

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ,
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ
«ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ»



**Προσδιορισμός ολικών φαινολικών ενώσεων και αντιοξειδωτικής
ικανότητας σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μανωλόπουλος Φώτιος, Διατροφολόγος - Διαιτολόγος,

Μεταπτυχιακός φοιτητής

Επιβλέπων καθηγητής: Παπαδόπουλος Αθανάσιος, Καθηγητής

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ,
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ
«ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ»

**Προσδιορισμός ολικών φαινολικών ενώσεων και αντιοξειδωτικής
ικανότητας σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μανωλόπουλος Φώτιος, Διατροφολόγος - Διαιτολόγος,

Μεταπτυχιακός φοιτητής

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Παπαδόπουλος Αθανάσιος, Καθηγητής, Α.Τ.Ε.Ι.Θ.

ΜΕΛΟΣ: Ονοματεπώνυμο – Βαθμίδα, Ίδρυμα

ΜΕΛΟΣ: Ονοματεπώνυμο – Βαθμίδα, Ίδρυμα

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ»

Εγκρίθηκε την

ΒΑΘΜΟΣ: ΑΡΙΣΤΗ:.....

ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ:.....

ΚΑΛΗ:

ΑΠΟΔΕΚΤΗ:.....

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

.....

.....

.....

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

.....

.....

.....

Στην οικογένειά μου...

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρακάτω μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Αλεξανδρείου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης και πιο συγκεκριμένα του Τμήματος Διατροφής- Διαιτολογίας, με κατεύθυνση «Διατροφή και Λειτουργικά Τρόφιμα». Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο πτυχιακών εργασιών του τμήματος Διατροφής Διαιτολογίας

Στη παρούσα μελέτη εξετάσαμε δείγματα αρωματισμένου, με αρωματικά φυτά, ελαιόλαδου και προσδιορίσαμε την συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών με την μέθοδο Folin- Ciocalteu καθώς και την αντιοξειδωτική ικανότητα με την μέθοδο ABTS (αντιδραστήριο 2,2 azinobis-3-ethylbenzothiaziline-6-sulfonate) και DPPH (2,2-δι(4-tert-οκτυλφαινυλο)-1-πυκρλυδραζίλιο).

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν 2 διαφορετικές ποικιλίες ελαιόλαδου και αρωματίστηκαν με 7 διαφορετικά φυτά ή τον συνδυασμό τους. Η παραμονή τους στο ελαιόλαδο έγινε για 2,3,4,6 και 8 μήνες αντίστοιχα και ανάλογα με τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο ψυγείο έως και την ημέρα που χρησιμοποιήθηκαν για προσδιορισμό των συστατικών τους.

Τα αρωματικά φυτά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: ρίγανη, θυμάρι, μέντα, λεβάντα, σκόρδο, δενδρολίβανο, πορτοκάλι και τσίλι πιπεριά.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.

Λέξεις-κλειδιά: ελαιόλαδο, αρωματικά φυτά, αντιοξειδωτικά, φαινόλες

ABSTRACT

The following study was conducted within the postgraduate study program of the Alexandrian Technological Educational Institute of Thessaloniki and more specifically of the Department of Nutrition and Dietetics, in the direction of "Nutrition and Functional Foods". The analysis of the results was carried out in the workshop of the Department of Nutrition Dietetics.

In the present study we examined samples of aromatized aromatic olive oil and we determined the concentration of total phenolic components by the Folin-Ciocalteu method as well as the antioxidant capacity with ABTS (2,2-azinobis-3-ethylbenzothiaziline-6-sulfonate reagent) and DPPH (2,2-di (4-tert-octylphenyl) -1-pyridylhydrazide).

In particular, two different varieties of olive oil were used and flavored with 7 different plants or their combination. Their stay in the olive oil was for 2,3,4,6 and 8 months respectively and, depending on the samples, were placed in the refrigerator until the day they were used to determine their constituents.

The aromatic plants used were: oregano, thyme, peppermint, lavender, garlic, rosemary, orange and chilli peppers,

The results were analyzed using the SPSS statistical program.

Key words: olive oil, aromatic plants, antioxidants, phenols

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Εισαγωγή.....	10
Τα Ελαιόλαδο.....	11
Ιστορική αναδρομή.....	11
Το δέντρο.....	11
Η ελιά.....	12
Η παραγωγή του ελαιολάδου.....	12
Η συλλογή του ελαιοκάρπου.....	13
Η αποθήκευση του ελαιοκάρπου.....	14
Τα στάδια παραγωγής του ελαιολάδου από τον καρπό.....	15
Η σύσταση του ελαιολάδου.....	17
Τριγλυκερίδια.....	17
Σχηματισμός του τριγλυκεριδίου.....	18
Πολυφαινόλες.....	19
Βιταμίνες.....	22
Χρωστικές.....	22
Ιχνοστοιχεία.....	23
Υδατάνθρακες.....	24
Αλειφατικές αλκοόλες.....	24
Στερόλες.....	24

Η αποθήκευση του ελαιολάδου.....	25
Περιέκτες αποθήκευσης.....	25
Χώροι αποθήκευσης.....	26
Θερμοκρασία αποθήκευσης.....	26
Βιολογικές και άλλες ιδιότητες του ελαιολάδου.....	26
Ελαιόλαδο και Υγεία.....	27
Άλλα βρώσιμα έλαια.....	30
Η νοθεία του ελαιολάδου.....	31
Γενικά.....	33
Αρωματικά Φυτά.....	34
Ρίγανη(Oregano vulgare).....	34
Θυμάρι (Thymus vulgaris).....	37
Δενδρολίβανο (Rosmarinus officinalis).....	39
Λεβάντα.....	42
Σκόρδο.....	43
Βανίλια.....	44
Μέντα (Mentha piperita).....	45
Πορτοκάλι.....	46
Τσίλι.....	49
Μέθοδοι Προσδιορισμού Της Ολικής Αντιοξειδωτικής Ενεργότητας.....	54
Η μέθοδος DPPH.....	58
Η μέθοδος ABTS.....	60
Η μέθοδος Folin – Ciocalteu.....	62

Σκοπός.....	64
Υλικά και Μέθοδοι.....	65
Δείγματα που αναλύθηκαν.....	65
Αντιδραστήρια.....	66
Όργανα.....	66
Σκεύη.....	66
Πειραματική Διαδικασία.....	67
Μέθοδος ποσοτικού προσδιορισμού φαινολικών ουσιών (FOLIN – CIOCALTEU).....	67
Προετοιμασία αντιδραστηρίων.....	68
Διαδικασία ανάλυσης των δειγμάτων.....	69
Μέθοδος προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας – μέθοδος ABTS.....	70
Προετοιμασία αντιδραστηρίων.....	71
Διαδικασία ανάλυσης των δειγμάτων.....	71
Μέθοδος εκτίμησης αντιοξειδωτικής ικανότητας βασισμένη στη δέσμευση της 1,1 διφαινυλο-2-πικρυλυδραζυλικής ελεύθερης ρίζας (dpph).....	72
Παρασκευή Διαλυμάτων.....	72
Διαδικασία ανάλυσης των δειγμάτων.....	72
Αποτελέσματα.....	73
Αποτελέσματα.....	75
Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	85
Βιβλιογραφία.....	86

Εισαγωγή

Από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα ακόμα, έρευνες της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, έδειξαν ότι άνθρωποι που ζούσαν στις μεσογειακές χώρες εμφάνιζαν τα μικρότερα ποσοστά θνησιμότητας από καρκίνο και στεφανιαία νόσο, λόγω του ότι στην Μεσογειακή Διατροφή περιλαμβάνεται, μεταξύ άλλων, και το ελαιόλαδο ως κύρια πηγή λίπους. Οι κάτοικοι αυτοί είχαν μεγαλύτερο μέσο όρο ζωής, σε σχέση με τους κατοίκους των άλλων χωρών. Οι σύγχρονες έρευνες διαπιστώσαν ότι οι ελεύθερες ρίζες είναι η αιτία όλων των παραπάνω. Στην παρούσα εργασία ο σκοπός της ερευνάς μας είναι να προσδιορίσουμε πως μεταβάλλεται η αντιοξειδωτική δράση του ελαιόλαδου με την προσθήκη αρωματικών φυτών σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο με τις μεθόδους ABTS & DPPH και πώς μεταβάλλεται η συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων ύστερα από τον αρωματισμό του με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu.

Τα Ελαιόλαδο

Ιστορική αναδρομή

Ευρήματα από αρχαιολογικές έρευνες όπως λίθινα τμήματα πιεστηρίων και πιθάρια για την αποθήκευση του ελαιολάδου αποδεικνύουν ότι οι ελιές καλλιεργούνταν και χρησιμοποιούνταν για το λάδι τους από τους Ασσύριους στην Περσία και την Βόρεια Μεσοποταμία πριν το 5.000 π.Χ. [47]. Περίπου

2.000 χρόνια αργότερα, οι Φοίνικες άρχισαν να διαδίδουν την καλλιέργεια της ελιάς στη Μ. Ασία, στα νησιά του Αιγαίου, στην ηπειρωτική Ελλάδα και στη Βόρεια Αφρική. Με την πάροδο του χρόνου, η καλλιέργειά της εξαπλώθηκε σε ολόκληρη τη Μεσόγειο καθώς και σε άλλες περιοχές της Υψηλίου. Το γεγονός ότι η ελιά ήταν αφιερωμένη στη θεά Αθηνά δείχνει τη σημασία της ακόμα και στη Μυθολογία.

Το δέντρο

Η επίσημη ονομασία της αειθαλούς υπεραιώνιας ελιάς είναι *Olea Europea Sativa*. Το εξημερωμένο ελαιόδεντρο έχει καταγωγή από την ανατολική λεκάνη της Μεσογείου. Προσαρμόζεται σε μακριάς διαρκείας ξηρά και θερμά καλοκαίρια, ενώ δείχνει ιδιαίτερη αντοχή και σε θερμοκρασίες που αγγίζουν πολλές φορές τους 0°C. Τα ελαιόδεντρα στην ενήλικη ζωή τους είναι δέντρα μεσαίου μεγέθους. Σε κάποιες περιπτώσεις τα δέντρα μπορούν να φτάσουν έως τα 10 m σε ύψος. Παρόλα αυτά συναντώνται και νάνοι ελαιόδεντρα για καλλωπιστικούς σκοπούς. Στον Μεσογειακό χώρο, τα ελαιόδεντρα ανθοφορούν στα τέλη της Άνοιξης, από Απρίλιο-Μάιο, ενώ η συγκομιδή ξεκινά από τα τέλη Νοεμβρίου και τελειώνει τον Φεβρουάριο του επόμενου έτους για τις πιο νότιες περιοχές.



Σχήμα 4.1. Το ελαιόδεντρο

Οι ελιές αρχίζουν να παράγουν καρπό μετά τα 15 χρόνια και μπορεί να ζήσουν μέχρι και 700 χρόνια σύμφωνα με βοτανικές έρευνες. Σήμερα υπάρχουν πάνω από 700 εκατομμύρια ελαιόδεντρα σε ολόκληρο τον κόσμο, το 80% των οποίων υπάρχει στην Ευρώπη, 42% στην Ισπανία, 24% στην Ιταλία και το 12% στην Ελλάδα. Το υπόλοιπο ποσοστό (20%) κατανέμεται στην Ανατολή, στη Β. Αφρική, τη Ν. Αμερική και τις Ν.Δ. Η.Π.Α.

Η ελιά

Η ελιά αποτελείται από τον μεσόκαρπο σε ποσοστό 78-80% και το κουκούτσι σε ποσοστό 14-16%. Το 50% του καρπού είναι νερό, το 25% υδατάνθρακες, το 25% έλαιο, ενώ περιέχονται και μικρά ποσά πρωτεΐνης [48].

Η παραγωγή του ελαιολάδου

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής του ελαιολάδου συγκεντρώνεται στις Μεσογειακές χώρες (98%). Η Ευρωπαϊκή Ένωση συγκεντρώνει το 75% της παραγωγής ανά τον κόσμο, ενώ η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα συμπληρώνουν το 97% της ευρωπαϊκής παραγωγής. Η Τυνησία και η Τουρκία έχουν το 9% και το 5% της παραγωγής αντίστοιχα. Στον πίνακα 4.1 αναφέρονται οι κύριες χώρες παραγωγού ελαιολάδου καθώς και τα ποσοστά κατανάλωσης στις χώρες αυτές. Τα δεδομένα αναφέρονται στην περίοδο 1990- 2000.

Στοιχεία για την ετήσια παραγωγή και κατανάλωση του ελαιολάδου σε διάφορες χώρες για την περίοδο 1990-2000.

Χώρα	Παραγωγή %	Κατανάλωση %	Ετήσια κατανάλωση (kg) / άτομο
Ισπανία	31,4	23,3	12,1
Ιταλία	31,4	31,6	11,2
Ελλάδα	17,3	9,8	19,5
Πορτογαλία	2,0	2,5	5,2
Γαλλία	0,1	2,1	1,3
Τυνησία	9,0	2,7	7,9
Τουρκία	5,0	3,2	1,2
Συρία	4,2	4,0	6,1
Μαρόκο	2,4	2,2	1,8
Αλγερία	1,5	1,2	-
ΗΠΑ	0,1	5,7	0,6

Η συλλογή του ελαιοκάρπου

Η καλύτερη εποχή συλλογής του ελαιοκάρπου συμπίπτει με την μεταβολή του χρώματος από πρασινοκίτρινο σε μαυροϊώδες. Άγουρος ελαιοκάρπος δίνει ελαιόλαδο με έντονο πράσινο χρώμα και πικρίζουσα γεύση. Η παραμονή του ελαιοκάρπου στο δέντρο έχει ως συνέπεια την αύξηση της οξύτητας, την αλλαγή του χρώματος και μεταβολές στα αρωματικά συστατικά. Αλειφατικές ενώσεις με έξι άτομα άνθρακα και οι αντίστοιχοι εστέρες είναι οι ενώσεις που συνεισφέρουν στο λεγόμενο άγουρο (unripe) χαρακτηριστικό του αρώματος. Έχει βρεθεί ότι τα συστατικά αυτά με έξι άτομα C ελαττώνονται με την ωρίμανση. Υπάρχει επομένως βέλτιστος χρόνος συγκομιδής. Βέβαια, δεν μπορεί να επιτευχθεί η ίδια φυσική κατάσταση σε όλα τα ελαιόδεντρα και όλο τον ελαιοκάρπο. Για την ποικιλία Κορωνέικη, η συλλογή αρχίζει από τα μέσα του Νοεμβρίου. Η συγκέντρωση της trans-2-εξανάλης ελαττώνεται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης από το άγουρο στο ώριμο και υπερώριμο στάδιο. Το άγουρο στάδιο χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη εξανάλης, εξεν-3-όλης-1 και εξεν-2-όλης-1. Το μεσαίο στάδιο ωριμότητας μπορεί να χαρακτηριστεί μόνο από

την περιεκτικότητα σε οξικό εξυλεστέρα και όχι από τις προαναφερόμενες ενώσεις με έξι άτομα άνθρακα. Το υπερώριμο στάδιο χαρακτηρίζεται από την ελαττωμένη περιεκτικότητα σε ενώσεις έξι ατόμων C που αποδίδεται στην ελάττωση της ενεργότητας του ενζύμου λιποξυγενάση κατά το χειμώνα.

Ο χαρακτηρισμός των σταδίων ωριμότητας πραγματοποιείται κυρίως με ποσοτικό προσδιορισμό των πτητικών συστατικών παρά με οργανοληπτικό έλεγχο.

Η συγκομιδή της ελιάς γίνεται είτε από το έδαφος είτε από το δέντρο. Ο τρόπος συγκομιδής επηρεάζει την ποιότητα του ελαιολάδου ανάλογα με τον τραυματισμό που θα δεχθεί ο καρπός. Στα χτυπημένα σημεία επέρχεται αλλαγή του βιοχημικού μεταβολισμού και αναπτύσσονται ανεπιθύμητες ενζυμικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα την τελική υποβάθμιση του ελαιολάδου. Η πλέον κατάλληλη μέθοδος μαζέματος του καρπού είναι με τα χέρια ή με κτένες από το δέντρο.

Για την ποικιλία Κορωνέικη εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση ελαφρύ ράβδισμα ή χρήση ελαιοσυλλεκτών, ενώ σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται δίκτυα. Για τη μείωση της ποιοτικής υποβάθμισης πρέπει να μειωθεί ο χρόνος μεταξύ συλλογής και σύνθλιψης στην πρώτη περίπτωση και να μαζεύεται από τα δίκτυα ο καρπός όσο πιο τακτικά γίνεται στη δεύτερη. Ο μέγιστος χρόνος παραμονής είναι 7 ημέρες. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του ελαιοκάρπου θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η μηχανική ζημιά που μπορεί να προκληθεί και να αποφευχθούν οι μυκητιακές ζυμώσεις.

Η αποθήκευση του ελαιοκάρπου

Οι ελιές πρέπει να φυλάσσονται σε καλώς αεριζόμενους χώρους, στους οποίους η θερμοκρασία διατηρείται κάτω από 25 °C και η σχετική υγρασία σε 75%. Η απ' ευθείας επαφή με το έδαφος θα πρέπει να αποφεύγεται. Ως μέσα συσκευασίας χρησιμοποιούνται είτε σακιά από νήμα γιούτας με οπές που επιτρέπουν τον αερισμό του ελαιοκάρπου είτε διάτρητα τελάρα. Τα σακιά δεν πρέπει να τοποθετούνται το ένα επάνω στο άλλο για να μην περιορίζεται ο αερισμός, να μην τραυματίζεται ο καρπός και να μην αναπτύσσονται μύκητες. Καλύτερες συνθήκες εξασφαλίζονται με τα τελάρα τα οποία όμως δεν βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή λόγω του μεγαλύτερου κόστους.[47]

Τα στάδια παραγωγής του ελαιολάδου από τον καρπό

Τα στάδια που ακολουθούνται για την παραγωγή του ελαιολάδου από τον καρπό είναι τα ακόλουθα:

A. Αποφύλλωση.

Φύλλα και κλαδιά που συλλέγονται με τον ελαιόκαρπο πρέπει να απομακρυνθούν. Το βάρος τους δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1%.

B. Πλόσιμο.

Το χρησιμοποιούμενο νερό πρέπει να είναι πόσιμο σύμφωνα με τις οδηγίες της Ε.Ε. και την εθνική νομοθεσία.

Γ. Μεταφορά.

Ενδείκνυται η χρήση μεταφορικής ταινίας που δεν τραυματίζει τον καρπό.

Δ. Θραύση-Σπάσιμο.

Επηρεάζει την ποιότητα και την ποσότητα του ελαιολάδου. Χρησιμοποιούνται κυρίως ελαιόμυλοι, κυλινδρόμυλοι και σφυρόμυλοι. Γενικά πλεονεκτούν οι μεταλλικοί σπαστήρες διότι καταλαμβάνουν ελάχιστο χώρο. Το σπάσιμο του ελαιόκαρπου γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα (20-30 min), γεγονός που περιορίζει την επαφή του καρπού με τον αέρα, ώστε να μην ευνοείται η οξειδωτική αλλοίωση του ελαιολάδου. Επιπλέον, είναι δυνατή η ρύθμιση του βαθμού άλεσης (12-15 rpm). Μειονέκτημα των σπαστήρων αυτών είναι η ρύπανση του ελαιολάδου με βαρέα μέταλλα, κυρίως Cu και Fe, που ευνοούν την οξειδωτική τάγγιση. Επίσης, μερικές φορές δεν ανοίγουν όλα τα ελαιοκύτταρα της σάρκας, ενώ ευνοείται ο σχηματισμός γαλακτωμάτων με αποτέλεσμα την παρουσία μεγάλης ποσότητας μούργας στο ελαιόλαδο. Ο βαθμός άλεσης επηρεάζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Ελαιόκαρπος που σπάστηκε με μικρότερο αριθμό στροφών του σφυρόμυλου έδωσε καλύτερη ποιότητα ελαιολάδου, σε σχέση με εκείνο που προήλθε από ελαιόκαρπο τεμαχισμένο με περισσότερες στροφές σφυρόμυλου.

E. Μάλαξη.

Χρησιμοποιούνται ημισφαιρικοί ή ημικυλινδρικοί ανοξείδωτοι μαλακτήρες με διπλά τοιχώματα μέσα στα οποία κυκλοφορεί νερό, του οποίου η θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 45 °C. Οι μαλακτήρες διαθέτουν κάθετους ή οριζόντιους ρότορες (20-40 rpm). Η θερμοκρασία της ελαιόπαστας δεν πρέπει να ξεπερνά τους 22-25 °C. Η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει τα γευστικά και αρωματικά συστατικά και το καθιστά ευπαθές στην τάγγιση. Ο χρόνος μάλαξης εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς και δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20-30 min. Η αύξηση του χρόνου μάλαξης μειώνει το περιεχόμενο σε πολυφαινόλες διότι οξειδώνονται κατά την επαφή του ελαιολάδου με τον αέρα και κατά την δράση ενζύμων (πολυφαινολοοξειδάσες).

Z. Διαχωρισμός.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι διαχωρισμού του ελαιολάδου από την ελαιόπαστα, με πίεση (pressing), με φυγοκέντριση και με διήθηση (percolation). Η μέθοδος της διήθησης βασίζεται στην διαφορά της επιφανειακής τάσης μεταξύ του ελαίου και του περιεχόμενου νερού. Χρησιμοποιείται η μηχανή Sinolea, στην οποία είναι προσαρτημένες ατσάλινες λεπίδες. Όταν μία ατσάλινη λεπίδα βυθιστεί στην ελαιόπαστα το έλαιο δείχνει την τάση να την επικαλύψει.

Σήμερα ο διαχωρισμός γίνεται με φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες απλού ή αυτόματου τύπου, η λειτουργία των οποίων στηρίζεται στη διαφορά των ειδικών βαρών των προς διαχωρισμό υγρών. Κατά τον διαχωρισμό μεγάλη σημασία έχει η θερμοκρασία του χρησιμοποιούμενου νερού, η οποία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 30 °C γιατί αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά συστατικά του ελαιολάδου και οξειδώνεται πιο γρήγορα. Αν η θερμοκρασία του νερού είναι εκτός των προβλεπόμενων ορίων, 25-30 °C, η ποιότητα επηρεάζεται σημαντικά. Η ποσότητα του νερού που προστίθεται ανάλογα με τον τύπο του ελαιοτριβείου πρέπει να κυμαίνεται από 35 έως 45%. Σημαντικό ρόλο στην ποιότητα παίζει ο καθαρισμός των διαχωριστήρων που πρέπει να γίνεται καθημερινά για τον απλό τύπο και δύο φορές την εβδομάδα για τον αυτόματο. Αν δεν γίνει πλήρης διαχωρισμός των ξένων υλών και του νερού, το έλαιο που λαμβάνεται αλλοιώνεται πολύ εύκολα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής του.

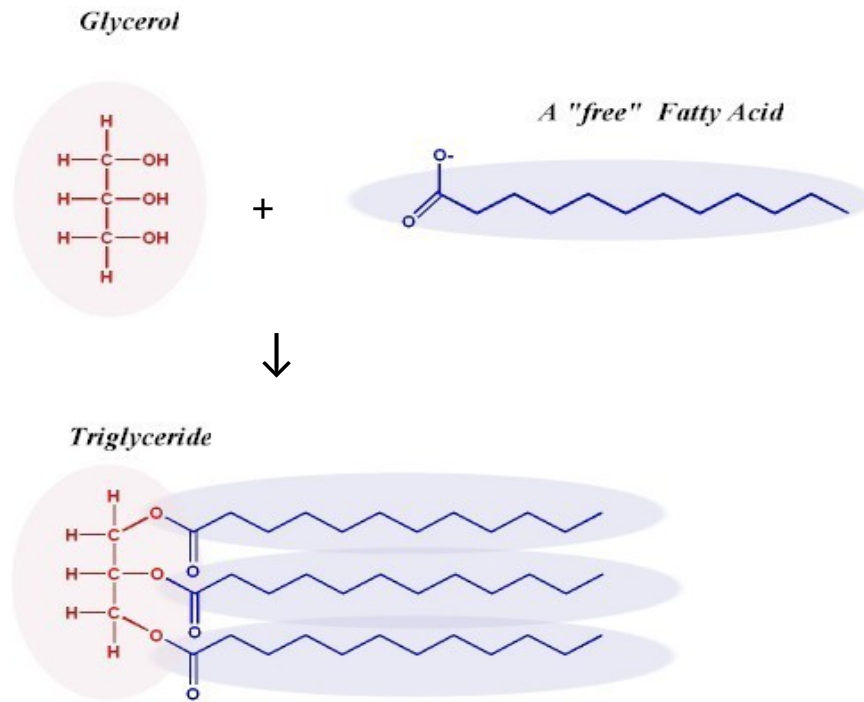
Με τη μέθοδο της φυγοκέντρισης μειώνεται η περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά γιατί χρησιμοποιείται νερό, το οποίο τα διαλυτοποιεί. Το περιεχόμενο σε φαινολικά συστατικά είναι το ίδιο για τις άλλες δύο μεθόδους.

Η σύσταση του ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο αποτελείται κατά 98 έως 99% από τριγλυκερίδια. Το υπόλοιπο ποσοστό περιλαμβάνει ελεύθερα λιπαρά οξέα, υδατάνθρακες, τριτερπενικές αλκοόλες, στερόλες, τοκοφερόλες, βιταμίνες, χρωστικές, φαινολικά και αρωματικά συστατικά.

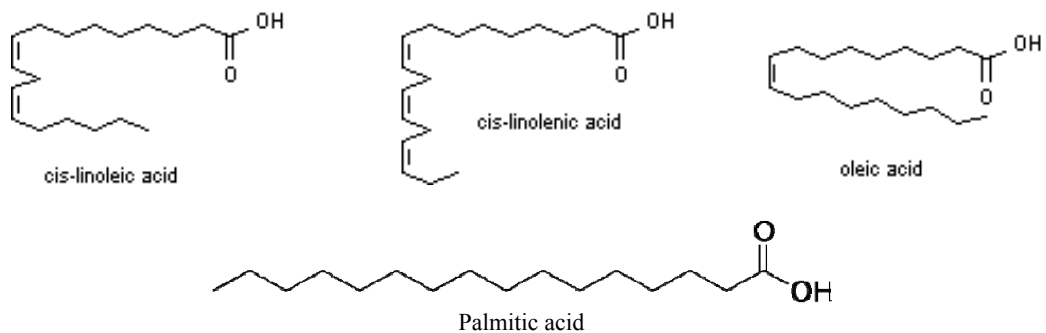
Τριγλυκερίδια

Τα τριγλυκερίδια (triglyceride) σχηματίζονται από τρία ελεύθερα λιπαρά οξέα (free fatty acid) που συνδέονται σε ένα μόριο γλυκερόλης (glycerol). Τα σημαντικότερα λιπαρά οξέα που συναντώνται στο ελαιόλαδο είναι το ελαϊκό, το λινελαϊκό και το λινολενικό οξύ. Η θέση 2 της γλυκερόλης καταλαμβάνεται από ακόρεστο λιπαρό οξύ με περισσότερο σύνηθες το λινολενικό οξύ. Τα λιπαρά οξέα έχουν γενικό συντακτικό τύπο $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$, όπου n είναι ο αριθμός των μεθυλομάδων που κυμαίνεται μεταξύ 12 και 20. Λιπαρά οξέα με περισσότερα από 20 άτομα C τείνουν να στερεοποιούνται σε θερμοκρασία δωματίου και απαντώνται στα κεριά. Το ελαιόλαδο περιέχει 72% μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, 14% πολυακόρεστα και 14% κορεσμένα λιπαρά οξέα.

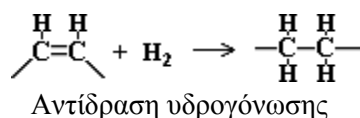


Σχηματισμός του τριγλυκεριδίου.

Τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα περιέχουν ένα διπλό δεσμό, ενώ τα πολυακόρεστα περιέχουν περισσότερους διπλούς δεσμούς. Το ελαιϊκό οξύ (oleic acid) (C18:1) είναι ένα μονοακόρεστο λιπαρό οξύ και περιέχεται σε ποσοστά 55-83% στο ελαιόλαδο. Το λινελαϊκό οξύ (cis-linoleic acid) (C18:2) είναι ένα πολυακόρεστο λιπαρό οξύ με δύο διπλούς δεσμούς και έχει περιεκτικότητα περίπου 3,5-21% στο ελαιόλαδο. Το λινολενικό οξύ (cis-linolenic acid) (C18:3) είναι ένα πολυακόρεστο λιπαρό οξύ με τρεις διπλούς δεσμούς και έχει περιεκτικότητα μικρότερη από 0,9%. Κορεσμένα λιπαρά οξέα που περιέχεται στο ελαιόλαδο είναι το στεατικό οξύ (stearic acid) (C18:0) (0,5-5,0%) και το παλμιτικό οξύ (palmitic acid) (C16:0) (7,5-20%).



Η υδρογόνωση του λίπους είναι μία διαδικασία κατά την οποία εισέρχεται ρεύμα υδρογόνου σε καυτό φυτικό έλαιο θερμοκρασίας από 250 έως 400°C, παρουσία μετάλλου ως καταλύτη, συνήθως νικελίου ή πλατίνας. Η διαδικασία διαρκεί αρκετές ώρες. Το ελαϊκό οξύ (C18:1) και το λινελαϊκό οξύ (C18:2) μετατρέπονται στο κορεσμένο στεατικό οξύ (C18:0).



Το ελαιόλαδο δεν περιέχει trans-λιπαρά οξέα. Ένα έλαιο μερικώς υδρογονωμένο, μπορεί να περιέχει cis και trans λιπαρά οξέα. Συνέπεια της υδρογόνωσης είναι η στερεοποίηση του ελαίου σε θερμοκρασία δωματίου. Το ελαιόλαδο δεν υφίσταται την διαδικασία υδρογόνωσης, σε αντίθεση με άλλα βρώσιμα λίπη όπως η μαργαρίνη.

Τα επίπεδα των λιπαρών οξέων, με τη μορφή τριγλυκεριδίων, ποικίλουν κατά τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης της ελιάς, ενώ εξαρτώνται από την ποικιλία και της συνθήκες καλλιέργειας και κλίματος. Γενικά, είναι αποδεκτό ότι ελαιόλαδα που προέρχονται από περιοχές με ψυχρό κλίμα περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ελαϊκού οξέος σε σχέση με αυτά που προέρχονται από θερμότερες περιοχές.

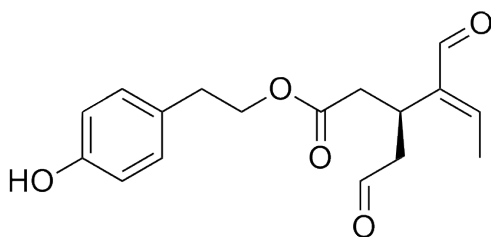
Τρόφιμα τα οποία περιέχουν ακόρεστα λιπαρά οξέα, τείνουν να οξειδώνονται κατά την παραμονή τους. Η ταχύτητα οξείδωσης είναι συνάρτηση του βαθμού ακορεστότητας της λιπαρής ύλης, π.χ. η ταχύτητα οξείδωσης του λινελαϊκού οξέως (ΔΔ 9,12) είναι είκοσι φορές μεγαλύτερη εκείνης του ελαϊκού (ΔΔ 9). Κάθε πρόσθετος διπλός δεσμός (ΔΔ) στο μόριο εικοσαπλασιάζει την ταχύτητα οξείδωσης.

Με τον όρο στοιχειώδη λιπαρά οξέα (essential fatty acids) χαρακτηρίζονται τα λιπαρά οξέα που δεν σχηματίζονται στον οργανισμό του ανθρώπου. Είναι απαραίτητα για την ύπαρξη του και πρέπει να τα λάβει έτοιμα από την τροφή. Είναι μόνο δύο, το λινελαϊκό, ένα ω-6 λιπαρό οξύ και το α- λινολενικό, ένα ω-3 λιπαρό οξύ. Τα λιπαρά αυτά οξέα αποτελούν τη βάση από την οποία σχηματίζονται και άλλα ω-6 και ω-3 λιπαρά οξέα σε υγιείς οργανισμούς. [28]

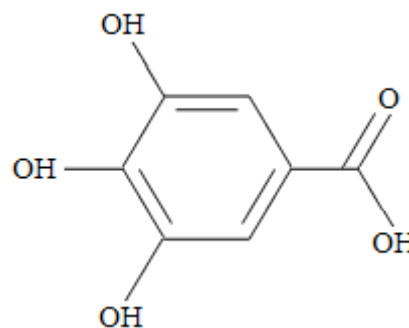
Πολυφαινόλες

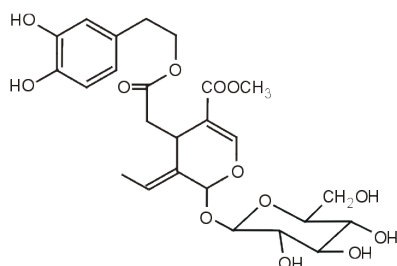
Στα φαινολικά συστατικά οφείλεται η πικρή γεύση του ελαιολάδου, η στυπτικότητα και η αντοχή του στην οξείδωση. Διάφορες φλαβόνες και φλαβονόλες καθώς και το βανιλικό οξύ και τα κιναμικά οξέα, όπως τα καφεϊκό και p-κουμαρικό οξύ, έχει αναφερθεί ότι βρίσκονται στην ελιά [48]. Το κυρίαρχο φαινολικό οξύ που περιέχεται στο ελαιόλαδο είναι το p-κουμαρικό οξύ (1-10 $\mu\text{g g}^{-1}$) και ακολουθούν το συρινγικό και το βανιλικό οξύ σε μικρότερα ποσά. Ωστόσο η ελιά περιέχει έναν αριθμό χαρακτηριστικών συστατικών όπου περιλαμβάνονται η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη και η ελευρωπαίνη η οποία αποτελεί και το πλέον σημαντικό φαινολικό συστατικό. Η ελευρωπαίνη είναι ένας εστέρας του ελενολικού οξέος με την υδροξυτυροσόλη. Οι φλαβονοειδείς πολυφαινόλες στο ελαιόλαδο είναι φυσικά αντιοξειδωτικά και παρουσιάζουν πληθώρα θρεπτικών επιδράσεων. Η περιεκτικότητα των αντιοξειδωτικών πολυφαινολών είναι περίπου 5 mg ανά 10 g ελαιολάδου. Το περιεχόμενο σε φαινόλες εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς, τον χρόνο συγκομιδής, την διαδικασία παραγωγής, το χρονικό διάστημα που είναι αποθηκευμένο το ελαιόλαδο και τέλος αν είναι ραφινρισμένο. [28]

Τυροσόλη



Υδροξυτυροσόλη





Ελευρωπαίνη

Συγκεκριμένες ποικιλίες ελιάς, όπως αυτές της Τοσκάνης (Tuscan), έχουν πολύ υψηλές περιεκτικότητες σε πολυφαινόλες. Τα ελαιόλαδα αυτά είναι πολύτιμα καθώς μπορούν να αναμιχθούν με έλαια μικρής περιεκτικότητας φαινολών για να επιμηκύνουν το χρόνο ζωής τους.

Οι ελιές που συλλέγονται στις αρχές του έτους έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες. Οι ελιές που συλλέγονται προς το τέλος του έτους, περιέχουν λιγότερες πολυφαινόλες και έχουν πιο γλυκιά γεύση. Η συγκέντρωση των πολυφαινολών αυξάνει κατά την ανάπτυξη του ελαιοκάρπου μέχρι το χρώμα του να μεταβάλλεται από πράσινο σε πορφυρό, οπότε αρχίζει να μειώνεται. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι παλαιότερα ήταν επιθυμητή η συγκομιδή στην περίοδο της μέγιστης ωρίμανσης, όπου η γεύση του ελαιολάδου ήταν γλυκιά ενώ υπήρχε απώλεια ή μειωμένη παρουσία θρεπτικών συστατικών. Στις μέρες μας η δυνατή πικρή γεύση γίνεται πιο επιθυμητή σε συνδυασμό με την παρουσία των αντιοξειδωτικών στην μέγιστη συγκέντρωσή τους.

Πολλά έχουν ειπωθεί σχετικά με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την συλλογή του καρπού της ελιάς. Εάν η τεχνική όμως χρησιμοποιηθεί με σωστό τρόπο έχει μικρή

επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Το ραφινάρισμα εφαρμόζεται σε ελαιόλαδα που έχουν αυξημένη οξύτητα, είναι παλαιά, έχουν υποστεί τάγγιση, έχουν προέλθει από άρρωστους καρπούς ή έχουν κάποιο άλλο μειονέκτημα που τα καθιστά ανεπιθύμητα προς κατανάλωση. Η διαδικασία περιλαμβάνει την εξουδετέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων, την απόσπηση και τον αποχρωματισμό. Τα ραφιναρισμένα ελαιόλαδα είναι φτωχότερα σε τυροσόλη και άλλα φαινολικά συστατικά. Η συγκέντρωση των πολυφαινόλων στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο κυμαίνεται μεταξύ 50 και 80 ppm, ενώ το ραφιναρισμένο έλαιο περιέχει πολυφαινόλες σε

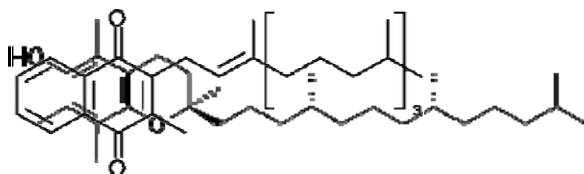
συγκέντρωση μικρότερη των mg ανά kg ελαιολάδου.

Κατά την παραμονή του ελαιολάδου στον περιέκτη, οι πολυφαινόλες οξειδώνονται με αργό ρυθμό. Ένα ελαιόλαδο που αποθηκεύεται κατάλληλα και αναγράφει ημερομηνία λήξεως, μπορεί να καταναλωθεί με ασφάλεια.

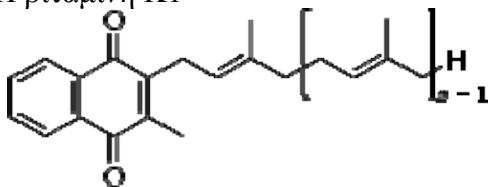
Βιταμίνες

Οι βιταμίνες διακρίνονται γενικά σε δύο κατηγορίες: τις λιποδιαλυτές και τις υδατοδιαλυτές. Το ελαιόλαδο περιέχει κυρίως λιποδιαλυτές βιταμίνες, οι οποίες συνήθως δεν καταστρέφονται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Εντούτοις, οι ελιές περιέχουν εξίσου και τα δύο είδη βιταμινών. Η βιταμίνη E (α-τοκοφερόλη) αποτελεί ένα φυσικό αντιοξειδωτικό (150-300 ppm). Τα φυτικά έλαια αποτελούν τη δεύτερη πηγή της βιταμίνης K μετά τα πράσινα λαχανικά.

Η βιταμίνη E (α-τοκοφερόλη)

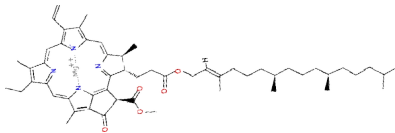


Η βιταμίνη K1



Χρωστικές

Το χρώμα του ελαιολάδου εξαρτάται από τις χρωστικές που περιέχει ο καρπός. Οι πράσινες ελιές δίνουν ελαιόλαδο πράσινου χρώματος εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη. Οι ώριμες ελιές δίνουν ελαιόλαδο κίτρινου χρώματος λόγω της παρουσίας των καροτενοειδών χρωστικών. Το χρώμα του ελαιολάδου εξαρτάται από τον ακριβή συνδυασμό και το ποσοστό των παραπάνω χρωστικών. [52]



Η χλωροφύλλη α



Το β καροτένιο

Ιχνοστοιχεία

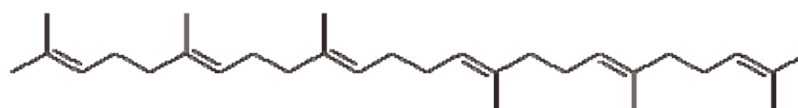
Τα ιχνοστοιχεία κατανέμονται ποικιλοτρόπως στη φύση και περιέχονται στο νερό, το έδαφος και τον αέρα. Όπως αναμένεται, μεταφέρονται σε μικρές ποσότητες, σε μία ποικιλία τροφίμων, μεταξύ των οποίων και το ελαιόλαδο [50]. Ο μόλυβδος Pb θεωρείται ένα από τα πλέον επικίνδυνα στοιχεία για την υγεία του ανθρώπου και προέρχεται κυρίως από την καύση υλών, τις βιομηχανικές εκπομπές, τα βερνίκια και τις χημικές χρωστικές ουσίες. Το κάδμιο, ακόμα πιο επικίνδυνο στοιχείο, είναι περίπου δέκα φορές πιο τοξικό από το μόλυβδο και προέρχεται από τη χρήση του στην βιομηχανία σε ηλεκτρόδια μπαταριών, σε χρώματα και ως σταθεροποιητής σε γόμμες και πλαστικά. Άλλα μέταλλα, όπως ο ψευδάργυρος και ο χαλκός παρουσιάζουν βιολογική δράση σε μικρές δόσεις αλλά έχουν τοξική επίδραση σε μεγαλύτερες ποσότητες. Υψηλή συγκέντρωση χαλκού σε τρόφιμα πιθανώς να εμφανίζονται εξαιτίας των μυκητοκτόνων καταλοίπων που περιέχουν χαλκό και χρησιμοποιούνται στην γεωργία και σε υδραυλικά συστήματα. Ο ψευδάργυρος περιέχεται σε μεγάλη ποικιλία τροφίμων και περιβαλλοντολογικών δειγμάτων και μέχρι στιγμής έχει άγνωστη τοξική δράση.

Ειδικά στο ελαιόλαδο, τα στοιχεία αυτά είναι παρόντα εξαιτίας μιας ποικιλίας παραγόντων όπως είναι οι διαδικασίες κατεργασίας της ελιάς (μόλυνση από χαλκό), οι διαδικασίες αποθήκευσης (μόλυνση από Cd ή Cu) ή η ύπαρξη δρόμων ταχείας κυκλοφορίας και βαριάς βιομηχανίας κοντά σε φυτείες ελαιόδεντρων (παρουσία μολύβδου). Η παρουσία μερικών μετάλλων και σπάνιων γαιών σε πολύ μικρές ποσότητες της τάξεως των ppb ή και μικρότερες ανά κιλό ελαιολάδου σχετίζεται με τα περιεχόμενα στο έδαφος ιχνοστοιχεία της περιοχής προέλευσης, ενώ η παρουσία των μετάλλων Al και Ca έχει συνδεθεί με τη χρήση φωσφορικών λιπασμάτων. [80]

Τα μέταλλα αυτά εκτός από την επικινδυνότητα που εμπεριέχουν για την υγεία του ανθρώπου, παίρνουν μέρος σε αντιδράσεις οξείδωσης των αλυσίδων των λιπαρών οξέων όπου δρουν ως καταλύτες. Επομένως, επιδρούν σημαντικά στην μείωση του χρόνου ζωής του ελαιολάδου. Καθίσταται συνεπώς αναγκαίος ο προσδιορισμός τους στο ελαιόλαδο ως ένας ακόμα δείκτης που μαζί με την ολική αντιοξειδωτική ενεργότητα καθορίζει την ποιότητα του ελαιολάδου.

Υδατάνθρακες

Το σκουαλένιο αποτελεί ένα σημαντικό υδατάνθρακα του παρθένου ελαιολάδου. Η περιεκτικότητά του είναι 2,5-9,3 mg/g ελαιολάδου. Περιέχονται και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδατάνθρακες όπως το φαινανθρένιο, το πυρένιο και το 1,2-βενζανθρακένιο.



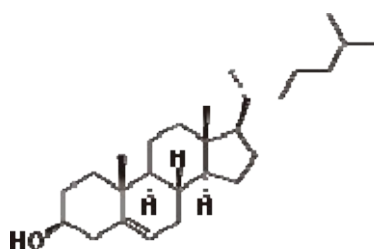
Το σκουαλένιο

Αλειφατικές αλκοόλες

Το ελαιόλαδο περιέχει κορεσμένες αλειφατικές αλκοόλες ευθείας αλυσίδας με 18 έως 28 άτομα C. Οι κυριότερες είναι η εξαικοσανόλη, η οκταεικοσανόλη και η τετραεικοσανόλη. Εστέρες των λιπαρών αλκοολών με τα λιπαρά οξέα περιέχονται επίσης στο ελαιόλαδο (waxes). Οι κυριότεροι εστέρες έχουν 36, 38, 40, 42, 44 και 46 άτομα C.

Στερόλες

Οι κυριότερες στερόλες που περιέχονται στο ελαιόλαδο είναι η β-σιτοστερόλη, η Δ5-αβεναστερόλη και η καμπεστερόλη. Σε μικρότερα ποσά περιέχονται οι στιγμαστερόλη, χοληστερόλη, 24-μεθυλενοχοληστερόλη, Δ7-καμπεστερόλη, Δ5,23 στιγμασταδιενόλη, σιτοστανόλη, Δ5,24 στιγμασταδιενόλη, Δ7 στιγμαστενόλη, Δ7 αβεναστερόλη. Οι 4,4 διμεθυλοστερόλες (τριτερπενικές αλκοόλες) περιέχονται στο ελαιόλαδο σε συγκεντρώσεις από 100 έως 150 mg/100g ελαιολάδου. Η ερυθροδιόλη και η ουβαόλη είναι δύο από τις κυριότερες τριτερπενικές διαλκοόλες.



Η αποθήκευση του ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο μπορεί να διατηρηθεί περισσότερο από κάθε άλλο βρώσιμο έλαιο. Εάν μάλιστα αποθηκευτεί σε κατάλληλες συνθήκες, διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υποστεί τάγγιση ή να οξειδωθεί. Φυσικά, η ποιότητα του ελαιολάδου παίζει σημαντικό ρόλο στη διάρκεια ζωής του, καθώς ελαιόλαδα χαμηλής ποιότητας έχουν διάρκεια ζωής μόλις έξι μήνες ή και λιγότερο. Αντίθετα, ελαιόλαδα υψηλής ποιότητας είναι πλούσια σε πολυφαινόλες, που εκτός από το υγιεινό πλεονέκτημα που προσδίδουν, επιμηκύνουν σημαντικά το χρόνο ζωής των ελαιολάδων. Κατά το στάδιο της αποθήκευσης πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία και η επαφή του ελαιολάδου με νερό, στερεά συστατικά ή κολλοειδείς ακαθαρσίες για την αποφυγή ανεπιθύμητων αντιδράσεων, λιπολυτικών ή οξειδωτικών. Πριν την αποθήκευση, το ελαιόλαδο πρέπει να απαλλαγεί από τη μούργα διότι λόγω των διαφόρων ζυμώσεων, υποβαθμίζεται η ποιότητά του. Η απομάκρυνση της μούργας γίνεται σε δεξαμενές καθίζησης, απουσία αέρα και φωτός. Πρέπει να αποφευχθεί ιδιαίτερα η ύπαρξη έστω και μικρών ποσοτήτων πρωτεϊνικής φύσεως ενώσεων οι οποίες

αποικοδομούνται προς δύσοσμα προϊόντα τα οποία επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος.[8]

Περιέκτες αποθήκευσης

Οι πλέον κατάλληλες επιλογές περιεκτών αποθήκευσης είναι οι υάλινοι, ειδικά οι σκουρόχρωμοι, οι κεραμικοί, οι πορσελάνινοι ή από αδρανή μέταλλα περιέκτες, όπως είναι ο χάλυβας. Το ελαιόλαδο δεν πρέπει να αποθηκεύεται σε περιέκτες κατασκευασμένους από ενεργά μέταλλα, όπως ο χαλκός ή ο σίδηρος. Η χημική αντίδραση των μετάλλων αυτών με το ελαιόλαδο μπορεί να οδηγήσει σε προϊόντα οξειδωσης και επομένως στην καταστροφή του. Επίσης, πρέπει να αποφεύγονται οι πλαστικοί περιέκτες διότι το ελαιόλαδο τείνει να προσροφά μόρια βινυλοχλωρίδιου προερχόμενα από PVC (Polyvinyl Chloride). Τελευταία χρησιμοποιείται για την συσκευασία ο πολυεστέρας του τερεφθαλικού οξέος, PET. Το ελαιόλαδο οξειδώνεται ταχέως από την επαφή του με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Για το λόγο αυτό πρέπει ο περιέκτης να είναι πάντα κλειστός με σφιχτό πώμα. Αν τα δοχεία αποθήκευσης πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ξανά πρέπει να υποστούν σχολαστικό πλύσιμο με καυστική σόδα ή άλλου είδους απορρυπαντικό.

Χώροι αποθήκευσης

Το ελαιόλαδο πρέπει να αποθηκεύεται σε δροσερό και σκοτεινό μέρος, όπως ιδανικά σε κελάρι, όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή και σταθερή. Κάλο θα είναι να αποφεύγονται χώροι κοντά σε θερμαντικές συσκευές, όπως φούρνοι, και να αποθηκεύεται μακριά από το ηλιακό φως. Το ελαιόλαδο μπορεί να ψυχθεί ή να καταψυχθεί, χωρίς να επηρεάζεται σημαντικά η ποιότητά του. Να σημειωθεί ότι η μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αποθήκευσης θα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κρυστάλλων, που όμως εξαφανίζονται όταν το ελαιόλαδο επανέλθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Θερμοκρασία αποθήκευσης

Η ιδανική θερμοκρασία για την αποθήκευση του ελαιολάδου είναι 13°C, αν και η συνήθης θερμοκρασία δωματίου των 21°C είναι κατάλληλη εφόσον παραμένει σχεδόν σταθερή. Το ελαιόλαδο στερεοποιείται στους 2°C, αλλά επανέρχεται στην υγρή κατάσταση αμέσως μόλις η θερμοκρασία αυξηθεί.

Εάν οι συνθήκες αποθήκευσης του ελαιολάδου είναι κατάλληλες, ο χρόνος ζωής του είναι τουλάχιστον δύο χρόνια. Εντούτοις, το άρωμα και η γεύση του, καθώς και όλες οι θρεπτικές του ιδιότητες διατηρούνται σε μέγιστες τιμές για ένα χρόνο. Να σημειωθεί ότι η κατανάλωση του ελαιολάδου ακόμα και μετά την ημερομηνία λήξεως του, δεν είναι επιβλαβής, αλλά το άρωμα και η γεύση του θα είναι δυσάρεστα. Καθώς το ελαιόλαδο παλαιώνει τα επίπεδα οξύτητάς του ανεβαίνουν. Το ελαιόλαδο έχει την ιδιότητα να προσροφά κάποιες οσμές που το περιβάλλουν. Τρία σημάδια που δείχνουν ότι το ελαιόλαδο δεν είναι πλέον κατάλληλο για κατανάλωση είναι τα ακόλουθα:

Τάγγισμα

Γεύση και άρωμα κρασιού

Μεταλλική γεύση, ειδικά όταν έχει αποθηκευτεί σε μεταλλικούς περιέκτες.

Βιολογικές και άλλες ιδιότητες του ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο είναι μια ‘χαρισματική’ λιπαρή ύλη και υπερτερεί έναντι όλων των άλλων λιπαρών υλών που προέρχονται είτε από το ζωικό είτε από το φυτικό βασίλειο παρ’ ότι έχει όμοια θερμιδική αξία. Το ελαιόλαδο αποδίδει ενέργεια 9,3 kcal/g. Είναι μαζί με το σησαμέλαιο τα μόνα φυτικά έλαια που μπορούν να καταναλωθούν αμέσως μετά την παραλαβή τους χωρίς να υποστούν καμιά απολύτως επεξεργασία.

Από την πρώτη στιγμή της έκθλιψης του ελαιοκάρπου, το ελαιόλαδο διατηρεί τα συστατικά του, γευστικά και αρωματικά. Το ίδιο το λάδι δρα ως μη πολικός διαλύτης και εκχυλίζει αρωματικές και γευστικές ουσίες. Διαχωρίζεται από την ελαιοζύμη με φυσικές μεθόδους, πίεση και φυγοκέντριση, και δεν υποβάλλεται σε εξευγενισμό. Είναι πλούσιο σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Κάθε κουταλιά ελαιολάδου περιέχει περίπου το 10% της απαραίτητης ημερήσιας ποσότητας σε βιταμίνη E. Το ελαιόλαδο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε φυσικά αντιοξειδωτικά και θρεπτικά συστατικά, όπως οι πολυφαινόλες, τα φλαβονοειδή και τα καροτένια, και λόγω της παρουσίας τους, παρουσιάζει αντοχή στο τάγγισμα. Έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε σκουαλένιο, που ρυθμίζει ενεργά τον μεταβολισμό.

Αφομοιώνεται από τον οργανισμό κατά 98%, ενώ σημαντικό ρόλο παίζει η απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών του. Έχει αποδειχθεί ότι μόνο το λίπος του μητρικού γάλακτος αφομοιώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό από το ελαιόλαδο. Πέπτεται από τον οργανισμό του ανθρώπου στον ιδανικότερο βαθμό, ενώ η σύνθεσή του σε λιπαρά οξέα, και η

παρουσία της χλωροφύλλης βοηθά τη λειτουργία του πεπτικού σωλήνα, διεγείρει το ένζυμο παγκρεατική λιπάση και διευκολύνει τις εκκρίσεις της χολής.

Ελαιόλαδο και Υγεία

Η αντιοξειδωτική ενεργότητα των πολυφαινολών που περιέχονται στο ελαιόλαδο συμβάλει σημαντικά στην υγεία του ανθρώπου σε πολλές λειτουργίες του οργανισμού, μερικές από τις οποίες αναφέρονται στην συνέχεια. [48]

Οι λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας που έχουν υποστεί οξείδωση (oxidized low-density lipoproteins, LDL) έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλουν στην εμφάνιση της αρτηριοσκλήρυνσης (atherosclerosis). Τα αντιοξειδωτικά προστατεύουν τις LDL πρωτεΐνες από την οξείδωση.

Οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν ή και αναστέλλουν τον ρυθμό ανάπτυξης ορισμένων βακτηρίων όπως των Salmonella, Cholera, Staphylococcus, Pseudomonas και Influenza in vitro. Τα δεδομένα αυτά στηρίζουν τον σημαντικό ρόλο των πολυφαινολών στην διατροφή και συμβάλλουν στην επιτυχημένη προώθηση του ελαιολάδου ως ένα αντιμικροβιακό τρόφιμο.

Υπάρχει μία ολοένα αυξανόμενη υποψία ότι οι ελεύθερες ρίζες που σχηματίζονται στο σώμα του ανθρώπου από το οξειδωτικό stress, αποτελούν την κύρια αιτία της εμφάνισης διαφόρων μορφών νεοπλασιών, ειδικότερα σε ασθενείς που εμφανίζουν προδιάθεση σε φλεγμονώδεις καταστάσεις, όπου παράγεται ελεύθερο οξυγόνο.

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι τα φαινολικά αντιοξειδωτικά του ελαιολάδου παρουσιάζουν μία σημαντική ικανότητα να μειώνουν τις ενεργές ενώσεις οξυγόνου, που σχετίζονται με τον καρκίνο του στήθους και του εντέρου.

Πρόσφατες έρευνες που έγιναν σε αρουραίους έδειξαν ότι το φαινολικό εκχύλισμα του ελαιολάδου μείωσε δραματικά το οξειδωτικό στρες που προκλήθηκε από δευτερογενή καπνό τσιγάρου (παθητικό κάπνισμα).

Οι αλλοιώσεις του δέρματος που οφείλονται στην υπερβολική έκθεση στις ηλιακές ακτίνες και το περιβαλλοντικό stress, σχετίζονται άμεσα με τις επιβλαβείς λειτουργίες των ελευθέρων ριζών που σχηματίζονται στα κύτταρα του δέρματος. Τα πολυφαινολικά συστατικά του ελαιολάδου συγκρίθηκαν με πιο 'παραδοσιακά' αντιοξειδωτικά συστατικά όπως οι τοκοφερόλες, τα οποία χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία καλλυντικών και φαρμάκων, ως προς την δυνατότητα πρόληψης των δερματικών αλλοιώσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι πολυφαινόλες έχουν την μέγιστη δράση καταστροφής των ελευθέρων ριζών (free radical scavengers).

Όπως σε κάθε προϊόν, έτσι και στο ελαιόλαδο η ποιότητα έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί επηρεάζει σε ουσιαστικό βαθμό την τιμή του και τη γενικότερη αποδοχή του από το καταναλωτικό κοινό. Η ποιότητα πρέπει να αποδεικνύεται από αδιάσειστα στοιχεία, δηλαδή με τον προσδιορισμό χαρακτηριστικών φυσικοχημικών και οργανοληπτικών παραμέτρων από έμπειρο επιστημονικό προσωπικό.

Η ποιότητα του ελαιολάδου διαμορφώνεται από τη στιγμή που το λάδι σχηματίζεται στον ελαιόκαρπο. Ειδικότερα εξαρτάται από την καλή ποιότητα του ελαιοκάρπου, την ωριμότητα, την ποικιλία, τις καλλιεργητικές πρακτικές, το έδαφος, τις κλιματολογικές συνθήκες, το χρόνο συγκομιδής, τον έλεγχο φυτοφαρμάκων, τον τρόπο μεταφοράς και αποθήκευσης, τις τεχνικές σύνθλιψης, την αποθήκευση της πάστας και τις μεθόδους παραλαβής και το ποσοστό ελεύθερων λιπαρών οξέων.

Οι ποιοτικές κατηγορίες του ελαιολάδου όπως έχουν καθοριστεί από το Διεθνές Συμβούλιο του ελαιολάδου είναι οι εξής:

Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο (Extra virgin olive oil) το οποίο έχει:

- βαθμό οργανοληπτικής δοκιμής (panel test) μεγαλύτερο ή ίσο του 6,5
- μέγιστη οξύτητα εκφρασμένη σε ελαιϊκό οξύ, 1,0 % w/w
- μέγιστο αριθμό υπεροξειδίων 20 meq O₂ Kg-1 ελαίου
- K270 μικρότερη ή ίση του 0,20
- ΔK μικρότερη ή ίση του 0,01

Παρθένο ελαιόλαδο (Virgin olive oil) το οποίο έχει:

- βαθμό οργανοληπτικής δοκιμής (panel test) μεγαλύτερο ή ίσο του 5,5
- μέγιστη οξύτητα εκφρασμένη σε ελαιϊκό οξύ, 2,0 % w/w
- μέγιστο αριθμό υπεροξειδίων 20 meq O₂ Kg-1 ελαίου
- K270 μικρότερη ή ίση του 0,25
- ΔK μικρότερη ή ίση του 0,01

Κοινό ή ημιφίνο παρθένο ελαιόλαδο (Semifine virgin olive oil) το οποίο έχει:

- βαθμό οργανοληπτικής δοκιμής (panel test) μεγαλύτερο ή ίσο του 3,5
- μέγιστη οξύτητα εκφρασμένη σε ελαιϊκό οξύ, 3,3 % w/w
- μέγιστο αριθμό υπεροξειδίων 20 meq O₂ Kg-1 ελαίου
- K270 μικρότερη ή ίση του 0,25
- ΔK μικρότερη ή ίση του 0,01

Μειονεκτικό παρθένο ελαιόλαδο (lampante virgin olive oil) το οποίο έχει:

- βαθμό οργανοληπτικής δοκιμής (panel test) μεγαλύτερο ή ίσο του 3,5

- μέγιστη οξύτητα εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, 3,3 % w/w
- μέγιστο αριθμό υπεροξειδίων 20 meq O₂ Kg⁻¹ ελαίου
- K270 μικρότερη ή ίση του 0,25
- Δεν υπάρχει όριο για τη σταθερά ΔΚ

Ραφινρισμένο ελαιόλαδο (refined olive oil) το οποίο έχει:

- οξύτητα εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ μικρότερη του 0,5 % w/w
- αριθμό υπεροξειδίων μικρότερο του 10 meq O₂ Kg⁻¹ ελαίου
- K270 μικρότερη του 1,2
- ΔΚ μικρότερη του 0,16

Ελαιόλαδο (olive oil) το οποίο έχει:

- οξύτητα εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ μικρότερη του 1,5 % w/w
- αριθμό υπεροξειδίων μικρότερος του 15 meq O₂ Kg⁻¹ ελαίου
- K270 μικρότερη ή ίση του 1,0
- ΔΚ μικρότερη ή ίση του 0,13

Ακατέργαστο πυρηνέλαιο (Olive pomace oil) το οποίο έχει:

- Μέγιστη οξύτητα εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, 1,5 % w/w
- Μέγιστο αριθμό υπεροξειδίων 15 meq O₂ Kg⁻¹ ελαίου
- K270 μικρότερη ή ίση του 2,0
- ΔΚ μικρότερη ή ίση του 0,2

Σημαντικό για την ποιότητα του ελαιολάδου είναι η σωστή χρήση φυτοφαρμάκων. Τα φυτοφάρμακα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες της Ε.Ε. ή τη νομοθεσία της κάθε χώρας. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να δίνονται πληροφορίες σε ότι αφορά:

Τον τύπο του φυτοφαρμάκου που χρησιμοποιήθηκε

Την οδηγία και τη συσκευή χρήσης

Την μέση ποσότητα φυτοφαρμάκου ανά εκτάριο ή στρέμμα

Την ημερομηνία

Την υπογραφή του αρμόδιου προσώπου

Ο έλεγχος της ποιότητας και γνησιότητας του εξαιρετικά παρθένου ελαιολάδου γίνεται με ενόργανες τεχνικές σχεδιασμένες να δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Η ποιότητα χαρακτηρίζεται από δείκτες όπως τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και panel test για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Άλλα βρώσιμα έλαια

Σησαμέλαιο

Το σησαμέλαιο λαμβάνεται από τους καρπούς του σουσαμιού (*Sesamum indicum* και *S. Orientale*). Τα σπέρματα αυτά περιέχουν συνήθως 47-56% έλαιο, διακρίνονται δε στις ποικιλίες: ινδική, αφρικανική και ανατολική. Η παραλαβή του γίνεται κατόπιν διπλής ή τριπλής πίεσης των καθαρισμένων σπόρων. Η τελευταία πίεση γίνεται εν θερμώ. Το παραγόμενο έλαιο έχει ανοιχτό κίτρινο χρώμα. Το σησαμέλαιο είναι γενικώς άοσμο, έχει ήπια και ευχάριστη γεύση και χαρακτηρίζεται για τη μεγάλη του αντοχή κατά την παραμονή του για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το σησαμέλαιο νοθεύεται συνήθως με αραχιδέλαιο και βαμβακέλαιο.

Ηλιέλαιο

Λαμβάνεται από τα σπέρματα του κοινού ηλιάνθου (*Helianthus annuus*), ο οποίος καλλιεργείται ειδικά για την παραγωγή αυτού του ελαίου. Η περιεκτικότητα των σπερμάτων σε έλαιο εξαρτάται από την προέλευσή τους, συνήθως όμως κυμαίνεται μεταξύ 30-40%. Η παραλαβή του βρώσιμου ελαίου γίνεται μετά από ψυχρή πίεση των καθαρισμένων και αποφλοιωμένων σπερμάτων.

Σογιέλαιο

Το έλαιο αυτό λαμβάνεται μετά από έκθλιψη ή εκχύλιση των σπερμάτων της σόγιας (*Soja hispida*), τα οποία περιέχουν συνήθως 17-18% έλαιο. Το φυτό αυτό είναι ευρύτατα διαδεδομένο στην Κίνα, την Ιαπωνία και την Αμερική. Ως εδώδιμο χρησιμοποιείται το έλαιο αυτό κατόπιν εξευγενισμού (ραφινάρισματος). Έχει υποκίτρινο έως υποπράσινο χρώμα. Όταν εκτίθεται στον αέρα, ξεραίνεται βραδέως. Χρησιμοποιείται στην βιομηχανία μετά από ανάμιξη με λινέλαιο σε φυλλοτάπητες, τυπογραφικά μελάνια κ.α. Ως εδώδιμο χρησιμοποιείται είτε αυτούσιο είτε στην νοθεία του ελαιολάδου, είτε στην βιομηχανία της μαργαρίνης και των μαγειρικών λιπών. Μετά την έκθλιψη, οι παραμένοντες πλακούντες περιέχουν περίπου 40% λεύκωμα, 40% υδατάνθρακες και είναι πλούσιοι σε κάλιο και φωσφορικό οξύ. Λόγω της μεγάλης βιολογικής τους αξίας οι πλακούντες αυτοί αλέθονται και χρησιμοποιούνται στη διατροφή ανθρώπων και ζώων.

Αραβοσιτέλαιο

Το αραβοσιτέλαιο λαμβάνεται από τα φύτρα του αραβοσίτου (*Zea mais*), τα οποία περιέχουν 40-50% έλαιο, κατόπιν πίεσεως ή εκχύλισης. Έχει χρώμα ανοιχτό κίτρινο και γεύση δημητριακών. Χρησιμοποιείται συχνά για εδώδιμους σκοπούς αυτούσιο ή σε ανάμιξη με άλλα έλαια.

Η νοθεία του ελαιολάδου

Για τη νοθεία του ελαιολάδου, το οποίο είναι το ακριβότερο από τα υπόλοιπα φυτικά έλαια, χρησιμοποιούνται συνήθως τα σπορέλαια, όπως το πυρηνέλαιο, το αραβοσιτέλαιο, το φοινικέλαιο, το ηλιέλαιο, το σογιέλαιο, το βαμβακέλαιο κ.α. Τα σπορέλαια περιέχουν αυξημένες ποσότητες πολύ- ακόρεστων λιπαρών οξέων σε σύγκριση με το ελαιόλαδο, στο οποίο κυριαρχεί το μονοακόρεστο ελαϊκό οξύ. Η ανάμιξη του ελαιολάδου με ποσά σπορέλαιων αποτελεί αναμφισβήτητη απάτη εις βάρος του καταναλωτή, σπάνια όμως χαρακτηρίζεται ως πράξη κατά της υγείας του.

Η γνησιότητα ελέγχεται με ενόργανες μεθόδους αναλύσεως και τον προσδιορισμό παραμέτρων όπως η τριλινολεϊνη και οι στερόλες. Χρησιμοποιούνται επίσης κλασσικές μέθοδοι όπως ο δείκτης διάθλασης και ο αριθμός υπεροξειδίων. Πραγματοποιούνται φασματομετρικές μετρήσεις σε μήκη κύματος 232-274 nm που βοηθούν στην ανίχνευση μορφολογικών μεταβολών που επήλθαν κατά τη διάρκεια επεξεργασίας αποχρωματισμού με γαίες, όπως είναι ο σχηματισμός συζυγιακών διενίων. Χρωματογραφικές τεχνικές χρησιμοποιούνται στον προσδιορισμό της σύστασης των λιπαρών οξέων.

Η περιεκτικότητα σε λινολενικό οξύ αποτελεί δείκτη γνησιότητας του εξαιρετικά παρθένου ελαιολάδου (>0,9%). Ο προσδιορισμός των στερολών χρησιμοποιείται στον χαρακτηρισμό της βοτανικής προέλευσης. Το ελαιόλαδο περιέχει ελάχιστο ποσό β-σιτοστερόλης 93% και ολικές στερόλες 1.000 mg Kg⁻¹.

Με τον τρόπο αυτό ανιχνεύεται η προσθήκη επεξεργασμένου ή αποστερολοποιημένου ελαίου σε παρθένα ελαιόλαδα. Το στίγμα στα-3,5-διένιο σχηματίζεται κατά την αφυδάτωση της β-σιτοστερόλης. Ο προσδιορισμός του μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο καθαρότητας του ελαιολάδου. Ο προσδιορισμός αλκενίων, τα οποία προέρχονται από την αποικοδόμηση του σκουαλενίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανίχνευση επεξεργασμένου ελαιολάδου σε παρθένο. Ο προσδιορισμός αλειφατικών αλκοολών και τριτερπενικών διαλκοολών χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της γνησιότητας του ελαιολάδου. Οι τριτερπενικές διαλκοόλες, ερυθρόλη και ουβαόλη βρίσκονται στο ελαιόλαδο μόνο σε μικρά ποσά. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις βρίσκονται σε ελαιόλαδο

εκχυλισμένο με διαλύτη. Επίσης η περιεκτικότητα σε αλειφατικές αλκοόλες δεν πρέπει να ξεπερνά τα 300 mg Kg⁻¹.

Μία εναλλακτική λύση του προσδιορισμού των αλειφατικών αλκοολών είναι ο προσδιορισμός των κηρών. Έτσι διαπιστώνεται αν εκχυλισμένο με διαλύτη έλαιο έχει προστεθεί σε εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο και αν το εκχυλισμένο ελαιόλαδο έχει κατεργαστεί με ισχυρά οξειδωτικά αντιδραστήρια για να ελαττωθεί το ποσό των διαλκοολών ή των n-αλκοολών. Η βιοσύνθεση των φυτικών τριγλυκεριδίων γίνεται με τρόπο ώστε όλα τα ακόρεστα λιπαρά οξέα βρίσκονται στη θέση 2 των τριγλυκεριδίων. Παρά τις εξαιρέσεις η ύπαρξη κορεσμένων διαλκοολών στη θέση 2 είναι απόδειξη της παρουσίας κορεσμένων λιπαρών οξέων.

Επίσης γίνεται ανάλυση των τριγλυκεριδίων με την τεχνική της HPLC για τον προσδιορισμό της τριλινολεΐνης (<0,5%), που βρέθηκε σε σημαντικά ποσά σε μερικά φυτικά έλαια. Ο προσδιορισμός των trans λιπαρών οξέων αποδεικνύει νοθεία. Η παρουσία τους οφείλεται στην προσθήκη ελαίου που έχει υποστεί υδρογόνωση (σπορέλαια) ή εστεροποίηση (ελαιόλαδα). Τα trans λιπαρά οξέα συναντώνται σε σπορέλαια εκχυλισμένα από γενετικώς τροποποιημένες ποικιλίες και αποστερο-λοποιημένα σε υψηλή θερμοκρασία απόσμησης, μεγαλύτερη των 250 °C. Επίσης, προσδιορίζονται σε πυρηνέλαια υποβληθέντα σε έντονες συνθήκες επεξεργασίας κατά τη διάρκεια του αποχρωματισμού και της απόσμησης. Από τον προσδιορισμό των trans ισομερών είναι δυνατόν να ανιχνευτεί αν εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα έχουν κατεργαστεί παράνομα ώστε να δίνουν φυσικοχημικά χαρακτηριστικά όμοια του αυθεντικού ελαιολάδου.

Χρησιμοποιείται η IR φασματοσκοπία για τον προσδιορισμό κορεσμένων λιπαρών και trans ισομερών σε εστεροποιημένα έλαια. Για τον προσδιορισμό χαρακτηριστικών πτητικών ουσιών υπεύθυνων για το άρωμα του ελαιολάδου, όπως η trans-εξανάλη 2, χρησιμοποιείται η τεχνική GC-MS. Χρησιμοποιείται η φασματοσκοπία NMR ¹H και ¹³C για τον προσδιορισμό της έντασης της ακορεστότητας, τη θέση των διπλών δεσμών και το λόγο μονοακόρεστα/ πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Η φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό βαρέων μετάλλων, όπως του Fe και του Cu, ενώ αυξανόμενη είναι για το σκοπό αυτό και η χρήση της τεχνικής ICP-MS.

Γενικά

Το ελαιόλαδο όπως και κάθε λιπαρή ύλη, είναι κυρίως μείγμα τριγλυκεριδίων, δηλαδή τριεστέρων της γλυκερόλης με ανώτερα λιπαρά οξέα. Μερικά από τα λιπαρά οξέα είναι ακόρεστα, ενώ άλλα είναι κορεσμένα. Εκτός από τα τριγλυκερίδια, το ελαιόλαδο περιέχει μικρές ποσότητες και από άλλα συστατικά που προέρχονται από τον ελαιόκαρπο ή σχηματίζονται κατά την παραλαβή του, όπως :

- ◆ Ελεύθερα λιπαρά οξέα (προϊόντα υδρόλυσης των τριγλυκεριδίων)
- ◆ Φωσφατίδια (ή φωσφολιπίδια)
- ◆ Στερόλες
- ◆ Αλειφατικές αλκοόλες
- ◆ Φαινόλες
- ◆ Τοκοφερόλες
- ◆ Χρωστικές
- ◆ Πτητικές οργανικές ενώσεις
- ◆ Διάφορες ρητινοειδής και ζελατινοειδείς ουσίες, κ.τ.λ.

Τα συστατικά του ελαιολάδου, διακρίνονται σε σαπωνοποιήσιμα (τριγλυκερίδια, φωσφολιπίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα κ.α) και ασαπωνοποιήσιμα (υδρογονάνθρακες, αλειφατικές αλκοόλες, στερόλες, φαινόλες, κα). Το 98,0-99,5% περίπου των συστατικών είναι σαπωνοποιήσιμα και το υπόλοιπο μη σαπωνοποιήσιμα. Παρά το γεγονός ότι το μη σαπωνοποιήσιμο κλάσμα είναι ποσοτικά μικρό, τα συστατικά του διαδραματίζουν σημαντικό διατροφικό και βιολογικό ρόλο. (Κυριτσάκης,1998).

Αρωματικά Φυτά

Ρίγανη(*Oregano vulgare*)

Η ονομασία της ρίγανης προέρχεται από την αρχαία λέξη ‘Ορίγανον’ που αποτελείται από τη λέξη ‘όρος’ (βουνό) και το ρήμα ‘γανούσθαι’. Η ονομασία δηλώνει την προτίμηση της ρίγανης στα μεγαλύτερα υψόμετρα της περιοχής της Μεσογείου (αγαπώ, θέλω). Στην εποχή του Ομήρου, εκείνος που έτρωγε ρίγανη ονομαζόταν «οριγανίων». Η Ρίγανη θεωρούταν φάρμακο για τον πατέρα της Ιατρικής Ιπποκράτη (5ος αι. π.Χ.) θεράπευε με τη ρίγανη ασθένειες, όπως τη γαστραλγία και παθήσεις του αναπνευστικού. Σύμφωνα με το

μύθο η ρίγανη, ήταν το φυτό που όταν το άγγιξε η Αφροδίτη πήρε το άρωμά της. Έτσι στους γάμους οι νεόνυμφοι στεφανώνονταν με φυτά μαντζουράνας (πρόκειται για ένα από τα είδη ορίγανου), ενώ στους νεκρούς τοποθετούσαν το φυτό της ρίγανης στον τάφο, γιατί πίστευαν ότι η μυρωδιά τους ηρεμούσε και αναπαύονταν. Ο Παράκελσος (1493-1541), που θεωρείται ο πατέρας της «ερμητικής ιατρικής», πέτυχε με τη χρήση της ρίγανης να αντιμετωπίσει πολλές παθήσεις, ενώ ο λαός μας τη θεωρεί τονωτικό, ευστόμαχο, διεγερτικό, διουρητικό, καθαρτικό και εμμηναγωγό. Επίσης, δρά εναντίον της ψωρίασης, την επιληψίας, της τερηδόνας, στους κολικούς, καθώς βοηθάει και για το φύτρωμα των μαλλιών. [38]

Ιδιότητες Ρίγανης.

Οι ιδιότητες της ρίγανης είναι πολλές και είναι γνωστές από την αρχαιότητα που τη χρησιμοποιούσαν ως φάρμακο για δηλητηριάσεις, σπασμούς και πρηξίματα. Η ρίγανη έχει αντισπασμωδικές, αντιφλογιστικές και αντιβακτηριδιακές ιδιότητες που οφείλονται κυρίως στη θυμόλη και στη καρβακρόλη (Foster, 2002). Τα ευεργετικά αποτελέσματα του βοτάνου εμφανίζονται στο αναπνευστικό, στο γαστρεντερικό και στο ουροποιητικό σύστημα. Είναι αντιβηχικό και αποχρεμπτικό, δρα κατευναστικά σε περίπτωση αεροφαγίας και βοηθάει σημαντικά στη θεραπεία των πεπτικών και εντερικών διαταραχών. Τονώνει τον οργανισμό, σταματάει τη διάρροια και τα στομαχικά προβλήματα, μαλακώνει το βήχα, ενισχύει την απόχρεμψη και επιπλέον σε εξωτερική χρήση δρα και ως αναλγητικό.

Χρήσεις ρίγανης.

Οι χρήσεις της ρίγανης και του αιθέριου ελαίου της είναι πολλές και ποικίλες. Χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς της σύγχρονης βιομηχανίας καθώς και για οικιακή χρήση και πιο συγκεκριμένα, στη βιομηχανία τροφίμων, στις φαρμακοβιομηχανίες και στις βιομηχανίες καλλυντικών

Στη βιομηχανία τροφίμων

Η χρήση της από τις βιομηχανίες παραγωγής τροφίμων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη.

Οι βιομηχανίες τροφίμων χρησιμοποιούν τη γεύση της ρίγανης στα προϊόντα τους (πατατάκια, σάλτσες, πάστες ελιάς, κ.ά.)επίσης παρασκευάζονται ροφήματα, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται και στην κονσερβοποιία για την παραγωγή κονσερβών με υγιεινές τροφές

Στις φαρμακοβιομηχανίες

Παράλληλα, αρκετές χρήσεις του αρωματικού φυτού της ρίγανης γίνονται και στις φαρμακοβιομηχανίες οι οποίες εκμεταλλεύονται τα βασικά συστατικά που εριέχονται στο αιθέριο έλαιο του φυτού. Ειδικότερα η ρίγανη είναι γνωστή για τις αντιβακτηριακές δράσεις της ενάντια σε μικροοργανισμούς όπως ο σταφυλόκοκκος, ο στρεπτόκοκκος, ο μικρόκοκκος και τα Bacilluspp. Το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται επίσης και στην αρωματοποιία .Οι κύριες χρήσεις του περιλαμβάνουν τον αρωματισμό χώρων, την παρασκευή λαδιών για αθλητικό μασάζ καθώς και για χρήση στη σάουνα (Alma και συν., 2003). Απώτερος στόχος αποτελεί η δημιουργία φυτικών προϊόντων και καλλυντικών υψηλών προδιαγραφών και υψηλής ποιότητας. Τα τελευταία χρόνια το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται και στη φαρμακευτική ως συμπλήρωμα διατροφής ή ως ενισχυτικό του ανοσοποιητικού συστήματος (Jeannot και συν., 2003).

Στη μαγειρική

Στην ελληνική κουζίνα η ρίγανη καταλαμβάνει περίοπτη θέση αφού χρησιμοποιείται πάρα πολύ και κυρίως σε ψητά κρεατικά και σε σαλάτες

Κτηνοτροφία

Τέλος εξαιτίας της αντιμικροβιακής και αντιμυκητιακής δράση της την καθιστούν βασικό συστατικό για ήπια αντιβιοτικά στην κτηνοτροφία το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται στα σιτηρέσια των χοίρων και των πουλερικών βιολογικής εκτροφής αντικαθιστώντας τα επιβλαβή αντιβιοτικά(Bassett, 2000; Gauthier, 2005;Busquet και συν., 2006).

Άλλες χρήσεις στο καταναλωτή

Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις γρίπης, κρυολογήματος,αμηνόρροιας (ως εμμηναγωγό) κατά των ρευματικών πόνων των μυών και των αρθρώσεων και κατά του πονοκεφάλου. Με πλύσεις,λουτρά και εντριβές δρα κατά του «στραβολαιμιάσματος» των μυϊκών ψύξεων και τους ρευματισμούς. Ελευθερώνει από τους σπασμούς και τον λόξιγκα.Η ρίγανη αποτελεί σπουδαία πηγή βιταμίνης C αλλά και K που είναι απαραίτητη για την πήξη του αίματος. Επίσης περιέχει σε μικρότερες ποσότητες βιταμίνη A ενώ έχει και ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Οι φυτικές ίνες μειώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων στο αίμα γι'αυτό όταν τρώμε λιπαρά κρέατα πάντα θα πρέπει να τα “ριγανίζουμε”. Όχι μόνο λοιπόν

γιατί νοστιμίζει,προσδίδει γεύση στα κρέατα, αλλά και γιατί κάνει καλό και στην υγεία. Κατάλληλο για βδουλίτιδα πονόδοντο και φλεγμονές του λαιμού με στοματικές πλύσεις και γαργαρισμούς 2-3 φορές την ημέρα. Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης καταπολεμά τον πονόδοντο(Manniche, 1989)

Θυμάρι (Thymus vulgaris).

Η ονομασία του θυμαριού προέρχεται από το αρχαίο ρήμα ‘θύω’ που σημαίνει βγάζω καπνό’ ή ‘αναδίδω ευχάριστο άρωμα. Από την ίδια ετυμολογική ρίζα προέρχονται και οι λέξεις ‘θυμίαμα’ και ‘θυματίζω’.Η ονομασία σχετίζεται με τη ομηρική λέξη θυμός’ που όμως δε σήμαινε οργή αλλά πνεύμα, διάθεση, βούληση και ζωτική δύναμη π.χ. εύθυμος (=καλοδιάθετος), δύσθυμος (= κακοδιάθετος), άθυμος (= άκεφος), ράθυμος (= νωθρός), πρόθυμος κ.ά. Το άγριο θυμάρι (Wild Thyme) *T. Serpyllum*, το οποίο πήρε το λατινικό όνομά του από την έρπουσα (serpent-like) μορφή του αποκαλείται «θημαρομάνα» μέλλον λόγω της χρήσης του στις εμμηνορροϊκές διαταραχές. Αυτοφύεται σε λιβάδια και χέρσα

μέρη σε όλη την Ελλάδα, ανάμεσα σε φρύγανα και θάμνους, σε χαμηλά και μεσαία υψόμετρα. Σύμφωνα με την βοτανολογική παράδοση, το θυμάρι φύτευσε από τα δάκρυα της ωραίας Ελένης, στην πραγματικότητα όμως το βότανο ήταν γνωστό πολύ πριν από τον Τρωικό πόλεμο. Οι Σουμέριοι πριν από 5000 χρόνια ήταν οι πρώτοι, από ότι λέγεται, που χρησιμοποιούσαν το θυμάρι ως φάρμακο και ως καρύκευμα. Το αναφέρει ο Διοσκουρίδης ενώ καθιερώθηκε ως φάρμακο τον 16ο αιώνα. Ο Πλίνιος το συνιστά ως αντίδοτο για τα δαγκώματα φιδιών, το «δηλητήριο των θαλάσσιων όντων» και για τον πονοκέφαλο. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι ανέπτυξαν τις ισχυρές αντισηπτικές, αρωματικές και συντηρητικές ιδιότητές του και το χρησιμοποιούσαν για την ταρίχευση. Οι Ρωμαίοι στρατιώτες έκαναν μπάνιο σε νερό αρωματισμένο με θυμάρι για να αποκτήσουν ενεργητικότητα και δύναμη επίσης έκαιγαν το φυτό πιστεύοντας ότι ο καπνός του απωθεί τους σκορπιούς. [77]

Ιδιότητες θυμαριού

Είναι μάλλον το φυτό με τις περισσότερες ευεργετικές ιδιότητες. Οι ιδιότητες της θυμαριού είναι πολλές και είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Είναι ένα από τα καλύτερα αντισηπτικά και απολυμαντικά βότανα χάρη στη μεγάλη περιεκτικότητα θυμόλης που περιέχει η οποία έχει αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση (Miguel και συν.,2003). Επίσης έχει αντισηπτικές, τονωτικές, αντιοξειδωτικές ιδιότητες καθώς μελέτες έχουν δείξει ότι τα συστατικά του παρουσιάζουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Ακόμα έχει αποδεδειγμένες αντιγηραντικές ιδιότητες καθώς παρουσιάζει ισχυρή δράση κατά των ελευθέρων ριζών και επίσης αναλγητικές και σπασμολυτικές ιδιότητες (Sacchetti και συν., 2004). Είναι εξαιρετικά αντισπασμωδικό των πεπτικών οδών, διευκολύνει την πέψη, ηρεμεί τις νευρικές συσπάσεις του στομάχου και του εντέρου. Η τονωτική και διεγερτική του δράση μπορεί να φανεί χρήσιμη σε όσους πάσχουν από άγχος, κατάθλιψη και πονοκεφάλους. Είναι χρήσιμο πεπτικό γιατρικό και θερμαντικό για το κρύωμα της κοιλιάς και τη συνοδευόμενη διάρροια τέλος είναι διεγερτικό και βοηθά στη διαύγεια του πνεύματος.

Χρήσεις

Οι χρήσεις του θυμαριού και του αιθέριου ελαίου του είναι πολλές και ποικίλες

Στη μαγειρική-βιομηχανία τροφίμων

Στη μαγειρική χρησιμοποιείται (ξερό ή νόπο για τις εξαιρετικές αρωματικές του ιδιότητες. Αρωματίζει ευχάριστα κρέατα, ψάρια, κόκκινες σάλτσες ακόμη και όσπρια. Με το θυμάρι μπορούμε να φτιάξουμε νόστιμες μαρινάδες, ενώ με το θυμαρέλαιο αρωματίζουμε τα φαγητά και τις σαλάτες μας, επίσης χρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό και στα ποτά. (Wichtel, 2002).

Στη βιομηχανία των καλλυντικών

Το θυμάρι βρίσκει εφαρμογές στη βιομηχανία καλλυντικών λόγω των αντισηπτικών, επουλωτικών και σπασμολυτικών του ιδιοτήτων. Συχνά χρησιμοποιείται σε υγρά εντριβών και λάδια για μασάζ, αποσμητικά, σαπούνια, κρέμες που τονώνουν την επιδερμίδα και λοσιόν για την ακμή (Hay και συν., 1998).

Στη φαρμακοβιομηχανία

Επίσης χρησιμοποιείται ευρέως στη φαρμακοβιομηχανία όπως σε σαμπουάν ενάντια στην πιτυρίδα, στοματικά διαλύματα και οδοντόκρεμες, λοσιόν για μετά το ξύρισμα λόγω της επουλωτικής του δράση αλλά τα τελευταία χρόνια που ο κόσμος έχει στραφεί στα φυσικά προϊόντα υπάρχουν αναλγητικά και αποχρεμπτικά που καταπολεμούν το πονόλαιμο και το βήχα από βότανα με κύριο συστατικό το θυμάρι. Επίσης για την αντιμετώπιση του πονοκέφαλου, του πυρετού, της βρογχίτιδας, της κράμπας και για μολυσμένα τραύματα καθώς και για λοιμώξεις του πεπτικού συστήματος .

Κτηνοτροφία

Και τέλος όπως και η ρίγανη εξαιτίας της αντιμικροβιακής και αντιμυκητιακής δράση της έτσι και το θυμάρι χρησιμοποιείται στα σιτηρέσια των χοίρων και των πουλερικών βιολογικής εκτροφής αντικαθιστώντας τα επιβλαβή αντιβιοτικά. Είναι αποδεδειγμένα ένα από τα καλύτερα εντομοαπωθητικά (Moschetti, 2003)

Δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*)

Ιστορική αναδρομή.

Το δενδρολίβανο το εκτιμούσαν ιδιαίτερα στην αρχαιότητα για τις θεραπευτικές του ιδιότητες. Στην αρχαία Ελλάδα το θεωρούσαν δώρο της θεάς Αφροδίτης στους ανθρώπους, χάρη στις αφροδισιακές του ιδιότητες και το χρησιμοποιούσαν στις θυσίες ζώων, καθώς το έκαιγαν στους βωμούς. Διακοσμούσαν με αυτό τα αγάλματα των θεών και οι μαθητές όταν μελετούσαν το χρησιμοποιούσαν σαν στεφάνι, χάρη στην ιδιότητά του να τονώνει τη μνήμη και την αυτοσυγκέντρωση. Ακόμα και ο Σαίξπηρ έχει αναφορές στη βελτιωτική επίδραση του δενδρολίβανου στη μνήμη. Σε έ

ναν διάλογο μεταξύ της Οφηλίας και του Άμλετ, αναφέρεται: «Υπάρχει και το δενδρολίβανο για τη θύμηση. Σε παρακαλώ, αγάπη μου, θυμήσου». Κατά το μεσαίωνα, χρησιμοποιήθηκε και σε καλλυντικά σκευάσματα. Στην ιστορία αναφέρεται ένα ελιξίριο το οποίο κατασκευαζόταν κατόπιν απόσταξης δενδρολίβανου, κέδρου και τερεβινθίνης που μεταμόρφωσε μία παράλυτη 70 χρονη πριγκίπισσα σε μια ελκυστική νεαρή κοπέλα τη οποία ζήτησε σε γάμο ο βασιλιάς της Πολωνίας το 1370. Το ελιξίριο αυτό ονομάστηκε "Το νερό της βασίλισσας της Ουγγαρίας". Στα νοσοκομεία παλιά έκαιγαν δενδρολίβανο για να απολυμάνουν τον αέρα. Το όνομα του είναι είναι σύνθετο από τις λέξεις 'ros' = δροσιά και 'marinus' = θαλάσσιος (από το λατινικό 'mare' = θάλασσα) και σημαίνει 'θαλάσσια δροσιά' (Room,1986). Μια άλλη εκδοχή αποδίδει το όνομα στις αρχαίες λέξεις 'ρώψ' ή 'ρούς' που σημαίνει 'θάμνος' και 'μύρο' που σημαίνει 'άρωμα'. Σύμφωνα με τη λαογραφία, πήρε το όνομά του από τη Παναγία, η οποία άφησε το μανδύα της πάνω στο θάμνο μέχρι το επόμενο πρωί, τα λουλούδια του θάμνου είχαν γίνει μπλε και από τότε ονομάστηκε rose of Mary, χριστιανική παράδοση θέλει τα μπλε λουλούδια να αναφέρονται σε εκείνη. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν ως λιβάνι, γι' αυτό και στα ελληνικά το είπαν δενδρολίβανο. Θεωρείται σύμβολο ενθύμησης, ανάμνησης και δικαιοσύνης, καθώς πίστευαν ότι φυτρώνει μόνο στις αυλές των δίκαιων ανθρώπων. [98]

Ιδιότητες δενδρολίβανου.

Το δενδρολίβανο είναι θερμαντικό και διεγείρει την κυκλοφορία του αίματος προς τον εγκέφαλο και βελτιώνει τη συγκέντρωση και τη μνήμη (Moss και συν., 2003; Tildesley και συν., 2005; Moss και συν., 2008). Είναι χρήσιμο για τους νευρικούς πονοκεφάλους και τις ημικρανίες. Ενισχύει την ανάπτυξη της τριχοφυΐας, ενισχύοντας την κυκλοφορία του αίματος στο τριχωτό της κεφαλής. Τα φύλλα του δενδρολίβανου, μαζί με ρίζες τσουκνίδας και ρίζες λάπατου, μουσκεμένες σε οινόπνευμα, βοηθούν να προκαλούν τριχοφυΐα κάνοντας εντριβές στο τριχωτό μέρος του κεφαλιού.

Ανεβάζει τη διάθεση και είναι χρήσιμο σε περιπτώσεις κατάθλιψης ήπιας έως μετρίως σοβαρής μορφής. Γενικά θεωρείται αντιβακτηριδιακό, αντιμυκητιακό και αντιρρευματικό, τονωτικό της καρδιάς και της όρασης αλλά και κατά του διαβήτη. Το δενδρολίβανο είναι στυπτικό αποχρεμπτικό, τονωτικό του στομάχου, κατευναστικό, εμμηναγωγό, θεραπευτικό και διεγερτικό (Wang και συν., 2008).

Χρήσεις

Εξαιτίας των πολλών ιδιοτήτων που έχει το δενδρολίβανο οι χρήσεις του είναι πολλές και σε πολλούς τομείς, στη βιομηχανία τροφίμων, στη κοσμετολογία, στη φαρμακοθεραπεία και για βιομηχανική χρήση.

Βιομηχανία τροφίμων

Το δενδρολίβανο χρησιμοποιείται σε τρόφιμα και Μη αλκοολούχα ποτά. Γνωστά μη αλκοολούχα ποτά ιδιαίτερα στην Αμερική που εμφιαλώνονται και πωλούνται ως δροσιστικά αναψυκτικά περιέχουν συστατικά του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου στα οποία προσθέτει άρωμα και γεύση. Τα φρέσκα και αποξηραμένα φύλλα δενδρολίβανου, ολόκληρα ή σε σκόνη, χρησιμοποιούνται ως καρυκεύματα σε σούπες, βραστά, λουκάνικα, κρέας, ψάρι και πουλερικά και στα γλυκά του κουταλιού.

Κοσμετολογία

Το δενδρολίβανοενεργεί κατά της πιτυρίδας των μαλλιών ενισχύοντας τα τριχοθυλάκια. Χρησιμοποιείται σε παρασκευάσματα για την θεραπεία της ακμής του δέρματος ενώ ένα από τα συστατικά του χρησιμοποιείται για την παρασκευή των αρωμάτων πολυτελείας. Επίσης προστίθεται ως διεγερτικό στην αρωματοθεραπεία για την καταπολέμηση των πόνων των αρθρώσεων. παραγωγή καλλυντικών ή προϊόντων προσωπικής υγιεινής (κρέμες, λοσιόν, σαπούνια, σαμπουάν, αφρόλουτρα συνήθως με λεβάντα).Χρησιμοποιείται στην παρασκευή σαπουνιών κεριών, τονωτικών για τα μαλλιά σε σαμπουάν και σε κρέμες και λάδια για αρωματοθεραπεία και μασάζ(Muller και συν., 1984; Kawano ,2001;Moss και συν., 2003).

Φαρμακοθεραπεία

Το αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου έχει ευεργετικές ιδιότητες για τον εγκέφαλο βοηθώντας την μνήμη. Λειτουργεί ως τονωτικό, χαλαρωτικό, μειώνει την νευρική ένταση, καταπολεμά τους μυϊκούς σπασμούς, τους πονοκεφάλους, τις ημικρανίες, τις νευραλγίες, την ψυχική κόπωση και την νευρική εξάντληση. Η αντισηπτική του δράση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τις εντερικές λοιμώξεις την διάρροια, τη κολίτιδα, καταπολεμά την δυσπεψία τον μετεωρισμό, τις ηπατικές διαταραχές, και τον ίκτερο.

Είναι αποτελεσματικό στο αναπνευστικό σύστημα καταπολεμώντας το άσθμα, την βρογχίτιδα, και τον κοκίτη. Χρησιμοποιείται κατά της ακμής του δέρματος, της δερματίτιδας και θεραπεύει τα εκζέματα. Οι διουρητικές ιδιότητες του δενδρολίβανου είναι χρήσιμες για την κατακράτηση υγρών κατά την έμμηνο ρύση ενώ δρα κατά της παχυσαρκίας και της κυτταρίτιδας. Λόγω της στυπτικής δράση του, το έλαιο του δενδρολίβανου μπορεί να είναι αποτελεσματικό για την χαλάρωση του δέρματος ενώ ενθαρρύνει την ανάπτυξη των μαλλιών καταπολεμώντας διαταραχές του τριχωτού της κεφαλής. Το δενδρολίβανο έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την θεραπεία των ρευματισμών, και των πληγών.Έχει χρησιμοποιηθεί στη θεραπεία του καρκίνου και

ως τονωτικό για τα νεφρά.

Άλλες χρήσεις

Χρησιμοποιείται σε πολλά καθαριστικά οικιακής χρήσης και αποσμητικών χώρου. Είναι ένα σημαντικό συστατικό ορισμένων οργανικών παρασιτοκτόνων (El-Zemity και συν., 2006). Το δενδρολίβανο χρησιμοποιείται ως φυτό εδαφοκάλυψης, στον κήπο πολλές φορές το χρησιμοποιούμε για να απωθεί τα έντομα. Είναι μελιτογόνο φυτό - τα άνθη του προτιμώνται από τις μέλισσες για την παραγωγή μελιού ενώ μια ποικιλία με ποικιλόχρωμα άνθη καλλιεργείται ως καλλωπιστικό. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να έχει αντίθετα αποτελέσματα από τα επιθυμητά και να προκαλέσει στο καταναλωτή προβλήματα εξαιτίας της τοξικότητας του για αυτό το λόγο θα πρέπει να χρησιμοποιείται με σύνεση και προσοχή ιδιαίτερα από τις ευπαθής ομάδες (Gildemeister & Hoffmann, 1931; Moschetti, 2003).

Κτηνοτροφία

Το δενδρολίβανο χρησιμοποιείται ευρέως στα σιτηρέσια των οικόσιτων ζώων, όπως στα σιτηρέσια των πουλερικών και γουρουνιών λόγω της αντιμικροβιακής δράσης του, έτσι λειτουργούν και ως ηπία αντιβιοτικά (Lopez-Bote και συν., 1998; Giannenas και συν., 2003; Janz και συν., 2007).

Λεβάντα

Η λεβάντα είναι γένος φυτών που ανήκει στην οικογένεια Χειλανθή (Lamiaceae). Το γνωστότερο γένος είναι η λαβαντούλα (*Lavandula vera* L.), που περιλαμβάνει γύρω στα 25 είδη. Είναι ιθαγενές των παραμεσόγειων περιοχών. Επίσης, απαντάται τα Κανάρια Νησιά, στην Ινδία και σε άλλες ασιατικές χώρες. Το αιθέριο έλαιο που περιέχουν τα φύλλα της χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία και επίσης για τη θεραπεία νευρασθενειών. Έχει επίσης αντισηπτικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται στην επούλωση τραυμάτων. Σε μεγάλες δόσεις η λεβάντα δρα ως υπνωτικό και ναρκωτικό. Οι ιαματικές της ιδιότητες ήταν γνωστές από την αρχαιότητα και αναφέρονται στο Διοσκουρίδη, τον Πλίνιο και το Γαληνό (Βαρδαβάκης, 1996).

Ανάπτυξη νέων μεθόδων παραλαβής και ανάλυσης δευτερογενών μεταβολιτών από αρωματικά και ενεργειακά φυτά.

Η λεβάντα απαντά με πλήθος κοινά ονόματα που φανερώνουν την σημαντική θέση της στην Ελληνική παράδοση. Το κοινό όνομα λεβάντα αναφέρεται κυρίως στο άλλο αυτοφυές αλλά και καλλιεργούμενο είδος Λαβαντούλα η στενόφυλλος (*Lavandula angustifolia*). Στην Ελλάδα καλλιεργείται πιο πολύ το είδος Λαβαντούλα η στοιχάς (*Lavandula stoechas*). Αυτή είναι γνωστή και με τα ονόματα: αγριολεβάντα, λαμπρή, λαβαντή, χαμολίβανο, μυροφόρα, καραμπάσι.

Η λεβάντα έχει σημαντική θέση στην ανάπτυξη της βοτανοθεραπείας και είναι από τα πιο χρησιμοποιούμενα φυτά, ακριβώς λόγω των χαλαρωτικών ιδιοτήτων που αποδίδονται στο άρωμά της. Πριν από αυτές όμως τις εφαρμογές της, η λεβάντα ήταν σημαντικό αρωματικό φυτό που χρησιμοποιούνταν για την απολύμανση των χώρων των νοσοκομείων κατά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Ακόμη και σήμερα βιολογικά απορρυπαντικά

Ανάπτυξη νέων μεθόδων παραλαβής και ανάλυσης δευτερογενών μεταβολιτών από αρωματικά και ενεργειακά φυτά διαθέτουν απολυμαντικούς παράγοντες βασισμένους στο αιθέριο έλαιο της λεβάντας. Επίσης πολύ γνωστή είναι η χρήση της λεβάντας σαν εντοποαπωθητικό που χρησιμοποιείται ευρύτατα για την απομάκρυνση του σκόρου από τα συρτάρια. Η έντονη δραστηριότητα των συστατικών της λεβάντας την κατατάσσουν στην μερίδα των αρωματικών φυτών που είναι αρκετά επισφαλής για αλόγιστη χρήση λόγω των πιθανών αλλεργικών αντιδράσεων που μπορεί να προξενήσει. Τέλος, τα συστατικά της λεβάντας έχουν κατηγορηθεί για την εμφάνιση γυναικομαστίας σε αγόρια. Εικάζεται ότι οι ουσίες που περιέχει ίσως είναι παρόμοιες δομικά με κάποια κοινά οιστρογόνα. [45]

Σκόρδο

Η διατροφική αξία του σκόρδου και η σύνδεσή του με τις πτητικές ουσίες που περιέχει. Το σκόρδο ανήκει στο είδος *sativum* του γένους *allium* της οικογένειας *Liliaceae* που συμπεριλαμβάνει και άλλα πολύ σημαντικά διατροφικά φυτά που απαντούν στην μεσογειακή διατροφή, όπως το κρεμμύδι. Σαν τρόφιμο το σκόρδο είναι γνωστό ότι παρουσιάζει ευεργετικές ιδιότητες τόσο στην πρόληψη όσο και στην θεραπεία ασθενειών (Βαρδαβάκης, 1996). Πιο συγκεκριμένα, δρά σαν αντι-υπερτασικό που αποτελεί και την ευρύτερα γνωστή εφαρμογή του, αλλά και ως αντί-αρτηριοσκληρωτικό, αντί-μικροβιακό, ηπατοπροστατευτικό καθώς και ως αντίδοτο κατά της έκθεσης σε μεγάλες ποσότητες βαρέων μετάλλων. Επίσης έχουν αναφερθεί σημαντικές δράσεις του έναντι της ταινίας των εντέρων (παρασιτικός έλμινθας) και της αμοιβάδας που προκαλεί την δυσεντερία (Block, 1992).

Οι δράσεις του αυτές που δεν αποτελούν διατροφολογικές παρατηρήσεις άλλα τεκμηριωμένες διαπιστώσεις μετά από συστηματική έρευνα, έχουν προκαλέσει παγκόσμια το ενδιαφέρον για την σύσταση του σκόρδου και το αιθερίου ελαίου του. Το κυριότερο άρθρο όπου παρουσιάζονται αναλυτικά προτεινόμενες συνθετικές πορείες για τα περισσότερα από τα ευεργετικά συστατικά του σκόρδου και κάποιες ιδιότητες των συστατικών του, είναι πιθανότατα αυτό του E.Block από το 1992(Block

1992). Εκεί περιγράφονται οι ενώσεις που κατά τον συγγραφέα παρουσιάζουν συνδυαστικά την πολυδιάστατη δράση του σκόρδου σαν τρόφιμο συνολικά. Ο συγγραφέας υποστηρίζει πως για την δράση αυτή ευθύνονται κατά κύριο λόγο πτητικές θειο-ενώσεις που συνιστούν το πτητικό κλάσμα που δίνει την πολύ χαρακτηριστική οσμή στο σκόρδο. [23]

Βανίλια

Η Βανίλια ή Βανίλα είναι γένος [Αγγειόσπερμων](#) Μονοκότυλων [φυτών](#), που ανήκει στην τάξη [Γύνανδρα](#), οικογένεια [Ορχιδίδες](#) (Orchidaceae) και είναι κοινά γνωστό ως Βανίλλα. Περιλαμβάνει 90 περίπου είδη αναρριχητικών φυτών, ιθαγενή των τροπικών περιοχών. Βανίλια επίσης ονομάζεται και η αρωματική ουσία που εξάγεται από τους καρπούς ορισμένων από τα είδη της.

Ιστορία

Η βανίλια χρησιμοποιούνταν για τον αρωματισμό του σοκόατλ (xocolatl) της [σοκολάτας](#), ενός αφεψήματος των [Αζτέκων](#), αιώνες πριν ο [Κορτές](#) το δοκιμάσει στην αυλή του [Μοντεζούμα](#), σύντομα μετά από αυτό η βανίλια έγινε πολύ δημοφιλής στην [Ευρώπη](#).

Χρήσεις

Ο αρωματικός παράγοντας της Βανίλιας χρησιμοποιείται ευρέως τόσο στην οικιακή μαγειρική όσο και στα τρόφιμα εμπορίου, ιδιαίτερα στη [σοκολάτα](#) στα προϊόντα της [αρτοποιίας](#), στη [ζαχαροπλαστική](#), στις [πουτίγκες](#), στις [σάλτσες](#), σε [παγωτό](#), σε αφεψήματα και στην αρωματοποιία. Οι άγουροι καρποί συλλέγονται αμέσως μόλις πάρουν χρυσοπράσινο χρώμα στη βάση τους. Τα φρέσκα σπέρματα της Βανίλιας δεν έχουν άρωμα. Το χαρακτηριστικό άρωμα είναι αποτέλεσμα [ενζυματικής](#) δράσης κατά τη διάρκεια ειδικής επεξεργασίας. Το εκχύλισμα της βανίλιας παραλαμβάνεται μετά από θραύση των κατεργασμένων αποξηραμένων καρπών και εκχύλιση με [αλκοόλη](#). Η τεχνητή βανίλια γίνεται από συνθετικά παραγόμενη βανιλίνη. [17]

Μέντα (Mentha piperita)

“Για να ονομάσει κάποιος ...όλες τις ιδιότητες της μέντας πρέπει να ξέρει πόσα ψάρια κολυμπούν στον Ινδικό ωκεανό.” Wilafried of Strabo, 12ος αι.

Ιστορία: Η ωραία Σεχραζάτ, που διηγόταν στο Σουλτάνο τις ωραίες ιστορίες των Χιλίων και Μίας Νυχτών, οφείλει πιθανότατα τη ζωή της σε μερικά φλιτζάνια μυρωδάτο τσάι μέντας, που της σέρβιραν κάθε μέρα, πριν ξημερώσει την ίδια πάντα ώρα για να μπορέσει να συνεχίσει τις καταπληκτικές ιστορίες του Σεβάχ του Θαλασσινού και του Αλαντίν. Οι αρχαίοι Έλληνες και Λατίνοι τη γνώριζαν πολύ καλά: έκαναν στεφάνια με αυτή για τελετές, τη χρησιμοποιούσαν σε δαγκώματα φιδιών, σκορπιών, τσιμπήματα εντόμων, κολικούς, βήχα, εμετούς κ.α. [3]

Ιδιότητες

Χαλαρώνουν τους μυς της πεπτικής οδού και έτσι είναι καλά για τη δυσπεψία και το μετεωρισμό, τους κολικούς και παρόμοιες καταστάσεις. Μειώνουν την ναυτία και μπορεί να βοηθήσουν στα ταξίδια, επίσης υποβοηθούν την εφίδρωση στον πυρετό και στη γρίπη. Το μινθέλαιο περιέχει μεγάλες ποσότητες μινθόλη (μεντόλ). Σε αρκετά υψηλές δόσεις, είναι αναλγητικό και ηρεμιστικό. Είναι επίσης δροσιστικό και έτσι είναι καλό για τα δερματικά προβλήματα, τον πυρετό ή τον πονοκέφαλο και την ημικρανία που συνδέονται με υπέρθερμανση. Αντιβακτηριδιακό, μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση των λοιμώξεων. Εισπνεόμενο, ανακουφίζει τη ρινική συμφόρηση. Οι Κινέζοι χρησιμοποιούν το bo he ως δροσιστικό γιατρικό για την ψύξη στο κεφάλι και τη γρίπη και επίσης για μερικούς τύπους πονοκέφαλου, για τον ερεθισμένο λαιμό και τις φλεγμονές των ματιών. Ως διεγερτικό του συκωτιού, προστίθεται σε φάρμακα για τις πεπτικές διαταραχές ή για την αδράνεια του κι (ενέργεια) του συκωτιού.

Πορτοκάλι

Το πορτοκάλι στην αρχαία ελληνική μυθολογία έχει από μελετητές έχει ταυτιστεί με τον χρυσό καρπό των δέντρων στον κήπο των Εσπερίδων. Στη μυθολογία αναφέρονται ως τα χρυσά μήλα », τα οποία τα είχε χαρίσει η θεά Γη ως γαμήλιο δώρο στον Δία και την Ήρα . Η Ήρα φύτεψε τα δέντρα στον κήπο των Εσπερίδων, τον οποίο φρουρούσε ο Λάδωνας, μυθικός δράκος με εκατό κεφάλια, στην χώρα των Υπερβορείων. Ο μυθικός



Άτλας , βρισκόταν έξω από τον κήπο και είχε καταδικαστεί από τον Δία να σηκώνει αιώνια στους ώμους του τον ουρανό. Οι κόρες του Άτλαντα έκλεβαν αυτά τα χρυσά μήλα και

γι' αυτό η Ήρα ανέθεσε στις Εσπερίδες και τον Λάδωνα την προστασία τους. Ο βασιλιάς της Τίρυνθας Ευρυσθέας ζήτησε από τον Ηρακλή να κλέψει αυτά τα χρυσά μήλα και να του τα παραδώσει.

Πρόκειται για τον ενδέκατο άθλο του Ηρακλή. Κατά τη διάρκεια αυτού του περιπετειώδους άθλου, ο Ηρακλής απελευθέρωσε τον Προμηθέα από τις αλυσίδες του σκοτώνοντας τον αετό που τον κατάτρωγε. Με σύντροφο πλέον τον Προμηθέα έφτασε έξω από τον κήπο των Εσπερίδων. Στο σημείο αυτό παραδίδονται τρεις εκδοχές σχετικά με τον τρόπο που κατάφερε τελικά να αποσπάσει τα χρυσά μήλα από τον καλά φυλασσόμενο κήπο. Σύμφωνα με την πρώτη εκδοχή, μετά από παρότρυνση του Προμηθέα, ο Ηρακλής ζήτησε από τον Άτλαντα να του φέρε τα πολύτιμα χρυσά μήλα και προθυμοποιήθηκε να κρατήσει ο ίδιος Ηρακλής τον ουρανό στις πλάτες του, όσο ο Άτλας θα έκλεβε τα εσπεριδοειδή. Ο Άτλας έκλεψε τους καρπούς, αλλά αντί να τους παραδώσει στον Ηρακλή, δήλωσε ότι θα τους παρέδιδε ο ίδιος στον Ευρυσθέα και θα άφηνε για πάντα τον Ηρακλή στη θέση του. Ο Ηρακλής βρέθηκε σε δεινή θέση. Κατάφερε όμως να ξεγελάσει τον Άτλαντα ζητώντας του να κρατήσει ξανά και μόνο για λίγο τον ουρανό στους ώμους του, προκειμένου να φτιάξει ο ίδιος ο Ηρακλής ένα αναπαιτικό μαξιλάρι, ώστε να κρατάει καλύτερα τον ουρανό. Ο Άτλας πείστηκε και έτσι ο Ηρακλής με δόλιο τρόπο του απέσπασε τα χρυσά μήλα.

Σύμφωνα με τη δεύτερη εκδοχή ο Ηρακλής πηγαίνει μόνος του στον Κήπο των Εσπερίδων, σκοτώνει τον δράκοντα Λάδωνα και έτσι κλέβει τα χρυσά μήλα και τέλος κατά την τρίτη εκδοχή ο Ηρακλής πείθει τις Εσπερίδες να αποκοιμίσουν τον Λάδωνα και μόνες τους πλέον να αποσπάσουν τους χρυσούς καρπούς και να τους δώσουν στον Ηρακλή. Έτσι ο Ηρακλής αποκτά στην κατοχή του τα χρυσά μήλα, τα οποία παραδίδει στον Ευρυσθέα. Ο Ευρυσθέας τα δωρίζει πίσω στον Ηρακλή και ο Ηρακλής με τη σειρά του στην θεά Αθήνα. Τέλος, η σοφή θεά επιστρέφει τα χρυσά μήλα στον κήπο των Εσπερίδων, εκεί δηλαδή όπου ανήκουν.

Ιστορία

Η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*) είναι [αγγειόσπερμο](#), [δικότυλο](#), [αιιθαλές φυτό](#) που ανήκει στην τάξη των Σαπινδωδών και στην οικογένεια των Ρυτοειδών (*Rutaceae*) =Εσπεριδοειδών (*Hesperidaceae*). Η λέξη δημιουργήθηκε το 19ο αιώνα και δεν είναι αρχαία. Είναι από τα σημαντικότερα εσπεριδοειδή. Γνωστή από τα αρχαία χρόνια όμως η εντατική της καλλιέργεια άρχισε από το 10 μ.Χ αιώνα στη βόρεια [Αφρική](#). Ήρθε στην Ελλάδα από τη Δύση και όχι από την Ανατολή

όπως ισχυρίζονται. Έμποροι Πορτογάλοι, την εποχή της θαλασσοκρατίας τους, αφού παρέκαμψαν το ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας και πιάσαν εμπορικές σχέσεις με την Κίνα και την Ινδία, έφεραν το πορτοκάλι στην Ευρώπη. Γύρω στο 1490 έφτασε στις μεσογειακές περιοχές από και πιθανολογείται ότι σε αυτούς οφείλει το όνομα της. Στη συνέχεια από την [Ελλάδα](#) διαδόθηκε σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες και Ισπανοί ιεραπόστολοι την μετέφεραν στη βόρεια [Αμερική](#).

Η πορτοκαλιά δεν αντέχει σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, το πολύ μέχρι και 4 βαθμούς υπό το μηδέν για το λόγο αυτό καλλιεργείται σε τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές με ήπιο χειμώνα. Το πορτοκάλι έχει γλυκιά ή γλυκόξινη γεύση και είναι λιγότερο ή περισσότερο αρωματικό ανάλογα με την ποικιλία και την ποιότητα. Κάποια ελαφριά πικρή γεύση που παρατηρείται μερικές φορές οφείλεται σε ποσότητα αιθέριου ελαίου που έχει εισχωρήσει στη σάρκα.

Ιδιότητες

Το πορτοκάλι είναι πλούσιο σε [βιταμίνη C](#). Περιέχει επίσης [σάκχαρα](#), [κάλιο](#), [ασβέστιο](#), [φώσφορο](#) και [βιταμίνη A](#) που είναι πολύ σημαντικές για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η περιεκτικότητά τους σε λιπαρές ουσίες και νάτριο είναι χαμηλή. Επίσης είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικές ουσίες που συμβάλλουν στην πρόληψη πολλών ασθενειών. *Κατά τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία στο σύνολο των βιολογικά ενεργών στοιχείων που περιέχονται στα εσπεριδοειδή. Χάρης σε αυτά, τα εσπεριδοειδή θα μπορούσαν να παίξουν ένα καθοριστικό ρόλο για την πρόληψη του καρκίνου και των καρδιακών νόσων.*

Είναι ωφέλιμο για τη διατροφή του ανθρώπου και η θρεπτική του αξία είναι πολύ μεγάλη. Καταναλώνεται νωπό ως φρούτο ή χρησιμοποιείται στην παραγωγή [χυμών](#), φρέσκων ή συσκευασμένων. Οι καρποί που συλλέγονται όταν είναι άγουροι, μικροί και πράσινοι χρησιμοποιούνται στη [ζαχαροπλαστική](#).

Το αιθέριο έλαιο της φλούδας, των ανθών και των φύλλων χρησιμοποιείται στην [αρωματοποιία](#) αλλά και στη ζαχαροπλαστική. Από τη φλούδα επίσης παρασκευάζεται [γλυκό κουταλιού](#).

Η πρώτη χώρα στον κόσμο σε παραγωγή πορτοκαλιών είναι η Βραζιλία. Ακολουθούν οι [Η.Π.Α.](#), η [Ινδία](#), η [Κίνα](#) και η [Ισπανία](#).

Υπάρχουν 160 περίπου ποικιλίες πορτοκαλιάς. [3]

Τσίλι



Πράσινες (birdseye), κίτρινες (μαντάμ Jeanette) και κόκκινες πιπεριές (καγιέν).

Η πιπεριά τσίλι (chili pepper επίσης, chile pepper ή chilli pepper), από τα [Νάουατλ](#) chīlli [ˈtʃiːli]), είναι ο καρπός των φυτών από το [γένος Καψικόν](#) (Capsicum), μέλη της οικογένειας των Στρυχνίδων ή Σολανίδων (Solanaceae).[\[1\]](#) Στη [Βρετανία](#), [Αυστραλία](#), [Ιρλανδία](#), [Νέα Ζηλανδία](#),

[Νότια Αφρική](#), [Πακιστάν](#), [Ινδία](#)[\[2\]](#) και άλλες Ασιατικές χώρες, είναι συνήθως, γνωστή απλά ως τσίλι (chili).

Οι ουσίες που δίνουν στις πιπεριές τσίλι την ένταση τους κατά την κατάποση ή εφαρμοζόμενες τοπικά είναι οι καψαϊκίνες και αρκετά σχετιζόμενα χημικά, καλούμενα συλλογικά καψαϊκινοειδή (*capsaicinoids*).

Οι πιπεριές τσίλι προήλθαν από την Αμερική.^[3] Μετά την Κολομβιανή Ανταλλαγή,^[Σημ. 1] πολλές ποικιλίες πιπεριάς τσίλι εξαπλώθηκαν σε όλο τον κόσμο που χρησιμοποιούνται τόσο ως τρόφιμο όσο και ως φάρμακο. Κατά τον 16ο αιώνα, οι πιπεριές τσίλι, μεταφέρθηκαν στην Ασία από τους Πορτογάλους θαλασσοπόρους.

Η Ινδία είναι παγκοσμίως, ο μεγαλύτερος παραγωγός και εξαγωγέας των πιπεριών τσίλι.^[4] Η *Guntur*, στην Ομόσπονδη Πολιτεία Αντρα Πραντές της Νότιας Ινδίας, παράγει το 30% όλων των τσίλι που παράγονται στην Ινδία.^[5] Η Αντρα Πραντές ως σύνολο, συνεισφέρει στο 75% των εξαγωγών των πιπεριών τσίλι στην Ινδία.

Ιστορία

Κεραμικά που βρέθηκαν θετικά ως προς το είδος *Capsicum*, τα κατάλοιπα ανασκάφτηκαν στην *Chiara de Corzo* στο νότιο [Μεξικό](#) και χρονολογούνται από τη Μέση έως και την Ύστερη Προκλασική περίοδο (400 π.Χ. έως το 300 π.Χ.).



Οι πιπεριές τσίλι έχουν υπάρξει μέρος της ανθρώπινης διατροφής στην [Αμερική](#), τουλάχιστον από το 7500 π.Χ.. Η πλέον πρόσφατη έρευνα δείχνει, ότι οι πιπεριές τσίλι εξημερώθηκαν πριν από περισσότερα από 6000 χρόνια, στο [Μεξικό](#), στην περιοχή η οποία εκτείνεται κατά μήκος της νότιας Πουέμπλα (πολιτεία) και βορείως της Οαχάκα (πολιτεία) στη νοτιοανατολική Βερακρούς^[6] και ήταν μια από τις πρώτες αυτεπικονιαζόμενες καλλιέργειες, καλλιεργούμενες στο Μεξικό, την Κεντρική και μέρη της Νότιας Αμερικής. [18]

Είδη και ποικιλίες

Τα πέντε εξημερωμένα είδη των πιπεριών τσίλι είναι τα ακόλουθα:

- Καψικόν το ετήσιον (*Capsicum annuum*), το οποίο περιλαμβάνει πολλές κοινές ποικιλίες, όπως τις πιπεριές φούσκες (*bell peppers*), *wax*, πιπεριές καγιέν (*cayenne*), *jalapeños* και τις *chiltepin*
- Καψικόν το θαμνώδες (*Capsicum frutescens*), το οποίο περιλαμβάνει τις *malagueta*, ταμπάσκο (*tabasco*) και πιπεριές Ταϊλάνδης (*Thai peppers*), *πίρι πίρι* (*piri piri*) και *Malawian Kambuzi*
- Καψικόν το σινικόν (*Capsicum chinense*), το οποίο περιλαμβάνει τις πιο καυτερές πιπεριές όπως τις *naga*, *habanero*, *Datil* και *Scotch bonnet*
- Καψικόν το χνοώδες (*Capsicum pubescens*), το οποίο περιλαμβάνει τις πιπεριές *rocoto* της Νοτίου Αμερικής

- Καυκόν το ραγοφόρον (*Capsicum baccatum*), το οποίο περιλαμβάνει τις πιπεριές *aji* της Νοτίου Αμερικής

Ιδιότητες

Οι ουσίες που δίνουν στις πιπεριές τσίλι την ένταση τους κατά την κατάποση ή όταν εφαρμόζονται τοπικά, είναι η καψαϊκίνη (8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide) και διαφόρων συναφών χημικών, καλούμενα συλλογικά καψαϊκινιοειδή (capsaicinoids).[\[16\]\[17\]](#) Η καψαϊκίνη είναι επίσης το κύριο συστατικό στο σπρέι πιπεριού, ένα λιγότερο-από-θανατηφόρο όπλο.

Όταν καταναλώνονται, τα καψαϊκινιοειδή δεσμεύονται με τους υποδοχείς του πόνου στο [στόμα](#) και το λαιμό, οι οποίοι και είναι υπεύθυνοι για την αίσθηση του καψίματος. Άπαξ και ενεργοποιηθούν από τα καψαϊκινιοειδή, Αυτοί οι υποδοχείς, αποστέλλουν ένα μήνυμα στον εγκέφαλο, ότι το άτομο έχει καταναλώσει κάτι καυτερό. Ο [εγκέφαλος](#) ανταποκρίνεται στο αίσθημα καύσου, αυξάνοντας τους ρυθμούς της [καρδιάς](#), αυξάνοντας την εφίδρωση και την έκκριση των ενδορφινών. Μια μελέτη του 2008,[\[18\]](#) αναφέρει ότι η καψαϊκίνη μεταβάλλει το πώς τα κύτταρα του σώματος χρησιμοποιούν την ενέργεια που παράγεται από την [υδρόλυση](#) της [Τριφωσφορικής αδενοσίνης \(ATP\)](#). Κατά τη συνήθη υδρόλυση, η πρωτεΐνη SERCA χρησιμοποιεί αυτή την ενέργεια, για να κινηθούν ιόντα [ασβεστίου](#) εντός του [ενδοπλασματικού δικτύου](#). Όταν η καψαϊκίνη είναι παρούσα, μεταβάλλει την διαμόρφωση της SERCA και έτσι μειώνει στη διακίνηση ιόντων· ως αποτέλεσμα, η ενέργεια ATP (η οποία θα είχε χρησιμοποιηθεί για την άντληση των ιόντων) αντιθέτως, απελευθερώνεται ως θερμική ενέργεια.[\[19\]](#)

Χρήσεις

Μαγειρικές χρήσεις

Οι λοβοί των πιπεριών τσίλι, οι οποίοι είναι μούρα, χρησιμοποιούνται είτε νωποί είτε αποξηραμένοι. Τα τσίλι αποξηραίνονται ώστε να διατηρηθούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, τα οποία επίσης μπορούν να γίνουν και τουρσί.

Τα αποξηραμένα τσίλι συχνά αλέθονται σε σκόνες, αν και πολλά Μεξικανικά [πιάτα](#) συμπεριλαμβάνουν παραλλαγές των τσίλι *tellenos*,[\[Σημ. 3\]](#) που χρησιμοποιούν ολόκληρο το τσίλι. Ολόκληρες αποξηραμένες τσίλι, μπορούν να ανασυσταθούν πριν από τη σύνθλιψή τους σε *πάστα*. Η *chipotle*[\[Σημ. 4\]](#) είναι η καπνιστή, αποξηραμένη, ώριμη *jalapeño*.

Πολλές φρέσκες πιπεριές τσίλι, όπως οι poblano έχουν ένα σκληρό εξωτερικό δέρμα, το οποίο δεν διασπάται κατά το μαγείρεμα. Τα τσίλι χρησιμοποιούνται μερικές φορές ολόκληρα ή σε μεγάλες φέτες από το ψήσιμο ή άλλα μέσα φουσκάλας ή απανθράκωσης του δέρματος, έτσι ώστε να μην μαγειρευτεί εντελώς κάτω από τη σάρκα. Όταν κρυώσουν, το δέρμα τους, συνήθως αποφλοιώνεται εύκολα.

Τα φύλλα όλων των ειδών των Capsicum είναι βρώσιμα. Αν και σχεδόν όλες οι άλλες καλλιέργειες Solanaceous, έχουν τοξίνες στα φύλλα τους, οι πιπεριές τσίλι δεν έχουν. Τα φύλλα, τα οποία είναι ελαφρώς πικρά και πουθενά τόσο καυτερά, όσο ο καρπός, μαγειρεύονται ως [χόρτα](#) στην Φιλιππινέζικη κουζίνα, όπου αποκαλούνται dahon ng sili (κυριολεκτικά «φύλλα τσίλι»). Χρησιμοποιούνται στην κοτόσουπα tinola.[\[28\]\[Σημ. 5\]](#) Στην Κορεάτικη κουζίνα, τα φύλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο [κιμτσι](#).[\[29\]](#) Στην Ιαπωνική κουζίνα, τα φύλλα μαγειρεύονται ως χόρτα και επίσης μαγειρεύονται σε στυλ tsukudani[\[Σημ. 6\]\[Υποσημ. 1\]](#) για συντήρηση.

Καλλωπιστικά φυτά

Η αντίθεση στο χρώμα και την εμφάνιση, κάνει τα φυτά τσίλι ενδιαφέροντα ως φυτά κήπου.

- Μαύρη Μαργαριταρένια Πιπεριά (*Black Pearl Pepper*), μικρά, σχήματος κερασιού καρποί και φύλλα σε χρώμα σκούρο καφέ έως μαύρο
- Μαύρη Ουγγρική Πιπεριά (*Black Hungarian Pepper*), πράσινο φύλλωμα, τονιζόμενη από μωβ φλέβες και μωβ άνθη, με καρπούς σχήματος *Jalapeño*^[30]
- Πιπεριά Κορώνας Επισκόπου (*Bishop's Crown Pepper*), Χριστουγεννιάτικη Πιπεριά Φούσκα (*Christmas Bell Pepper*) κυριολεκτικά, Χριστουγεννιάτικη Πιπεριά Καμπάνα, ονομάστηκε για το ξεχωριστό τρίπλευρο σχήμα της, που μοιάζει με μια κόκκινη Επισκοπική κορώνα ή κόκκινη Χριστουγεννιάτικη καμπάνα.^[31]

Ψυχολογία

Ο ψυχολόγος Paul Rozin, υποδεικνύει ότι η κατανάλωση τσίλι αποτελεί παράδειγμα ενός «περιορισμένου κινδύνου», όπως και η επιβίβαση σε ένα τρενάκι του λούνα παρκ, στο οποίο ακραίες αισθήσεις όπως ο πόνος και ο φόβος, μπορούν να τις απολαύσουν, επειδή τα άτομα γνωρίζουν ότι αυτές οι αισθήσεις δεν είναι πραγματικά επιβλαβείς. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στους χρήστες, να βιώσουν ακραία συναισθήματα, χωρίς κανένα κίνδυνο σωματικής βλάβης.

[\[32\]](#)

Θεραπευτική

Η καψαϊκίνη θεωρείται ένας ασφαλής και αποτελεσματικός τοπικός παράγοντας αναλγητικού, στην αντιμετώπιση των πόνων της [αρθρίτιδας](#), των πόνων που σχετίζονται με τον [έρπη ζωστήρ](#), τις διαβητικές νευροπάθειες, τους πόνους [μαστεκτομής](#) και τους πονοκεφάλους.[\[33\]\[34\]](#) Ωστόσο, μια μελέτη που δημοσιεύθηκε το 2010, έχει συνδέσει την καψαϊκίνη με τον [καρκίνο του δέρματος](#).[\[35\]\[36\]](#) Στην [Κίνα](#), μια ομαδική μελέτη του 2015, διαπίστωσε ότι η κατανάλωση τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα, τροφών οι οποίες περιέχουν πιπεριές τσίλι, οδήγησε σε μια μείωση της θνησιμότητας κατά 10 τοις εκατό, όλες οι υπόλοιπες (μελέτες) να είναι ίσες και στην κατανάλωση 6 έως 7 ημέρες την εβδομάδα, τροφών οι οποίες περιέχουν πιπεριές τσίλι, είχαν μείωση του σχετικού κινδύνου στη συνολική θνησιμότητα κατά 14 τοις εκατό· υπήρξε ένας ανάστροφος συσχετισμός μεταξύ της κατανάλωσης νωπών τσίλι και του [διαβήτη](#), ο οποίος δεν ευρίσκετο στην υπόλοιπη ομαδική εργασία.[\[37\]\[38\]](#)

Σπρέι πιπεριού

Η καψαϊκίνη που εξάγεται από τα τσίλι, χρησιμοποιείται στα σπρέι πιπεριού ως ερεθιστικό, μια μορφή λιγότερου θανατηφόρου όπλου.

Προστασία τροφίμων

Η εναπόθεση 1-3 καυτερών πιπεριών τσίλι εντός μιας γυάλας αποθήκευσης π.χ. με [αλεύρι](#), [ρύζι](#), [τραχανά](#), [πλιγούρι](#), [όσπρια](#) κλπ. αποτρέπει τη δημιουργία [σκουληκιών](#) ή άλλων παρασιτικών [εντόμων](#).

Δεδομένου ότι τα [πτηνά](#) έχουν μειωμένη ευαισθησία στις επιδράσεις των τσίλι, δύναται να χρησιμοποιηθεί, προκειμένου να κρατήσει τα παράσιτα των [θηλαστικών](#), μακριά από τους [σπόρους](#) των πτηνών (βλ. Εξελικτικά Πλεονεκτήματα παρακάτω).

Οι κόκκινες πιπεριές περιέχουν μεγάλες ποσότητες [βιταμίνης C](#) και μικρές ποσότητες [καροτίνης \(προβιταμίνη A\)](#). Τα κίτρινα και ιδιαίτερα τα πράσινα τσίλι (που ουσιαστικά είναι άγουροι καρποί), περιέχουν σημαντικά χαμηλότερο ποσό των δύο ουσιών. Επιπλέον, οι πιπεριές είναι μια καλή πηγή των περισσότερων [βιταμινών B](#) και της βιταμίνης B6 ειδικότερα. Είναι πολύ υψηλές σε [κάλιο](#), [μαγνήσιο](#) και [σίδηρο](#). Η πολύ υψηλή περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη C, μπορεί επίσης να αυξήσει σημαντικά την πρόσληψη του μη-αιμικού σιδήρου από τα άλλα συστατικά ενός γεύματος, όπως στα φασόλια και τα δημητριακά.

Μια πολύ μεγάλη μελέτη που διεξήχθη από το περιοδικό British Medical Journal, βρήκε ορισμένες ενδείξεις, ότι οι άνθρωποι που καταναλώνουν καυτερά φαγητά, ειδικά φρέσκες πιπεριές τσίλι, ήταν λιγότερο πιθανό να πεθάνουν από [καρκίνο](#) ή [διαβήτη](#).^[41]

Μέθοδοι Προσδιορισμού Της Ολικής Αντιοξειδωτικής Ενεργότητας

Κλινικές δοκιμές και επιδημιολογικές μελέτες έχουν αποδείξει τη συσχέτιση μεταξύ της πρόσληψης φρούτων και λαχανικών και της συχνότητας εμφάνισης ασθενειών, όπως καρδιολογικών ασθενειών, νεοπλασιών και ασθενειών σχετικών με το γήρας. Τα αντιοξειδωτικά συστατικά που περιέχονται στα τρόφιμα, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα φαινολικά συστατικά, οι βιταμίνες E και C, και τα καροτενοειδή, πιστεύεται ότι είναι τα συστατικά εκείνα που προστατεύουν από τις σχετικές με το οξειδωτικό στρες ασθένειες.

[111]

Οι ελεύθερες ρίζες και άλλες ενεργές ενώσεις οξυγόνου παράγονται με μεταβολικές και φυσιολογικές διαδικασίες και μπορεί να προκαλέσουν επιβλαβείς οξειδωτικές αντιδράσεις στους οργανισμούς, οι οποίοι τις αποβάλλουν μέσω ενζυματικών και μη ενζυματικών αντιοξειδωτικών μηχανισμών. Κάτω από ειδικές συνθήκες, η αύξηση των οξειδωτικών ουσιών και η μείωση των αντιοξειδωτικών δεν μπορεί να αποτραπεί και κατά συνέπεια, η οξειδωτική ισορροπία μεταπίπτει προς την οξειδωτική κατάσταση. Έτσι, το οξειδωτικό στρες αυξάνεται.

Γενικά, ως αντιοξειδωτικά χαρακτηρίζονται οι ενώσεις που αναστέλλουν την οξείδωση ή παρεμποδίζουν τις αντιδράσεις που προωθούνται από το οξυγόνο ή τα υπεροξειδία. Πολλές από αυτές τις ενώσεις, όπως για παράδειγμα οι τοκοφερόλες, χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά σε διάφορα προϊόντα, σε τρόφιμα, όπως στα λίπη και τα έλαια, σε σαπούνια και καλλυντικά, με σκοπό την πρόληψη της οξείδωσής τους και του σχηματισμού ανεπιθύμητων προϊόντων. Στον τομέα της διατροφής, ως αντιοξειδωτικά ορίζονται συνθετικά ή φυσικά συστατικά, τα οποία προστίθενται ή περιέχονται στα τρόφιμα με σκοπό να προλάβουν ή να περιορίσουν την αλλοίωσή τους από την επίδραση του οξυγόνου του αέρα.

Στην βιοχημεία και ιατρική, τα αντιοξειδωτικά είναι ένζυμα ή άλλες οργανικές ενώσεις, όπως η βιταμίνη E και το β-καροτένιο, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να προστατεύουν τους ιστούς από τις καταστροφικές επιδράσεις της οξείδωσης. Στη βιολογία, ως αντιοξειδωτικό χαρακτηρίζεται μία χημική ένωση που μειώνει σημαντικά το αποτέλεσμα της επίδρασης ενεργών ενώσεων οξυγόνου ή αζώτου, στην κανονική φυσιολογική κατάσταση των ανθρώπων. Ένα αντιοξειδωτικό μπορεί να καταναλώνει ενεργές ενώσεις οξυγόνου (Reactive Oxygen Species, ROS), ώστε να σταματά τις αλυσιδωτές αντιδράσεις των ριζών ή να παρεμποδίζει την εξ αρχής γέννηση των ενεργών οξειδωτικών ενώσεων.

Τα αντιοξειδωτικά συχνά περιλαμβάνουν αναστολείς αντιδράσεων ελευθέρων ριζών, συμπλεκτικά μεταλλοιδόντων και μεταλλικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται στο ενεργό κέντρο αντιοξειδωτικών ενζύμων. Για παράδειγμα το σελήνιο είναι ένας συμπαράγοντας των σεληνοπρωτεϊνών, οι οποίες μειώνουν τα υπεροξειδία σε υδατικά συστήματα.

Σχετική έρευνα στη βιβλιογραφία δείχνει ότι ο αριθμός των δημοσιεύσεων σχετικά με τα αντιοξειδωτικά και το οξειδωτικό στρες αυξήθηκε θεαματικά μέσα σε μία δεκαετία, 1684 άρθρα δημοσιεύθηκαν έως το 1993 και ο αριθμός τους έφτασε τα 6510 άρθρα έως το 2003 [3]. Είναι πολύ ενδιαφέρουσα για το κοινό, τους επιστήμονες και τους ερευνητές που ασχολούνται με τους τομείς της υγείας και της διατροφής, η εκτίμηση της ολικής

αντιοξειδωτικής ενεργότητας των τροφίμων που καταναλώνονται. Εξαιτίας της πολυπλοκότητας της σύνθεσης των τροφίμων, ο διαχωρισμός και η μεμονωμένη μελέτη του κάθε αντιοξειδωτικού είναι χρονοβόρα, δαπανηρή και μη αποτελεσματική, διότι δεν λαμβάνονται υπόψη οι πιθανές συνεργιστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αντιοξειδωτικών συστατικών σε ένα μίγμα τροφίμου. Επομένως η ανάπτυξη μεθόδων με στόχο την γρήγορη ποσοτικοποίηση της αντιοξειδωτικής ενεργότητας των υπό εξέταση δειγμάτων κρίνεται αναγκαία. Η επιλογή μίας μεθόδου ολικής αντιοξειδωτικής ενεργότητας είναι αρκετά δύσκολη, αφού υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων που υποστηρίζουν ότι μετράνε την ολική αντιοξειδωτική ενεργότητα *in vitro*.

Το κύριο πρόβλημα των μεθόδων αυτών είναι η έλλειψη στοιχείων επικύρωσης, τα οποία αποδεικνύουν ότι μετράνε αξιόπιστα την αντιοξειδωτική ενεργότητα των τροφίμων και των βιολογικών δειγμάτων. Αρκετές ανασκοπήσεις έχουν δημοσιευθεί σχετικά με αυτές τις μεθόδους, αλλά οι απόψεις ως προς το ποιά είναι η πλέον κατάλληλη, ποικίλουν αρκετά. Δεν φαίνεται να υπάρχει μια γενική συναίνεση, πολύ πιθανόν εξαιτίας της πολυπλοκότητας που παρουσιάζει το πεδίο των αντιοξειδωτικών.

Στην ανασκόπηση των Frankel και Meyer, οι συγγραφείς σημειώνουν ότι είναι προβληματική η χρήση μίας μονοδιάστατης μεθόδου για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ενεργότητας στα πολύπλοκα δείγματα τροφίμων και βιολογικών δειγμάτων. Ένα γενικό πρωτόκολλο ελέγχου πρέπει να α) επιλέγει ένα σχετικό σύστημα (υπόστρωμα), β) δοκιμάζει ποικίλες οξειδωτικές συνθήκες όπως pH, διαλύτες κλπ, γ) μετράει τα αρχικά και δευτερογενή προϊόντα της οξείδωσης,

δ) συγκρίνει αντιοξειδωτικά στις ίδιες μοριακές συγκεντρώσεις με τα ενεργά συστατικά, ε) ποσοτικοποιεί με βάση την έναρξη της περιόδου ή την επί τοις % μείωση ή τον ρυθμό σχηματισμού ή την αποσύνθεση ενός προϊόντος. Έχει επικρατήσει οι μέθοδοι να ποσοτικοποιούν με βάση την τιμή IC50, η οποία εκφράζει τη συγκέντρωση του αντιοξειδωτικού ή του μίγματος αντιοξειδωτικών που πετυχαίνει την μείωση του αρχικού σήματος απορρόφησης, φωταύγειας ή φθορισμού κατά 50% (half maximal inhibitory concentration). Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται γιατί οδηγεί σε αποτελέσματα ανεξάρτητα από το αρχικό σήμα. Οι μέθοδοι γενικά διαφέρουν στα χρησιμοποιούμενα συστήματα, στις συνθήκες αντίδρασης, στην τεχνική ανίχνευσης και στις μεθόδους ποσοτικοποίησης. Γενικά, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: 1. στις μεθόδους που βασίζονται σε αντιδράσεις μεταφοράς ατόμου υδρογόνου, (hydrogen atom transfer reaction based assays, HAT) και 2. στις

μεθόδους που βασίζονται σε αντιδράσεις μεταφοράς ηλεκτρονίου (single electron transfer reaction based assays, ET). Είναι εξαιρετικά δύσκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται από διαφορετικές μεθόδους. Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες μέθοδοι αντιοξειδωτικής ενεργότητας.

Οι ET μέθοδοι είναι οι πιο διαδεδομένες και συχνά χρησιμοποιούμενες για την εκτίμηση της ολικής αντιοξειδωτικής ενεργότητας (total antioxidant capacity, TAC). Περιλαμβάνουν δύο συστατικά στο μίγμα της αντίδρασης, το αντιοξειδωτικό και το οξειδωτικό.

Πίνακας . Μέθοδοι εκτίμησης αντιοξειδωτικής ενεργότητας in vitro

Μέθοδοι αντιδράσεων μεταφοράς ατόμου υδρογόνου	
$ROO^{\bullet} + AH \rightarrow ROOH + A^{\bullet}$ $ROO^{\bullet} + LH \rightarrow ROOH + L^{\bullet}$	ORAC (oxygen radical absorbance capacity)
	Crocin bleaching assay
	IOU (inhibited oxygen uptake)
	Inhibition of linoleic acid oxidation
	Inhibition of LDL oxidation
Μέθοδοι αντιδράσεων μεταφοράς ηλεκτρονίου	
$M(n) + e \text{ (από AH)} \rightarrow AH^{\bullet+} + M(n-1)$	TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity)
	FRAP (ferric ion reducing antioxidant parameter)
	DPPH (diphenyl-1-picrylhydrazyl)
	Copper (II) reduction capacity
	Total phenols assay by Folin-Ciocalteu reagent
Άλλες μέθοδοι	
TOSC (total oxidant scavenging capacity)	
Inhibition of Briggs-Rauscher oscillation reaction	
Chemiluminescence	
Electrochemiluminescence	

Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η εξής:

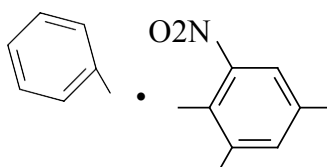
Οξειδωτικό + e (αντιοξειδωτικού) → ανηγμένη μορφή οξειδωτικού + οξειδωμένη μορφή αντιοξειδωτικού

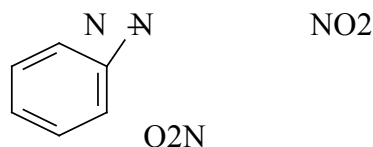
Το οξειδωτικό προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο από το αντιοξειδωτικό οδηγώντας σε αλλαγή του χρώματος του πρώτου. Ο βαθμός αλλαγής του χρώματος είναι ανάλογος με την συγκέντρωση του αντιοξειδωτικού. Το τελικό σημείο της αντίδρασης, που προσδιορίζεται φωτομετρικά, είναι το σημείο όπου το χρώμα παύει να αλλάζει και φτάνει σε πλατώ. Η μεταβολή της απορρόφησης ΔΑ συναρτήσει της συγκέντρωσης του αντιοξειδωτικού δίνει

μία γραμμική καμπύλη ως ένα σημείο που στο τέλος εμφανίζει πλατώ. Η κλίση της γραμμής αντανακλά την αναγωγική ικανότητα του αντιοξειδωτικού, η οποία εκφράζεται ως ισοδύναμη αυτής του αντιοξειδωτικού Trolox (Trolox equivalent, TE) ή του γαλλικού οξέος (Gallic acid equivalent, GAE). Αυτές οι μέθοδοι μοιάζουν με τις οξειδοαναγωγικές μεθόδους της κλασσικής χημικής ανάλυσης [5]. Στα παρακάτω πεδία παρουσιάζονται θεωρητικά σημεία των μεθόδων TAC που εφαρμόστηκαν στην παρούσα διατριβή.

Η μέθοδος DPPH

Το DPPH (2,2-δι(4-tert-οκτυλφαινυλο)-1-πυκρίλυδραζίλιο) αποτελεί μία από τις λίγες σταθερές και εμπορικά διαθέσιμες οργανικές ρίζες αζώτου. Η κατανάλωσή του από τα αντιοξειδωτικά, έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση του πορφυρού χρώματος του διαλύματός του, η οποία παρακολουθείται στα 515 nm, όπου παρατηρείται το μέγιστο του φάσματος του μορίου της ρίζας. [111]





DPPH

Η διαδικασία που ακολουθείται γενικά έχει ως εξής: Το διάλυμα DPPH σε μεθανόλη (3,9 mL, 25 mg L⁻¹) αναμιγνύεται με το διάλυμα του δείγματος (0,1 mL) σε κυψελίδα και παρακολουθείται η απορρόφηση της αντίδρασης στα 515 nm για 30 min ή μέχρι να λάβει σταθερή τιμή. Το ποσοστό % του DPPH που παραμένει (% DPPH_{rem}) σε σχέση με το αρχικό DPPH_{T=0} εκφράζεται ως:

$$\%DPPH_{rem} = 100 \times [DPPH]_{rem} / [DPPH]_{T=0}$$

όπου το %DPPH_{rem} είναι αντιστρόφως ανάλογο της συγκέντρωσης των αντιοξειδωτικών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη τιμή IC₅₀ του αντιοξειδωτικού, διότι έτσι τα αποτελέσματα είναι ανεξάρτητα από την αρχική απορρόφηση του διαλύματος της ρίζας DPPH, δηλαδή το αρχικό σήμα.

Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της αντίδρασης υπολογίζεται από την κινητική καμπύλη του DPPH με το αντιοξειδωτικό και είναι γνωστός ως T IC₅₀. Η κινητική συμπεριφορά των αντιοξειδωτικών κατηγοριοποιείται σύμφωνα με το χρόνο που απαιτείται για την εμφάνιση ενός πλατό, δηλαδή για να φτάσει η απορρόφηση του μίγματος της αντίδρασης σε σταθερή τιμή [6]:

- Γρήγορα αντιοξειδωτικά, <5 min,
- Ενδιάμεσα αντιοξειδωτικά, 5-30 min,
- Αργά αντιοξειδωτικά, >30 min.

Ένας άλλος τρόπος παρουσίασης της αντιοξειδωτικής ενεργότητας που χρησιμοποιείται στη βιβλιογραφία είναι η αποτελεσματικότητα κατά των ριζών (antiradical efficiency, AE) και υπολογίζεται ως (1/IC₅₀)TIC₅₀.

Η μέθοδος DPPH είναι τεχνικά απλή αλλά παρουσιάζει μερικά μειονεκτήματα που περιορίζουν τη χρήση της. Το DPPH αποτελεί μία πολύ σταθερή ρίζα αζώτου, που δεν δείχνει όμως ομοιότητα με τις πολύ ενεργές υπεροξυ-ρίζες που παίρνουν μέρος στην λιπιδική υπεροξειδωση. Πολλά αντιοξειδωτικά που θα αντιδρούσαν γρήγορα με υπεροξυ-ρίζες, αντιδρούν αργά ή καθόλου με το DPPH. Αυτό εκφράζεται με τις τιμές του TIC50 που κυμαίνονται μεταξύ 1,15 min για το ασκορβικό οξύ και 103 min για την ρουτίνη (rutin). Συνεπώς, η αντιοξειδωτική ενεργότητα ενός μίγματος αντιοξειδωτικών δεν μπορεί να ρυθμιστεί ή να προβλεφθεί.

Επίσης, η κινητική μεταξύ του DPPH και των αντιοξειδωτικών δεν είναι γραμμική σε σχέση με τις συγκεντρώσεις του DPPH. Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να εκφράζεται η αντιοξειδωτική ενεργότητα με χρήση της IC50.

Αν και η μέθοδος φαίνεται να περιλαμβάνει μία αντίδραση μεταφοράς ατόμου υδρογόνου, πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι η αντίδραση μεταξύ φαινολών και DPPH βασίζεται σε αντίδραση μεταφοράς ηλεκτρονίου [7]. Το κρίσιμο στάδιο για την ταχύτητα της αντίδρασης αυτής περιλαμβάνει μία διαδικασία ταχείας μεταφοράς ηλεκτρονίου από τα φαινοξυ-ανιόντα (ArO-) στη ρίζα DPPH•. Η μεταφορά του ατόμου υδρογόνου από το ουδέτερο μόριο ArOH στο DPPH• γίνεται πολύ αργά σε διαλύτες που είναι ισχυροί πρωτονιοδέκτες, όπως η μεθανόλη και η αιθανόλη. Αναφέρεται επίσης ότι η παρουσία μικρών ποσοτήτων οξέων ή βάσεων μπορεί να επηρεάσει δραματικά την ισορροπία ιονισμού των φαινολών και να προκαλέσει την μείωση ή την ενίσχυση αντίστοιχα των μετρούμενων σταθερών ταχύτητας.

Η μέθοδος ABTS

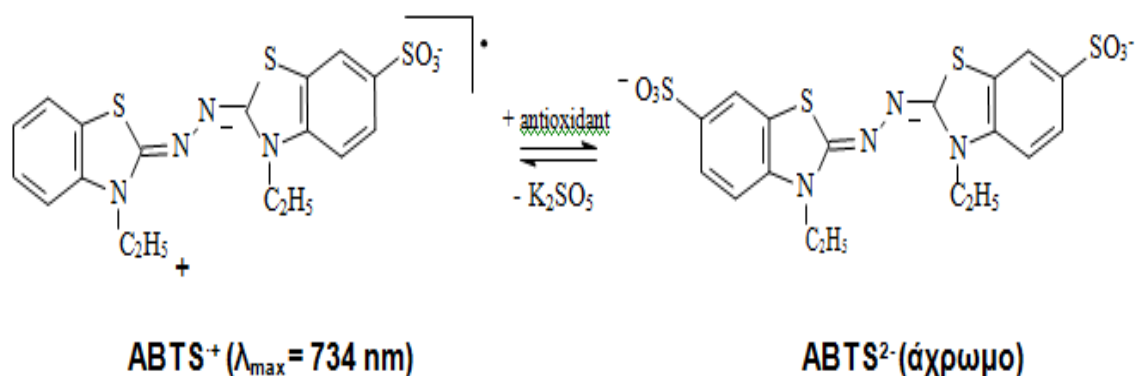
Η μέθοδος ABTS αναπτύχθηκε αρχικά από τους Miler και Rice-Evans το 1993 [8] και αργότερα εξελίχθηκε [9]. Στην βελτιωμένη έκδοσή της, το οξειδωτικό ABTS•+ παράγεται από την οξείδωση του 2,2'-αζινοδι(3-αιθυλβενζοδιαζολινο-6-σουλφονικό οξύ) (ABTS2-) με υπερθειικά ιόντα. Συγκεκριμένα, 7 mmol του αμμωνιακού άλατος ABTS διαλύονται σε νερό και κατεργάζονται με 2,45 mmol υπερθειικού καλίου και το μίγμα διατηρείται σε θερμοκρασία δωματίου για 12-16 h, ώστε να προκύψει βαθύ κυανό διάλυμα. Αυτό το διάλυμα αραιώνεται με αιθανόλη ή ρυθμιστικό διάλυμα με pH 7,4, ώστε το διάλυμα που προκύπτει να έχει απορρόφηση περίπου 0,7 μονάδες στα 734 nm. Όγκος 1 mL από το διάλυμα αυτό αναμιγνύεται με 10 μL του δείγματος. Η απορρόφηση μετρείται στους 30 °C

σε διάστημα 1, 4 και 6 min μετά την ανάμιξη. Η διαφορά της μέτρησης της απορρόφησης συναρτήσει της συγκέντρωσης του αντιοξειδωτικού δίνει ευθεία γραμμή μέχρι τη λήψη πλατώ. Η συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών που δίνει την ίδια % μεταβολή στην απορρόφηση του ABTS^{•+} με αυτήν διαλύματος του αντιοξειδωτικού Trolox 1 mM εκφράζεται ως TEAC.

Σε παραλλαγή της μεθόδου [10] η ελεύθερη ρίζα προκύπτει από το αντίστοιχο αμμωνιακό άλας της ένωσης ABTS, ενζυματικά, με οξείδωσή του από το H₂O₂, παρουσία του ενζύμου υπεροξειδάση HRP.

Τα αντιοξειδωτικά καταναλώνουν το έγχρωμο κατιόν σε βαθμό ανάλογο με την συγκέντρωσή τους σύμφωνα με την αντίδραση:

ABTS^{•+} ($\lambda_{\max} = 734 \text{ nm}$) ABTS²⁻ (άχρωμο)



Λόγω της ευκολίας εφαρμογής της, η μέθοδος ABTS έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την μελέτη της αντιοξειδωτικής ενεργότητας και έχουν προσδιοριστεί οι τιμές TEAC για πολλά συστατικά και δείγματα τροφίμων. Οι τιμές TEAC των καθαρών αντιοξειδωτικών συστατικών δεν παρουσιάζουν καθαρή συσχέτιση με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που χάνουν τα αντιοξειδωτικά. Οι τιμές TEAC του ασκορβικού οξέος (1,05), της α-τοκοφερόλης (0,97), της γλουταθιόνης (1,28), και του ουρικού οξέος (1,01) είναι περίπου ίδιες παρόλο που η γλουταθιόνη δίνει ένα ηλεκτρόνιο για το σχηματισμό της οξειδωμένης γλουταθιόνης, ενώ τα υπόλοιπα είναι δότες δύο ηλεκτρονίων. Το φερουλικό οξύ (1,90) και το p-κουμαρικό οξύ (2,00) έχουν συγκρίσιμες τιμές TEAC. Το καφεϊκό οξύ παρουσιάζει τιμή TEAC 1,00

παρόλο που έχει όμοια χημική δομή με το φερουλικό οξύ. Επίσης, η κερκετίνη (3,00) και η καμφερόλη (1,00) έχουν παρόμοιες χημικές δομές αλλά παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά στις τιμές TEAC. Επομένως η ισχύς ενός αντιοξειδωτικού δεν είναι ανάλογη των ηλεκτρονίων που δίνει ούτε της χημικής δομής του.

Προφανώς, οι διαφορές στην ταχύτητα της αντίδρασης μεταξύ των αντιοξειδωτικών και οξειδωτικών δεν συγκρίνονται με τις τιμές TEAC, εφόσον πρόκειται για μία μέθοδο τελικού σημείου. [100]

Η μέθοδος Folin – Ciocalteu

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu (FC) προτάθηκε αρχικά για την ανάλυση πρωτεϊνών επωφελούμενη από την δραστικότητα του αντιδραστηρίου που χρησιμοποιεί έναντι στο πρωτεϊνικό κατάλοιπο της τυροσίνης, η οποία περιέχει μία φαινυλομάδα [12]. Αρκετά χρόνια αργότερα, οι Celeste και συνεργάτες εφάρμοσαν την μέθοδο στην ανάλυση οίνων χρησιμοποιώντας την τεχνική της έγχυσης σε ροή (FI) [13]. Ένας μεγάλος αριθμός δημοσιεύσεων εφαρμόζει την μέθοδο FC παράλληλα με κάποια ET μέθοδο (FRAP, ABTS κλπ) και συχνά οδηγείται σε γραμμική συσχέτιση μεταξύ του περιεχομένου σε ολικές φαινόλες και της αντιοξειδωτικής ενεργότητας των δειγμάτων. Το συμπέρασμα αυτό δεν αποτελεί έκπληξη αφού τα δύο είδη μεθόδων βασίζονται σε παρόμοιες χημείες.

Η μέθοδος βασίζεται στην οξειδωση των φαινολών με ταυτόχρονη αναγωγή διαλύματος φωσφορομολυβδενικού και φωσφοροβολφραμικού οξέως (Folin-Ciocalteu reagent, FCR) με τις ακόλουθες δομές:



σε φωσφορομολυβδενικό / φωσφοροβολφραμικό-φαινολικό σύμπλοκο, μπλε χρώματος σε αλκαλικό περιβάλλον.

Το αντιδραστήριο FC παρασκευάζεται τυπικά με βρασμό (για 10 h) μίγματος βολφραμικού νατρίου ($\text{Na}_2\text{WO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 100 g), μολυβδαινικού νατρίου ($\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 25 g), συμπυκνωμένου υδροχλωρικού οξέος (100 mL), 85% φωσφορικού οξέος (50 mL) και νερού (700 mL). Μετά το βρασμό, προστίθεταιθειϊκό λίθιο ($\text{Li}_2\text{SO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 150 g) στο μίγμα ώστε να προκύψει διάλυμα έντονου κίτρινου χρώματος, το αντιδραστήριο FC. Η κατανάλωσή του από αναγωγικά αντιδραστήρια οδηγεί σε διάλυμα πράσινου χρώματος και η προσθήκη οξειδωτικών μπορεί να διατηρήσει το επιθυμητό κίτρινο χρώμα. Η χημική φύση του αντιδραστήριου FC δεν είναι επακριβώς γνωστή. Αμφίδρομες αναγωγικές αντιδράσεις ενός ή δύο ηλεκτρονίων σχηματίζουν ενώσεις κυανού χρώματος, πιθανώς $(\text{PMoW}_{11}\text{O}_{40})^{4-}$. Πιστεύεται ότι το μολυβδαίνιο ανάγεται πιο εύκολα σε σύμπλοκο και ότι μία αντίδραση μεταφοράς ηλεκτρονίου λαμβάνει χώρα μεταξύ των αναγωγικών και του Mo(VI):



Το αντιδραστήριο FC είναι μη ειδικό στα φαινολικά συστατικά διότι μπορεί να αναχθεί και από άλλα μη φαινολικά συστατικά όπως η βιταμίνη C και ο Cu(I). Τα φαινολικά συστατικά αντιδρούν με το FCR μόνο υπό βασικές συνθήκες, γι' αυτό πραγματοποιείται ρύθμιση με διάλυμα ανθρακικού νατρίου σε pH 10. Ο ιοντισμός ενός φαινολικού πρωτονίου οδηγεί στο σχηματισμό φαινολικού ανιόντος, το οποίο ανάγει το FCR. Η αντίδραση αυτή υποστηρίζει τον μηχανισμό μεταφοράς ηλεκτρονίου. Τα κυανού χρώματος συστατικά που σχηματίζονται, είναι ανεξάρτητα από τη δομή των φαινολικών συστατικών, αποκλείοντας την πιθανότητα σχηματισμού συμπλόκων μεταξύ του κεντρικού μετάλλου και των φαινολικών συστατικών.

Η μέθοδος των ολικών φαινολών με χρήση του FCR είναι απλή και αναπαραγώγιμη. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται συχνά στη μελέτη των φαινολικών αντιοξειδωτικών. [98]

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός και η μεταβολή τόσο του ολικού φαινολικού περιεχομένου, όσο και της αντιοξειδωτικής ικανότητας 2 δειγμάτων ελαιολάδου που έχουν αρωματιστεί με φυτά για χρονικό διάστημα από 1 έως και 9 μήνες.

Υλικά και Μέθοδοι

Δείγματα που αναλύθηκαν:

1. Ελαιόλαδο με Ρίγανη
2. Ελαιόλαδο με Θυμαρί
3. Ελαιόλαδο με Μέντα

4. Ελαιόλαδο με Λεβάντα
5. Ελαιόλαδο με Σκόδρο, Δενδρολίβανο
6. Ελαιόλαδο- Μάρτυρας 1

1. Ελαιόλαδο με Πορτοκάλι
2. Ελαιόλαδο με Τσίλι πιπεριά
3. Ελαιόλαδο με Μέντα
4. Ελαιόλαδο με Δενδρολίβανο
5. Ελαιόλαδο με Βανίλια
6. Ελαιόλαδο-Μάρτυρας 2

Αντιδραστήρια

Για την διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας παρασκευάστηκαν τα παρακάτω αντιδραστήρια:

- ✓ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1%
- ✓ Τρυγικό K – Na 2%
- ✓ Na_2CO_3
- ✓ NaOH
- ✓ Folin – Ciocalteu

- ✓ ABTS+
- ✓ DPPH
- ✓ K₂S₂O₈
- ✓ Trolox (C₇H₆O₅, CH₃-CH₂-OH)

Όργανα

Συσκευή ανάδευσης, Framo-geratechnik, M21/1

Αναλυτικός ζυγός, Electronic Balance, ER-18 OA

Μικροπιπέτες των 5-50 μl, 50-200 μl και 100-1000 μl Socorex

Υδρόλουτρο, Grant GR ISO

Φασματοφωτόμετρο, Thermo Electron Corporation NICOLET evolution 100

Σκεύη

Σπάτουλα

Ογκομετρικές φιάλες των 50, 100ml και του 1lit

Ποτήρια ζέσεως των 50 ml

Γυάλινη ράβδος

Κωνικές φιάλες των 100ml

Πειραματική Διαδικασία

Μέθοδος ποσοτικού προσδιορισμού φαινολικών ουσιών (FOLIN – CIOCALTEU)

Το σύνολο των φαινολικών ενώσεων ενός εκχυλίσματος προσδιορίζεται συνήθως με χρωματομετρικές μεθόδους. Αν και κανένα αντιδραστήριο δε δίνει με τις επιμέρους

φαινολικές ενώσεις προϊόντα που να εμφανίζουν το ίδιο μέγιστο μήκος απορρόφησης, η μέθοδος που στηρίζεται στο αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu είναι η πλέον αποδεκτή. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην οξείδωση του συνόλου των φαινολικών συστατικών, σε αλκαλικό περιβάλλον από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Το αντιδραστήριο αυτό αποτελείται από ένα μίγμα φωσφοροβολφραμικού οξέος (H₃PW₁₂O₄₀), το οποίο ανάγεται κατά την οξείδωση των φαινολών, σε μίγμα κυανών οξειδίων του βολφραμίου (W₈O₂₃) και του μολυβδαινίου (Mo₈O₂₃). Το κυανό χρώμα που προκύπτει παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση περίπου στα 750nm, και έτσι είναι ανάλογο της συγκέντρωσης των φαινολικών συστατικών.

Προετοιμασία αντιδραστηρίων

Για την Παρασκευή φαινολικών εκχυλισμάτων από τα δείγματα ελαιολάδου ακολουθήσαμε τη μέθοδο που περιγράφεται από τους Montedoro et al. με κάποιες τροποποιήσεις: διεξήχθη εκχύλιση υγρού- υγρού με διάλυμα μεθαλόνης:νερού (80:20 ο/ο) επί των δειγμάτων ελαίου. Συγκεκριμένα, 10ml δείγματος ελαίου αναμείχθηκαν με 10ml του διαλύματος ανάμειξης, κατόπιν το μίγμα αναταράχθηκε έντονα για 3 λεπτά και μετά από 3

λεπτά στάσεως στο σκοτάδι, φυγοκεντρήθηκε για 15 λεπτά στις 4000rpm. Οι φάσεις διαχωρίστηκαν και η εκχύλιση επαναλήφθηκε διαδοχικά δύο επιπλέον φορές. Όλα τα ληφθέντα υπερκείμενα διαλύματα χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό τους σε φαινολικό περιεχόμενο.

Για την ανάλυση των δειγμάτων με τη μέθοδο Folin - Ciocalteu παρασκευάστηκαν τα παρακάτω διαλύματα:

- Solution 1

Για την παρασκευή αυτού του διαλύματος χρειαζόμαστε:

1ml διαλύματος (A)

1ml διαλύματος (B)

98ml διαλύματος (C)

(A) → $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1%

Σε ογκομετρική φιάλη των 50ml προσθέτουμε 0,5g στερεού $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ και συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή με υπερκαθαρό νερό.

(B) → Τρυγικό K – Na 2%

Σε ογκομετρική φιάλη των 50ml προσθέτουμε 1,0g τρυγικού οξέος και συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό.

(C) → Σε ογκομετρική φιάλη του 1lit προσθέτουμε 20g Na_2CO_3 και 4g NaOH . Κατόπιν συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή με υπερκαθαρό νερό

- Folin – Ciocalteu

Πυκνό αντιδραστήριο Folin – Ciocalteu αραιώνεται με υπερκαθαρό νερό σε αναλογία 1:1

Διαδικασία ανάλυσης των δειγμάτων

Σε 1 δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 0,5ml από το κάθε δείγμα και 2,5ml από το αντιδραστήριο Folin – Ciocalteu. Ακολούθησε έντονη ανάδευση.

Μετά την παραμονή 10min, προστέθηκαν στο σωλήνα 2ml διαλύματος Solution 1 και ακολούθησε έντονη ανάδευση.

- Στη συνέχεια οι δοκιμαστικοί σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδρόλουτρο θερμοκρασίας 50 °C για 5min.
- Ακολούθησε ψύξη των δειγμάτων με κρύο νερό και συγχρόνως ανάδευση και μέτρηση της απορρόφησης αυτών στα 760nm.

Ο μηδενισμός του οργάνου έγινε με το υπερκαθαρό νερό.

Μέθοδος προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας – μέθοδος ABTS

Το αντιδραστήριο αυτής της μεθόδου είναι το 2,2'azinobis-(3- ethylbenzothiaziline-6-sulfonate). Με οξείδωση αυτού του αντιδραστηρίου παράγει κατιόν ABTS⁺, το οποίο έχει έντονο γαλαζοπράσινο χρώμα. Ο συντακτικός τύπος είναι:

ABTS+

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον αποχρωματισμό του παραπάνω σχηματιζόμενου ριζικού κατιόντος ABTS+, ο οποίος προκαλείται με την προσθήκη ενός δείγματος που περιέχει φαιολικό παράγοντα, λόγω της απομάκρυνσης των ελεύθερων ριζών. Το ABTS+ μπορεί να παραχθεί είτε από χημική αντίδραση π.χ. με οξείδιο του μαγγανίου (IV) (MnO_2), με υπερθειικό κάλιο ($K_2S_2O_8$) ή από ενζυμικές αντιδράσεις (π.χ. μεθμυοσφαιρίνη, αιμοσφαιρίνη). Γενικά η χημική αντίδραση απαιτεί πολύ χρόνο (μέχρι και 16 ώρες για την παραγωγή υπερθειικού καλίου) ή υψηλές θερμοκρασίες, ενώ οι ενζυμικές αντιδράσεις είναι ταχύτερες και οι συνθήκες αντίδρασης ηπιότερες. Η μέγιστη απορρόφηση του ABTS+ αποδείχτηκε ότι είναι σε μήκη κύματος 415, 645, 734 και 815nm. Τα μήκη κύματος, τα οποία επιλέχτηκαν από τους περισσότερους ερευνητές για να ελέγξουν φασματοφωτομετρικά την αντίδραση μεταξύ των αντιοξειδωτικών και του ABTS+ είναι 415 και 734nm.

Προετοιμασία αντιδραστηρίων

Διάλυμα ABTS πυκνό (7mM) 0.0384g ABTS + 0.0066g $K_2S_2O_8$. Διαλύονται σε ένα ποτήρι ζέσεως με 20 ml νερό και στη συνέχεια το μεταγγίζουμε σε ογκομετρική φιάλη των 50ml. Τοποθετούνται για 12 -16 ώρες στο σκοτάδι.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΡΑΙΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ABTS

Μετριέται η απορρόφηση του πυκνού διαλύματος, στα 734nm και αραιώνουμε μέχρι την απορρόφηση 0,7 nm.

Διαδικασία ανάλυσης των δειγμάτων

Για την διαδικασία ανάλυσης χρησιμοποιήσαμε 3 διαλύματα:

Διάλυμα Α:

43μl ABTS

300μl ελαιόλαδου

2657μl μεθανόλη

Διάλυμα Β:

0μl ABTS

300μl ελαιόλαδου

2700μl μεθανόλη

Διάλυμα Γ:

43μl ABTS

0μl ελαιόλαδου

2957μl μεθανόλη

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση της απορρόφησης στα 734nm. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση = $\frac{\Gamma-(A-B)}{\Gamma} \times 100$

Γ

Μέθοδος εκτίμησης αντιοξειδωτικής ικανότητας βασισμένη στη δέσμευση της 1,1 διφαινυλο-2- πικρυλυδραζυλικής ελεύθερης ρίζας (dpph)

Τα φαινολικά συστατικά του κρασιού δεσμεύουν την ελεύθερη ρίζα DPPH και η μείωση της ελέγχεται με τη μείωση της απορρόφησης στα 517nm. Το χρώμα από μώβ στο αρχικό διάλυμα, μετατρέπεται σε κίτρινο, όταν όλο το ποσό της ελεύθερης ρίζας έχει δεσμευτεί από τα αντιοξειδωτικά.

Παρασκευή Διαλυμάτων

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ STOCK-ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ DPPH ΜΕ ΜΕΘΑΝΟΛΗ (πυκνό διάλυμα)

- Ζυγίζονται 0,0197gr DPPH με ακρίβειά 4ου δεκαδικού ψηφίου και τα διαλύσαμε με μεθανόλη 12% σε ογκομετρική φιάλη των 100ml .

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ DPPH ΜΕ ΑΙΘΑΝΟΛΗ 12% (αραιό διάλυμα)

- Από το παραπάνω πυκνό αιθανολικό διάλυμα DPPH λαμβάνονται 5 ml και προστίθεται αιθανόλη 12% μέχρι τελικού όγκου 50ml (αραίωση 1:10) και μετράτε η απορρόφηση UV στα 517nm. Η συγκέντρωση του τελικού αραιού διαλύματος DPPH είναι 0,05mM.

Διαδικασία ανάλυσης των δειγμάτων

Για την διαδικασία ανάλυσης χρησιμοποιήσαμε 3 διαλύματα:

Διάλυμα Α:

400μl DPPH (0,5mM) + 1600μL Ethyl Acetate

Διάλυμα Β:

400μl DPPH (0,5mM) + 200μL ελαιόλαδο + 1400μL Ethyl Acetate

Διάλυμα Γ:

200mL ουσία σε 0800mL Ethyl Acetate

Ο μηδενισμός του οργάνου έγινε με το διάλυμα Γ.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση της απορρόφησης στα 517nm. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε

η συνάρτηση = $\frac{\Gamma - (A-B)}{\Gamma} \times 100$

Γ

Αποτελέσματα

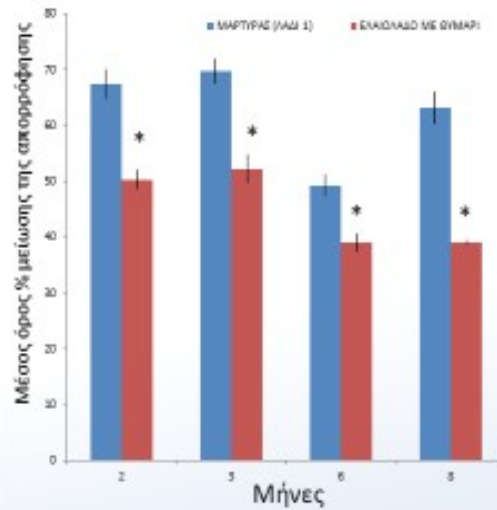
		FOLIN	ABTS	DPPH
Ρίγανη-2 μηνες		61,384	65,75342	15,96639
Ρίγανη-3 μηνες		48,427	47,57497	9,243697
Ρίγανη-6 μηνες		61,631	41,4291	10,80432
Ρίγανη-8 μηνες		60,356	63,68012	10,38415
Θυμάρι-2 μήνες		83,317	50,20363	10,32413
Θυμάρι-3 μήνες		82,18	52,20289	8,583433
Θυμάρι-6 μήνες		72,49	40,9478	12,96519
Θυμάρι-8 μήνες		73,073	38,68937	12,12485

Μέντα-2 μήνες		83,604	61,05146	10,86435
Μέντα-3 μήνες		54,385	45,46464	9,963986
Μέντα-6 μήνες		56,296	60,90337	2,460984
Μέντα-8 μήνες		51,992	64,34654	8,403361
Λεβάντα-2 μήνες		77,003	47,64902	10,20408
Λεβάντα-3 μήνες		81,065	55,09071	10,56423
Λεβάντα-6 μήνες		86,094	55,42392	7,322929
Λεβάντα-8 μήνες		56,123	50,72195	7,503001
Σκόρδο & Δενδρολίβανο-2 μήνες		80,821	58,64495	5,402161
Σκόρδο & Δενδρολίβανο-3 μήνες		83,421	53,05442	7,683073
Σκόρδο & Δενδρολίβανο-6 μήνες		124,701	49,61126	5,282113
Σκόρδο & Δενδρολίβανο-8 μήνες		153,202	52,5361	5,702281
Μάρτυρας-2 μήνες		91,075	70,89967	1,440576
Μάρτυρας-3 μήνες		78,368	69,56683	4,861945
Μάρτυρας-6 μήνες		84,359	51,01814	3,181273
Μάρτυρας-8 μήνες		86,029	64,1244	6,302521
Πορτοκάλι- 2 μήνες		55,636	56,64569	-0,42017
Πορτοκάλι- 4 μήνες		67,349	64,23547	-0,54022
Πορτοκάλι- 6 μήνες		79,677	49,61126	0,720288
Πορτοκάλι- 8 μήνες		63,54	59,57053	0,060024
Τσίλι πιπεριά- 2 μήνες		57,112	42,16957	1,740696
Τσίλι πιπεριά- 4 μήνες		66,616	51,01814	0,960384
Τσίλι πιπεριά- 6 μήνες		64,9	77,56387	14,56781
Τσίλι πιπεριά- 8 μήνες		60,978	66,1977	10,05961
Μέντα - 2 μήνες		78,667	65,45724	7,824143
Μέντα - 4 μήνες		67,389	57,90448	11,77347
Μέντα - 6 μήνες		63,493	52,35098	10,28316
Μέντα - 8 μήνες		50,146	51,72158	9,463487
Δενδρολίβανο- 2 μήνες		60,264	48,79674	11,02832
Δενδρολίβανο- 4 μήνες		81,669	44,42799	12,25782
Δενδρολίβανο- 6 μήνες		46,167	64,90189	5,923994
Δενδρολίβανο- 8 μήνες		52,864	64,16142	13,85991
Βανίλια- 2 μήνες		43,289	56,49759	7,52608
Βανίλια- 4 μήνες		77,564	62,45835	5,14158
Βανίλια- 6 μήνες		75,998	64,71677	7,153502
Βανίλια- 8 μήνες		70,699	55,2388	4,880775
Μάρτυρας-2 μήνες		107,51	56,05331	10,9538
Μάρτυρας-3 μήνες		72,293	61,38467	7,675112
Μάρτυρας-6 μήνες		85,427	57,71936	5,216095
Μάρτυρας-8 μήνες		111,536	64,08738	8,681073

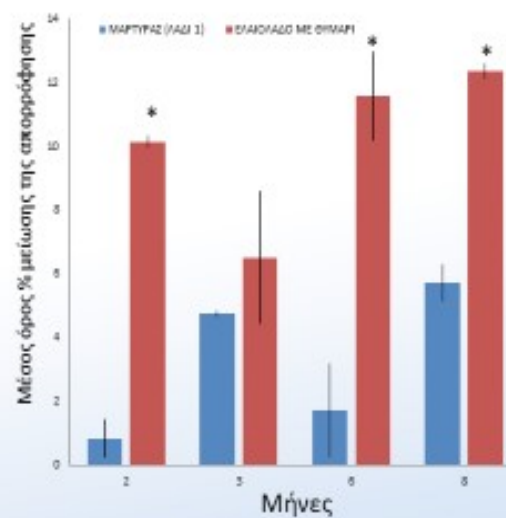
Αποτελέσματα

Ελαιόλαδο με Θυμάρι

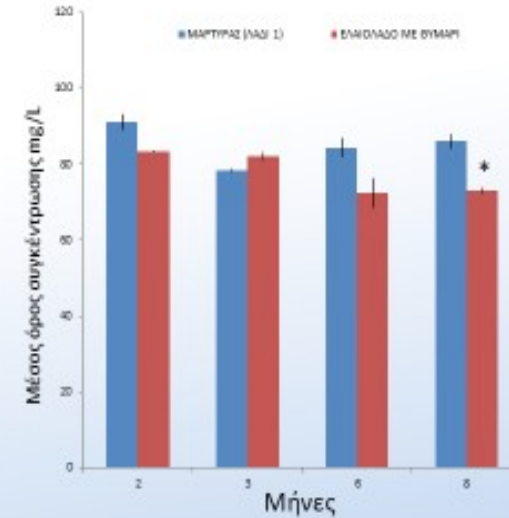
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	50,32	1,7	10,14	0,2	83,31	0,3
4	52,25	2,5	6,51	2,1	82,18	1,1
6	39,06	1,7	11,58	1,4	72,49	3,9
8	39,12	0,4	12,36	0,2	73,07	0,8

Πίνακας 1. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαινόλης σε ελαιόλαδο αρωματισμένο με θυμάρι και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

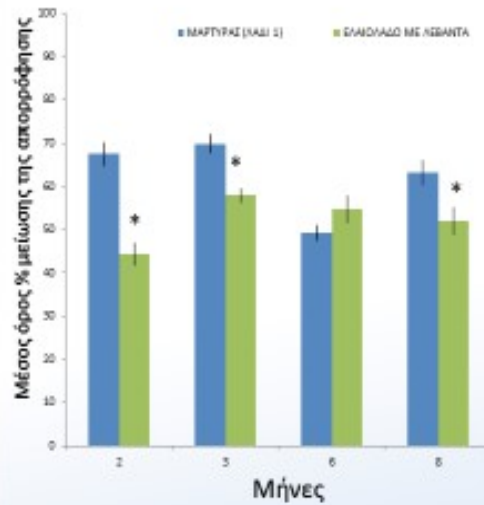
Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Θυμάρι σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού ABTS στους 2,4,6 και 8 μήνες
- με τη μέθοδο προσδιορισμού DPPH στους 2,6 και 8 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 8 μήνες.

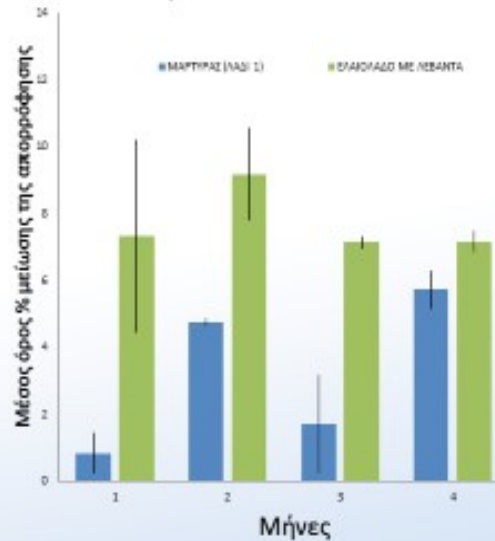


Ελαιόλαδο με Λεβάντα

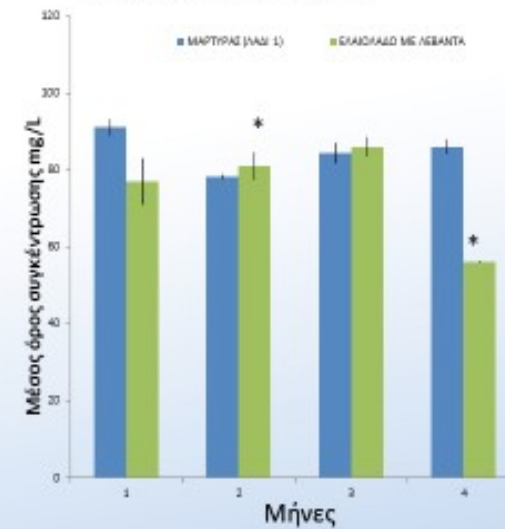
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	44,33	2,7	7,32	2,9	77,00	6,0
4	57,93	1,6	9,18	1,4	81,06	3,5
6	54,77	3,1	7,14	0,2	86,09	2,3
8	51,87	3,2	7,17	0,3	56,12	0,1

Πίνακας 2. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαινολικών συστίλων δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με λεβάντα και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

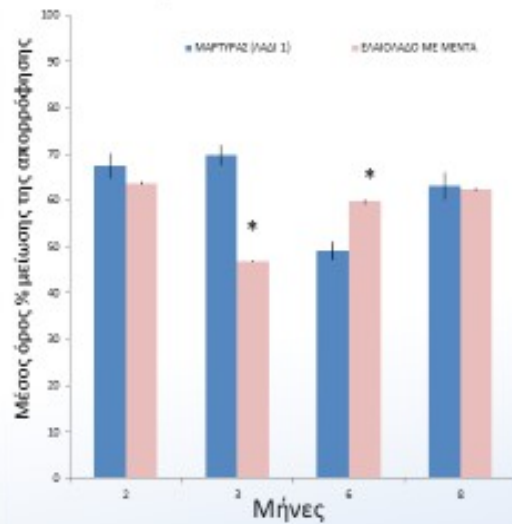
Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Λεβάντα σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού ABTS στους 2,4 και 8 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 2 και 8 μήνες.

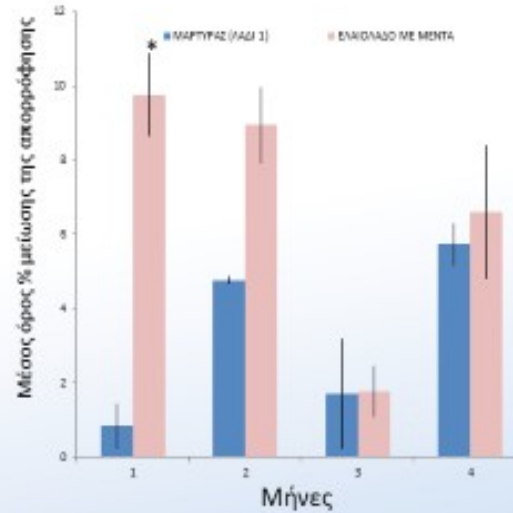


Ελαιόλαδο με Μέντα

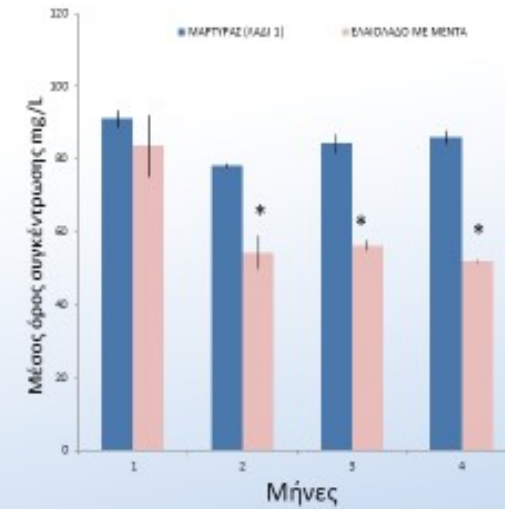
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	M.O. % μείωση	Τυπικό Σφάλμα	M.O. % μείωση	Τυπικό Σφάλμα	M.O. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	63,81	0,3	9,75	1,1	83,60	8,3
4	46,88	0,2	8,94	1,0	54,38	4,5
6	59,74	0,4	1,77	0,7	56,29	1,4
8	62,40	0,4	6,60	1,8	51,99	0,3

Πίνακας 3. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαινόλικών ουσιών σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με μέντα και τυπικό σφάλμα.

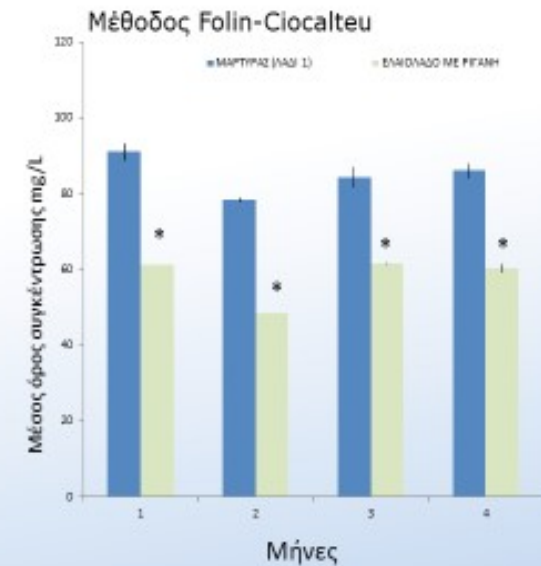
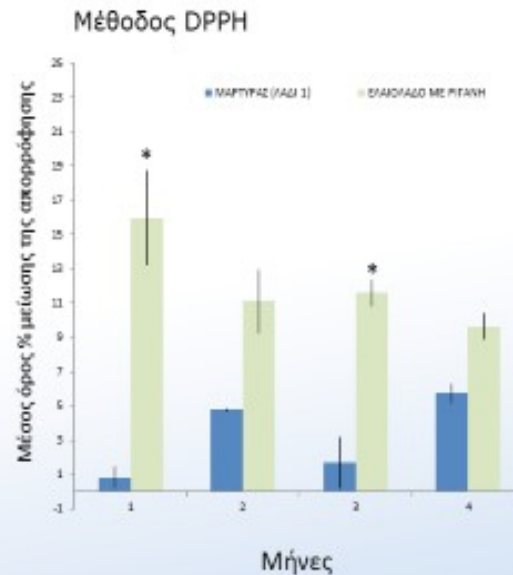
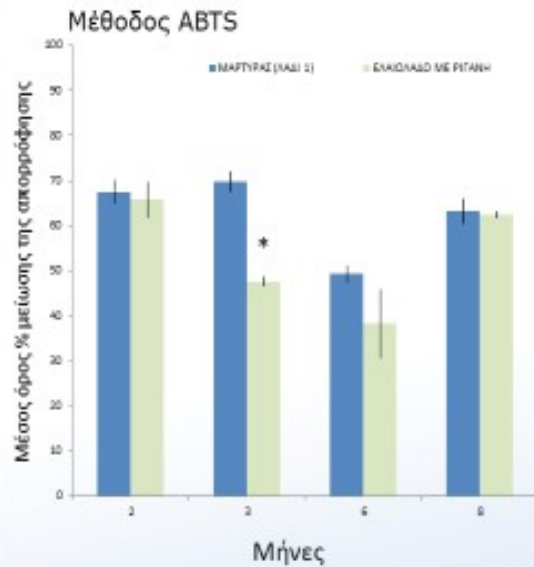
Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Μέντα σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού ABTS στους 4 και 6 μήνες
- με τη μέθοδο προσδιορισμού DPPH στους 2 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 4,6 και 8 μήνες.



Ελαιόλαδο με Ρίγανη



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	65,75	4,0	15,96	2,8	61,38	0,0
4	47,61	1,0	11,10	1,9	48,42	0,0
6	38,25	7,6	11,58	0,8	61,63	0,2
8	62,42	0,7	9,63	0,8	60,35	1,2

Πίνακας 4. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας, φαιολικών ουσιών σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με ρίγανη και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

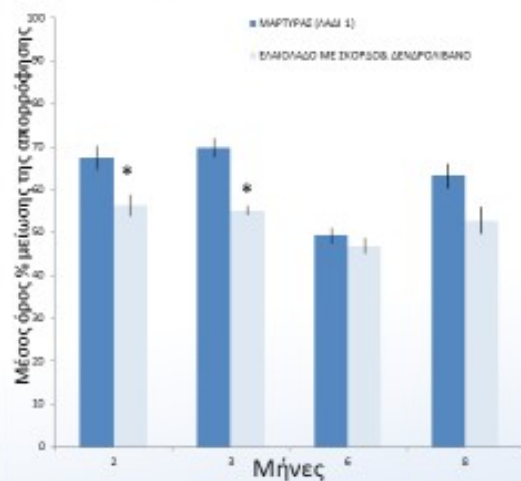
Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Ρίγανη σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού ABTS στους 2 μήνες
- με τη μέθοδο προσδιορισμού DPPH στους 2 και 6 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 2, 4, 6 και 8 μήνες.

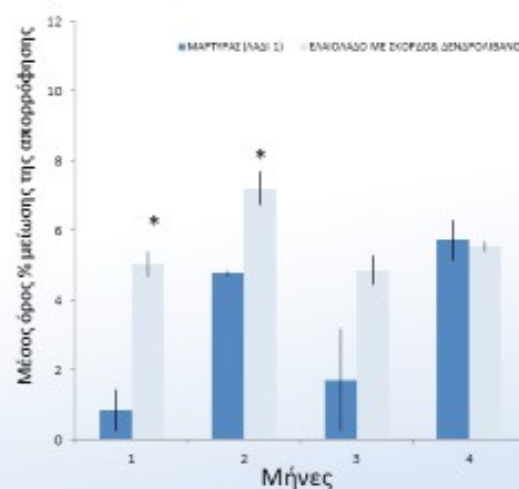


Ελαιόλαδο με Σκόρδο & Δενδρολίβανο

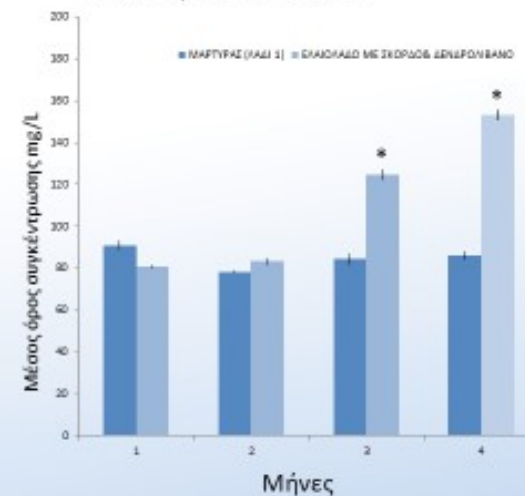
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	56,36	2,5	5,04	0,4	80,82	0,9
4	55,14	1,0	7,20	0,5	83,42	1,6
6	46,89	1,8	4,86	0,4	124,70	2,5
8	52,85	3,1	5,55	0,2	153,20	2,5

Πίνακας 5. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαιολικών συσύνθετα βεβαιωμένα αρωματισμένου ελαιόλαδου με σκόρδο και δενδρολίβανο και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

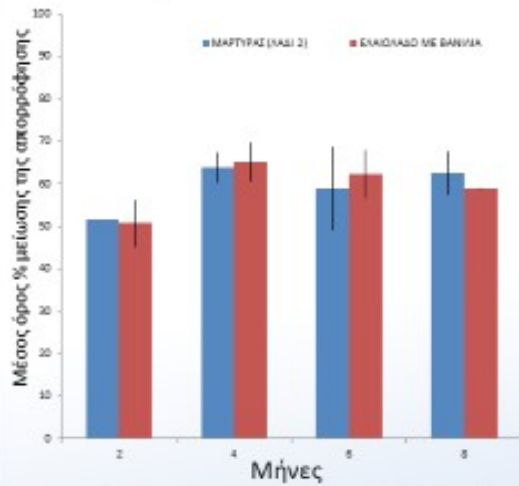
Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Σκόρδο & Δενδρολίβανο σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού ABTS στους 2 και 4 μήνες
- με τη μέθοδο προσδιορισμού DPPH στους 2 και 4 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 6 και 8 μήνες.

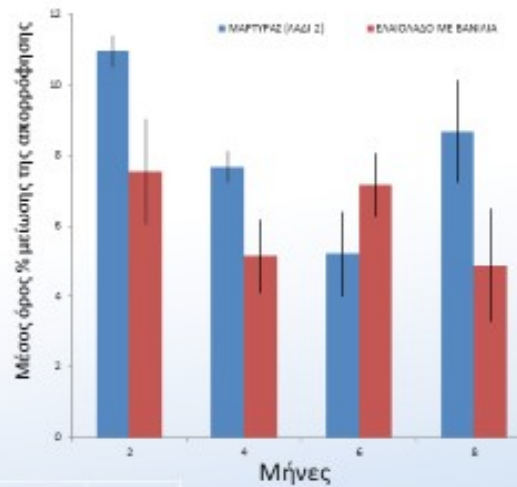


Ελαιόλαδο με Βανίλια

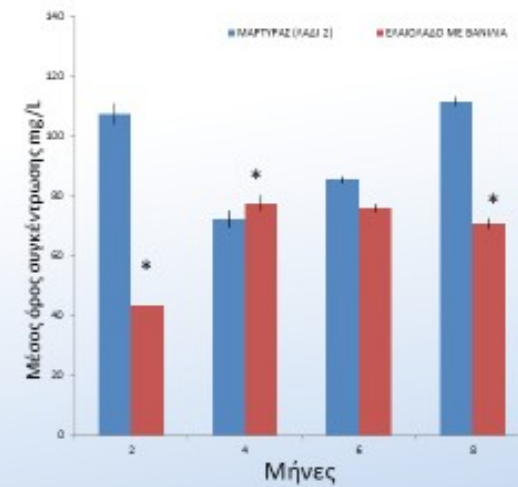
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	Μ.Ο. % μείωση	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. % μείωση	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	52,62	5,4	7,52	1,5	43,28	0,0
4	64,19	4,5	5,14	1,0	77,56	2,5
6	63,12	5,6	7,15	0,9	75,99	1,4
8	57,70	0,1	4,88	1,6	70,69	1,6

Πίνακας 6. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαινολικών ουσιών σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με βανίλια και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

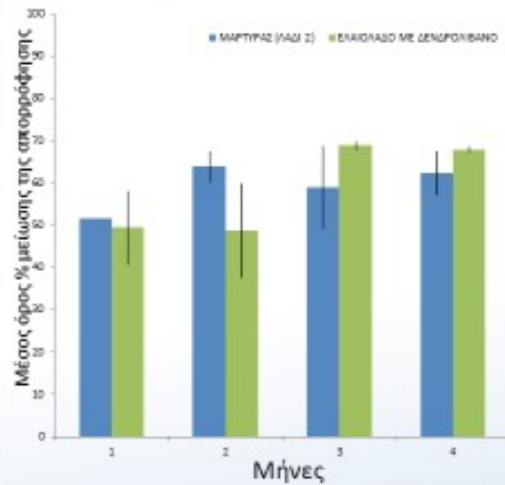
Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Βανίλια σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 2,4 και 8 μήνες.

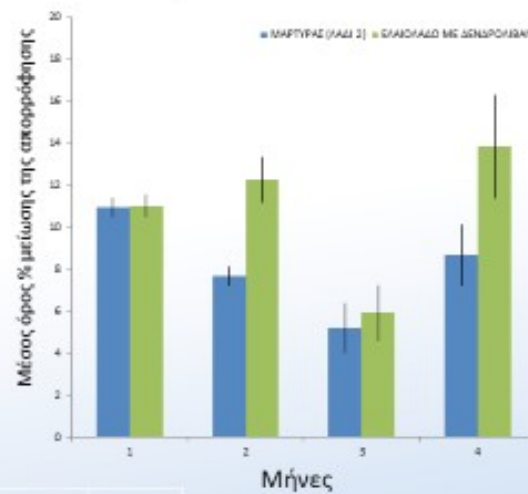


Ελαιόλαδο με Δενδρολίβανο

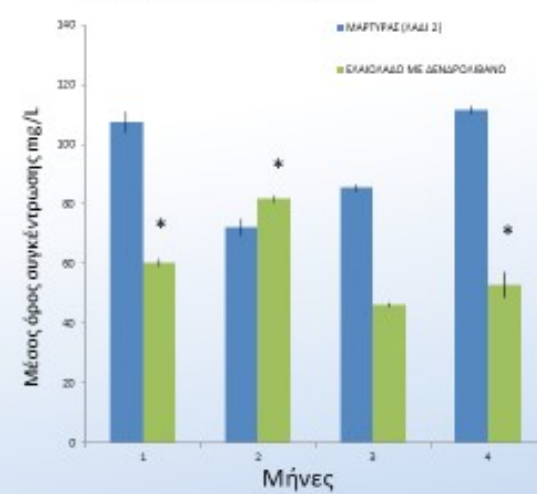
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	M.O. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	49,20	5,4	7,52	1,5	43,28	0,0
4	47,22	4,5	5,14	1,0	77,56	2,5
6	67,48	5,6	7,15	0,9	75,99	1,4
8	66,65	0,1	4,88	1,6	70,69	1,6

Πίνακας 7. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής και φαινόλης ουσιών σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με δενδρολίβανο και τυπικό σφάλμα.

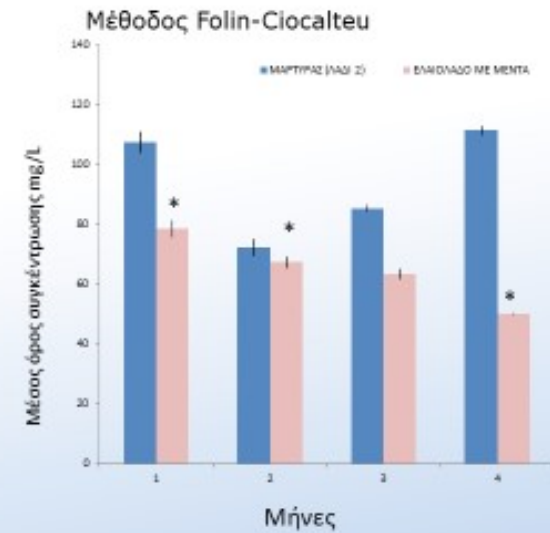
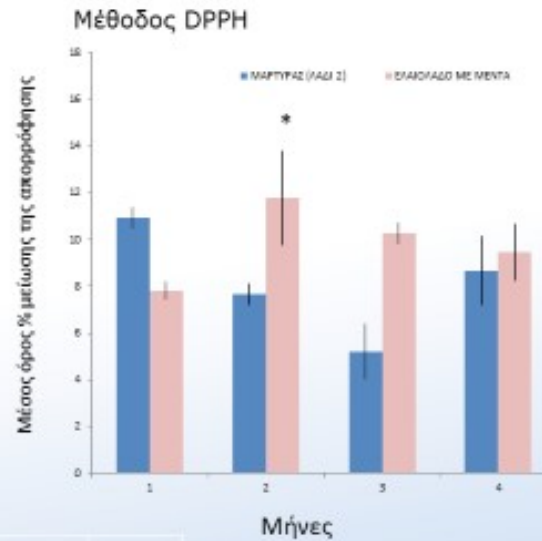
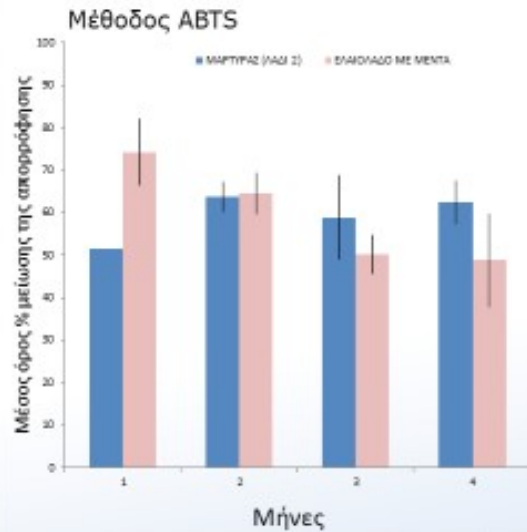
Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Δενδρολίβανο σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 2,4 και 8 μήνες.



Ελαιόλαδο με Μέντα



Μήνες	ABTS		DPPH		FOLIN	
	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	71,31	7,8	7,82	0,4	78,67	2,8
4	62,33	4,9	11,77	2,0	67,39	1,9
6	50,93	4,6	10,28	0,4	63,49	1,7
8	49,83	10,9	9,46	1,2	50,15	0,1

Πίνακας 8. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαινόλικων ουσιών σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με μέντα και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

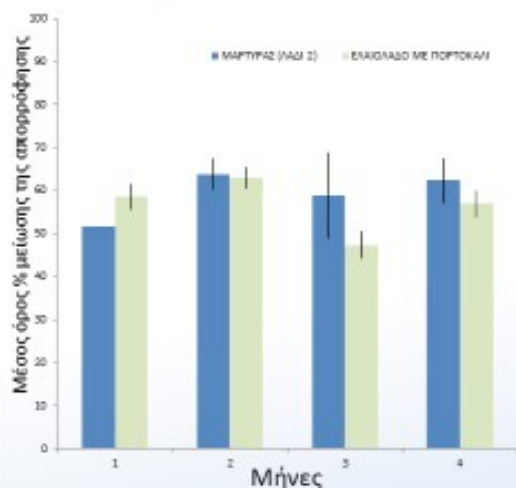
Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Μέντα σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού DPPH στους 2 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 2,4 και 8 μήνες

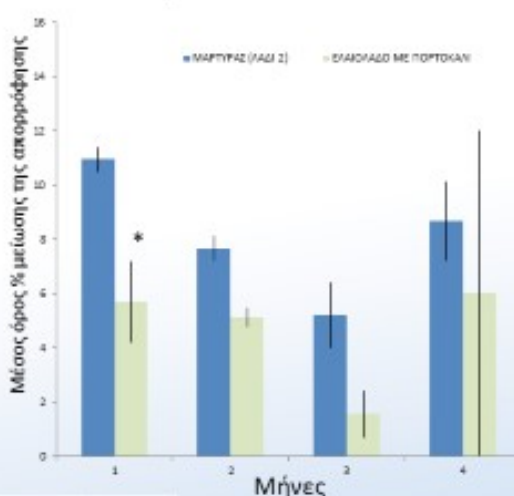


Ελαιόλαδο με Πορτοκάλι

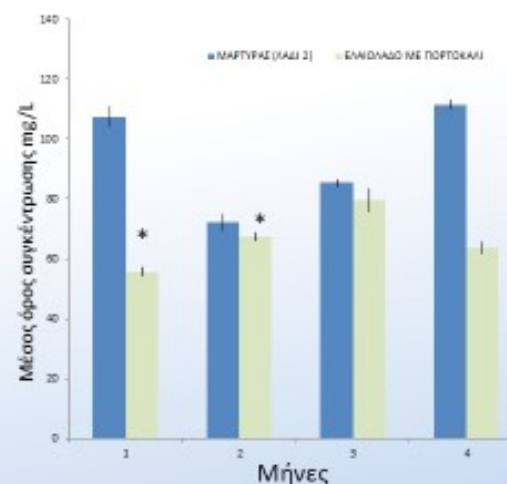
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	57,89	2,9	5,70	1,5	55,64	0,6
4	63,36	2,4	5,13	0,3	67,35	0,7
6	48,09	3,1	1,56	0,8	79,68	0,8
8	57,84	3,1	6,03	6,0	63,54	4,5

Πίνακας 9. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαινόλικων ουσιών σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με πορτοκάλι και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

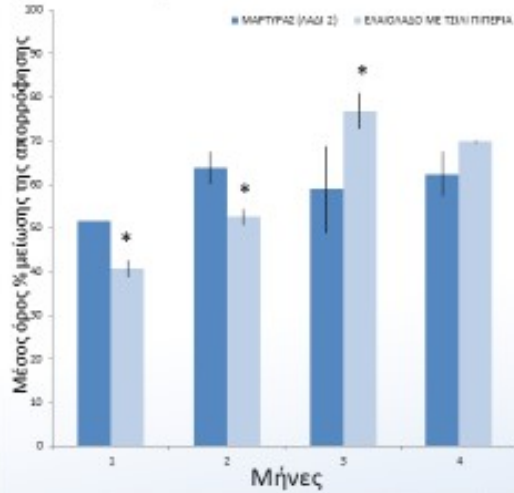
Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Πορτοκάλι σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού DPPH στους 2 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 2 και 4 μήνες

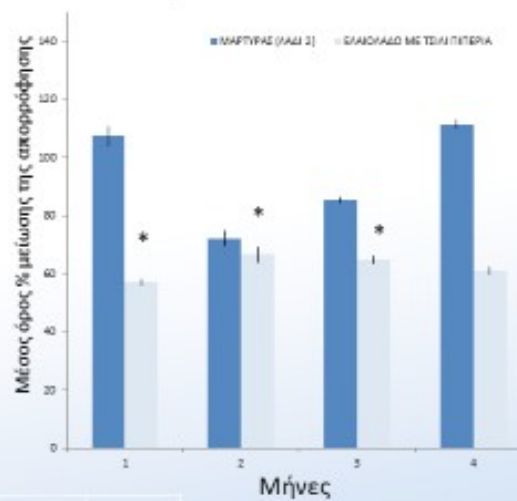


Ελαιόλαδο με Τσίλι Πιπεριά

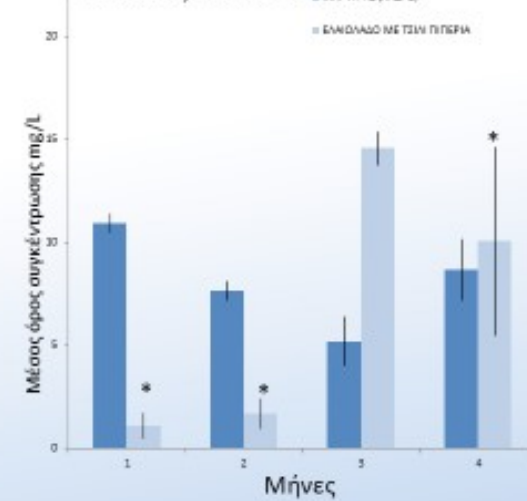
Μέθοδος ABTS



Μέθοδος DPPH



Μέθοδος Folin-Ciocalteu



Μήνες	ABTS	SE	DPPH	SE	FOLIN	SE
	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. % μείωσης	Τυπικό Σφάλμα	Μ.Ο. Mg/L	Τυπικό Σφάλμα
2	41,21	2,0	1,11	0,6	57,11	1,2
4	52,04	1,7	1,68	0,7	66,62	2,6
6	77,11	4,1	14,57	0,8	64,90	1,2
8	68,60	0,3	10,06	4,5	60,98	1,3

Πίνακας 38. Αποτελέσματα προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας και φαινόλικων ουσιών σε δείγματα αρωματισμένου ελαιόλαδου με τσίλι πιπεριά και τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) του ελαιόλαδου αρωματισμένου με Τσίλι Πιπεριά σε σχέση με το ελαιόλαδο μάρτυρα:

- με τη μέθοδο προσδιορισμού ABTS στους 2,4 και 6 μήνες
- με τη μέθοδο προσδιορισμού DPPH στους 2,4 και 6 μήνες και
- με τη μέθοδο προσδιορισμού FOLIN στους 2,6 και 8 μήνες.



Συμπεράσματα – Προτάσεις

Το αρχικό συμπέρασμα από τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι ότι το φαινολικό περιεχόμενο αλλά και η αντιοξειδωτική ικανότητα του ελαιολάδου δεν διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά μετά από τον αρωματισμό του με αρωματικά φυτά τα οποία παρέμειναν για χρονικό διάστημα έως και 9 μήνες μέσα στο ελαιόλαδο.

Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τον σωστή συντήρηση του ελαιολάδου καθώς και τις σωστές συνθήκες αρωματισμού του. Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης και οι σωστές διαδικασίες μέτρησης και επεξεργασίας των δειγμάτων και των αναλωσίμων που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή των μετρήσεων.

Επανάληψη τέτοιων μετρήσεων σίγουρα θα πρέπει να επαναληφθούν προκειμένου να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα για τα αποτελέσματα της μεταβολής του φαινολικού περιεχομένου αλλά και της αντιοξειδωτικής ικανότητας του ελαιολάδου μετά από την παραμονή αρωματικών φυτών μέσα σε αυτό.

Μεγάλο ενδιαφέρον θα είχε επίσης και η χρησιμοποίηση μεγαλύτερης ποικιλίας αρωματικών φυτών, λουλουδιών και βοτάνων γνωστά για την υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα τους και το υψηλό περιεχόμενό τους σε φαινολικές ενώσεις.

Βιβλιογραφία

1. D. Huang, B. Ou and R.L. Prior, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 1841, 2005.
2. C. Kaur and H. C. Kapoor, *International Journal of Food Science and Technology*, **36**, 703, 2001.
3. Source: *Web of Knowledge*, www.wok.ekt.com, 13/12/2009.
4. E. N. Frankel and A. S. Meyer, *Journal of Science of Food and Agriculture*, **80**, 1925, 2000.
5. I. F. F. Benzie and J. J. Strain, *Methods of Enzymology*, **299**, 15, 1999.
6. A. Jimenez-Escring, I. Jimenez- Jimenez, C. Sanchez-moreno and F. Saura- Calixto, *Journal of Science of Food and Agriculture*, **80**, 1686, 2000.
7. M. C. Foti, C. Daquino and C. Gerasi, *Journal of Organic Chemistry*, **69**, 2309, 2004.
8. N. J. Miller, C.A. Rice-Evans, M. J. Davies, V. Gopinathan and A. A. Milner, *Clinical Science*, **84**, 407, 1993.
9. R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice- Evans, *Free Radical Biology and Medicine*, **26**, 1231, 1999.
10. E. P. Labrinea and C. A. Georgiou, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 4341, 2005.
11. R. Pulido, L. Bravo and F. Saura-Calixto, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**, 3396, 2000.
12. O. Folin and V. Ciocalteu, *Journal of Biology and Chemistry*, **73**, 627, 1927.
13. M. Celeste, C. Tomas, A. Cladera, J.M. Estela and V. Cerda, *Analytica Chimica Acta*, **269**, 21, 1992.
14. D. A. Skoog, F. J. Holler and T. A. Nieman, Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης, Έκδοση 5^η, εκδόσεις Κωσταράκη, 2000, κεφάλαιο 15^ο, 439.
15. A. M. Connor, J. J. Luby, J. F. Hancock, S. Berkheimer and E. J. Hanson, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 893, 2002.
16. J. Ruzicka and E. H. Hansen, *Analytica Chimica Acta*, **78**, 145, 1975.
17. K. K. Stewart, G. R. Beecher and P. E. Hare, *Analytical Biochemistry*, **70**, 167, 1976.

18. B. Karlberg and G. E. Pacey, *Flow Injection Analysis. A Practical Guide*, New York: Elsevier, 1989.
19. Κ. Α. Γεωργίου, Ανάπτυξη νέων αυτοματοποιημένων φασματομετρικών μεθόδων ανάλυσης με την τεχνική της εισαγωγής δείγματος σε ροή και εφαρμογές στη φαρμακευτική ανάλυση. Αθήνα 1990, κεφάλαιο 2^ο, σελ 17.
20. J. Ruzicka and E. H. Hansen, *Analytica Chimica Acta*, **106**, 207, 1979.
21. D. A. Skoog, F. J. Holler and T. A. Nieman, Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης, Έκδοση 5^η, εκδόσεις Κωσταράκη, 2000, κεφάλαιο 7^ο, 201.
22. A)S. D. Kolev and I. D. Mc Kelvie, *Comprehensive analytical chemistry: Advances in flow injection analysis and related techniques* vol **54**, p. 23-43, 2008, Hungary, Wilson & Wilson's.
B)J. Ruzicka and G. D. Marshall, *Analytica Chimica Acta*, **237**, 329, 1990.
23. C. E. Lenehan, N. W. Barnett and S. W. Lewis, *Analyst*, **127**, 997, 2002.
24. Micro Total analysis Systems 2000, Proceedings of μTAS '2000 Symposium, Enschede, Netherlands, A. Van den Berg and P. Bergveld, Kluwer Academic Publishers, London, 2000.
25. J. Ruzicka, *Analytical Chemistry*, **69**, 5024, 1997.
26. H. Erxleben and J. Ruzicka, *Analyst*, **130**, 469, 2005.
27. J. Wang, E. H. Hansen and M. Miro, *Analytica Chimica Acta*, **499**, 139, 2003.
28. J. Ruzicka and L. Scampavia, *Analytical Chemistry*, **71**, 257A, 1999.
29. J. Ruzicka, *Flow Injection Analysis*, 3rd ed., CD-ROM Tutorial, Published by FIALab Instruments, Inc., 2004. www.flowinjection.com, 13/12/2009.
30. D. A. Skoog, F. J. Holler and T. A. Nieman, Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης, Έκδοση 5^η, εκδόσεις Κωσταράκη, 2000, κεφάλαιο 7^ο, 212.
31. D. A. Skoog, F. J. Holler and T. A. Nieman, Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης, Έκδοση 5^η, εκδόσεις Κωσταράκη, 2000, κεφάλαιο 7^ο, 204, κεφάλαιο 13^ο, 383, κεφάλαιο 28^ο, 847-855.
32. T. Leelasattarakul, S. Liawruangrath, M. Rayanakorn, *Talanta*, **70**, 656, 2006.
33. X. B. Long, M. Miro and R. Jensen, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **386**, 739, 2006.
34. M. Yang, Y. Xu and J.H. Wang, *Analytical Chemistry*, **78**, 5900, 2006.
35. J. Ruzicka, A.D. Carroll and I. Lahdesmaki, *Analyst*, **131**, 799, 2006.

36. E.H. Hansen, M. Miro and X.B. Long, *Analytical Letters*, **39**, 1243, 2006.
37. Y. Wang, M.L. Chen and J.H. Wang, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **21**, 535, 2006.
38. X.B. Long, M. Miro and E.H. Hansen, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **20**, 1203, 2005.
39. X.W. Chen, W.X. Wang and J.H. Wang, *Analyst*, **130**, 1240, 2005.
40. J. Jakmune, L. Pathimapornlert and S.K. Hartwell, *Analyst*, **130**, 299, 2005.
41. C.H. Wu, L. Scampavia and J. Ruzicka, *Analyst*, **128**, 1123, 2003.
42. Y. Gutzman, A. D. Carroll and J. Ruzicka, *Analyst*, **131**, 809, 2006.
43. D. Satinsky, P. Solich, P. Chocholous and R. Karlicek, *Analytical Chimica Acta*, **499**, 205, 2003
44. D. Satinsky, J. Hulcova, P. Solich and R. Karlicek, *Journal of Chromatography A*, **1015**, 239, 2003
45. J. Jakmune, L. Pathimapornlet, S. K. Harwell and K. Grudpan, *Analyst*, **130**, 299, 2005.
46. K. Grudpan, S. Khonyoung, S. K. Hartwell, S. Lapanantnoppakhun and J. Jakmune, *Journal of Flow Injection Analysis*, **23**, 94, 2006.
47. J. Harwood and R. Aparicio, *Handbook of olive oil, Analysis and Properties*, chapter 2, p. 17, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 2000.
48. Μ. Ε. Κωμαίτης, Η σημασία της ποιότητας του ελαιολάδου και παράγοντες που την επηρεάζουν, Σημειώσεις για το μεταπτυχιακό πρόγραμμα 'Χημική ανάλυση-έλεγχος ποιότητας', Μάιος 2004.
49. K. Robards, P. D. Prenzler, G. Tucker, P. Swatsitang and W. Glover, *Food Chemistry*, **66**, 401, 1999.
50. L. L. Pera, S. L. Curto, A. Visco, L. L. Torre and G. Dugo, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 3090, 2002.
51. Δ. Σ. Γαλανός, Θέματα Χημείας Τροφίμων, σελ 128, 1975.
52. A., Nyska and R. Kohen, *Toxicological Pathology*, **30**, 620, 2002.
53. D. Boskou, G. Blekas and M. Tsimidou, *Current Topics in Nutraceutical Research*, **3**, 125, 2005.
54. G. I. Tonga, A. R. Tonga, M. Franconi, C. Marra and M. Guiso, *Journal of Nutrition*, **133**, 2532, 2003.

55. C. Capannesi, I. Palchetti, M. Mascini and A. Parenti, *Food Chemistry*, **71**, 553, 2000.
56. G. Montedoro, M. Servili, M. Baldioni and E. Miniati, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **40**, 1571, 1992.
57. K. Hrnčirik and S. Fritsche, *European Journal of Lipid Science and Technology*, **106**, 540, 2004.
58. L. Cabrini, V. Barzanti, D. Fiorentini, G. Grossi, B. Tolomelli, L. Zambonin and L. Landi, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49**, 6026, 2001.
59. A. Carrasco-Pancorbo, L. Cerretani, A. Bendini, A. Segura-Carretero, M. Del Carlo, T. Gallina-Toschi, G. Lercker, D. Compagnone and N. G. Fernandez- Gutierrez, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 8918, 2005.
60. J. C. Espin, C. Soler-Rivas and H. J. Wichers, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**, 648, 2000.
61. T. Keceli and M. H. Gordon, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **81**, 1391, 2001.
62. A. Valavanidis, C. Nisiotou, Y. Papageorgiou, I. Kremli, N. Satravelas, N., Zinieris and H Zygalki, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**, 2358, 2004.
63. M. Rossi, C. Alamprese and S. Ratti, *Food Chemistry*, **102**, 812, 2007.
64. A. Bendini, L. Cerretani, S. Vecchi, A. Carrasco-Pancorbo and G. Lercker, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54**, 4880, 2006.
65. S. Gorinstein, O. Martin-Belloso, E. Katrich, A. Lojek, M. Ciz, N. Gligelmo-miguel, R. Haruenkit, Y. S. Park, S.T. Jung and S. Trakhtenberg, *Journal of Nutritional Biochemistry*, **14**, 154, 2003.
66. N. Pellegrini, M. Serafini, B. Colombi, D. Del Rio, S. Salvatore, M. Bianchi and F. Brighenti, *Journal of Nutrition*, **133**, 2812, 2003.
67. N. Pellegrini, F. Visioli, S. Buratti and F. Brighenti, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49**, 2532, 2001.
68. F. Saura-Calixto and I. Coni, *Food Chemistry*, **94**, 442, 2006.
69. S. Silva, L. Gomes, F. Leitao, A. V. Coelho and L.V. Boas., *Food Science and Technology International*, **12**, 385, 2006.
70. K. Papadopoulos, T. Triantis, E. Yannakopoulou, A. Nikokavoura and D. Dimotikali, *Analytica Chimica Acta*, **266**, 41, 2003.

71. S. Mannimo, S. Buratti, M. S. Cosio, and N. Pellegrini, *Analyst*, **124**, 1115, 1999.
72. M. Battino, A. Politi, S. Bompadre, J. Scalzo, and B. Mezzetti, *Free Radical Biology and Medicine*, **36**, S127, 2004.
73. A. D. Ilyina, J. L. M. Hernández, J. E. M. Benavides, B. H. L. Luján, E. S. Bogatcheva, J. R. García and J. R. Martínez, *Luminescence*, **18**, 31, 2003.
74. M. Croston, J. Langston, R. Sangoi, and K. S. V. Santhanam, *International Journal of Nanoscience*, **1**, 277, 2002.
75. A. M. Sakharov and I. P. Skibida, I.P., *Russian Chemical Bulletin*, **44**, 1872, 1995.
76. F. Angerosa, N. D' Alessandro, P. Konstantinou and L. Di Giacinto, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **43**, 1802, 1995.
77. M. Brenes, A. García, P. García, J. J. Ríos and A. Carrido, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **47**, 3535, 1999.
78. E. P. Labrinea and C. A. Georgiou. *Analytica Chimica Acta*, **526**, 63, 2004.
79. L. M. Magalhaes, M. Santos, M. A. Segundo, S. Reis and L. F. C. Lima, *Talanta*, **77**, 1559, 2009.
80. K. S. Minioti and C. A. Georgiou, *Food Chemistry*, **109**, 455, 2008.
81. J. A. Garsia-Mesa and R. Mateos, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **55**, 3863, 2007.
82. M. Del Carlo, G. Sacchetti, C. Di Mattia, D. Compagnone, D. Mastrocola, L. Liberatore, A. Cichelli, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**, 4072, 2004.
83. B. Saad, W. T. Wai, B. P. Lim and M. I. Saleh, *Analytica Chimica Acta*, **591**, 248, 2007.
84. B. Saad, C. W. Ling, M. S. Jab, B. P. Lim, A. S. M. Ali, W. T. Wai and M. I. Saleh, *Food Chemistry*, **102**, 1407, 2007.
85. P. C. A. G. Pinto, L. M. F. S. Saraiva and J. L. F. C. Lima, *Analytica Chimica Acta*, **555**, 377, 2006.
86. I. F. F. Benzie and J. J. Strain, *Analytical Biochemistry*, **239**, 70, 1996.
87. E. P. Labrinea, N. S. Thomaidis and C. A. Georgiou, *Analytica Chimica Acta*, **448**, 201, 2001.

88. L. Mascitelli, F. Pezzetta and J. L. Sullivan, *Annals of Internal Medicine*, **146**, 394, 2007.
89. C. I. G. Tuberoso, A. Kowalczyk, E. Sarritzu and P. Cabras, *Food Chemistry*, **103**, 1494, 2007.
90. E. P. Labrinea and C. A. Georgiou, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 4341, 2005.
91. C. S. Sánchez, A. M. T. González, M. C. García-Parrilla, J. J. Q. Granados, H. L. G. de la Serrana and M. C. L. Martínez, *Analytica Chimica Acta*, **593**, 103, 2007.
92. A. F. Siegel and C. J. Morgan. Bivariate data and regression. *Statistics and data analysis: an introduction*, 2nd ed, John Willey and Sons, Inc., U.S.A., pp. 541-543, 1996.
93. D. A. Skoog, F. J. Holler and T. A. Nieman, Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης, Έκδοση 5^η, εκδόσεις Κωσταράκη, 2000, κεφάλαιο 11^ο, 304-320.
94. M. Zeiner, I. Steffan and I. J. Cindric, *Microchemical Journal*, **81**, 171, 2005.
95. A. Anthemidis, V. Arvanitidis and J. A. Stratis, *Analytica Chimica Acta*, **537**, 271, 2005.
96. I. J. Cindric, M. Zeiner and I. Steffan, *Microchemical Journal*, **85**, 136, 2007.
97. C. M. Canario and D. A. Katskov, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **20**, 1386, 2005.
98. A. Roca, C. Cabrera, M. L. Lorenzo and M. C. Lopez, *Grasas y Aceites*, **51**, 393, 2000.
99. F. F. Lopez, C. Cabrera, M. L. Lorenzo and M. C. Lopez, *Journal of Food Science*, **65**, 206, 2000.
100. B. P. Cid, A. F. Albores, E. F. Gomez and E. F. Lopez, *Analyst*, **126**, 1304, 2001.
101. M. S. Jimenez, A. Lopez and J. R. Castillo, *Atomic Spectroscopy*, **23**, 183, 2002.
102. E. Lendinez, M. L. Lorenzo, C. Cabrera and M. C. Lopez, *Science of the Total Environment*, **278**, 183, 2001.
103. M. S. Jimenez, R. Velarte, M. T. Gomez and J. R. Castillo, *Atomic Spectroscopy*, **25**, 1, 2004.

104. J. S. Becker and H. Dietze, *International Journal of Mass Spectrometry*, **228**, 127, 2003.
105. D. Beauchemin, *Analytical Chemistry*, **78**, 4111, 2006.
106. S. J. Hill, J. Harley and L. Ebdon, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **7**, 23, 1992.
107. M. S. Jimenez, R. Velarte and J. R. Castillo, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **18**, 1154, 2003.
108. S. J. Huang and S. J. Jiang, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **16**, 664, 2001.
109. N. H. Bings, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **17**, 759, 2002.
110. C. Benincasa, J. Lewis, E. Perri, G. Sindona and A. Tagarelli, *Analytica Chimica Acta*, **585**, 366, 2007.
111. Α. Τσαντίλη-Κακουλίδου, Σημειώσεις στατιστικής - χημειομετρίας, πολύ- παραμετρικές στατιστικές μέθοδοι, Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών 'Παραγωγή και Έλεγχος Φαρμακευτικών Ενώσεων', Αθήνα 2004.