.76 ± 0.32
France	0.66 (0.18-1.47)	0.66 (0.31-2.06)
Republic of Ireland	0.73 (0.09-2.12)	0.57 (0.09-0.65)
The Netherland	0.54 (0.08-1.72)	0.53 (0.04-1.98)
Spain	0.53 (0.21-1.16)	0.51 (0.07-1.72)
Ireland	0.30 ± 0.13	0.25 ± 0.11
Italy (Varese/Turin)	1.03 ± 0.43	0.90 ± 0.37
Italy (Florence)	1.01 ± 0.37	0.90 ± 0.36
Italy (Ragusa/Naples)	1.29 ± 0.46	1.32 ± 0.46
Greece (Athens)	0.90 ± 0.38	0.87 ± 0.47
Spain (Granada)	0.69 ± 0.40	0.69 ± 0.33
Spain (Murcia)	0.66 ± 0.30	0.74 ± 0.35
Northern Spain	0.53 ± 0.31	0.43 ± 0.29
UK (vegetarians)	0.98 ± 0.45	0.89 ± 0.44
UK (Cambridge)	0.72 ± 0.30	0.77 ± 0.38
Germany (Potsdam)	0.60 ± 0.30	0.69 ± 0.33
Germany (Heidelberg)	0.62 ± 0.31	0.54 ± 0.25
The Netherlands	0.54 ± 0.33	0.47 ± 0.26
Denmark	0.58 ± 0.34	0.53 ± 0.29
Sweden (Malmö)	0.46 ± 0.24	0.52 ± 0.27
Sweden (Umeå)	0.56 ± 0.37	0.44 ± 0.25
Japan	0.11 (0.04-0.33)	0.20 (0.08-0.52)
Thailand	0.46 ± 0.33	0.74 ± 0.38

Πίνακας 4: Επίπεδα λυκοπενίου πλάσματος ατόμων διαφορετικών χωρών

1.5 Βιολογικές δράσεις λυκοπενίου

Πολλά από τα καροτενοειδή μόρια αποτελούν πρόδρομες μορφές της βιταμίνης Α. Το λυκοπένιο λόγω της έλλειψης του β-ιονικού δακτυλίου, χάνει την συγκεκριμένη ιδιότητα και συνεπώς οι βιολογικές επιδράσεις του έχουν αποδοθεί σε μηχανισμούς διαφορετικούς από αυτούς που σχετίζονται με τις δράσεις της βιταμίνης Α. Δύο μεγάλες υποθέσεις έχουν προταθεί για να εξηγήσουν τους οξειδωτικούς και μη οξειδωτικούς μηχανισμούς που συμβάλλουν στην αντιαθηρωματική και αντικαρκινική δραστηριότητα του λυκοπενίου. Οι μηχανισμοί που εξηγούν τον ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων συνοψίζονται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4: Προτεινόμενοι μηχανισμοί του βιολογικού ρόλου του λυκοπενίου έναντι των χρόνιων παθήσεων

1.6 Οξειδωτικές δράσεις

Οι Heber και Lu και οι Wertze και οι συνεργάτες του παρείχαν μία ανασκόπηση εφ' όλης της ύλης σχετικά με τους μηχανισμούς δράσης του λυκοπενίου. Οι αντιοξειδωτικές του ιδιότητες είναι αυτές που αποτελούν το επίκεντρο της έρευνας όσον αφορά στις βιολογικές του επιπτώσεις. Έχει δειχθεί, ότι η διαιτητική πρόσληψη λυκοπενίου αυξάνει τα επίπεδα συγκέντρωσης του στην κυκλοφορία του αίματος και τους ιστούς. Ενεργώντας ως αντιοξειδωτικό, παγιδεύει τις ROS και μειώνει το οξειδωτικό στρες και τις βλάβες σε κυτταρικά συστατικά όπως λιπίδια, πρωτεΐνες και DNA.

Εφόσον οι οξειδωτικές βλάβες των βιομορίων ενοχοποιούνται για την ανάπτυξη χρόνιων νοσημάτων όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, καρκίνο και οστεοπόρωση, το λυκοπένιο ως ισχυρό αντιοξειδωτικό συμβάλλει στην μείωση του κινδύνου των ασθενειών αυτών. Στους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς περιλαμβάνονται: η αναστολή σηματοδότησης του αυξητικού παράγοντα -I (IGF-I), έκφρασης της ιντερλευκίνης 6 (IL6), σηματοδότησης ανδρογόνων, βελτίωσης GJC, επαγωγής φάσης II των ενζύμων του μεταβολισμού των φαρμάκων και γονιδίων αντιοξειδωτικής άμυνας, βελτίωσης της ανοσολογικής απάντησης. Η GJC μεταξύ των κυττάρων είναι ένας από τους προστατευτικούς μηχανισμούς που σχετίζεται με την πρόληψη του καρκίνου. Η αντικαρκινική επίδραση του λυκοπενίου ενδέχεται να οφείλεται στην ρύθμιση της GJC όπως φαίνεται από ινοβλάστες ποντικών σε μελέτες. Οι Aust και οι συνεργάτες του ανέφεραν ότι το προϊόν οξείδωσης του λυκοπενίου 2,7,11-1,14 dial διέγειρε την GJC στα επιθηλιακά κύτταρα (WDF344) του ήπατος ποντικού⁴.

Επιπλέον, σημαντικός είναι ο ρόλος του λυκοπενίου στην προστασία των κυτταρικών μεμβρανών από λιπιδική υπεροξειδωση εξουδετερώνοντας ρίζες OH, καθώς και μέσω της δέσμευσής του στο DNA προωθώντας περαιτέρω προστασία πέραν της αντιοξειδωτικής. Επίσης το λυκοπένιο φαίνεται ότι διεγείρει και αντιοξειδωτικά ένζυμα σαν τη δισμουτάση του σουπεροξειδίου, την υπεροξειδάση της γλουταθειόνης, καθώς και παρεμποδίζει την δράση του υπεροξειδίου του υδρογόνου το οποίο προκαλεί λιπιδική υπεροξειδωση και τροποποίηση στα μόρια των λιποπρωτεϊνών. Οι μηχανισμοί με τους οποίους το λυκοπένιο ασκεί τις παραπάνω αντιοξειδωτικές δράσεις in vivo δεν έχουν ακόμα διευκρινιστεί¹³.

Είναι γνωστό ότι το λυκοπένιο εμποδίζει την δράση της σισπλαστίνης (χημειοθεραπευτικό) που επάγει την λιπιδική υπεροξειδωση σε μελέτες με αρουραίους. Οι πιθανοί μηχανισμοί με τους οποίους τα καροτενοειδή απαλείφουν τα μονήρη μόρια O_2 (1O_2) λειτουργούν ως εξής: κατά τη διαδικασία απολοιφής 1O_2 , ενέργεια μεταφέρεται από το 1O_2 στο μόριο του λυκοπενίου. Η παγίδευση των άλλων ROS, OH, NO_2 , ή υπεροξεινιτρικού (peroxynitrite) οδηγεί σε οξειδωτική αναστολή (oxidative breakdown). Με αυτόν τον τρόπο το λυκοπένιο μπορεί να προστατεύσει *in vivo* από την οξείδωση, λιπίδια, πρωτεΐνες και το μόριο του DNA¹⁴.

Η επίδραση του λυκοπενίου σε προκαλούμενο από σίδηρο οξειδωτικό στρες έχει μελετηθεί από τους Matow, Di Mascio και Medeiros. Τα κύτταρα μετά από χορήγηση συμπληρωμάτων λυκοπενίου έδειξαν 86% μείωση στα ενεργοποιημένα συστατικά του θειουβαρβιτουρικού οξέος (thiobarbituric acidreactive substances-TBARS) και 77% μείωση στα επίπεδα 8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine (8-oxodGuo) υποδηλώνοντας μείωση της υπεροξειδωσης των λιπιδίων και της οξείδωσης DNA αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το λυκοπένιο έχει προστατευτική επίδραση επί της υπεροξειδωσης των λιπιδίων και των οξειδωτικών βλαβών του DNA σε κυτταρική καλλιέργεια, αποδεικνύοντας τον προστατευτικό του ρόλο έναντι της παραγωγής όγκων που σχετίζονται με τις οξειδωτικές βλάβες¹⁵.

Σε μία διαφορετική μελέτη οι Chau και Park έδειξαν ότι το λυκοπένιο και άλλα καροτενοειδή (που δεν αποτελούν πρόδρομες ουσίες της βιταμίνης A) προκαλούν ενίσχυση του ανοσοποιητικού στα ζώα⁴. Παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις προερχόμενες από επιδημιολογικές μελέτες και μελέτες σε ζώα για τον χημειοπροστατευτικό ρόλο του λυκοπενίου, οι υπεύθυνοι βιοχημικοί μηχανισμοί για τις ευεργετικές αυτές επιδράσεις δεν έχουν πλήρως καθοριστεί. Πολλές αναφορές έχουν δείξει ότι οι μεταβολίτες του λυκοπενίου και των καροτενοειδών γενικότερα μπορούν και διαθέτουν περισσότερη ή λιγότερη δραστηριότητα από το ίδιο καθαυτό το λυκοπένιο ή επιδεικνύουν μία ανεξάρτητη δραστηριότητα¹⁶.

Για τον προσδιορισμό των δεδομένων που υποστηρίζουν την πρόταση ότι το λυκοπένιο αποτελεί ένα *in vivo* αντιοξειδωτικό συστατικό, χρησιμοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση από το Pubmed με όρους αναζήτησης “λυκοπένιο και αντιοξειδωτικά”. Σε πολλές μελέτες χρησιμοποιήθηκαν εκχυλίσματα λυκοπενίου (κυρίως από ντομάτα) τα οποία περιείχαν και πρόσθετα συστατικά. Οι έρευνες αυτές

μελετήθηκαν ξεχωριστά από εκείνες όπου χρησιμοποιήθηκε “καθαρό” λυκοπένιο. Επίσης, χωρίστηκαν οι μελέτες σε ζώα από αυτές που αφορούσαν σε ανθρώπους. Συνολικά οι τελευταίες ήταν περισσότερο υποστηρικτικές προς την αντιοξειδωτική δράση του λυκοπενίου. Παρόλαυτά γενικά υπάρχει έλλειψη υποστηρικτικών στοιχείων, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι ο ισχυρισμός ότι το λυκοπένιο αποτελεί in vivo αντιοξειδωτικό δεν είναι πειστικός. Καλύτερα σχεδιασμένες μελέτες, ιδιαίτερα σε ανθρώπους, απαιτούνται για να διευκρινιστεί περεταίρω αυτός ο μηχανισμός¹⁷.

Για την καλύτερη κατανόηση των ευεργετικών βιολογικών δραστηριοτήτων του λυκοπενίου που αφορά στην πρόληψη του καρκίνου, είναι απαραίτητη η γνώση για τον μεταβολισμό του. Ειδικότερα η ταυτοποίηση των μεταβολιτών του και τα προϊόντα οξείδωσης in vivo, καθώς και η αλληλεπίδραση λυκοπενίου/καπνίσματος/λήψης αλκοόλ παραμένει ένα ζωτικό βήμα προς την κατεύθυνση καλύτερης κατανόησης της δράσης του. Ένα σημαντικό ερώτημα που παραμένει αναπάντητο είναι αν οι επιδράσεις του λυκοπενίου σε κυτταρικές λειτουργίες είναι αποτέλεσμα άμεσης δράσης του ίδιου καθαυτού του λυκοπενίου ή των παραγώγων του. Περισσότερη έρευνα απαιτείται σαφώς για να καθοριστούν και να χαρακτηριστούν πρόσθετοι μεταβολίτες και οι βιολογικές τους δράσεις. Αυτό θα παρέχει δυνητικά ανεκτίμητα οράματα σχετικά με τους υποκείμενους μηχανισμούς των επιδράσεων του λυκοπενίου σε ανθρώπους, ιδιαίτερα όσον αφορά στην πρόληψη του καρκίνου¹⁶.

1.7 Μη οξειδωτικές δράσεις¹⁷

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. Μία 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 ρυθμό 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.

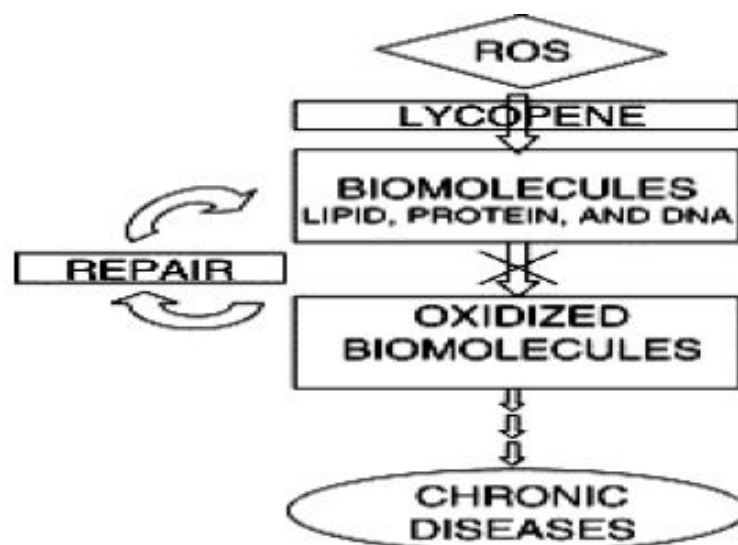
Αρκετές έρευνες έχουν επίσης υποδείξει μία αντίστροφη σχέση μεταξύ του άξονα αυξητικού παράγοντα (IGF-1) (παρόμοιος της ινσουλίνης) και εμφάνισης καρκίνου του προστάτη. Τα δεδομένα που έχουν προκύψει από την έρευνα γενικότερα όμως είναι ανάμεικτα σε σχέση με την επίδραση του λυκοπενίου στον άξονα IGF-1. Συνολικά, υπάρχουν και στοιχεία μελετών *in vivo* που στηρίζουν ότι το λυκοπένιο συμβάλλει στην αύξηση στην επικοινωνία 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 των 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 1 μελέτη αναφέρθηκε μείωση της συγκέντρωσης της CRP ενώ 2 άλλες ανέφεραν ότι ο ισχυρισμός δεν ισχύει. Τα στοιχεία *in vivo* που υπάρχουν είναι λιγοστά σε σχέση με αυτό, κι επομένως θεωρείται ότι τα δεδομένα της έρευνας που υποστηρίζουν μείωση της CRP είναι ανεπαρκή. Ακόμα, έχει μελετηθεί καθώς και αποδειχθεί ότι το λυκοπένιο περιορίζει την ανάπτυξη αθηροσκλήρωσης. Τελευταία, υποδεικνύεται ακόμα και ότι το λυκοπένιο δρα ως υποχοληστερολαιμικός παράγοντας. Τα στοιχεία *in vivo* που στηρίζουν την πρόταση ότι μειώνεται ο κίνδυνος καρδιαγγειακών βελτιώνοντας το

χοληστερολαιμικό προφίλ είναι ελάχιστα. Συνολικά οι μηχανισμοί με την μεγαλύτερη in vivo υποστήριξη περιλαμβάνουν την μείωση των ανδρογόνων και την απόπτωση των κυττάρων. Ωστόσο ο αριθμός των μελετών που έχουν εξετάσει τις βιοχημικές επιπτώσεις του λυκοπενίου είναι περιορισμένος αρκετά. Οι μελέτες υστερούν σε in vivo δοκιμές για να υποστηρίξουν τα ευρήματά τους και ως εκ τούτου χρειάζεται κόπος για να αποσαφηνιστούν οι μηχανισμοί δράσης του λυκοπενίου.¹⁵

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Οι επιδράσεις του λυκοπενίου στις χρόνιες νόσους έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Οι προστατευτικές του επιδράσεις έχουν παρατηρηθεί σε νόσους όπως το οξειδωτικό στρες, τα καρδιαγγειακά, η υπέρταση, ο καρκίνος και ο διαβήτης. Ωστόσο, εξακολουθούν να μην υπάρχουν πειστικά αποτελέσματα από τις αναφερόμενες μελέτες σχετικά με το ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη των ασθενειών αυτών. Οι έρευνες παραμένουν ακόμη σε εξέλιξη. Η υπόθεση που διατυπώθηκε από τους επιστήμονες σχετικά με το οξειδωτικό στρες, τα αντιοξειδωτικά συστατικά και τα χρόνια νοσήματα φαίνεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1: Λυκοπένιο και πρόληψη χρόνιων παθήσεων

2.1 Λυκοπένιο και καρκίνος

Ο καρκίνος αποτελεί την 2η αιτία θανάτου παγκοσμίως. Οι διατροφικοί παράγοντες έχει δειχθεί ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη χρόνιων νοσημάτων όπως ο καρκίνος. Για παράδειγμα μία δίαιτα πλούσια σε φρούτα και λαχανικά σχετίζεται με χαμηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης διάφορων τύπων καρκίνου. Στο παρελθόν έχει εκτιμηθεί ότι σχεδόν το 1/3 των θανάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί με τροποποίηση της διαίτας. Τα αντιοξειδωτικά (πχ καροτενοειδή) επιδρούν στην πρόληψη του καρκίνου μειώνοντας το οξειδωτικό στρες που εμπλέκεται στην ανάπτυξή του.

Η αντικαρκινική δράση του λυκοπενίου έχει αποδειχθεί σε προπλάσματα όγκων *in vitro* και *in vivo*. Τα αποτελέσματα προηγούμενων παρατηρητικών μελετών υποδεικνύουν ότι η σχέση των επιπέδων λυκοπενίου του ορού, είναι ισχυρότερη με τον καρκίνο του προστάτη. Εκτός από τον καρκίνο του προστάτη, οι ισχυρότερες ενδείξεις για αρνητική συσχέτιση αφορούν στον καρκίνο στομάχου και παχέος εντέρου. Επιπλέον υπάρχουν στοιχεία της έρευνας που αναφέρονται στον προστατευτικό ρόλο του λυκοπενίου στον καρκίνο του παγκρέατος και της στοματικής κοιλότητας. Παρόλαυτά οι μελέτες ασθενών-μαρτύρων δεν υποστηρίχθηκαν από τις προοπτικές μελέτες για τους καρκίνους στομάχου, παχέος εντέρου και πνεύμονα. Κάποιες προηγούμενες έρευνες δεν βρήκαν συσχέτιση της δράσης του λυκοπενίου και των καρκίνων πνεύμονα και παχέος εντέρου. Μία διαφορετική ανασκόπηση της έρευνας δεν βρήκε επίσης κανένα αξιόπιστο στοιχείο σχετικά με τα επίπεδα λυκοπενίου του ορού και μείωσης του κινδύνου για καρκίνο¹⁸.

Μία πρόσφατη μελέτη πρότεινε ότι υπάρχει ισχυρή προστατευτική επίδραση της πρόσληψης λυκοπενίου και των καρκίνων στομάχου και παχέος εντέρου, και χαμηλότερη επίδραση σε καρκίνους παγκρέατος και στοματικής κοιλότητας. Επιπλέον υψηλότερες συγκεντρώσεις λυκοπενίου στο πλάσμα σχετίστηκαν με μειωμένο κίνδυνο θανάτου που προκλήθηκε από καρκίνο. Η Αμερικάνικη Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) δεν βρήκε αξιόπιστα στοιχεία που υποστηρίζουν ότι η πρόσληψη λυκοπενίου ή ντομάτας σχετίζεται με μειωμένο

κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του πνεύμονα, παχέος εντέρου, τραχήλου της μήτρας, στομάχου, μαστού, ωοθηκών, ενδομητρίου και παγκρέατος¹⁸.

Το λυκοπένιο έχει σημαντικά αναστρέφει τον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων του ανθρώπινου παχέος εντέρου, της χρόνιας λεμφοκυτταρικής λευχαιμίας, της ερυθρολευχαιμίας και κυτταρικών σειρών του λεμφώματος Burkitt¹⁹. Μετά από έρευνες φαίνεται ότι το λυκοπένιο επάγει την απόπτωση καρκινικών κυττάρων του προστάτη σε σχέση με οποιεσδήποτε άλλες κυτταρικές σειρές που έχουν μελετηθεί ως σήμερα. Λίγες είναι οι μελέτες σε ζώα που σχετίζονται με τον χημειοπροστατευτικό ρόλο του λυκοπενίου σε διάφορους τύπους καρκίνου εκτός του προστάτη. Οι Liu και οι συνεργάτες του²⁰, χρησιμοποίησαν κουνάβια και τα εξέθεσαν σε καπνό του τσιγάρου. Η χορήγηση συμπληρωμάτων λυκοπενίου μείωσε τις επαγόμενες από τον καπνό μεταβολές στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό. Επιπλέον οι Gitenay και οι συνεργάτες του²¹, μελέτησαν αρουραίους με ανεπάρκεια σε βιταμίνη E, για να δείξουν ότι το λυκοπένιο μειώνει τους δείκτες του οξειδωτικού στρες όπως τα TBARS και αυξάνει τα επίπεδα κυτταροπροστατευτικών ενζύμων (που βοηθούν στην πρόληψη του οξειδωτικού στρες) όπως η δισμουτάση του σουπεροξειδίου.

Τα αποτελέσματα μετα-ανάλυσης 11 μελετών ασθενών μαρτύρων και 10 προοπτικών, ανέφεραν μία κατά 10% έως 20% μείωση στον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του προστάτη, αλλά αυτή η επίδραση ήταν περιορισμένη, ιδίως σε επίπεδα πρόσληψης ντομάτας πάνω από 200 g/ημέρα. Οι Seren και οι συνεργάτες του²², πρότειναν κατά την επανεξέταση ότι η σχέση μεταξύ μειωμένου κινδύνου ανάπτυξης καρκίνου και πρόσληψης ντομάτας-προϊόντων ντομάτας και επιπέδων λυκοπενίου στο αίμα, είναι ισχυρότερη για τον καρκίνο του προστάτη. Η FDA έχει βρει περιορισμένα αξιόπιστα αποδεικτικά στοιχεία για την σχέση πρόσληψης ντομάτας (αλλά όχι και της πρόσληψης λυκοπενίου) και τον μειωμένο κίνδυνο του καρκίνου του προστάτη. Ωστόσο, εάν υπάρχει δυνητική επίδραση του λυκοπενίου στην πρόληψη του καρκίνου του προστάτη, και αυτή ορίζεται από ένα όριο, μελέτες που χρησιμοποίησαν μεγάλη κατανάλωση ντομάτας ή υψηλές συγκεντρώσεις λυκοπενίου στο αίμα θα μπορούσαν να έχουν χάσει ένα τέτοιο αποτέλεσμα. Η προστασία του DNA και των μεμβρανών από οξειδωτική βλάβη

μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα στην πρόληψη των καρκίνων. Το λυκοπένιο αναστέλλει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του καρκίνου, ενισχύει την διαφοροποίηση των κυττάρων, διατηρεί την μεσοκυττάρια επικοινωνία, και αλληλεπιδρά με αυξητικούς παράγοντες ή επηρεάζει την καρκινογένεση με άλλους μηχανισμούς. Η προληπτική επίδραση του λυκοπενίου στην ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων έχει αποδειχθεί σε μελέτες με ανθρώπινες κυτταροκαλλιέργειες. Στις μελέτες αυτές, η συγκέντρωση του λυκοπενίου σε μέση κυτταροκαλλιέργεια ήταν πάνω από το φινλανδικό εύρος τιμών αναφοράς (εύρος τιμών αναφοράς για το λυκοπένιο στον ορό 0,90 mmol / L). Ωστόσο, σε προηγούμενη μελέτη *in vitro*, η ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων μειώθηκε κατά 20% σε συγκέντρωση 0,20 mmol / L λυκοπενίου. Οι Καρπί και οι συνεργάτες του¹⁸, σε συγκεντρώσεις πάνω από 0,19 mmol / L λυκοπενίου στον ορό απέδειξαν μείωση του κινδύνου της ανάπτυξης των όγκων σε όλες τις περιοχές, εκτός του προστάτη. Για τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά, τα οφέλη για την πρόληψη των χρόνιων νόσων κυρίως επιτυγχάνονται με μία ορισμένη ποσότητα, και υψηλότερη πρόσληψη έχει μόνο μια μικρή πρόσθετη επίδραση.

2.2 Λυκοπένιο και καρκίνος του προστάτη

Τα τελευταία χρόνια οι έρευνες υπέδειξαν τον προστατευτικό ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη κακοηθειών και ιδιαίτερα του καρκίνου του προστάτη. Αρχικά μεν, έχουν καθοριστεί οι αντιοξειδωτικές ικανότητες του λυκοπενίου. Ως εκ τούτου διατυπώθηκε η υπόθεση ότι ασκεί αντικαρκινικό ρόλο, λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων λυκοπενίου στον ορό κάποιων ατόμων και τον πιθανό ρόλο του οξειδωτικού στρες στην ανάπτυξη και την εξέλιξη καρκίνου. Από την άλλη, ένας αριθμός μελετών υποστηρίζει ότι η υψηλή διαιτητική πρόσληψη λυκοπενίου, ειδικά από προϊόντα ντομάτας, σχετίζεται με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου προστάτη. Η παραπάνω πρόταση ωστόσο δεν υποστηρίζεται από όλες τις μελέτες²³.

Τα υποστηρικτικά στοιχεία για τον ρόλο του λυκοπενίου προέρχονται από επιδημιολογικές και ιστολογικές μελέτες, μελέτες σε ζώα και σε ανθρώπους. Οι Kotake-Nasra και οι συνεργάτες τους²⁴ αξιολόγησαν τις επιδράσεις διάφορων καροτενοειδών (συμπεριλαμβανομένου του λυκοπενίου), στην βιωσιμότητα 3 καρκινικών κυτταρικών σειρών του ανθρώπινου προστάτη PC-3, DU145, και LNCaP. Βρέθηκε έπειτα ότι η βιωσιμότητά τους μειώθηκε σημαντικά, εξαιτίας της παρουσίας του λυκοπενίου και άλλων καροτενοειδών στα τρόφιμα.

Οι Kim et και οι συνεργάτες του²⁵, μέτρησαν την επίδραση του λυκοπενίου στον πολλαπλασιασμό καρκινικών κυττάρων του προστάτη LNCaP σε καλλιέργεια. Το λυκοπένιο σε συγκεντρώσεις 10^{-6} και 10^{-5} M μείωσε σημαντικά την ανάπτυξη των LNCaP κυττάρων μετά από 48, 72, και 96 ώρες επώασης στα 24.5–42.8%. Σε μία επόμενη μελέτη, οι συγγραφείς διεύρυναν το εύρος συγκέντρωσης του εξεταζόμενου λυκοπενίου σε 10^{-9} και 10^{-7} M. Παρατηρήθηκε μία μείωση της ανάπτυξης των κυττάρων εξαρτόμενη από την δόση.

Σε μία ανασκόπηση οι Heber και Lu²⁶, επισήμαναν ότι το λυκοπένιο σε φυσιολογικές συγκεντρώσεις αναστέλλει την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων του προστάτη, παρεμβαίνοντας στην σηματοδότηση του υποδοχέα του παράγοντα ανάπτυξης και του κύκλου ανάπτυξης, χωρίς να αναφερθούν τοξικές επιδράσεις ή κυτταρική απόπτωση.

Σε μία *in vivo* μελέτη, άνδρες με εγκατεστημένο αδενοκαρκίνωμα προστάτη κατανάλωσαν ζυμαρικά με σάλτσα ντομάτας που παρείχαν 30mg λυκοπενίου την ημέρα για 3 εβδομάδες. Οι βιοψία των κυττάρων ιστών προστάτη κατά την έναρξη αλλά και μετά την παρέμβαση, έδειξε σημαντική μείωση στις βλάβες του DNA²⁷.

Σε μία άλλη μελέτη οι Boileau και οι συνεργάτες του²⁸, το 2003 αξιολόγησαν τις επιδράσεις σκόνης ντομάτας (13 mg λυκοπένιο/ kg diet), σταγόνων λυκοπενίου (161 mg λυκοπένιο/ kg diet), και σταγόνων «ελέγχου» (0 mg λυκοπένιο/ kg diet) στον καρκίνο του προστάτη στους αρουραίους. Τα αποτελέσματα έδειξαν τελικά ότι η κατανάλωση σκόνης ντομάτας ανέστειλε την καρκινογένεση, αλλά δεν συνέβη το ίδιο με το λυκοπένιο. Με βάση την παρατήρηση αυτή οι συγγραφείς υποστήριξαν ότι τα προϊόντα ντομάτας περιέχουν πρόσθετα συστατικά που τροποποιούν την καρκινογένεση στον προστάτη.

Παρά το γεγονός ότι το λυκοπένιο σε κυτταρικές καλλιέργειες και μελέτες σε ζώα φαίνεται να είναι ένα βιοενεργό συστατικό, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα μιας συνεργιστικής δράσης με άλλα φυτοχημικά στην τομάτα, ειδικά γλυκοαλκαλοειδή (τοματίνη), φαινολικές ενώσεις (quercetin, kaempferol, ναριγκενίνη και χλωρογενικό οξύ), σαλικυλικά, και τα καροτενοειδή εκτός του λυκοπενίου. Ο πιθανός προληπτικός ρόλος του λυκοπενίου στη μείωση της συχνότητας χρόνιων ασθενειών (καρδιαγγειακές παθήσεις, διάφορες μορφές καρκίνου), έχει εξεταστεί σε ολοκληρωμένες ανασκοπήσεις της έρευνας, και το λυκοπένιο περιλαμβάνεται μεταξύ των ελπιδοφόρων χημειοπροφυλακτικών διατροφικών ουσιών²⁹.

Πρόσφατα, οι πολλαπλοί τρόποι δράσης του λυκοπενίου στη μείωση του κινδύνου καρκίνου του προστάτη, συζητήθηκαν σε μια εξαιρετική ανασκόπηση, στην οποία τονίζεται η αναστολή της φλεγμονής, η σηματοδότηση τοπικών ανδρογόνων, τα πολλαπλά επίπεδα της αντιοξειδωτικής άμυνας, και η μείωση πολλαπλασιασμού των επιθηλιακών κυττάρων του προστάτη, που συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας του προστάτη.

Προοπτικές μελέτες ασθενών μαρτύρων και μετα-ανάλυση παρατηρητικών μελετών διατύπωσαν την υπόθεση ότι τα προϊόντα ντομάτας παίζουν κάποιο ρόλο στον καρκίνο προστάτη (Kirsh και συνεργάτες του)³⁰. Το λυκοπένιο επίσης έχειδειχθεί ότι είναι παρόν στον προστάτη σε υψηλές συγκεντρώσεις. Αυτό το εύρημα στηρίζει την πρόταση ότι ασκεί επίπτωση στην βιολογία του προστάτη (Khachik και συνεργάτες του)³¹.

Πρόσφατες μελέτες σε άνδρες με καρκίνο του προστάτη που έλαβαν συμπληρώματα λυκοπενίου, εμπλουτισμένων προϊόντων ή προϊόντων με βάση τις τομάτες για αρκετές εβδομάδες πριν από τη ριζική προστατεκτομή, έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις λυκοπενίου στον προστάτη άλλαξαν ραγδαία, ανταποκρινόμενες στην διαιτητική πρόσληψη και προκάλεσαν αποπτωτικό θάνατο των κυττάρων καθώς και διαμορφώσεις στο οξειδωτικό στρες και τους βιολογικούς δείκτες του όγκου. Είναι ασαφές κατά πόσον οι αποπτωτικές επιδράσεις οφείλονται στο ίδιο το λυκοπένιο ή κάποιο παραπροϊόν του³².

Σε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας οι Haseen και οι συνεργάτες του³³, παρατήρησαν μία αντίστροφη σχέση μεταξύ της πρόσληψης λυκοπενίου και των επιπέδων PSA σε 6 μελέτες. Το λυκοπένιο οδήγησε σε μείωση των συμπτωμάτων που σχετίζονται με τον καρκίνο (πόνος, συμπτώματα από ουροδόχο σωλήνα) χωρίς εμφανή τοξικότητα ή δυσανεξία. Παρόλαυτά και πάλι τα διαθέσιμα στοιχεία ως σήμερα είναι ανεπαρκή ώστε να καταλήξουν σε οριστικό συμπέρασμα. Μία πολύ πρόσφατη μελέτη ασθενών μαρτύρων εξέτασε την σχέση λυκοπενίου-καρκίνου του προστάτη και δεν βρήκε υποστηρικτικά αποτελέσματα³⁴.

Γενικά, το λυκοπένιο δρα μέσω διαφορετικών μηχανισμών που έχουν τη δυνατότητα να καθυστερούν συνεργιστικά την εξέλιξη του κυτταρικού κύκλου στα επιθηλιακά κύτταρα του προστάτη, για τη μείωση των βλαβών του DNA, και να βελτιώνουν την άμυνα στο οξειδωτικό στρες. Τα ευρήματα αυτά παρέχουν πιθανές εξηγήσεις για το ότι το λυκοπένιο μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κινδύνου ανάπτυξης καρκίνου του προστάτη. Η σειρά των μοριακών γεγονότων, τα οποία ξεκινούν από το ότι το λυκοπένιο βρίσκεται στις κυτταρικές μεμβράνες και οδηγούν σε ρύθμιση των γονιδίων και κυτταρικές αλλαγές, θα πρέπει να καθοριστεί σε μελλοντικές μελέτες.³⁵

2.3 Λυκοπένιο και καρδιαγγειακά νοσήματα³⁶

Η Στεφανιαία Νόσος (ΣΝ) αποτελεί την πρώτη αιτία θανάτου στις χώρες της Δύσης. Το οξειδωτικό στρες διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αιτιοπαθογένεια της ασθένειας. Ειδικότερα η οξείδωση της LDL λιποπρωτεΐνης κατέχει βασικό ρόλο στην παθογένεια της αθηροσκλήρωσης και των καρδιαγγειακών παθήσεων μέσω της έναρξης της διαδικασίας σχηματισμού αθηρωματικής πλάκας. Επιστημονικά αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ευεργετικό ρόλο των φυτοχημικών στην πρόληψη ορισμένων χρόνιων ασθενειών. Το λυκοπένιο, ένα καροτενοειδές με μεγάλη αντιοξειδωτική ικανότητα, έχει δείχθει τόσο σε επιδημιολογικές μελέτες όσο και σε συμπληρωματικές ανθρώπινες δοκιμές ότι οδηγεί σε μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου. Ωστόσο, ελεγχόμενες κλινικές μελέτες και διατροφικές μελέτες παρέμβασης δεν παρέχουν σαφείς αποδείξεις της δράσης του λυκοπενίου στην πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων.

Λίγες μελέτες *in vitro* και *in vivo* έχουν διεξαχθεί για το λυκοπένιο και την επίδραση αυτού στην ΣΝ. Ένας αριθμός μελετών έχουν δείξει *in vitro* ότι το λυκοπένιο προστατεύει την LDL από την οξείδωση και καταστέλλει την σύνθεση χοληστερόλης. Παρόλαυτά η προβλεψιμότητα *in vitro* της οξείδωσης της LDL ως δείκτη αθηροσκλήρωσης έχει αμφισβητηθεί τα τελευταία χρόνια. Διάφορες επιδημιολογικές μελέτες έχουν προτείνει ότι μία διατροφή πλούσια σε φρούτα και λαχανικά οδηγεί σε μείωση του κινδύνου ανάπτυξης στεφανιαίας νόσου. Τα φρούτα και τα λαχανικά θεωρούνται καλές πηγές καροτενοειδών (και λυκοπενίου) των κύριων υπεύθυνων συστατικών για τα ευεργετικά αποτελέσματα αυτών των τροφών. Ιδιαίτερα η Μεσογειακή Διατροφή καθ' ότι πλούσια σε ντομάτες, προϊόντα ντομάτας, καροτενοειδή και λυκοπένιο, σχετίζεται με χαμηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης ΣΝ³⁶. Στη μελέτη του Physicians' Health οι Sesso και οι συνεργάτες του βρήκαν σε 499 ασθενείς με καρδιαγγειακά νοσήματα (CVD) συσχέτιση μεταξύ των υψηλών συγκεντρώσεων λυκοπενίου στο πλάσμα και χαμηλού κινδύνου εμφάνισης CVD. Στην έρευνα της CARDIA/YALTA οι Hozawa και οι συνεργάτες του, έδειξαν ότι τα καροτενοειδή του ορού (α-

καροτένιο, β-καροτένιο, ζεαξανθίνη, λουτεΐνη, β-κρυπτοξανθίνη, λυκοπένιο) σχετίστηκαν με δείκτες φλεγμονής, οξειδωτικού στρες και δυσλειτουργίας του ενδοθηλίου. Οι Lidebjer και οι συνεργάτες του, σε μία μελέτη ασθενών μαρτύρων, 139 συμμετεχόντων (39 με οξύ στεφανιαίο σύνδρομο, 50 με σταθερή στηθάγχη και 50 υγιών), κατέδειξαν σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα καροτενοειδών και στις 2 ομάδες ασθενών.

Η πολυκεντρική EURAMIC μελέτη ασθενών-μαρτύρων, αξιολόγησε την σχέση μεταξύ αντιοξειδωτικού status και οξέος εμφράγματος του μυοκαρδίου (OEM). 1389 άτομα (662 ασθενείς και 717 μάρτυρες) προσλήφθηκαν από 10 ευρωπαϊκές χώρες για να μεγιστοποιηθεί η ποικιλία στην έκθεση. Τα επίπεδα αντιοξειδωτικών ενώσεων στον λιπώδη ιστό αποτελούν καλύτερο δείκτη μακροχρόνιας έκθεσης στο οξειδωτικό στρες απ' ό,τι τα επίπεδα αντιοξειδωτικών στο αίμα. Η βιοψία δειγμάτων λιπώδους ιστού που λήφθηκαν αμέσως μετά το OEM αναλύθηκαν για τα διάφορα καροτενοειδή. Μετά από προσαρμογή για ένα εύρος διατροφικών μεταβλητών (ηλικία, BMI, κοινωνικοοικονομική κατάσταση, κάπνισμα, υπέρταση και ιστορικό ασθενείας) μόνο τα επίπεδα λυκοπενίου και όχι του β-καροτενίου βρέθηκε να χαρακτηρίζονται προστατευτικά. Η μελέτη έδειξε διαφορά στον λόγο πιθανοτήτων σε άτομα που δεν κάπνιζαν ποτέ (0,33), πρώην καπνιστές (0,41) και καπνιστές (0,63) υποστηρίζοντας την αντιοξειδωτική υπόθεση. Ομοίως οι Handelman και οι συνεργάτες του, έδειξαν ότι καπνιστές με χαμηλά επίπεδα κυκλοφορούντων στο αίμα καροτενοειδών έχουν υψηλότερο κίνδυνο για μεταγενέστερο OEM.

Τα χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου του αίματος βρέθηκε να σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο θανάτου στη μελέτη που σύγκρινε Λιθουανούς και Σουηδούς με διαφορετικά ποσοστά θανάτου από ΣΝ. Ακόμα και σε μελέτη του Ιαπωνικού πληθυσμού (11.9 έτη παρακολούθησης) οι Ito και οι συνεργάτες του³⁶, βρήκαν σε 3,061 άτομα (1190 άνδρες και 1871 γυναίκες) μία σχέση μεταξύ χαμηλού κινδύνου θνησιμότητας από CVD και υψηλών τιμών καροτενοειδών στο αίμα (α,β καροτενίου, λυκοπενίου, συνολικών καροτενοειδών).

Οι Paola Palozza και οι συνεργάτες της³⁷, σε μία ανασκόπηση συνοψίζουν αρκετές in vitro μελέτες στις οποίες έχει δειχθεί ότι το λυκοπένιο επηρεάζει την αθηρωματική

διαδικασία. Επίσης, οι ίδιοι υπέδειξαν δυνητικούς μηχανισμούς δράσης με τους οποίους το λυκοπένιο εμποδίζει τις διάφορες φάσεις σχηματισμού και ανάπτυξης αθηρωματικής πλάκας *in vivo*. Αναφέρεται επίσης ότι το λυκοπένιο είναι σε θέση να περιορίσει τις βλάβες του ενδοθηλίου, να ελέγχει τον μεταβολισμό των λιπιδίων, την οξειδωση της LDL χοληστερόλης και τον σχηματισμό αφρωδών κυττάρων. Παρά τις ελπιδοφόρες αναφορές είναι δύσκολο τη δεδομένη στιγμή να συνδεθούν άμεσα τα διαθέσιμα πειραματικά δεδομένα με την ανθρώπινη φυσιολογία. Αυτό οφείλεται στην υδρόφοβη φύση του λυκοπενίου που το καθιστά αδιάλυτο σε υδατικά συστήματα και ως εκ τούτου δύσκολα διαθέσιμο σε κυτταρικές καλλιέργειες. Είναι σημαντικό, οι μελλοντικές μελέτες να χρησιμοποιούν μεθόδους μεταφοράς του λυκοπενίου στα κύτταρα έτσι ώστε να διατηρούνται τα επίπεδα συγκέντρωσης του *in vivo* επιτυχώς. Διαφορετικά, είναι πιθανό τα αποτελέσματα από τις κυτταροκαλλιέργειες να οφείλονται σε άλλες ενώσεις από το λυκοπένιο ή σε συγγενείς μεταβολίτες. Από την άλλη πλευρά, οι μελέτες *in vivo* που ασχολούνται με την σχέση λυκοπενίου αθηροσκληρωτικής διαδικασίας εκλείπουν. Οι έρευνες που εξετάζουν και δείχνουν τον ρόλο του λυκοπενίου και/ή των εκχυλισμάτων ντομάτας είναι λίγες και δεν υποστηρίζουν όλες τις αντιοξειδωτικές τους επιδράσεις.

Επιπλέον μία μελέτη έδειξε ήπια αλλά υποχοληστερολαιμική επίδραση των συμπληρωμάτων διατροφής λυκοπενίου. Για την καλύτερη κατανόηση του ρόλου του λυκοπενίου στην αθηροσκλήρωση *in vivo*, πρέπει να αυξηθούν οι καλά σχεδιασμένες κλινικές και διατροφικές παρεμβατικές μελέτες για την δράση του στις διάφορες φάσεις αθηροσκλήρωσης. Αυτές οι μελέτες πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τις συνεργιστικές επιδράσεις στην πρόληψη της αθηροσκλήρωσης που προέρχονται από παράγωγα λυκοπενίου και όχι από το ίδιο καθαυτό το λυκοπένιο³⁷.

Οι Oh Yoen Kima και οι συνεργάτες της³⁸, μελέτησαν την σχέση λυκοπενίου του ορού με τον δείκτη αρτηριακής δυσκαμψίας (baPWV) και των δεικτών οξειδωτικού στρες και φλεγμονής. Η μελέτη υποστήριξε την ύπαρξη μίας ανάστροφης ανεξάρτητης σχέσης μεταξύ κυκλοφορούντος λυκοπενίου και baPWV. Πρόσθετα, η μειωμένη οξειδωτική τροποποίηση της LDL είναι ένας από τους μηχανισμούς που πιθανόν το λυκοπένιο μειώνει την αρτηριακή σκλήρυνση.

Οι Karin Ried και Peter Faklera, σε μία μετα-ανάλυση παρεμβατικών μελετών, ερεύνησαν τις βάσεις δεδομένων των PubMed and Cochrane, μεταξύ του 1955 και του 2010, για να ερευνηθούν την επίδραση του λυκοπενίου στα λιπίδια του αίματος και την αρτηριακή πίεση για ελάχιστο διάστημα 2 εβδομάδων. 12 μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης, ερευνήθηκαν για την επίδραση του λυκοπενίου στα λιπίδια του αίματος και 4 από αυτές εξετάστηκαν για την επίδρασή του στην πίεση του αίματος. Η μετα-ανάλυση στα λιπίδια του ορού έδειξε μία μείωση στα επίπεδα χοληστερόλης και αφορούσε στην ολική χοληστερόλη (mean change \pm SE: -7.55 ± 6.15 mg/dl; $p = 0.02$) και την LDL χοληστερόλη (mean change \pm SE: -10.35 ± 5.64 mg/dl, $p = 0.0003$) με προσλαμβανόμενη δόση λυκοπενίου ≥ 25 mg καθημερινά, ενώ η υποομάδα της μετα-ανάλυσης με μικρότερη δόση δεν έδειξε σημαντική μείωση. Η παραπάνω μετα-ανάλυση έδειξε τελικά ότι το λυκοπένιο σε δόσεις ≥ 25 mg ανά ημέρα μειώνει την LDL χοληστερόλη στο 10% περίπου, που είναι συγκρίσιμο με χαμηλή δόση στατινών σε ασθενείς με ελαφρώς αυξημένα επίπεδα χοληστερόλης. Περισσότερη έρευνα απαιτείται για να μελετηθούν και να επιβεβαιωθούν οι ευεργετικές επιδράσεις.

2.4 Λυκοπένιο και υπέρταση

Η υψηλή αρτηριακή πίεση ή υπέρταση αποτελεί μείζον πρόβλημα που επηρεάζει περίπου το 25% του ενήλικου πληθυσμού της Βόρειας Αμερικής. Είναι μία κατάσταση που σχετίζεται συνήθως με στένωση των αρτηριών. Η υπέρταση ονομάζεται αλλιώς «σιωπηλός δολοφόνος» επειδή δεν υπάρχουν συμπτώματα ώσπου ένα άτομο να εκδηλώσει μία μοιραία επιπλοκή. Αν και η ακριβής αιτία της υπέρτασης είναι άγνωστη, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες και καταστάσεις που μπορούν να συμβάλουν στην εμφάνισή της συμπεριλαμβανομένων γενετικών παραγόντων, οικογενειακού ιστορικού, παχυσαρκίας, καθιστικής ζωής, υπερβολικής πρόσληψης αλατιού, αλκοόλ, καπνίσματος, άγχους, ηλικίας, επίπεδων ορμονών, ανωμαλιών στο νευρικό και κυκλοφορικό σύστημα, δυσλειτουργίας των νεφρών καθώς και της περιεκτικότητας σε αλάτι και νερό στο σώμα. Το οξειδωτικό στρες έχει επίσης ενοχοποιηθεί για την πρόκληση της υπέρτασης.³⁸

Οι ROS που παράγονται ενδογενώς επηρεάζουν πολλαπλούς ιστούς μέσω μηχανισμών που περιλαμβάνουν: συστολή και δυσλειτουργία του ενδοθηλίου στο αγγειακό σύστημα, υπερτροφική αναδιαμόρφωση στα αιμοφόρα αγγεία και το μυοκάρδιο, επαναρρόφηση αλατιού και μειωμένη σπειραματική διήθηση στον νεφρό και αύξηση της επαγωγικής δραστηριότητας του συμπαθητικού από το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ). Το ενδιαφέρον στρέφεται στην ικανότητα φυσικών διατροφικών συστατικών που επιδρούν στην υπέρταση. Οι πολυφαινόλες του πράσινου τσαγιού έχει δειχθεί ότι ασκούν κάποιο ρόλο στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης. Το λυκοπένιο λόγω των ισχυρών αντιοξειδωτικών δυνατοτήτων του έχει επίσης μελετηθεί για τις αντίστοιχες επιδράσεις του⁴.

Σε μία μελέτη των Moriel και των συνεργατών του, συγκρίθηκαν 11 άτομα με ήπια υπέρταση με 11 υγιή, για υδατο-λιποδιαλυτά αντιοξειδωτικά και συγκεντρώσεις παραγώγων μονοξειδίου του αζώτου στο πλάσμα. Μία σημαντική μείωση του λυκοπενίου του πλάσματος παρατηρήθηκε στους υπερτασικούς ασθενείς σε σχέση με τους υγιείς. Ωστόσο δεν υπήρχαν διαφορές στις συγκεντρώσεις παραγώγων μονοξειδίου του αζώτου ανάμεσα στις 2 ομάδες. Η Υπέρταση και η δυσλειτουργία της λεμφικής κυκλοφορίας είναι συνδεδεμένες με την κίρρωση του

ήπατος. Όταν οι ασθενείς με κίρρωση ήπατος συγκρίθηκαν με υγιείς μάρτυρες, σημαντική μείωση του λυκοπενίου στον ορό, άλλα και άλλων καροτενοειδών και αντιοξειδωτικών, παρατηρήθηκαν στους κίρρωτικούς ασθενείς.

Η δίαιτα DASH συνιστάται για την μείωση της αρτηριακής πίεσης. Η δίαιτα DASH σχεδιάστηκε για να δώσει επωφελή επίπεδα φυτικών ινών, καλίου, μαγνησίου, και ασβεστίου. Ως εκ τούτου περιέχει περισσότερα φρούτα, λαχανικά και δημητριακά ολικής αλέσεως σε σχέση με την δίαιτα ελέγχου σε μία μελέτη, και περιέχει υψηλότερο αριθμό αντιοξειδωτικών φυτοχημικών. Όταν η δίαιτα DASH συγκρίθηκε με τη δίαιτα ελέγχου, βρέθηκε να περιέχονται σ' αυτήν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα λυκοπενίου και άλλων καροτενοειδών, πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, φλαβονόνες και φλαβάνες. Οι ευεργετικές επιδράσεις αυτών των φυτοχημικών στη διαχείριση της πίεσης του αίματος είναι πλέον αναγνωρισμένες⁴.

Επίσης, άνδρες και γυναίκες με ήπια υπερχοληστερολαιμία και με υπέρταση σταδίου 1 έλαβαν 15 mg / ημέρα αντιοξειδωτικό εκχύλισμα λυκοπενίου βρέθηκαν να έχουν σημαντικά μειωμένη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση σε σύγκριση με την ομάδα που έλαβε placebo³⁹.

Οι Karin Ried και οι συνεργάτες του⁴⁰, διερεύνησαν την επίδραση εκχυλίσματος ντομάτας στην πίεση του αίματος, και την αποδοχή του ως μια θεραπευτική επιλογή σε έναν υπερτασικό πληθυσμό. Η μελέτη δεν παρατήρησε ελάττωση της αρτηριακής πίεσης. Οι Yechiel N. Engelhard και οι συνεργάτες του⁴¹, αξιολόγησαν την επίδραση εκχυλίσματος τομάτας στη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση σε υπερτασικούς ασθενείς σταδίου 1, στις λιποπρωτεΐνες του ορού, ομοκυστεΐνης πλάσματος, και στο οξειδωτικό στρες. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η συστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε από 144 (SE F1.1) σε 134 mm Hg (SE F2, P β .001), και η διαστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε από 87,4 (SE F1.2) σε 83,4 mm Hg (SE F1.2, P β .05). Δεν υπάρχουν μεταβολές στην πίεση του αίματος όπως αποδείχθηκε κατά τη διάρκεια περιόδων με εικονικό φάρμακο. Μια βραχυπρόθεσμη θεραπεία με αντιοξειδωτικά πλούσια σε

εκχύλισμα ντομάτας μπορεί να μειώσει την αρτηριακή πίεση σε ασθενείς με υπέρταση Σταδίου 1.

Η πρόσφατη μετα-ανάλυση των Karin Ried και οι συνεργάτες του⁴⁰, της επίδρασης του λυκοπενίου στην συστολική πίεση έδειξε σημαντική μείωση της (mean systolic blood pressure change \pm SE: -5.60 ± 5.26 mm Hg, $p = 0.04$). Περισσότερη έρευνα απαιτείται σαφώς για να επιβεβαιωθούν οι ευεργετικές επιδράσεις του καροτενοειδούς στην αρτηριακή πίεση.

2.5 Λυκοπένιο και υγεία των οστών

Η οστεοπόρωση είναι μια σημαντική νόσος του μεταβολισμού των οστών, που χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και επιδείνωση της μικροαρχιτεκτονικής των οστών που οδηγεί σε αυξημένο κίνδυνο κατάγματος. Παρά το γεγονός ότι οι μηχανισμοί που εμπλέκονται στην παθογένεση της οστεοπόρωσης δεν είναι πλήρως κατανοητοί, υπάρχουν στοιχεία που υποδηλώνουν ότι το οξειδωτικό στρες που προκαλείται από ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (ROS) σχετίζεται με την ασθένεια αυτή. Επιδημιολογικές και κλινικές μελέτες έχουν δείξει μερικές ευεργετικές επιδράσεις των αντιοξειδωτικών στην υγεία των οστών. Προς το παρόν δεν υπάρχουν αποτελέσματα, όμως οι κλινικές και επιδημιολογικές μελέτες διερευνούν τον ρόλο του λυκοπενίου στην απώλεια της οστικής μάζας και την οστεοπόρωση. Κυτταρικές μελέτες έχουν δείξει ότι το λυκοπένιο αναστέλλει την παραγωγή ROS και το σχηματισμό και τη δραστηριότητα των οστεοκλαστών [αναστέλλει την βασική και μέσω διέγερσης από την παραθυρεοειδή ορμόνη (PTH οστεοκλαστική επαναρρόφηση, και τον σχηματισμό πολυ-πύρηνων οστεοκλαστών (Rao LG⁴³) και διεγείρει την δραστηριότητα της αλκαλικής φωσφατάσης [επιδρά στην δραστηριότητα του δείκτη διαφοροποίησης της αλκαλικής φωσφατάσης σε περίπτωση απουσίας ή παρουσίας της δεξαμεθαζόνης ανάλογα με το στάδιο κυτταρικής διαφοροποίησης (Kim L,) στους οστεοβλάστες. Τα στοιχεία αυτά, μαζί με τις γνωστές ευεργετικές επιδράσεις των αντιοξειδωτικών στις σχετιζόμενες με την ηλικία χρόνιες νόσους, υποδεικνύουν έντονα ότι το λυκοπένιο θα ήταν επωφελές στη μείωση του κινδύνου της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης, λόγω της ισχυρής αντιοξειδωτικής ικανότητας του.

Οι Rao και οι συνεργάτες του⁴³, έδειξαν στην μελέτη τους, ότι η εκτιμώμενη πρόσληψη λυκοπενίου άμεσα και ουσιαστικά σχετίζεται με τα επίπεδα λυκοπενίου στον ορό σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες 50-60 ετών. Το πιο σημαντικό από τα δεδομένα τους επίσης έδειξε ότι οι γυναίκες με υψηλότερες συγκεντρώσεις λυκοπενίου του ορού παρουσίαζαν αντίστοιχα χαμηλότερη οξείδωση πρωτεϊνών και οστική επαναρρόφηση.

Η μελέτη υποδηλώνει ότι το λυκοπένιο που καταναλώθηκε μέσω της καθημερινής διατροφής των συμμετεχόντων ήταν βιοδιαθέσιμο, και μπορούσε να

έχει επίπτωση στην μείωση της επαναπορρόφησης των οστών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Η μείωση αυτή της οστικής επαναπορρόφησης, θα μπορούσε να οφείλεται στην ικανότητα του λυκοπενίου να μειώνει το οξειδωτικό στρες σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Όσον αφορά στην υγεία των οστών το λυκοπένιο μπορεί να αναστείλει την επαναρρόφηση μετάλλων αναστέλλοντας τον σχηματισμό οστεοκλαστών οι οποίοι αποτελούν πηγές παραγωγής ROS. Επίσης το λυκοπένιο διεγείρει τον πολλαπλασιασμό και την διαφοροποίηση των SaOS-2 κυττάρων που εμφανίζουν ιδιότητες οστεοβλαστών. Οι Yang και οι συνεργάτες του, σε μελέτη διερεύνησαν αν μεμονωμένα καροτενοειδή του ορού συνδέονται με την οστεοπόρωση σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Οι τελευταίες παρουσίαζαν χαμηλότερα επίπεδα λυκοπενίου στον ορό σε σχέση με την ομάδα ελέγχου παρόλο που η διαιτητική πρόσληψη δεν διέφερε. Μελέτες *in vitro* αποδεικνύουν την διέγερση των οστεοβλαστών και την αναστολή των οστεοκλαστών με το λυκοπένιο. Η μελέτη αυτή υποστηρίζεται από μία διαφορετική στην Ιταλία, όπου μειωμένες συγκεντρώσεις καροτενοειδών και ρετινόλης στον ορό παρατηρήθηκαν σε διάφορες γυναίκες με οστεοπόρωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, σε μια πρόσφατη έρευνα σε μετεμμηνοπαυσιακές Καναδέζες γυναίκες, η κατανάλωση λυκοπενίου συσχετίστηκε με χαμηλότερη συγκέντρωση των δεικτών οστικού μεταβολισμού (N-τελοπεπτίδια του κολλαγόνου τύπου I)⁴².

Οι Mackinnon και οι συνεργάτες του⁴³, θέλησαν να καθορίσουν τις επιδράσεις μίας περιορισμένης πρόσληψης λυκοπενίου από την δίαιτα στο οξειδωτικό στρες και τους δείκτες οστικού μεταβολισμού σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Σύμφωνα με την μελέτη 23 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες παρέιχαν δείγματα αίματος για 1 μήνα όπου περιόρισαν την πρόσληψη σε λυκοπένιο. Τα δείγματα ορού αναλύθηκαν για καροτενοειδή, οξειδωτικές παραμέτρους, θειόλες και μαλονύλ-διαλδεύδη, αντιοξειδωτικά ένζυμα δισμουτάση υπεροξειδίου (SOD), καταλάση (CAT), και γλουταθειόνη υπεροξειδάσης (GPX), καθώς και δείκτες οστικού μεταβολισμού των οστών αλκαλικής φωσφατάσης και διασυνδεδεμένο N-τελοπεπτίδιο του κολλαγόνου τύπου I (NTX). Ο διατροφικός περιορισμός οδήγησε σε σημαντική μείωση του λυκοπενίου στον ορό ($p < 0,0001$),

της λουτεΐνης / ζεαξανθίνης ($p < 0,01$), και α - / β - καροτενίου ($p < 0,05$). Η GPX ($p < 0,01$), η οξειδωση των λιπιδίων και των πρωτεϊνών αυξήθηκε (μη σημαντικά), ενώ η CAT και SOD σημείωσαν σημαντική πτώση ($p < 0,05$ και $p < 0,005$, αντίστοιχα). Οι αλλαγές αυτές συνέπεσαν με σημαντικά αυξημένο NTX ($p < 0,05$). Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η καθημερινή κατανάλωση λυκοπενίου μπορεί να είναι σημαντική, δεδομένου ότι δρα ως αντιοξειδωτικό για την μείωση της επαναπορρόφησης των οστών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και μπορεί συνεπώς να είναι ευεργετική στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης οστεοπόρωσης.

Οι Shivani Sahni και οι συνεργάτες του⁴⁴, αξιολόγησαν τη συσχέτιση πρόσληψης μεμονωμένων καροτενοειδών και την επίπτωση κατάγματος ισχίου και οστεοπορωτικού κατάγματος εκτός σπονδυλικής στήλης. Τα άτομα με υψηλότερη πρόσληψη λυκοπενίου είχαν χαμηλότερο κίνδυνο κατάγματος του ισχίου ($p = 0,01$) και οστεοπορωτικού κατάγματος σπονδυλικής στήλης ($p = 0,02$). Βρέθηκε ότι αυτοί που καταναλώνουν $> 4,4$ μερίδες / εβδομάδα λυκοπενίου είχαν σημαντικά λιγότερα κατάγματα. Ομοίως, η συνολική πρόσληψη καροτενοειδών (23.711 mg/ημέρα) παρουσίασε μια προστατευτική επίδραση έναντι του κινδύνου κατάγματος του ισχίου. Περισσότερες μελέτες απαιτούνται για την εξέταση αυτών των ενώσεων και σε άλλους πληθυσμούς. Η μελλοντική έρευνα καθίσταται απαραίτητη για την εξέταση της σχέσης μεταξύ συγκεκριμένων τροφών πλούσιων σε καροτενοειδή και καταγμάτων.

2.6 Λυκοπένιο και ανδρική στειρότητα

Η ελεγχόμενη παραγωγή ROS κατέχει ένα φυσιολογικό ρόλο στην λειτουργία των σπερματοζωαρίων, όπως η υπερδραστηριότητα του ακροσώματος. Αυξημένα επίπεδα ROS έχουν βρεθεί στο σπέρμα υπογόνιμων ανδρών και οδηγούν σε κατακερματισμό του DNA. Η ελαττωματική λειτουργία του σπέρματος αποτελεί την πιο κοινή αιτία ανδρικής υπογονιμότητας και δεν έχει βρεθεί θεραπεία ως σήμερα. Αυτό οφείλεται στην ελλιπή κατανόηση της φυσιολογικής και μη λειτουργίας του σπέρματος που οδηγεί σε ανδρική υπογονιμότητα. Η υπερβολική παραγωγή των ROS από παθολογικά σπερματοζωάρια που είναι αναμικμένα με λευκοκύτταρα έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους λίγους παράγοντες που ευθύνονται για την ιδιοπαθή ανδρική υπογονιμότητα.

Το λυκοπένιο είναι παρόν σε υψηλή συγκέντρωση στους όρχεις, τον προστάτη και τα επινεφρίδια. Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι τα άτομα που ζουν στην περιοχή της Μεσογείου καταναλώνουν περισσότερες ντομάτες, καρπούζι και άλλα φρούτα και λαχανικά πλούσια σε λυκοπένιο και έχουν μειωμένο κίνδυνο εκδήλωσης στειρότητας (άνδρες και γυναίκες). Σε 50 ασθενείς που δεν εμφανίζουν προφανή αιτία υπογονιμότητας με φυσιολογικό προφίλ ορμονών και τίτλου αντισωμάτων, αλλά με ολιγοασθενοσπερμία (oligoasthenospermia) δόθηκε λυκοπένιο (LycοRed) 8 mg ημερησίως μέχρι που η ανάλυση του σπέρματος βελτιώθηκε στο βέλτιστο επίπεδο ή επιτεύχθηκε εγκυμοσύνη. Ακολούθησε παρακολούθηση για ένα έτος και κατόπιν έγινε ανάλυση του σπέρματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ένα ποσοστό 36% εγκυμοσύνης με τη βελτίωση του αριθμού σπερματοζωαρίων και της λειτουργικότητας τους στο 70% και 60% αντίστοιχα. Η κινητικότητα του σπέρματος και ο δείκτης κινητικότητας βελτιώθηκε κατά 54% και 46%, ενώ στο 38% παρουσίασε βελτίωση η μορφολογία του σπέρματος. Δεν υπήρξαν ανεπιθύμητες ενέργειες με την καλή συνεργασία του ασθενούς. Το συμπέρασμα είναι ότι τα συμπληρώματα λυκοπενίου έχουν συγκεκριμένο ρόλο στη διαχείριση της ιδιοπαθούς ολιγοασθενοσπερμίας.

Οι μεμβράνες των σπερματοζωαρίων των θηλαστικών είναι πλούσιες σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Αυτά είναι ευαίσθητα στις βλάβες που προκαλούνται από το οξυγόνο μέσω της λιπιδικής υπεροξειδωσής. Το οξειδωτικό στρες με

υπερβολική παραγωγή ROS μπορεί να διαδραματίσει έναν ρόλο στην αιτιολογία της ανδρικής υπογονιμότητας. Μια προοπτική μελέτη έδειξε ότι οι άνδρες με υψηλότερη παραγωγή ROS είχαν επτά φορές χαμηλότερες πιθανότητες για την πραγματοποίηση μιας εγκυμοσύνης από τους άνδρες με χαμηλά επίπεδα ROS. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πρωτοπλάσματος του σπέρματος σε υπογόνιμους άνδρες είναι χαμηλότερη από εκείνη των γόνιμων ανδρών. Σε άνδρες με χαμηλότερη παραγωγή σπέρματος, τα σπερματοζώαρια παράγουν υψηλότερα επίπεδα ROS σε σύγκριση με γόνιμα άτομα. Οι Armstrong και οι συνεργάτες του, έδειξαν ότι τα επίπεδα του ATP στα σπερματοζώαρια μειώνονται μετά τη θεραπεία με ROS σε ένα πειραματικό μοντέλο και αυτό σχετίστηκε με την κακή εμπρός κινητικότητα. Οι ROS υποθετικά προκαλούν επιπτώσεις στην λειτουργία του σπέρματος μέσω της υπεροξειδωσίας των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στην μεμβράνη του σπερματικού κυττάρου. Με βάση τα παραπάνω η αντιοξειδωτική θεραπεία μπορεί να αναλάβει δυνητικό ρόλο έναντι των ROS που επάγουν την στειρότητα στους άνδρες. Οι Klebanov και οι συνεργάτες του, σύγκριναν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του λυκοπενίου σε τρία διαφορετικά οξειδωτικά συστήματα και επιβεβαίωσαν το ρόλο του ως ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό για την προστασία της λιπιδικής υπεροξειδωσίας.

Η ανεπάρκεια λυκοπενίου μπορεί επίσης να σχετίζεται με ανοσο-γονιμότητα. Οι Palan και οι συνεργάτες του⁴⁵, έδειξαν ένα σημαντικά χαμηλότερο επίπεδο λυκοπενίου στο πρωτόπλασμα του σπέρματος των ανοσογόνιμων ανδρών σε σύγκριση με γόνιμα άτομα, και διατύπωσαν ένα ρόλο για τα διαιτητικά αντιοξειδωτικά στη διαχείριση της στειρότητας. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με την υπόθεση ότι τα από του στόματος συμπληρώματα αντιοξειδωτικών θα βελτιώσουν το οξειδωτικό στρες σε ασθενείς με ιδιοπαθή στειρότητα. Δεδομένου ότι το λυκοπένιο έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό, και λόγω έλλειψης κλινικών μελετών με από του στόματος θεραπεία με λυκοπένιο, η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε για τον έλεγχο της παραπάνω υπόθεσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν μία σημαντική βελτίωση τόσο της συγκέντρωσης όσο και της κινητικότητας των σπερματοζωαρίων. Αυτή η μελέτη καταδεικνύει έναν πιθανό ρόλο της θεραπείας από το στόμα με λυκοπένιο, στη βελτίωση της γονιμότητας των ανδρών.

Αν και μερικές επιδημιολογικές ενδείξεις είναι διαθέσιμες, μια άμεση επιστημονική κατανόηση του πώς το λυκοπένιο βελτιώνει την χαμηλή σπερματική ποιότητα στον άνθρωπο λείπει. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια ισχυρά αποδεικτικά στοιχεία της ικανότητας του λυκοπενίου ότι προστατεύει το σπέρμα από τοξικότητα σε πειραματόζωα. Στην εν λόγω μελέτη, η θεραπεία αρουραίων με ενδοπεριτοναϊκή σισπλατίνη είχε ως αποτέλεσμα μειωμένη συγκέντρωση σπερματοζωαρίων, κινητικότητα σπέρματος και την αύξηση της μη φυσιολογικής μορφολογίας σπέρματος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο, αρουραίοι που έλαβαν επίσης λυκοπένιο, μετά την σισπλατίνη παρουσίασαν σημαντική εξομάλυνση όλων των ανωτέρω μεταβλητών. Παρατηρήθηκε επίσης, μία μείωση των επιπέδων των δραστικών προϊόντων οξειδωσης (μαλονδϋαλδεϋδης) που παράγονται στους όρχεις της ομάδας θεραπείας με λυκοπένιο. Εξήχθη το συμπέρασμα ότι η ανοσοενισχυτική ιδιότητα του λυκοπενίου είναι προστατευτική ενάντια στην τοξικότητα του σπέρματος που επάγεται μέσω της σισπλαστίνης. Στην μελέτη διαπιστώθηκε η παρουσία του λυκοπενίου στο ανθρώπινο σπέρμα και έδειξε ότι τα επίπεδα του μπορεί να αυξηθούν σημαντικά ακόμη και μετά από βραχυπρόθεσμη διαιτητική παρέμβαση, με φυσική πηγή λυκοπενίου. Επιπλέον, η αύξηση των επιπέδων λυκοπενίου στο σπέρμα φαίνεται να συσχετίζονται θετικά με την αντίστοιχη αύξηση των επιπέδων του στο αίμα.

Οι Atessahin και οι συνεργάτες του, για να διερευνήσουν τον πιθανό προστατευτικό ρόλο του λυκοπενίου στην επαγόμενη τοξικότητα του σπέρματος από αδριαμυκίνη (ADR)- χρησιμοποίησαν ποσοτικές, βιοχημικές και ιστοπαθολογικές προσεγγίσεις. Η μελέτη αυτή δείχνει σαφώς ότι η θεραπεία με ADR μειώνει αισθητά την λειτουργία των όρχεων και ότι η προληπτική θεραπεία με λυκοπένιο μπορεί να εμποδίσει αυτή την τοξικότητα. Ο στόχος της μελέτης των Libman και των συνεργατών του, ήταν να περιγράψει τις επιδράσεις του λυκοπενίου στην κινητικότητα του ανθρώπινου σπέρματος και τις βλάβες στο DNA in vitro. Τα στοιχεία δείχνουν ότι η προ-επώαση των σπερματοζωαρίων με λυκοπένιο προσφέρει προστασία κατά των βλαβών DNA που προκαλούνται από το οξειδωτικό στρες. Τα στοιχεία αυτά υπογραμμίζουν επίσης προστατευτικά αποτελέσματα του

λυκοπενίου στην κινητικότητα του σπέρματος και το σπέρμα της ακεραιότητας του DNA.

Σε μια άλλη μελέτη (Mohanty και συνεργάτες του), 50 υπογόνιμοι άνδρες εθελοντές μεταξύ των ηλικιών από 21-50 ετών προσλήφθηκαν. Τα υποκείμενα είχαν φυσιολογικό προφίλ αντισωμάτων χωρίς κανένα ιστορικό λήψης θεραπείας για την αντιμετώπιση στειρότητας ή αποφρακτικής αζωο-σπερμίας. Κατανάλωσαν ημερήσια δόση των 8 mg λυκοπενίου σε μορφή κάψουλας. Η θεραπεία συνεχίστηκε μέχρι που η ανάλυση σπέρματος έδειξε βέλτιστα επίπεδα ή μέχρι που επιτεύχθηκε εγκυμοσύνη των συντρόφων τους. Μετά από μια 12-μηνη συνέχεια, αναφέρθηκε ότι η θεραπεία με λυκοπένιο οδήγησε σε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου στον ορό. Σημαντικές βελτιώσεις στην κινητικότητα του σπέρματος, τον δείκτη κινητικότητας του σπέρματος, τη μορφολογία του σπέρματος, και τη λειτουργική συγκέντρωση σπερματοζωαρίων παρατηρήθηκαν. Οι σύντροφοι των 18 από τα 50 άτομα είχαν επιτυχείς εγκυμοσύνες, αντιπροσωπεύοντας ένα ποσοστό επιτυχίας 36%. Άλλες μελέτες είναι τώρα σε εξέλιξη και τα αποτελέσματά τους θα προωθήσουν περαιτέρω τη γνώση για τον ευεργετικό ρόλο του λυκοπενίου στην ανδρική υπογονιμότητα.

2.7 Λυκοπένιο και διαβήτης

Το λυκοπένιο είναι στενά συνδεδεμένο με μεταβολικές επιπλοκές και ιδιαίτερα με τον διαβήτη. Η συγκέντρωση λυκοπενίου του ορού είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον διαβήτη τύπου 2 και διαταραχές στον μεταβολισμό της γλυκόζης. Αυτό αποδεικνύεται από τον Coyne και τους συνεργάτες του⁵¹, ότι η γλυκόζη πλάσματος και η συγκέντρωση ινσουλίνης νηστείας μειώθηκαν σημαντικά με την αύξηση λυκοπενίου του ορού. Εκτός αυτού, οι Polidori και οι συνεργάτες του⁵², διαπίστωσαν ότι οι συγκεντρώσεις λυκοπενίου πλάσματος ήταν πολύ χαμηλότερες σε ηλικιωμένους διαβητικούς ασθενείς, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, ενώ σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ της ηλικίας και των επιπέδων λυκοπενίου. Στον άνθρωπο το διαιτητικό λυκοπένιο σχετίστηκε άμεσα με την συγκέντρωση στον ορό μη εστεροποιημένων λιπαρών οξέων. Πέρα από αυτό υπάρχει ενδιαφέρον σχετικά με το λυκοπένιο της δίαιτας και τροποποίησης των σωματομεδινών (IGF). Οι Riso και οι συνεργάτες της⁵³, αξιολόγησαν την επίδραση του λυκοπενίου μετά από λήψη ποτού τομάτας που παρείχαν μικρές ποσότητες λυκοπενίου και άλλων καροτενοειδών στα επίπεδα του IGF-1 στον ορό. Τα συμπληρώματα λυκοπενίου περιόριζαν την συγκέντρωση των σωματομεδινών.

Παρόλα αυτά, ο Wang και οι συνεργάτες του^{16,20}, δεν βρήκαν πολλά αποδεικτικά στοιχεία για την σχέση λυκοπενίου πλάσματος και κινδύνου για διαβήτη τύπου 2 σε μεσήλικες και μεγαλύτερες γυναίκες μετά από στατιστική προσαρμογή (μοντελοποίηση) πολλαπλών παραγόντων κινδύνου.

2.8 Λυκοπένιο και νευροεκφυλιστικές νόσοι

Οι νευροεκφυλιστικές ασθένειες (NDD) αποτελούν μία ομάδα νόσων με διαφορετική κλινική εικόνα, αιτιολογία και σημασία. Τα NDD περιλαμβάνουν ασθένειες των κινητήριων νευρώνων, όπως η αμυοτροφική πλευρική σκλήρυνση (ALS), διαταραχές της παρεγκεφαλίδας, τη νόσο του Parkinson (PD), τη νόσο του Huntington (HD), τη νόσο του Alzheimer (AD) και τη σχιζοφρένεια. Πολυάριθμες επιδημιολογικές και πειραματικές μελέτες αναφέρουν πολλούς παράγοντες κινδύνου όπως η προχωρημένη ηλικία, οι γενετικές ανωμαλίες, οι ανωμαλίες των αντιοξειδωτικών ενζύμων, οι ανωμαλίες του κυτταροσκελετού, η αυτοανοσία, οι ανεπάρκειες μετάλλων, το οξειδωτικό stress, η υπέρταση και άλλες αγγειακές διαταραχές. Η συσσώρευση οξειδωτικών βλαβών στους νευρώνες μπορεί να αυξάνει άμεσα ή έμμεσα την επίπτωση των NDD όπως AD, ALS και εγκεφαλικού επεισοδίου σε πληθυσμούς ηλικιωμένων. Πρόσφατα, το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στα αντιοξειδωτικά, όπως καρροτενοειδή, και ιδίως το λυκοπένιο, που αποτελεί ένα αντιοξειδωτικό μεγάλης ισχύος⁴⁶.

Λόγω του υψηλού επιπέδου κατανάλωσης και χρησιμοποίησης οξυγόνου, της υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά οξέα και της χαμηλής αντιοξειδωτικής ικανότητας ο εγκέφαλος αποτελεί ευάλωτο όργανο στις οξειδωτικές βλάβες. Μολονότι ο ρόλος των αντιοξειδωτικών βιταμινών σε νευροεκφυλιστικές ασθένειες έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία, μόνο ένας μικρός αριθμός μελετών για το λυκοπένιο είναι διαθέσιμος. Το λυκοπένιο έχει αποδειχθεί ότι διαπερνά τον αιματο-εγκεφαλικό φραγμό και είναι παρόν στο κεντρικό νευρικό σύστημα σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Σημαντική μείωση των επιπέδων λυκοπενίου αναφέρθηκε στη νόσο του Parkinson και της άνοιας. Στην μελέτη της Austrian Stroke Prevention⁴⁷, χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου του ορού και α-τοκοφερόλης σχετίστηκαν με αυξημένο κίνδυνο για μικροαγγειοπάθεια. Επίσης θεωρήθηκε ότι παρέχει προστασία έναντι της ALS. Όταν ένας πληθυσμός των ηλικιωμένων ατόμων εξετάστηκαν για την λειτουργική ικανότητα όπως είναι η ικανότητα να εκτελούν εργασίες αυτοεξυπηρέτησης, μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων λυκοπενίου στο αίμα και της λειτουργικής ικανότητας παρατηρήθηκε. Με βάση τη σχέση μεταξύ του οξειδωτικού στρες και των νευροεκφυλιστικών νόσων και των ισχυρών αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του λυκοπενίου είναι λογικό να αναμένονται και περαιτέρω μελέτες

παρέμβασης που θα πραγματοποιηθούν στο μέλλον ώστε να διερευνηθεί ο ευεργετικός του ρόλος.

2.9 Λυκοπένιο και άλλα νοσήματα

Η συχνότητα εμφάνισης εμφυσήματος, μια διαταραχή των πνευμόνων, αναφέρεται ότι είναι υψηλή σε ορισμένες χώρες του κόσμου. Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε τον προστατευτικό ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη του εμφυσήματος σε ποντίκια. Αναμφίβολα, η μελλοντική έρευνα θα διερευνήσει επίσης το ρόλο του λυκοπενίου σε άλλες ανθρώπινες ασθένειες όπως ο διαβήτης, οι οφθαλμικές παθήσεις και το δέρμα, η ρευματοειδής αρθρίτιδα, οι περιοδοντικές νόσοι και οι φλεγμονώδεις παθήσεις. Η αντιοξειδωτικές ιδιότητες του λυκοπενίου αποτελούν επίσης το άνοιγμα νέων εφαρμογών στον τομέα της φαρμακευτικής και τη διατροφο-φαρμακευτικής⁴⁸.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ¹ Peter M. Bramley, (2000), Is lycopene beneficial to human health?, *Phytochemistry*, Volume 54, Issue 3, 1 June 2000, Pages 233-236
- ² Juliana A. Egydio, Ângela M. Moraes, Paulo T.V. Rosa, (2010), Supercritical fluid extraction of lycopene from tomato juice and characterization of its antioxidation activity, *J. of Supercritical Fluids* 54 159–164
- ³ Andrea Lugasi Lajos Bíró, Judit Hóvárie, Katalin V. Sági, Sára Brandt and Éva Barna, (2003), Lycopene content of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population, *Nutrition Research*, Volume 23, Issue 8, Pages 1035-1044
- ⁴ A.V. Rao, M.R. Ray, L.G. Rao, (2006), Lycopene, *Advances in Food and Nutrition Research*, Volume 51, 2006, Pages 99-164
- ⁵ 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, Pages 82-89
- ⁶ Karin Ried, Peter Fakler, (2011), Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: Meta-analyses of intervention trials A Review, *Maturitas*, Volume 68, Issue 4, Pages 299-310
- ⁷ R. Charoensiria, R. Kongkachuichai, S. Suknicoma, P. Sungpuag, (2009), Beta-carotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected Thai fruits, *Food Chemistry*, Volume 113, Issue 1, Pages 202-207
- ⁸ Dane Bicanic, Jan Swarts, Svjetlana Luterotti, Giangaetano Pietraperzia, Otto Dóka, and Hans de Rooi, (2004), Direct Quantification of Lycopene in Products Derived from Thermally Processed Tomatoes: Optothermal Window as a Selective, Sensitive, and Accurate Analytical Method without the Need for Preparatory Steps, *Anal. Chem.*, 76 (17), pp 5203–5207

⁹ Ahmet Atessahin, Gaffari Türk, İzzet Karahan, Seval Yılmaz, Ali Osman Çeribas and Özgür Bulmus, (2006), Lycopene prevents adriamycin-induced testicular toxicity in rats, *Fertility and Sterility*, Vol. 85, Suppl 1.

¹⁰ FUNCTIONAL CLAIMS OF ARTICLE 13 LYCOPENE IN TOMATO JUICES REFERENCES AND SCIENTIFIC EVIDENCES, (2006), *A.I.J.N*

¹¹ Thomas W.-M. Boileau, Amy C. Boileau and John W. Erdman, (2002) Bioavailability of all-trans and cis-Isomers of Lycopene, *Exp. Biol. Med.*;227:914-919

¹² CHARLOTTE M. ALIEN, ANNE M. SMITH, STEVEN K. CLINTON and STEVEN J. SCHWARTZ, (2002), Tomato Consumption Increases Lycopene Isomer Concentrations in Breast Milk and Plasma of Lactating Women, *Journal of the American Dietetic Association* Volume 102, Issue 9, Pages 1257-126

¹³ Subramaniam Pennathur, Dhiman Maitra, Jaeman Byun , Inga Sliskovic, Ibrahim Abdulhamid, Ghassan M. Saed, Michael P. Diamond, Husam M. Abu-Soud, (2010), Potent antioxidative activity of lycopene: A potential role in scavenging hypochlorous acid, *Free Radical Biology & Medicine* 49 205–213

¹⁴ M. Srinivasan, N. Devipriya, K.B. Kalpana, Venugopal P. Menon, (2009), Lycopene: An antioxidant and radioprotector against radiation-induced cellular damages in cultured human lymphocytes, *Toxicology* 262 43–49

¹⁵ Adetayo O. Omoni and Rotimi E. Aluko, (2005), The anticarcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene: a review, *Trends in Food Science & Technology* 16 344–350

¹⁶ Mein JR, Lian F, Wang XD, (2008), Biological activity of lycopene metabolites: implications for cancer prevention., *Nutr Rev.*66(12):667-83.

-
- ¹⁷ 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
- ¹⁸ JOUNI KARPI, SUDHIR KURL, TARJA NURMI, TIINA H.RISSANEN, EERO PUKKALA, AND KRISTIINA NYSSONEN, (2009), Serum Lycopene and the Risk of Cancer: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor (KIHD) Study, *Annals of Epidemiology*, Volume 19, Issue 7, Pages 512-518
- ¹⁹ H. Salman, M. Bergman, M. Djaldetti, H. Bessler, (2007), Lycopene affects proliferation and apoptosis of four malignant cell lines, *Biomed Pharmacother.* 61 366–369.
- ²⁰ C. Liu, R.M. Russell, X.D. Wang, (2006), Lycopene supplementation prevents smoke-induced changes in p53, p53phosphorylation, cell proliferation, and apoptosis in the gastric mucosa of ferrets, *J. Nutr.* 136 106– 111.
- ²¹ Richard B. van Breemen and Natasa Pajkovic, (2008), Multitargeted therapy of cancer by lycopene, *Cancer Letters*, Volume 269, Issue 2, Pages 339-351
- ²² Seren S, Lieberman R, Bayraktar UD, Heath E, Sahin K, Andic F, et al.(2008) Lycopene in cancer prevention and treatment. *Am J Ther.*;15:66–81
- ²³ Edward Giovannucci, (2005), Tomato Products, Lycopene, and Prostate Cancer: A Review of the Epidemiological Literature, *J. Nutr.* vol. 135 no. 8 2030S-2031S
- ²⁴ E. Kotake-Nasra, M. Kushiro, H. Zhang, T. Sugawara, K. Miyashita and A. Nagao, (2001), Carotenoids affect proliferation of human prostate cancer cells, *J. Nutr.* 131 pp. 3303–3306
- ²⁵ L. Kim, A.V. Rao and L.G. Rao, (2002), Effect of lycopene on prostate LNCaP cancer cells in culture, *J. Med. Food* 5 pp. 181–187

-
- ²⁶ D. Heber and Q.-L. Lu, (2002), Overview of mechanisms of action of lycopene, *Exp. Biol. Med.* (Maywood) 227 pp. 920–923.
- ²⁷ P. Bowen, L. Chen, M. Stacewicz-Sapuntzakis, C. Duncan, R. Sharifi, L. Ghosh, H.S. Kim, K. Christov-Tzelkov and R. van Breemen, (2002), Tomato sauce supplementation and prostate cancer: Lycopene accumulation and modulation of biomarkers of carcinogenesis, *Exp. Biol. Med.* (Maywood) 227 pp. 886–893
- ²⁸ T. Boileau, Z. Liao, S. Kim, S. Lemeshow, J. Erdman and S. Clinton, (2003), Prostate carcinogenesis in N-methyl-N-nitrosourea (NMU) testosterone-treated rats fed tomato powder, lycopene, or energy-restricted diets, *J. Natl. Cancer Inst.* 95 pp. 1578–1586
- ²⁹ Maria Stacewicz-Sapuntzakis, and Phyllis E. Bowen, (2005), Role of lycopene and tomato products in prostate health, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease* Volume 1740, Issue 2, Pages 202-205
- ³⁰ V.A. Kirsh, S.T. Mayne, U. Peters, N. Chatterjee, M.F. Leitzmann, L.B. Dixon, D.A. Urban, E.D. Crawford and R.B. Hayes, (2006), A prospective study of lycopene and tomato product intake and risk of prostate cancer, *Cancer Epidemiol., Biomarkers Prev.* 15 pp. 92–98
- ³¹ F. Khachik, L. Carvalho, P.S. Bernstein, G.J. Muir, D.Y. Zhao and N.B. Katz, (2002), Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health, *Exp. Biol. Med.* 227 pp. 845–851
- ³² Sanjay Gupta, (2007), Prostate cancer chemoprevention: Current status and future prospects, *Toxicology and Applied Pharmacology* 224, Issue 3, Pages 369-376
- ³³ Haseen F, Cantwell MM, O'Sullivan JM, Murray LJ., (2009), Is there a benefit from lycopene supplementation in men with prostate cancer? A systematic review., *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 12(4):325-32.

-
- ³⁴ Kristal AR, Till CA, Platz EA, Song X, King IB, Neuhaus ML, Ambrosone CB, Thompson IM Jr., (2011), Serum Lycopene Concentration and Prostate Cancer Risk: Results from the Prostate Cancer Prevention Trial., *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*
- ³⁵ K. Wertz, U. Siler and R. Goralczyk, (2004), Lycopene: modes of action to promote prostate health, *Arch. Biochem. Biophys.* 430 pp. 127–134
- ³⁶ Riccioni G, Mancini B, Di Ilio E, Bucciarelli T, D'Orazio N., (2008), Protective effect of lycopene in cardiovascular disease, *Eur Rev Med Pharmacol Sci.*;12(3):183-90.
- ³⁷ Paola Palozza , Nadia Parrone, Rossella E. Simone, Assunta Catalano, (2010), Lycopene in atherosclerosis prevention: An integrated scheme of the potential mechanisms of action from cell culture studies A Review, *Archives of Biochemistry and Biophysics* 504 (2010) 26–33
- ³⁸ Oh Yoen Kima, Hyun Yang Yoea, Hyaee Jin Kima, Ju Yeon Parka, Ji Young Kima, Sang-Hak Leec, Jin Hee Leef, Kang Pyo Leef, Yangsoo Jangb, Jong Ho Lee, (2010), Independent inverse relationship between serum lycopene concentration and arterial stiffness, *Atherosclerosis* 208 581–586
- ³⁹ Barbara. L. Dillingham, and A. Venket Rao, (2009), Biologically Active Lycopene in Human Health, *IntJNM* 4(1)
- ⁴⁰ Karin Ried, Oliver R Frank and Nigel P Stocks, (2009), Dark chocolate or tomato extract for prehypertension: a randomised controlled trial, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 9:22
- ⁴¹ Karin Ried, and Peter Fakler, Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: Meta-analyses of intervention trials Review, *Maturitas*

⁴² Zhifang Yang, Zhumin Zhang, Kristina L. Penniston, Neil Binkley, and Sherry A. Tanumihardjo, (2008), Serum Carotenoid Concentrations in Postmenopausal Women from the United States with and without Osteoporosis, *Int J Vitam Nutr Res.* 78(3): 105–111

⁴³ Mackinnon ES, Venket Rao A, Rao LG., (2011), Dietary restriction of lycopene for a period of one month resulted in significantly increased biomarkers of oxidative stress and bone resorption in postmenopausal women., *J Nutr Health Aging.* 15(2):133-8.

⁴⁴ Shivani Sahni, Marian T. Hannan, Jeffrey Blumberg, L. Adrienne Cupples, Douglas P. Kiel, and Katherine L. Tucker, (2009), Protective Effect of Total Carotenoid and Lycopene Intake on the Risk of Hip Fracture: A 17-Year Follow-Up From the Framingham Osteoporosis Study, *JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH* Volume 24,

⁴⁵ Narmada P. Gupta & Rajeev Kumar, (2002), Lycopene therapy in idiopathic male infertility – a preliminary report, *International Urology and Nephrology* 34: 369–372

⁴⁶ Rao, A.V. Balachandran, B., Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Neurodegenerative Diseases, *Nutritional Neuroscience*, Volume 5, Number 5

⁴⁷ A.V. Rao and L.G. Rao, (2007), Carotenoids and human health, *Pharmacological Research*, Volume 55, Issue 3, Pages 207-216

⁴⁸ A.V. Rao and L.G. Rao, (2007), Carotenoids and human health, *Pharmacological Research*, Volume 55, Issue 3, Pages 207-216

⁵¹ TERRY COYNE, TORUKIRI I IBIEBELE, PETER D BAADE, ANNETTE DOBSON, CHRISTINE MCCLINTOCK, SOPHIE DUNN, DYMPNA LEONARD, and

JONATHAN SHAW, Diabetes mellitus and serum carotenoids: findings of a population-based study in Queensland, Australia

⁵² M.C. Polidori, P. Mecocci, W. Stahl, B. Parente, R. Cecchetti, A. Cherubini, P. Cao, H. Sies, U. Senin, Diabetes/Metabolism Research and Reviews, VOLUME 16, ISSUE 1, pages 15-19, January/February 2000

⁵³ Dr. F. Pisioli, P. Riso, S. Grande, C. Galli, M. Porrini Protective activity of tomato products on in vivo markers of lipid oxidation

ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ

Στατιστική ανάλυση δείγματος

18/2/2014

Κριβέντση Χριστίνα Σοφία
Α.Μ 3388

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια μελέτη με δείγμα 250 ατόμων του Ν. Πέλλας και συγκεκριμένα της περιοχής των Γιαννιτσών με σκοπό να εκτιμηθεί η μέση πρόσληψη λυκοπενίου, η οποία και συγκρίνεται με την μέση πρόσληψη άλλων χωρών. Για την ολοκλήρωση της μελέτης χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε ερωτήσεις κλειστού τύπου. Όπως προέκυψε από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων και τις μετέπειτα συγκρίσεις, διαπιστώθηκε ότι η μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου ήταν πολύ μεγαλύτερη στο δείγμα μας από τις υπόλοιπες χώρες της βιβλιογραφίας. Μάλιστα υπήρχαν και αρκετές διαφορές στις πηγές πρόσληψης ανάμεσα στις δύο εποχές χειμώνα- καλοκαίρι καθώς επίσης και στην πρόσληψη λυκοπενίου με βάση τον τύπο διαβίωσης του δείγματος.

1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1.1 Ανάλυση των υλικών και των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας για τη μελέτη της πρόσληψης λυκοπένιου κατά την χειμερινή και τη θερινή περίοδο, χρησιμοποιήθηκε η ερευνητική μέθοδος του ερωτηματολογίου. Για τους σκοπούς της έρευνας, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο περιελάμβανε κάποιες ερωτήσεις κλειστού τύπου, ενώ τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά και ιδιότητες (μεταβλητές) ήταν ποιοτικά και ποσοτικά. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τρεις ομάδες ερωτήσεων, με σκοπό τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του δείγματος και της εβδομαδιαίας κατανάλωσης συγκεκριμένων τροφών ανά εποχή. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από 5 ερωτήσεις, οι οποίες αφορούσαν γενικά χαρακτηριστικά του δείγματος όπως, το φύλο, την ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης, το τύπο διαβίωσης κ.α. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από 18 ερωτήσεις, με σκοπό τον προσδιορισμό εβδομαδιαίων ποσοτήτων κατανάλωσης συγκεκριμένων τροφών κατά την χειμερινή περίοδο. Τέλος, η τρίτη ομάδα αποτελείται από 19 ερωτήσεις από τις οποίες γίνεται ο προσδιορισμός των εβδομαδιαίων ποσοτήτων κατανάλωσης διάφορων τροφών, οι οποίες περιέχουν λυκοπένιο, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 250 άτομα, το οποίο θεωρείται ικανοποιητικό και διασφαλίζει σε σημαντικό βαθμό την αξιοπιστία των εξεταζόμενων αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων. Όλα τα άτομα είναι κάτοικοι των Γιαννιτσών του νομού Πέλλας.

Ο υπολογισμός της εβδομαδιαίας πρόσληψης λυκοπένιου σε mg ανά τροφή, προκύπτει ως γινόμενο των εβδομαδιαίων ποσοτήτων που δήλωσαν ότι καταναλώνουν οι ερωτηθέντες, με τις τιμές περιεκτικότητας ανά μονάδα, για κάθε τύπο τροφής.

Για την στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής σχετικοί έλεγχοι:

- **Kolmogorov- Smirnof:** ο οποίος εξετάζει μη παραμετρικά τις συχνότητες δυο ανεξάρτητων δειγμάτων, στα οποία χρησιμοποιήθηκε η ίδια κλίμακα κατηγορικής διαβάθμισης και συγκρίνει αν η κατανομή των συχνοτήτων στα δύο δείγματα είναι ίδιας προέλευσης. Ο έλεγχος αυτός χρησιμοποιείται για την εξέταση των κατηγορικών διαβαθμίσεων ενός δείγματος, δηλαδή για να διαπιστώσουμε αν οι συχνότητες μεταξύ τους είναι ίσες ή όχι. Χρησιμοποιείται ειδικά σε μικρού δειγματοληπτικού μεγέθους δείγματα, όπως το δικό μας.¹
- **T- test:** Χρησιμοποιείται για τη σύγκριση ενός ή δύο μέσων όρων αντίστοιχων δειγμάτων τα οποία ακολουθούν την κανονική κατανομή.²
- **Mann- Witney:** Ελέγχει την ισότητα των μέσων τιμών σε δύο ανεξάρτητα δείγματα.³

- **Anova:** Χρησιμοποιείται για τη σύγκριση τριών ή και περισσότερων μέσων όρων δειγμάτων και μας πληροφορεί αν οι εξεταζόμενοι μέσοι όροι των δειγμάτων της μελετούμενης μεταβλητής είναι ίσοι μεταξύ τους ή διαφέρουν. Μας δείχνει δηλαδή αν υπάρχουν διαφορές ή όχι μεταξύ των ομάδων ενός πειράματος.⁴
- **Kruskal-Wallis:** Εφαρμόζεται όταν η κανονικότητα των υπολειμμάτων των στοιχείων δεν ομαλοποιείται, και κυρίως όταν εξακολουθεί να ισχύει η ετερογένεια των υπολειμμάτων παρά την εφαρμογή μετασχηματισμών. Συγκρίνει μέσες τιμές περισσότερων των δύο δειγμάτων.⁵
- **Pearson X^2 test:** Χρησιμοποιείται όταν εξετάζονται ταυτόχρονα δύο μεταβλητές και θέλουμε να δούμε αν υπάρχει εξάρτηση ή όχι μεταξύ αυτών των μεταβλητών.⁶

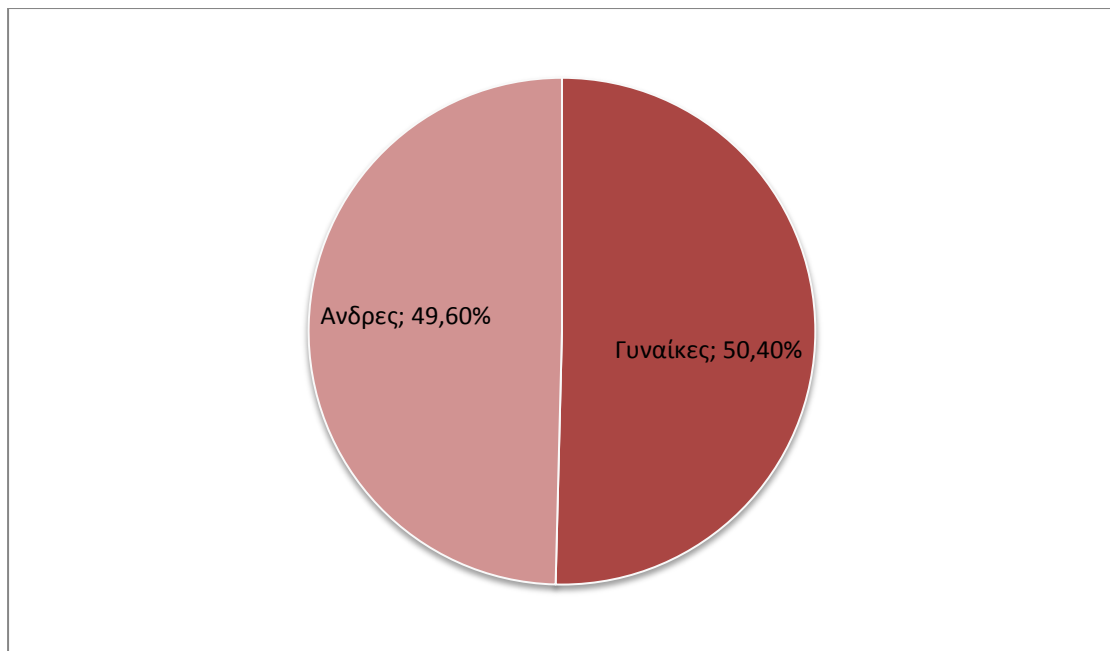
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.1.1 Κατανομή δείγματος ανά φύλο

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 250 άτομα εκ των οποίων 124 ήταν άνδρες και 126 γυναίκες. Η κατανομή τους παρουσιάζεται στον πίνακα 1 και το διάγραμμα 1:

Πίνακας 1: Κατανομή δείγματος ανά φύλο

	Συχνότητα	Ποσοστό
Άνδρας	124	49,6
Γυναίκα	126	50,4
Σύνολο	250	100



Διάγραμμα 1: Ποσοστιαία κατανομή ανά φύλο

Στο δείγμα δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στους άνδρες που αποτελούν το 49,6% και τις γυναίκες με 50,4% σύμφωνα και με τον έλεγχο χ^2 ($p=0.899>0.05$).

2.1.2 Ηλικιακή κατανομή δείγματος

Η ηλικιακή κατανομή του δείγματος παρουσιάζεται στον πίνακα 2. Η μέση τιμή είναι $37,76 \pm 12,8$ έτη με ελάχιστη ηλικία τα 15 χρόνια και μέγιστη τα 80.

Πίνακας 2: Ηλικιακή κατανομή δείγματος

		Στατιστικά
Μέση τιμή		37,76±12,8
95% Διάστημα εμπιστοσύνης μέσης τιμής	Κάτω όριο	36,2
	Άνω όριο	39,3
Τυπική απόκλιση		12,8
Ελάχιστο		15
Μέγιστο		80
Εύρος		65

Η κατανομή των ηλικιών ανά δεκαετία παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

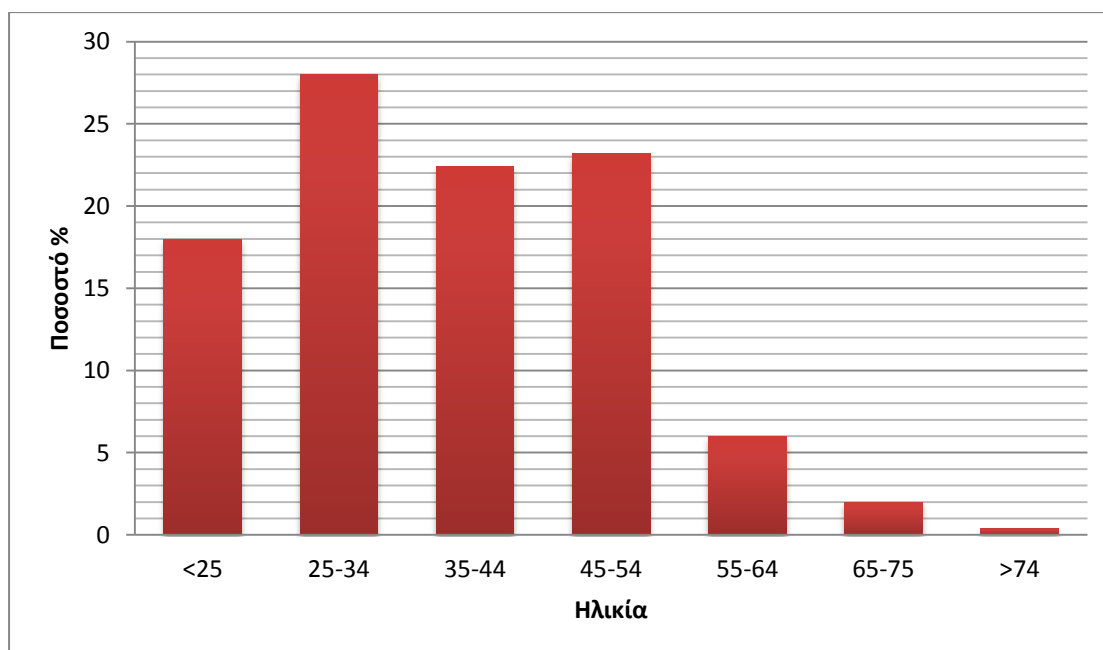
Πίνακας 3: Ηλικιακή κατανομή ανά δεκαετία

Ηλικία	Συχνότητα	Ποσοστό
<25	45	18,0
25 - 34	70	28,0
35 - 44	56	22,4
45 - 54	58	23,2
55 - 64	15	6,0
65 - 74	5	2,0
>74	1	0,4

Η μέση ηλικία των ανδρών είναι τα $37,42 \pm 11,25$ έτη και των γυναικών τα $38,10 \pm 12,46$. Οι ηλικίες των δυο φύλων δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή (K-S test $p=0,004 < 0,05$) και με χρήση του μη παραμετρικού ελέγχου Mann-Whitney ($p = 0,749 > 0,5$), προκύπτει η μη ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ανάμεσα στις μέσες ηλικίες των δυο φύλων, όπως φαίνεται και στον πίνακα 4 και το διάγραμμα 2:

Πίνακας 4: Ηλικιακή κατανομή ανά φύλο

		Στατιστικά	
		Άνδρες	Γυναίκες
Μέση τιμή		37,42±11,25	38,10±12,46
95% Διάστημα εμπιστοσύνης μέσης τιμής	Κάτω όριο	35,2	35,8
	Άνω όριο	39,6	40,3
Τυπική απόκλιση		12,2	12,8
Ελάχιστο		15	17
Μέγιστο		74	80
Εύρος		59	63



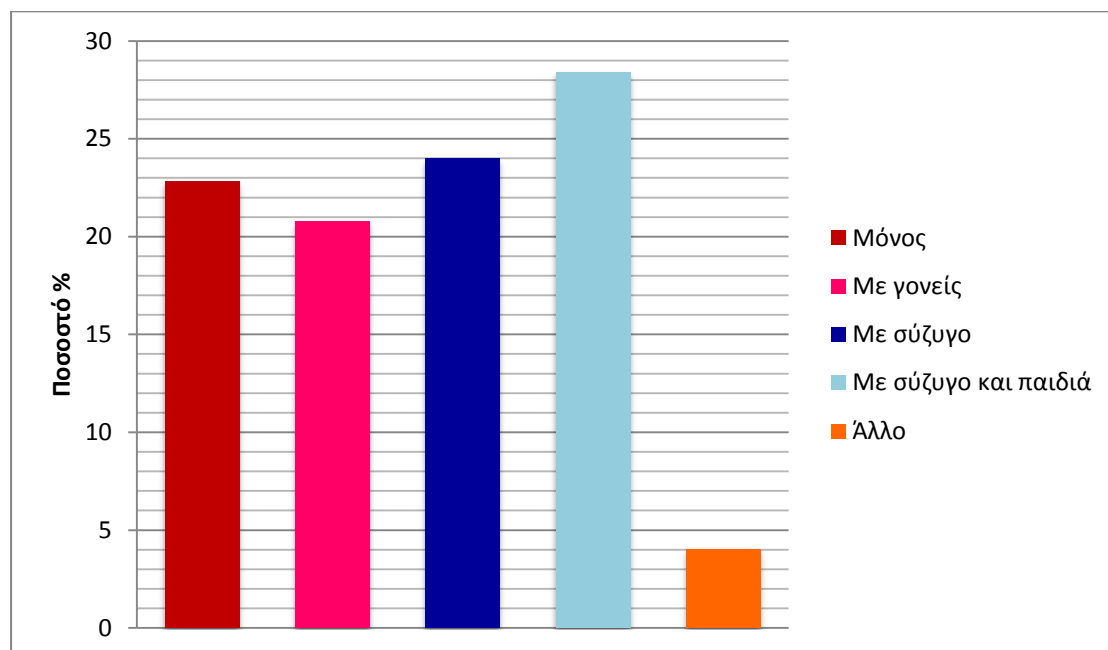
Διάγραμμα 2: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά δεκαετίες

2.1.3 Τύπος διαβίωσης

Σχετικά με τον τύπο διαβίωσης των ερωτηθέντων παρατηρείται μια σχετική ομοιομορφία ανάμεσα σε όσους ζουν μόνοι τους, αυτούς που ζουν με τους γονείς τους, τους παντρεμένους και τους παντρεμένους με παιδιά. Κάθε μια από τις τέσσερις ομάδες αποτελεί το 20 με 28% του δείγματος εκτός από την απάντηση “άλλο” η οποία αποτελεί το 4% όπως προκύπτει από τον πίνακα 5 και το διάγραμμα 3.

Πίνακας 5: Κατανομή δείγματος ανά τύπο διαβίωσης

	Συχνότητα	Ποσοστό
Μόνος	57	22,8
Με γονείς	52	20,8
Με σύζυγο	60	24,0
Με σύζυγο και παιδιά	71	28,4
Άλλο	10	4,0
Σύνολο	250	100

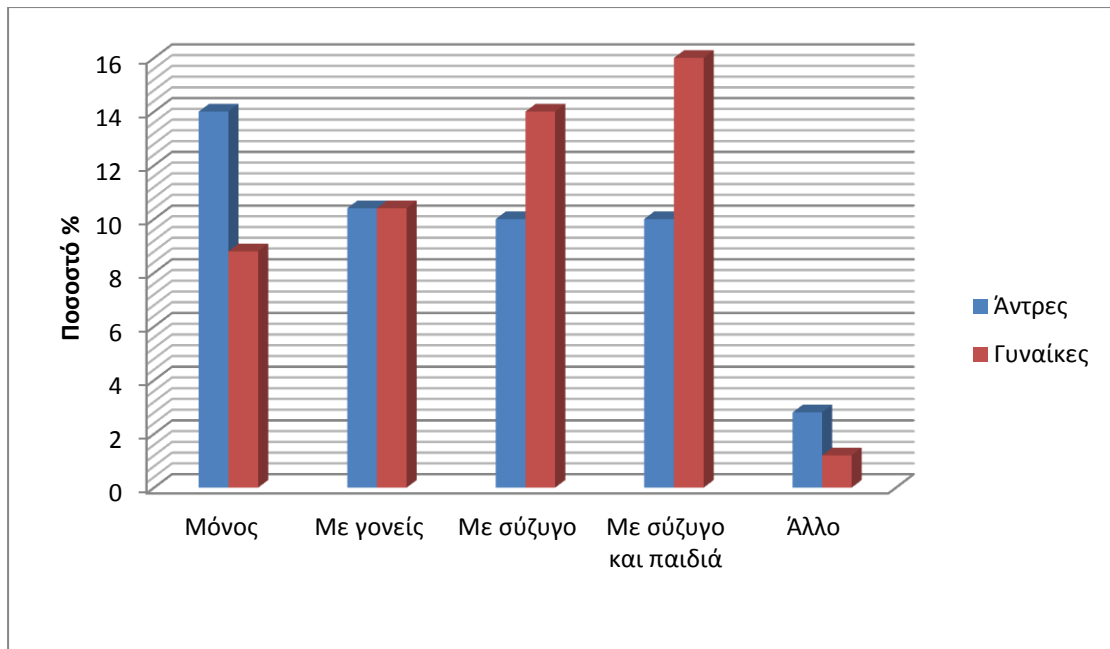


Διάγραμμα 3: Ποσοστιαία κατανομή δείγματος ανά τύπο διαβίωσης

Στον πίνακα 6 παρουσιάζεται η κατανομή του τύπου διαβίωσης ανά φύλο. Σύμφωνα με τον έλεγχο X^2 ($X^2=7.357 > X^2_{\text{ορ.}}= 3,841$ και $p=0,118 > 0,05$) υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στο τύπο διαβίωσης και το φύλο. Στον πίνακα 6 βλέπουμε ότι οι άνδρες που ζουν μόνοι είναι περισσότεροι από τις γυναίκες, καθώς και οι παντρεμένες γυναίκες είναι περισσότερες από τους παντρεμένους άντρες, όπως και οι γυναίκες με παιδιά είναι περισσότερες από τους άντρες με παιδιά. Τα στοιχεία του πίνακα αναπαριστώνται γραφικά στο διάγραμμα 4.

Πίνακας 6: Κατανομή τύπου διαβίωσης ανά φύλο

		Φύλο		Σύνολο
		Άνδρες	Γυναίκες	
Μόνος	Συχνότητα	35	22	57
	% επί του τύπου διαβίωσης	61,4%	38,6%	100%
	% επί του φύλου	28,2%	17,5%	22,8%
	% επί του συνόλου	14,0%	8,8%	22,8%
Με γονείς	Συχνότητα	26	26	52
	% επί του τύπου διαβίωσης	50,0%	50,0%	100%
	% επί του φύλου	21,0%	20,6%	20,8%
	% επί του συνόλου	10,4%	10,4%	20,8%
Με σύζυγο	Συχνότητα	25	35	60
	% επί του τύπου διαβίωσης	41,7%	58,3%	100%
	% επί του φύλου	20,2%	27,8%	24,0%
	% επί του συνόλου	10,0%	14,0%	24,0%
Με σύζυγο και παιδιά	Συχνότητα	31	40	71
	% επί του τύπου διαβίωσης	43,7%	56,3%	100%
	% επί του φύλου	25,0%	31,7%	28,4%
	% επί του συνόλου	12,4%	16,0%	28,4%
Άλλο	Συχνότητα	7	3	10
	% επί του τύπου διαβίωσης	70,0%	30,0%	100%
	% επί του φύλου	5,6%	2,4%	4,0%
	% επί του συνόλου	2,8%	1,2%	4,0%
Σύνολο	Συχνότητα	124	126	250
	% επί του τύπου διαβίωσης	49,6%	50,4%	100%
	% επί του φύλου	100%	100%	100%
	% επί του συνόλου	49,6%	50,4%	100%



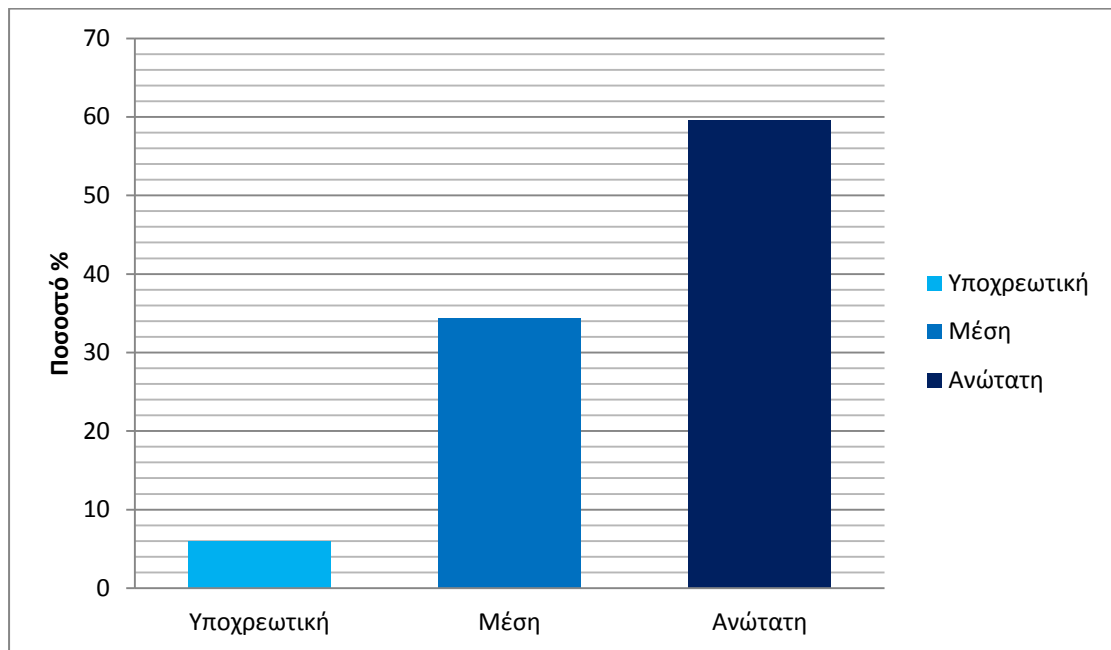
Διάγραμμα 4: Ποσοστιαία κατανομή του τύπου διαβίωσης ανά φύλο

2.1.4 Εκπαίδευση

Σε ποσοστό που αγγίζει το 60%, τα άτομα του δείγματος έχουν λάβει ανώτατη εκπαίδευση, ενώ μόλις το 6% έχει λάβει μόνο την υποχρεωτική εκπαίδευση. Αναλυτικά, σε απόλυτες συχνότητες και σε ποσοστά, η κατανομή του δείγματος παρουσιάζεται στον πίνακα 7 και το διάγραμμα 5.

Πίνακας 7: Κατανομή επιπέδου εκπαίδευσης

	Συχνότητα	Ποσοστό
Υποχρεωτική	15	6,0
Μέση	86	34,4
Ανώτατη	149	59,6
Σύνολο	250	100,0

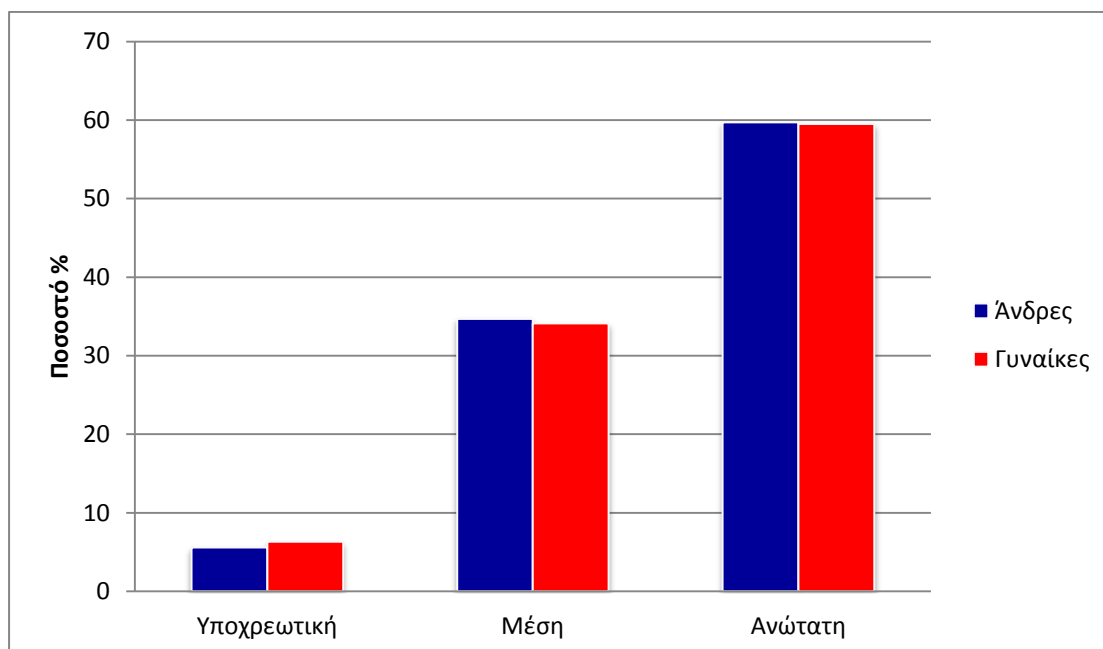


Διάγραμμα 5: Ποσοστιαία κατανομή του επιπέδου εκπαίδευσης

Το επίπεδο εκπαίδευσης του δείγματος δεν διαφέρει ανά φύλο (Pearson χ^2 , $p=0.972>0.05$) όπως φαίνεται και στον πίνακα 8. Είναι χαρακτηριστική η απόλυτη ταύτιση των ποσοστών που μπορεί να διαπιστωθεί και από το διάγραμμα 6.

Πίνακας 8: Κατανομή επιπέδου εκπαίδευσης ανά φύλο

		φύλο		Σύνολο
		Άνδρες	Γυναίκες	
Υποχρεωτική	Συχνότητα	7	8	15
	%επί της Εκπαίδευσης	46,7%	53,3%	100,0%
	% επί του Φύλου	5,6%	6,3%	6,0%
Μέση	Συχνότητα	43	43	86
	%επί της Εκπαίδευσης	50,0%	50,0%	100,0%
	% επί του Φύλου	34,7%	34,1%	34,4%
Ανώτατη	Συχνότητα	74	75	149
	%επί της Εκπαίδευσης	49,7%	50,3%	100,0%
	% επί του Φύλου	59,7%	59,5%	59,6%
Σύνολο	Συχνότητα	124	126	250
	%επί της Εκπαίδευσης	49,6%	50,4%	100,0%
	% επί του Φύλου	100,0%	100,0%	100,0%



Διάγραμμα 6: Ποσοστιαία κατανομή επιπέδου εκπαίδευσης ανά φύλο

2.1.5 Τρόπος παρασκευής γεύματος

Η μέση κατανάλωση έτοιμων γευμάτων περιορίζεται σε ένα γεύμα την εβδομάδα, όπως φαίνεται και στον πίνακα 9. Το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων προτιμά το μαγειρεμένο φαγητό, ακόμα και όλες τις ημέρες της εβδομάδας.

Πίνακας 9: Συχνότητα ανά τρόπο παρασκευής γεύματος

		Στατιστικά	
		Μαγειρεμένο	Έτοιμο
Μέση τιμή		6,0±1,42	1,19±0,20
95% διάστημα εμπιστοσύνης	Κάτω Όριο	5,82	1,01
	Άνω Όριο	6,18	1,37
Ελάχιστο		1	0
Μέγιστο		7	7
Εύρος		6	7

Όπως είναι αναμενόμενο, μεγαλύτερη κατανάλωση έτοιμων γευμάτων παρατηρείται από τους ερωτηθέντες που δήλωσαν ότι μένουν μόνοι τους ή απάντησαν «άλλο» στον τρόπο διαβίωσης. Τα άτομα αυτά, καταναλώνουν περισσότερες φορές την εβδομάδα έτοιμα γεύματα σε σχέση με τους υπολοίπους, όπως προκύπτει από τον μη παραμετρικό έλεγχο Kruskal-Wallis ($p=0.002<0.05$). Όμως, ακόμα και σε αυτό το τμήμα του δείγματος, η εβδομαδιαία κατανάλωση έτοιμων γευμάτων πλησιάζει οριακά τις 2 φορές την εβδομάδα. Αναλυτικά οι μέσες εβδομαδιαίες καταναλώσεις σπιτικού και έτοιμου γεύματος ανά τύπο διαβίωσης παρουσιάζονται στον πίνακα 10.

Πίνακας 10: Κατανομή του τρόπου παρασκευής γεύματος ανά τύπο διαβίωσης

Τύπος διαβίωσης	Στατιστικά	
	Μαγειρεμένο	Έτοιμο
Μόνος	5,20±1,41	1,8±0,48
Με γονείς	6,2±1,68	0,8±0,22
Με σύζυγο	6,1±1,65	0,9±0,24
Με σύζυγο & παιδιά	6,52±1,76	0,5±0,14
Άλλο	5,5±1,48	1,5±0,41

2.2 Υπολογισμός λυκοπένιου

Για τον υπολογισμό της εβδομαδιαίας ποσότητας λήψης λυκοπένιου χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες περιεκτικότητες:

Συνοδευτικά – Σαλάτες:

Η περιεκτικότητα ανά τεμάχιο, στις ποσότητες που δήλωσαν ότι καταναλώνουν οι ερωτηθέντες, στα συνοδευτικά των γευμάτων είναι:

- Τομάτα νωπή 3,165 mg ανά τεμάχιο
- Τοματίνια 0,437 mg ανά τεμάχιο
- Ντοματοσαλάτα με λάδι 3,165 mg ανά μερίδα
- Λιαστή τομάτα 0,918 mg ανά τεμάχιο
- Σπαράγγια 0,043 mg ανά τεμάχιο
- Κόκκινο λάχανο 0,014 mg ανά μερίδα
- Κόκκινη πιπεριά 0,459 mg ανά τεμάχιο

Κυρίως πιάτα:

Η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο ανά μερίδα γεύματος, ανάλογα και με τον τύπο ντομάτας που χρησιμοποιήθηκε στη παρασκευή του, σε όλα τα φαγητά εκτός από τα γεμιστά είναι:

- Φρέσκια τομάτα 3,165 mg ανά μερίδα
- Έτοιμη σάλτσα 15,831 mg ανά μερίδα
- Τομάτα πελτές κονσέρβα 18,840 mg ανά μερίδα
- Τομάτα κονκασέ κονσέρβα 3,320 mg ανά μερίδα
- Τομάτα πουρές κονσέρβα 27,191 mg ανά μερίδα
- Αποφλοιωμένες τομάτες 5,212 mg ανά μερίδα

ενώ οι αντίστοιχες ποσότητες για τα γεμιστά είναι:

- Φρέσκια τομάτα 9,495 mg ανά μερίδα
- Έτοιμη σάλτσα 22,161 mg ανά μερίδα
- Τομάτα πελτές κονσέρβα 25,170 mg ανά μερίδα
- Τομάτα κονκασέ κονσέρβα 9,650 mg ανά μερίδα
- Τομάτα πουρές κονσέρβα 33,521 mg ανά μερίδα
- Αποφλοιωμένες τομάτες 11,542 mg ανά μερίδα

Τέλος, για την πίτσα η ποσότητα είναι 2,074 mg ανά μερίδα

Ποτά και κέτσαπ:

Για τον υπολογισμό της αντίστοιχης ποσότητας σε ποτά και κέτσαπ, οι τιμές αναφοράς είναι:

- Τοματοχυμός 21,960 mg ανά ποτήρι
- Bloody mairy 54.385 mg ανά ποτήρι
- Κέτσαπ 2,146 mg ανά μερίδα

Φρούτα:

Τέλος για τα φρούτα οι αντίστοιχες ποσότητες είναι:

- Καρπούζι 12,962 mg ανά φέτα
- Γκρέιπφρουτ 3,490 mg ανά τεμάχιο
- Σαγκουίνι 3,490 mg ανά τεμάχιο
- Μάνγκο 0,006 mg ανά τεμάχιο

Οι παραπάνω περιεκτικότητες έχουν μετατραπεί σε mg γιατί αρχικά δινόταν η περιεκτικότητα λυκοπένιου των τροφίμων σε μg. Για το λόγο αυτό τις πολλαπλασιάσαμε με το 1000 έτσι ώστε να έχουμε mg.⁷

2.3 Συνοδευτικά-Σαλάτες

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται η εβδομαδιαία κατανάλωση συνοδευτικών των γευμάτων που περιέχονται στο ερωτηματολόγιο και αποτελούνται από:

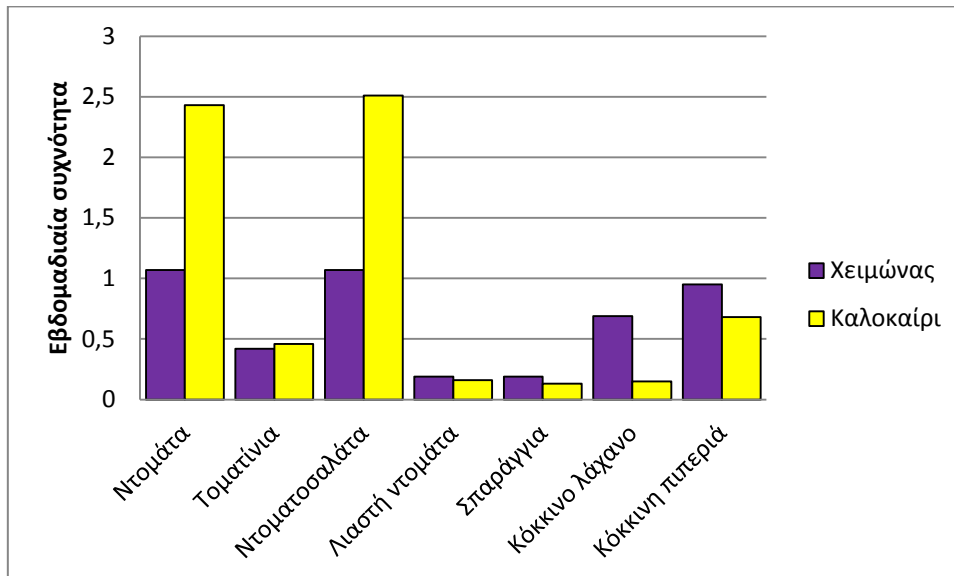
1. Νωπές τομάτες
2. Τοματίνια
3. Ντοματοσαλάτα
4. Λιαστή ντομάτα
5. Σπαράγγια
6. Κόκκινο λάχανο και
7. Κόκκινη πιπεριά

2.3.1 Εβδομαδιαία κατανάλωση συνοδευτικών

Στατιστικά σημαντική (Sign test, $p=0.000<0.05$) είναι η διαφορά στην κατανομή της κατανάλωσης συνοδευτικών ανάμεσα στις δυο εποχές. Το χειμώνα η μέση κατανάλωση είναι στις 4,58 φορές την εβδομάδα, όταν τους καλοκαιρινούς μήνες φτάνει στις 6,52 φορές. Η διαφορά αυτή θεωρείται αναμενόμενη λόγω της εποχικότητας των ειδών και κυρίως της τομάτας. Όπως προκύπτει και από τον πίνακα 11, τα προϊόντα στα οποία υπάρχει σημαντική αύξηση στην κατανάλωσή τους από χειμώνα σε καλοκαίρι είναι η τομάτα ($p=0.000<0.05$), από 1,07 σε 2,43 φορές την εβδομάδα, η τοματοσαλάτα ($p=0.000<0.05$) από 1,07 σε 2,51 φορές την εβδομάδα, ενώ σημαντική μείωση παρατηρείται στο κόκκινο λάχανο ($p=0.000<0.05$) από 0,69 σε 0,15 και τις κόκκινες πιπεριές ($p=0.002<0.05$), από 0,95 σε 0,68 φορές την εβδομάδα. Στα υπόλοιπα προϊόντα δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική μεταβολή στην κατανάλωσή τους ανάμεσα στον χειμώνα και το καλοκαίρι, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 7:

Πίνακας 11: Μέση εβδομαδιαία συχνότητα κατανάλωσης συνοδευτικών ανά εποχή

	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Εβδομαδιαία κατανάλωση λαχανικών	4,58±2,35	6,52±0,95
Τομάτα	1,07±0,16	2,43±0,90
Τοματίνια	0,42±0,08	0,46±0,07
Τοματοσαλάτα	1,07±0,11	2,51±0,97
Λιαστή τομάτα	0,19±0,05	0,16±0,03
Σπαράγγια	0,19±0,05	0,13±0,03
Κόκκινο λάχανο	0,69±0,09	0,15±0,03
Κόκκινη πιπεριά	0,95±0,16	0,68±0,07



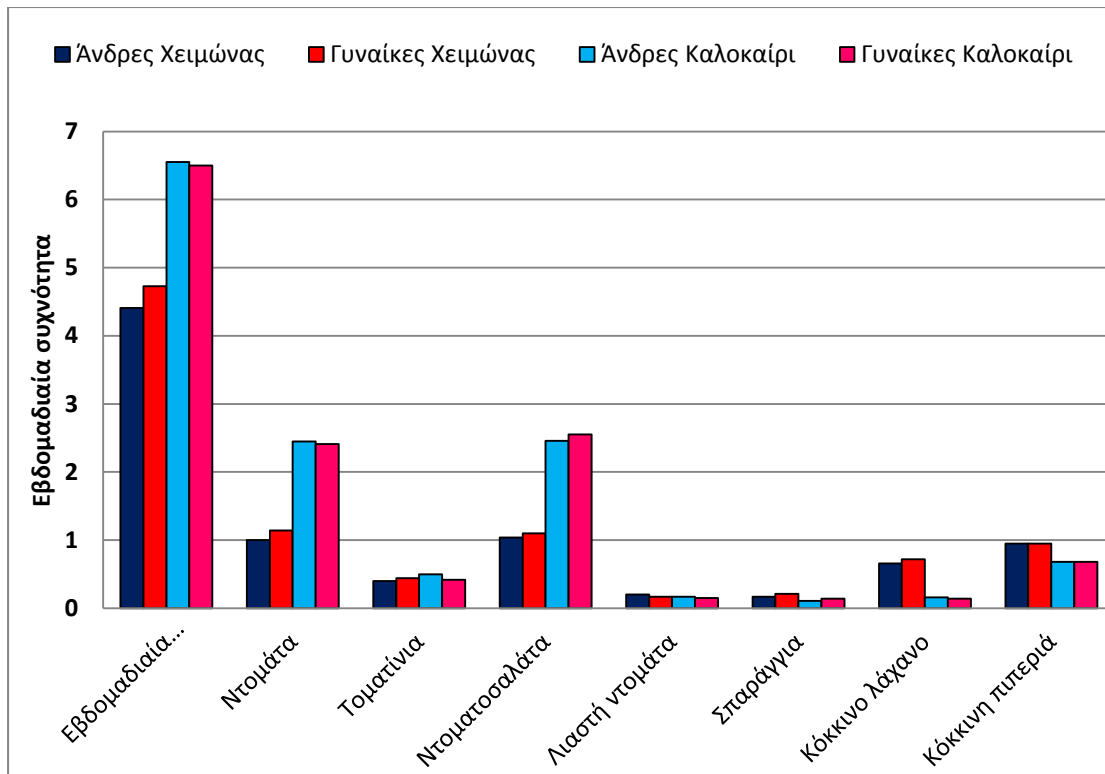
Διάγραμμα 7: Μέση εβδομαδιαία συχνότητα κατανάλωσης συνοδευτικών ανά εποχή

Ως προς το φύλο του δείγματος δεν προκύπτουν σημαντικές διαφορές (Mann-Whitney $p < 0.05$) στην μέση κατανάλωση συνοδευτικών ανάμεσα στις δυο εποχές όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 12 και το διάγραμμα 8:

Πίνακας 12: Μέση εβδομαδιαία συχνότητα κατανάλωσης συνοδευτικών ανά φύλο

	Χειμώνας		Καλοκαίρι	
	Άνδρες	Γυναίκες	Άνδρες	Γυναίκες
Εβδομαδιαία κατανάλωση λαχανικών	4,4±1,19	4,7±1,27	6,6±1,78	6,5±1,76
Τομάτα	1,0±0,27	1,1±0,3	2,5±0,68	2,4±0,65
Τοματίνια	0,4±0,11	0,4±0,11	0,5±0,14	0,4±0,10
Τοματοσαλάτα	1,0±0,02	1,1±0,3	2,5±0,68	2,6±0,7
Λιαστή τομάτα	0,2±0,05	0,2±0,05	0,2±0,06	0,2±0,05
Σπαράγγια	0,2±0,05	0,2±0,06	0,1±0,03	0,1±0,03
Κόκκινο λάχανο	0,7±0,18	0,7±0,19	0,2±0,04	0,1±0,03
Κόκκινη πιπεριά	1,0±0,25	1,0±0,25	0,7±0,19	0,7±0,19

Και στα δυο φύλα όπως και στο σύνολο του δείγματος οι σημαντικές διαφορές στην κατανάλωση των λαχανικών ανά εποχή εντοπίζονται στην αύξηση κατανάλωσης τομάτας και τοματοσαλάτας (Sign test, $p < 0.05$) τους καλοκαιρινούς μήνες και μείωση στο κόκκινο λάχανο και τη κόκκινη πιπεριά, ενώ η κατανάλωση της λιαστής τομάτας και των σπαραγγιών παραμένει στα ίδια επίπεδα χειμώνα καλοκαίρι όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 8: Μέση εβδομαδιαία συχνότητα κατανάλωσης λαχανικών ανά φύλο και εποχή

Σε κάθε εποχή δεν προκύπτει διαφορά ανά τύπο διαβίωσης στη συνολική κατανάλωση συνοδευτικών (Kruskal Wallis test, $p=0.221>0.05$). Η μέση ημερήσια κατανάλωση ανά εποχή και ανά τύπο διαβίωσης παρουσιάζεται στον πίνακα 13. Σε όλους τους τύπους διαβίωσης παρατηρείται στατιστικά σημαντική (Sign test, $p<0.05$) αύξηση στη συνολική κατανάλωση λαχανικών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Συγκεκριμένα, παρατηρείται σημαντική αύξηση (Sign test, $p<0.05$) στην κατανάλωση τοματάς και τοματοσαλάτας, ανεξάρτητα από τον τύπο διαβίωσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Μικρή αλλά σημαντική μείωση στην κατανάλωση κόκκινου λάχανου παρουσιάζουν οι ερωτηθέντες σε όλους τους τύπους διαβίωσης ($p=0.03<0.05$), σύμφωνα με τον μη παραμετρικό έλεγχο Sign test. Επίσης σημαντική μείωση ($p=0.018<0.05$) της κατανάλωσης κόκκινων πιπεριών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρείται σε όσους μένουν με τους γονείς τους και σε αυτούς που απάντησαν “άλλο” στον τύπο διαβίωσης ($p<0.05$). Όσο αναφορά τα τοματίνια, τη λιαστή τομάτα και τα σπαράγγια ($p>0.05$), δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική μεταβολή στην κατανάλωσή τους από το χειμώνα στο καλοκαίρι, για όλους τους τύπους διαβίωσης.

Πίνακας 13: Μέση εβδομαδιαία συχνότητα κατανάλωσης συνοδευτικών ανά τύπο διαβίωσης

Εβδομαδιαία κατανάλωση		Μόνος	Με γονείς	Με σύζυγο	Με σύζυγο & παιδιά	Άλλο
Λαχανικών	Χειμώνας	4,73±1,28	5,12±1,38	4,12±1,11	4,49±1,21	4,94±1,34
	Καλοκαίρι	6,59±1,78	6,43±1,74	6,61±1,79	6,45±1,74	6,67±1,80
Τομάτα	Χειμώνας	1,04±0,28	1,04±0,30	1,07±0,29	1,15±0,31	0,85±0,23
	Καλοκαίρι	2,21±0,60	2,49±0,63	2,66±0,72	2,39±0,65	2,39±0,65
Τοματίνια	Χειμώνας	0,49±0,13	0,38±0,10	0,34±0,09	0,39±0,10	0,98±0,27
	Καλοκαίρι	0,62±0,17	0,36±0,09	0,43±0,12	0,38±0,10	0,75±0,20
Σαλάτα τομάτα	Χειμώνας	1,15±0,31	1,09±0,30	1,05±0,28	1,06±0,29	0,77±0,21
	Καλοκαίρι	2,45±0,66	2,40±0,64	2,65±0,72	2,54±0,69	2,30±0,62
Λιαστή τομάτα	Χειμώνας	0,23±0,06	0,20±0,06	0,20±0,05	0,23±0,06	0,20±0,05
	Καλοκαίρι	0,20±0,05	0,18±0,05	0,20±0,06	0,16±0,04	0,22±0,06
Σπαράγγια	Χειμώνας	0,18±0,05	0,24±0,06	0,21±0,06	0,18±0,05	0,20±0,05
	Καλοκαίρι	0,12±0,03	0,17±0,05	0,11±0,03	0,12±0,02	0,15±0,04
Κόκκινο λάχανο	Χειμώνας	0,66±0,18	1,07±0,29	0,45±0,12	0,60±0,16	0,82±0,22
	Καλοκαίρι	0,16±0,04	0,14±0,04	0,14±0,04	0,15±0,08	0,14±0,04
Κόκκινες πιπεριές	Χειμώνας	0,97±0,26	1,09±0,29	0,80±0,22	0,92±0,25	1,12±0,30
	Καλοκαίρι	0,82±0,22	0,69±0,19	0,52±0,14	0,69±0,19	0,72±0,20

2.3.2 Πρόσληψη Λυκοπένιου από τα συνοδευτικά

Όπως προκύπτει και από την κατανάλωση των λαχανικών στην προηγούμενη παράγραφο, έτσι και στην πρόσληψη λυκοπένιου υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά (Sign test, $p=0.000<0.05$) ανάμεσα στις δυο εποχές. Η αύξηση της πρόσληψης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι σημαντική ($p=0.000<0.05$) τόσο στους άντρες όσο και στις γυναίκες. Τόσο στους χειμερινούς μήνες ($p=0.316>0.05$) όσο και στους καλοκαιρινούς ($p=0.595>0.05$) δεν υπάρχει διαφορά στη μέση πρόσληψη λυκοπένιου από τα συνοδευτικά, ανάμεσα στους άντρες και τις γυναίκες, σύμφωνα με τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney. Αναλυτικά, οι μέσες προσλήψεις ανά εποχή, συνολικά αλλά και για το κάθε φύλο παρουσιάζονται στον πίνακα 14 και το διάγραμμα 9.

Πίνακας 14: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από συνοδευτικά ανά φύλο

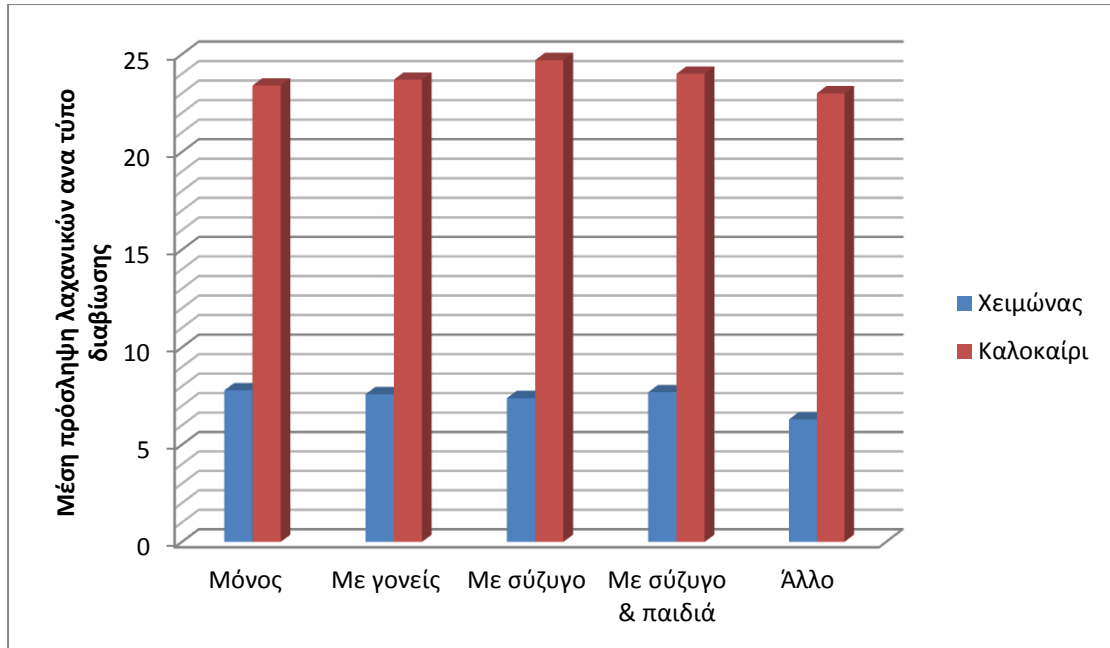
	Χειμώνας			Καλοκαίρι			
	Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο	
Μέση πρόσληψη	7,3±1,97	7,9±2,14	7,6±2,05	23,5±6,35	24,3±6,57	23,9±6,46	
95% Διάστημα εμπιστοσύνης Μέσου	Κάτω Όριο	6,94	7,52	7,34	22,70	23,14	23,1
	Άνω Όριο	7,66	8,28	7,86	24,30	25,46	24,7
Τυπική Απόκλιση	1,97	2,14	2,05	6,35	7,35	7,80	
Ελάχιστο	0	0	0	0	0	0	
Μέγιστο	22,2	22,2	22,20	41,20	44,30	44,3	
Εύρος	22,2	22,2	22,20	41,20	44,30	44,3	

Διάγραμμα 10: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη Λυκοπένιου ανά φύλο σε mg προερχόμενη από τα συνοδευτικά

Σχετικά με τον τύπο διαβίωσης δεν προκύπτει διαφορά στη μέση πρόσληψη, τόσο το χειμώνα ($p=0.981>0.05$) όσο και το καλοκαίρι ($p=0.893$), σύμφωνα με τον μη παραμετρικό έλεγχο Kruskal-Wallis. Αντίθετα σημαντική είναι η διαφορά ανάμεσα στις δυο εποχές για κάθε ένα από τους τύπους διαβίωσης (T-test, $p=0.000<0.05$). Οι μέσες τιμές με τις τυπικές τους αποκλίσεις ανά τύπο διαβίωσης παρουσιάζονται στον πίνακα 15 και διάγραμμα 9:

Πίνακας 15: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη Λυκοπένιου από λαχανικά ανά τύπο διαβίωσης

	Λυκοπένιο σε mg				
	Μόνος	Με γονείς	Με σύζυγο	Με σύζυγο & παιδιά	Άλλο
Χειμώνας	7,8±2,11	7,6±2,05	7,4±2,00	7,7±2,08	6,3±1,70
Καλοκαίρι	23,4±6,3	23,7±6,41	24,7±6,68	24,0±6,49	23,0±6,22



Διάγραμμα 9: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπενίου από λαχανικά ανά τύπο διαβίωσης

2.4 Κυρίως γεύματα

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται η εβδομαδιαία κατανάλωση κάποιων κυρίως γευμάτων ανάλογα και με το είδος τομάτας που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τους. Τα πιάτα αυτά είναι:

1. Τοματόσουπα
2. Μακαρόνια με σάλτσα
3. Κρέας κοκκινιστό
4. Όσπρια
5. Γεμιστά
6. Λαδερά
7. Πίτσα

Οι μορφές τομάτας που χρησιμοποιούνται για το μαγείρεμα των συγκεκριμένων πιάτων είναι: φρέσκια τομάτα, έτοιμη σάλτσα, πελτές, κονκασέ, πουρές τομάτας και αποφλοιωμένη τομάτα.

2.4.1 Μαγειρικές συνήθειες

Σημαντικές είναι οι διαφοροποιήσεις ανά εποχή, στη μορφή της τομάτας που χρησιμοποιείται στην παρασκευή των κυρίως πιάτων όπως φαίνεται και στον πίνακα 16. Συγκεκριμένα τους χειμερινούς μήνες αυξάνεται λόγω εποχής η χρήση των υποκατάστατων της φρέσκιας τομάτας, δηλαδή του πελτέ τομάτας ($p=0.000<0.05$), της κονκασέ κονκασέ ($p=0.001<0.05$), του πουρέ τομάτας ($p=0.002<0.05$) και των αποφλοιωμένων τοματών ($p=0.010<0.05$). Αντίθετα τους καλοκαιρινούς μήνες προτιμάται περισσότερο η χρήση της φρέσκιας τομάτας ($p=0.000<0.05$). Τέλος, σταθερή παραμένει ανεξαρτήτως εποχής η χρήση της έτοιμης σάλτσας ($p=0.144>0.05$) σύμφωνα με τον μη παραμετρικό έλεγχο Sign test.

Πίνακας 16: Μέση εβδομαδιαία συχνότητα χρήσης μορφών τομάτας ανά εποχή

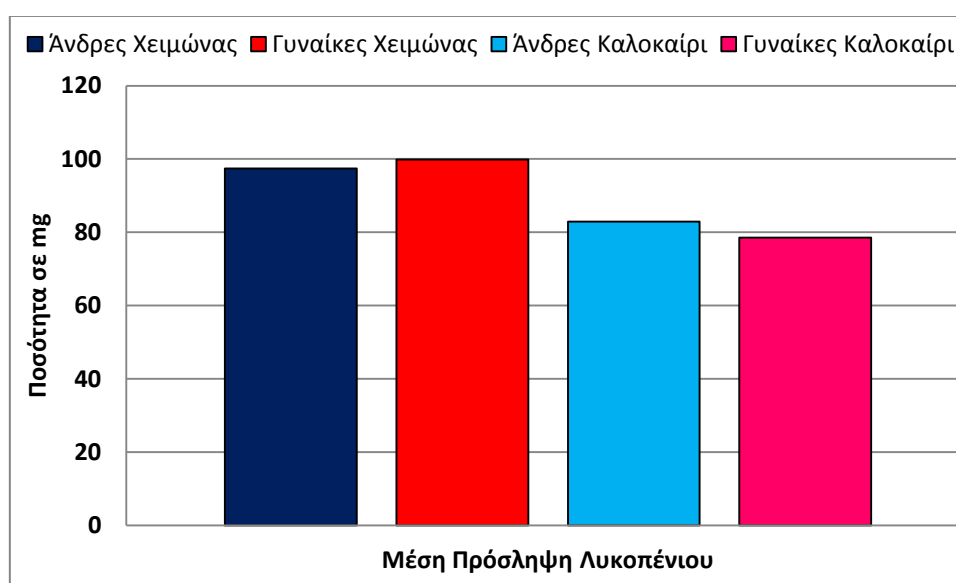
	Φρέσκια Τομάτα	Έτοιμη Σάλτσα	Πελτές Τομάτας	Κονκασέ	Πουρές Τομάτας	Αποφλοιωμένη Τομάτα
Χειμώνας	2,4±0,65	0,4±0,11	0,9±0,15	0,7±0,14	1,2±0,32	0,4±0,10
Καλοκαίρι	3,6±0,97	0,4±0,12	0,5±0,12	0,5±0,13	0,8±0,15	0,2±0,09

2.4.2 Πρόσληψη Λυκοπένιου από κυρίως πιάτα

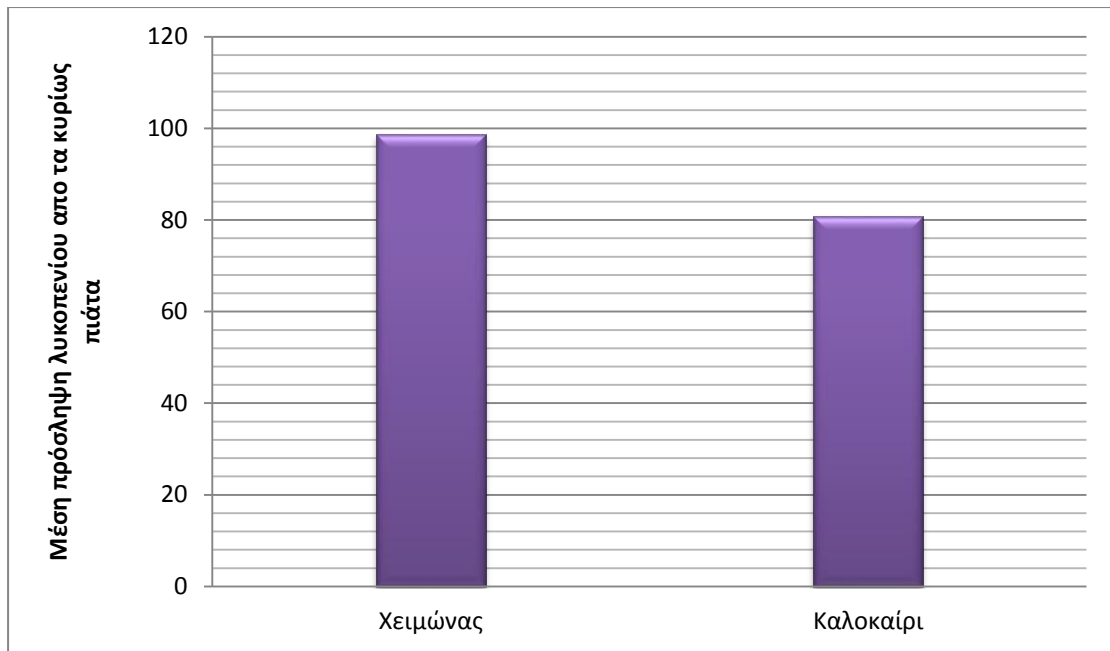
Σχετικά με την πρόσληψη λυκοπένιου από τα κυρίως πιάτα των δυο εποχών παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά (Wilcoxon test, $p=0.00<0.05$), με μεγαλύτερη πρόσληψη τους χειμερινούς μήνες με 98,64 mg και μειωμένη τους καλοκαιρινούς με 80,75 mg. Η διαφορά ανάμεσα στις δυο εποχές δεν μπορεί να θεωρηθεί σημαντική στους άντρες ($p=0.088>0.05$) αλλά είναι στατιστικά σημαντική στις γυναίκες ($p=0.02<0.05$). Αντίθετα σε κάθε εποχή δεν προκύπτει διαφορά ανάμεσα στα δυο φύλα ($p=0.603>0.05$ το χειμώνα, $p=0.334>0.05$ το καλοκαίρι). Τα στατιστικά μεγέθη ανά φύλο και ανά εποχή παρουσιάζονται στον πίνακα 17, στο διάγραμμα 10 και 11:

Πίνακας 17: Μέση εβδομαδιαία λήψη λυκοπένιου από κυρίως πιάτα ανά φύλο

		Λυκοπένιο σε mg					
		Χειμώνας			Καλοκαίρι		
		Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο
Μέση πρόσληψη		97,4±29,82	99,8±26,99	98,64±30,20	82,9±25,37	78,6±21,25	80,75±24,72
95% Διάστημα εμπιστοσύνης Μέσου	Κάτω Όριο	92,1	95,03	94,88	78,38	74,85	77,67
	Άνω Όριο	102,7	104,57	102,40	87,42	82,35	83,83
Τυπική Απόκλιση		29,82	26,99	30,20	25,37	21,25	24,72
Ελάχιστο		3,20	3,20	3,20	12,70	3,20	3,20
Μέγιστο		198,8	209,6	209,60	175,80	167,20	175,80
Εύρος		195,6	206,4	206,40	163,10	164,00	172,60



Διάγραμμα 10: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από κυρίως πιάτα ανά φύλο σε mg

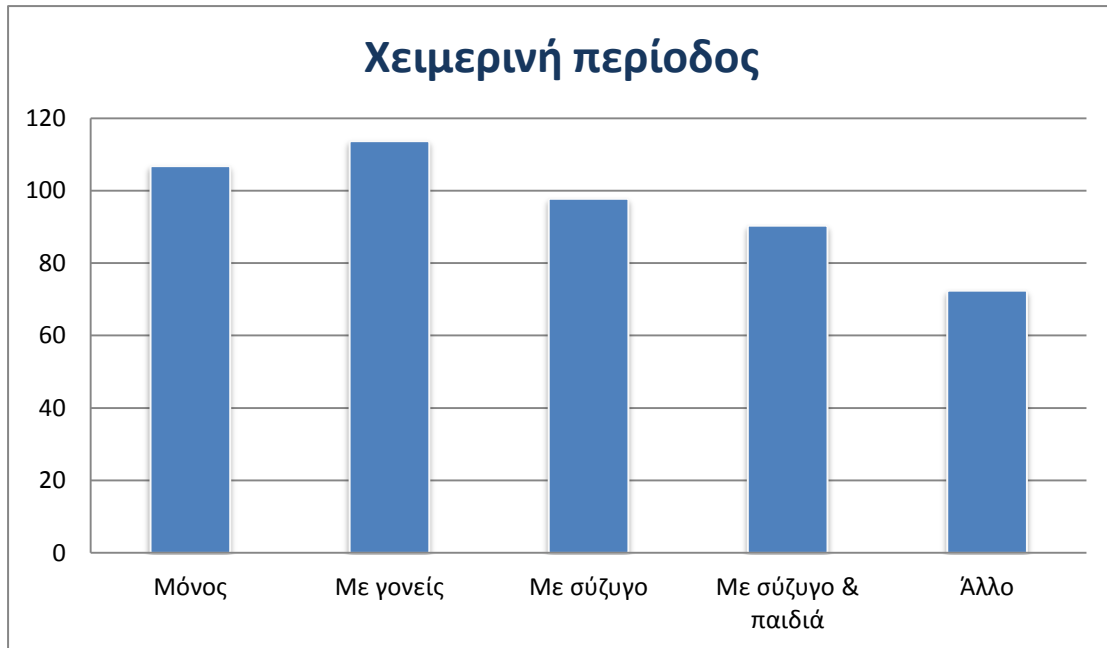


Διάγραμμα 11: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπενίου από τα κυρίως πιάτα μεταξύ των δύο εποχών

Ως προς τον τύπο διαβίωσης στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους χειμερινούς και τους καλοκαιρινούς μήνες εντοπίζονται σε όσους ζουν με τους γονείς τους (T-test, $p=0.017<0.05$), σε όσους ζουν με σύζυγο (Wilcoxon, $p=0.042<0.05$) και σε όσους ζουν με σύζυγο και παιδιά ($p=0.001<0.05$). Σημαντικές διαφορές προκύπτουν και ανάμεσα στους τύπους διαβίωσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες καθώς οι παντρεμένοι με παιδιά έχουν χαμηλότερη πρόσληψη λυκοπενίου (Kruskal-Wallis, $p=0.015<0.05$) από τους υπολοίπους. Αντιθέτως των χειμώνα οι διαφορές που προκύπτουν δε μπορούν να θεωρηθούν στατιστικά σημαντικές εκτός από αυτούς που απάντησαν άλλο οι οποίοι έχουν τη χαμηλότερη πρόσληψη λυκοπενίου. Αναλυτικά τα στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 18 και στα διαγράμματα 12 και 13 για τη χειμερινή και την θερινή περίοδο αντίστοιχα:

Πίνακας 18: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη από τα κυρίως πιάτα λυκοπένιου ανά τύπο διαβίωσης

Λυκοπένιο σε mg					
	Μόνος	Με γονείς	Με σύζυγο	Με σύζυγο & παιδιά	Άλλο
Χειμώνας	100,83±30,87	113,70±34,81	97,75±29,92	90,33±27,65	72,24±22,11
Καλοκαίρι	89,70±27,46	93,82±28,72	78,57±24,05	65,16±19,95	84,48±25,86



Διάγραμμα 12: Μέση πρόσληψη λυκοπένιου από τα κυρίως πιάτα ανά τύπο διαβίωσης



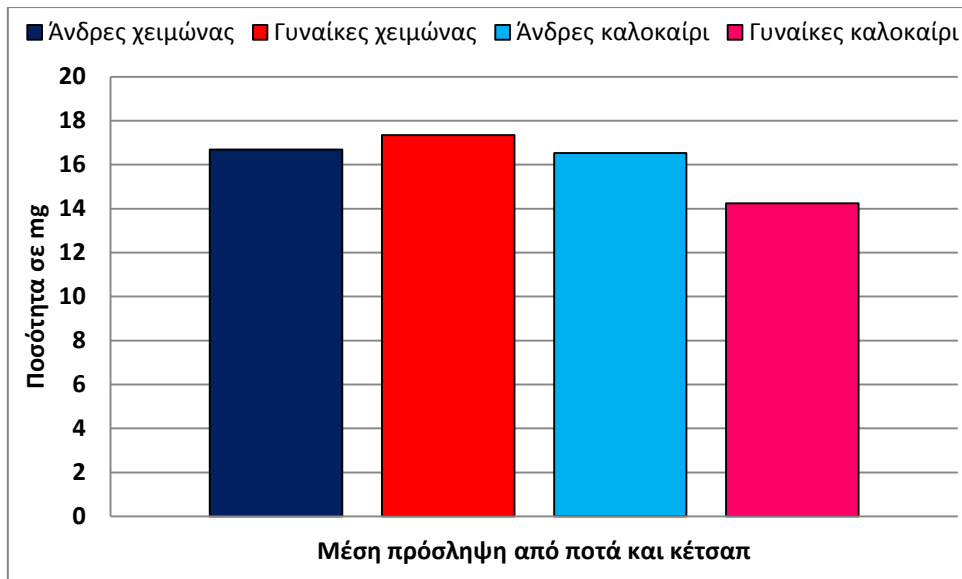
Διάγραμμα 13: Μέση πρόσληψη λυκοπένιου από τα κυρίως πιάτα ανά τύπο διαβίωσης

2.5 Ποτά και κέτσαπ

Μια άλλη κατηγορία του ερωτηματολογίου αποτελείται από την κατανάλωση ποτών με βάση την τομάτα, όπως ο τοματοχυμός και το Bloodymary, καθώς και την κέτσαπ. Στην κατηγορία αυτή δεν παρατηρείται διαφορά (Wilcoxon, $p=0.733>0.05$) στην μέση πρόσληψη λυκοπένιου ανάμεσα στο χειμώνα και το καλοκαίρι. Επίσης δεν παρατηρείται διαφορά ανάμεσα στα δυο φύλα τόσο κατά το χειμώνα ($p=0.904>0.05$) όσο και το καλοκαίρι ($p=0.281>0.05$). Χωρίς σημαντικές διαφορές είναι και η κατανάλωση ανάμεσα στις δυο εποχές από τους άνδρες (Wilcoxon, $p=0.926>0.05$) και για τις γυναίκες (Wilcoxon, $p=0.549>0.05$). Τα στατιστικά μεγέθη ανά φύλο παρουσιάζονται στον πίνακα 19, ενώ η έλλειψη διαφορών είναι φανερή και στο διάγραμμα 14:

Πίνακας 19: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από ποτά και κέτσαπ ανά φύλο

		Λυκοπένιο σε mg					
		Χειμώνας			Καλοκαίρι		
		Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο
Μέση πρόσληψη		16,69±4,03	17,34±4,68	17,02±4,36	16,53±3,63	14,24±3,79	15,39±3,70
95% Διάστημα εμπιστοσύνης	<i>Κάτω όριο</i>	15,98	16,51	16,47	15,88	13,57	14,93
	<i>Άνω όριο</i>	17,41	18,17	17,57	17,18	14,91	15,85
Τυπική απόκλιση		4,03	4,68	4,36	3,63	3,79	3,70
Ελάχιστο		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέγιστο		27,19	45,76	27,19	27,19	37,76	37,76
Εύρος		27,19	45,76	27,19	27,19	37,76	37,76



Διάγραμμα 14: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από ποτά και κέτσαπ ανά φύλο σε mg

Ένδειξη σημαντικών διαφορών έδωσαν και οι έλεγχοι ανάμεσα στους τύπους διαβίωσης τόσο κατά τον χειμώνα (Kruskal-Wallis test, $p=0.235>0.05$) όσο και το καλοκαίρι (Kruskal-Wallis test, $p=0.142>0.05$) , ενώ οι συγκρίσεις ανάμεσα στις δύο εποχές για κάθε τύπο διαβίωσης δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές εκτός από τους παντρεμένους (Kruskal- Wallis test, $p=0,148>0,05$) καθώς και αυτούς τους οποίους απάντησαν "άλλο" στον τύπο διαβίωσης (Kruskal- Wallis test, $p=0,25>0,05$) οι οποίοι έχουν σημαντική μείωση πρόσληψης λυκοπενίου από την κατηγορία αυτή των τροφίμων κατά τους θερινούς μήνες. Τα στοιχεία ανά τύπο διαβίωσης παρουσιάζονται στον πίνακα 20:

Πίνακας 20: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από ποτά και κέτσαπ ανά τύπο διαβίωσης

	Λυκοπένιο σε mg				
	Μόνος	Με γονείς	Με σύζυγο	Με σύζυγο & παιδιά	Άλλο
Χειμώνας	13,52±3,91	19,24±4,05	20,09±6,26	15,17±4,10	20,21±5,46
Καλοκαίρι	15,45±4,05	20,02±3,74	9,97±2,69	17,34±4,69	9,34±2,53

2.6 Φρούτα

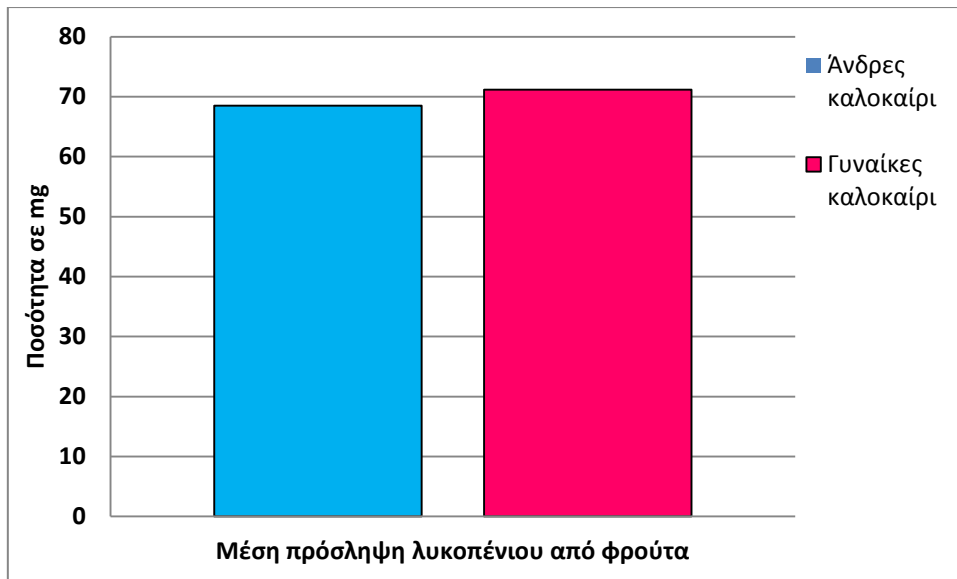
Λόγω της εποχικότητας των φρούτων που περιέχονται στο ερωτηματολόγιο, οι απαντήσεις που δόθηκαν έχουν να κάνουν μόνο με τους καλοκαιρινούς μήνες και δεν υπάρχει νόημα σύγκρισής τους με τους χειμερινούς μήνες. Για το λόγο αυτό οι έλεγχοι που γίνονται στην παράγραφο αυτή περιορίζονται μόνο στο καλοκαίρι. Τα φρούτα που περιέχει το ερωτηματολόγιο είναι:

1. Καρπούζι (αριθμός φετών)
2. Γκρέϊπφρουτ
3. Σαγκουίνι και
4. Μάνγκο

Η μέση πρόσληψη λυκοπένιου από τα φρούτα τους καλοκαιρινούς μήνες, συνολικά και ανά φύλο παρουσιάζονται στον πίνακα 21 και το διάγραμμα 15. Η πρόσληψη αυτή κυμαίνεται στα 68,48 mg για τους άντρες και τα 71,17 mg για τις γυναίκες, με συνολική μέση τιμή τα 69,83 mg. Σύμφωνα με τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney ($p=0.492>0.05$) δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δυο φύλα.

Πίνακας 21: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από φρούτα

Λυκοπένιο σε mg				
		Καλοκαίρι		
		Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο
Μέση πρόσληψη		68,48±18,51	71,17±19,25	69,83±18,88
95% Διάστημα Εμπιστοσύνης Μέσου	Κάτω όριο	65,19	67,76	67,48
	Άνω όριο	71,77	74,57	72,18
Τυπική απόκλιση		18,51	19,25	18,88
Ελάχιστο		0,00	0,00	0,00
Μέγιστο		362,94	324,05	362,94
Εύρος		362,94	324,05	362,94

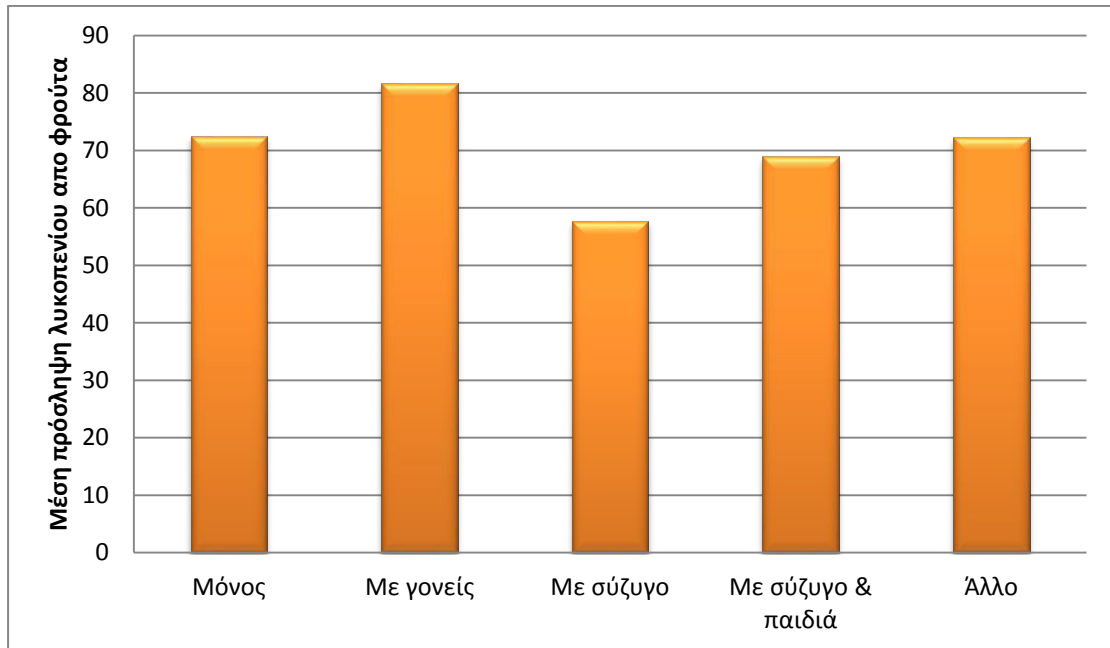


Διάγραμμα 15: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από φρούτα σε mg

Ανά τύπο διαβίωσης οι μέσες προσλήψεις παρουσιάζονται στον πίνακα 22 και το διάγραμμα 16. Ανάμεσα στους πέντε διαφορετικούς τύπους διαβίωσης, δεν εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.215>0.05$) σύμφωνα με τον μη παραμετρικό έλεγχο Kruskal-Wallis εκτός από τους παντρεμένους οι οποίοι έχουν μικρότερη μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου σε σχέση με τους υπολοίπους (Mann Witney $p=0,003<0,05$).

Πίνακας 22: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου από φρούτα ανά τύπο διαβίωσης σε mg
Λυκοπένιο σε mg

	Μόνος	Με γονείς	Με σύζυγο	Με σύζυγο & παιδιά	Άλλο
Καλοκαίρι	72,40±19,58	81,69±22,10	57,73±15,61	68,98±18,65	72,26±19,54



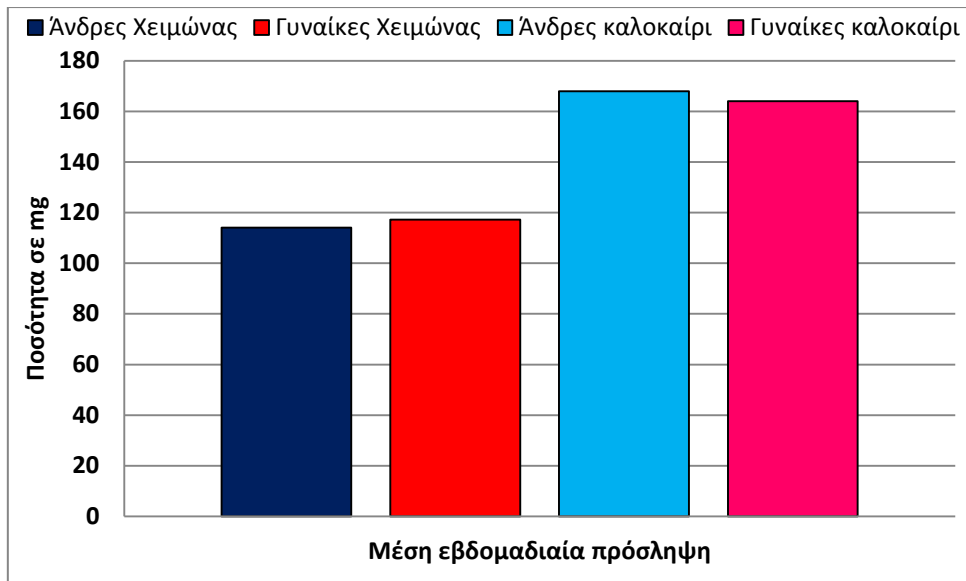
Διάγραμμα 16: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπενίου από φρούτα ανά τύπο διαβίωσης σε mg

2.7 Συνολική πρόσληψη Λυκοπένιου

Η συνολική μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου κατά τους χειμερινούς μήνες είναι στα 115,67 mg και αυξάνεται στα 165,93 mg το καλοκαίρι. Η μεγάλη αυτή αύξηση είναι στατιστικά σημαντική ($p=0.000<0.05$) σύμφωνα με τους μη παραμετρικούς ελέγχους Wilcoxon και Sign test για ζευγαρωτές παρατηρήσεις. Η αύξηση αυτή είναι εξίσου σημαντική τόσο στους άντρες ($p=0.000<0.05$), όσο και στις γυναίκες ($p=0.000<0.05$). Αντιθέτως, τόσο το χειμώνα ($p=0.768>0.05$) όσο και το καλοκαίρι ($p=0.843>0.05$) δεν μπορεί να γίνει δεκτή η υπόθεση ότι διαφέρει η μέση εβδομαδιαία πρόσληψη ανάμεσα στα δυο φύλα, σύμφωνα με τον έλεγχο Mann-Whitney. Αναλυτικά η συνολική πρόσληψη λυκοπένιου, ανά φύλο, παρουσιάζεται στον πίνακα 23 και η μέση πρόσληψη στο διάγραμμα 17.

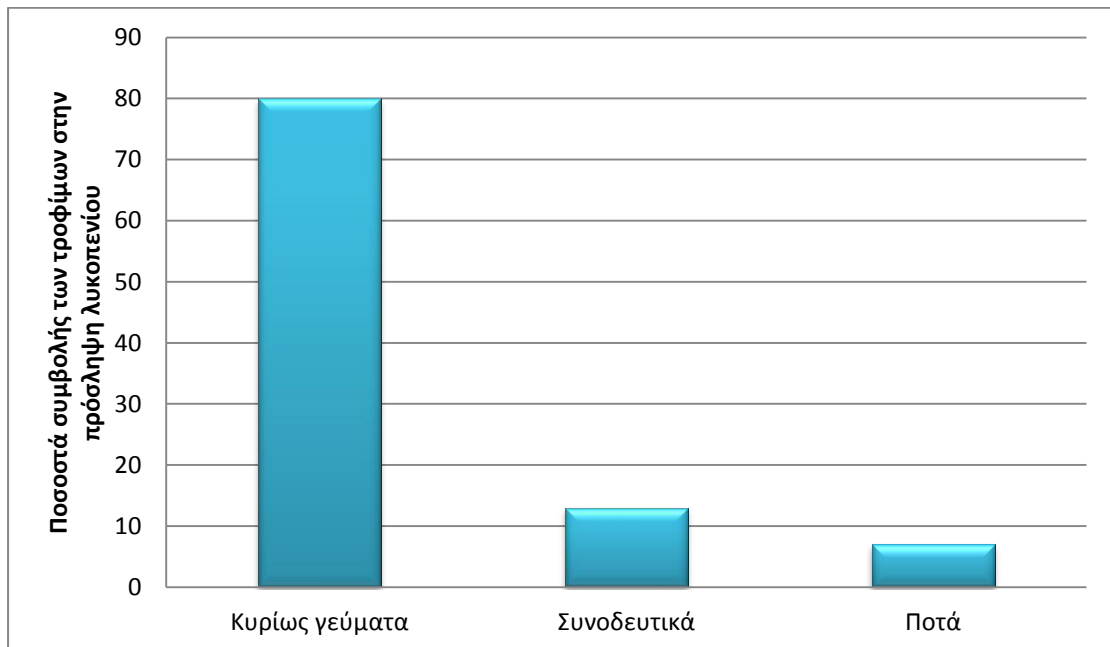
Πίνακας 23: Εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου ανά φύλο

Λυκοπένιο σε mg							
	Χειμώνας			Καλοκαίρι			
	Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο	
Μέση πρόσληψη	114,13±37,10	117,18±38,04	115,67±37,51	167,89±50,78	163,99±51,17	165,93±50,88	
95% Διάστημα εμπιστοσύνης	<i>Κάτω όριο</i>	107,53	110,46	110,99	158,85	154,95	159,58
	<i>Άνω όριο</i>	120,73	123,90	120,35	176,93	173,03	172,28
Τυπική απόκλιση	37,10	38,04	37,51	50,78	51,17	50,88	
Ελάχιστο	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	
Μέγιστο	308,14	503,21	503,21	518,70	691,76	691,76	
Εύρος	304,97	500,04	500,04	515,53	688,59	688,59	

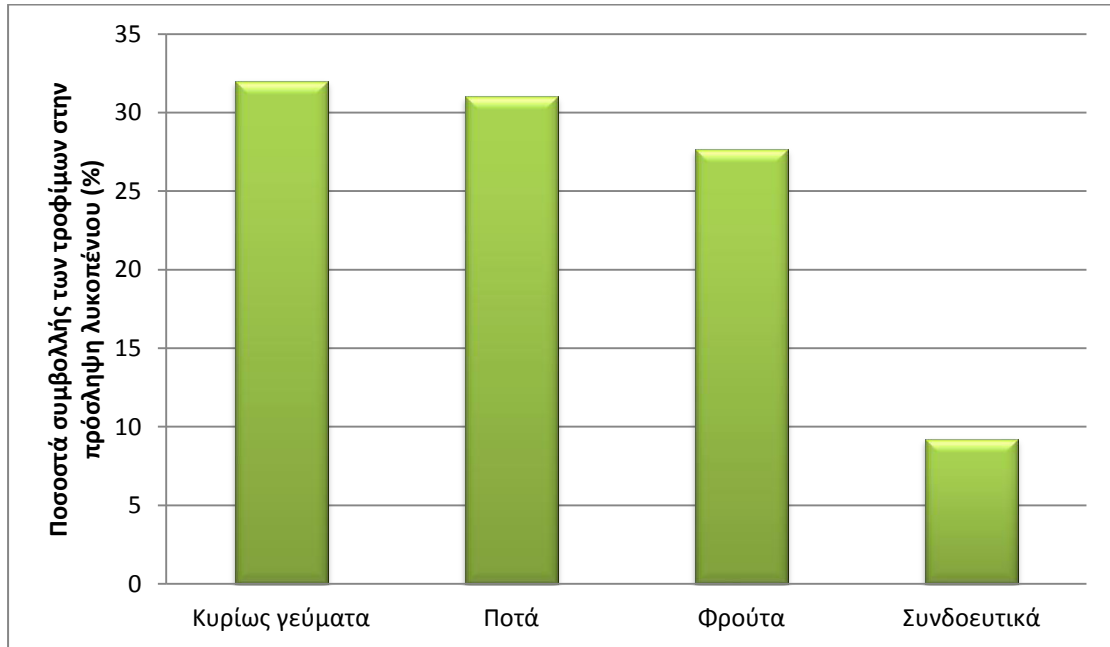


Διάγραμμα 17: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου σε mg ανά φύλο

Στα διαγράμματα 18 και 19 παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή πρόσληψης λυκοπένιου από τις πέντε βασικές κατηγορίες που αναπτύχθηκαν παραπάνω, για το χειμώνα και το καλοκαίρι αντίστοιχα, χωρίς όμως την κατηγορία των φρούτων. Κατά τη χειμερινή περίοδο, κανένας από τους ερωτηθέντες δεν κατανάλωσε τα συγκεκριμένα φρούτα που περιέχουν λυκοπένιο με αποτέλεσμα το ποσοστό των φρούτων να είναι μηδενικό και η κατηγορία των φρούτων κατά τη χειμερινή περίοδο να μη συμπεριληφθεί καθόλου στα αποτελέσματα.



Διάγραμμα 18: Ποσοστιαία συμβολή των τροφίμων στην πρόσληψη λυκοπένιου κατά τη χειμερινή περίοδο (%)

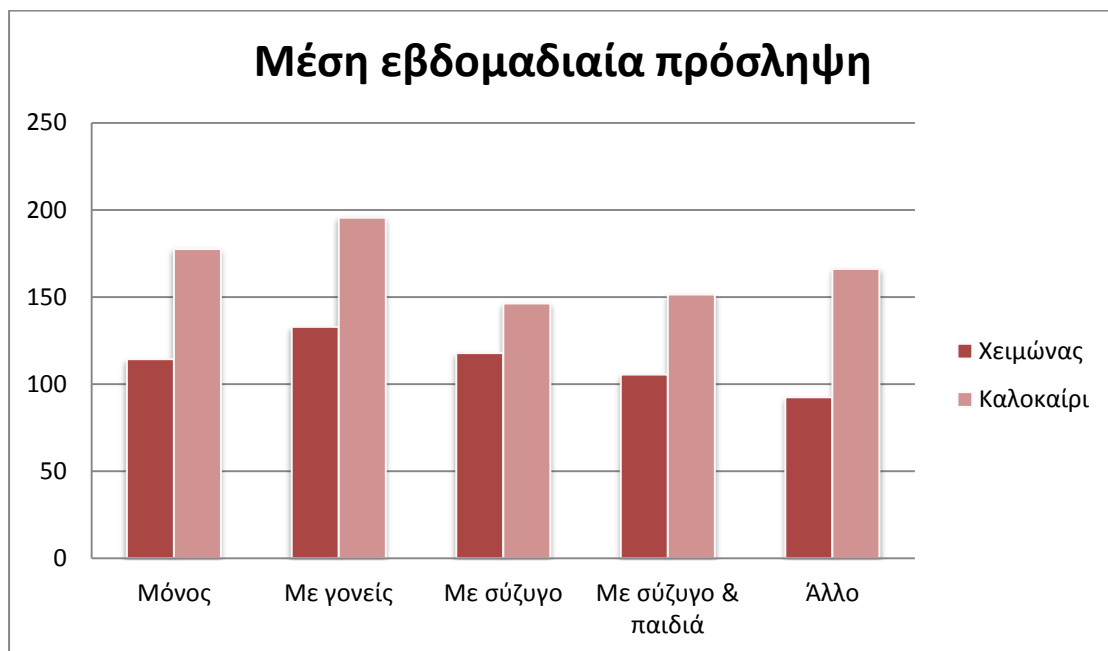


Διάγραμμα 19: Ποσοστιαία συμβολή των τροφίμων στην πρόσληψη λυκοπενίου κατά τη θερινή περίοδο (%)

Σχετικά με τον τύπο διαβίωσης, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά (Kruskal-Wallis, $p=0.039<0.05$) κατά τους θερινούς μήνες, όπου όσοι ζουν με σύζυγο ή με σύζυγο και παιδιά, έχουν σημαντικά μειωμένη πρόσληψη λυκοπενίου σε σχέση με τους υπολοίπους. Όπως και το χειμώνα παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά με αυτούς που έχουν απαντήσει “άλλο” και τους παντρεμένους με παιδιά να εμφανίζουν τη χαμηλότερη πρόσληψη λυκοπενίου σε σχέση με τους υπολοίπους (Kruskal-Wallis, $p=0.0430<0.05$). Η συγκρίσεις των μέσων τιμών για κάθε τύπο διαβίωσης (T-Test και Wilcoxon test, $p<0.05$) ανά εποχή έδειξαν όλες την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής αύξησης της μέσης εβδομαδιαίας πρόσληψης λυκοπενίου κατά τους θερινούς μήνες. Αναλυτικά οι μέσες προσλήψεις ανά τύπο διαβίωσης παρουσιάζονται στον πίνακα 24 και διάγραμμα 20.

Πίνακας 24: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου ανά τύπο διαβίωσης

Λυκοπένιο σε mg					
	Μόνος	Με γονείς	Με σύζυγο	Με σύζυγο & παιδιά	Άλλο
Χειμώνας	114,35±33,85	132,94±41,06	117,84±44,24	105,51±32,47	92,45±20,45
Καλοκαίρι	177,57±45,58	195,54±55,93	146,28±48,29	151,48±53,13	166,09±34,68



Διάγραμμα 20: Μέση εβδομαδιαία πρόσληψη λυκοπένιου ανά τύπο διαβίωσης ανά εποχή σε mg

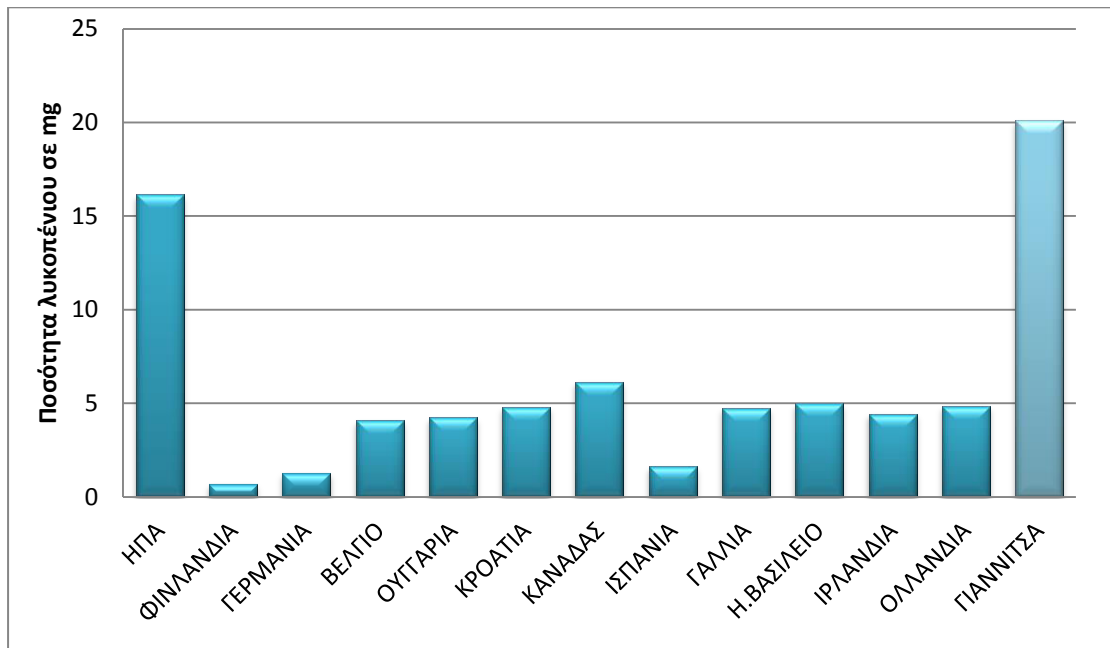
3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

3.1 Ημερήσια πρόσληψη λυκοπένιου στην Ελλάδα και άλλες χώρες

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι η μέση ημερήσια πρόσληψη σε mg του λυκοπένιου στην περιοχή των Γιαννιτσών, τον χειμώνα είναι $16,52 \pm 5,36$ mg/d και το καλοκαίρι $23,70 \pm 7,25$ mg/d ενώ συνολικά η μέση ημερήσια πρόσληψη είναι $20,11 \pm 6,36$ mg/d. Στον πίνακα 25 και διάγραμμα 21 παρουσιάζεται η συνολική μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπένιου σε διάφορες χώρες όπως αυτές προκύπτουν από την πρόσφατη διεθνή βιβλιογραφία.

Πίνακας 25: Μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπένιου (mg) σε διάφορες χώρες

Χώρα	Μέση ημερήσια πρόσληψη (mg)	
ΗΠΑ	16,15 ¹⁴	
Φιλανδία	0,70	
Γερμανία	1,30 ⁸	
Βέλγιο	4,10 ⁹	
Ουγγαρία	4,26 ¹⁰	
Κροατία	4,82 ¹¹	
Καναδάς	6,14 ¹²	
Ισπανία	1,64 ¹³	
Γαλλία	4,75 ¹³	
Η. Βασίλειο	5,01 ¹³	
Ιρλανδία	4,43 ¹³	
Ολλανδία	4,86 ¹³	
Γιαννιτσά (παρούσα εργασία)	Χειμώνας	16,52
	Καλοκαίρι	23,70



Διάγραμμα 21: Μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου σε mg σε διάφορες χώρες

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των T-test, είναι στατιστικά σημαντική η μεγαλύτερη μέση ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου στην περιοχή των Γιαννιτσών (όπου έγινε η μελέτη για την παρούσα εργασία) σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες. Ακόμα αξίζει να σημειωθεί ότι η μέση ημερήσια πρόσληψη στις ΗΠΑ βρίσκεται στα ίδια επίπεδα ($p=0.582>0.05$) με την αντίστοιχη πρόσληψη των κατοίκων των Γιαννιτσών μόνο κατά την χειμερινή περίοδο.

Μάλιστα, στις 5 τελευταίες ευρωπαϊκές χώρες του πίνακα, σύμφωνα με μια μελέτη που έγινε στην οποία συμμετείχαν οι παρακάτω χώρες: Ηνωμένο Βασίλειο, Δημοκρατία της Ιρλανδίας, Ισπανία, Γαλλία και Ολλανδία αναφέρεται ότι η κύρια πηγή πρόσληψης λυκοπενίου και στις πέντε χώρες ήταν η τομάτα.¹³ Οι τιμές της συνολικής μέσης πρόσληψης των παραπάνω χωρών κυμαίνονται από 1,6-5 mg/d σε αντίθεση με την περιοχή των Γιαννιτσών που η συνολική τιμή της μέσης ημερήσιας πρόσληψης αγγίζει τα 20,11 mg/d. Άρα παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην πρόσληψη λυκοπενίου μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών με την περιοχή των Γιαννιτσών να έχει την μεγαλύτερη ημερήσια πρόσληψη.

Στη συγκεκριμένη μελέτη οι πέντε κύριες πηγές τροφίμων πρόσληψης λυκοπενίου ήταν η τομάτα, η πίτσα, η σούπα τομάτας, ο πουρές τομάτας και ο τοματοπολτός. Τα ποσοστά των τροφίμων που συμβάλλουν στην πρόσληψη λυκοπενίου στις παραπάνω χώρες παρατίθενται στον πίνακα 26.

Πίνακας 26: Ποσοστά τροφίμων που συμβάλλουν στην πρόσληψη λυκοπένιου (%)

	Γαλλία ₁₃	Ιρλανδία ₁₃	Η.Βασίλειο ₁₃	Ολλανδία ₁₃	Ισπανία ₁₃	Γιαννιτσά
Τομάτες	25	-	21	16	55	54,1
Πολτός τομάτας	16	23	20	-	-	-
Πίτσα	16	16	15	16	-	-
Σούπα τομάτας	-	17	-	29	-	-
Πουρές τομάτας	-	-	-	-	42	24,4
Χυμός τομάτας						21,5

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των παραπάνω χωρών μόνο όσον αφορά την πρόσληψη λυκοπένιου που συνδέεται με την κατανάλωση πίτσας. Στην Ισπανία, σε αντίθεση με τις άλλες τέσσερις χώρες η κατανάλωση της πίτσας είχε μια μικρή συμβολή στην πρόσληψη λυκοπένιου ενώ οι κύριες πηγές ήταν άλλα πιάτα όπως φρέσκια τομάτα και πολτός τομάτας.¹³

Στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην περιοχή των Γιαννιτσών όπου έγινε η παρούσα μελέτη οι κύριες πηγές πρόσληψης λυκοπένιου είναι: το κυρίως γεύμα (56,03%), τα συνοδευτικά (11,09%) και τα ποτά (19,03%) καθώς επίσης και τα φρούτα (13,85%) αλλά μόνο κατά την θερινή περίοδο.

Τα κυρίως γεύματα συμπεριλαμβάνουν τη φρέσκια τομάτα, την έτοιμη σάλτσα, τομάτα πελτές σε κονσέρβα, τομάτα κονκασέ σε κονσέρβα, τομάτα πουρές σε κονσέρβα, αποφλοιωμένες τομάτες και φρέσκια τομάτα.

Τα συνοδευτικά συμπεριλαμβάνουν: την τομάτα νωπή, τοματίνια, τοματοσαλάτα, λιαστή τομάτα, σπαράγγια, κόκκινο λάχανο και κόκκινη πιπεριά, ενώ η κατηγορία του ποτού και του κέτσαπ συμπεριλαμβάνει το τοματοχυμό, το Bloody Mary και το κέτσαπ.

Η ποσοστιαία συμμετοχή των τροφίμων στη πρόσληψη του λυκοπένιου είναι διαφορετική τον χειμώνα και διαφορετική το καλοκαίρι, όπως αναφέρεται στα αποτελέσματα της εργασίας αυτής και ανακεφαλαιώνονται αμέσως παρακάτω:

Ποσοστά τροφίμων που συμβάλλουν στην πρόσληψη λυκοπένιου στην περιοχή των Γιαννιτσών κατά την χειμερινή περίοδο (%) :

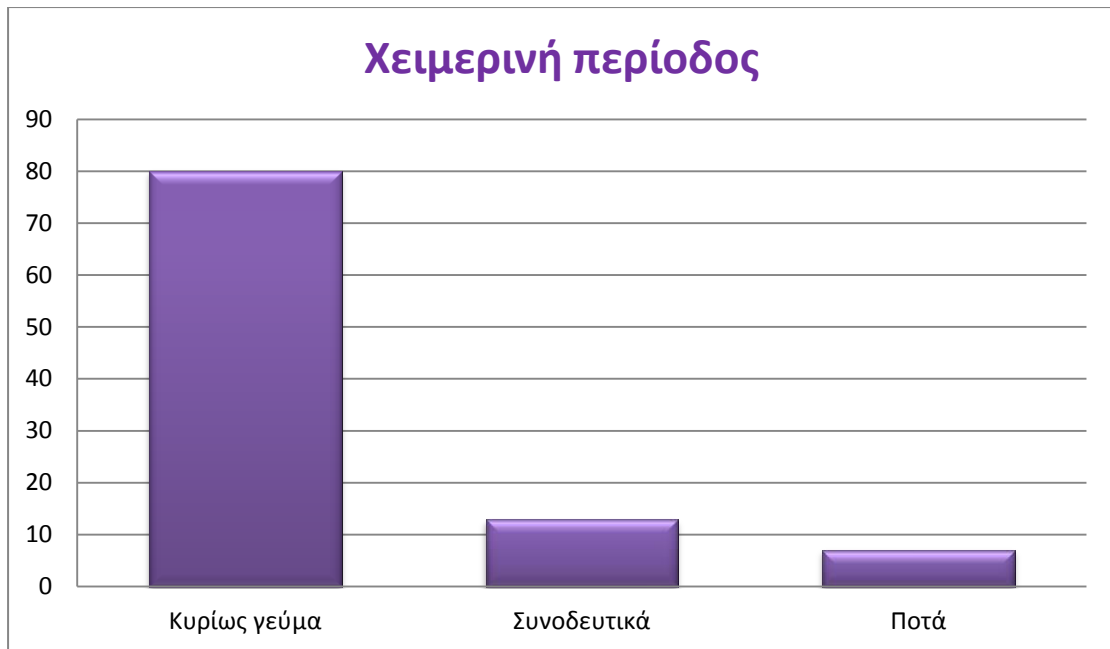
Κυρίως γεύμα	80,04
Συνοδευτικά	12,95
Ποτά	7,01

Όπως παρατηρούμε και από τον πίνακα, ο οποίος προέκυψε από την παρούσα εργασία, υπάρχουν και άλλες πηγές που συμβάλλουν στην πρόσληψη λυκοπένιου από αυτές των παραπάνω χωρών όπως είναι ο χυμός τομάτας ως συστατικό τροφίμων και διάφορων ποτών και το έτοιμο κέτσαπ.

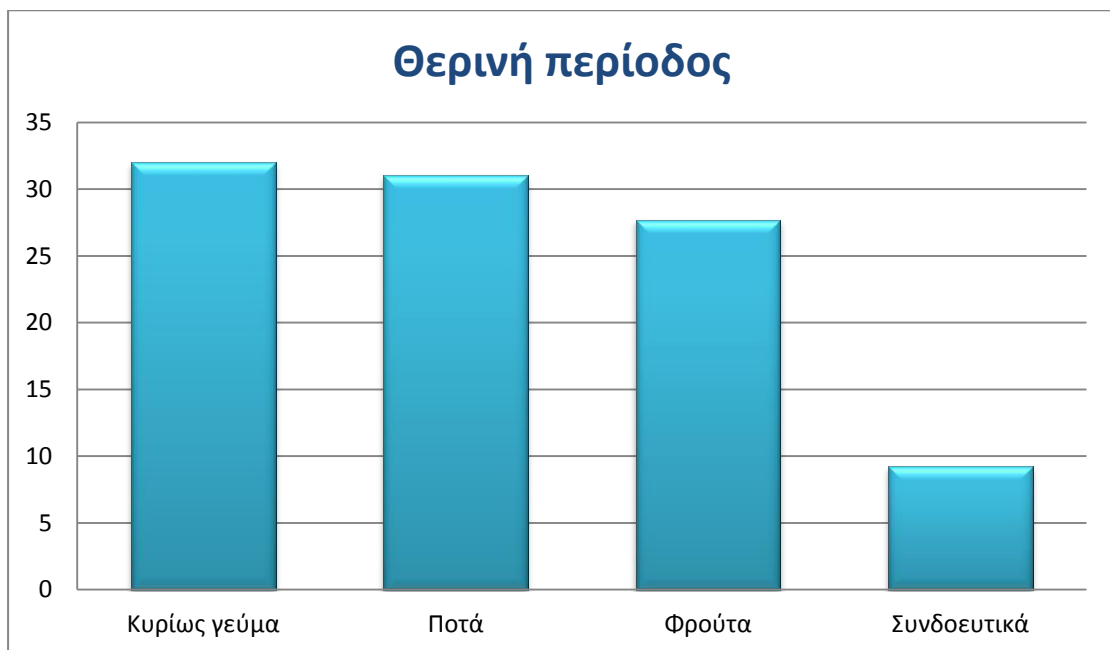
Ποσοστά τροφίμων που συμβάλλουν στην πρόσληψη λυκοπένιου στην περιοχή των Γιαννιτσών κατά την θερινή περίοδο (%):

Κυρίως γεύματα	32,02
Συνοδευτικά	9,23
Ποτά	27,70
Φρούτα	31,05

Με βάση των παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι κατά την θερινή περίοδο συμβάλλει σημαντικά στην πρόσληψη λυκοπενίου εκτός από το κυρίως γεύμα και η κατηγορία των φρούτων η οποία συμπεριλαμβάνει το καρπούζι, το γκρέιπφρουτ, το σαγκουίνι και το μάνγκο. Στα διαγράμματα 22 και 23 της ενότητας “Συζήτηση των Αποτελεσμάτων” παρουσιάζονται οι ποσοστιαίες προσλήψεις λυκοπενίου από τις κατηγορίες τροφίμων κατά τη χειμερινή και την θερινή περίοδο αντίστοιχα:



Διάγραμμα 22: Ποσοστιαία συμβολή των τροφίμων στην πρόσληψη λυκοπενίου κατά τη χειμερινή περίοδο (%)



Διάγραμμα 23: Ποσοστιαία συμβολή των τροφίμων στην πρόσληψη λυκοπενίου κατά τη θερινή περίοδο (%)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανακεφαλαιώνοντας, προκύπτει ότι η συνολική μέση ημερήσια πρόσληψη στην περιοχή των Γιαννιτσών είναι στα **20,11 mg/ ανά άτομο** όταν στις υπόλοιπες χώρες κυμαίνεται από **1,6- 5 mg/ ανά άτομο** εκτός τις ΗΠΑ όπου η μέση ημερήσια πρόσληψη (**16,15 mg/ ανά άτομο**) βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με την αντίστοιχη κατά την χειμερινή περίοδο των Γιαννιτσών (**16,52 mg/ ανά άτομο**).

Η μέση πρόσληψη λυκοπένιου από τα συνοδευτικά είναι μεγαλύτερη κατά τους θερινούς μήνες (**23,9 mg/ ανά άτομο**) ενώ υπάρχει σημαντική μείωση κατά τους χειμερινούς μήνες (**7,6 mg/ ανά άτομο**).

Αυτοί οι οποίοι απάντησαν στον τύπο διαβίωσης “άλλο” καταναλώνουν λιγότερες φορές την εβδομάδα λαχανικά από τις υπόλοιπες κατηγορίες κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο χωρίς όμως να υπάρχει σημαντική στατιστικώς διαφορά. Σημαντική παρατηρείται η αύξηση κατανάλωσης λαχανικών κατά τους θερινούς μήνες απ’ όλες τις κατηγορίες (*Διάγραμμα 9*). Αντίθετα η πρόσληψη λυκοπένιου από τα κυρίως πιάτα παρουσιάζει αύξηση το χειμώνα και μείωση το καλοκαίρι (*Διάγραμμα 11*).

Όσο αναφορά τον τύπο διαβίωσης αυτοί οι οποίοι απάντησαν “άλλο” κατά τη χειμερινή περίοδο έχουν τη χαμηλότερη πρόσληψη λυκοπενίου από τα κυρίως πιάτα (**72,24 mg/ ανά άτομο**) ενώ αυτοί οι οποίοι ζουν με τους γονείς τους έχουν την υψηλότερη (**113,70 mg/ ανά άτομο**). Κατά τη θερινή περίοδο τη χαμηλότερη πρόσληψη την έχουν οι παντρεμένοι με παιδιά (**65,16 mg/ ανά άτομο**) ενώ την υψηλότερη πάλι αυτοί που ζουν με τους γονείς τους (**89,70 mg/ ανά άτομο**) (*Διαγράμματα 12 και 13 αντίστοιχα*).

Μείωση της πρόσληψης λυκοπενίου κατά τους θερινούς μήνες υπάρχει και στην κατηγορία των ποτών και του κέτσαπ αφού το χειμώνα η μέση πρόσληψη είναι στα **17,02 mg/ ανά άτομο** ενώ το καλοκαίρι στα **15,39 mg/ ανά άτομο** χωρίς όμως να παρατηρείται σημαντική στατιστικώς διαφορά.

Αντίθετα το καλοκαίρι υπάρχει μεγάλη πρόσληψη λυκοπενίου και από μια άλλη κατηγορία τροφίμων τα φρούτα. Λόγω της εποχικότητας τους, το χειμώνα δεν μπορούν να συμπεριληφθούν στη κατηγορία των τροφίμων για την πρόσληψη λυκοπενίου από αυτά. Η κατηγορία των ατόμων που ζει με τους γονείς τους φαίνεται να έχει τη μεγαλύτερη πρόσληψη (**81,69 mg/ ανά άτομο**) ενώ αυτοί οι οποίοι είναι παντρεμένοι την μικρότερη (**57,73 mg/ ανά άτομο**) (*Διάγραμμα 16*).

Τέλος, μεγάλη αύξηση παρατηρείται κατά τη θερινή περίοδο στη συνολική πρόσληψη λυκοπενίου του δείγματος με μέση πρόσληψη τα **165,93 mg/ ανά άτομο** όταν τη χειμερινή περίοδο μόλις που αγγίζει τα **115,67 mg/ ανά άτομο**.

Συνολικά, αυτοί οι οποίοι ζούν με τους γονείς τους προσλαμβάνουν περισσότερο λυκοπένιο και κατά τη διάρκεια του χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι από τους υπολοίπους ενώ τη χαμηλότερη πρόσληψη κατά τους χειμερινούς μήνες την εμφανίζει η κατηγορία “Άλλο” ενώ κατά τους θερινούς μήνες οι παντρεμένοι και οι παντρεμένοι με παιδιά (*Διάγραμμα 20*)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) ΠΕΤΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (με έμφαση στην επιστήμη τροφίμων) Όμηρος εκδοτική, Θεσσαλονίκη 2000, σ.342
- 2) ΠΕΤΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (με έμφαση στην επιστήμη τροφίμων) Όμηρος εκδοτική, Θεσσαλονίκη 2000, σ.79-88
- 3) ΠΕΤΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (με έμφαση στην επιστήμη τροφίμων) Όμηρος εκδοτική, Θεσσαλονίκη 2000, σ. 302
- 4) ΠΕΤΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (με έμφαση στην επιστήμη τροφίμων) Όμηρος εκδοτική, Θεσσαλονίκη 2000, σ. 89-169
- 5) ΠΕΤΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (με έμφαση στην επιστήμη τροφίμων) Όμηρος εκδοτική, Θεσσαλονίκη 2000, σ. 315
- 6) ΠΕΤΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (με έμφαση στην επιστήμη τροφίμων) Όμηρος εκδοτική, Θεσσαλονίκη 2000, σ. 255-299
- 7) USDA National Nutrient for Standard Reference, Release 25 Lycopene (μg) content of Selected foods per common Measure, sorted by nutrient content
- 8) A.V. Rao, M.R. Ray, L.G. Rao, (2006), Lycopene, Advances in Food and Nutrition Research, Volume 51, 2006, Pages 99-164
- 9) S.Vandevijvere, T.Cucu, C.Vinkx, K.Huvaere, I.Huybrechts and J. Van Loco, (2013), Dietary intake of lycopene by the Belgian adult population, Public Health Nutrition
- 10) A. Lugasi, L. Bíró, J. Hónárie, K. V. Sági, S. Brandt, É. Barna, (2003), Lycopene content of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population, NutritionResearch, Volume 23, Issue 8, August 2003, Pages 1035-1044
- 11) K. Marković, M. Hruškar, N. Vahčić, (2006), Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians, Nutrition Research, Volume 26, Issue 11, November 2006, Pages 556-560

- 12) E.S. Mackinnon, A.V. Rao, L.G. Rao, (2009), Lycopene intake by Canadian women is variable, similar among different ages, but greater than that reported for women in other countries, *J Med Food*, Aug 2009, Pages 829-35
- 13) A European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a five-country comparative study, *British Journal of Nutrition* (2001), 85, 499- 507
- 14) Dominique S Michaud, Diane Feskanich, Eric B Rimm, Graham A Colditz, Frank E Speizer, Walter C Willett, and Edward Giovannucci, Intake of specific carotenoids and risk of lung cancer in 2 prospective US cohorts, , *The American Journal of Nutrition*

A ομάδα

- Φύλο: _____
- Ηλικία: _____
- Ζείτε: _____ μόνος _____ με γονείς _____ με σύζυγο
_____ με σύζυγο και παιδιά _____ άλλο
- Εκπαίδευση: _____ Υποχρεωτική _____ Μέση
_____ Ανώτατη
- Προτιμάτε τα έτοιμα γεύματα ή τα μαγειρεμένα;
_____ Έτοιμα _____ Μαγειρεμένα

B ομάδα

Καταγραφή ημερήσιας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων πλούσια σε λυκοπένιο κατά τους χειμερινούς μήνες

Συνοδευτικά- Σαλάτες:

Πόσο συχνά καταναλώνετε τα παρακάτω τρόφιμα; (εβδομαδιαία)

- | | | | | | | | |
|--------------------------|--------|---|---|---|---|---|----|
| • Τομάτα νωπή: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Τοματίνια: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Λιαστή τομάτα: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Τοματοσαλάτα: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Σπαράγγια: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Κόκκινο λάχανο: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Κόκκινη πιπεριά: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |

Κυρίως πιάτα:

Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω τρόφιμα στα κυρίως πιάτα σας; (εβδομαδιαία)

- | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|---|----|
| • Φρέσκια τομάτα: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Έτοιμη σάλτσα: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Τομάτα πελτές κονσέρβα: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Τομάτα πουρές κονσέρβα: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |
| • Αποφλοιωμένες τομάτες: Καμιά | Σπάνια | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | >6 |

Ποτά και κέτσαπ:

Πόσο συχνά καταναλώνεται ποτά που περιέχουν τομάτα ή κέτσαπ; (εβδομαδιαία)

- Τοματοχυμός: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Bloody Mary: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Κέτσαπ: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6

Φρούτα:

- Γκρέιπφρουτ: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Σαγκουίνι: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Μάνγκο: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6

Γομάδα

Καταγραφή ημερήσιας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων πλούσια σε λυκοπένιο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες

Συνοδευτικά- Σαλάτες:

Πόσο συχνά καταναλώνετε τα παρακάτω τρόφιμα; (εβδομαδιαία)

- Τομάτα νωπή: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Τοματίνια: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Λιαστή τομάτα: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Τοματοσαλάτα: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Σπαράγγια: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Κόκκινο λάχανο: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Κόκκινη πιπεριά: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6

Κυρίως πιάτα:

Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω τρόφιμα στα κυρίως πιάτα σας; (εβδομαδιαία)

- Φρέσκια τομάτα: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Έτοιμη σάλτσα: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Τομάτα πελτές κονσέρβα: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Τομάτα πουρές κονσέρβα: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Αποφλοιωμένες τομάτες: Καμιά Σπάνια 1 2 3 4 5 >6

Ποτά και κέτσαπ:

Πόσο συχνά καταναλώνεται ποτά που περιέχουν τομάτα ή κέτσαπ; (εβδομαδιαία)

- Τοματοχυμός: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Bloody Mary: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Κέτσαπ: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6

Φρούτα:

- Γκρέιπφρουτ: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Σαγκουίνι: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Μάνγκο: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6
- Καρπούζι: Σπάνια 1 2 3 4 5 >6