



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας αιθέριου ελαίου
της καλλιεργούμενης ρίγανης στην Περιοχή Μικρή Λάκκα
Σούλι.**

Κολλιού Άρτεμις

Επιβλέπων: Καριπίδης Χαράλαμπος, PhD Γεωπόνος, Καθηγητής

Άρτα, Νοέμβριος, 2020

Study of the total antioxidant capacity of the essential oil of cultivated oregano in the area of Mikri Lakka Souli.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνουμε υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν.2112/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή πτυχιακή εργασία είναι έξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μας ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν(κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για την συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Άρτεμις Κολλιού

Υπογραφή

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή κο. Χαράλαμπο Καριπίδη που συμμετείχε ενεργά με τις παρατηρήσεις και την καθοδήγησή του στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας καθώς η συμβολή του σε αυτήν υπήρξε καθοριστική και πολύτιμη, καθώς και στον καθηγητή κο. Ζήση Κωνσταντίνο για τη συνολική συνδρομή του και τα καίρια και εποικοδομητικά του σχόλια. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την αμέριστη κατανόηση, συμπαράσταση και εμπύχωση που μου παρείχαν σε όλο το διάστημα συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο τη μελέτη ενός σημαντικού αρωματικού και φαρμακευτικού φυτού, της *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (ρίγανη).

Ειδικότερα στο πρώτο μέρος της εργασίας (θεωρητικό) γίνεται αναφορά στα βασικά χαρακτηριστικά των αρωματικών φυτών και στις χρήσεις τους. Περιγράφεται η μορφολογία του *Origanum vulgare* ssp. *Hirtum* (ελληνική ρίγανη), η βιοοικολογία του, οι καλλιεργητικές του απαιτήσεις, οι χρήσεις και τα οφέλη που έχουν οι ποικίλες ενώσεις με αντιοξειδωτικές ιδιότητες, που περιέχονται στο αιθέριο έλαιό του.

Στο δεύτερο μέρος, περιγράφονται οι πειραματικές εργασίες που έγιναν στο εργαστήριο βιομηχανικών φυτών του τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, και οι οποίες αφορούν τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του αιθέριου ελαίου που προήλθε από την απόσταξη ανθέων και φύλλων φυτών του *Origanum vulgare* ssp. *Hirtum*, που καλλιεργήθηκαν κατά την χειμερινή εποχή σε στην περιοχή Μικρή Λάκκα Σουλίου.

Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είναι πλούσιο σε ουσίες που έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες και ότι αυτές περιέχονται σε πολύ μεγαλύτερη ποσότητα στα φύλλα σε σχέση με τα άνθη.

Λέξεις – Κλειδιά: Αρωματικά φυτά, ρίγανη, αντιοξειδωτικές ικανότητες

ABSTRACT

The aim of this work is the study of an important aromatic and medicinal plant, *Origanum vulgare ssp. hirtum* (oregano).

In particular, in the first part of the work (theoretical), reference is made to the basic characteristics of aromatic plants and their uses. The morphology of *Origanum vulgare ssp. Hirtum* (Greek oregano), its bio-ecology, its cultivation requirements, the uses and the benefits of the various compounds with antioxidant properties, contained in its essential oil, are described.

The second part describes the experimental work carried out in the laboratory of industrial plants of the Department of Plant Production and Agriculture of the University of Ioannina, and which concern the determination of the total antioxidant capacity of the essential oil derived from the distillation of flowers and leaves of *Origanum vulgare Hirtum* cultivated during the winter in the area of Mikri Lakka Souli.

The results showed that oregano essential oil is rich in substances that have strong antioxidant properties and that they are contained in a much larger amount in the leaves than in the flowers.

Keywords: Aromatic plants, oregano, antioxidant abilities

Πίνακας Περιεχομένων

Δήλωση μη λογοκλοπής	3
Ευχαριστίες	4
Περίληψη.....	5
ABSTRACT	6
Εισαγωγή.....	8
1 Κεφάλαιο 1^ο: Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά.....	11
1.1 Ιστορικά στοιχεία	11
1.2 Αρωματικά φυτά	12
1.2.1 Εκκριτικοί σχηματισμοί στα αρωματικά φυτά	15
1.2.2 Η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών στην Ελλάδα	16
1.3 Αιθέρια έλαια	17
1.3.1 Παραγωγή Αιθέριων Ελαίων.....	18
1.4 Χρήσεις και ιδιότητες των αρωματικών φυτών	20
1.4.1 Απλές φαρμακοτεχνικές μορφές δρογών	21
2 Κεφάλαιο 2^ο:	23
2.1 Οικογένεια <i>Lamiaceae</i>	23
3 <i>Origanum vulgare</i> L (ρίγανη η κοινή)	26
3.1 Σκοπός της εργασίας	36
4 Κεφάλαιο 3^ο: Πειραματικό μέρος.....	36
4.1 Υλικά και Μέθοδοι.....	36
4.1.1 Δείγματα – Περιοχή δειγματοληψίας.....	36
4.1.2 Φυτικό υλικό.....	36
4.2 Αιθέρια έλαια	38

4.2.1	Απόσταξη αιθέριων ελαίων.....	38
4.2.2	Ανάλυση αιθέριων ελαίων.....	Error! Bookmark not defined.
4.	Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα	44
4.1	Ολική Αντιοξειδωτική ικανότητα.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Στατιστικός Έλεγχος.....	Error! Bookmark not defined.
5.	Κεφάλαιο 5°: Συμπεράσματα-Συζήτηση	48
	Βιβλιογραφία.....	50
	Ελληνική.....	50
	Ξένη	51

Εισαγωγή

Τα ελληνικά οικοσυστήματα αποτελούνται από μια ποικιλία φυτικών ειδών, εκ των οποίων μεγάλο ποσοστό έχει αρωματικές και φαρμακευτικές ιδιότητες. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υγεία των ανθρώπων παγκοσμίως, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες. Φαρμακευτικό είναι οποιοδήποτε φυτό χρησιμοποιείται: (α) για την ανακούφιση, πρόληψη ή θεραπεία μιας ασθένειας ή τροποποίηση μιας φυσιολογικής ή παθολογικής διαδικασίας και (β) ως πηγή για την παραγωγή φαρμάκων (Rates, 2001). Συνολικά 422.000 είδη φυτών έχουν καταγραφεί παγκοσμίως, εκ των οποίων το 12,5% έχει αναφερθεί ότι έχει θεραπευτικές ιδιότητες, ενώ το 25% των φαρμάκων στη σύγχρονη φαρμακευτική βιομηχανία έχουν ως πρώτη ύλη φυτικά είδη (Schippmann et al., 2002; Solomou, 2019). Ένα φυτό θεωρείται αρωματικό όταν περιέχει αιθέρια έλαια (μίγματα διάφορων οργανικών ενώσεων) που εκπέμπουν χαρακτηριστική οσμή όταν απελευθερώνεται. Οι αρωματικές και φαρμακευτικές ιδιότητες συνήθως συναντώνται σε ένα είδος (Koutsos, 2006).

Τα αιθέρια έλαια είναι πτητικές, φυσικές ενώσεις με έντονη οσμή και παράγονται από αρωματικά φυτά ως δευτερεύοντες μεταβολίτες. Από το Μεσαίωνα, τα αιθέρια έλαια έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για βακτηριοκτόνες, ιοκτόνες, μυκητοκτόνες, αντιπαρασιτικές, εντομοκτόνες, φαρμακευτικές και καλλυντικές εφαρμογές, ενώ στις μέρες μας βρίσκουν εφαρμογή σε φαρμακευτικές, υγειονομικές, καλλυντικές, γεωργικές και βιομηχανίες τροφίμων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται στο βάλσαμο, στη συντήρηση τροφίμων και ως αντιμικροβιακά, αναλγητικά,

ηρεμιστικά, αντιφλεγμονώδη, σπασμολυτικά και τοπικά αναισθητικά φάρμακα. Λόγω του τρόπου εκχύλισης, κυρίως με απόσταξη (ατμός ή υδρο-απόσταξη) από αρωματικά φυτά, περιέχουν μια ποικιλία πτητικών μορίων όπως τερπένια και τερπενοειδή, αρωματικά συστατικά που προέρχονται από φαινόλη και αλειφατικά συστατικά. Οι φυσικοχημικές δοκιμές *in vitro* χαρακτηρίζουν τα περισσότερα από αυτά ως αντιοξειδωτικά (Bakkali et al., 2008).

Οι φαινολικές ενώσεις είναι αρωματικές υδροξυλιωμένες ενώσεις που απαντώνται συνήθως σε λαχανικά, φρούτα και πολλές πηγές τροφίμων που αποτελούν σημαντικό μέρος της διατροφής μας, και μερικές από τις οποίες είναι από τις πιο ισχυρές και θεραπευτικά χρήσιμες βιοδραστικές ουσίες. Οι φυσικές φαινολικές ενώσεις συσσωρεύονται ως τελικά προϊόντα από τις οδούς του σικιμικού και οξικού οξέος και μπορούν να κυμαίνονται από σχετικά απλά μόρια (φαινολικά οξέα, φαινυλοπροπανοειδή, флаβονοειδή) έως υψηλά πολυμερισμένες ενώσεις (λιγνίνες, μελανίνες, τανίνες), με τα флаβονοειδή να αντιπροσωπεύουν την πιο κοινή υποομάδα (Bravo, 1998). Στη διατροφή μας, μπορεί να παρέχουν οφέλη για την υγεία που σχετίζονται με τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων παθήσεων (Nijveldt et al., 2001). Ως αντιοξειδωτικά δρουν με δύο μηχανισμούς. Κυρίως ανακόπτουν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις της οξειδωσης δίνοντας άτομα υδρογόνου στις υπεροξυρίζες, όπως όλα τα φαινολικά αντιοξειδωτικά. Επίσης σχηματίζουν σύμπλοκα με μεταλλικά ιόντα, όπως τα ιόντα σιδήρου και χαλκού, που εμφανίζουν προ-οξειδωτική δράση. Όσον αφορά την δράση τους έναντι του καρκίνου, τα флаβονοειδή εμφανίζουν ποικίλους μηχανισμούς δράσης που περιλαμβάνουν επιδράσεις σε κυτταρικά μηνύματα και την κυτταρική ανάπτυξη, αναστολή της δράσης ενζύμων του κυτταρικού πολλαπλασιασμού και επαγωγή της διαδικασίας της απόπτωσης. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φαινολικών ενώσεων διαδραματίζουν επίσης ζωτικό ρόλο στη σταθερότητα των τροφίμων, καθώς και στους αντιοξειδωτικούς αμυντικούς μηχανισμούς των βιολογικών συστημάτων (Macheix και Fleuriert, 1998).

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά έχουν ιδιότητες που εκτιμώνται ιδιαίτερα στις φαρμακευτικές βιομηχανίες, τα καλλυντικά, τα αρώματα, τα τρόφιμα και τις αρωματικές βιομηχανίες και πολλά καλλιεργούνται ευρέως, όπως τα *Lavandula spp.* (λεβάντα), *Origanum vulgare L. subsp. hirtum (Link) Iestw.* (Ελληνική ρίγανη), *Rosmarinus officinalis L.* (δεντρολίβανο), *Origanum majorana L.* (marjoram), *Matricaria chamomilla L.* (χαμομήλι), *Salvia spp.* (σαλβία), και *Melissa officinalis L.* (βάλσαμο λεμονιού). Ταυτόχρονα, τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά

διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στη διατήρηση του φυσικού πλούτου και της βιοποικιλότητας. Επιπλέον, οι πολλαπλές χρήσεις και η ποικιλομορφία των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών προσφέρουν νέες περιβαλλοντικά και οικονομικά βιώσιμες ευκαιρίες για τις γεωργικές περιοχές, και εξασφαλίζουν το κίνητρο για την ενίσχυση της καλλιέργειας αυτών των φυτών (Solomou, 2016). Σήμερα, οι βελτιωμένες τεχνολογίες επιτρέπουν την εξαγωγή καθαρών ουσιών από φυτά, η οποία είναι γνωστή ως καθαρή ιατρική (Anonymous, 2015).

Ωστόσο, μέχρι σήμερα, η παραγωγή φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην άγρια συλλογή (Lange 1998, Kupke et al. 2000), όπως στην Αλβανία (Lange 1998), στην Ουγγαρία (Bernáth και Németh 2000), στη Σλοβακία (Kupke et. al. 2000), και Τουρκία (Özhatay 1997). Μόνο στην Ευρώπη, η συντριπτική πλειοψηφία (>1300 διαφορετικά φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά) που χρησιμοποιούνται, εξακολουθούν να συλλέγονται από το φυσικό περιβάλλον, ενώ μόνο το 3 έως 6% προέρχεται αποκλειστικά από καλλιέργεια.

Η λεκάνη της Μεσογείου θεωρείται «παγκόσμιο κέντρο βιοποικιλότητας» (Beltran et al., 2014). Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας σε συνδυασμό με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων έχει ορίσει την Ελλάδα ως περιοχή μεγάλης σημασίας όσον αφορά τα αρωματικά και φαρμακευτικά είδη φυτών που παρέχουν θεραπευτικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη (*Sideritis spp.*, *Origanum sp.*) (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2015). Η ελληνική χλωρίδα περιέχει περίπου 5700 εγγενή είδη φυτών, εκ των οποίων το 13,2% είναι ελληνικά ενδημικά είδη. Αυτό το ποσοστό είναι το μεγαλύτερο στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), λαμβάνοντας υπόψη το μικρό μέγεθος της Ελλάδας (Phitos et al., 2009). Είδη που καλλιεργούνται ευρέως, είναι τα: *Lavandula spp.* (λεβάντα), *Origanum vulgare L.* (ελληνική ρίγανη), *Rosmarinus officinalis L.* (δεντρολίβανο), *Origanum majorana L.* (μαντζουράνα), *Matricaria chamomilla L.* (χαμομήλι), *Salvia spp.* (μέντα), και *Melissa officinalis L.* (βάλσαμο λεμονιού). Τα κυριότερα αρωματικά φυτά ανήκουν στις οικογένειες *Labiatae* ή *Lamiaceae* (Χειλανθή), *Umbelliferae* (Σκιαδιοφόρα), *Lauraceae* (Δαφνοειδή), *Myrtaceae* (Μυρτώδη), *Compositae* (Σύνθετα) (Karousou et al., 2007).

Στις μέρες μας, η ζήτηση για αυτά τα φυτά και τα παράγωγά τους έχει αυξηθεί επειδή είναι φυσικά, φιλικά προς το περιβάλλον και γενικά αναγνωρίζονται ως ασφαλή προϊόντα με υψηλή οικονομική αξία. Επιπλέον, η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών απέκτησε ιδιαίτερο ενδιαφέρον πιθανότατα εξαιτίας τόσο λόγω της αυξημένης ζήτησης

ποιοτικών τροφίμων όσο και λόγω των αλλαγών στην Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ). Ως εκ τούτου, αποτελούν ένα σημαντικό προϊόν για εκτεταμένη καλλιέργεια στην Ελλάδα στο εγγύς μέλλον. Επομένως, αυτό τονίζει την ανάγκη εκτεταμένης μελέτης για την αναφορά των πρόσθετων πληροφοριών σχετικά με την αρωματική και φαρμακευτική σημασία του *Origanum vulgare* ssp. *Hirtum*.

1 Κεφάλαιο 1^ο: Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά

1.1 Ιστορικά στοιχεία

Η χρήση φαρμακευτικών βοτάνων στη θεραπευτική προέρχεται από τα βάθη των αιώνων. Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Κινέζοι επιδόθηκαν στις θεραπευτικές ιδιότητες των φαρμακευτικών φυτών και μετέφεραν τις πολύτιμες γνώσεις τους στις μελλοντικές γενιές. Οι πρώτες καταγεγραμμένες οδηγίες για τη χρήση των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών βρέθηκαν στην αρχαία Αίγυπτο σε πάπυρο που χρονολογείται από το 2000 π.Χ. (Castiglioni and Knopf, 1947). Ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.) που είναι γνωστός ως «πατέρας της ιατρικής» αναφέρει περισσότερα από 400 είδη φυτών, τα περισσότερα από τα οποία κατηγοριοποιούνται ως φαρμακευτικά και αρωματικά. Στη συνέχεια ακολούθησε ο Θεόφραστος, ο οποίος θεωρήθηκε επίσης ο πατέρας της βοτανικής (Gurib-Fakim, 2006) και ο Διοσκουρίδης (Vokou et al., 1993; Touwaide, 2005).

Ο Θεόφραστος (347 π.Χ.) περιέγραψε διάφορα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά, ενώ ο Διοσκουρίδης αναφέρει περίπου 600. Οι Ρωμαίοι με τη σειρά τους υιοθέτησαν τις ελληνικές θεωρίες, ειδικά με το Γαληνό και τον Πλίνιο. Στην Π. Διαθήκη αναφέρεται ότι, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά συγκαταλέγονταν ανάμεσα σε προϊόντα μεγάλης αξίας, όπως ο χρυσός και οι πολύτιμοι λίθοι. Οι μεγάλες αυτοκρατορίες ελέγχουν την παραγωγή και το εμπόριο των φαρμακευτικών φυτών για αιώνες, ενώ στον Μεσαίωνα η καλλιέργειά τους σε μονές και μοναστήρια διευκόλυνε την ανάπτυξη γνώσεων σχετικά με τις θεραπευτικές τους ιδιότητες. Τα αρωματικά φυτά ήταν ένας από τους λόγους για τους οποίους ξεκίνησε η εξερεύνηση του κόσμου το 15ο και 16ο αιώνα. Από το 19ο αιώνα αρχίζει η καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη στις βιομηχανίες αρωμάτων και καλλυντικών, καθώς και στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών. Η χρήση τους, στη συνέχεια, περιορίστηκε λόγω της

παρασκευής συνθετικών χημικών υλικών, που είχαν τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν τα αιθέρια έλαια που παράγονταν από αυτά τα φυτά και στα οποία όφειλαν τις ιδιότητές τους.

Στην Ελλάδα, για αιώνες, μεγάλο μέρος των εγγενών προβλημάτων υγείας του πληθυσμού αντιμετωπίστηκαν από εμπειρικούς γιατρούς, όπως οι διάσημοι «Βικουιάτρου» της περιοχής του Ζαγορίου στην Ήπειρο (17ος-19ος αιώνας), οι οποίοι συνέλεξαν και χρησιμοποίησαν φαρμακευτικά φυτά από τη χαράδρα του Βίκου (Malamas, Marselos, 1992). Σε περιπτώσεις όπου η σύγχρονη φαρμακευτική χημεία δεν είναι σε θέση να σχεδιάσει συνθετικά μόρια φαρμάκων για τη θεραπεία ανθεκτικών ή σοβαρών ασθενειών, οι επιστήμονες αναζητούν απαντήσεις και λύσεις στα βότανα, ενώ τα εκχυλίσματά τους μελετώνται διεξοδικά και οι ιδιότητές τους αναθεωρούνται σε μια προσπάθεια συμπλήρωσης ή αντικατάστασης των υπάρχουσών συνθετικών χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων (Solomou, et al., 2019). Έτσι η παγκόσμια βιομηχανία τροφίμων και ποτών, καλλυντικών και φαρμάκων επιστρέφει ξανά στη φύση, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο ουσίες φυτικής προέλευσης για την παρασκευή των προϊόντων της.

Σήμερα, αν και η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών αυξάνεται συνεχώς στη Δύση, η Ασία παραμένει ακόμα η κυρίαρχη παραγωγός. Οι ΗΠΑ είναι πλέον ο κύριος αγοραστής και ακολουθούν η Γερμανία, η Ιαπωνία και η Γαλλία, ενώ τα μεγαλύτερα κέντρα εμπορίου είναι το Αμβούργο, η Νέα Υόρκη και το Τόκιο.

1.2 Αρωματικά φυτά

Αρωματικά είναι τα φυτά που χρησιμοποιούνται είτε αυτούσια, είτε μέσω των αιθέριων ελαίων και εκχυλισμάτων τους και, σύμφωνα με τις ιδιότητές τους, στην ιατρική, στα τρόφιμα στην κοσμετολογία, στα ποτά και στα προϊόντα υγιεινής διατροφής. Περιέχουν σε ορισμένα όργανα του φυτού ειδικές πτητικές χημικές ουσίες (αιθέρια έλαια), με αποτέλεσμα να αναδίδουν στο περιβάλλον τους κάποιο ειδικό άρωμα, χαρακτηριστικό για κάθε είδος ή και για κάθε ποικιλία ενός φυτού.

Στη φύση, συναντώνται 350.000 διαφορετικά είδη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών που κατατάσσονται σε τουλάχιστον 50 οικογένειες με πιο συνήθεις οικογένειες *Apiaceae* (*Umpelliferae*, Σκιαδανθή), *Asteraceae* (*Compositae*, Σύνθετα), *Lamiaceae* (*Labiatae*, Χειλανθή), *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Pinaceae* και *Rutaceae* κάθε μια από τις

οποίες περιλαμβάνει 50.000-70.000 είδη (Grassmann, Elstner, 2003; Canter et al., 2005; Taylor, David, 2008). Ανάμεσά τους εκτιμάται ότι υπάρχουν 18.000 είδη αρωματικών φυτών και 60.000 είδη φαρμακευτικών φυτών.

Τα χειλανθή, (*Lamiaceae* ή *Labiatae*) είναι ιδιαίτερα γνωστά στη Μεσόγειο. Σ' αυτά ανήκουν το δεντρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*), το θυμάρι (*Thymus vulgaris*), η ρίγανη (*Origanum vulgare*), η μαντζουράνα (*O. majorana*), το δίκταμο της Κρήτης (*Origanum dictamnus*), η λεβάντα (*Lavandula sp.*), ο βασιλικός (*Ocimum basilicum*) η φασκομηλιά (*Salvia officinalis*), ο δυόσμος (*Mentha longifolia*, *Mentha spicata*, *Mentha X villosa -nervana*, *M. longifolia X M. Spicata*). Τα αιθέρια έλαια σ' αυτά τα φυτά περιέχονται στις αδενικές τρίχες, στα φύλλα, τα βράκτεια φύλλα της ταξιανθίας και πολύ λιγότερο στους βλαστούς.

Στα σκιαδοφόρα (*Apiaceae* ή *Umbelliferae*), ανήκουν ο μαϊντανός (*Petroselinum crispum*), ο ανθρίσκος (*Anthriscus cerefolium*), ο άνηθος (*Anethum graveolens*), το κόλιανδρο (*Coriandrum sativum*), το φοινόκιο ή μάραθο (*Foeniculum vulgare*), το κύμινο (*Cuminum cyminum*), το γλυκάνισο (*Pimpinella anisum*), το σέλινο (*Apium graveolens*), το κάρυ (*Carum carvi*). Το αιθέριο έλαιο σ' αυτά τα φυτά περιέχεται σε ελαιοφόρους αγωγούς στο βλαστό και το μίσχο των φύλλων αλλά και στους σπόρους.

Η οικογένεια *Pinaceae* σε αφθονία καλύπτει όλα τα βουνά της Πατρίδας μας με αρκετούς αντιπροσώπους όπως το πεύκο (*Pinus silvestris*), το έλατο (*Abies pectinata*), το κυπαρίσσι (*Cypressus sempervirens*).

Άλλα αρωματικά φυτά από τη Μεσόγειο είναι η αψιθιά, (*Artemisia absinthium*), η δάφνη (*Laurus nobilis*), το απήγανο (*Ruta graveolens*), οικογένεια *Rutaceae*, το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla L.*) και ο αχιλλέας (*Achillea millefolium*), οικογένεια *Compositae*, το γεράνι (*Geranium robertianum*), οικογένεια *Geraniaceae*.

Στον Πίνακα 1α, β παριστάνονται τα στοιχεία συγκομιδής των αρωματικών φυτών (Πάνου, 2009).

Πίνακας 1α: Στοιχεία συγκομιδής αρωματικών φυτών

Φυτό	Στάδιο ανάπτυξης	Συγκομιζόμενο τμήμα	Δρόγη	Χρόνος συγκομιδής	Μέσο συγκομιδής	Ύψος κοπής (cm)	Αναβλαστική επιφάνεια
Απήγανο	Ανθοφορία	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Καλοκαίρι	Κλαδευτήρι	15	Βλαστοί
Αρτεμισία	Ανθοφορία	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Καλοκαίρι	Κλαδευτήρι	15	Βλαστοί
Αχιλλέας	Ανθοφορία	Ανθοφόρα στελέχη	Ταξιανθία	Καλοκαίρι	Θεριστικό μηχάνημα	7	–
Βασιλικός	Έναρξη ανθοφορίας	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία*	Μάιος-Οκτώβριος	Θεριστικό μηχάνημα	7 έως 10	Βλαστοί
Γλυκάνισος	Σποροποίηση	Υπέργειο	Σπόρος	Αύγουστος	Θεριστικό μηχάνημα	15	–
Δάφνη	Βλαστικό	Ετήσιοι βλαστοί	Φύλλα, σπόρος	Σεπτέμβριος	Κλαδευτήρι	80	Βλαστοί
Δεντρολίβανο	Βλαστικό	Ετήσιοι βλαστοί	Φύλλα	Σεπτέμβριος	Κλαδευτήρι	80	Βλαστοί
Δίκταμος	Ανθοφορία	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Καλοκαίρι	Θεριστικό μηχάνημα	5 έως 7	Βλαστοί, ρίζωμα
Δυόσμος	Έναρξη ανθοφορίας	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Ιούνιος, Σεπτέμβριος	Θεριστικό μηχάνημα	5 έως 7	Βλαστοί, ρίζωμα
Θυμάρι	Ανθοφορία	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Καλοκαίρι	Κλαδευτήρι	10	Βλαστοί
Λεβάντα	Ανθοφορία	Ταξιανθίες	Ταξιανθίες	Καλοκαίρι	Θεριστικό μηχάνημα	50	–

Πίνακας 1β: Στοιχεία συγκομιδής αρωματικών φυτών

Φυτό	Στάδιο ανάπτυξης	Συγκομιζόμενο τμήμα	Δρόγη	Χρόνος συγκομιδής	Μέσο συγκομιδής	Ύψος κοπής (cm)	Αναβλαστική επιφάνεια
Μάραθο	Βλαστική ανάπτυξη, σποροποίηση	Υπέργειο	Φύλλα, σπόρος	Μάιος, Αύγουστος	Θεριστικό μηχάνημα	30	Βλαστοί
Μελισσόχορτο	Βλαστική ανάπτυξη	Υπέργειο	Φύλλα	Μάιος	Θεριστικό μηχάνημα	10	Βλαστοί, ρίζωμα
Μέντα	Εναρξη ανθοφορίας	Υπέργειο	Φύλλα	Ιούνιος, Σεπτέμβριος	Θεριστικό μηχάνημα	5 έως 7	Βλαστοί, ρίζωμα
Ρίγανη	Ανθοφορία	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Καλοκαίρι	Θεριστικό μηχάνημα	5 έως 7	Βλαστοί*, ρίζωμα
<i>Salvia sclarea</i>	Ανθοφορία	Υπέργειο	Ταξιανθία	Ιούνιος έως Σεπτέμβριος	Θεριστικό μηχάνημα	15	Βλαστοί
Σατουρέγια	Ανθοφορία	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Καλοκαίρι	Θεριστικό μηχάνημα	5 έως 7	Βλαστοί, ρίζωμα
Τριανταφυλλιά	Ανθοφορία	Ετήσιοι βλαστοί	Άνθος	Ιούνιος έως Σεπτέμβριος	Κλαδευτήρι	–	–
Υσωπος	Ανθοφορία	Υπέργειο	Φύλλα, ταξιανθία	Καλοκαίρι	Θεριστικό μηχάνημα	5 έως 7	Βλαστοί, ρίζωμα
<i>Salvia officinallis</i>	Βλαστικό	Υπέργειο	Φύλλα	Σεπτέμβριος	Κλαδευτήρι	50	Βλαστοί
<i>Salvia triloba</i>	Βλαστικό	Ετήσιοι βλαστοί	Φύλλα	Σεπτέμβριος	Κλαδευτήρι	50	Βλαστοί
<i>Salvia pomifera</i>	Βλαστικό	Ετήσιοι βλαστοί	Φύλλα	Σεπτέμβριος	Κλαδευτήρι	30	Βλαστοί
Χαμομήλι	Ανθοφορία	Υπέργειο	Ταξιανθία	Μάιος	Θεριστικό μηχάνημα	7	–

1.2.1 Εκκριτικοί σχηματισμοί στα αρωματικά φυτά

Στα αρωματικά φυτά τα αιθέρια έλαια είναι εκείνα που προσδίδουν στο φυτό τις φαρμακευτικές ιδιότητες. Εμπεριέχονται σε ειδικούς εκκριτικούς σχηματισμούς (Μποζαμπαλίδης 2008) που είναι οι ελαιοφόρες (αδενικές) τρίχες, οι ελαιοφόροι αγωγοί, οι ελαιοφόρες κοιλότητες και τα ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα.

Οι αδενικές τρίχες απαντώνται στα φύλλα των φυτών, τα άνθη, τον βλαστό. Αποτελούνται από τα περιβασικά κύτταρα, το μίσχο, την κεφαλή και τον υποεφυμενιδικό χώρο όπου αποθηκεύεται το αιθέριο έλαιο. Η βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου (Bick and Lange 2003) λαμβάνει χώρα στο θεμελιώδες πλάσμα, στα πλαστίδια και σε σωληνοειδή στοιχεία του ενδοπλασματικού δικτύου που συντήκονται με το πλασμαλήμμα. Η πυκνότητά τους στην πάνω και κάτω επιφάνεια του φύλλου δεν είναι ίδια, σε μερικά είδη όπως θυμάρι, δενδρολίβανο, φασκόμηλο, είναι περισσότερες στην κάτω επιφάνεια ενώ σε άλλα στην πάνω επιφάνεια όπως στη μέντα και στη ρίγανη. Η κατανομή τους στην επιφάνεια του φύλλου είναι δυνατόν να είναι ομοιόμορφη (ρίγανη ή ανομοιόμορφη βασιλικός). Φυτά με αδενικές τρίχες είναι μέλη της οικογένειας χειλανθών (*Lamiaceae*) όπως η ρίγανη (*Origanum sp.*), το φασκόμηλο (*Salvia sp.*), ο δυόσμος (*Mentha sp.*), το δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*).

Οι ελαιοφόροι αγωγοί σχηματίζονται στους εσωτερικούς ιστούς του φυτού. Είναι σωληνοειδείς σχηματισμοί οι οποίοι ξεκινούν από τον πρωτογενή φλοιό της ρίζας και διανύουν κατά μήκος το φυτό (βλαστούς, μίσχους φύλλων, ανθέων και καρπών). Η εσωτερική κοιλότητα των ελαιοφόρων αγωγών επενδύεται μ' ένα αδενικό επιθήλιο, όπου γίνεται η βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου και το οποίο στη συνέχεια απεκκρίνεται στην κοιλότητα. Φυτά που έχουν ελαιοφόρους αγωγούς είναι κυρίως τα μέλη της οικογένειας των Σκιαδανθών όπως το σέλινο (*Apium graveolens*), ο μαϊντανός (*Petroselinum sativum*), το άνηθο (*Anithum graveolens*), το μάραθο (*Foeniculum vulgare*).

Οι ελαιοφόρες κοιλότητες βρίσκονται στο εξωτερικό μέρος του εξωκαρπίου των εσπεριδοειδών (αλλά και σε άλλα φυτά), έχουν σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές και περιβάλλονται από στιβάδες εκκριτικών κυττάρων. Το αιθέριο έλαιο σχηματίζεται στους λευκοπλάστες των εκκριτικών κυττάρων απ' όπου με το ενδοπλασματικό δίκτυο μεταφέρεται στην περιφέρεια. Εκεί με σύντηξη των μεμβρανών του ενδοπλασματικού δικτύου με το πλασμαλήμμα το αιθέριο έλαιο περιέρχεται στο κυτταρικό τοίχωμα και δια μέσου των τριχοειδών πόρων των μικροϊνιδίων του αποπλάστη καταλήγει στην εσωτερική κοιλότητα. Πολύ γνωστά φυτά που διαθέτουν ελαιοφόρες κοιλότητες είναι τα εσπεριδοειδή.

Τα ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα είναι διάσπαρτα στο δρυφακτοειδές και στο σπογγώδες παρέγχυμα των οργάνων πολλών φυτών, ξεχωρίζουν όμως από τα γειτονικά τους από το μέγεθος και την ενδοκυτταρική δομή. Το αιθέριο έλαιο συγκεντρώνεται σε μια κεντρική χυμοτοπιακή κατασκευή. Φυτά που έχουν ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα είναι μέλη των οικογενειών *Lauraceae* (δάφνη, *Laurus mobilis*), *Magnoliaceae*, *Myristicaceae*, *Aristolochiaceae*, *Araceae*. Το αιθέριο έλαιο παράγεται μέσα σε μια μεγάλη εκκριματοφόρο κύστη που δεσπόζει στο ιδιόβλαστο κύτταρο. Ο σχηματισμός της προκύπτει από την συνένωση πολυάριθμων κυστιδίων Golgi με στοιχεία του ενδοπλασματικού δικτύου.

1.2.2 Η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών στην Ελλάδα

Παρά το μεγάλο αριθμό των αρωματικών φυτών και το ευρύ φάσμα των εδαφοκλιματικών συνθηκών, που ευνοούν την ανάπτυξη αυτών των φυτών, η παραγωγή και η εμπορική εκμετάλλευσή τους σε όλη την Ελλάδα βρίσκεται ακόμη σε χαμηλά επίπεδα. Από το σύνολο των 39.000.000 στρεμμάτων καλλιεργήσιμης έκτασης της Ελλάδας, το 44% αυτής είναι ορεινές και μειονεκτικές περιοχές, από τις οποίες

μόνο το 0,1 % αυτών καλλιεργούνται με αρωματικά φυτά. Είναι λοιπόν προβληματική, η αύξηση του αγροτικού εισοδήματος στις μειονεκτικές ορεινές περιοχές, αλλά και η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της αγροτικής οικονομίας (Γιάννενας, 2004).

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι παραγωγοί αρωματικών φυτών είναι:

1. Η διάθεση υψηλής ποιότητας προϊόντων. Αυτό αντιμετωπίστηκε με τη δημιουργία κάποιων αξιόλογων μονάδων μεταποίησης των φαρμακευτικών φυτών σε ποικίλα σκευάσματα, αντιβιοτικά (οριγανέλαιο), αντιβακτηριακά, αντιμυκητιακά, πρόσθετα τροφίμων και ζωοτροφών, είδη υγιεινής περιποίησης, καλλυντικά. Οι μονάδες επεξεργασίας αρωματικών φυτών (μονάδες συσκευασίας και τυποποίησης), κυρίως για την οικογένεια *Labiatae*, είναι λίγες (Τσιγαρίδα 2006, Δόρδας 2012).
2. Η τροφοδοσία μεγάλων ποσοτήτων και κατάλληλης ποιότητας (κατάλληλος χημειότυπος), πρώτης ύλης σε βιομηχανίες ώστε να μη χρειάζονται εισαγωγές από άλλα κράτη για να στηρίξουν την παραγωγή και να ανταποκριθούν στις εξαγωγές που έχουν κλείσει ή και να παράγουν την πρώτη ύλη με ευθύνη τους σε άλλες χώρες. Επιπλέον, το γεγονός ότι πολλές μονάδες εισάγουν την πρώτη τους ύλη από το εξωτερικό, μπορεί να μειώνει το κόστος παραγωγής, αλλά πιθανότατα υποβαθμίζει την ποιότητα (Κουτσός 2006, Δόρδας 2012).
3. Έλλιπής ενημέρωση των αγροτών για την καλλιέργεια των αρωματικών - φαρμακευτικών φυτών ώστε να ενισχυθεί και η βιομηχανία (Πάνου 2009).
4. Έλλειψη επαρκών γνώσεων και εμπειρίας σχετικά με τεχνικά ζητήματα του τρόπου καλλιέργειας και προώθησής τους στη διεθνή αγορά (Δόρδας 2012). (Κουκ 2003).
5. Έλλειψη πιστοποιημένου σπόρου και πολλαπλασιαστικού υλικού (Δόρδας 2012).

1.3 Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται σ' όλα τα γνωστά «αρωματικά φυτά», που είναι περισσότερα από 2.000, στα φυτικά όργανα (ρίζα, βλαστός, φύλλα) καθώς και στους οφθαλμούς, στα άνθη και στους καρπούς. Συχνά τα προϊόντα αυτά παράγονται κατά ομάδες στα αδενικά κύτταρα ή τις αδενικές τρίχες των ανθέων, των φύλλων και των βλαστών, ενώ άλλες φορές εκρέουν σε ειδικούς αγωγούς των φύλλων και των βλαστών.

1.3.1 Παραγωγή Αιθέριων Ελαίων

Το χαρακτηριστικό άρωμα του κάθε αιθέριου ελαίου είναι η συνισταμένη όλων των συστατικών του, ενώ η παρουσία ενός συστατικού σε αναλογία 1% ή και μικρότερη, έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του αρώματος. Η ποιοτική και η ποσοτική σύστασή τους, που λαμβάνεται από τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά καθορίζει τη θεραπευτική ή τοξική χρήση των αιθέριων ελαίων.

Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων εάν αναφέρεται στα παρακάτω:

1. Προστασία από έντομα εχθρούς του φυτού.
2. Προστασία από υψηλή θερμοκρασία.
3. Προσέλκυση διαφόρων εντόμων για τη γονιμοποίηση.
4. Προσδίδουν στα φυτά ανθεκτικότητα στην ξηρασία.

Ο τρόπος που θα εφαρμοστεί για να εξαχθεί το αιθέριο έλαιο από την δρόγη θα πρέπει να εξασφαλίζει την καθολική παραλαβή του και τη μη αλλοίωση των συστατικών του. Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους: α) απόσταξη, β) εκχύλιση και γ)μηχανική παραλαβή. Για την εκλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες:

1. Το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού.
2. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.
3. Η αξία του αιθέριου ελαίου.
4. Η χημική σύσταση του εμπεριεχομένου αιθέριου ελαίου.
5. Άλλοι παράγοντες, κυρίως οικονομικής φύσεως.

Για τον κατάλληλο χειρισμό των αιθέριων ελαίων θα πρέπει να είναι γνωστές οι φυσικές τους ιδιότητες, που είναι:

1. Στη συνήθη θερμοκρασία είναι σε υγρή μορφή, εύφλεκτα, πτητικά.
2. Είναι συνήθως άχρωμα ή ελαφρώς κίτρινα ή γαλακτόχρωα, διαφανή υγρά με εξαίρεση μερικά που είναι έντονα χρωματισμένα, όπως του χαμομηλιού που είναι μπλε λόγω του αζουλένιου που περιέχει.
3. Έχουν χαρακτηριστική οσμή και καυστική γεύση.
4. Η πυκνότητά τους κυμαίνεται από 0,75-1,82 μg/ml αλλά τα περισσότερα είναι ελαφρότερα του νερού και μόνο ελάχιστα είναι βαρύτερα, όπως το αιθέριο έλαιο της κανέλλας και του γαρύφαλλου.
5. Είναι πολύ λίγο διαλυτά στο νερό και του δίνουν την χαρακτηριστική οσμή και γεύση. Σε μερικές περιπτώσεις το νερό, ως υποπροϊόν της απόσταξης χρησιμοποιείται εμπορικά (ροδόνερο, μεθυστοκούλουρα).

6. Στην απόλυτη αλκοόλη διαλύονται τελείως ενώ σε αλκοόλη με διαφορετικούς βαθμούς σε ορισμένες ποσότητες. Πολύ καλά διαλύονται στον αιθέρα, χλωροφόρμιο, πετρελαϊκό αιθέρα, διθειάνθρακα και λιπαρά έλαια.
7. Είναι οπτικά ενεργά.
8. Έχουν υψηλό δείκτη διάθλασης.
9. Έχουν αντίδραση όξινη ή ουδέτερη.
10. Με ψύξη στερεοποιούνται κάποια από τα συστατικά τους και αποτελεί μια συνήθη μέθοδο απομόνωσής τους.

Η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου ποικίλει στα διάφορα φυτά από 0,001% (στα ροδοπέταλα) μέχρι 16% σε υβρίδια ρίγανης. Είναι δυνατόν στα διάφορα βοτανικά τμήματα του φυτού να περιέχεται διαφορετικής σύστασης αιθέριο έλαιο.

Οι εργασίες που ακολουθούν την συλλογή των αρωματικών φυτών είναι:

I. Διαλογή: Είναι η απομάκρυνση των στοιχείων εκείνων που δεν περιέχουν αιθέρια έλαια σε αξιόλογες ποσότητες όπως οι ξεροί βλαστοί στη ρίγανη, αλλά και τυχόν αδρανών ξένων υλών (χρώματα, πέτρες). Ανάλογα με την περίπτωση χρησιμοποιούνται και τα κατάλληλα μηχανήματα, όπου είναι δυνατόν.

Η διαλογή της δρόγης από τα υπόλοιπα μέρη του φυτικού υλικού δυνατόν να γίνει στο χλωρό υλικό ή μετά την αποξήρανσή του. Εξαρτάται από το οικονομικό κόστος. Η παρουσία του βλαστού επιμηκύνει τη διάρκεια ξήρανσης όσον αφορά την ποσότητα του νερού, που περιέχει. Όμως η παρουσία του διευκολύνει τη διάταξη της δρόγης στο χώρο με αποτέλεσμα να αερίζεται καλύτερα. Στη δάφνη αν η αποφύλλωση γίνει πριν την ξήρανση, τα φύλλα έχουν μεγάλο έλασμα και αλληλεπικάθονται στη στρώση με αποτέλεσμα να εγκλωβίζονται οι ατμοί μεταξύ των και απαιτείται συνεχής ανάδευση. Αν η ξήρανση γίνει στα κλαδιά με φύλλα, κατά την ξήρανση αναδιπλώνονται (κατσαρώνουν) και κατά τη συσκευασία επέρχεται θρυματισμός με αποτέλεσμα την απώλεια του αιθέριου ελαίου (ιδιόβλαστα κύτταρα στο μεσόφυλλο) αλλά και τη μείωση της αξίας του προϊόντος.

II. Ξήρανση αρωματικών φυτών: Το φυτικό υλικό που συγκομίσθηκε είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, φρέσκο, όπως είναι τα μυρωδικά στην κουζίνα, ή με απόσταξη μετά από προμάρανση στο χωράφι μικρής χρονικής διάρκειας (μέντα), ή να αποξηραθούν.

Αποξήρανση είναι η αφυδάτωση του φυτικού υλικού για ευκολία συντήρησης. Πραγματοποιείται, είτε σε φυσικές συνθήκες είτε σε ξηραντήρια. Το φυτικό υλικό, που

συγκομίζεται, εμπεριέχει από 10% (σπόροι) μέχρι 75% νερό ενώ για ασφαλή αποθήκευση πρέπει να έχει 10-12%.

Η ευκολία αποξήρανσης παραλλάσει πολύ με τα είδη. Κυρίως εξαρτάται από την φύση αλλά κυρίως από τη δομή του υλικού, κυρίως. Για παράδειγμα, ο απήγανος ξεραίνεται πολύ δύσκολα και για φυσική ξήρανση ίσως απαιτείται και ένας μήνας για να κατέλθει η περιεχόμενη στο φυτικό υλικό υγρασία στο επιθυμητό όριο. Αν αναλογισθεί κανείς ότι αυτοφύεται σε πολύ ξηροθερμικά περιβάλλοντα, ακόμα και μέσα σε πέτρες, θα πρέπει να διαθέτει ειδικούς μηχανισμούς συγκράτησης νερού για να επιβιώσει. Επιπλέον σε φυτά ρίγανης παρατηρήθηκε αύξηση του εμπεριεχομένου νερού στο φυτό με την αύξηση του χαλκού του εδάφους κατά 133%.

1.4 Χρήσεις και ιδιότητες των αρωματικών φυτών

Τα αιθέρια έλαια όπως και οι φαρμακοτεχνικές μορφές των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών διαθέτουν μια πλειάδα ωφέλιμων ιδιοτήτων, μερικές εκ των οποίων είναι οι παρακάτω:

1. Αντιβακτηριακή δράση. Τα αρωματικά φυτά δρουν ως ευρέως φάσματος μικροβιοκτόνα έναντι ενός πλήθους μικροοργανισμών (*Pasteurella multocida*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*).
2. Αντιμυκητιακή δράση. Τα αιθέρια έλαια, κυρίως της ρίγανης και του θυμαριού, αναστέλλουν τη βλαπτική δράση διαφόρων μυκήτων και μυκοτοξινών (*Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*).
3. Αντιπαρασιτική δράση. Τα κύρια συστατικά της ρίγανης και του θυμαριού, η θυμόλη και καρβακρόλη, δρουν ως κοκκιδιοστατικά έναντι ποικίλων πρωτόζωων και έχουν θετική επίδραση στην πρόληψη του παρασιτισμού από σκώληκες (*Eimeria spp.*).
4. Αντιοξειδωτική δράση. Αποξηραμένα και τριμμένα φύλλα βοτάνων, αιθέρια έλαια και εκχυλίσματα αυτών με οργανικούς διαλύτες παρουσιάζουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες, ακόμη και σε σχέση με ευρέως χρησιμοποιούμενες συνθετικές αντιοξειδωτικές ουσίες, όπως (βουτυλοϋδροξυανισόλη-BHA, βουτυλοδροξυτο-λουόνη-BHT).
5. Αντικαρκινική δράση. Κάποια αιθέρια έλαια παρουσιάζουν κυτταροτοξική και αντιμεταλλαξογόνο δράση σε καρκινικά κύτταρα.

6. Ανοσοδιεγερτική δράση. Αιθέρια έλαια και εκχυλίσματα βοτάνων ενεργοποιούν τα ανοσολογικά κύτταρα, ενώ κάποια συστατικά τους αυξάνουν την απορρόφηση ικών σωματιδίων από το αίμα.
7. Ενίσχυση της όρεξης. Πολλά βότανα χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικοί φυσικοί αυξητικοί παράγοντες στη διατροφή των ζώων.
8. Εντομοκτόνος/εντομοαπωθητική δράση.
9. Αντιφλεγμονώδης δράση.
10. Αντισηπτική/αναισθητική δράση.
11. Διόρθωση της γεύσης.
12. Χρήσεις στην αρωματοποιία και την οδοντιατρική.

1.4.1 Απλές φαρμακοτεχνικές μορφές δρογών

Τα φαρμακευτικά φυτά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται: α) με την κατάλληλη μορφή, β) την κατάλληλη δόση και γ) εξειδικευμένα για την κάθε περίπτωση ώστε να είναι αποτελεσματικά. Σε γενικές γραμμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εξής:

1. Αφέψημα: Γίνεται με βράσιμο των φυτών μέσα στο νερό επί 5-20 λεπτά. Διατηρείται έως 12 ώρες.
2. Διάβρεγμα: Είναι εκχύλισμα σε νερό που γίνεται σε θερμοκρασία δωματίου επί περίπου 2 - 12 ώρες.
3. Έγχυμα: Ρίχνουμε νερό που βράζει πάνω στα φυτά μέσα σ' ένα δοχείο που το σκέπασμά του κλείνει καλά και τ' αφήνουμε 5-15 λεπτά. Μετά φιλτράρουμε. Το ρόφημα πίνεται ζεστό.
4. Εκχύλισμα: Οι δρόγες μουλιάζουν σε διαλύτη και κατόπιν γίνεται συμπύκνωση με εξάτμιση.
5. Βάμμα: Επιτυγχάνεται βυθίζοντας νωπή ή αποξηραμένη δρόγη σε αλκοόλη 70% επί 2-6 μέρες και κατόπιν φιλτράρουμε το υγρό.
6. Σιρόπι: Τα εκχυλίσματα των φαρμακευτικών/αρωματικών φυτών τα προσθέτουμε σ' ένα βασικό σιρόπι (2/1 ζάχαρη σε νερό). Μια μέση αναλογία φυτών προς διαλύτη είναι 10 % κατά βάρος.
7. Νωπός χυμός: Γίνεται με φρέσκα φυτά που κόβονται και συμπιέζονται.
8. Σκόνη: Τα φυτά αποξηραίνονται και κονιοποιούνται.

Στην καθημερινή διατροφή χρησιμοποιούνται αρκετές από τις παραπάνω μορφές. Οι κυριότερες χρήσεις των αρωματικών φυτών γίνονται είτε με τη μορφή ακέραιων ή τμημάτων φυτών, ξηρά ή χλωρά, είτε με τη μορφή αιθέριου ελαίου. Ένας από τους

πλέον διαδεδομένους τρόπους χρήσης είναι με τη μορφή ξηρών φύλλων (δρόγες), που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ροφημάτων στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών, την κονσερβοποιία και στη ζαχαροπλαστική, καθώς επίσης και για την παραλαβή των φαρμακευτικών ουσιών. Τα αρωματικά φυτά στη μαγειρική ως αρτύματα και καρυκεύματα μπορούν να καταναλωθούν με τις εξής μορφές (Πάνου-Φιλοθέου, 2009; 2006):

1. Νωπά: Αμέσως μετά την συγκομιδή τους οπότε και περικλείουν όλα τα συστατικά αναλλοίωτα (δύσμος, μαϊντανός, άνηθος). Δεδομένου ότι οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται είναι μικρές το κάθε νοικοκυριό μπορεί να καλλιεργεί τα φυτά αυτά ακόμα και σε γλάστρες για να χρησιμοποιούνται ολόφρεσκα. Λίγες ώρες παραμένουν φρέσκα και στο ψυγείο τοποθετημένα σ' ένα γυάλινο δοχείο.
2. Κατεψυγμένα: Μετά τη συγκομιδή τοποθετούνται στην κατάψυξη σε ειδικές πλαστικές συσκευασίες και διατηρούνται σε πολύ καλή κατάσταση. Προέκταση αυτής της μεθόδου είναι η μέθοδος Freezing drying.
3. Αποξηραμένα: Τα φυτά τεμαχίζονται μ' ένα κοφτερό εργαλείο (τύπου ψαλίδι) και η ξήρανση γίνεται σε σκιά σε καθαρό και καλά αεριζόμενο χώρο. Στη συνέχεια φυλάσσονται σε δοχεία από σκούρο γυαλί σε σκοτεινό μέρος (ρίγανη).
4. Εκχύλισμα: Τα φυτά μετά τη συγκομιδή καθαρίζονται προσεκτικά και τοποθετούνται σε εκχυλιστικό μέσο, συνήθως λάδι η αλκοόλ όπου και παραμένουν αρκετό διάστημα (κατά περίπτωση ίσως και στον ήλιο). Οι αρωματικές ουσίες εκχυλίζονται στο εκχυλιστικό μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για αρωματισμό.

Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα παρασκευής λικέρ από φλούδες πορτοκαλιού, ή διάφορα φρούτα (βύσσινα, κράνα) με το οποίο αρωματίζονται γλυκά (παγωτά και τούρτες). Επίσης με τον ίδιο τρόπο παρασκευάζονται τα αρωματικά λάδια (με ρίγανη, θυμάρι, θρούμπι, γεράνι) με τα οποία αρωματίζονται πίτσες, ψητά, σάλτσες. Γενικά, τα ξηρά αρωματικά φυτά έχουν ένα περισσότερο συμπυκνωμένο άρωμα από τα φρέσκα λόγω της απώλειας του νερού από τους ιστούς αλλά το αιθέριο έλαιο που περιέχουν έχει διαφορετική σύσταση από τα νωπά.

Παραδείγματα αρωματικών φυτών που δίνουν δρόγη είναι η ρίγανη, ο μαϊντανός ή πετροσέλινο, ο άνηθος, ο δύσμος, ο βασιλικός, το δενδρολίβανο, το κρεμμύδι, το

σκόρδο, το θυμάρι, το μάραθο, το θρούμπι, το μελισσόχορτο, η μαντζουράνα, ο κοριάνδρος, το γλυκάνισο και το φασκόμηλο.

Σημαντικές δυνατότητες αξιοποίησης υπάρχουν επίσης στη λήψη φυτικών χρωστικών ουσιών που λαμβάνονται από τα βότανα και έχουν ως κυριότερη χρήση αυτήν που αφορά στη χρώση τροφίμων αντί της χρήσης συνθετικών χρωστικών ουσιών όπως το ριζάρι με το οποίο βάφονται τα κόκκινα αυγά στα χωριά.

Εκτιμάται ότι είναι δυνατόν, σε επιχειρηματική βάση, να επεκταθεί η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών ειδών των διάφορων περιοχών της Ελλάδας, ώστε οι αγρότες να προσδοκούν ικανό εισόδημα με την επωφελέστερη αξιοποίηση των εδαφικών και κλιματικών δυνατοτήτων καθώς και της φυσικής χλωρίδας της Ελλάδας.

2 Κεφάλαιο 2^ο: Βοτανικά χαρακτηριστικά

2.1 Οικογένεια *Lamiaceae*

ΑΘΡΟΙΣΜΑ: Spermatophyta

ΥΠΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ: Αγγειόσπερμα ή ανθόφυτα

ΚΛΑΣΗ: Δικοτυλήδονα

ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asteridae

ΥΠΕΡΤΑΞΗ: Lamiales

ΤΑΞΗ: Lamiales

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Labiales ή Lamiaceae

Η τάξη *Lamiales* περιλαμβάνει φυτά τα οποία έχουν σχεδόν πάντοτε φύλλα αντίθετα. Τα άνθη είναι ζυγόμορφα. Η ωθήκη αποτελείται από 2 καρπόφυλλα και περιέχει 4 ανάτροπες σπερμοβλάστες. Ο καρπός είναι κάρυο.

Σύμφωνα με την Καρούσου (1995), η οικογένεια αυτή αντιπροσωπεύεται από 3000 περίπου φυτικά είδη, που εξαπλώνονται σε όλο τον κόσμο. Η οικογένεια *Labiales* ή *Lamiaceae* (Χειλανθή ή Λαμίδες) περιλαμβάνει φυτά ποώδη (ετήσια ή πολυετή) ή φρύγανα, καμιά φορά θάμνους και σπανιότατα δένδρα ή αναρριχόμενα. Τα φυτά αυτά ευδοκιμούν στα θερμά και ξηρά κλίματα και φέρουν αδενώδεις τρίχες στα φύλλα και στους βλαστούς. Οι τρίχες αυτές εκκρίνουν αιθέρια έλαια. Οι βλαστοί των φυτών αυτών είναι τετράγωνοι (εκτός από τα φυτά που έρπουν) και φέρουν φύλλα αντίθετα, σταυρωτά ή κατά σπονδύλους, συνήθως απλά, χωρίς παράφυλλα. Τα φυτά συνήθως παράγουν αιθέρια έλαια και αναγνωρίζονται από τον τετράγωνο βλαστό, τα συνήθως

αντίθετα φύλλα, τον ακτινόμορφο ή δίχειλο κάλυκα με 4 ή 5 οδόντες και τη συμπέταλη, συνήθως δίχειλη στεφάνη. Ο Turrill (1929), όπως αναφέρεται από την Καρούσου (1995), υποστηρίζει ότι είναι από τις πλουσιότερες σε είδη ελληνικές οικογένειες, τα μέλη της οποίας απαντώνται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και συμμετέχουν σε όλες τις διαπλάσεις βλάστησης. Η ίδια πάλι αναφέρει ότι ο Rechinger (1965) θεωρεί ότι τα *Lamiaceae* είναι η δεύτερη πλουσιότερη σε ενδημικά taxa οικογένεια της ελληνικής χλωρίδας μετά τα *Compositae*. Στην Ελλάδα αντιπροσωπεύεται από 320 taxa (35 γένη) τα οποία παρουσιάζουν ποικίλη εξάπλωση στη χώρα.

Τα άνθη φέρονται μεμονωμένα ή πολλά μαζί στις μασχάλες των φύλλων (συνήθως κατά διχάσια) ή επάκρια (κατά βότρες ή στάχεις). Τα άνθη είναι αρσενικοθήλυκα, σπάνια δίκλινα, ζυγόμορφα σπάνια ακτινόμορφα, με βράκτια ή χωρίς βράκτια. Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής ή κωδωνοειδής, αποτελούμενος συνήθως από 5 δόντια, σπάνια 4-12 δόντια ή δίχειλος. Η στεφάνη είναι σωληνοειδής, συμπέταλη, αποτελούμενη από 4-5 λοβούς, δίχειλη, σπάνια μονόχειλη ή ακτινόμορφη. Είναι δυνατόν το πάνω χείλος της στεφάνης να αποτελείται από 3, 1 ή 0 πέταλα και το κάτω από 2 ή 4 πέταλα αντίστοιχα. Οι στήμονες είναι 2 - 4, συχνά διδύναμοι, δηλαδή σχηματίζουν δύο ανισοϋπή ζεύγη. Επίσης, συχνά παρατηρούνται στημονώδη στα άνθη. Η ωοθήκη είναι επιφυής, σύγκαρπη, τετράλοβη, αποτελούμενη από 2 καρπόφυλλα τα οποία σχηματίζουν 4 χώρους. Σε κάθε χώρο περιέχεται μια ανάτροπη σπερμοβλάστη. Ο στύλος είναι απλός και καταλήγει σε ένα δισχιδές στίγμα. Συχνά στα άνθη της οικογένειας αυτής παρατηρείται ένας υπόγυνος νεκταριοφόρος δίσκος (Βαρδαβάκης, 1993).

Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο και αποτελείται από 4 μονόσπερμα κάρυα. Τα σπέρματα περιέχουν ευθύ έμβρυο και μικρή ποσότητα ενδοσπερμίου (Βαρδαβάκης, 1993).

Τα σπουδαιότερα γένη της οικογένειας αυτής είναι τα παρακάτω: *Rosmarinus*, *Stachys*, *Coleus*, *Origanum*, *Glechoma*, *Lavandula*, *Teucrium*, *Melissa*, *Lamium*, *Salvia*, *Thymbra*, *Thymus*, *Mentha*, *Marrubium*, *Phlomis*, *Lycopus*, *Ballota*, *Sideritis*, *Nepeta*, *Calamintha* και *Ajuga* (Βαρδαβάκης, 1993).

Η μελέτη των ελληνικών *Lamiaceae* έδειξε ότι, η κατανομή των διαφορετικών χλωριδικών στοιχείων στα φυτογεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας ακολουθεί τις κλιματικές μεταβολές.

Πολλά μέλη της οικογενείας *Lamiaceae* καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν ως βότανα και ως πηγή αιθερίων ελαίων. Τα περισσότερα αιθέρια έλαια αυτής της

οικογένειας αποτελούνται από μονοτερπένια και σесκιτερπένια (Lewinsohn et al., 2000). Παρουσιάζουν αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί στην περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη και θυμόλη (Bouchra et al., 2003; Baydar et al., 2004; Bozin et al., 2006). Παρουσιάζουν μεγάλη δραστηριότητα εναντίον εντόμων που προσβάλλουν προϊόντα αποθηκευμένα και τα οποία δύσκολα καταπολεμούνται. Η ανθεκτικότητα που αναπτύσσουν οι παθογόνοι οργανισμοί απέναντι στις χημικές ουσίες και η επικινδυνότητα των τοξικών (φωσφίνη και βρωμιούχο μεθυλίο) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το λάδι από φυτά της οικογενείας *Lamiaceae* θα μπορούσε να παίξει σημαντικό ρόλο στη συντήρηση αποθηκευμένων προϊόντων και να μειώσει την ανάγκη και τον κίνδυνο που συνδέεται με τη χρήση τοξικών (Shaaya et al., 1997; Lamiri et al., 2001).

Σύμφωνα με παρατηρήσεις των Werker et al. (1985), η ποσότητα των αιθερίων ελαίων και η πυκνότητα των αδενωδών τριχών από τις οποίες παράγονται αυτά στα αρωματικά φυτά της οικογενείας *Lamiaceae*, είναι πολύ μεγαλύτερος στις ταξιανθίες από ότι στα φύλλα. Αυτοί οι εκκριτικοί μηχανισμοί είναι δυνατόν να παράγουν διαφορετικής σύστασης αιθέριο έλαιο στα διάφορα φυτικά τμήματα (Werker et al., 1985). Το αιθέριο έλαιο που παράγεται στα φύλλα, το φυτό το χρησιμοποιεί για την προστασία του από τα φυτοφάγα ζώα και παθογόνα, ενώ αυτό που παράγεται στα άνθη το χρησιμοποιεί για προστασία αλλά και για την προσέλκυση επικονιαστών. Τονίζεται ότι, η πυκνότητα των αδενωδών λεπίων (peltate) ή μακράς διάρκειας αδενωδών τριχών συνδέεται με τη συνολική περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο, το οποίο παράγεται ως προστασία των φυτών από φυτοφάγους οργανισμούς και παθογόνα (Werker, 1993). Εξάιρεση μπορεί να αποτελέσει μερικές φορές η παρουσία διαφορετικών τύπων κεφαλικών τριχωμάτων (capitate) (Werker, 1993). Στα αδενώδη λέπια τα υλικά εκκρίνονται βαθμιαία στους νέους ιστούς, συγκεντρώνονται κάτω από έναν επιδερμικό σάκο και χρησιμοποιούνται από τα φυτά ως προστασία των ώριμων οργάνων. Τα περισσότερα αρωματικά φυτά ανήκουν στην παρακάτω ταξινόμηση (Βαρδαβάκης, 1993).

2.2 *Origanum vulgare* L (ρίγανη η κοινή)



Ανήκει στο γένος *Origanum* και είναι γνωστή από την αρχαιότητα. Το όνομά της προέρχεται από τις λέξεις όρος και γάνος (λαμπρότητα) δηλαδή φυτό που λαμπρύνει το βουνό. Ο Ιπποκράτης την χρησιμοποιούσε για την θεραπεία της γαστραλγίας και κατά παθήσεων του αναπνευστικού συστήματος.

Τα φυτά που αναφέρονται ως ρίγανη δεν ανήκουν μόνο σε ένα είδος αλλά είναι άτομα τα οποία ανήκουν σε περισσότερα από ένα γένος. Όλα αυτά έχουν την ίδια χαρακτηριστική οσμή «της ρίγανης».

Τα είδη αυτά είναι τα:

1. *Origanum vulgare* (Ελληνική ρίγανη)
2. *Origanum onites* (Τούρκικη ρίγανη)
3. *Satureja thymbra*

Ακόμα όμως και μέσα στο ίδιο είδος παρουσιάζονται σημαντικές μορφολογικές και χημικές διαφορές πράγμα που έχει αναγκάσει τους συστηματικούς να χωρίσουν το είδος σε τουλάχιστο τρία υποείδη, τα: *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* ή *heracleoticum*, *Origanum vulgare* ssp. *viridulum* και *Origanum vulgare* ssp. *vulgare*. Το πρώτο (ελληνική ρίγανη) είναι το πιο διαδεδομένο υποείδος.

Το γένος *Origanum* περιλαμβάνει 10 sections που απαρτίζονται από 42 είδη ή 49 taxa και 17 τουλάχιστον καταγεγραμμένα υβρίδια. Συναντάται κυρίως στις παραμεσόγειες περιοχές, αλλά και στην υπόλοιπη Ευρώπη, Ασία, Ρωσία και αλλού (Kokkini 1996). Το *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link) letswaart ανήκει στο section *Origanum* γνωστό ως ελληνική ρίγανη. Αυτοφύεται στην Αλβανία, Κροατία, Ελλάδα και Τουρκία

Είναι φυτό πολυετές, ποώδες, με ύψος μέχρι 60 cm. Οι βλαστοί του είναι ανορθωμένοι, τετράπλευροι και φέρουν τρίχες. Εκπύσσονται την άνοιξη από τους οφθαλμούς υπόγειων ριζωμάτων. Τα φύλλα είναι ελλειψοειδή έως σχεδόν στρογγυλά με σφηνοειδή, αποστρογγυλεμένη ή καρδιόσχημη βάση, διαστάσεων 6,0-25,0 x 4,0-6,0 mm. Οι μίσχοι έχουν μήκος 2,0-10,0 mm και είναι μακρύτεροι στα κατώτερα

φύλλα. Τα φύλλα φέρουν αδενικές και μη αδενικές τρίχες. Η ταξιανθία είναι στάχης μήκους 3,0-8,0 cm.

Συνθήκες καλλιέργειας: Η ρίγανη δεν χρειάζεται καθόλου ή λίγη ποσότητα λιπασμάτων, αλλά η εφαρμογή 200 Kg / ha φωσφορικού αμμωνίου (16-20-0) σε φτωχά εδάφη το φθινόπωρο, έχει θετικά αποτελέσματα. Η υπερβολική προσθήκη αζώτου δίνει στα φυτά λιγότερη γεύση. Η παραγωγική ζωή της ρίγανης είναι περίπου 8-12 χρόνια, ανάλογα με τις καλλιεργητικές και περιβαλλοντικές συνθήκες (Stefanou, et al., 2015).

Καλλιέργεια: Μπορεί να καλλιεργηθεί σε πεδινές, ημιορεινές και ορεινές περιοχές (υψόμετρα 400-1.800 m), εκτός από αμμώδη και αργιλώδη εδάφη ενώ προτιμά τα ηλιόλουστα μέρη (Dulger, 2005). Τα καθιερωμένα φυτά ρίγανης είναι ανθεκτικά στην ξηρασία και δεν χρειάζονται άρδευση. Η χειμερινή βροχή είναι συνήθως αρκετή για την καλλιέργεια. Συμπληρωματικό πότισμα απαιτείται μόνο σε εξαιρετικά ξηρές συνθήκες. Ευδοκίμει καλύτερα σε καλά στραγγιζόμενα ηλιόλουστα εδάφη, με pH μεταξύ 6.0 έως 8.0, με ιδανικό pH 6,8. Τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν σε εύρος θερμοκρασίας -25°C έως 42°C, με βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης 18-22°C (Τζουραμάνη κ.α., 2008).

Πολλαπλασιασμός: Η ρίγανη μπορεί να πολλαπλασιαστεί με μοσχεύματα, καλλιέργεια ιστών, σπόρους και διαίρεση. Φυτεύονται νεαρά φυτά, τουλάχιστον με 8-10 αληθινά φύλλα, τον Σεπτέμβριο-Οκτώβριο, σε σειρά 30-40 cm με απόσταση 50-80 cm μεταξύ σειρών.

Ασθένειες και εχθροί: Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα προφυτρωμένα ζιζανιοκτόνα, δηλαδή το χλωριδαζόνιο, η οξυφθοροφένη και η οξαδιαζόνη, είναι αποτελεσματικά και δεν καταστρέφουν τα φυτά της ρίγανης. Επίσης, τα παράσιτα δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα για τη ρίγανη. Μερικές μυκητιακές ασθένειες όπως το *Puccinia sp.* (Μύκητες σκουριάς), *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora sp.* ή *Botrytis sp.* μπορεί να προσβάλει τα φυτά της ρίγανης. Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι απαραίτητος και μπορεί να γίνει μηχανικά ή με ζιζανιοκτόνα.

Συγκομιδή: Η συγκομιδή της ρίγανης πρέπει να γίνεται όταν τα λουλούδια αναπτύσσονται πλήρως. Τα στελέχη πρέπει να κοπούν σε ύψος 10 cm πάνω από το έδαφος. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει με το χέρι ή μηχανικά.

Χρήσεις: Είναι φυτά αρωματικά, φαρμακευτικά, αρτυματικά και μελισσοκομικά. Τα αιθέρια έλαιά του χρησιμοποιούνται στην αρωματοποιία και φαρμακοποιία ενώ η ξηρή δρόγη ως άρτυμα. Η *Origanum vulgare* περιέχει 1,1-8,2% (ml / 100gr ξηρού βάρους) αιθέριο έλαιο. Το κύριο συστατικό αυτού του λαδιού είναι η καρβακρόλη, η οποία είναι

η χημική ουσία, που είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνη για την έντονη, πικάντικη γεύση ρίγανης και η θυμόλη, καθώς και τα πρόδρομα μονοτερπένια ρ-κυμένιο και γ-τερπινένιο σε χαμηλότερο ποσοστό (Kokkini, et al., 1997). Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, καθώς και η ποσοτική σύσταση των συστατικών του είναι συνάρτηση τόσο του γονότυπου του φυτού, όσο και των περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως το υψόμετρο, η θερμοκρασία, η εποχή του έτους, το στάδιο ανάπτυξης, ανόργανα στοιχεία του εδάφους (Πίνακας 2) (Kokkini et al., 1989; 1997; Πάνου-Φιλοθέου κ.α., 1997; Kanias et al., 1998).

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και περιεχόμενη ποσότητα καρβακρόλης (Kokkini, Vokou, 1989).

Είδος	Απόδοση αιθέριου ελαίου	Καρβακρόλη (% του συνολικού αιθέριου ελαίου)
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	1,8-8,2	2,4-95,0
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	0,1-0,3	ίχνη
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>viridulum</i>	0,3-0,9	40,0-45,1
<i>Origanum onites</i>	1,8-4,5	51,0-84,5
<i>Satureja thymbra</i>	1,0-4,0	3,0-21,0

Σύμφωνα με μελέτες που σχετίζονται με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του αιθέριου ελαίου ρίγανης, έχει την πιο έντονη αντιοξειδωτική ισχύ με αξιοσημείωτα αποτελέσματα στην πρόληψη της οξείδωσης του λίπους λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της σε θυμόλη και καρβακρόλη (McKay, Blumberg, 2006).

Η ρίγανη ήταν ένα ευρέως διαδεδομένο καρύκευμα από την αρχαιότητα και το αιθέριο έλαιό της αναγνωρίζεται για τα αντισηπτικά και αντισπασμωδικά της αποτελέσματα (Nostro, et al., 2004). Ωστόσο, η χρήση αυτού του αιθέριου ελαίου ως συντηρητικού τροφής είναι μάλλον περιορισμένη λόγω της έντονης μυρωδιάς του, η

οποία επηρεάζει αρνητικά τις οργανοληπτικές ιδιότητες των τροφίμων (Lambert, et al., 2001). Η ρίγανη (αποξηραμένη ή λάδι) έχει χρησιμοποιηθεί από καιρό ως φαρμακευτικό βότανο για τη θεραπεία διαφόρων καταστάσεων όπως πυρετός, διάρροια, δυσπεψία, ίκτερος και έμετος. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η ρίγανη εμφανίζει αντιοξειδωτικές, αντιμυκητιακές και αντιβιοτικές ιδιότητες.

Εκτός από τις ιατρικές χρήσεις, η ρίγανη είναι το εμπορικότερο φυτό, σήμερα, για μαγειρικές χρήσεις, καθώς μέλη του γένους χρησιμοποιούνται ευρέως ως αρωματικά σε τρόφιμα και αλκοολούχα ποτά (Aligiannis, et al., 2001). Χρησιμοποιείται επίσης ως συντηρητικό τροφίμων, επειδή τα αιθέρια έλαια ρίγανης έχουν αναφερθεί ότι περιέχουν εξαιρετικά βιοδραστικές ενώσεις που έχουν ακαρεοκτόνα και εντομοκτόνα αποτελέσματα (Cetin, et al., 2009), καθώς και πολλά υποσχόμενα αντιβακτηριακά αποτελέσματα κατά των βακτηριδίων που καταστρέφουν τα τρόφιμα (Mith, et al., 2014; Nabavi, et al., 2015).

Η ρίγανη και οι ποικιλίες της είναι ιδανικές για ξηρόθερμους κήπους (Πάνου-Φιλοθέου, 2009; Κουτσός, 2006; <https://www.irrigation-management.eu/deliverables/IRMA2410LowWater.pdf>).

Η ρίγανη αποδίδει 3.000 έως 4000 kg / ha φρέσκων στελεχών (1000 έως 1500 αποξηραμένων στελεχών). Υπολογίζεται ότι η μέση καλλιεργούμενη έκταση ετησίως με ρίγανη είναι 6830 στρέμματα (http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/3.htm). Η υπεροχή του είδους μπορεί να αποδοθεί στην ευρεία κατανάλωση αλλά και στην προσαρμογή του σε ποικίλες εδαφοκλιματικές συνθήκες.

2.3 Προσδιορισμός Αντιοξειδωτικής Ικανότητας

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, καθώς επίσης και τα καροτενοειδή, θεωρείται ότι είναι τα συστατικά εκείνα, που προστατεύουν από τις σχετικές με το οξειδωτικό στρες ασθένειες.

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 αποβάλουν 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 (Κυριτσάκης Α., 1998).

Γενικά, ως αντιοξειδωτικά χαρακτηρίζονται οι ενώσεις που αναστέλλουν την οξείδωση ή παρεμποδίζουν τις αντιδράσεις που προωθούνται από το οξυγόνο ή τα υπεροξείδια. 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 Ε 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 μεταλλοϊόντων και μεταλλικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται στο ενεργό κέντρο αντιοξειδωτικών ενζύμων. Για παράδειγμα το σελήνιο είναι ένας συμπαράγοντας των σεληνοπρωτεϊνών, οι οποίες μειώνουν τα υπεροξείδια σε υδατικά συστήματα.

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας της σύνθεσης των τροφίμων, ο διαχωρισμός και η μεμονωμένη μελέτη του κάθε αντιοξειδωτικού είναι χρονοβόρα, δαπανηρή και ενδεχομένως μη αποτελεσματική, λόγω των πιθανών συνεργιστικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αντιοξειδωτικών συστατικών σε ένα μίγμα τροφίμου (Ρέππας Κ., 2012).

Διάφορες μεθοδολογίες έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί για τον ποσοτικό προσδιορισμό διαφόρων αντιοξειδωτικών συστατικών στο ελαιόλαδο, αλλά η χρήση μίας τιμής που να χαρακτηρίζει το αντιοξειδωτικό δυναμικό του ελαιολάδου συνολικά

είναι μεγάλο πλεονέκτημα. Έτσι, εισάγεται ο όρος της ολικής αντιοξειδωτικής ενεργότητας (Total Antioxidant Capacity, TAC), για την εκτίμηση της οποίας έχουν αναπτυχθεί διάφορες αναλυτικές μέθοδο (Μηνιώτη Α., 2009).

Η επιλογή μίας μεθόδου ολικής αντιοξειδωτικής ενεργότητας είναι αρκετά δύσκολη, αφού υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων που υποστηρίζουν ότι μετράνε την ολική αντιοξειδωτική ενεργότητα. 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.

Οι μέθοδοι γενικά διαφέρουν στα χρησιμοποιούμενα συστήματα, στις συνθήκες αντίδρασης, στην τεχνική ανίχνευσης και στις μεθόδους ποσοτικοποίησης. Γενικά, βασίζονται κυρίως στην ικανότητα της αντιοξειδωτικής ουσίας να δώσει ηλεκτρόνια ή άτομα υδρογόνου και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1. Στις μεθόδους που βασίζονται σε αντιδράσεις μεταφοράς ατόμου υδρογόνου, (hydrogen atom transfer reaction based assays, HAT).
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. 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.

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 συναρτήσεται της συγκέντρωσης του αντιοξειδωτικού δίνει μία γραμμική καμπύλη ως ένα σημείο που στο τέλος εμφανίζει πλατώ. Η κλίση της γραμμής αντανάκλα 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 (Μηνιώτη Α., 2009).

Οι σπουδαιότερες και συχνότερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας είναι (Ρέρη, 2010):

1. **Μέθοδος DPPH:** Πρόκειται για μία κοινώς χρησιμοποιούμενη μέθοδο εκτίμησης της TAC του ελαιολάδου. Βασίζεται στην αλληλεπίδραση της σταθερής χημικής ρίζας DPPH, με μια αντιοξειδωτική ουσία, που έχει σαν αποτέλεσμα στον αποχρωματισμό του πορφυρού διαλύματος της ρίζας DPPH εξαιτίας της αντίδρασης στην οποία αυτή καταναλώνεται από τα αντιοξειδωτικά. Ο βαθμός του αποχρωματισμού μετρείται φασματοφωτομετρικά στα 515 nm (Williams et al., 2004, Molyneux, 2004).
2. **Μέθοδος ABTS :** Υπάρχουν πολλές παραλλαγές της μεθόδου, αλλά βασίζεται στην ίδια αρχή με την προηγούμενη μέθοδο με τη διαφορά ότι προηγείται η ενεργοποίηση της δραστικής ρίζας ABTS (Miller, 1996).
3. **Μέθοδος FRAP** (Ferric Reducing Antioxidant Power - Αντιοξειδωτική Ισχύς Αναγωγής Τρισθενούς Σιδήρου): Στηρίζεται στην αναγωγή ενός συμπλόκου του τρισθενούς σιδήρου από το αντιοξειδωτικό προς ένα προϊόν με έντονο μπλε χρώμα. Η αντιοξειδωτική δράση εκτιμάται από την αύξηση της απορρόφησης (Benzie & Strain, 1996).
4. **Μέθοδος ORAC** (Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay- Ικανότητα Απορροφητικότητας Ριζών Οξυγόνου): Η μέθοδος αυτή μετά την αναγέννηση ελευθέρων ριζών και την προσθήκη αντιοξειδωτικών παρακολουθεί την επιβράδυνση ή αναστολή της οξείδωσης του υποστρώματος. Βασίζεται στην αναστολή παραγωγής των ελευθέρων ριζών παρουσία των αντιοξειδωτικών και έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση του φθορισμού ορισμένων ουσιών (πχ. φυκοερυθρίνες) (Cao & Prior, 1999; Huang et al., 2002).
5. **Μέθοδος TRAP** (Total Radical Antioxidant Potential - Συνολικό Δυναμικό Παγίδευσης Ριζών Υπεροξειδίου): Βασίζεται σε μία αντίδραση ριζών περοξυλίου, η οποία αναστέλλεται με την προσθήκη αντιοξειδωτικών. Εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας γίνεται είτε

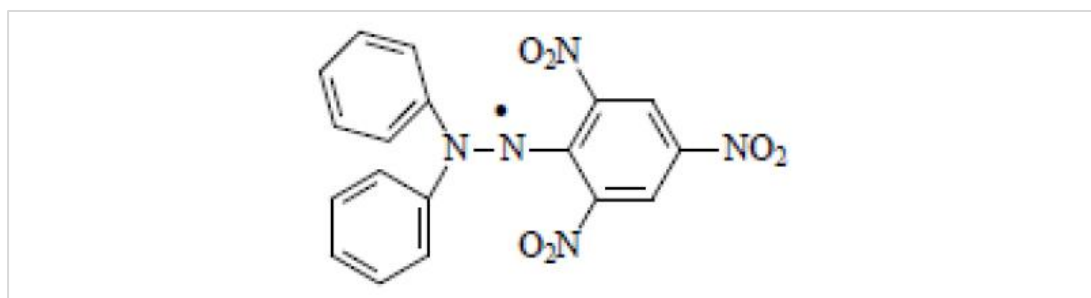
με την μέτρηση της κατανάλωσης οξυγόνου, είτε μέσω της μείωσης φθορισμού όταν ουσίες όπως η φυκοερυθρίνη, συμμετέχουν στην αντίδραση (Wayner et al, 1985, Shahin et al., 2007).

6. **Μέθοδος PCL** (Photochemiluminescence - Χημειοφωταύγεια): Η μέθοδος βασίζεται στην ικανότητα της λουμινόλης και συγγενών ενώσεων να εκπέμπουν φως υπό τη ροή των ελευθέρων ριζών. Η ένταση του παραγόμενου φωτός κατά τη διάρκεια των αντιδράσεων της χημειοφωταύγειας είναι συνάρτηση της συγκέντρωσης σουπεροξειδίου. Η παρουσία των αντιοξειδωτικών προκαλεί μία πτώση της έντασης (Poron & Lewin, 1999).
7. Μέθοδος TOSC (Total Oxidant Scavenging Capacity): Η μέθοδος βασίζεται σε μια αντίδραση οξείδωσης, η οποία αναστέλλεται παρουσία αντιοξειδωτικών με αποτέλεσμα τη μείωση των προϊόντων (αιθυλένιο) της αντίδρασης. Η μείωση αυτή, μπορεί να προσδιοριστεί με αέρια χρωματογραφία (Winston et al., 1998).

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης πρέπει να γίνεται χρησιμοποιώντας τουλάχιστον δύο ή περισσότερες μεθόδους και στο τέλος πρέπει να συγκρίνονται οι γενικές τάσεις των τιμών της αντιοξειδωτικής δράσης για το κάθε δείγμα (Frankel et al, 2000).

2.3.1 Μέθοδος DPPH

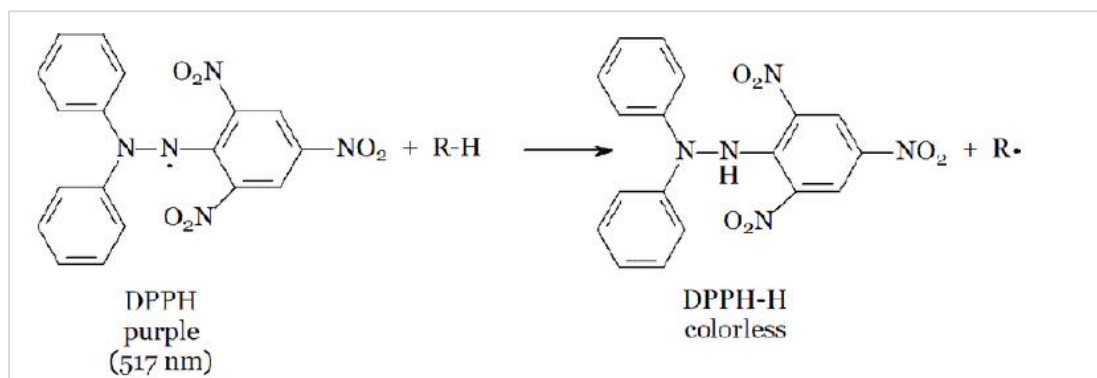
Η μέθοδος παρουσιάστηκε το 1995 από τους Brand- Williams et al., ανήκει στις ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους για την εκτίμηση αντιοξειδωτικής ικανότητας φυτικών δειγμάτων (Brand-Williams et al, 1995). Η μέθοδος χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, βασιζόμενη στην ικανότητα αλληλεπίδρασης των αντιοξειδωτικών μορίων με μία από τις λίγες σταθερές και εμπορικά διαθέσιμες οργανικές ρίζες αζώτου, το DPPH (2,2-δι(4-tert-οκτυλφαινυλο)-1-πυκριλυδραζίλιο).



Εικόνα 1: Το DPPH (Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/DPPH>)

Η ρίζα DPPH μπορεί να αδρανοποιηθεί, είτε μέσω προσθήκης ενός ηλεκτρονίου (single electron transfer, SET) είτε μέσω προσθήκης ενός ατόμου υδρογόνου (hydrogen atom transfer, HAT) (Prior et al., 2005) (Εικόνα 1). Η 1,1 διφαινυλ-2-πικρυλδραζύλιο (DPPH[•]) είναι μία σταθερή ρίζα, φέρει μωβ χρώμα και απορροφά στα 517 nm.

Όταν προστεθεί μια ουσία με αντιοξειδωτική δράση τότε η ρίζα 1,1 διφαινυλ-2-πικρυλδραζύλιο (DPPH[•]) ανάγεται, και μετατρέπεται σε 1,1-διφαινυλ-2-πικρυλδραζίνη (DPPH:H), (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Η αναγωγή του DPPH σε DPPH:H (Πηγή : Το DPPH (Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/DPPH>)

Η αναγωγή της ρίζας έχει σαν αποτέλεσμα, την μεταβολή του χρώματος του διαλύματος, από μωβ σε κίτρινο, μεταβολή, που είναι ανάλογη της συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας και την αντίστοιχη μείωση της οπτικής απορρόφησης στα 517nm. Η μεταβολή της απορρόφησης προσδιορίζεται φωτομετρικά (Ρέρη Α., 2010).

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 (% DPPHrem) σε σχέση με το αρχικό DPPH_{T=0} εκφράζεται ως:

$$\% \text{ DPPHrem} = 100 \times [\text{DPPH}]_{\text{rem}} / [\text{DPPH}]_{r=0},$$

όπου το %DPPHrem 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 TIC50.

Η κινητική συμπεριφορά των αντιοξειδωτικών κατηγοριοποιείται σύμφωνα με το χρόνο που απαιτείται για την εμφάνιση ενός πλατώ, δηλαδή για να φτάσει η απορρόφηση του μίγματος της αντίδρασης σε σταθερή τιμή:

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

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 (Pérry, 2010).

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. 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 (Μηνιώτη, 2009).

2.4 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της αντιοξειδωτικής ικανότητας των αιθέριων ελαίων που παράγονται από την ελληνική ρίγανη, που συνιστά ένα αρωματικό- φαρμακευτικό φυτό της οικογένειας *Lamiaceae* που έχουν εμπορική σημασία, στην περιοχή της νοτιοδυτικής Ηπείρου και συγκεκριμένα στη Μικρή Λάκκα Σουλίου.

3 Κεφάλαιο 3^ο: Πειραματικό μέρος

Το πειραματικό υλικό της εργασίας αποτελεί η καλλιεργούμενη ρίγανη (*Origanum vulgare* ssp. *Hirtum*) της οικογένειας *Lamiaceae*, στην Περιοχή Μικρή Λάκκα Σούλι. Μελετήθηκε η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα του αιθέριου ελαίου που παράγεται από τη ρίγανη.

3.1 Υλικά και Μέθοδοι

3.1.1 Δείγματα – Περιοχή δειγματοληψίας

Το πειραματικό υλικό του *Origanum vulgare* ssp. *Hirtum* (Ελληνική ρίγανη) συλλέχθηκε στην περιοχή κάμπος Ζερβού του Νομού Πρέβεζας (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Η περιοχή δειγματοληψίας της ρίγανης

3.1.2 Φυτικό υλικό

Από την καλλιέργεια παρελήφθησαν άνθη και φύλλα, από τα οποία μέσω απόσταξης παραλήφθηκε το αιθέριο έλαιο – ριγανέλαιο.

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε κατά τη διάρκεια δυο ετών, τον Ιούνιο του 2018 και τον Ιούνιο του 2019. Κάθε δείγμα αποτελείται από 20 περίπου φυτά. Για την συλλογή και επεξεργασία του φυτικού υλικού ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία :

1. Η συγκομιδή των αρωματικών φυτών έγινε με κλαδευτήρι κατά τις πρωινές ώρες της ημέρας (07:00-11:00).
2. Η ξήρανση του φυτικού υλικού έγινε στο εργαστήριο ΦΜΚ του τμήματος Γεωπονίας του πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε σκιά και συνθήκες καλού αερισμού.
3. Η ζύγιση του φυτικού υλικού έγινε με ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων.
4. Η αποθήκευση του ξηρού φυτικού υλικού μέχρι να μελετηθεί έγινε μέσα σε σακούλες και σε σκιερό μέρος.

Για τον ταξινομικό προσδιορισμό, την περιγραφή και την ονοματολογία των φυτών που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν η *Mountain Flora of Greece* (Strid, 1986, Strid & Kit Tan, 1991) και η *Flora Europaea* (Tutin et al., 1964-1980).

3.2 Αιθέρια έλαια

3.2.1 Απόσταξη αιθέριων ελαίων

Το αιθέριο έλαιο παραλήφθηκε με υδροαπόσταξη σε συσκευή τύπου Clevenger (Εικόνα 4) στο εργαστήριο βιομηχανικών φυτών του τμήματος φυτικής παραγωγής του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Eurpea Pharmacopeia.



Εικόνα 4: Αποστακτική συσκευή με θερμομανδία του Εργαστηρίου Αρωματικών και Βιομηχανικών Φυτών (Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου) (Πηγή: Υφαντή - Ζήσης)

Έγινε διαχωρισμός των φύλλων από τα άνθη και αποστάχθηκαν ξεχωριστά (Εικόνα 5). Η αναλογία νερού - αποξηραμένου φυτικού υλικού ήταν 1:20 ή 1:15. Χρησιμοποιήθηκαν 15 έως 20 gr φυτικού ιστού, ανάλογα με το είδος του φυτού. Η διάρκεια της απόσταξης ήταν δύο ως τρεις ώρες.



Εικόνα 5: Διαχωρισμός άνθεων και φύλλων

Η εκτίμηση της περιεχόμενης ποσότητας αιθέριου ελαίου έγινε στον ογκομετρικό σωλήνα της συσκευής, του οποίου η ελάχιστη διαβάθμιση ήταν 0,01 ml.

Για την αποξήρανση του αιθέριου ελαίου χρησιμοποιήθηκε άνυδρο θειικό Νάτριο (Na_2SO_4). Στη συνέχεια το αιθέριο έλαιο αποθηκεύτηκε σε γυάλινο φιαλίδιο στον υπερκείμενο χώρο του οποίου διοχετεύτηκε αέριο άζωτο (N_2) για να αποφευχθεί η οξείδωση των ευαίσθητων συστατικών και η αλλοίωση της σύστασής του. Διατηρήθηκε σε θερμοκρασία 4°C μέχρι να αναλυθεί.

Στα δείγματα αυτά, έγινε προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας με την μέθοδο του DPPH.

3.3 Ολική Αντιοξειδωτική ικανότητα

Α. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του (TAC) με την μέθοδο του DPPH.

Ως βασικό (standard) αντιδραστήριο χρησιμοποιήθηκε διάλυμα ποσότητας 130 μMol DPPH σε οξικό αιθυλεστέρα (διαλύεται ποσότητα 5 mg DPPH σε 100 ml οξικού αιθυλεστέρα). Το διάλυμα αυτό έχει ένα έντονο πορφυρό χρωματισμό και σε φασματοφωτόμετρο ορατού-υπεριώδους, παρουσιάζει στην παραπάνω συγκέντρωση τιμές απορρόφησης της τάξεως του 1,2 περίπου, σε μήκος κύματος των 515 nm.

Από το κάθε δείγμα ριγανέλαιου που παραλήφθηκε από τα άνθη της ρίγανης ελήφθησαν ποσότητες της τάξεως των 2, 4, 6, και 8 mg, ενώ από τα δείγματα του αιθέριου ελαίου των φύλλων ελήφθησαν ποσότητες της τάξεως των 0,5, 1, 1,5 και 2 mg, οι οποίες τοποθετήθηκαν σε υάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες των 5 mL.

Ακολούθως έγινε προσθήκη 4 mL του αντιδραστηρίου του DPPH και αμέσως μετά ανάδευση και σφράγιση των δοκιμαστικών σωλήνων με parafilm και τοποθέτηση των σωλήνων σε σκοτεινό μέρος (Μηνιώτη, 2009). Οι αντιοξειδωτικές ουσίες που περιέχονται στα δείγματα του ελαιόλαδου αντιδρούν με το DPPH ποσοτικά και προκαλούν αποχρωματισμό του αντιδραστηρίου (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Υάλινοι δοκιμαστικοί σωλήνες των 5 mL κατά την διαδικασία αντίδρασης ελαίου – DPPH.

Μετά από 60 min το περιεχόμενο εκάστου δοκιμαστικού σωλήνα μεταφερόταν σε υάλινη κυψελίδα του φασματοφωτόμετρου (Εικόνα 7) και καταγραφόταν η ένδειξη του οργάνου. Ο μηδενισμός του φασματοσφωτόμετρου γινόταν με καθαρό αιθυλεστέρα. Παράλληλα με την μέτρηση του κάθε δείγματος έγινε και μέτρηση της απορρόφησης του standard διαλύματος του DPPH, ως μάρτυρας (A_0). Τα αποτελέσματα της μείωσης της απορρόφησης του DPPH (A_{60}) λόγω της ποσότητας των αντιοξειδωτικών που περιέχονταν στις τέσσερις ποσότητες ελαιόλαδου του κάθε δείγματος εκφράζονταν ως ποσοστό ($\Delta A_{\%}$) μείωσης της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH (A_0) σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\Delta A_{\%} = \left(\frac{A_0 - A_{60}}{A_0} \right) \times 100$$

Όπου :

$\Delta A_{\%}$: Ποσοστό μείωση της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH.

A_0 : Αρχική τιμή απορρόφησης του διαλύματος DPPH (μάρτυρας) ή αλλιώς απορρόφηση σε χρόνο 0.

A₆₀: Τιμή απορρόφησης του DPPH μετά από την προσθήκη ποσότητας ελαιόλαδου, μετά από 60 min.

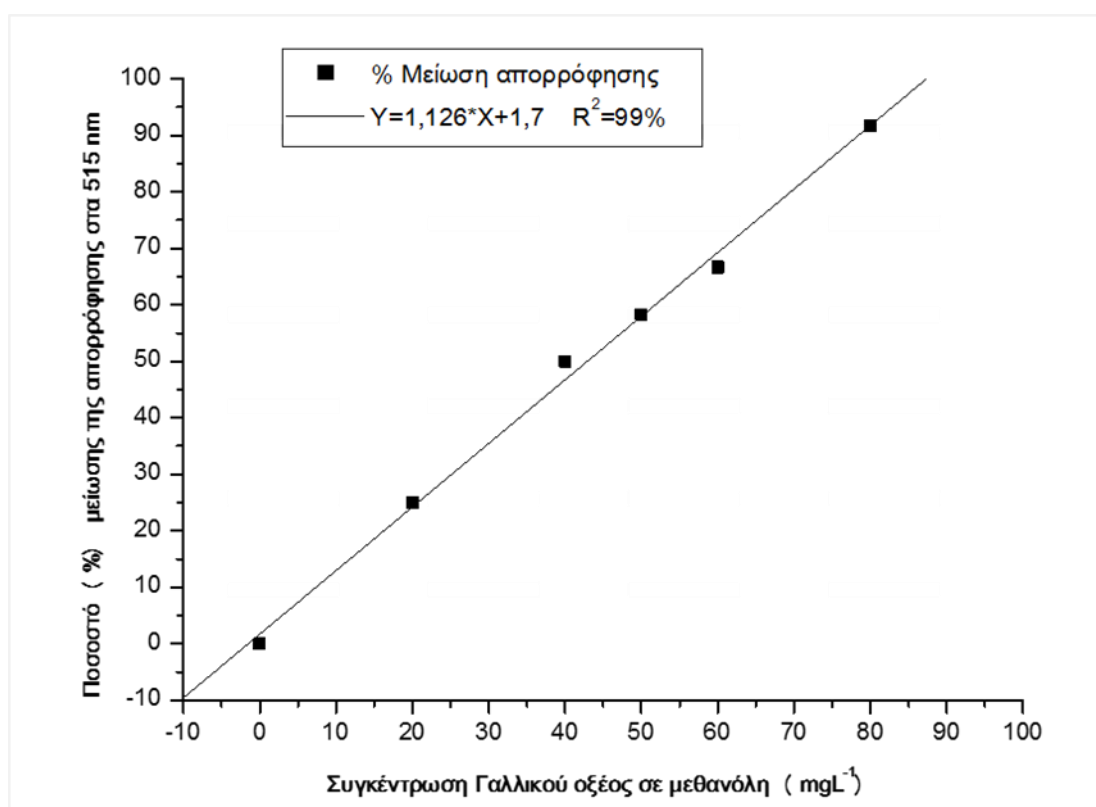


Εικόνα 7: Φασματοφωτόμετρο ορατού-υπεριώδους

Από τις τέσσερις τιμές ποσοστών μείωσης της απορρόφησης της αρχικής τιμής του DPPH στο φασματοφωτόμετρο (515 nm) και οι οποίες αντιστοιχούν στις τέσσερις ποσότητες ριγανέλαιου που χρησιμοποιήθηκαν από το κάθε δείγμα, καταρτίστηκε η χαρακτηριστική καμπύλη του κάθε δείγματος ριγανέλαιου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία και η οποία συσχετίζει την ποσότητα του ριγανέλαιου, με την ελάττωση της απορρόφησης του standard αντιδραστήριου του DPPH στα 515 nm (και κατ' επέκταση με έμμεσο τρόπο με την ολική αντιοξειδωτική του ικανότητα) και είναι χαρακτηριστική για το κάθε δείγμα αιθέριου ελαίου. Η καμπύλες αυτές είναι στην πραγματικότητα ευθείες γραμμές και η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης των τιμών απορρόφησης στα 515 nm πάνω στην ποσότητα του ριγανέλαιου, αποδίδει αλγεβρικά την σχέση μεταξύ ποσότητας αιθέριου ελαίου και ποσοστού μείωσης της απορρόφησης του DPPH, για το κάθε δείγμα ριγανέλαιου.

Από τις γραμμικές εξισώσεις αυτές, υπολογίστηκε η ποσότητα εκείνη του κάθε δείγματος ριγανέλαιου, η οποία προκαλεί μείωση κατά 50% της αρχικής απορρόφησης του standard διαλύματος του DPPH (των 4 mL) ή αλλιώς IC₅₀ (Inhibitory Concentration 50%). Η τιμή αυτή ανάγεται στην αντίστοιχη ποσότητα μιας γνωστής αντιοξειδωτικής ουσίας, όπως είναι το Γαλλικό οξύ, που έχει το ίδιο αποτέλεσμα στην μείωση της απορρόφησης του αντιδραστήριου του DPPH (ελάττωση κατά 50%), ονομάζεται «Ισοδύναμο Γαλλικού Οξέος» και αριθμητικά εκφράζεται είτε σε mMol είτε σε mg Γαλλικού Οξέος ανά kg αιθέριου ελαίου.

Για την αντιστοίχιση αυτή πρώτα καταρτίστηκε πρότυπη καμπύλη (ευθεία) που σχετίζει την ποσότητα του Γαλλικού οξέος σε διάλυμα με μεθανόλη (mgL^{-1}), σε συνάρτηση με την μείωση του ποσοστού της απορρόφησης ποσότητας 4 mL του standard διαλύματος του DPPH, μετά από την αντίδραση του γαλλικού οξέος με το DPPH (Εικόνα 8). Για την υλοποίηση της καμπύλης αναφοράς του Γαλλικού οξέος χρησιμοποιήθηκαν διαλύματα Γαλλικού οξέος σε μεθανόλη με συγκεντρώσεις 20, 40, 50, 60, και 80 mgL^{-1} . Από το κάθε διάλυμα ελήφθησαν ποσότητες των 170 μL , που τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες των 5 mL. Ακολούθως έγινε η προσθήκη των 4 mL του standard διαλύματος του DPPH και τοποθετήθηκαν σε σκοτεινό μέρος. Μετά από 60 min έγινε η μέτρηση της απορρόφησης του κάθε διαλύματος και υπολογίστηκε το ποσοστό μείωσης της απορρόφησης του. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος – DPPH, που προσδιορίστηκε στην παρούσα μελέτη.



Εικόνα 8: Σχέση μεταξύ των ποσοστών της μείωσης της απορρόφησης του διαλύματος του DPPH σε μήκος κύματος 515 nm και της συγκέντρωσης (mgL^{-1}) του Γαλλικού οξέος σε καθαρή μεθανόλη.

Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης των τιμών των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης του φωτός των 515 nm από το DPPH, πάνω στις τιμές της συγκέντρωσης του Γαλλικού οξέος, η κατά το ήμισυ μείωση των ποσοστών απορρόφησης αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλλικού οξέος της τάξεως των 40 mgL^{-1} . Επομένως η ποσότητα γαλλικού οξέος που περιέχεται στα 170 μL (που χρησιμοποιήθηκαν για να αντιδράσουν με τα 4mL του standard διαλύματος του DPPH) θα είναι:

$$\frac{170 \times 40}{10^6} = 68 \times 10^{-4} \text{mg}$$

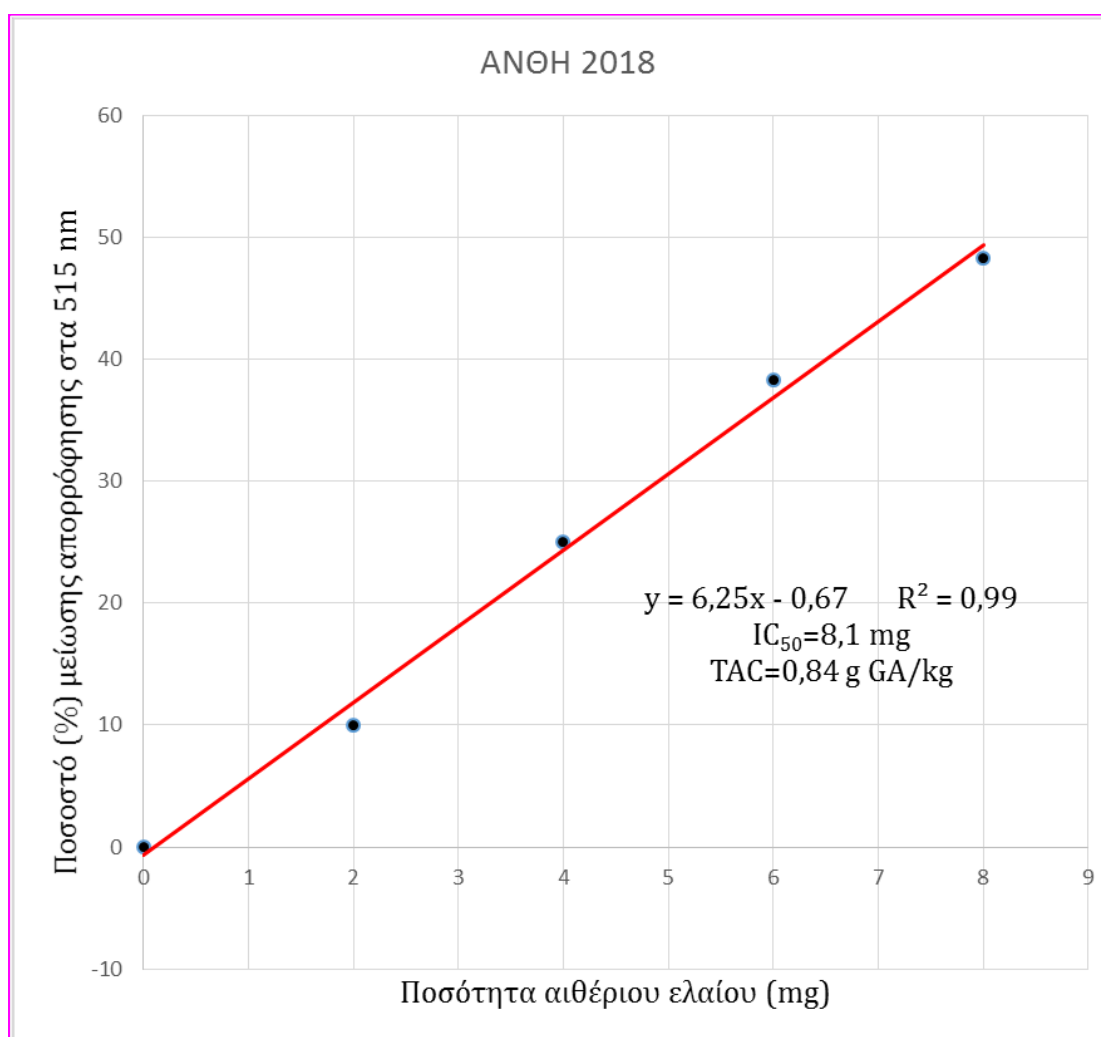
Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί στην ποσότητα του αιθέριου ελαίου (διαφορετική για το κάθε δείγμα) που προκαλεί ελάττωση κατά 50% της απορρόφησης των 4mL του standard διαλύματος του DPPH. Με αναγωγή της ποσότητας αυτής (της τάξεως των mg) στο kg, προκύπτει η Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα που αφορά το ολικό κλάσμα του κάθε δείγματος ριγανέλαιου (Total Antioxidant Capacity - TAC), εκπεφρασμένη σε ισοδύναμο Γαλλικού οξέος.

Για παράδειγμα, έστω ότι ποσότητα Q mg από ένα δείγμα αιθέριου ελαίου προκαλούν μείωση κατά 50% της απορρόφησης του διαλύματος του DPPH (με άλλα λόγια $\text{IC}_{50} = Q$), τότε η ποσότητα (TAC) γαλλικού οξέος (GA) που αντιστοιχεί στο kg αυτού του δείγματος θα είναι:

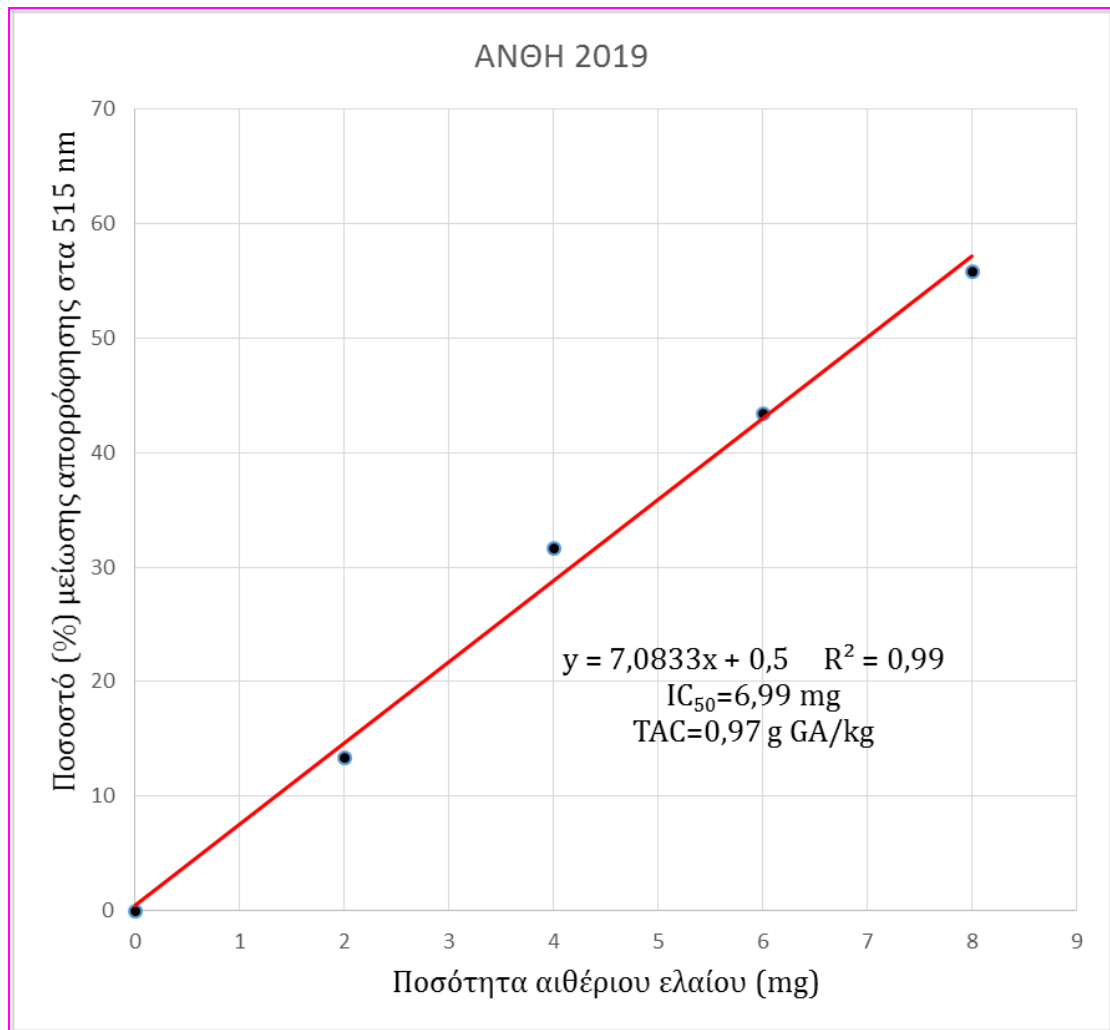
$$\text{TAC} = \frac{68 \times 10^{-4} \times 10^6}{\text{IC}_{50}} = \frac{68 \times 10^2}{\text{IC}_{50}} \text{ mg GA/kg αιθέριου ελαίου}$$

4 Κεφάλαιο 4^ο: Αποτελέσματα

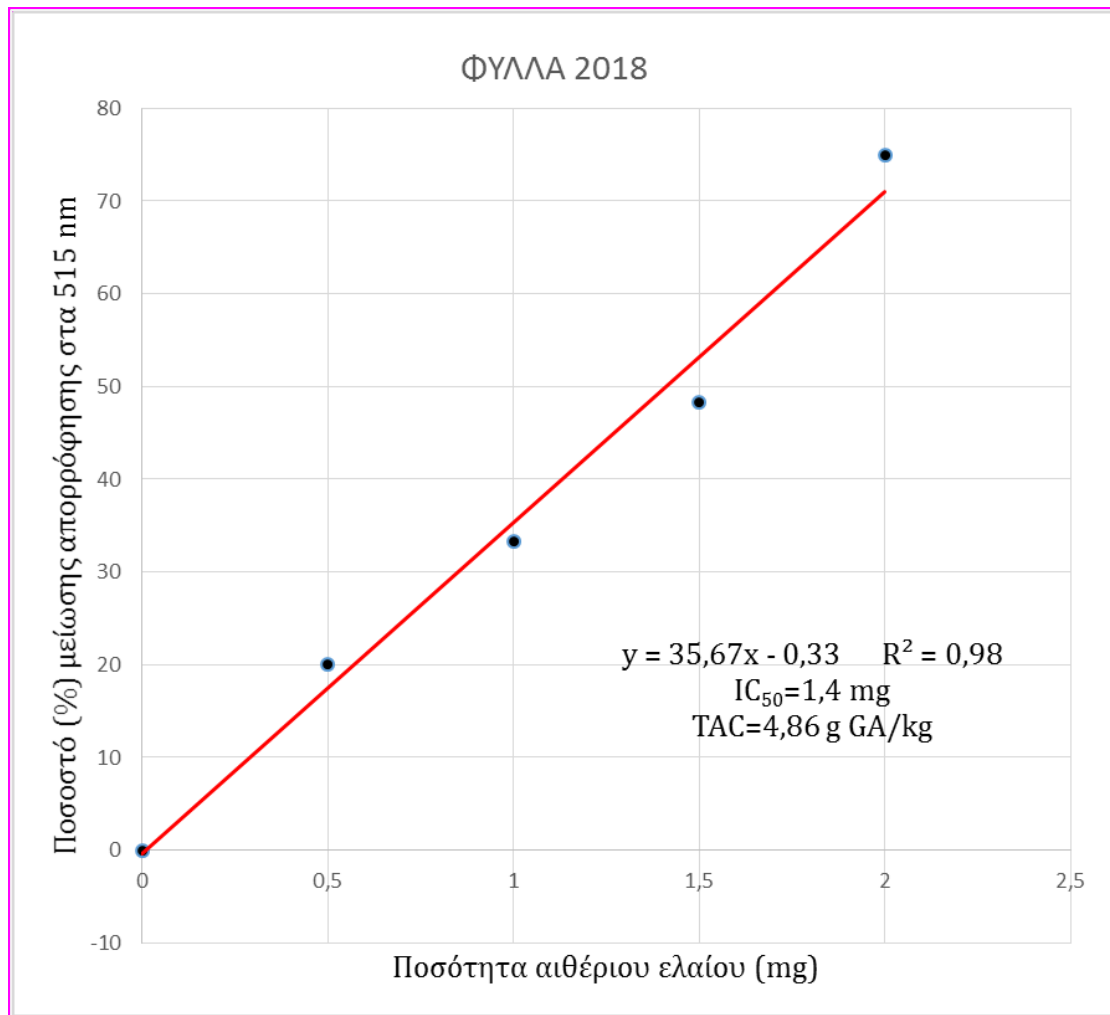
Στις ακόλουθες εικόνες παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες μείωσης της απορρόφησης του DPPH για το ολικό κλάσμα των τεσσάρων δειγμάτων ριγανέλαιου που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία (Εικόνα 9, 10, 11, 12). Οι γραμμικές εξισώσεις αποδίδουν την σχέση μεταξύ ποσότητας αιθέριου ελαίου και ποσοστών ελάττωσης της απορρόφησης του DPPH. Οι τιμές IC_{50} , αφορούν την ποσότητα εκείνη του αιθέριου ελαίου που ελαττώνει κατά 50% την απορρόφηση των 4 mL DPPH. Οι τιμές TAC αφορούν την ισοδύναμη ποσότητα σε Γαλλικό οξύ (GA) ανά kg από το κάθε δείγμα αιθέριου ελαίου.



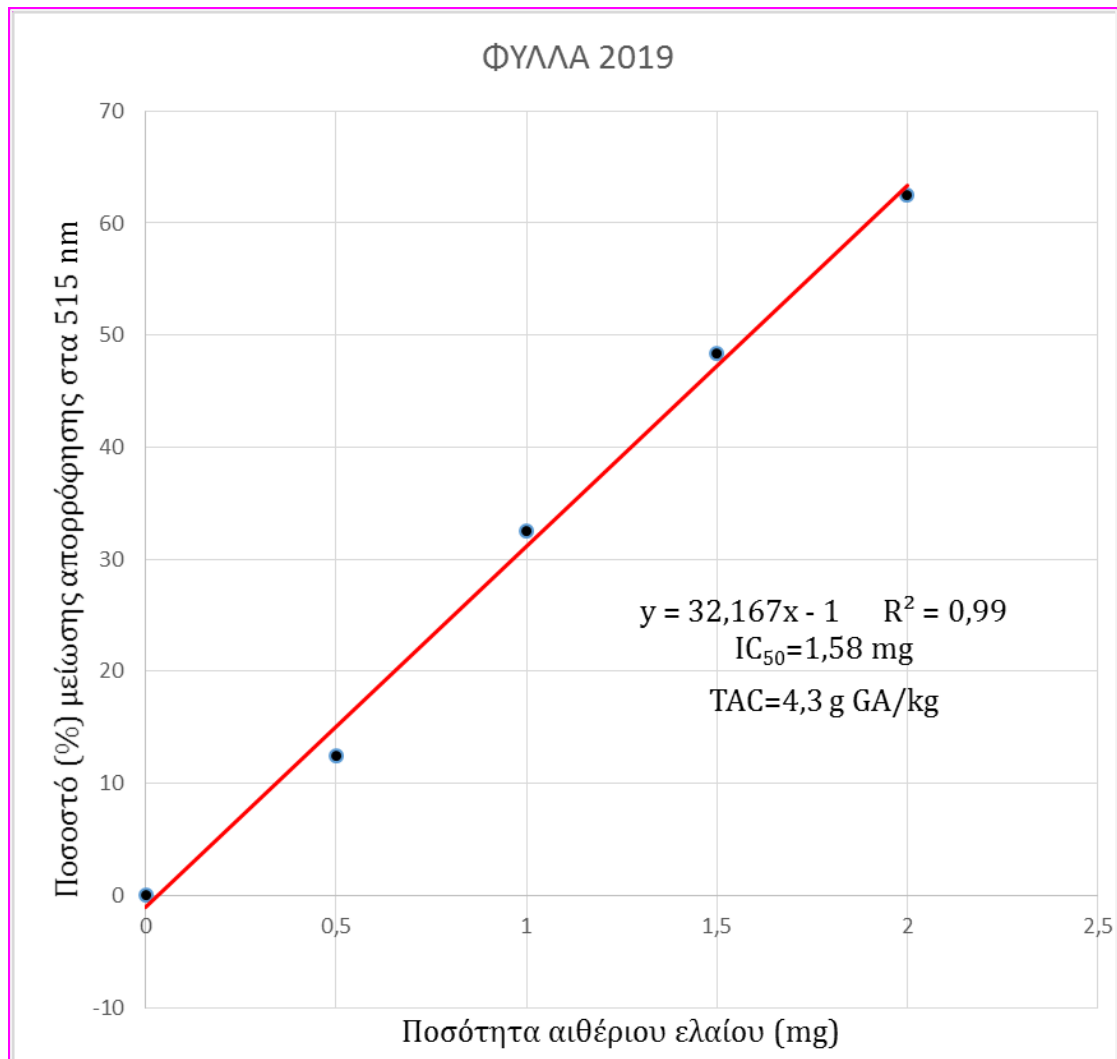
Εικόνα 9: Χαρακτηριστική καμπύλη της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (μεταβολής του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος του DPPH), για το δείγμα αιθέριου ελαίου από άνθη ρίγανης της καλλιεργητικής περιόδου 2018.



Εικόνα 10: Χαρακτηριστική καμπύλη της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (μεταβολής του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος του DPPH), για το δείγμα αιθέριου ελαίου από άνθη ρίγανης της καλλιεργητικής περιόδου 2019.



Εικόνα 11: Χαρακτηριστική καμπύλη της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (μεταβολής του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος του DPPH), για το δείγμα αιθέριου ελαίου από φύλλα ρίγανης της καλλιεργητικής περιόδου 2018.



Εικόνα 12: Χαρακτηριστική καμπύλη της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (μεταβολής του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος του DPPH), για το δείγμα αιθέριου ελαίου από φύλλα ρίγανης της καλλιεργητικής περιόδου 2019.

5 Κεφάλαιο 5^ο: Συζήτηση -Συμπεράσματα

Η μείωση των ποσοστών απορρόφησης του DPPH, από τα τέσσερα δείγματα ριγανέλαιου στα 515 nm, ακολουθεί σε κάθε περίπτωση ένα γραμμικό πρότυπο μεταβολής (γραμμική παλινδρόμηση των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης των τιμών του φασματοφωτόμετρου πάνω στις τιμές της ποσότητας του αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε περίπτωση). Με άλλα λόγια σε κάθε δείγμα ριγανέλαιου η μείωση των ποσοστών της απορρόφησης του φωτός σε μήκος κύματος στα 515 nm αυξάνεται με σταθερό ρυθμό που αποδίδεται με την κλίση της εκάστοτε γραμμικής εξίσωσης παλινδρόμησης (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Εξισώσεις γραμμικής παλινδρόμησης των ποσοστών της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των τεσσάρων δειγμάτων ριγανέλαιου σε σχέση με την ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε.

Μεταχείριση	Εξίσωση παλινδρόμησης ($Y=b*X+a$)	F_{reg}	P	R^2
Άνθη περιόδου 2018	$Y=6,25*X-0,67$	625	<0,001	0,99
Άνθη περιόδου 2019	$Y=7,08*X+0,5$	504	<0,001	0,99
Φύλλα περιόδου 2018	$Y=35,67*X-0,33$	191,9	<0,001	0,98
Φύλλα περιόδου 2019	$Y=32,167*X - 1$	685,5	<0,001	0,99

Με βάση τις παραπάνω εξισώσεις, θέτοντας ως Y την τιμή 50, υπολογίστηκε η IC_{50} του κάθε δείγματος. Όπως έχει περιγράψει προηγούμενα, η τιμή αυτή είναι αντίστοιχη με την ποσότητα του γαλλικού οξέος που προκαλεί ελάττωση της απορρόφησης του αντιδραστηρίου DPPH κατά 50%. Με την κατάλληλη αναγωγή προσδιορίστηκαν οι TAC (σε ισοδύναμη ποσότητα Γαλλικού οξέος ανά kg για το κάθε δείγμα αιθέριου ελαίου (βλέπε υλικά και μέθοδοι).

Στον παρακάτω Πίνακα 4 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της IC_{50} και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας, των τεσσάρων δειγμάτων ριγανέλαιου που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας εκπεφρασμένης σε ισοδύναμη ποσότητα Γαλλικού οξέος και της IC₅₀ των τεσσάρων δειγμάτων αιθέριου ελαίου ρίγανης.

Μεταχείριση	TAC (g GA/kg oil)	IC ₅₀ mg oil
Άνθη περιόδου 2018	0,84	8
Άνθη περιόδου 2019	0,97	7
Φύλλα περιόδου 2018	4,86	1,4
Φύλλα περιόδου 2019	4,3	1,6

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι :

1. Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είναι πλούσιο σε ουσίες που έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες (ποσότητες που ξεκινούν από 1 και φθάνουν τα 8 g ανά kg αιθέριου ελαίου).
2. Μεγάλες διαφορές παρουσιάζονται στις ποσότητες των αντιοξειδωτικών ουσιών μεταξύ των δειγμάτων ριγανέλαιου, ανάλογα αν προέρχονται από τα φύλλα ή τα άνθη της ρίγανης. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι η περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες στο αιθέριο έλαιο που προέρχεται από τα φύλλα της ρίγανης μπορεί να είναι πενταπλάσια σε σχέση με την περιεκτικότητα στο αιθέριο έλαιο από τα άνθη.
3. Δεν διαπιστώνονται αξιολογες διαφορές στη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων ριγανέλαιου (είτε αν αυτά προέρχονται από φύλλα είτε από τα άνθη), μεταξύ των δύο καλλιεργητικών περιόδων.

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά είναι ένας σημαντικός οικονομικός πόρος και κερδίζουν δημοτικότητα παγκοσμίως ως πηγή πρώτων υλών για φαρμακευτικά προϊόντα και παραδοσιακό σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Πιστεύεται ότι η καλλιέργεια της *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο για την ελληνική γεωργία παρέχοντας υψηλή προστιθέμενη αξία και σε απομακρυσμένες περιοχές και υποβαθμισμένες επικλινείς εκτάσεις στην ημι-άνυδρη ζώνη της χώρας. Επίσης, η καλλιέργεια της *Origanum vulgare* ssp. μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας με αποτέλεσμα πολλά περιβαλλοντικά οφέλη.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Δόρδας, Χ. 2012. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ. 358. Κουκ, Μ.Κ. 2003. Ελληνικά αρωματικά φυτά: χρήσεις και έρευνα. ΕΘΙΑΓΕ, 14, σελ. 21-24.

Κουτσός, Θ. (2006). Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά, Εκδόσεις Ζήτη.

Κυριτσάκης, Α. (2007). Ελαιόλαδο, ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ, ΒΡΩΣΙΜΗ ΕΛΙΑ-ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ, Δ΄ έκδοση, Copy City digital, Θεσσαλονίκη.

Μηνιώτη, Α. (2009). Ανάπτυξη νέων μεθόδων προσδιορισμού ολικής αντιοξειδωτικής ενεργότητας και εφαρμογή στο ελαιόλαδο, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μποζαμπαλίδης, Α. (2008). Οι αδένες των φυτών. Έκδοση Μποζαμπαλίδης Αρτέμιος, Καθηγητής, ΑΠΘ.

Πάνου-Φιλοθέου, Ε. (2009). Αρωματικά φυτά, ΑΤΕΙΘ, Θεσσαλονίκη.

Πάνου-Φιλοθέου Ε. (2009). Διδακτικές σημειώσεις για το μάθημα Αρωματικά φυτά, ΑΤΕΙΘ.

Ρέππας, Κ. (2012). Επιχειρηματικό σχέδιο για τη δημιουργία τυποποιητικής εξαγωγικής μονάδας ελαιολάδου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ρέρη, Ε. (2010). Μελέτη της αντιοξειδωτικής δράσης εκχυλισμάτων από μέντα, φασκόμηλο και τσάι με συνδυασμό in vitro μεθόδων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Τζουραμάνη, Ε., Ναβρούζογλου, Π., Σιντόρη, Αλ., Λιοντάκης, Αγ., Παπαευθυμίου, Μ., Καρανικόλας, Π. και Αλεξόπουλος, Γ. (2008). Αρωματικά Φυτά - Ρίγανη: Δίκτυο Παροχής Συμβουλών Καινοτόμων Πρωτοβουλιών στον Αγροτικό Τομέα, Μέτρο 9, Καν.(ΕΚ) 2182/02. Υποέργο 2: Αποτύπωση και Παρουσίαση των Μελετών Περιπτώσεων. Φάση 3: Αποτύπωση των Επιτυχημένων Περιπτώσεων-Δραστηριοτήτων. Ι.Γ.Ε.Κ.Ε.-ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε.

Τσιγαρίδα, Ε. 2006. Φαρμακευτικά φυτά και τοπική & περιφερειακή ανάπτυξη: Η περίπτωση ενός μοντέλου τοπικής και περιφερειακής ανάπτυξης στο πλαίσιο της συμβολογικής γεωργίας στην Ελλάδα. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ξένη

Aligiannis, N., Kalpoutzakis, E., Mitaku, S., Chinou, B. (2001). Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4168-4170.

Anonymous (2015) Hatay Province Medical and Aromatic Plant Action Plan (2015-2019). Hatay Governorship, Turkey, 102p.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology.* 46, 446–475.

Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay, *Anal Biochem*, 239, 70-76.

Bernáth, J., Németh, É. (2001). Ecological diversity of Hungarian medicinal and aromatic plant flora and its regional consequences. *International Journal of Horticultural Science Hungary.*

Bick, J.A. & Lange, B.M. (2003). Metabolic cross talk between cytosolic and plastidial pathways of isoprenoid biosynthesis: unidirectional transport of intermediates across the chloroplast envelope membrane. *Arch. Biochem. Biophys.* 415, 146- 154.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.

Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr. Rev.* 11, 317–33.

Canter, P.H., Thomas, H., Ernst, E. (2005). Bringing medicinal plants into cultivation: Opportunities and challenges for biotechnology. *Trends Biotechnol*; 23#4:180-5.

Cao, G., Prior, R.L. (1999). The measurement of oxygen radical absorbance capacity in biological samples, *Methods Enzymol*, 299, 50-62.

Cetin, H., Cilek, J., Aydin, L., Yanikoglu, A. (2009). Acaricidal effects of the essential oil of *Origanum minutiflorum* (Lamiaceae) against *Rhipicephalus turanicus* (Acari: Ixodidae). *Vet. Parasitol.* 160: 359-361.

Dulger, B. (2005). An investigation on antimicrobial activity of endemic *Origanum solymicum* and *Origanum bilgeri* from Turkey. *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.* 2: 259-263.

Frankel, E.N., Meyer, A.S. (2000). The problems of using onedimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants, *J. Sci. Food Agric.*, 80: 1925-1941.

- Grassmann, J. & Elstner, E.F. (2003). ESSENTIAL OILS: properties and uses. In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition) (Editor-in-Chief: Benjamin Caballero, ed) Oxford: Academic Press.
- Gurib-Fakim, A. (2006). Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Review. Molec. Asp. Med. 27: 1-93.
- Huang, D., Ou, B., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J.A., Prior, R.L. (2002). High-throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format', J. Agric. Food Chem., 50, 4437-4444.
- Karousou, R., Balta, M., Hanlidou, E., Kokkini, S., 2007. "Mints", smells and traditional uses in Thessaloniki (Greece) and other Mediterranean countries. J. Ethnopharmacol. 109, 248–257.
- Kupke, J., Schwierz, A., Niefind, B. (2000). Arznei- und gewürzpflanzen in osteuropa. anbau, verarbeitung und handel in 18 ausgewählten moe-ländern. Materialien zur Marktberichterstattung ZMP Bonn 34:1–95.
- Lange, D. (1996). Untersuchungen zum Heilpflanzenhandel in Deutschland. Ein Beitrag zum internationalen Artenschutz. German Federal Agency for Nature Conservation, Bonn-Bad Godesberg, Germany.
- Kokkini, S., Karousou, R., Dardioti, A., Krigas, N., Lanaras, T. (1997). Autumn essential oils of Greek oregano. Phytochemistry 44: 883-886.
- Lambert, R.J.V., Skandamis, P.N., Coote, P.J., Nychas, G.-J.E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. J. Appl. Microbiol. 91: 453-462.
- Macheix, J., Fleuriot, A., 1998. Flavonoids in Health and Disease. Marcel Dekker Inc, 329 New York. 839-868.
- Malamas, M., Marselos, M. (1992). The tradition of medicinal plants in Zagori, Epirus (northwestern Greece). J. Ethnopharmacol. 37: 197-203.
- McKay, D., Blumberg, J. (2006). A Review of the Bioactivity and Potential Health Benefits of Chamomile Tea (*Matricaria recutita* L.), Phytother. Res. 20, 519– 530.
- Miller, N.J., Rice-Evans, C., Davies, M.J., Gopinathan, V., Milner, A. (1993). "A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates". Clinical Science, 84: 407—412.

- Mith, H., Dure, R., Delcenserie, V., Zhiri, A., Daube, G., Clinquart, A. (2014). Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Sci. Nutr.* 2: 403-416.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *J. Sci. Technol.*, 26(2): 211-219.
- Nabavi, S.M., Marchese, A., Izad, i M., Curti, V., Daglia, M., Nabavi, S.F. (2015). Plants belonging to the genus *Thymus* as antibacterial agents: from farm to pharmacy. *Food Chem.* 173: 339-347.
- Nijveldt, R., Nood, E., Hoorn, D., Boelens, P., Norren, K., Leeuwen, P. (2001). Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. 333 *Amer. J. Clin. Nutr.* 74, 418-425.
- Nostro, A., Blanco, A., Cannatelli, M., Enea, V., Flamini, G., Morelli, I., et al. (2004). Susceptibility of methicillin-resistant staphylococci to oregano essential oil, carvacrol and thymol. *FEMS Microbiol. Lett.* 230: 191-195.
- Özhatay, N. (1997). The wild medicinal plant trade in Turkey: information on medicinal and aromatic vascular plants collected from natural habitats for internal and international trade, with conservation recommendations. Doğal Hayatı Koruma Derneği, Istanbul, Turkey.
- Phitos, D., Constantinidis, T., Kamari, G. (2009). The red data book of rare and threatened plants of Greece, vol 1 (A–D) and vol. 2 (E–Z). Hellenic Botanical Society, Patras, Greece (in Greek).
- Popov, I., Lewin, G. (1999). Antioxidative homeostasis: characterisation by means of chemiluminescent technique, *Meth Enzymol*, 300: 437-456.
- Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem* 53(8):3101–3113.
- Rates, S.M.K. (2001). Plants as source of drugs. *Toxicon.* 39: 603-613.
- Schippmann, U. W. E., Leaman, D., & Cunningham, A. B. (2006). A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. *Frontis*, 75-95.
- Shahin Sharif, A., Naresh, K., Abhinav, L., Angad, S., Hallihosur, S., Abhishek, S., Utpal, B. (2007). Indian medicinal herbs as sources of antioxidants, *Food Research International*, 41(1): 1-15.

- Solomou, A. D., Skoufogianni, E., Mylonas, C., Germani, R., & Danalatos, N. G. (2019). *AJAB. Asian J Agric & Biol*, 7(2), 289-299.
- Solomou, A. D., Martinos, K., Skoufogianni, E., & Danalatos, N. G. (2016). Medicinal and aromatic plants diversity in Greece and their future prospects: A review. *Agricultural Science*, 4(1), 9-21.
- Stefanou, P., Baloutas, D., Katsinikas, D., Abraham, E., Kyriazopoulos, A., Parissi, Z., Arabatzis, G. (2015). Cultivation and production of aromatic plants in Greece: present situation, possibilities and prospects.
- Taylor, David A. (2008). New yardstick for medicinal plant harvests. *Environ Health Persp*; 116.1: A21. Academic OneFile. Web. 24 Mar. 13.
- Touwaide, A. (2005). Healers and Physicians in Ancient and Medieval Mediterranean Cultures. In *Handbook of Medicinal Plants*, Z. Yaniv, and U. Bachrach, (eds.). New York: Food Products Press, Haworth Medical Press. 155-173.
- Vokou, D., Katradi, K. and Kokkini, S. (1993). Ethnobotanical survey of Zagori (Epirus, Greece), a renowned centre of folk medicine in the past. *J. Ethnopharmacol.* 39: 187-196.
- Wayner, D.D.M., Burton, G.W., Ingold, K.U., Locke, S. (1985). A fluorescence-based method for measuring total plasma antioxidant capability, *Free Radic. Biol. Med*, 18: 29-36.
- Williams, R.J., Spencer, J.P.E., Rice-Evans, C. (2004). Flavonoids: Antioxidants or signaling molecules, *Free Radical Biology & Medicine*, 36 (7): 838-849.
- Winston, G.W., Regoli, F., Dugas, A.J., Fong, J.H., Blanchard, K.A. (1998). A rapid gas chromatographic assay for determining oxyradical scavenging capacity of antioxidants and biological fluids, *Free Radical Biol. Med.*, 24: 480-493.