



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

*"ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε ΣΕ ΜΑΓΕΙΡΕΜΕΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗΣ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ"*

Καλέργη Αικατερίνη

ΑΜ 214029

Αθήνα 2019



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

**Χίου Αντωνία (επιβλέπουσα καθηγήτρια),
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας – Διατροφής,
Σχολή Επιστημών Υγείας και Αγωγής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Γιάννη Αμαλία,
Μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας – Διατροφής, Σχολή Επιστημών
Υγείας και Αγωγής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Φραγκοπούλου Ελισάβετ,
Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας – Διατροφής, Σχολή
Επιστημών Υγείας και Αγωγής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

Αθήνα 2019

Εγώ, η Καλέργη Αικατερίνη, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

1. Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
2. Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

Περιεχόμενα

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε	11
1.1. Η Βιταμίνη Ε	11
1.2. Πηγές.....	12
1.3. Πέψη, απορρόφηση, μεταφορά & αποθήκευση.....	14
1.4. Αντιοξειδωτικές ιδιότητες και άλλες δράσεις.....	15
1.5. Ανεπάρκεια σε βιταμίνη Ε.....	17
2. Θερμική υποβάθμιση και προστασία της Βιταμίνης Ε	18
2.1. Τηγάνισμα	18
2.2. Διαφορετικοί τρόποι μαγειρέματος	21
3. Μεσογειακή Διατροφή.....	22
3.1. Ελαιόλαδο	24
3.2. Πιάτα μεσογειακής κουζίνας	25
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	26
1. Σκοπός	27
2. Δείγματα και προετοιμασία.....	27
3. Εκχύλιση βιταμίνης Ε	28
4. Πειραματική πορεία.....	29
5. Αποτελέσματα και συζήτηση	29
6. Συμπέρασμα.....	33
Βιβλιογραφία	35

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατανομή βιταμερών βιταμίνης E σε φυτικά έλαια. *ΔΠ = δεν προσδιορίστηκε. (Rizvi et al., 2014; Steinhart & Rathjen, 2003)	13
Πίνακας 2: Περιεκτικότητα παρθένου ελαιόλαδου σε τοκοφερόλες (Hassaridou et al. 1994, Psomiadou et al. 2000).....	14
Πίνακας 3: Συγκέντρωση βιταμίνης E (mg/100 g νωπού τροφίμου) σε λαδερά γεύματα και όσπρια.....	26
Πίνακας 4: Η % περιεκτικότητα στα συστατικά των μαγειρεμένων πιάτων.	28
Πίνακας 5: Συγκέντρωση τοκοφερολών (mg/100 g τροφίμου) σε μαγειρεμένα λαδερά φαγητά και όσπρια.....	31
Πίνακας 6: Περιεκτικότητα βιταμίνης E σε μαγειρεμένα λαδερά φαγητά και όσπρια (mg/100g τροφίμου). Δύο διαφορετικοί προσδιορισμοί.	32
Πίνακας 7: Συγκέντρωση τοκοφερολών ανά μερίδα τροφίμου και ποσοστό κάλυψης ημερήσιων αναγκών.	33

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς όλους τους ανθρώπους που συνείσφεραν στην εκπόνηση της πτυχιακής μου μελέτης. Αρχικά, ευχαριστώ την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κυρία Χίου Αντωνία για τη πολύτιμη βοήθεια της, την καθοδήγηση καθώς και τις συμβουλές της καθ' όλη τη διάρκεια της δημιουργίας της παρούσας μελέτης. Επίσης, τα άτομα που εργάστηκαν προκειμένου να λάβω στα χέρια μου τα απαραίτητα δείγματα και τον εξοπλισμό που χρειάστηκαν. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στη διμελή επιτροπή αποτελούμενη από την κυρία Γιάννη Αμαλία και Φραγκοπούλου Ελισάβετ για το ενδιαφέρον που έδειξαν και που παραβρέθηκαν στην παρουσίαση της εργασίας μου. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου που με στήριξαν μέχρι και το πέρας των ακαδημαϊκών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιταμίνη Ε είναι μία λιποδιαλυτή βιταμίνη που περιέχεται κυρίως στα φυτικά τρόφιμα και στα έλαια. Αποτελείται από μια φαινολική λειτουργική ομάδα σε έναν χρωμανικό δακτύλιο και μία πλευρική αλυσίδα δεκαέξι ατόμων άνθρακα. Βρίσκεται σε δύο ισομορφές τις τοκοφερόλες με κορεσμένες πλευρικές αλυσίδες και τις τοκοτριενόλες με ακόρεστες πλευρικές αλυσίδες. Ανακαλύφθηκε το 1922 από τους ο Herbert McLean Evans και Katharine J. Scott Bishop. Πήρε το όνομα της λόγω της φυσιολογικής της δράσης να προάγει την αναπαραγωγική υγεία. Η ανεπάρκεια βιταμίνης Ε προκαλεί στειρότητα σε άνδρες και γυναίκες, αν και είναι σπάνια αφού παρέχεται πλουσιοπάροχα μέσω των φυτικών προϊόντων. Η προσφορά κυρίως της α-τοκοφερόλης ως αντιοξειδωτικό είναι υψίστης σημασίας, καθώς έχει την ικανότητα να εξουδετερώνει τις δραστικές ρίζες οξυγόνου αποτρέποντας την οξειδωτική διαδικασία στον οργανισμό. Επιπλέον, η γ-τοκοφερόλη προστατεύει τα εγκεφαλικά κύτταρα από βλάβες και μαζί με μεταβολίτες της τοκοφερόλης, ιδιαίτερα τα προϊόντα καρβοξυαιθυλο- υδροξυχρωμάνες (CEHC) έχουν αντιφλεγμονώδεις, αντινεοπλασματικές και νατριουρητικές λειτουργίες.

Αρκετές μελέτες έχουν διεξαχθεί προκειμένου να προσδιοριστούν οι μεταβολές της βιταμίνης Ε κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Τα δεδομένα συχνά είναι αντιφορούμενα, θέλοντας από τη μία τη βιταμίνη να υποβαθμίζεται κατά τη θερμική επεξεργασία και από την άλλη το τρόφιμο να ενισχύεται σε τοκοφερόλες. Ωστόσο, εξαρτάται τόσο από το χρόνο, τη θερμοκρασία, τον τρόπο μαγειρέματος όσο και από την προετοιμασία του ωμού τροφίμου.

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι ο προσδιορισμός των επιπέδων της βιταμίνης Ε σε αρακά λαδερό, μπάμιες λαδερές, φασολάκια πράσινα λαδερά, αγκινάρες αλά πολιτά, μπριάμ, φακές σε σούπα, μαυρομάτικα φασόλια και ρεβίθια σε σούπα, που αποτελούν γεύματα της μεσογειακής διατροφής πλούσια σε τοκοφερόλες. Για την εκπόνηση της πειραματικής διαδικασίας τα τρόφιμα μαγειρεύτηκαν, πολτοποιήθηκαν, λυοφυλιώθηκαν και στη συνέχεια ορισμένη ποσότητα τροφίμου χρησιμοποιήθηκε για εκχύλιση, συμπύκνωση και προσδιορισμό

με αναλυτική μέθοδο υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC) στο εργαστήριο Χημείας- Φυσικοχημείας- Βιοχημείας του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου. Η α- τοκοφερόλη βρέθηκε να επικρατεί σε όλα τα μαγειρεμένα τρόφιμα έχοντας τη μεγαλύτερη συγκέντρωση έναντι των υπόλοιπων τοκοφερολών. Τέλος, στα ρεβίθια σούπα υπάρχουν επίσης σημαντικές ποσότητες (β+γ)- και δ- τοκοφερόλης και στα μαυρομάτικα φασόλια δ- τοκοφερόλης.

Λέξεις κλειδιά: βιταμίνη Ε, τοκοφερόλες, αντιοξειδωτικό, θερμική επεξεργασία, μαγειρεμένα λαδερά φαγητά, μαγειρεμένα όσπρια, προσδιορισμός τοκοφερολών

ABSTRACT

Vitamin E is a fat-soluble vitamin contained mainly in plant foods and oils. It consists of a phenolic functional group on a chromanic ring linked to a side chain of sixteen carbon atoms. It is found in two isoforms the tocopherols with saturated side chains and the tocotrienols with unsaturated side chains. It was discovered in 1922 by Herbert McLean Evans and Katharine J. Scott Bishop. She took her name because of her normal action to promote reproductive health. Vitamin E deficiency causes infertility in men and women, although it is seldom because it is provided richly through plant products. The predominance of α -tocopherol as an antioxidant is of paramount importance as it has the ability to clear reactive oxygen radicals by preventing the oxidative process in the body. In addition, γ -tocopherol protects brain cells from lesions and together with tocopherol metabolites, in particular the carboxy-ethyl-hydroxychroman (CEHC) products have anti-inflammatory, antitumor and natriuretic functions.

Several studies have been conducted to determine changes in vitamin E during cooking. The data is often controversial, wanting on the one hand the vitamin to be degraded during heat treatment and on the other the food is boosted in tocopherols. However, it depends both on time, temperature, cooking method, and preparation of the raw food.

The purpose of this study is to determine the levels of vitamin E in oily peas, oily okras, oily green beans, artichokes a la polita, briam, lentils as soup, black-eyed beans and chickpeas as soup, which are meals of the Mediterranean diet rich in tocopherols. To prepare the experimental process, the food was cooked, pulped, lyophilized, and then a certain amount of food was used for extraction, condensation and determination by high performance liquid chromatography analytical HPLC (HPLC) in the Chemistry-Physicochemistry-Biochemistry Laboratory of the Harokopio University. The α -tocopherol was found to predominate in all cooked foods with the highest concentration compared to the other tocopherols. Finally, there are also significant

quantities of (b+g)- and d- tocopherol in chickpeas soup and d- tocopherol in the black-eyed beans.

Keywords: vitamin E, tocopherols, antioxidant, heat treatment, cooked oily foods, cooked legumes, tocopherols determination

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

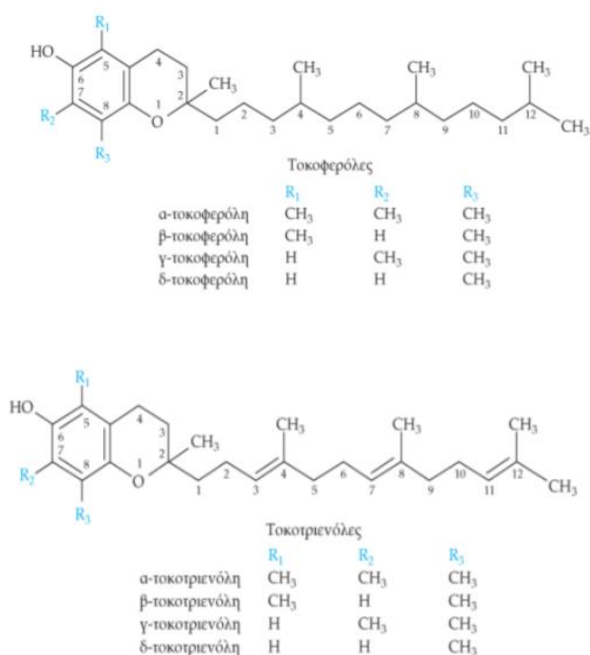
1. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε

1.1. Η Βιταμίνη Ε

Το 1922 ο Herbert McLean Evans, ενδοκρινολόγος και καθηγητής της Ιατρικής Σχολής της Καλιφόρνιας και η γιατρός Katharine J. Scott Bishop, ανακάλυψαν την ύπαρξη μίας ακόμη βιταμίνης, πέρα από τις ήδη έως τότε γνωστές, η οποία συνδέεται με την αναπαραγωγική ικανότητα. Οι δύο ερευνητές εφάρμοσαν πειράματα σε αρουραίους τρέφοντας τους με καθαρά θρεπτικά συστατικά και με τις μέχρι τότε γνωστές βιταμίνες και παρατήρησαν ότι, παρ' όλο που οι αρουραίοι αναπτύσσονταν κανονικά, παρουσίαζαν προβλήματα στην αναπαραγωγή. Ωστόσο, όταν εμπλούτιζαν τη διατροφή τους με σπόρους σιταριού η ανικανότητα αυτή έπαυε να υφίσταται (Evans & Bishop, 1922). Αργότερα, το 1936, ο Evans απομόνωσε από φυτικά έλαια μια λιπαρή ουσία με χημικό τύπο $C_{29}H_{50}O_2$, την οποία ονόμασε τοκοφερόλη λόγω της φυσιολογικής της δράσης (γεννώ + φέρω). Ως κύρια φυσική πηγή τοκοφερόλης χρησιμοποίησε το σιτέλαιο, ένα φυτικό έλαιο που βρίσκεται στα φύτρα σιταριού, τα οποία είναι ιδιαίτερα πλούσια σε α-τοκοφερόλη, αλλά και τις άλλες τοκοφερόλες. Αργότερα, το 1937, ο Fernholtz παρουσίασε την πλήρη χημική δομή της ένωσης. Έπειτα, διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν και άλλες ενώσεις με παραπλήσια δομή, με διαφορές μόνο στον αριθμό και στις θέσεις μεθυλίων, που συλλογικά ονομάστηκαν τοκοφερόλες (E. Fernholz, 1937).

Η βιταμίνη Ε ανήκει στην ομάδα των λιποδιαλυτών βιταμινών. Περιλαμβάνει οκτώ συστατικά, τα βιταμερή, και κάθε βιταμερές περιέχει μια φαινολική λειτουργική ομάδα σε έναν χρωμανικό δακτύλιο, καθώς και μια προσδεδεμένη πλευρική αλυσίδα. Τα βιταμερή της βιταμίνης Ε διαχωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις τοκοφερόλες και τις τοκοτριενόλες. Οι τοκοφερόλες έχουν κορεσμένες πλευρικές αλυσίδες με δεκαέξι άτομα άνθρακα, ενώ οι τοκοτριενόλες, που καλούνται επίσης τριενόλες, έχουν ακόρεστες πλευρικές αλυσίδες με δεκαέξι άτομα άνθρακα. Επί της ουσίας, οι τοκοτριενόλες διαφέρουν από τις τοκοφερόλες καθώς έχουν τρεις διπλούς

δεσμούς στην ισοπρενοειδή πλευρική αλυσίδα. Κάθε κατηγορία αποτελείται από τέσσερα βιταμερή, τα οποία διαφέρουν ως προς τον αριθμό και τη θέση των μεθυλομάδων στο χρωμανικό δακτύλιο. Αυτά διακρίνονται σε α,β,γ ή δ βιταμερή (Hunter & Cahoon, 2007). Παράλληλα, είναι γνωστό πως όλες οι τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες που βρίσκονται στα φυτά έχουν μία στερεοχημεία του τυπού RRR. Οι μορφές R χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα στερεοϊσομερή των ασύμμετρων μορίων, όπως και της βιταμίνης E στην προκειμένη περίπτωση (Cook-Mills, Abdala-Valencia, & Hartert, 2013; Cook-Mills & McCary, 2010).



Εικόνα 1: Δομή των τοκοφερολών και τοκοτριενολών (Cook-Mills & McCary, 2010).

1.2. Πηγές

Η βιταμίνη E βρίσκεται τόσο σε φυτικά όσο και σε ζωικά τρόφιμα. Τα φυτικά τρόφιμα και ειδικότερα τα φυτικά έλαια, θεωρούνται οι πλουσιότερες πηγές βιταμίνης E. Η ποσότητα της βιταμίνης E στα φρούτα και τα λαχανικά επηρεάζεται από το είδος, την ποικιλία, το βαθμό ωριμότητας, τις συνθήκες καλλιέργειας και τον χρόνο και τρόπο συγκομιδής. Ακόμη και μετά τη συγκομιδή, η μεταβολή της περιεκτικότητας σε βιταμίνη E προκαλείται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών επεξεργασίας, του χρόνου αποθήκευσης, των συνθηκών προετοιμασίας

του δείγματος και την αναλυτική μέθοδο (Chun, Lee, Ye, Exler, & Eitenmiller, 2006). Μεγάλες συγκεντρώσεις α- τοκοφερόλης απαντώνται στο κραμβέλαιο, το ελαιόλαδο, το ηλιέλαιο και το έλαιο βαμβακόσπορου. Τα έλαια σόγιας και καλαμποκιού περιέχουν κάποιες ποσότητες α-τοκοφερόλης, αλλά σημαντικά υψηλότερες ποσότητες γ-τοκοφερόλης. Τρόφιμα που παρασκευάζονται από φυτικά έλαια καθώς και από ξηρούς καρπούς αποτελούν επίσης καλές πηγές βιταμίνες E. Οι β-, γ-, και δ-τοκοφερόλες βρίσκονται κυρίως στα τμήματα των φυτών που δεν περιέχουν χλωροπλάστες, ενώ στα φύλλα και στα άλλα πράσινα μέρη του φυτού υπάρχει κυρίως α-τοκοφερόλη και σε μικρές ποσότητες γ-τοκοφερόλη. Οι τοκοτριενόλες εντοπίζονται στα όσπρια και στους σπόρους των δημητριακών, όπως το σιτάρι, το κριθάρι, το ρύζι και η βρώμη. Επιπροσθέτως, το πίτουρο και το φύτρο των δημητριακών είναι πλούσια σε τοκοτριενόλες με αντιπροσωπευτικές πηγές το πίτουρο και το έλαιο από το φύτρο του σιταριού (Qing Jiang, 2015).

Σε ζωικής προέλευσης τρόφιμα η βιταμίνη E συναντάται στο λιπώδη ιστό, κυρίως ως α-τοκοφερόλη. Σε σύγκριση όμως με τα φυτικής προέλευσης τρόφιμα, τα κρέατα με υψηλές ποσότητες λίπους αποτελούν μία ποσοτικά κατώτερη πηγή βιταμίνης E (Qing Jiang, 2015).

Πίνακας 1: Κατανομή βιταμερών βιταμίνης E σε φυτικά έλαια. *ΔΠ = δεν προσδιορίστηκε. (Rizvi et al., 2014; Steinhart & Rathjen, 2003)

Έλαιο	α- τοκοφερόλη	γ-τοκοφερόλη	δ- τοκοφερόλη	α- τοκοτριενόλη
mg τοκοφερόλης ανά 100 g				
Έλαιο καρύδας	0,5	0	0,6	0,5
Αραβοσιτέλαιο	11,2	60,2	1,8	0
Φοινικέλαιο	25,6	31,6	7,0	14,3
Έλαιο φυστικιού	13,0	21,4	2,1	0
Σογιέλαιο	10,1	59,3	26,4	0
Σιτέλαιο	133,0	26,0	27,1	2,6
Ηλιέλαιο	48,7	5,1	0,8	0
Μαργαρίνη	16,7	49,1	8	*ΔΠ

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα παρθένου ελαιόλαδου σε τοκοφερόλες (Hassaridou et al. 1994, Psomiadou et al. 2000)

Τοκοφερόλες	Συγκέντρωση σε παρθένο ελαιόλαδο (mg/kg)	Πρόσληψη από το ελαιόλαδο (mg/day)
α- τοκοφερόλη	225	11.8
β- τοκοφερόλη	0-9	0-0.5
γ- τοκοφερόλη	0-40	0-2.1
δ- τοκοφερόλη	4	0.2

1.3. Πέψη, απορρόφηση, μεταφορά & αποθήκευση

Η πέψη της βιταμίνης E ακολουθεί την πέψη των λιπιδίων. Οι τοκοτριενόλες και οι εστεροποιημένες μορφές των τοκοφερολών απαιτούν υδρόλυση πριν τη διαδικασία απορρόφησης τους. Η παγκρεατική εστεράση και η εστεράση του βλεννογόνου του δωδεκαδάκτυλου έχουν την ικανότητα να υδρολύουν τα μόρια αυτά. Ωστόσο, οι τοκοφερόλες σε ελεύθερη μορφή που βρίσκονται στα τρόφιμα δεν χρειάζονται υδρόλυση για να απορροφηθούν (Hacquebard & Carpentier, 2005).

Η απορρόφηση της βιταμίνης E με τη μορφή ελεύθερων αλκοολών λαμβάνει χώρα στη νήστιδα με παθητική διάχυση χωρίς να απαιτεί μεταφορέα. Πραγματοποιείται με τη συμβολή των χολικών αλάτων και του παγκρεατικού χυμού, που σχηματίζουν μικκύλια. Τα μικκύλια με τη σειρά τους, επιτρέπουν στη βιταμίνη να διαχέεται διαμέσου της υδάτινης στοιβάδας και της μεμβράνης του εντεροκυττάρου. Ενσωματώνεται σε χυλομικρά και εκκρίνεται στην πυλαία φλέβα, οδηγώντας τελικά στο ήπαρ (Traber, Burton, Ingold, & Kayden, 1990).

Η μη απορροφήσιμη βιταμίνη E απεκκρίνεται μέσω των κοπράνων. Επιπρόσθετα, η βιταμίνη E μεταφέρεται μέσω της χολής από το ήπαρ στον εντερικό αυλό, όπου είτε θα επαναπορροφηθεί είτε θα αποβληθεί μέσω των κοπράνων και όλα τα βιταμερή της μεταβολίζονται και στη συνέχεια εκκρίνονται μέσω των ούρων. Ο βαθμός

απορρόφησης της βιταμίνης δεν είναι ξεκάθαρος, αλλά φαίνεται να κυμαίνεται από 20-80% (Qing Jiang, 2015).

Αναλυτικότερα, στο εσωτερικό του εντέρου η τοκοφερόλη ενσωματώνεται με τα χυλομικρά και μεταφέρεται στην κυκλοφορία μέσω της λέμφου. Μία ειδική πρωτεΐνη μεταφοράς της τοκοφερόλης (α -TTP), που συντίθεται στο ήπαρ, φαίνεται ότι είναι απαραίτητη για τη μεταφορά της E στις VLDLs και κατόπιν για τη μεταφορά της στους διάφορους ιστούς. Η μεγαλύτερη ποσότητα της E βρίσκεται στις κυτταρικές μεμβράνες (Qing Jiang, 2015).

Η τοκοφερόλη κατανέμεται στους ιστούς κυρίως μέσω των LDLs. Η πρόσληψη από τα κύτταρα επιτυγχάνεται καθώς γίνεται πρόσληψη LDL μέσω υποδοχέων, διαμέσου υδρόλυσης των χυλομικρών και των VLDLs από τη λιποπρωτεϊνική λιπάση, μέσω της μεταφοράς θρεπτικών συστατικών. Μία διαδικασία που μεσολαβείται από την HDL διαμέσου άλλων μηχανισμών (Hacquebard & Carpentier, 2005).

Τελικά, η βιταμίνη E αποθηκεύεται κυρίως στο λιπώδη ιστό, στο ήπαρ, στους πνεύμονες, στην καρδιά, στα επινεφρίδια και στον εγκέφαλο. Η συγκέντρωση της στο λιπώδη ιστό αυξάνει γραμμικά με την ποσότητα της βιταμίνης που προσλαμβάνεται (Rigotti, 2007).

1.4. Αντιοξειδωτικές ιδιότητες και άλλες δράσεις

Η πιο αποτελεσματική μορφή της βιταμίνης E ως αντιοξειδωτικό είναι η α -τοκοφερόλη. Αυτή η δράση της οφείλεται στην ικανότητα της να αδρανοποιεί ελεύθερες ρίζες. Η ανηγμένη μορφή της βιταμίνης E μπορεί να αντιδράσει με ρίζες υπεροξειδίου, δημιουργώντας ένα υδροϋπεροξειδίο και μια ρίζα τοκοφερόλης. Το υδροϋπεροξειδίο απενεργοποιείται από ειδικά ένζυμα, ενώ η ρίζα τοκοφερόλης αναγεννάται από τη βιταμίνη C ή συνένζυμο Q₁₀. Αυτή η ιδιότητα τοποθετεί τη βιταμίνη E στην πρώτη γραμμή άμυνας του οργανισμού (Reboul, 2017). Η αναγέννηση της βιταμίνης E από τη βιταμίνη C είναι σημαντική, καθώς η πρώτη μπορεί να δράσει ακόμα και ως δότης ROS (Carr, Zhu, & Frei, 2000).

Σε ισομοριακές συγκεντρώσεις αναφέρθηκε ότι, *in vitro*, τα βιταμερή α -τοκοφερόλης

και γ-τοκοφερόλης και οι τοκοτριενόλες έχουν ικανότητα να εκκαθαρίζουν τις δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS) κατά την οξειδωση των λιπιδίων (Yoshida, Saito, Jones, & Shigeri, 2007). In vivo, υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα τα ROS να εξουδετερώνονται από α-τοκοφερόλη και όχι τόσο από γ-τοκοφερόλη, καθώς βρίσκεται σε υψηλότερη συγκέντρωση στους ιστούς (Yoshida et al., 2007).

Έχει αναφερθεί παλαιότερα πως η α-τοκοφερόλη έχει μεγαλύτερη βιολογική δράση στα θηλαστικά από τα υπόλοιπα βιταμερή της βιταμίνης E. Ωστόσο, φαίνεται σε νέα δεδομένα ότι η γ-τοκοφερόλη καθώς και οι μεταβολίτες της τοκοφερόλης, ιδιαίτερα τα προϊόντα καρβοξυαιθυλο-υδροξυχρωμάνες (CEHC), έχουν αντιφλεγμονώδεις, αντινεοπλασματικές και νατριουρητικές λειτουργίες. (Hensley et al., 2004). Μία άλλη μελέτη υποστηρίζει ότι η γ-τοκοφερόλη έχει ευεργετικές επιδράσεις προστατεύοντας τα εγκεφαλικά κύτταρα από βλάβες προερχόμενες από ελεύθερες ρίζες αζώτου (Reactive Nitrogen Species, RNS) μετατρέπόμενες σε υπεροξυνιτρίτη που σχηματίζει 5-νιτρο-γ-τοκοφερόλη, παράγοντας που συμβάλλει στη φλεγμονή (Nguyen & Southwell-Keely, 2007) και στην παθογένεση της νόσου Alzheimer (Kelly S. Williamson, S. Prasad Gabbita, Shenyun Mou, Melinda West, William R. Markesbery, Robert V. Cooney, Paula Grammas, & Robert A. Floyd, 2002).

Τα φυσιολογικά επίπεδα πλάσματος α-CEHC και γ-CEHC βρίσκονται σε νανομοριακά επίπεδα, 13 nM και 161 nM αντίστοιχα (Hensley et al., 2004), ενώ οι γ- και α-τοκοφερόλες είναι σε ποσότητες 2-25 μM στο πλάσμα (Hensley et al., 2004; Wagner, Kamal-Eldin, & Elmadfa, 2004).

Η α-τοκοφερόλη και η γ-τοκοφερόλη είναι σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τα υπόλοιπα βιταμερή τόσο στα τρόφιμα και τα συμπληρώματα όσο και στους ιστούς. Η in vivo προτίμηση για α-τοκοφερόλη μπορεί να στηριχθεί στην πιθανή "τοξική" δραστηριότητα των αναλόγων της βιταμίνης E. Πράγματι, το εργαστήριο Cornwell έχει κάνει μια υπόθεση για τις τοκοφερόλες, εκτός της α-τοκοφερόλης, που παράγουν κυτταροτοξικά προϊόντα προσθήκης (Cornwell & Ma, 2007; Wang et al., 2006).

Στο επίκεντρο είναι επίσης οι αντιοξειδωτικές και μη λειτουργίες των βιταμερών τοκοφερόλης κατά τη διάρκεια της φλεγμονής. Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι η

συμπληρωματική χορήγηση α- και γ-τοκοφερόλης έχει αντίθετες ρυθμιστικές λειτουργίες κατά τη διάρκεια της φλεγμονής, έτσι ώστε η α-τοκοφερόλη να είναι αντιφλεγμονώδης και η γ-τοκοφερόλη να είναι προ-φλεγμονώδης. Συγκεκριμένα, σε ισομοριακά επίπεδα α-τοκοφερόλης και γ-τοκοφερόλης, αυτές οι τοκοφερόλες λειτουργούν και οι δύο για να αναστέλλουν την φλεγμονή των πνευμόνων. Ωστόσο, στον πνευμονικό ιστό, τα υψηλά επίπεδα γ-τοκοφερόλης αυξάνουν τη φλεγμονή των ιστών. Συνοπτικά, η διαφοροποιημένη ρύθμιση της φλεγμονής από βιταμερή της βιταμίνης E παρέχει μια βάση για το σχεδιασμό φαρμάκων και δίαιτας που τροποποιούν αποτελεσματικότερα τις φλεγμονώδεις οδούς και βελτιώνουν την υγεία (Cook-Mills & McCary, 2010).

1.5. Ανεπάρκεια σε βιταμίνη E

Οι ημερήσιες απαιτήσεις σε βιταμίνη E είναι 15 mg για έναν ενήλικα, ενώ μπορεί να φτάσουν και τα 19 mg για εγκυμονούσες και θηλάζουσες γυναίκες. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης E καθορίζεται από επίπεδα ορού α-τοκοφερόλης <11,6 μmol / L. Η αβιταμίνωση E προκαλεί στείρωση, τόσο στον άνδρα όσο και στη γυναίκα, καθώς και βλάβες των ιστών, ιδιαίτερα του νευρικού και του μυϊκού (McDougall et al., 2017; Niki & Traber, 2012; Passerieux et al., 2015). Στον άνθρωπο, ωστόσο, η αβιταμίνωση της E είναι πολύ δύσκολο να εμφανιστεί, καθώς προσφέρεται πλουσιοπάροχα από τα φυτικά τρόφιμα που καταναλώνονται ευρέως (Azzi, 2017). Έλλειψη βιταμίνης E, παρ' όλα αυτά, εμφανίζεται σε άτομα με δυσαπορρόφηση λίπους και γενετικές ανωμαλίες, όπως η αταξία με ανεπάρκεια βιταμίνης E ή αλλιώς AVED (Shorer & Parvari, 1996). Βιταμίνη E μπορεί να χορηγηθεί, επίσης, θεραπευτικά σε περιπτώσεις συχνών αποβολών καθώς και μυϊκής δυστροφίας με πολύ καλά αποτελέσματα καθώς και για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων της οξειδωτικής βλάβης, της δημιουργίας ελεύθερων ριζών και την προαγωγή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας της γλουταθειόνης (Passerieux et al., 2015).

2. Θερμική υποβάθμιση και προστασία της Βιταμίνης E

2.1. Τηγάνισμα

Το βαθύ τηγάνισμα είναι μια διαδικασία μαγειρέματος στην οποία ένα τρόφιμο βυθίζεται μέσα στο εδώδιμο λάδι ή λίπος το οποίο χρησιμεύει ως μέσο μεταφοράς θερμότητας και επαναχρησιμοποιείται πολλαπλές φορές. Κατά τη διαδικασία αυτή, το έλαιο εκτίθεται σε υψηλή θερμοκρασία παρουσία αέρα και υγρασίας. Υπό αυτές τις συνθήκες, μπορούν να λάβουν χώρα διάφορες χημικές αντιδράσεις, όπως η οξείδωση, η υδρόλυση και ο πολυμερισμός (C. Dobarganes, Pirez-Camino, & Marquez-Ruiz, 2007). Σε αυτές τις θερμο-οξειδωτικές αντιδράσεις οφείλει την επιθυμητή γεύση, το χρώμα και την υφή της η τηγανισμένη τροφή, καθώς όμως και το σχηματισμό ανεπιθύμητων συστατικών, όπως πολικών παραπροϊόντων (Jiménez, García, Bustamante, Barriga, & Robert, 2017).

Οι τοκοφερόλες προστατεύουν το έλαιο από την οξείδωση και κατά συνέπεια αποτρέπουν τον σχηματισμό ελεύθερων ριζών από τα ακόρεστα λιπίδια. Ωστόσο, είναι ασταθείς σε θερμοκρασίες άνω των 140 ° C και έχουν περιορισμένη προστασία κατά τη διαδικασία τηγανίσματος, παρά τις υψηλές αντιοξειδωτικές ιδιότητες τους στα διάφορα έλαια (Fukasawa, Kanda, & Hara, 2009). Παράλληλα, οι πολικές φαινόλες εμφανίζουν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από τις τοκοφερόλες του ελαίου σε υψηλή θερμοκρασία (Orozco-Solano, Priego-Carote, & Luque De Castro, 2011). Οι πολικές φαινόλες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες που σχηματίζονται στα φυτά ως αμυντικός μηχανισμός. Αποτελούν μια ομάδα φυτοχημικών με αρκετές υδροξυλομάδες σε αρωματικούς δακτυλίους, που βρίσκονται στα λουλούδια, τα λαχανικά, τα φρούτα, τα δημητριακά, το κρασί, το τσάι, τον καφέ, το κακάο (Claudine Manach, Augustin Scalbert, Christine Morand, Christian Rémésy, 2004).

Κατά κανόνα, οι περισσότερες μέθοδοι τηγανίσματος πραγματοποιούνται σε θερμοκρασίες 175-195 ° C ή ακόμη και σε 150-200 ° C. Έχουν διεξαχθεί, έως τώρα, πολυάριθμες μελέτες προκειμένου να προσδιοριστούν οι μεταβολές στο ελαιόλαδο και τα συστατικά του κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος. Τα δεδομένα συχνά είναι αντιφορούμενα, θέλοντας από τη μία την λιποδιαλυτή βιταμίνη E να υποβαθμίζεται

κατά το τηγάνισμα και από την άλλη η διαδικασία αυτή να ενισχύει το τρόφιμο σε α-τοκοφερόλη (Kalogeropoulos, Mylona, Chiou, Ioannou, & Andrikopoulos, 2007).

Το 2006, στο εργαστήριο Χημείας Τροφίμων- Βιοχημείας- Φυσικοχημείας του τμήματος Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, χρησιμοποιήθηκαν μελιτζάνες, πράσινες πιπεριές, κολοκυθάκια και πατάτες για τηγάνισμα σε παρθένο ελαιόλαδο. Τα λαχανικά πλυμένα, καθαρισμένα και κομμένα καλύφθηκαν με αλεύρι σίτου και τηγανίστηκαν σε ρηχό τηγάνι σε 300 mL ελαιολάδου. Η θερμοκρασία τηγανίσματος ήταν 170 ± 5 ° C για 5-8 λεπτά. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν αύξηση της α-τοκοφερόλης στο τηγανισμένο τρόφιμο σε σχέση με το ωμό λαχανικό, γεγονός που αποδίδεται στην απορρόφηση του ελαιολάδου από το λαχανικό. Η περιεκτικότητα σε α-τοκοφερόλη των ωμών λαχανικών κυμαινόταν από 0,094 mg - 0,28 mg /100 g τροφίμου. Μετά το τηγάνισμα, τα αντίστοιχα ποσά αυξήθηκαν με κυμαινόμενες τιμές από 1,21 mg - 1,61 mg /100 g τροφίμου (Kalogeropoulos et al., 2007).

Μία μελέτη που δημοσιεύθηκε το 2009, χρησιμοποίησε πατάτες για τηγάνισμα σε κραμβέλαιο (canola oil) με σκοπό να εξετάσει τις αλλαγές στην ποιότητα του ελαίου σε υψηλές θερμοκρασίες. Οι Aladedunye και Przybylski παρατήρησαν πως ύστερα από επτά συνεχόμενες εφαρμογές τηγανίσματος και για επτά ώρες καθημερινά, σε 185 ° C ή/και 215 ° C η υποβάθμιση σε διάφορα συστατικά του ελαίου ήταν αισθητή. Συγκεκριμένα για τις τοκοφερόλες, με θέρμανση στους 185 ° C για 7 μέρες παρέμεινε το 31% των αρχικών ολικών τοκοφερολών. Στους 215 ° C η συγκέντρωσή τους μειώθηκε δραματικά με τελικό αποτέλεσμα την ολική καταστροφή τους από την έκτη κιόλας μέρα (Aladedunye, Przybylski, & French, 2009).

Σε μία άλλη μελέτη, που χρησιμοποιήθηκε επίσης ως τρόφιμο μελέτης η πατάτα, ελαιόλαδο, σογιέλαιο και ηλιέλαιο υπεβλήθησαν σε βραχυπρόθεσμο τηγάνισμα στους 180 ° C. Οι πατάτες τηγανίστηκαν σε 500 mL προθερμανσμένου ελαίου και λήφθηκαν δείγματα των ελαίων στα 25, 50 και 75 λεπτά τηγανίσματος. Ο ρυθμός αποικοδόμησης των τοκοφερολών ήταν υψηλότερος στο ελαιόλαδο σε σύγκριση με τα σπορέλαια. Βέβαια τα αποτελέσματα αυτά είναι αντικρουόμενα σε σχέση με άλλες

μελέτες. Τα τελικά αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι απώλειες της ολικής τοκοφερόλης συσχετίζονται με τις απώλειες της α-τοκοφερόλης, εκτός από το σογιέλαιο που συσχετίζεται περισσότερο με τις απώλειες της γ-τοκοφερόλης. Φάνηκε πως η αποικοδόμηση της α-τοκοφερόλης στο τέλος των πειραμάτων του τηγανίσματος ποικίλλει από 18% (ηλιέλαιο) έως 74% (Ισπανικό Picual ελαιόλαδο) (Akil et al., 2015).

Το βαθύ τηγάνισμα του εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου εμπλουτίζει σημαντικά τις πατάτες με α-τοκοφερόλη. Η α-τοκοφερόλη δεν ανιχνεύθηκε σε μη προ-παρασκευασμένες προψημένες τηγανητές πατάτες, αλλά ανιχνεύθηκαν υψηλά περιεχόμενα στις προ-παρασκευασμένες πατάτες, όταν τηγανίστηκαν στους 180 ° C για 5-10 min. Συμπερασματικά, οι τηγανητές πατάτες στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο ενδέχεται να παρουσιάζουν πρόσθετη θρεπτική αξία από απορροφημένα συστατικά του ελαιολάδου (Akil et al., 2015).

Οι N. Pellegrini, F. Visioli, S. Buratti et al. το 2001, δοκίμασαν να μαγειρέψουν εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο προκειμένου να εξετάσουν την υποβάθμιση του περιεχομένου σε τοκοφερόλες, πολικές φαινόλες και στο εν γένει αντιοξειδωτικό περιεχόμενο. Μελέτησαν διαφορετικούς χρόνους (30, 60, 90, 120min) και θερμοκρασίες (160, 175, 185, 190 ° C) μαγειρέματος. Τελικά, διαπιστώθηκε πως με την αύξηση της θερμοκρασίας και του χρόνου ταυτόχρονα μειώνεται η περιεκτικότητα σε α- τοκοφερόλη με τον μέγιστο δυνατό τρόπο. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία μαγειρέματος αλλά παράλληλα μειώνεται ο χρόνος φαίνεται πως τα επίπεδα α-τοκοφερόλης διατηρούνται καλύτερα αλλά σίγουρα είναι μικρότερα από τα αρχικά. Ωστόσο, φαίνεται πως η υποβάθμιση της α- τοκοφερόλης καθώς και των πολικών φαινολών και του ολικού αντιοξειδωτικού περιεχομένου μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με κατάλληλο συνδυασμό χρόνου και θερμοκρασίας μαγειρέματος, χωρίς όμως να αποφεύγεται η μείωση τους (Pellegrini, Visioli, Buratti, & Brighenti, 2001).

2.2. Διαφορετικοί τρόποι μαγειρέματος

Το 2017 στην Κορέα διεξήχθη μία μελέτη προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση διαφορετικών μεθόδων μαγειρέματος στις συγκεντρώσεις των βιταμινών σε λαχανικά. Τα λαχανικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το μπρόκολο, το καρότο, η μολόχα, η πατάτα, η γλυκοπατάτα, το σέσκουλο, χόρτα του φυτού χρυσάνθεμο, σπανάκι, φύλλα του φυτού πέλλια και το κολοκύθι. Υποβλήθηκαν σε τέσσερις διεργασίες μαγειρέματος, το βράσιμο, το μπλανσάρισμα, σε φούρνο μικροκυμάτων και στον ατμό. Για κάθε λαχανικό και μαγειρική δοκιμασία χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί χρόνοι διεργασίας, που κυμαίνονταν από 5-20 λεπτά για το βράσιμο, 1-5 λεπτά για το μπλανσάρισμα, 10-20 λεπτά στον ατμό και 1-4 λεπτά στο φούρνο μικροκυμάτων. Τα επίπεδα της α-τοκοφερόλης στα ωμά λαχανικά κυμαίνονταν από 0,39 έως 92,07 mg / kg νωπού τροφίμου, ενώ της γ-τοκοφερόλης από 0,00 έως 5,17 mg / kg νωπού τροφίμου. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι υπήρξε υψηλότερη κατακράτηση γ-τοκοφερόλης σε μαγειρεμένα σε σχέση με τα ωμά λαχανικά. Το μαγείρεμα του μπρόκολου, του σέσκουλου, της μολόχας, των φύλλων πέλλιας, των χόρτων χρυσάνθεμου, του σπανακιού και των κολοκυθιών οδηγεί σε στατιστικά σημαντική αύξηση της α-τοκοφερόλης, ενώ το μαγείρεμα της πατάτας, της γλυκοπατάτας και του καρότου οδηγεί σε σημαντική μείωση της α-τοκοφερόλης (Lee, Choi, Sang, & Junsoo, 2017).

Η μερική προστασία των τοκοφερολών κατά το μαγείρεμα έχει εξηγηθεί στο παρελθόν με πιθανούς μηχανισμούς. Κατά τη θερμική επεξεργασία λαχανικών πολλές φορές, όπως και στη συγκεκριμένη μελέτη, εμφανίζεται υψηλή διατήρηση κυρίως γ-τοκοφερόλης. Αυτή η τάση πιθανόν οφείλεται αρχικά στο ότι η μαγειρική διαδικασία μπορεί να προκαλέσει μαλάκυνση του ιστού και διάσπαση των κυττάρων στα φυτά, κατά συνέπεια να οδηγήσει στην απελευθέρωση της βιταμίνης E από τα λιπαρά μέρη του φυτού και στη συνέχεια να καταστεί διαθέσιμη για εκχύλιση. Δεύτερον, η θερμική επεξεργασία μπορεί επίσης να απενεργοποιήσει τη δραστηριότητα της οξειδάσης της τοκοφερόλης, η οποία βρίσκεται σε όλα τα μέρη του φυτού, όπως ρίζες, στελέχη, φύλλα, άνθη και φρούτα. Το ένζυμο αυτό συμβάλλει στην απώλεια της βιταμίνης E και μπορεί να δράσει και κατά την κοπή και τον τεμαχισμό των λαχανικών. Τέλος, έχει

βρεθεί ότι τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά και τα λαχανικά με ανθό έχουν υψηλότερη ικανότητα κατακράτησης α- τοκοφερόλης από τα λαχανικά ρίζας (Lee et al., 2017).

Το 2018, στη Γαλλία προσδιορίστηκε η σύνθεση σε διατροφικά συστατικά και βιταμίνες σε διάφορα είδη οσπρίων. Τα τρόφιμα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα μαυρομάτικα φασόλια, τα λευκά φασόλια, τα ρεβίθια, οι πράσινες και οι καφέ φακές και ένα είδος φασολιού που ονομάζεται φλαζολέ. Τα όσπρια υποβλήθηκαν σε βρασμό και έπειτα κονσερβοποιήθηκαν. Στα αποτελέσματα των αναλύσεων των τελικών προϊόντων δεν βρέθηκε ποσότητα α-τοκοφερόλης, αλλά παρατηρήθηκε σημαντική ποσότητα γ-τοκοφερόλης. Οι φακές ήταν πλουσιότερες σε γ-τοκοφερόλη (4,43 mg/ 100g σε μαγειρεμένες πράσινες φακές και 3,51 mg/ 100g σε κονσέρβες καστανής φακής) ενώ σημαντικές ποσότητες είχαν και τα κονσερβοποιημένα μαυρομάτικα φασόλια (Marielle Margier, Stéphane Georgé, Noureddine Hafnaoui, Didier Remond, Marion Nowicki, Laure Du Chaffaut , 2018).

3. Μεσογειακή Διατροφή

Ο όρος "Μεσογειακή διατροφή" επινοήθηκε από τον επιστήμονα φυσιολόγο Ancel Keys για να περιγράψει το μοντέλο διατροφής, το οποίο ακολουθούσαν οι λαοί των μεσογειακών χωρών που συμπεριλαμβάνονταν στη Μελέτη των Επτά Χωρών (Aboul-Enein, Puddy, & Bernstein, 2017).

Η μεσογειακή διατροφή βασίζεται στα πρότυπα τροφίμων της Ελλάδας και της νότιας Ιταλίας στη δεκαετία του 1960. Οι αρχαίοι Έλληνες αναγνώρισαν τη σημασία της διατροφής και τη σχέση της με την πρόληψη νοσημάτων και ασθενειών. Η σπουδαιότητα της διακρίνεται επίσης από έργα σπουδαίων αρχαίων Ελλήνων όπου αναδεικνύουν τη σημασία της διατροφής ως συμπαράγοντα ιατρικής θεραπείας και πρόληψης νοσημάτων (Aboul-Enein et al., 2017). Μεγάλος εκπρόσωπος της θεωρίας αυτής ήταν ο Ιπποκράτης ο Κώος, ο οποίος είχε ασχοληθεί εκτενώς με τη διατροφή και τις ευεργετικές ιδιότητες των μη επεξεργασμένων φυτικών τροφίμων όχι μόνο για την πρόληψη ασθενειών αλλά και τη θεραπεία. Σε χαρακτηριστικό έργο του το "Περί

Αρχαίας Ιατρικής" αναφέρει «Όλες οι αιτίες των ασθενειών ανάγονται ουσιαστικώς σε μία: οι πιο βαριές τροφές βλάπτουν επιφανέστατα τον άνθρωπο με τον χειρότερο τρόπο είτε είναι άρρωστος είτε είναι υγιής.» («Περί Αρχαίας Ιητρικής», παρ. 6.), αναδεικνύοντας τη σημασία της τροφής στην εμφάνιση ασθενειών.

Η σύγχρονη μεσογειακή διατροφή αναγνωρίζεται διεθνώς ως αντιβιογόνο, καρδιοπροστατευτικό διατροφικό μοντέλο που αποτελείται από φυτικές τροφές προερχόμενες από τη λεκάνη της Μεσογείου, όπως ψάρια, ελαιόλαδο και παράλληλα έναν δραστήριο τρόπο ζωής. Αναλυτικότερα, αυτό το πρότυπο δίαιτας αποτελείται από άφθονα φυτικά τρόφιμα, όπως φρούτα, λαχανικά, δημητριακά, πατάτες, φασόλια, καρπούς με κέλυφος και σπόρους, την ελιά και το ελαιόλαδο ως την κύρια πηγή λίπους, γαλακτοκομικά προϊόντα, πουλερικά που καταναλώνονται σε χαμηλές έως μέτριες ποσότητες, 0 έως 4 αυγά την εβδομάδα, κόκκινο κρέας που καταναλώνεται σε χαμηλές ποσότητες και οίνος που καταναλώνεται σε χαμηλές έως μέτριες ποσότητες, συνήθως με τα γεύματα. Είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε κορεσμένα λιπαρά και έχει συσχετιστεί με πολλαπλά οφέλη για την υγεία, όπως τη μείωση των καρδιαγγειακών νοσημάτων (Hensley et al., 2004; Mattioli et al., 2017), τις νευροεκφυλιστικές διαταραχές (Forsyth et al., 2017), το διαβήτη (Guasch-Ferré, Merino, Sun, Fitó, & Salas-Salvadó, 2017; Salas-Salvadó, Jordi, bullo M, 2011) και τον καρκίνο (Donovan, Selmin, Doetschman, & Romagnolo, 2017; YORAM & FRIDMAN, 2017) καθώς και την παρατεταμένη επιβίωση (Knoops et al., 2004).

Η μεσογειακή διατροφή πλαισιώνεται από ένα συγκεκριμένο τρόπο ζωής που είναι φτιαγμένος με αρχές ευεξίας, τις παραδόσεις και την καθημερινή μέτρια σωματική άσκηση. Η UNESCO έχει αναγνωρίσει τη μεσογειακή διατροφή ως άυλη πολιτιστική κληρονομιά και έχει επικυρώσει επισήμως ό, τι καταδεικνύει συνεχώς η επιστήμη κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Φαίνεται ότι η UNESCO δεν θεωρεί ότι η μεσογειακή διατροφή είναι απλώς μια συλλογή ορισμένων επιλεγμένων τροφίμων, αλλά αποδίδει στις διατροφικές αυτές συνήθειες, που χαρακτηρίζουν τη λεκάνη της Μεσογείου, έναν ρόλο πολιτιστικής προώθησης που αξίζει μια ιδιαίτερη αναφορά. Σε προσπάθεια του οργανισμού να περιγράψει τη μεσογειακή διατροφή, ανέφερε ότι προωθεί την

κοινωνική αλληλεπίδραση, αφού τα γεύματα με συνδαιτημόνες αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο των κοινωνικών εθίμων και των εορταστικών γεγονότων. Έχει δημιουργήσει ένα σημαντικό σύνολο γνώσεων, τραγουδιών, μεγιστάνων, παραμυθιών και θρύλων. Το σύστημα έχει τις ρίζες του σε σχέση με την περιοχή και τη βιοποικιλότητα και εξασφαλίζει τη διατήρηση και ανάπτυξη παραδοσιακών δραστηριοτήτων και βιοτεχνιών που συνδέονται με την αλιεία και τη γεωργία στις μεσογειακές κοινότητες, μεταξύ των οποίων η Σόρια στην Ισπανία, η Κορώνη στην Ελλάδα, το Σιλέντο στην Ιταλία και το Σεφχάουεν στο Μαρόκο (Bonaccio, Iacoviello, & De Gaetano, 2012).

3.1. Ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο, ως κύρια πηγή λίπους στη μεσογειακή διατροφή, εξάγεται από φρέσκους καρπούς ελιάς (*Olea europaea* L.). Το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο παράγεται καθαρά με μηχανικές διεργασίες και είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε φυσικά αντιοξειδωτικά. Επιπλέον, χαρακτηρίζεται από αυξημένη οξειδωτική σταθερότητα και μοναδικό άρωμα. Τα λιπαρά οξέα που εντοπίζονται στα τριγλυκερίδια του ελαιολάδου είναι το παλμιτικό, το παλμιτελεϊκό, το στεατικό, το ελαϊκό, το λινελαϊκό, το λινολενικό, ακόμα και ίχνη μυριστικού, αραχιδικού, επταδεκανοϊκού, και εικοσανοϊκού. Περιέχει επίσης μόνο- και διακυλο- γλυκερόλες, υδρογονάνθρακες όπως σκουαλένιο, β-καροτένιο, διτερπένια, ισοπρένια, n-παραφίνες, τοκοφερόλες, χρωστικές ουσίες όπως χλωροφύλλη, φαιοφυτίνες, καροτενοειδή, στερόλες, αλκοόλες, τριτερπένια, πτητικές ενώσεις και φωσφολιπίδια. Παράλληλα, περιλαμβάνονται αντιοξειδωτικές ουσίες που προάγουν την υγεία. (Edwin N. Frankel, 2010; Frankel, Bakhouché, Lozano-Sánchez, Segura-Carretero, & Fernández-Gutiérrez, 2013).

Οι αντιοξειδωτικές ενώσεις που αναφέρονται είναι οι τοκοφερόλες και οι πολικές φαινολικές ενώσεις. Οι τελευταίες έχει δειχθεί, *in vivo* και *in vitro*, ότι διαθέτουν αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές, αντι-αλλεργικές, αντιφλεγμονώδεις, αντι-καρκινογόνες και αντι-ιικές ιδιότητες. Οι τοκοφερόλες υπάρχουν στο ελαιόλαδο με τις

μορφές α, β, γ και δ- τοκοφερόλη, αλλά το 90% αυτών βρίσκονται ως α- τοκοφερόλη. Η περιεκτικότητα του παρθένου ελαιολάδου σε τοκοφερόλες κυμαίνεται από 55 έως 370 mg/ kg ελαίου και εξαρτάται από κλιματικούς, αγρονομικούς, τεχνολογικούς και γενετικούς παράγοντες ακόμα και από τον τρόπο καλλιέργειας και αποθήκευσης του (Luca Rastrelli, Siro Passi, Ferdinando Ippolito, Giovanni Vacca, 2002; Tsimidou, 2016). Στα πιο σημαντικά φαινολικά συστατικά του παρθένου ελαίου ανήκουν οι λιγνάνες, τα φαινολικά οξέα, οι φλαβόνες και τα σεκοειριδοειδή (Bucelli, Costantini, Barbetti, & Franchini, 2011).

Σύμφωνα με την EFSA (European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA), 2011) η πρόσληψη ελαιολάδου σε ποσότητες που να αποδίδουν τουλάχιστον 5 mg τυροσόλης, υδροξυτυροσόλης και σεκοειριδοειδών παραγώγων τους παρέχει προστασία των LDL από οξείδωση. Οι επιστήμονες επίσης τονίζουν τα οφέλη του ελαιολάδου στον οργανισμό στην πρόληψη της υπέρτασης, της παχυσαρκίας, της στεφανιαίας νόσου, του διαβήτη και άλλων νοσημάτων και επιπλοκών τους (Trichoroulou et al. 1993).

Πειραματικά στοιχεία κατέδειξαν ότι οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο διαθέτουν πολυάριθμες βιολογικές ιδιότητες και ευθύνονται τουλάχιστον εν μέρει για τα ευεργετικά αποτελέσματα που προκύπτουν από την κατανάλωση του (Trombetta et al., 2017).

3.2. Πιάτα μεσογειακής κουζίνας

Η παραδοσιακή μεσογειακή διατροφή θεωρείται ότι προάγει την υγεία. Δεν αποτελεί μόνο κατανάλωση μεμονωμένων τροφίμων αλλά και ολοκληρωμένων γευμάτων, δηλαδή, μαγειρεμένα όσπρια και λαχανικά με ποικίλες συνταγές και μαγειρικές τεχνικές καθώς και συνδυασμούς υλικών. Η βιταμίνη Ε λαμβάνει σημαντικό ρόλο στο μενού της μεσογειακής διατροφής κυρίως λόγω της παρουσίας του ελαιολάδου στις περισσότερες μαγειρικές διαδικασίες. Τα λαδερά γεύματα λαμβάνουν το όνομα τους λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε ελαιόλαδο. Επίσης, στο μαγείρεμα των οσπρίων γίνεται χρήση ελαιόλαδου. Παράλληλα, τόσο τα λαδερά όσο και τα όσπρια συνοδεύονται στην κατσαρόλα με άλλα λαχανικά όπως καρότα, ντομάτες ή προϊόντα

ντομάτας, σέλινο, μαϊντανό κ.α. που αυξάνουν το περιεχόμενο σε βιταμίνες. (Chun et al., 2006; Trichoroulou, 2007; Trichoroulou & Lagiou, 1997)

Η Α. Τριχοπούλου υπολόγισε την ποσότητα βιταμίνης Ε σε μαγειρεμένα φυτικά τρόφιμα που περιλαμβάνονται σε ελληνικές συνταγές και αποτελούν κομμάτι της Μεσογειακής δίαιτας. Τέτοια γεύματα είναι ο κοκκινιστός αρακάς, οι κοκκινιστές μπάμιες, το μπριάμ, τα πράσινα κοκκινιστά φασολάκια, τα μαυρομάτικα φασόλια, οι αγκινάρες, οι κοκκινιστές φακές, η κόκκινη φασολάδα με άσπρα φασόλια καθώς και τα ρεβύθια σε σούπα. Η περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη Ε, όπως βρέθηκε, φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Τα στοιχεία αυτά είναι αναρτημένα στην ηλεκτρονική ιστοσελίδα του Ελληνικού Ιδρύματος Υγείας και παρουσιάζονται ως πίνακες σύνθεσης τροφίμων.

Πίνακας 3: Συγκέντρωση βιταμίνης Ε (mg/100 g νωπού τροφίμου) σε λαδερά γεύματα και όσπρια.

Τρόφιμο (100 g)	Βιταμίνη Ε (mg)
Αρακάς κοκκινιστός	1,32
Αρακάς κοκκινιστός με πατάτες	0,94
Αγκινάρες με αρακά	0,74
Αγκινάρες με αυγολέμονο	0,71
Μπάμιες κοκκινιστές	0,79
Μπριάμ	0,93
Ρεβύθια σούπα	1,37
Φακές κοκκινιστές	0,84
Φασολάκια κοκκινιστά	1,38
Φασόλια μαυρομάτικα σούπα	0,54
Φασόλια σούπα	0,83

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Σκοπός

Ο σκοπός της συγκεκριμένης πειραματικής διεργασίας είναι ο προσδιορισμός των επιπέδων της βιταμίνης Ε σε γεύματα μεσογειακής διατροφής πλούσια σε τοκοφερόλες. Επιπρόσθετα, μέσω της ανάλυσης αυτών προσδιορίζονται οι τιμές των α-, β-, γ- και δ- τοκοφερόλης προκειμένου να επισημανθεί και η διαφορά μείωσης της βιταμίνης Ε. Το πειραματικό μέρος περιλαμβάνει όσπρια και λαδερά μαγειρεμένα γεύματα Μεσογειακής διατροφής.

2. Δείγματα και προετοιμασία

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οκτώ γεύματα παραδοσιακής ελληνικής κουζίνας που μαγειρεύτηκαν στο εργαστήριο Χημείας – Φυσικοχημείας – Βιοχημείας με βάση τυπικές συνταγές παρασκευής. Τα δείγματα μεσογειακών πιάτων που χρησιμοποιήθηκαν αγοράστηκαν από την τοπική αγορά και ήταν: Αρακάς λαδερός, μπάμιες λαδερές, φασολάκια πράσινα λαδερά, αγκινάρες αλά πολιτά, μπριάμ, φακές σε σούπα, μαυρομάτικα φασόλια και ρεβίθια σε σούπα. Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση ήταν λυοφυλιωμένα. Στους παρακάτω πίνακες δίνονται οι συστάσεις των τροφίμων εκφρασμένες σε ποσοστό ολικού μαγειρεμένου τροφίμου.

Πίνακας 4: Η % περιεκτικότητα σε συστατικά των μαγειρεμένων πιάτων.

Συστατικά%	Φασολάκια λαδερά	Αρακάς λαδερός	Μπάμιες λαδερές	Μπριάμ	Φασολάκια μαυρομάτικα	Ρεβίθια σούπα	Αγκινάρες αλά πολίτα	Φακές σούπα
Βασικό	44,3	42,7	42	Μελι-τζάνα 24	22,78	26,7	17,25	22,18
Κρεμμύδι	7,6	6,7	13,7	7,2	6,72	6,48	-	6,62
Τομάτα	7,6	16,7	11,5	4,8	11,26	-	-	11,05
Τοματοπελτές	19,1	16,7	19,1	20	-	-	-	-
Καρότο	7,6	6,7	-	-	-	-	-	-
Πατάτα	-	-	-	16	-	-	-	-
Κολοκύθι	-	-	-	12,8	-	-	-	-
Πυπεριά κόκκινη	-	-	-	9,6	-	-	-	-
Πυπεριά πράσινη	-	-	-	7,2	-	-	-	-
Μαϊντανός/άνηθος	1,5	-/0,8	1,5	1,6	-	-	-	-
Χυμός λεμόνι	-	-	-	-	-	1,26	-	-
Σκόρδο	-	-	-	-	0,49	0,57	-	0,7
Δάφνη	-	-	-	-	0,01	-	-	0,01
Ξύδι	-	-	-	-	-	-	-	0,35
Ελαιόλαδο	12,2	10,7	12,2	12,8	7,21	8,48	12,94	7,07
Υγρασία	57,93	50,19	67,37	55,94	51,5	56,48	69,8	51,98

3. Εκχύλιση βιταμίνης Ε

Αντιδραστήρια:

- Χλωροφόρμιο 250 mL
- Μεθανόλη 250 mL
- Βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT) 500 mg/100 ppm

Το BHT λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό μέσο όταν κρίνεται απαραίτητη η δράση του. Ωστόσο, να σημειωθεί ότι το BHT χρησιμοποιήθηκε μόνο στα πράσινα φασολάκια.

Απαραίτητος εξοπλισμός:

- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Σπάτουλα
- Ζυγός ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων
- Σιφώνιο/πουάρ
- Πιπέττες Pasteur
- Ηλεκτρονικές πιπέττες
- Ογκομετρικές φιάλες
- Ποτήρια Ζέσεως
- Φυγόκεντρος
- Λουτρό υπερήχων
- Vortex
- Περιστροφικός εξατμιστήρας

4. Πειραματική πορεία

Όλα τα δείγματα κατεργάστηκαν υπό συνθήκες σκότους για την αποφυγή οξειδωσης. Ως διαλύτης εκχύλισης χρησιμοποιήθηκε μίγμα CHCl_3 και CH_3OH 1:1 (C:M/1:1). Ζυγίστηκε ποσότητα λυοφυλιωμένου τροφίμου περίπου 0.3 g με ακρίβεια 3 δεκαδικών ψηφίων και εκχυλίστηκαν με 5 mL διαλύτη επί συνόλου 4 φορές. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο λουτρό υπερήχων και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκαν στις 3000 στροφές/min για 5 min. Ελήφθηκε η οργανική φάση και η διαδικασία επαναλήφθηκε. Τα συλλεχθέντα εκχυλίσματα συμπυκνώθηκαν υπό κενό σε περιστροφικό εξατμιστήρα μέχρι ξηρού και επαναδιαλύθηκαν σε τελικό όγκο 5mL C:M/1:1 με χρήση ογκομετρικής φιάλης.

5. Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων προκύπτουν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης ή HPLC (High Performance Liquid

Chromatography). Κάθε κορυφή του χρωματογραφήματος που λαμβάνεται αντιστοιχεί σε κάθε μία από τις τοκοφερόλες. Το εμβαδόν που περικλείεται εντός των κορυφών δίνει στη συνέχεια τη συγκέντρωση των τοκοφερολών στα τρόφιμα που αναλύονται. Η περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες όπως υπολογίστηκε παρατίθεται στον Πίνακα 5.

Παρατηρείται πως ακόμη και μετά τη μαγειρική διεργασία, υπάρχει α- τοκοφερόλη με τιμές που κυμαίνονται από 0,46 έως 3,06 mg/100g μαγειρεμένου νωπού τροφίμου, με τη μικρότερη συγκέντρωση να έχουν τα μαυρομάτικα φασόλια και την υψηλότερη το μπριάμ. Αυξημένη ποσότητα α- τοκοφερόλης έχουν και οι μπάμιες με τιμή 2,71 mg/100g μαγειρεμένου νωπού τροφίμου. Ωστόσο, οι Οι (β+γ)- τοκοφερόλες έχουν τιμές από 0,03 έως 0,87 mg/100g μαγειρεμένου νωπού τροφίμου, ενώ στο μπριάμ και τις αγκινάρες αλλά πολίτα δεν βρέθηκε καθόλου ποσότητα. Οι ποσότητες δ- τοκοφερόλης κυμαίνονται από 0,01 έως 0,47 mg/100g μαγειρεμένου νωπού τροφίμου. Φαίνεται πως τα μαυρομάτικα φασόλια εμφανίζουν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε α-τοκοφερόλη, παρ' όλο που είναι η κυρίαρχη τοκοφερόλη στα υπόλοιπα τρόφιμα, αλλά σημαντική ποσότητα δ-τοκοφερόλης και μάλιστα σε ίδια επίπεδα με την α- τοκοφερόλη (0,47 και 0,46 mg/100g, αντίστοιχα). Επίσης, τα ρεβίθια σούπα έχουν αξιοσημείωτες ποσότητες (β+γ)- και δ- τοκοφερόλης (0,87 και 0,15 mg/100g).

Πίνακας 5: Συγκέντρωση τοκοφερολών (mg/100 g τροφίμου) σε μαγειρεμένα λαδερά φαγητά και όσπρια.

Μαγειρεμένα τρόφιμα	α-τοκοφερόλη (mg/100 g νωπού)	β- & γ-τοκοφερόλη (mg/100 g νωπού)	δ-τοκοφερόλη (mg/100 g νωπού)
Φασολάκια πράσινα λαδερά	1,27	0,40	0,24
Αρακάς λαδερός	1,11 ± 0,08	0,15 ± 0,04	0,02
Μπάμιες λαδερές	2,71 ± 0,13	0,03 ± 0,09	0,01
Μπριάμ	3,06	-	0,02
Φασόλια μαυρομάτικα	0,46 ± 0,03	0,29 ± 0,01	0,47 ± 0,03
Ρεβύθια σούπα	1,01 ± 0,54	0,87 ± 0,31	0,15 ± 0,23
Αγκινάρες αλά πολίτα	1,37 ± 0,02	-	0,01
Φακές σούπα	1,12 ± 0,07	0,42 ± 0,02	0,02

Η υψηλή αυτή περιεκτικότητα σε δ- τοκοφερόλη έχει παρατηρηθεί ξανά σε παλαιότερη μελέτη, όπου χρησιμοποιήθηκαν σπόροι ρεβιθιού. Χαρακτηριστικά τα ρεβίθια περιείχαν μεγαλύτερη ποσότητα δ-τοκοφερόλης σε σχέση με τα υπόλοιπα όσπρια που αναλύθηκαν (Giovanna Boschini & Arnoldi, 2011). Το 2010 σε μία παρόμοια μελέτη, που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Χημείας- Φυσικοχημείας- Βιοχημείας του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου, αναλύθηκαν μαγειρεμένα σε νερό όσπρια και φάνηκε ότι τα ρεβίθια, τα μαυρομάτικα φασόλια και τα φασόλια Pinto έχουν υψηλότερη συγκέντρωση δ- τοκοφερόλης (0,22, 0,61 και 0,32 mg/ 100g νωπού οσπρίου, αντίστοιχα) σε σύγκριση με τα υπόλοιπα (<0,05 mg/ 100g νωπού οσπρίου)

(Kalogeropoulos et al., 2010). Πιθανότατα τα τρόφιμα αυτά παρουσιάζουν ενδογενώς υψηλότερη περιεκτικότητα σε δ- τοκοφερόλη. Η αυξημένες ποσότητες (β+γ)-τοκοφερόλης εξηγούνται μερικώς στο κεφάλαιο 2.2.

Συγκρινόμενες οι ευρεθείσες τιμές με τις συγκεντρώσεις που παρατίθενται στους πίνακες σύνθεσης τροφίμων της Α. Τριχοπούλου (Πίνακας 3.), φαίνεται πως δεν υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις, με τις πρώτες να ξεπερνούν τις δεύτερες.

Πίνακας 6: Περιεκτικότητα βιταμίνης E σε μαγειρεμένα λαδερά φαγητά και όσπρια (mg/100g τροφίμου). Δύο διαφορετικοί προσδιορισμοί.

Μαγειρεμένα τρόφιμα (100g νωπού)	Βιταμίνη E (mg) (παρούσας μελέτης)	Βιταμίνη E (mg) (Τριχοπούλου Α.)
Φασολάκια πράσινα λαδερά	1,92	1,38
Αρακάς λαδερός	1,28	0,94
Μπάμιες λαδερές	2,75	0,79
Μπριάμ	3,08	0,93
Φασόλια μαυρομάτικα	1,23	0,54
Ρεβύθια σούπα	2,03	1,37
Αγκινάρες αλά πολίτα	1,35	0,71
Φακές σούπα	1,55	0,84

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακα 7) παρατίθενται οι συγκεντρώσεις των α-, β-, γ- και δ-τοκοφερόλης μετατρεπόμενες σε μερίδες τροφίμων. Μία μερίδα συμπληρώνεται με 1,5 ή 2 φλιτζάνια μαγειρεμένου φαγητού και αντιστοιχεί σε 300 έως 400 g. Επιπλέον, δίνεται το ποσοστό της διαιτητικής πρόσληψης αναφοράς (DRI- Dietary Reference Intake) που καλύπτει η κάθε μερίδα. Οι ημερήσιες ανάγκες σε βιταμίνη E για έναν ενήλικα, όπως προαναφέρθηκε, είναι 15 mg.

Πίνακας 7: Συγκέντρωση τοκοφερολών ανά μερίδα τροφίμου και ποσοστό κάλυψης ημερήσιων αναγκών.

Μερίδες μαγειρεμένων τροφίμων	α-τοκοφερόλη	β- & γ-τοκοφερόλη	δ-τοκοφερόλη	% DRI βιταμίνης E
Φασολάκια πράσινα λαδερά (400g)	5,08	1,6	0,96	50,9
Αρακάς λαδερός (400g)	4,44	0,6	0,08	34,1
Μπάμιες λαδερές (400g)	10,84	1,2	0,04	80,5
Μπριάμ (300g)	9,18	-	0,08	61,7
Φασόλια μαυρομάτικα (300g)	1,38	0,87	1,41	24,4
Ρεβύθια σούπα (300g)	3,03	2,61	0,45	40,6
Αγκινάρες αλά πολίτα (300g)	4,11	-	0,03	27,6
Φακές σούπα (300g)	3,36	1,26	0,06	31,2

Μία μερίδα λαδερών μαγειρεμένων φαγητών και οσπρίων φαίνεται πως καλύπτει σε σημαντικά ποσοστά (~25-80%) τις ημερήσιες ανάγκες σε βιταμίνη E για έναν ενήλικα. Αυτό εξηγεί και το γεγονός ότι η αβιταμίνωση E είναι πολύ σπάνια, αφού παρέχεται σε αφθονία από τα φυτικά τρόφιμα.

6. Συμπέρασμα

Η α- τοκοφερόλη είναι το βιταμερές που επικρατεί σε όλα τα μαγειρεμένα τρόφιμα έχοντας τη μεγαλύτερη συγκέντρωση έναντι των υπόλοιπων τοκοφερολών,

επιβεβαιώνοντας τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα που θέτουν την α- τοκοφερόλη ως κυρίαρχη τοκοφερόλη στα φυτικά τρόφιμα.

Φάνηκε πως στα ρεβίθια σούπα υπάρχουν επίσης σημαντικές ποσότητες (β+γ)- και δ- τοκοφερόλης και στα μαυρομάτικα φασόλια δ- τοκοφερόλης, δημιουργώντας την υπόθεση της ενδογενούς παραγωγής αυτών των τοκοφερολών στους αντίστοιχους σπόρους των δύο οσπρίων. Ωστόσο, η διαπίστωση αυτή απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση (Giovanna Boschini & Arnoldi, 2011; Kalogeropoulos et al., 2010).

Τέλος, η παρούσα μελέτη επισημαίνει τη θρεπτική αξία των λαδερών μαγειρεμένων φαγητών και οσπρίων, που είναι παραδοσιακά τρόφιμα της ελληνικής μεσογειακής κουζίνας, αφού προσδίδουν αξιοσημείωτες ποσότητες βιταμίνης Ε. Μάλιστα, φαίνεται πως οι συγκεντρώσεις αυτές καλύπτουν σημαντικά ποσοστά τις ημερήσιες ανάγκες ενός ενήλικα για τη βιταμίνη αυτή, δείχνοντας έτσι το ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση τους στις σύγχρονες δίαιτες.

Βιβλιογραφία

- About-Enein, B. H., Puddy, W. C., & Bernstein, J. (2017). Ancel Benjamin Keys (1904–2004): His early works and the legacy of the modern Mediterranean diet. *Journal of Medical Biography*, 0(0), 96777201772769. <https://doi.org/10.1177/0967772017727696>
- Akil, E., Naciuk, V., Branco, C., Mesquita, A., Costa, M., Lúcia, A., ... Monoacylglycerol, M. A. G. (2015). Oxidative Stability and Changes in Chemical Composition of Extra Virgin Olive Oils After Short - Term Deep - Frying of French Fries. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2599-2>
- Aladedunye, F. A., Przybylski, Æ. R., & French, Á. T. Á. (2009). Degradation and Nutritional Quality Changes of Oil During Frying, 149–156. <https://doi.org/10.1007/s11746-008-1328-5>
- Azzi, A. (2017). Many tocopherols, one vitamin E. *Molecular Aspects of Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.06.004>
- Bonaccio, M., Iacoviello, L., & De Gaetano, G. (2012). The Mediterranean diet: The reasons for a success. *Thrombosis Research*, 129(3), 401–404. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2011.10.018>
- Bucelli, P., Costantini, E. A. C., Barbetti, R., & Franchini, E. (2011). Soil water availability in rainfed cultivation affects more than cultivar some nutraceutical components and the sensory profile of virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(15), 8304–8313. <https://doi.org/10.1021/jf201278r>
- C. Dobarganes, Pirez-Camino, & Marquez-Ruiz, G. (2007). High Performance Size Exclusion Chromatography for NOM Characterization. *Journal of Chromatography*, (8). <https://doi.org/A 1157 P472-476>
- Carr, A. C., Zhu, B. Z., & Frei, B. (2000). Potential antiatherogenic mechanisms of ascorbate (vitamin C) and alpha-tocopherol (vitamin E). *Circulation Research*, 87(5), 349–354. <https://doi.org/10.1161/01.RES.87.5.349>
- Chun, J., Lee, J., Ye, L., Exler, J., & Eitenmiller, R. R. (2006). ARTICLE IN PRESS Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet, 19, 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.08.001>
- Claudine Manach, Augustin Scalbert, Christine Morand, Christian Rémésy, and L. J. (2004). Polyphenols - Food Sources and Bioavailability.pdf. *Am J Clin Nutr*, 79(5), 727–47. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-2442430353&partnerID=tZOtx3y1>
- Cook-Mills, J. M., Abdala-Valencia, H., & Hartert, T. (2013). Two faces of vitamin e in the lung. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 188(3), 279–284. <https://doi.org/10.1164/rccm.201303-0503ED>

- Cook-Mills, J. M., & McCary, C. a. (2010). Isoforms of vitamin E differentially regulate inflammation. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders Drug Targets*, *10*, 348–366. <https://doi.org/EMID-DT-ABS-49> [pii]
- Cornwell, D. G., & Ma, J. (2007). Studies in Vitamin E: Biochemistry and Molecular Biology of Tocopherol Quinones. *Vitamins and Hormones*, *76*(7), 99–134. [https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(07\)76005-3](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(07)76005-3)
- Donovan, M. G., Selmin, O. I., Doetschman, T. C., & Romagnolo, D. F. (2017). Mediterranean Diet: Prevention of Colorectal Cancer. *Frontiers in Nutrition*, *4*(December), 1–25. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00059>
- E. Fernholz. (1937). On the Constitution of «-Tocopherol, *60*(I), 700–705. <https://doi.org/10.1021/ja01270a057>
- Edwin N. Frankel. (2010). Chemistry of Extra Virgin Olive Oil : Adulteration , Oxidative Stability , and Antioxidants, 5991–6006. <https://doi.org/10.1021/jf1007677>
- European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to polyphenols in olive and protection of LDL particles from oxidative damage. *EFSA Journal*, *9*(1924), 1–25. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2848>.
- Evans, H. M., & Bishop, K. J. (1922). ON THE EXISTENCE OF A HITHEFTO UNRECOGNIZED DIETARY FAC- TOR ESSENTIAL FOR RE- THE RECENT SCIENTIFIC WORK β€™ OF, 2–3.
- Forsyth, C., Kouvari, M., D’Cunha, N. M., Georgousopoulou, E. N., Panagiotakos, D. B., Mellor, D. D., ... Naumovski, N. (2017). The effects of the Mediterranean diet on rheumatoid arthritis prevention and treatment: a systematic review of human prospective studies. *Rheumatology International*, *0*(0), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00296-017-3912-1>
- Frankel, E., Bakhouché, A., Lozano-Sánchez, J., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2013). Literature review on production process to obtain extra virgin olive oil enriched in bioactive compounds. Potential use of byproducts as alternative sources of polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *61*(22), 5179–5188. <https://doi.org/10.1021/jf400806z>
- Fukasawa, R., Kanda, A., & Hara, S. (2009). Anti-oxidative effects of rooibos tea extract on autoxidation and thermal oxidation of lipids. *J.OleoSci.*, *58*(6), 275–283. <https://doi.org/10.5650/jos.58.275>
- Giovanna Boschin, & Arnoldi, A. (2011). Legumes are valuable sources of tocopherols. *Food Chemistry*.
- Guasch-Ferré, M., Merino, J., Sun, Q., Fitó, M., & Salas-Salvadó, J. (2017). Dietary Polyphenols, Mediterranean Diet, Prediabetes, and Type 2 Diabetes: A Narrative Review of the Evidence. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017.

<https://doi.org/10.1155/2017/6723931>

Hacquebard, M., & Carpentier, Y. A. (2005). Vitamin E : absorption , plasma transport and cell uptake, 133–138.

Hensley, K., Benaksas, E. J., Bolli, R., Comp, P., Grammas, P., Hamdheydari, L., ... Floyd, R. A. (2004). New perspectives on vitamin E: γ -tocopherol and carboxyethylhydroxychroman metabolites in biology and medicine. *Free Radical Biology and Medicine*, 36(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2003.10.009>

Hunter, S. C., & Cahoon, Æ. E. B. (2007). Enhancing Vitamin E in Oilseeds : Unraveling Tocopherol and Tocotrienol Biosynthesis, 97–108.
<https://doi.org/10.1007/s11745-007-3028-6>

Jiménez, P., García, P., Bustamante, A., Barriga, A., & Robert, P. (2017). Thermal stability of oils added with avocado (*Persea americana* cv. Hass) or olive (*Olea europaea* cv. Arbequina) leaf extracts during the French potatoes frying. *Food Chemistry*, 221, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.051>

Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Ioannou, M., Karathanos, V. T., Hassapidou, M., & Andrikopoulos, N. K. (2010). Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (phytosterols , tocopherols , polyphenols , triterpenic acids) in cooked dry legumes usually consumed in the Mediterranean countries. *Food Chemistry*, 121(3), 682–690. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.005>

Kalogeropoulos, N., Mylona, A., Chiou, A., Ioannou, M. S., & Andrikopoulos, N. K. (2007). Retention and distribution of natural antioxidants (a - tocopherol , polyphenols and terpenic acids) after shallow frying of vegetables in virgin olive oil, 40, 1008–1017. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.07.003>

Kelly S. Williamson,* S. Prasad Gabbita,* Shenyun Mou,* Melinda West, Q. N. P., William R. Markesbery,† Robert V. Cooney,‡ Paula Grammas, U. R.-P., & Robert A. Floyd, and K. H. (2002). Nitric Oxide The Nitration Product 5-Nitro- $\hat{\gamma}$ -tocopherol Is Increased in the Alzheimer Brain.

Knoops, K. T., de Groot, L. C., Kromhout, D., Perrin, A. E., Moreiras-Varela, O., Menotti, A., & van Staveren, W. A. (2004). Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project. *Journal of the American Medical Association*, 292(1538–3598 (Electronic)), 1433–1439.
Retrieved from file://c:/Documents and Settings/Administrateur/Mes documents/Biblio_Doc/PDF et autres Doc/MediterraneanDiet/KnoopsJAMA2004.pdf

Lee, S., Choi, Y., Sang, H., & Junsoo, J. (2017). Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Science and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0281-1>

Luca Rastrelli, Siro Passi,‡ Ferdinando Ippolito, Giovanni Vacca, A. F. D. S. (2002). Rate

of Degradation of α -Tocopherol , Squalene , Phenolics , and Polyunsaturated Fatty Acids in Olive Oil during Different Storage Conditions, 5566–5570.
<https://doi.org/10.1021/jf011063j>

Marielle Margier 1, Stéphane Georgé 2, Nouredine Hafnaoui 3, Didier Remond 3 , Marion Nowicki 1, Laure Du Chaffaut 4, M.-J. A. 5 and E. R. (2018). Nutritional Composition and Bioactive Content of Legumes : Characterization of Pulses Frequently Consumed in France and Effect of the, 1–12.
<https://doi.org/10.3390/nu10111668>

Mattioli, A. V., Palmiero, P., Manfrini, O., Puddu, P. E., Nodari, S., Dei Cas, A., ... Ciccone, M. M. (2017). Mediterranean diet impact on cardiovascular diseases. *Journal of Cardiovascular Medicine*, 1.
<https://doi.org/10.2459/JCM.0000000000000573>

McDougall, M., Choi, J., Magnusson, K., Truong, L., Tanguay, R., & Traber, M. G. (2017). Chronic vitamin E deficiency impairs cognitive function in adult zebrafish via dysregulation of brain lipids and energy metabolism. *Free Radical Biology and Medicine*, 112(July), 308–317.
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.08.002>

Nguyen, Q., & Southwell-Keely, P. T. (2007). Reaction of γ -tocopherol with hypochlorous acid. *Lipids*, 42(2), 171–178. <https://doi.org/10.1007/s11745-006-3016-2>

Niki, E., & Traber, M. G. (2012). A history of vitamin e. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 61(3), 207–212. <https://doi.org/10.1159/000343106>

Orozco-Solano, M. I., Priego-Capote, F., & Luque De Castro, M. D. (2011). Influence of simulated deep frying on the antioxidant fraction of vegetable oils after enrichment with extracts from olive oil pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(18), 9806–9814. <https://doi.org/10.1021/jf2019159>

Passerieux, E., Hayot, M., Jaussent, A., Carnac, G., Gouzi, F., Pillard, F., ... Laoudj-Chenivesse, D. (2015). Effects of vitamin C, vitamin E, zinc gluconate, and selenomethionine supplementation on muscle function and oxidative stress biomarkers in patients with facioscapulohumeral dystrophy: A double-blind randomized controlled clinical trial. *Free Radical Biology and Medicine*, 81, 158–169. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2014.09.014>

Pellegrini, N., Visioli, F., Buratti, S., & Brighenti, F. (2001). Direct Analysis of Total Antioxidant Activity of Olive Oil and Studies on the Influence of Heating, 2532–2538.

Qing Jiang. (2015). Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant and antiinflammatory activities and the role in disease prevention and therapy, (765), 76–90. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2014.03.035>. Natural

Reboul, E. (2017). Vitamin E Bioavailability: Mechanisms of Intestinal Absorption in the

- Spotlight. *Antioxidants*, 6(4), 95. <https://doi.org/10.3390/antiox6040095>
- Rigotti, A. (2007). Absorption, transport, and tissue delivery of vitamin E. *Molecular Aspects of Medicine*, 28(5–6), 423–436. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2007.01.002>
- Rizvi, S., Raza, S. T., Ahmed, F., Ahmad, A., Abbas, S., & Mahdi, F. (2014). The role of Vitamin E in human health and some diseases. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 14(2), 157–165.
- Salas-Salvadó, Jordi, Bullo M, B. N. (2011). Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes With the Mediterranean Diet. *Diabetes Care*, 34(1), 14–19. <https://doi.org/10.2337/dc10-1288>.
- Shorer, Z., & Parvari, R. (1996). Ataxia With Isolated Vitamin E Deficiency in Four Siblings, 15(4), 340–343.
- Steinhart, H., & Rathjen, T. (2003). Dependence of Tocopherol Stability on Different Cooking Procedures of Food, 73(2), 144–151.
- Traber, M. G., Burton, G. W., Ingold, K. U., & Kayden, H. J. (1990). RRR- and SRR- α -tocopherols are secreted without discrimination in human chylomicrons, but RRR-CY-tocopherol is preferentially secreted in very low density lipoproteins, 31, 675–685.
- Trichopoulou, A. (2007). Mediterranean diet, traditional foods, and health: Evidence from the Greek EPIC cohort, 28(2), 236–240.
- Trichopoulou, A., & Lagiou, P. (1997). Healthy Traditional Mediterranean Diet: An Expression of Culture, History, and Lifestyle, 55(11), 383–389.
- Trombetta, D., Smeriglio, A., Marcoccia, D., Giofrè, S., Toscano, G., Mazzotti, F., ... Lorenzetti, S. (2017). Analytical evaluation and antioxidant properties of some secondary metabolites in northern Italian mono- and multi-varietal extra virgin olive oils (EVOOs) from early and late harvested olives. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijms18040797>
- Tsimidou, M. (2016). Olive Oil Quality, 739568(635690). <https://doi.org/10.1201/9781439832028.ch6>
- Wagner, K. H., Kamal-Eldin, A., & Elmadfa, I. (2004). Gamma-tocopherol - An underestimated vitamin? *Annals of Nutrition and Metabolism*, 48(3), 169–188. <https://doi.org/10.1159/000079555>
- Wang, X., Thomas, B., Sachdeva, R., Arterburn, L., Frye, L., Hatcher, P. G., ... Ma, J. (2006). Mechanism of arylating quinone toxicity involving Michael adduct formation and induction of endoplasmic reticulum stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(10), 3604–3609. <https://doi.org/10.1073/pnas.0510962103>

YORAM, B., & FRIDMAN, D. (2017). Impact of Mediterranean Diet on Cancer: Focused Literature Review. *Cancer Genomics & Proteomics*, 14(6), 403–408. <https://doi.org/10.21873/cgp.20050>

Yoshida, Y., Saito, Y., Jones, L. S., & Shigeri, Y. (2007). Chemical Reactivities and Physical Effects in Comparison between Tocopherols and Tocotrienols: Physiological Significance and Prospects as Antioxidants. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 104(6), 439–445. <https://doi.org/10.1263/jbb.104.439>