



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**«Ποσοτική και ποιοτική διακύμανση του αιθέριου ελαίου της
ρίγανης σε σχέση με περιβαλλοντικούς παράγοντες»**

Μπαλούρη Ελένη
Γεωπόνος

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Παπανικολάου

Θεσσαλονίκη 2013

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Κωνσταντίνος Παπανικολάου, Καθηγητής Γεωπονικής Σχολής Α.Π.Θ.

Χρήστος Δόρδας, Αν. Καθηγητής Γεωπονικής Σχολής Α.Π.Θ.

Αστέριος Χατζηπαναγιώτου, Καθηγητής Γεωπονικής Σχολής Α.Π.Θ.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Που υποβλήθηκε στην Επιτροπή Μεταπτυχιακής Ειδίκευσης «Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής» του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών της Γεωπονικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ως μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων για τη λήψη του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΜΔΕ).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες αντί προλόγου	4
1. Εισαγωγή	5
2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	7
3. Υλικά και μέθοδοι	52
4. Αποτελέσματα - Συζήτηση	60
5. Συμπεράσματα	71
Περίληψη	73
Summary	75
Βιβλιογραφία	77

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Με αφορμή την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους, οι οποίοι συνετέλεσαν στην πραγματοποίηση της.

Αρχικά θα ήθελα να αναφερθώ στον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Παπανικολάου και να τον ευχαριστήσω για την ανάθεση του θέματος, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθώς και την πολύτιμη βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια έως και το πέρας της εργασίας.

Έπειτα στον Καθηγητή κ. Δημήτρη Ντότα, Πρόεδρο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τομέα Ζωικής Παραγωγής, καθώς και όλους τους Καθηγητές του Τομέα για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια του προγράμματος.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Φώτη Νίτσα, Διευθύνοντα Σύμβουλο της εταιρείας ECOPHARM HELLAS S. A., για την δυνατότητα που μου έδωσε να εκτελέσω το πειραματικό κομμάτι της παρούσας διπλωματικής διατριβής στο Εργαστήριο της εταιρείας, αλλά και για τις γνώσεις, τις συμβουλές και την εμπιστοσύνη που μου έχει προσφέρει επί σειρά ετών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ελλάδα έχει μια εξαιρετικά πλούσια χλωρίδα που αποτελεί, γεωγραφικά και ιστορικά, ένα σύνδεσμο μεταξύ του φυτικού κόσμου της Ευρώπης και της Ασίας. Αυτή η χλωρίδα περιλαμβάνει διαφορετικά φυτογεωγραφικά στοιχεία ποικίλως κατανεμημένα στις διάφορες περιοχές της χώρας. Ένα σπουδαίο συστατικό της είναι τα αρωματικά φυτά που αντιπροσωπεύονται από ένα μεγάλο αριθμό αυτοφυών ειδών καθώς ευνοούνται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας μας.

Ο όρος «αρωματικά φυτά» αναφέρεται, όπως δηλώνει και το όνομά τους, σε εκείνα τα φυτά με χαρακτηριστικό άρωμα οφειλόμενο στην παρουσία αιθέριων ελαίων που μπορούν να ανευρίσκονται σε όλα τα φυτικά όργανα - ρίζες, βλαστοί, φύλλα, οφθαλμοί, άνθη, καρποί – ή να είναι εντοπισμένα σε κάποιο από αυτά (Βώκου 1983).

Η οικογένεια *Lamiaceae* αναφέρεται ως η πιο σημαντική καθώς περιέχει το γένος *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά φυτά «Ρίγανης» (Ελληνική και Τούρκικη) (Makri, 2002). Ο όρος «Ρίγανη» αναφέρεται κυρίως στο χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση που έχουν κάποια φυτά των οποίων το αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά καρβακρόλης (Kokkini et al., 2003).

Το αιθέριο έλαιο αντιστοιχεί σε πολύπλοκα μίγματα ουσιών που περιέχονται στο φυτό και είναι δυνατόν να λαμβάνονται από αυτό με απόσταξη σε πολύ συμπυκνωμένη μορφή (Skrubis 1972).

Το αιθέριο έλαιο της ελληνικής ρίγανης θεωρείται, παγκοσμίως, το καλύτερο ποιοτικώς. Η αιτία της συγκεκριμένης παραδοχής οφείλεται στη σύνθεσή του, δηλαδή στα σημαντικά ποσοστά της καρβακρόλης και της θυμόλης (Baydar et al., 2004, Kozyra et al.,2009, Menaker et al., 2004, Dugo et al.,2000).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ασχοληθεί βιβλιογραφικά και πειραματικά με την ποσοτική και ποιοτική διακύμανση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης σε σχέση με περιβαλλοντικούς παράγοντες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

1. Ιστορική αναδρομή

Οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν όλα τα αρωματικά φυτά σαν αρτύματα, καθώς επίσης για το αρωματισμό των κρασιών. Επιθυμητά δώρα θεωρούνταν τα αρτύματα.

Ο Ιπποκράτης ο πατέρας της ιατρικής (460-370 π.χ.) αναφέρει πως τα βότανα εκτός από τροφή μπορεί να γίνουν και φάρμακο «Κάνε την τροφή φάρμακο σου και το φάρμακο τροφή σου». Αφήνοντας έτσι πρωτοποριακές πραγματείες για τη διατροφή, προσδιόρισε ένα σημαντικό ρόλο των αρωματικών φυτών και των βοτάνων, ορίζοντας ότι η τροφή πρέπει να εμπλουτίζεται από αρώματα για να χορταίνει κανείς με πιο λίγο φαγητό.

Ο μεταγενέστερος, φωτισμένος επίσης ιατρός ο Γαληνός (2^{ος} αι. μ.χ.), όρισε τρεις τομείς για το θεραπευτικό μέρος της ιατρικής: τη δίαιτα, τη χειρουργική και τη “φαρμακεία”. Και χώρισε τις τροφές σε θερμές και ψυχρές. “Δεν είναι μόνο τροφές αλλά και φάρμακα”. Το μαρούλι είναι και τροφή και ψυχρό φάρμακο, ενώ η ρόκα είναι και τροφή και θερμό φάρμακο. Παρομοίως και το σινάπι, η πέπερις, ο άνηθος και ο απήγανος και η ρίγανη και το

φλισκούνι και η μέντα και η θρύμπα και το θυμάρι είναι όλα και τροφές και θερμά φάρμακα (Ψιλάκης, 2000).

Ο Διοσκουρίδης ο Αναζαρβέας στο «Περί ύλης Ιατρικής» σύγγραμμα του περιέγραψε τις θεραπευτικές ιδιότητες 600 περίπου φυτών (Σκρουμπής, 1988)

Οι Σουμερίοι που ήταν ένας από τους αρχαιότερους λαούς και οι Ασσύριοι γνώριζαν τις θεραπευτικές ιδιότητες 200 περίπου φυτών μεταξύ των οποίων η ρίγανη, το θυμάρι, το κορίανδρον που τα χρησιμοποιούσαν οι ιατροί της εποχής εκείνης (Σκρουμπής 1988).

2. Έννοια

Ως αρωματικά φυτά θεωρούνται τα είδη του φυτικού βασιλείου με κοινό χαρακτηριστικό το ότι περιέχουν στα διάφορα μέρη τους (φύλλα, άνθη κ.λπ.) αιθέρια έλαια, ουσίες δηλαδή που όταν ελευθερωθούν εκλύουν χαρακτηριστική οσμή. Φαρμακευτικό φυτό, καλείται κάθε φυτό που περιέχει ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά, τα οποία έχουν την ικανότητα να προλάβουν, να ανακουφίσουν ή να θεραπεύσουν ασθένειες (Σαρλής, 1994).

Σύμφωνα με τον Κουτσό (2006) ως αρωματικά αναφέρονται τα φυτά που χρησιμοποιούνται στη γευστική βελτίωση των τροφών (μαγειρική, ζαχαροπλαστική, βιομηχανία τροφίμων και ποτών, foods and beverages), στην κοσμετολογία (σαπούνια αρώματα καλλυντικά, non foods), για παρασκευή αφεψημάτων κ.λπ. Όλα τα Αρωματικά φυτά είναι και Φαρμακευτικά. Στα περισσότερα μάλιστα, η φαρμακευτική τους χρήση προηγήθηκε της αρωματικής. Έτσι, στη διεθνή ορολογία αναφέρονται ως «Φαρμακευτικά και Αρωματικά Φυτά» (Medical and Aromatic Plants, MAP). Στη χώρα μας όμως αναφέρονται ως «Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά» (ΑΑΦ), δηλαδή ο όρος «αρωματικά» προηγείται. Ενώ, όλα τα Αρωματικά είναι και Φαρμακευτικά φυτά, μερικά Φαρμακευτικά δεν είναι και Αρωματικά, π.χ. βαλσαμόχορτο, δακτυλίτιδα, μπελαντόνα κ.ά. Τα Φαρμακευτικά φυτά, που δεν

είναι και Αρωματικά, συγκρινόμενα με τον αριθμό των φυτών που είναι Φαρμακευτικά και Αρωματικά μαζί, είναι πολύ λίγα.

Η χλωρίδα της Ελλάδας απαριθμεί περίπου 6.000 είδη ανώτερων φυτών. Απ' αυτά τα 500-600 χαρακτηρίζονται ως αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, γεγονός που μαρτυρεί ότι η Ελλάδα πλεονεκτεί σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες σε συνθήκες παραγωγής αρωματικών φυτών (Παπαναγιώτου κ.α., 2001). Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες, εξάλλου, ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη αρωματικών φυτών που δίδουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας (Σαρλής, 1991).

3. Οικογένεια Lamiaceae (Labiatae, Χειλανθή ή Χειλοστέφανα)

Η τάξη των Lamiales είναι πλούσια σε είδη ποώδη και θαμνώδη και διακρίνεται στις οικογένειες Verbanaceae και Lamiaceae. Η οικογένεια όμως με το μεγαλύτερο αριθμό αρωματικών φυτών που θεωρείται η πλέον κύρια της ελληνικής χλωρίδας είναι η οικογένεια Lamiaceae, διότι τα περισσότερα μέλη της α) παράγουν αιθέρια έλαια β) είναι ενδημικά και γ) συμμετέχουν σε όλους τους τύπους βλάστησης των διαφόρων κλιματικών περιοχών της χώρας (Kokkini κ.ά. 1988).

Στην οικογένεια των Χειλανθών ταξινομούνται 200 γένη με 3.200 περίπου είδη που εξαπλώνονται παγκοσμίως (Αυστραλία, ΝΔ. Ασία, Αφρική, Ευρώπη και Ν. Αμερική) με επίκεντρο την περιοχή της Μεσογείου. (Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999). Η οικογένεια Lamiaceae αντιπροσωπεύεται από 35 γένη (Kokkini et al., 1988).

Πρόκειται για οικογένεια με πολλά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που την κάνουν ευκολοδιάκριτη. Τέτοια είναι:

- Ο τετράγωνος βλαστός με τα αντιθέτως φυόμενα φύλλα.

- Η διάταξη των ανθέων με μασχαλιαίους ή ακραίους σπονδύλους όπου σχηματίζουν μονοχάσια ή διχάσια.
- Η συμπέταλη στεφάνη που αποτελείται από δύο χείλη (άνω και κάτω), κατασκευή που εξυπηρετεί την γονιμοποίηση που γίνεται με τα έντομα (Δ. Μπαμπαλώνας, Σ. Κοκκίνη, 1999).
- Ο ακτινόμορφος ή δίχειλος κάλυκας με 4 ή 5 οδόντες που περιβάλλει τον σωλήνα της στεφάνης. (Καρούσου, 1995)
- Οι τέσσερεις στήμονες, που είναι άνισοι και σχηματίζουν δύο ζεύγη (κοντό και μακρύ).
- Η επιφυής δικαρποφυλλική ωοθήκη, που μετατρέπεται πολύ νωρίς σε τετράλοβο και παράγει 4 κάρυα μεταξύ των οποίων φύεται ο στύλος.
- Τα αιθέρια έλαια που φέρουν όλα σχεδόν τα φυτά σε ειδικούς αδένες του βλαστού, των φύλλων και των ανθέων, στα οποία οφείλεται το άρωμά τους.
- Η χλωρίδα της Ελλάδας είναι πλούσια σε τέτοια φυτά, τα πλέον κοινά των οποίων είναι το θυμάρι, το φασκόμηλο, η ρίγανη, η λεβάντα, η μέντα, το τσάι του βουνού κ.α. (Δ.Μπαμπαλώνας, Σ. Κοκκίνη, 1999)

4. Ενδιαφέρον και Χρήσεις των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Το μεγάλο ενδιαφέρον για τα αρωματικά φυτά οφείλεται στο ότι:

- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιοποίηση φτωχών και εγκαταλελειμμένων αγρών.
- Μπορούν να συμβάλλουν στην αύξηση του γεωργικού εισοδήματος.
- Η καλλιέργειά τους συμβάλλει στην προστασία της βιοποικιλότητας.
- Μπορούν να μεταποιηθούν και να παράγουν προϊόντα μικρού όγκου και μεγάλης αξίας (αιθέρια έλαια).
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή καινοτόμων προϊόντων.
- Η χρησιμοποίηση της υπάρχουσας γνώσης είναι απαραίτητη σε κάθε πρωτοβουλία που έχει στόχο τη δημιουργία προϊόντων υψηλής ποιότητας.
- Αλλαγή του τρόπου ζωής και στις διατροφικές συνήθειες.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διατήρηση τροφίμων [(6);(8)]

Οι κύριες χρήσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και των αιθέριων ελαίων ή άλλων βιοδραστικών συστατικών που παραλαμβάνονται από αυτά είναι:

- Στην μαγειρική σαν φρέσκα ή αποξηραμένα αρτύματα, βότανα, καρυκεύματα και μπαχαρικά.
- Στην αρωματοποιία, σε καλλυντικά και προϊόντα προσωπικής υγιεινής, είτε απευθείας σαν κύρια και βασικά συστατικά είτε σαν πρώτες ύλες για την εκχύλιση και τη σύνθεση ειδικών αρωματικών ουσιών.
- Στη ζαχαροπλαστική, την ποτοποιία και τη βιομηχανία τροφίμων σαν αρωματικά, βελτιωτικά.
- Στην ιατρική και την κτηνιατρική σαν συστατικά σκευασμάτων.
- Στη γεωργία σαν φυσικά προστατευτικά μέσα.

Οι ευεργετικές δράσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών φαίνεται να αποδίδονται στα φαινολικά συστατικά των αιθέριων ελαίων, δράσεις, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Η ΡΙΓΑΝΗ

1. Γενικά – Ιστορική Αναδρομή

Ορίγανο το κοινό, της οικογένειας των Χειλανθών. Είναι γνωστό από την αρχαιότητα σαν αρτυματικό φυτό. Άλλες ονομασίες με τις οποίες μπορεί κανείς να το συναντήσει είναι αγριορίγανη, ρίανο, ρούβανο, ορίγανος. (Σκρουμπής, 1988).

Η ρίγανη είναι γνωστή από την αρχαιότητα ως αρωματικό και φαρμακευτικό φυτό. Το όνομά της προέρχεται από τις λέξεις όρος και γάνος (λαμπρότητα) και σημαίνει το φυτό που λαμπρύνει το βουνό. Από την ομηρική εποχή (7ος-8ος αιώνας π.Χ.) επικράτησε να λέγεται οριγανίων, εκείνος που έτρωγε ρίγανη (Σκρουμπής 1978).

Ο πατέρας της Ιατρικής Ιπποκράτης (5ος αιώνας π.Χ.) χρησιμοποιούσε τη ρίγανη για τη θεραπεία της γαστραλγίας, παθήσεων του αναπνευστικού συστήματος κ.ά.. Σχετικά με τις ωφέλειες της ρίγανης γίνεται λόγος και στα βιβλία του Θεόφραστου (327-287 π.Χ.) «Περί φυτών ιστορίαι» και στο έργο του Διοσκουρίδη του Αναζαρβέα (1ος αι. μ.Χ.) «Περί ύλης ιατρικής».

Οι αρχαίοι Έλληνες τοποθετούσαν στους τάφους φυτά ρίγανης, γιατί πίστευαν ότι ο νεκρός θα κοιμάται ήσυχα. Επίσης, στις γαμήλιες τελετές τα

νεαρά ζευγάρια στεφανώνονταν με φυτά ματζουράνας που είναι ένα από τα είδη ρίγανης, γιατί πίστευαν ότι αυτά τα φυτά δημιουργήθηκαν από την Αφροδίτη, η οποία με το άγγιγμά της τους μετέδωσε και το άρωμά της (Σκρουμπής 1978).

Η παράδοση της χρήσης της ρίγανης για θεραπευτικούς σκοπούς συνεχίστηκε και αργότερα φτάνοντας μέχρι την εποχή μας. Έτσι, ο πατέρας της «ερμητικής» ιατρικής Παράκελσος (1493 - 1541) χρησιμοποίησε τη ρίγανη για θεραπεία διάφορων παθήσεων (Σκρουμπής 1978).

Ο λαός τη θεωρεί σαν φυτό τονωτικό, ευστόμαχο, διεγερτικό, καθαρτικό και ανθελμινθικό. Επίσης αναφέρεται σαν φάρμακο για την ψωρίαση, την επιληψία, την τερηδόνα, τους κολικούς (Σκρουμπής, 1988). Χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα ως καταπραϋντικό των πόνων των δοντιών και ως επουλωτικό και αντισηπτικό τραυμάτων (Ανάση, 1976).

Το γεγονός ότι σ' ένα φυτό συναντώνται τόσες πολλές θεραπευτικές ιδιότητες αποδίδονται στις πολυφαινολικές και άλλες ουσίες που περιέχει και που κυρίως συνιστούν το αιθέριο έλαιό της, όπως θα αναφερθεί παρακάτω (Σκρουμπής, 1988)

2. Ταξινόμηση – Περιγραφή

ΑΘΡΟΙΣΜΑ: Spermatophyta

ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Magnoliophytina

ΚΛΑΣΗ: Magnoliatae

ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asteridae

ΤΑΞΗ: Lamiales

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Lamiaceae (Labiatae, Χειλανθή)

ΓΕΝΟΣ: Origanum



Οι όροι “oregano”, “origan” ή “origanum ” που χρησιμοποιούνται διεθνώς για τη ρίγανη έχουν περισσότερο εμπορική σημασία παρά βοτανική. Πολλά καλλιεργούμενα είδη που δεν ανήκουν στο γένος Origanum είναι

γνωστά στη διεθνή αγορά σαν “oregano”. Μερικά μάλιστα απ’ αυτά δεν ανήκουν ούτε στην οικογένεια *Lamiaceae*. Αντίθετα, πραγματικά είδη του γένους *Origanum* αναφέρονται με διαφορετικά εμπορικά ονόματα (Bejjilali 1997). Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τουλάχιστον 61 είδη από 17 γένη που ανήκουν σε έξι βοτανικές οικογένειες αναφέρονται με το όνομα “oregano”.

Η οικογένεια *Lamiaceae* θεωρείται η πιο σπουδαία γιατί περιέχει το γένος *Origanum* που αποτελεί την πηγή πολύ γνωστών ειδών αρτυμάτων ρίγανης.

Δύο γένη της οικογένειας *Verbenaceae* (*Lanata* και *Lippia*) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ρίγανης στην Αμερική με πιο γνωστό είδος την *Lippia graveolens* H.B.K. (Mexican oregano). Οι άλλες οικογένειες (*Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Apiaceae* και *Asteraceae*) έχουν περιορισμένη σημασία (Bernath 1997).

Στο γένος *Origanum* ανήκουν 42 είδη, 49 taxa (είδη, υποείδη, ποικιλίες) (Kokkini S., 1996).

Τα παρακάτω 7 είναι τα πιο γνωστά:

1) *Origanum* (*O.*) *vulgare* (ή *heracleoticum*) *L.* ή *O. hirtum* *L.* *Link.*, κοινώς ρίγανη και στην Κύπρο ρίανο, ρούανο και ρούβανο. Είναι ποικιλόμορφο είδος που συναντιέται σε ολόκληρη σχεδόν την Ελλάδα. Φρυγανώδες φυτό με βλαστό τριχωτό, όρθιο και πολύκλαδο, ύψους 30 - 80 cm. Συλλέγεται από όλα τα μέρη της χώρας μας και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της ρίγανης που εξάγεται.

2) *Origanum vulgare* *L.* ή *O. viride* *Hal.* ή *O. vulgare*, var. *viride* *Boiss.*, κοινώς ρίγανη, αγριορίγανη, αγριορίγανο. Και αυτό το είδος είναι ποικιλόμορφο και βρίσκεται σε χερσότοπους ή δασικές εκτάσεις σε πολλά μέρη της ηπειρωτικής Ελλάδας, καθώς και στα νησιά Εύβοια, Κεφαλονιά, Κέρκυρα, Νάξο κ.ά. φυτό φρυγανώδες, έχει βλαστό λεπτό, εύθραυστο, σκληρό, κοκκινωπό και τριχωτό, ύψους 20 – 50 cm. Συλλέγεται κυρίως στα νησιά σε μικρές ποσότητες, που αναμιγνύονται με το προηγούμενο είδος.

3) *Origanum maru* L. ή *Majorana maru* Hay, κοινώς αγριορίγανη και στην Κύπρο σαμψυχιά. Βρίσκεται σε ξηρούς ή βραχώδεις τόπους της Κρήτης, όπου συλλέγεται σε μικροποσότητες. Είναι φυτό πολυετές φρυγανώδες, με όρθιο πολύκλαδο βλαστό, σχεδόν λείο, με μικρά ωοειδή φύλλα και κόκκινα άνθη. Οι βλαστοί χρησιμεύουν για την κατασκευή σαρώθρων (σκουπών), ενώ τα ώριμα άνθη παρέχουν το αιθέριο έλαιο της ρίγανης μέσω απόσταξης.

4) *Origanum onites* L. ή *Majorana onites* Benth, κοινώς ρίγανη. Ο βλαστός είναι απλός, όρθιος και τριχωτός με ύψος 20 – 40 cm. Αυτοφύεται σε ξηρές περιοχές της Αττικής, Αργολίδας, Κορινθίας, Κρήτης και νησιών του Αιγαίου, όπου συλλέγεται σε αρκετές ποσότητες με την ονομασία «νησιώτικη ρίγανη».

5) *Origanum dubium* Boiss ή *Majorana dubia* Briq, Ορίγανο το αμφίβαλον. Έχει βλαστό χαμηλό. Βρίσκεται σε βραχώδη μέρη της Νάξου, όπου συλλέγεται σε μικροποσότητες κυρίως για τις τοπικές ανάγκες.

6) *Origanum majorana* L. ή *Majorana hortensis* Moench., κοινώς ματζουράνα. Έχει βλαστό πολύκλαδο, σκληρό, λεπτό, κοκκινωπό, τριχωτό ή σχεδόν λείο, ύψους 20 – 40 cm. Καλλιεργείται σε γλάστρες και κήπους σπιτιών. Γίνεται προσπάθεια να καλλιεργηθεί σε μικρές εκτάσεις.

7) *Origanum dictamnus* L., δίκταμο, έρωντας, κ.ά. Είναι το δίκταμο που αυτοφύεται ή καλλιεργείται μόνο στην Κρήτη. Είναι φρυγανώδες φυτό, πολύκλαδο από τη βάση, τα φύλλα του είναι ωοειδή με μήκος 8-10 mm, που καλύπτονται από πυκνό και λευκό τρίχωμα. Τα άνθη έχουν χρώμα ερυθρωπό και ο καρπός του είναι τετρακάρυος. Έχει τελείως διαφορετικά χαρακτηριστικά από τα άλλα είδη, γι' αυτό και περιγράφεται πλέον ως φυτό που ανήκει σε ξεχωριστή τάξη. (Καββάδας 1956) (Πιερρακέας 1971, Σκρουμπής 1988, Tucker 1989).

Υπάρχουν επίσης και 17 φυσικά υβρίδια μεταξύ των ειδών του γένους *Origanum*. Το πιο διαδεδομένο φυσικό υβρίδιο ρίγανης είναι το *O. × intercedens* Rechinger (*O. onites* × *O. vulgare* ssp. *hirtum*), το οποίο αυτοφύεται σε πολλά νησιά του Αιγαίου (Kokkini & Vokou, 1993).

Στη χώρα ας απαντώνται 3 υποείδη του *Origanum vulgare* της ελληνικής χλωρίδας (Πιερρακίας 1971, Σκρουμπής 1988, Tucker 1989) :

1. *O. Vulgare* L. ssp. *Vulgare* L.:

Τα χαρακτηριστικά του είναι τα μοβ άνθη. Το είδος αυτό περιέχει πολύ μικρή περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου (0,3% σε ξηρή δρόγη) με τελείως διαφορετική σύσταση σε σύγκριση με τα επόμενα υποείδη (Chatzoroulou et al, 2004).

2. *O. Vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart:

Το είδος αυτό άλλοι επιστήμονες το ταυτίζουν με το *O. heracleoticum* L. (Γκολιάρης, 1988; Καββάδας 1956) ενώ άλλοι το είδος *O. heracleoticum* L. το ταυτίζουν με το επόμενο (Kokkini, 1996). Πρόκειται για φρυγανώδες φυτό με βλαστό τριχωτό, όρθιο και πολύκλαδο, ύψους 30-80 cm. Τα φύλλα του είναι κωνοειδή, πριονωτά και έμμισχα, ενώ από την κάτω επιφάνεια είναι τριχωτά. Τα άνθη διαθέτουν ωσειδή ή επιμήκη σταχύδια με μακριές κορυφές. Συλλέγεται σε όλα τα μέρη της χώρας μας και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της ρίγανης που εξάγεται.

3. *O. Vulgare* ssp. *viridulum* (Martin Donos) Nyman, συν. *O. viride* (Boiss) Halascy:

Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από σχετικώς μεγάλα βράκτια φύλλα. Πρόκειται για την άγρια ρίγανη που συναντάται σε χερσότοπους ή σε δασικές εκτάσεις σε διάφορα μέρη της Ηπειρωτικής Ελλάδας, καθώς και σε πολλά νησιά. Είναι φυτό φρυγανώδες, έχει βλαστό λεπτό, εύθραυστο, σκληρό, κοκκινωπό και τριχωτό με ύψος 20-50cm. Συλλέγεται σε μικρές ποσότητες (Κουτσός, 2006).

Το είδος *Origanum vulgare* spp. *hirtum* είναι διεθνώς γνωστό ως ελληνική ρίγανη (Greek Oregano), η οποία είναι ιθαγενές φυτό της χώρας μας. Το γένος *Origanum* απαντάται σε όλες σχεδόν τις παραμεσόγειες χώρες της Ευρώπης και της Αφρικής αλλά και στις εύκρατες ζώνες της Ασίας και της Αμερικής. Ρίγανη εκτός από τη χώρα μας παράγουν και άλλες χώρες όπως, Τουρκία, Αλβανία, Κροατία, Βουλγαρία, Ισπανία, Γαλλία, Μεξικό κ.α. (Κουτσός, 2006). Σε επίπεδο Ε.Ε., η Ελλάδα και η Γερμανία έχουν τις

περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις ρίγανης (550 και 531 εκτάρια, αντίστοιχα). Οι κυριότερες χώρες προορισμού των ελληνικών εξαγωγών είναι οι Η.Π.Α και η Γερμανία ενώ οι εισαγωγές προέρχονται από την Τουρκία, τη Βουλγαρία και την Αλβανία (Τζουραμάνη Ε. κ.α., 2008). Η ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare* spp. *Hirtum*) θεωρείται η καλύτερη του κόσμου, γι' αυτό είναι και η πιο περιζήτητη, έχοντας άριστη ποιότητα, όχι μόνον όταν είναι αυτοφυής, αλλά και όταν καλλιεργείται στο περιβάλλον του Ελλαδικού χώρου (Κουτσός, 2006).

Γι' αυτό το λόγο θα αναλυθεί περισσότερο η βοτανική περιγραφή του φυτού *O. Vulgare* ssp. *hirtum*. Πιο συγκεκριμένα, η ελληνική ρίγανη είναι πολυετής πόα, αλλά οι βλαστοί της γρήγορα χάνουν τον ποώδη χαρακτήρα και ξυλοποιούνται. Μετά την ξυλοποίηση του βλαστού, το φυτό δίνει την εικόνα του κοντού θάμνου, που κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού στην άγρια αυτοφυή μορφή ξηραίνεται (γίνεται φρύγανο). Στην αρχή της ανάπτυξης του φυτού οι βλαστοί είναι έρποντες τριχωτοί με φύλλα πράσινο - σταχτόχρωμα, σε αντίθετη διάταξη, ωσειδή, τριχωτά στην κάτω επιφάνεια, που τρίβοντάς τα αναδύουν την χαρακτηριστική μυρωδιά της ρίγανης. Οι έρποντες βλαστοί που ακουμπούν στο έδαφος βγάζουν επιγενείς ρίζες και ριζώνουν. Αργά την Άνοιξη από τους έρποντες βλαστούς εκπύσσονται πολλά πλαγιόκλαδα έως ορθόκλαδα ανθοφόρα στελέχη. Τα άνθη είναι μικρά, λευκά σε ταξιανθίες στάχυος που καλύπτουν το 1/3 περίπου του άνω μέρους κάθε στελέχους. Το ύψος των στελεχών αυτών φθάνει τα 50 – 80 cm.

Οι ανθοφόροι και κατόπιν καρποφόροι βλαστοί (στελέχη) ξηραίνονται, αλλά και στις αρχές του φθινοπώρου εκπύσσουν νέους έρποντες βλαστούς, οι οποίοι συνήθως μένουν πράσινοι όλο το χειμώνα έως την επόμενη άνοιξη, αποταμιεύοντας θρεπτικές ουσίες στο ριζικό τους σύστημα, που θα τις χρησιμοποιήσουν στη μετέπειτα ανάπτυξη του φυτού. Οι σπόροι είναι πολύ μικροί (8.000 ανά g) χρώματος καφέ. Οι στάχεις κάθε ταξιανθίας δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι, ενώ οι κάτω στάχεις του ανθοφόρου στελέχους έχουν ώριμους σπόρους, οι επάνω στάχεις μπορεί να είναι ακόμη στο στάδιο της ανθοφορίας (Κουτσός, 2006).

3. Απαιτήσεις σε κλίμα, έδαφος, θρεπτικά στοιχεία και νερό

Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης της ρίγανης (*ssp. hirtum*) είναι 18 - 22 °C με όρια ανάπτυξης 4 - 33 °C, ενώ το ριζικό της σύστημα σε καλά αναπτυγμένα φυτά (φυτά ηλικίας πλέον του ενός έτους) αντέχει σε θερμοκρασίες αέρα -25 έως +42 °C. Γενικά είναι φυτό με πολύ πλαστικό χαρακτήρα ανάπτυξης ως προς τις εδαφοκλιματικές απαιτήσεις. Αυτοφύεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών και κλιμάτων από παραθαλάσσιες έως και ορεινές περιοχές στη νησιώτικη και την ηπειρωτική Ελλάδα, σε πλούσια και φτωχά εδάφη. Άριστη τιμή pH εδάφους είναι 6,8, αλλά αναπτύσσεται καλά και σε πολύ υψηλότερες τιμές pH, όπως πολλές φορές είναι των ασβεστούχων εδαφών, αρκεί να είναι στραγγερά. Επιβιώνει και σε λίγο φως, αλλά για να δώσει καλή ποιότητα δρόγης (υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ρίγανης και καρβακρόλη), το φως είναι απαραίτητο. Δεν είναι απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία καθώς έχει μικρές απαιτήσεις σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Στις συμβατικές καλλιέργειες, 40 – 50 κιλά βασικό λίπασμα του τύπου 11–15–15, με εφαρμογή στο τέλος φθινοπώρου έως τις αρχές του χειμώνα, είναι αρκετό. Η ρίγανη αντέχει στην ξηρασία και μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά. Όταν όμως παρουσιασθεί παρατεταμένη ξηρασία ιδίως την περίοδο της άνοιξης, ένα ή και δύο ποτίσματα (40-50 χιλιοστών το καθένα, που αντιστοιχεί σε 40-50 κ.μ./στρ.) την ωφελούν, αυξάνοντας την απόδοση, χωρίς να μειώνεται ιδιαίτερα η ποιότητα (Κουτσός, 2006).

4. Πολλαπλασιασμός

Η ρίγανη, όπως και όλα τα είδη της, πολλαπλασιάζεται με δύο τρόπους:

- α) εγγενώς (με σπόρο) και
- β) αγενώς, είτε με μοσχεύματα είτε με παραφυάδες και διαίρεση φυτών. (Γκόλιαρης, 1992).

A) Εγγενής πολλαπλασιασμός

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι με σπόρο. Η εγκατάσταση της καλλιέργειας γίνεται τόσο το φθινόπωρο, όσο και την άνοιξη. Τα σπορεία για την απόκτηση σποροφύτων για φθινοπωρινή εγκατάσταση φυτείας, ετοιμάζονται τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου, ενώ για τις ανοιξιάτικες εγκαταστάσεις αρχές Ιανουαρίου, ανάλογα με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Τα σπορεία για την απόκτηση σποροφύτων για τις ανοιξιάτικες εγκαταστάσεις μπορούν να ετοιμαστούν και τέλος Σεπτεμβρίου και τα αρχικώς ανοικτά σπορεία να καλυφθούν με διαφανές πλαστικό με την έλευση του χειμώνα (Κουτσός, 2006).

Ο σπόρος προέρχεται είτε από την αυτοφυόμενη είτε από την καλλιεργούμενη ρίγανη κατά τη διάρκεια εργασιών, όπως είναι η ξήρανση και το κοσκίνισμα, με τη βοήθεια των οποίων λαμβάνεται το τελικό προϊόν για κατανάλωση (Γκόλιαρης, 1992).

Για κάθε στρέμμα που θα καλλιεργηθεί με γυμνόριζα σπορόφυτα, χρειάζονται 8 – 10 τ. μ. σπορείου αρκεί να φυτρώσει καλά ο σπόρος και τα φυτά να παραμείνουν υγιή. Το επιφανειακό έδαφος των σπορειών πρέπει να εμπλουτίζεται σε βάθος 8 – 10 εκ. με λεπτή ποταμίσια άμμο και τύρφη και να ισοπεδώνεται με σανίδα πριν τη σπορά (Κουτσός, 2006). Απαραίτητο είναι το πότισμα δύο φορές την ημέρα μέχρι το φύτευμα και μετά μία φορά (Γκόλιαρης 1992, Σαρλής 1994).

Δύο γραμμάρια σπόρου ανά τ. μ. είναι συνήθως επαρκή για να ληφθούν 700-800 φυτά ανά τ. μ. που είναι και το ζητούμενο.

Ο σπόρος της ρίγανης δεν έχει ομοιόμορφο φύτευμα και αρχίζει να φυτρώνει μετά 15 ημέρες από τη σπορά, ενώ τα φυτά είναι έτοιμα για μεταφύτευση συνήθως σε 1,5 – 2 μήνες, μετά το φύτευμα (Κουτσός, 2006).

B) Αγενής πολλαπλασιασμός

1. Με μοσχεύματα

Η δημιουργία των μοσχευμάτων αρχίζει με την ετοιμασία του υποστρώματος ριζοβολίας στα τελάρα ή εφ' όσον διαθέτουμε, στις τράπεζες υδρονέφωσης. Τα μοσχεύματα όταν δεν υπάρχει η δυνατότητα υδρονέφωσης, τοποθετούνται σε μίγμα (1:1) περλίτη και τύρφης, που είναι το καλύτερο υπόστρωμα ή (1:1) άμμου και τύρφης. Στη συνέχεια γίνεται η κοπή των βλαστών, πρώτου ή και δεύτερου έτους, από μητρικά φυτά του είδους. Ο βλαστός κόβεται σε κομμάτια

μήκους 12-15 εκ και φυτεύεται στον αγρό. (Κουτσός, 2006, Σκρουμπής 1988, Γκόλιαρης 1992).

2. Με παραφυάδες

Η ρίγανη μετά το δεύτερο χρόνο δίδει αρκετές παραφυάδες, ενώ αναπτύσσει πλούσιο ριζικό σύστημα. Αν η ρίγανη είναι καλλιεργούμενη μπορεί να δώσει πολλές παραφυάδες, ενώ στην αντίθετη περίπτωση της αυτοφυούς οι παραφυάδες είναι λιγότερες (Γκόλιαρης, 1992). Οι παραφυάδες αφαιρούνται από τα φυτά και φυτεύονται κατ' ευθείαν στο χωράφι. Τα φυτά αυτά, για να επεκτείνουν τις ήδη υπάρχουσες ρίζες στο νέο τους τόπο, χρειάζονται μία ή δύο αρδεύσεις, όπως και στην περίπτωση των έρριζων μοσχευμάτων (Κουτσός, 2006).

5. Τρόπος καλλιέργειας

Η φύτευση των σποροφύτων ή των παραφυάδων μπορεί να γίνει σε δύο περιόδους: τον Οκτώβριο ή και νωρίτερα όταν η φύτευση γίνει σε περιοχή με μεγάλο υψόμετρο και το Μάρτιο. Εάν υπάρχει δυνατότητα στάγδην άρδευσης η φύτευση μπορεί να γίνει μέχρι μέσα Μαΐου. Το χωράφι που θα εγκατασταθεί η καλλιέργεια πρέπει να προετοιμαστεί κατάλληλα (Κουτσός, 2006).

Αρχικά, στον αγρό γίνεται ένα βαθύ όργωμα. Στη συνέχεια και λίγο πριν από τη φύτευση ακολουθεί ένα ελαφρύτερο και η διαδικασία ολοκληρώνεται με δισκοσβάρνισμα, ώστε να καλυφθεί το λίπασμα, να καταστραφούν τα ζιζάνια και να διευκολυνθεί το φύτευμα (Γκόλιαρης, 1992).

Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 60 – 80 cm μεταξύ των γραμμών και 30–40 cm επί των γραμμών (Κουτσός, 2006; Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Σε ξηρικά και αδύνατα (άγον) χωράφια φυτεύεται πυκνότερα, ενώ σε δυνατά (εύφορα) χωράφια ή όταν μπορεί να βοηθηθεί η καλλιέργεια με μερικά ποτίσματα, αραιότερα. Δηλαδή η πυκνότητα μπορεί να είναι από 3500 έως 6000 φυτά/στρ. Το πότισμα κατά τη φύτευση είναι απαραίτητο και στις ξηρικές καλλιέργειες, όποτε και να γίνει, νωρίς την άνοιξη ή αργά το φθινόπωρο.

Στις καλλιέργειες που εγκαθίστανται την άνοιξη, τα φυτά παραμένουν έρποντα χωρίς ουσιαστική έκπτυξη ανθοφόρων βλαστών τον πρώτο χρόνο, ενώ στις καλλιέργειες που εγκαθίστανται το φθινόπωρο, τα φυτά εκπτύσσουν λίγους ανθοφόρους βλαστούς. Το δεύτερο χρόνο εκπτύσσουν περισσότερους και εισέρχονται σε πλήρη ανάπτυξη τον τρίτο χρόνο.

Η καλλιέργεια της ρίγανης μπορεί να παραμείνει στο χωράφι με καλές αποδόσεις μέχρι 8 χρόνια περίπου (Κουτσός, 2006). Στην πράξη όμως έχουν παρατηρηθεί χωράφια που ακόμα και στο 12^ο έτος καλλιέργειάς τους δίνουν ικανοποιητική παραγωγή (5).

6. Συγκομιδή, απόδοση

Σύμφωνα με τον Κουτσό (2006), η συγκομιδή γίνεται μια φορά στο στάδιο της πλήρους άνθισης, με την κοπή όλου του υπέργειου τμήματος σε ύψος 8 – 10 εκ. από το έδαφος. Η κοπή γίνεται με χορτοκοπτικό. Η καλύτερη ποιότητα ρίγανης παίρνεται, όταν η κομμένη χορτομάζα μεταφερθεί με χαλαρή φόρτωση σε ειδικό ξηραντήριο ή σε ξήρανση υπό σκιά. Στην περίπτωση που η παραγωγή προορίζεται για βιομηχανική χρήση, η κομμένη ρίγανη αφήνεται στο χωράφι να στεγνώσει. Την επόμενη μέρα ή τη μεθεπόμενη την ίδια περίπου ώρα που θερίστηκε, η κομμένη ρίγανη με υγρασία περίπου 14%, είναι έτοιμη να δεθεί σε μπάλες ή να αλωνισθεί με θεριζοαλωνιστική σιταριού, στην οποία έχουν γίνει ορισμένες μετατροπές [αφαίρεση του ιμάντα που δίνει κίνηση στον ανεμιστήρα, αφαίρεση της ανέμης (ανοικτό ραβδωτό περιστρεφόμενο τύμπανο) και στη θέση της τοποθέτηση χορτοσυλλέκτη, που είναι το πρόσθιο εξάρτημα χορτοδετικής πρέσας] (Κουτσός, 2006). Η χειρωνακτική συγκομιδή περιορίζεται μόνο σε πολύ μικρούς κλήρους (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Η τριμμένη ρίγανη μαζεύεται στο μέρος, όπου στην κανονική χρήση της θεριζοαλωνιστικής μαζεύεται το σιτάρι, ενώ τα στελέχη (κοτσάνια) πέφτουν από τη θέση του άχυρου. Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια των ωρών, που μεσολαβούν από την κοπή ως το δέσιμο ή το αλώνισμα, η ρίγανη δεν πρέπει να βραχεί. Αν βραχεί μαυρίζει και είναι ακατάλληλη τόσο για δρόγη όσο και για παραγωγή αιθέριου ελαίου. Γι' αυτό ακριβώς και ο ΕΛΓΑ την

αποζημιώνει όπως στις περιπτώσεις χαλαζόπτωσης ή πλημμύρας. Τον πρώτο χρόνο της ανοιξιάτικης εγκατάστασης η απόδοση είναι ελάχιστη που δεν αξίζει να συγκομισθεί, όταν πρόκειται όμως για φθινοπωρινή εγκατάσταση σε καλή χρονιά, η καλλιέργεια στο πρώτο καλοκαίρι μπορεί να δώσει μέχρι 40 κιλά τριμμένη ρίγανη. Το δεύτερο χρόνο η παραγωγή τριπλασιάζεται, ενώ από τον τρίτο χρόνο οι αποδόσεις σε χορτόμαζα και τριμμένη ρίγανη φθάνουν στο ανώτερο σημείο απόδοσης της φυτείας. Οι αποδόσεις διατηρούνται σταθερές μέχρι τον 6^ο χρόνο και στη συνέχεια αρχίζουν να φθίνουν. Η φυτεία ρίγανης μπορεί να έχει οικονομική ζωή έως και 10 έτη (Κουτσός, 2006). Στην πράξη όμως έχουν παρατηρηθεί χωράφια που ακόμα και στο 12^ο έτος καλλιέργειάς τους δίνουν ικανοποιητική παραγωγή (5).

7. Ασθένειες και εχθροί

Σε κακώς στραγγιζόμενα χωράφια η καλλιέργεια της ρίγανης μπορεί να παρουσιάσει σηψιρριζίες, που οφείλονται σε μύκητες εδάφους, γι' αυτό σε τέτοια χωράφια η καλλιέργεια της ρίγανης πρέπει να αποφεύγεται. Η ρίγανη σπανίως παρουσιάζει μυκητολογικές ασθένειες του υπέργειου τμήματος. Οι προσβολές από ορισμένα έντομα δεν αποκλείονται, συνήθως όμως δεν προκαλούν εκτεταμένες ζημιές τουλάχιστον στις βιολογικές καλλιέργειες, αλλά περιορίζονται σε ορισμένες κηλίδες των καλλιεργειών. Οι πιο συχνές ζημιές δημιουργούνται από το βλαστορρήκτη, ο οποίος κάνει στοές στο άνω άκρο του βλαστού, χωρίς όμως να λαμβάνει η προσβολή του εντόμου αυτού μεγάλες διαστάσεις.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα για την καλλιέργεια της ρίγανης είναι τα ζιζάνια αγριάδα και περιπλοκάδα. Η δεύτερη εκτός των άλλων τυλίγεται στους βλαστούς και όταν θερίζεται παραμένει μέσα στη χορτομάζα και έτσι μειώνεται η ποιότητα της ρίγανης, ενώ εάν καθαρισθεί αυξάνει τις δαπάνες παραγωγής. Στις συμβατικές καλλιέργειες τα ζιζάνια μπορούν να αντιμετωπισθούν με ζιζανιοκτόνα, ενώ στις βιολογικές καλλιέργειες αντιμετωπίζονται μόνο με βιολογικούς τρόπους (Κουτσός, 2006).

8. Χρήσεις

✓ Στην ιατρική

Η ρίγανη θεωρείται ότι ηρεμεί το νευρικό σύστημα και χρησιμοποιείται και για την θεραπεία της ναυτίας. Οι αρχαίοι Έλληνες κατασκεύαζαν κρέμες από τα φύλλα ρίγανης και τις χρησιμοποιούσαν για να καταπραΰνουν τον πονόλαιμο και τους μυϊκούς πόνους. Οι παραδοσιακοί Κινέζοι ιατροί χρησιμοποιούν την ρίγανη εδώ και αιώνες για την ανακούφιση από τον πυρετό, τον εμετό και την διάρροια καθώς και για την θεραπεία του ίκτερου και του κνησμού της ευαίσθητης επιδερμίδας. Στην Ευρώπη, το βότανο αυτό χρησιμοποιείται επίσης για την βελτίωση της χώνεψης και ως κατασταλτικό του βήχα. Έχει επίσης την φήμη του υποστηρικτικού συστατικού της εμμηνόρροιας (Kurt Nolte).

Η ρίγανη έχει ιδιότητες τονωτικές, χωνευτικές, εφιδρωτικές, αντιβηχικές, αντιδιαρροϊκές, αντισηπτικές, αντιφυσητικές, αποχρεμπτικές, και εμμηναγωγές (Τζουραμάνη Ε. κ.α., 2005.).

✓ Στη μαγειρική

Η ρίγανη εκτός από φαρμακευτικό, είναι ένα σημαντικό είδος το οποίο χρησιμοποιείται παγκοσμίως στη μαγειρική λόγω του αρώματός της (Bernath et al., 2005).

«Η καρδιά και η ψυχή της Μεσογειακής κουζίνας» (Belsinger, 2004.), το φυτό της ρίγανης είναι από τα απαραίτητα συστατικά στην ιταλική, ελληνική και γαλλική κουζίνα.

Παρόλο που η ρίγανη και η μαντζουράνα αποτελούν τη βάση για πολλούς μάγειρες, η μαγειρική χρήση της ρίγανης δεν περιορίζεται σε λίγα τρόφιμα ή σε είδη φυτών. Τα φυτά *Origanum* είναι πολύ ευπροσάρμοστα και υπάρχουν πολλά διαφορετικά μαγειρικά είδη με μια σειρά από ξεχωριστές γεύσεις και χρήσεις (Hill et al., 2004, 2005).

Η ρίγανη έχει διαδραματίσει ένα σπουδαίο ρόλο στην καθημερινή μας ζωή με το άρωμά της να είναι αναντικατάστατο σε πολλά φαγητά. Σήμερα τα φυτικά μέρη της και τα αιθέρια έλαιά της χρησιμοποιούνται ευρύτατα παγκοσμίως ως αρώματα από τη βιομηχανία τροφίμων. Παρά την μεγάλη

ευρωπαϊκή της ιστορία, μόλις στις αρχές του προηγούμενου αιώνα εισήχθη στην Αμερική και από εκεί στον υπόλοιπο κόσμο, με αποτέλεσμα να θεωρείται ένα από τα πιο σπουδαία αρτύματα στις μεσογειακές χώρες και αλλού (Carino κ.ά. 1989, Baser κ.ά. 1992, Baser κ.ά.1993, Padulosi 1997).

Μάλιστα έχει βρεθεί ότι η τριμμένη ρίγανη παρουσιάζει αντιοξειδωτική δράση παρόμοια με εκείνην του δενδρολίβανου και σημαντικά ισχυρότερη από εκείνην της συνθετικής αντιοξειδωτικής ουσίας βουτυλο - υδροξυανισόλης που συνήθως προστίθεται στα τρόφιμα για την προστασία τους από την οξείδωση κατά τη συντήρησή τους (Tsimidou et al. 1995).

✓ Στη χειροτεχνία:

Εξαιτίας των όμορφων λουλουδιών και των κλαδιών της, πολλά είδη *Origanum* και ποικιλίες τους, είναι ιδανικά ως αποξηραμένα για κατασκευές χειροτεχνίας. Η Susan Belsinger προσθέτει τα αποξηραμένα, πεπτιεσμένα λουλούδια ρίγανης σε κάρτες χειροτεχνίας (Belsinger, 2004). Τόσο το φύλλωμα και τα άνθη των *origanums* μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε στεφάνια για την ομορφιά και το άρωμα τους (Hill et al., 2004, 2005).

Επίσης, τόσο η μαντζουράνα όσο και η ρίγανη μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή βαφών (χρωμάτων). Η κόκκινη ή η μωβ χρωστική ουσία/βαφή ιστορικά δημιουργήθηκε από τα αποξηραμένα και ενώ έχουν υποστεί ζύμωση άνθη της *Origanum vulgare subsp. vulgare* (Buchanan, Rita. 1995; Pitzer, Sara. 1996.; Small, Ernest. 1997). και οι κορυφές της *O. Majorana* μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βαφή μαλλιού σε κίτρινο, χρυσό, πορτοκαλί, καφέ ή γκρι χρώμα, ανάλογα με τη μεταλλική ένωση που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία του νήματος (Buchanan, Rita. 1995).

ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

1. Χημική σύσταση

Ως αιθέρια έλαια εννοούνται γενικά οι πτητικές ενώσεις που είναι ελεύθερα διαλυτές στο οινόπνευμα, τον αιθέρα και τα φυτικά έλαια και ορυκτέλαια και υποτίθεται ότι συνήθως είναι το αποτέλεσμα της απόσταξης (Hernandez, 2007). Πρόκειται για πολυσύνθετα μίγματα οργανικών ουσιών που η σύνθεσή τους διαφέρει στα διάφορα είδη ή και ποικιλίες φυτών.

Δεδομένου ότι είναι αιθέρια έλαια είναι οργανικές πτητικές χημικές ενώσεις, τα μόριά τους εξατμίζονται εύκολα και διασκορπιζόμενα στον ατμοσφαιρικό αέρα, έρχονται σ' επαφή με τα όργανα όσφρησης, τα οποία και διεγείρουν (Σαρλής 1994).

Το άρωμα κάθε αιθέριου ελαίου είναι η συνισταμένη όλων των συστατικών του από τα οποία μερικά παίζουν σπουδαίο ρόλο στην τελική διαμόρφωση αυτού.

Συνήθως μία ή δύο από τις ουσίες αποτελούν τα κύρια συστατικά και ευθύνονται για το άρωμα των φυτών, ωστόσο σε μερικά αιθέρια έλαια η παρουσία ενός συστατικού σε αναλογία 1% ή και μικρότερη προσδίδει σε αυτό το χαρακτηριστικό του άρωμα (Σκρουμπής 1988).

Χημικά, τα αιθέρια έλαια είναι συστατικά ευθείας αλυσίδας ή κυκλικής δομής (Αλεξάνδρου και Βάρβογλη, 1986). Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους καθορίζονται από τις χημικές ομάδες που συνδέονται μ' αυτά (Σκρουμπής 1988).

1.1 Δευτερογενής μεταβολισμός

Η παραδοσιακή διάκριση του μεταβολισμού σε πρωτογενή και δευτερογενή οφείλεται στο γεγονός ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες δεν εμπλέκονται άμεσα σε ζωτικές διαδικασίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη και τη διαχείριση ενέργειας των φυτικών κυττάρων. Εκτός αυτού, κατά το παρελθόν δεν είχαν διασαφηνιστεί οι ρόλοι τους οποίους επιτελούν και υπήρχε ως εκ τούτου η αντίληψη ότι οι ενώσεις αυτές αποτελούν περιττά υποπροϊόντα του πρωτογενούς μεταβολισμού.

Οι δευτερογενείς μεταβολίτες κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες ομάδες, τα τερπενοειδή, τις αζωτούχες ενώσεις, τα φαινολικά συστατικά και λοιπές κατηγορίες όπως λιπαρά οξέα και ακετυλενίδια. Η κατάταξη γίνεται με βάση τη βιοσυνθετική προέλευση του βασικού ανθρακικού σκελετού και την ιδιαίτερη δομή κάθε μορίου (Buchanan et al., 2000).

1.2 Τερπένια

Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου των φυτών ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα τερπένια και τα φαινυλ-προπάνια. Τα τερπένια είναι αυτά, τα οποία κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στη σύσταση του αιθέριου ελαίου εμφανιζόμενα σε μεγαλύτερη συχνότητα και αφθονία. Τα φαινυλ-προπάνια, όταν υπάρχουν, προσδίδουν στο έλαιο ιδιαίτερη οσμή και γεύση (Sangwan et al., 2001).

Η ταξινόμησή των τερπενίων γίνεται ανάλογα με τον αριθμό των ισοπρενικών μονάδων που περιέχουν. Έτσι, τα **μονοτερπένια** είναι ενώσεις με 10 άτομα άνθρακα και βιοσυντίθενται από δύο μονάδες ισοπρενίου, τα **σεσκιτερπένια** έχουν 15 άτομα άνθρακα και προέρχονται από τρία μόρια ισοπρενίου κ.λπ. Ενώσεις με 20 άτομα άνθρακα αποτελούν τα **διτερπένια** βιοσυντίθενται από τέσσερις μονάδες ισοπρενίου. Μεγαλύτερα μόρια

τερπενίων είναι τα **τριτερπένια** με 30 άτομα C βιοσυντίθενται από έξι μονάδες ισοπρενίου τα **τετρατερπένια** με 40 άτομα C και βιοσυντίθενται από οχτώ μονάδες ισοπρενίου (Καράταγλης, 1994).

Τα επιμέρους τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες: στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα.

Στα μη οξυγονούχα ανήκουν οι υδρογονάνθρακες που είναι τα «άχρηστα» συστατικά των αιθέριων ελαίων, αφού η συμβολή τους στο άρωμα είναι μικρή ή μηδαμινή. Στα μη οξυγονούχα ανήκουν: α) μονοτερπένια: α- και β-πινένιο, μυρκένιο, λιμονένιο, α- και γ-τερπινένιο, σαβινένιο κ.α. και β) σεσκιτερπένια: καρυοφυλλένιο, ελεμένιο, χουμουλένιο, γερμακρένιο κ.α. (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Στα οξυγονούχα ανήκουν οι ενώσεις που έχουν οξυγόνο στη σύνθεσή τους, και είναι αυτές, στις οποίες κυρίως οφείλεται το άρωμα των αιθερίων ελαίων (Σκρουμπής 1988).

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν:

- α) αλκοόλες: κιτρενολλόλη, βορνεόλη, γερανιόλη, α-τερπινεόλη κ.α.,
- β) κετόνες: καρβόνη, πουλεγόνη, καμφορά κ.α.,
- γ) φαινόλες: καρβακρόλη, θυμόλη κ.α.,
- δ) φαινολικοί αιθέρες: ανηθόλη, σαφρόλη, κ.α.,
- ε) αλδεΐδες: βενζοϊκή, κιτράλη, βανιλινική κ.α. (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

2. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά

Τα μονοτερπένια και σεσκιτερπένια ανέκαθεν θεωρούνταν ως μη λειτουργικά «άχρηστα μεταβολικά προϊόντα» (Sandermann, 1962). Παρόλα αυτά, μελέτες κατά τα τελευταία χρόνια έδειξαν ότι μπορούν να παίξουν διάφορους και σημαντικούς ρόλους, ως ενδιάμεσα των αλληλεπιδράσεων των φυτών με το περιβάλλον τους (Mc Caskill et al., 1992)

Οι Κατσιώτης & Χαντζοπούλου (2010) αναφέρουν ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες γενικά χρησιμεύουν στα φυτά ως μέσα προσαρμογής στις διακυμάνσεις των συνθηκών θερμοκρασίας και του φωτός (αντιοξειδωτικά), των συνθηκών καταπόνησης, μόλυνσης ή κατά των φυτοφάγων ζώων.

Δεδομένου ότι σήμερα είναι γνωστές εκατοντάδες τέτοιες ουσίες είναι αδύνατο να προσδιοριστεί ο πιθανός ρόλος του κάθε μονοτερπενίου και σεσκιτερπενίου. Συνολικά όμως, τα μονοτερπένια και τα σεσκιτερπένια φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβίωση των φυτών (Croteau, 1992).

Πέρα από την ευρέως γνωστή υπόθεση ότι η απελευθέρωση δευτερογενών μεταβολιτών από τα φυτά συνδέεται με τους μηχανισμούς άμυνας τους απέναντι σε φυτοφάγα ζώα και άλλους εχθρούς, υπάρχει και η σύγχρονη υπόθεση ότι αυτή η χημική άμυνα μπορεί να είναι και απέναντι σε αβιοτικές καταπονήσεις όπως η έλλειψη νερού και γενικά οι ακραίες κλιματικές συνθήκες (Holopainen, 2004).

Ερευνητές αναφέρουν πως οι ρόλοι των ελαίων που έχουν καταγραφεί είναι οι ακόλουθοι:

ο Προστασία των φυτών από τα έντομα και τα παράσιτα, αφού λόγω του αρώματός τους εμποδίζουν την εγκατάστασή τους στα φυτικά όργανα (Σκρουμπής, 1985; Werker, 1993; Mahmoud & Croteau, 2002).

ο Κατασταλτική δράση στο νευρικό σύστημα των μηρυκαστικών (Guenther, 1964).

ο Αλληλεπιδράσεις με έντομα ως προς τις τροφικές προτιμήσεις τους για λόγους προσέλκυσης ή απώθησης αυτών (Herout, 1970).

ο Προστασία των φυτών από τις υψηλές θερμοκρασίες, διότι εξαιτίας της εξατμίσεώς τους η θερμοκρασία ελαττώνεται (Σκρουμπής, 1985).

ο Συμμετοχή στην αυξημένη ευφλεκτότητα των μεσογειακών συστημάτων που θεωρούνται πυροπροσαρμοσμένα (Trabaud, 1976).

ο Αντιδιαπνευστική δράση με δημιουργία μικροκλίματος που ελέγχει την απώλεια νερού (Clark et. al., 1972, Montenegro et. al., 1979).

ο Η σήψη των φυτικών ιστών αποφεύγεται από το ρητινώδες περιεχόμενο πολλών αειθαλών φυτών που επιτυγχάνουν να καλύπτουν τις πληγές του φλοιού (Σκρουμπής, 1985).

ο Επιτυγχάνεται καλύτερη γονιμοποίηση και διασταύρωση των μη αυτογονιμοποιούμενων φυτών, αφού το άρωμα των ανθέων που διαχέεται στο περιβάλλον προσελκύει τα έντομα (Σκρουμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).

ο Επιδροούν στη βλάστηση και εδραίωση άλλων φυτών γύρω τους (Σκρουμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).

Από όλες αυτές τις θεωρίες καμιά δε δίνει σαφή απάντηση για το ρόλο που διαδραματίζουν τα αιθέρια έλαια στα φυτά. Πιθανόν ο ρόλος τους να είναι ο συνδυασμός αυτών που αναφέρθηκαν πιο πάνω (Σκρουμπής, 1985).

3. Παραγωγή του αιθέριου ελαίου

Το αιθέριο έλαιο μπορεί να βρίσκεται σε όλο το φυτό, σε διάφορα τμήματά του ή σε ένα μόνο τμήμα του φυτού. Πολλές φορές το αιθέριο έλαιο μπορεί να διαφέρει ως προς τη χημική του σύσταση μεταξύ των διαφόρων οργάνων του ίδιου φυτού (Σουλελής 2000).

Ο τύπος και η ποσότητα των ενώσεων των αιθέριων ελαίων διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή ανάπτυξης, το στάδιο ανάπτυξης και το φυτικό τμήμα (Kokkini και Vokou 1989).

Τα αιθέρια έλαια παράγονται σε ειδικούς εκκριτικούς σχηματισμούς των φυτών που ονομάζονται ελαιαδένες. Όλα τα εκκριτικά κύτταρα έχουν μεγάλους πυρήνες, θεμελιώδες πλάσμα πλούσιο σε ριβοσωμάτια και πολυάριθμα μιτοχόνδρια, κάτι που δείχνει τον έντονο μεταβολικό τους χαρακτήρα (Μποζαμπαλίδης, 1993). Σύμφωνα με τον Μποζαμπαλίδη (1993), ο τύπος των ελαιαδένων που απαντώνται στην οικογένεια Lamiales είναι τα ελαιοφόρα τριχώματα.

Όλα τα εναέρια μέρη και κυρίως τα φύλλα των Lamiales φέρουν μεγάλο αριθμό τριχών οι οποίες μπορεί να είναι αδενώδεις ή μη αδενώδεις.

Οι μη αδενώδεις τρίχες απαντώνται τόσο στα βλαστικά όσο και στα αναπαραγωγικά μέρη του φυτού (Werker et al., 1985b). Υπάρχουν και στις δύο επιφάνειες των φύλλων με το μεγαλύτερο αριθμό να βρίσκεται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων (Bosabalidis, 2002).

Οι αδενώδεις τρίχες είναι επιδερμικά προσαρτήματα με πολύπλοκη ανατομική και λειτουργική δομή (Bosabalidis, 2002) και είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για την παραγωγή του αιθέριου ελαίου (Gershenzon et al., 1989). Για το λόγο αυτό ο αριθμός αυτών των τριχών στα φύλλα σχετίζεται άμεσα με την παραγωγή του αιθέριου ελαίου από το φυτό (Bosabalidis & Kokkini, 1997; Gavalas et al., 1998). Οι αδενώδεις τρίχες βρίσκονται κυρίως στα φύλλα, αλλά

απαντώνται σε όλα τα εναέρια μέρη των Lamiaceae, όπως στον κάλυκα, στη στεφάνη, στους στήμονες και στα καρπόφυλλα (Modenesi et al., 1984; Werker et al., 1985b; Servettaz et al., 1994).

Μορφολογικά οι αδενικές τρίχες χωρίζονται σε δύο τύπους, τις μικροκέφαλες αδενικές τρίχες (κεφαλοειδείς τρίχες) και τις μακροκέφαλες αδενικές τρίχες (ασπιδοειδείς τρίχες). Και οι δύο αποτελούνται από μια περιοχή βάσης (μονοκύτταρη ή πολυκύτταρη), από μια περιοχή μίσχου (μονοκύτταρη ή πολυκύτταρη) και από μια περιοχή κεφαλής (μονοκύτταρη ή πολυκύτταρη). Εξάρτημα κάθε αδενικής τρίχας αποτελούν επίσης τα επιδερμικά κύτταρα που περιβάλλουν ακτινωτά την περιοχή της βάσης, τα λεγόμενα περιβασικά κύτταρα της τρίχας. Αυτά πιστεύεται ότι δε λειτουργούν ως τυπικά επιδερμικά κύτταρα, αλλά ελέγχονται από την αδενική τρίχα και βοηθούν στην πορεία της έκκρισης του αιθέριου ελαίου. Πιστεύεται ότι συλλέγουν προϊόντα της φωτοσύνθεσης από το μεσόφυλλο και τα μεταφέρουν στη βάση της τρίχας. Εκεί αποθηκεύονται προσωρινά, στη συνέχεια μεταφέρονται στα κύτταρα του μίσχου, για να φτάσουν τελικά στα κύτταρα της κεφαλής, όπου υπάρχει ο κατάλληλος ενζυμικός εξοπλισμός για τη βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου (Bosabalidis, 2002).

Εκκριτική ικανότητα θεωρείται ότι διαθέτουν μόνο τα κύτταρα της κεφαλής, ενώ τα υπόλοιπα τμήματα συνήθως τα τροφοδοτούν με πρόδρομες ουσίες. Το αιθέριο έλαιο που παράγεται στα κύτταρα της κεφαλής μεταφέρεται σε έναν εξωπλασματικό χώρο που βρίσκεται στην κορυφή της τρίχας (υπεφυμενικός εκκριματοδόχος χώρος) και σχηματίζεται ανάμεσα από τα κορυφαία κυτταρικά τοιχώματα και την ανασηκωμένη εφυμενίδα (Bosabalidis και Tsekos 1984).

Οι κεφαλοειδείς τρίχες είναι μικρότερες από τις ασπιδοειδείς, εμφανίζονται σε πυκνότερους πληθυσμούς και παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραλλακτικότητα. Υπάρχουν τρεις τύποι κεφαλοειδών τριχών στα Lamiaceae (Werker et al., 1985a): ο τύπος I (κοντός), στον οποίο η βάση τις τρίχας αποτελείται από ένα κύτταρο, το στέλεχος από 1 – 2 κύτταρα και η κεφαλή από 1 – 2 κύτταρα, ο τύπος II (μεσαίος), στον οποίο η βάση τις τρίχας αποτελείται από ένα κύτταρο, το στέλεχος από 1 – 2 κύτταρα και η κεφαλή από 1 κύτταρο και ο τύπος III (μακρύς), στον οποίο η βάση τις τρίχας αποτελείται από ένα κύτταρο, το στέλεχος από 2 – 5 κύτταρα και η κεφαλή

από 1 κύτταρο. Ο τύπος που απαντάται πιο συχνά στα Lamiaceae είναι ο τύπος I ο οποίος μπορεί να είναι και ο μοναδικός (*Satureja*, *Coridothymus*) ή να συνυπάρχει με τον τύπο II (*Origanum*) (Bosabalidis, 2002).

Οι μικροκέφαλες αδενικές τρίχες εκκρίνουν είτε αιθέρια έλαια (Amelunxen et al., 1969; Lovett and Speak, 1979; Bini-Maleci et al., 1983; McCaskill et al., 1992; Bisio et al., 1999) είτε βλεννώδεις ουσίες (Modenesi et al., 1984; Danilova and Kashina, 1989; Bini-Maleci and Servettaz, 1991; Bourett et al., 1994; Ascensao and Pais, 1998).

Οι ασπιδοειδείς τρίχες είναι κοντές, ογκώδεις και συνήθως αποτελούνται από ένα μεγάλο βασικό κύτταρο, ένα μονοκύτταρο πεπλατυσμένο στέλεχος και μια πολυκυτταρική κεφαλή. Τα κύτταρα της κεφαλής είναι τα μόνα κύτταρα των ασπιδοειδών τριχών τα οποία είναι ικανά να εκκρίνουν αιθέριο έλαιο (McCaskill et al., 1992; Bourett et al., 1994).

Ο αριθμός των κυττάρων της κεφαλής αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό χαρακτήρα για τα φυτά της οικογένειας Lamiaceae. Στα περισσότερα φυτά της οικογένειας, ο αριθμός τους ποικίλει από 12 μέχρι 18, από τα οποία τα τέσσερα κατέχουν το κεντρικό τμήμα της κεφαλής και τα υπόλοιπα είναι περιφερειακά διαταγμένα. Σε άλλα είδη ο αριθμός τους είναι μειωμένος (4 ή 8). Συνήθως, τα είδη που έχουν μακροκέφαλες τρίχες με μεγαλύτερο αριθμό κυττάρων κεφαλής, είναι πλουσιότερα σε αιθέρια έλαια από εκείνα με μικρότερο αριθμό (Maffei et al., 1989; Karousou et al., 1992).

Οι παράγοντες που επιδρούν στην ποσότητα και ποιότητα των παραγομένων αιθέριων ελαίων από το φυτό είναι:

- Ο γενότυπος του φυτού.
- Κλιματικοί παράγοντες, όπως το φως, η θερμοκρασία, η υγρασία κ.ά.
- Εδαφικοί παράγοντες όπως η χημική σύσταση, το pH, η οργανική ουσία κ.ά. (Bruneton, 1993).

4. Προετοιμασία δείγματος πτητικών συστατικών αιθέριων ελαίων

4.1 Γενικά

Σύμφωνα με τους Κατσιώτης & Χαντζοπούλου (2010), ως αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά, τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν δια αποστάξεως, εκ πίεσεως ή ακόμη και με άλλες μεθόδους, όπως η εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες.

Τα αιθέρια έλαια είναι υγρά, και δεν αφήνουν κηλίδα σε διηθητικό χαρτί σε αντίθεση με τα λιπαρά έλαια. Είναι άχρωμα έως υποκίτρινα με ελάχιστες εξαιρέσεις (γαρυφαλλέλαιο, αιθέριο έλαιο χαμομηλιού). Δεν διαλύονται παρά ελάχιστα στο νερό, ενώ είναι διαλυτά σε αιθέρα, αιθανόλη και στους περισσότερους οργανικούς διαλύτες. Κατά την παραμονή τους επί πολύ χρόνο μετά την παραλαβή τους σκουραίνουν, ρητινοποιούνται και παρουσιάζουν αλλοιώσεις στην οσμή τους. Αιτία αυτών αποτελούν οι αντιδράσεις αυτοοξειδωσης, πολυμερισμού και υδρόλυσης των εστέρων. Η υγρασία, η θερμοκρασία και το φως επηρεάζουν τα αιθέρια έλαια, γι' αυτό πρέπει να φυλάσσονται σε μικρά και καλά κλεισμένα δοχεία γυάλινα ή μεταλλικά από ανοξείδωτο χάλυβα και σε θερμοκρασία 0°C (Γαβαλάς 2004).

Οι μέθοδοι ανάκτησης των αιθέριων ελαίων ποικίλουν και διαφέρουν ανάλογα με το είδος του φυτού και το τμήμα αυτού, την περιεκτικότητα και την ποιότητα σε αιθέριο έλαιο (Σαρλής, 1994; Karpouhtsis et al. 1998; Gounaris et al., 2002; Παπουλάκης, 2009).

Οι κλασικές μέθοδοι παραλαβής των αιθέριων ελαίων είναι:

- η απόσταξη,
- η εκχύλιση,
- και η μηχανική έκθλιψη (Σουλελής 2000; Bicchi 2000).

4.2 Απόσταξη

Είναι η πιο απλή και συνήθης μέθοδος παραλαβής αιθέριων ελαίων. Βασίζεται στη διαφορά του σημείου ζέσεως των συστατικών ενός διαλύματος (E. Hernandez, 2000).

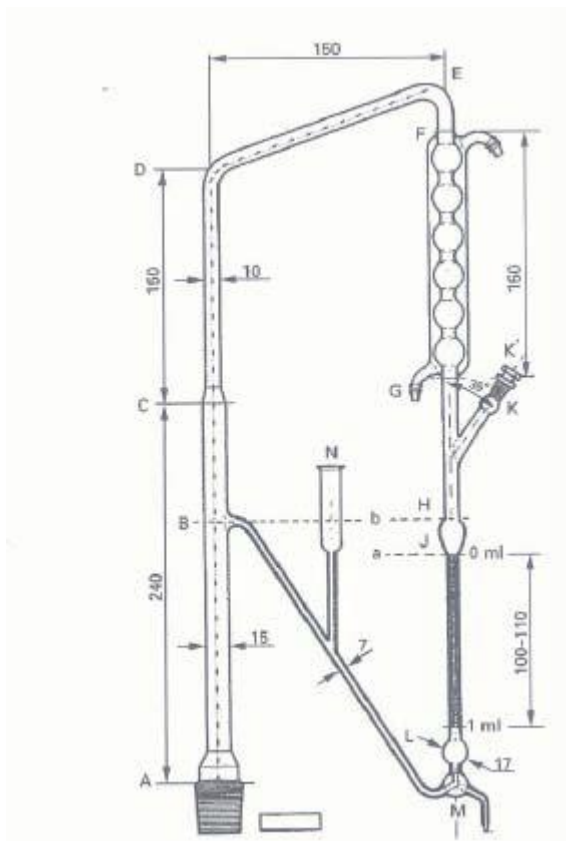
Περιλαμβάνει την:

- Απόσταξη με υδρατμούς (steam distillation – SD).
- Υδροαπόσταξη (Hydrodistillation –HD).

- Μικροαπόσταξη με υδρατμούς εκχύλισης με οργανικό διαλύτη (Microsteam distillation – MSDE).
- Απόσταξη με κενό (vacuum head space distillation – VHSD).
- Μικροκύματα (microwave assisted extraction – MAE). (Σαρλής,1994; Karpouthsis et al. 1998; Gounaris et al., 2002; Παπουλάκης, 2009)

Η υδραπόσταξη λαμβάνει χώρα σε αποστακτική συσκευή τύπου Clengenger και διαρκεί 2 – 3 ώρες) και είναι η εξής:

Πρώτα το φυτικό δείγμα προς απόσταξη τοποθετείται στη σφαιρική φιάλη, η οποία γεμίζει με νερό (3 φορές αποσταγμένο) μέχρι τα 3/5 της. Η φιάλη τοποθετείται σε μια εστία θέρμανσης και αφήνεται ώστε το περιεχόμενο να βράσει. Μετά από 30 – 45 λεπτά αρχίζει η εξάτμιση του νερού και των διαφόρων συστατικών του αιθέριου ελαίου. Από το σημείο αυτό, το δείγμα αφήνεται να βράσει ακόμη για 2 – 3 ώρες. Οι ατμοί κατευθύνονται μέσω του γυάλινου σωλήνα που βρίσκεται πάνω από τη φιάλη προς τον ψυκτήρα, όπου υγροποιούνται. Το υγροποιημένο νερό και αιθέριο έλαιο, φτάνουν στο διαχωριστικό δοχείο. Εκεί, γίνεται και ο διαχωρισμός τους, με το αιθέριο έλαιο να σχηματίζει στιβάδα πάνω από το νερό, καθότι είναι ελαφρύτερο από αυτό και μη υδατοδιαλυτό. Μετά το πέρας των 2 – 3 ωρών, σταματάει το βράσιμο και αφήνεται η συσκευή να ψυχθεί για λίγα λεπτά ακόμη και να υγροποιηθούν και οι τελευταίοι ατμοί. Τέλος, ακολουθεί η απομάκρυνση του νερού και η κάθοδος της στιβάδας του αιθέριου ελαίου στον ογκομετρικό σωλήνα που βρίσκεται κάτω από το διαχωριστικό δοχείο. Αφού μετρηθεί η ποσότητα του αιθέριου ελαίου, παραλαμβάνεται. Το αιθέριο έλαιο αποθηκεύεται σε μικρά γυάλινα φιαλίδια, τα οποία φυλάσσονται σε χαμηλή θερμοκρασία (στον καταψύκτη) και στο σκοτάδι προκειμένου να αποφευχθεί η αλλοίωση του (Σαρλής,1994; Karpouthsis et al. 1998; Gounaris et al., 2002; Παπουλάκης, 2009).



Εικόνα: Συσκευή Clevenger για την παραλαβή αιθέριων ελαίων από αρωματικά φυτά (European Pharmacopeia (2000) 3rd edn, Copyright Council of Europe)

4.3 Εκχύλιση

Η μέθοδος της εκχύλισης χρησιμοποιείται για την παραλαβή αιθέριων ελαίων από υλικά που θεωρούνται ευπαθή στην απόσταξη, όπως τα άνθη και τα φύλλα. Με την εκχύλιση παραλαμβάνονται τα πτητικά και μη πτητικά λιπόφιλα συστατικά του φυτού.

Οι τρόποι παραλαβής των αιθέριων ελαίων με εκχύλιση στη βιομηχανία γίνονται με: πτητικούς διαλύτες, ψυχρό λίπος, θερμό λίπος, υδρόφιλους διαλύτες.

Οι τρόποι ανάκτησης των αιθέριων ελαίων με εκχύλιση στο εργαστήριο είναι: η εκχύλιση με υπερκρίσιμα ρευστά, η εκχύλιση με υπέρηχους κ.ά.

καθώς και η μικροεκχύλιση στερεάς φάσης (Σαρλής, 1994; Karpouthtsis et al. 1998; Gounaris et al., 2002; Παπουλάκης, 2009).

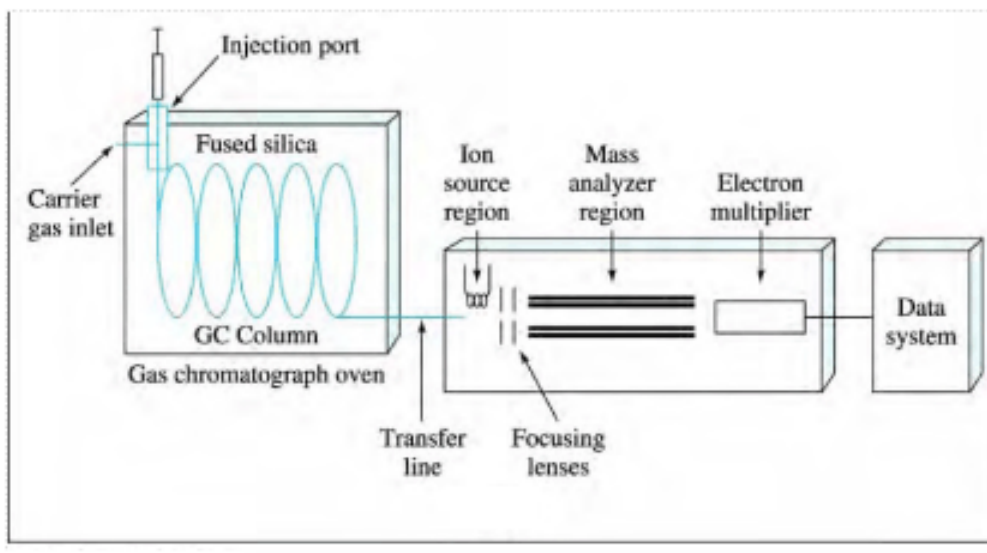
4.4 Μηχανική Παραλαβή

Ακολουθώντας τη μέθοδο της μηχανικής παραλαβής, τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται μόνο με μηχανικά μέσα (expression or pressing). Η παραλαβή συνήθως γίνεται με συμπίεση ή σύνθλιψη του προς κατεργασία φυτικού υλικού. Η μέθοδος χρησιμοποιείται σε ξηρούς καρπούς και φλοιούς εσπεριδοειδών (Reineccius, 2007).

5. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής σύστασης των αιθέριων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια είναι μείγματα πολλών και διαφορετικών συστατικών, με αποτέλεσμα να είναι σημαντικός ο διαχωρισμός και η ταυτοποίησή τους (Huie, 2002; Kaufmann & Christen, 2002). Η χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων γίνεται συνήθως με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας (GC) (ποιοτική ανάλυση) και με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας (GC-MS) (ποσοτική ανάλυση) (Keravis, 1997). Οι Marston και Hostettmann (2009) αναφέρουν ότι η αέρια χρωματογραφία είναι κατάλληλη για πτητικά συστατικά και ιδανική για σύνθετα μείγματα, όπως αυτά των αιθέριων ελαίων.

Στην εικόνα διακρίνεται το διάγραμμα ενός τυπικού αερίου χρωματογράφου τριχοειδούς στήλης συζευγμένου με φασματογράφο μαζών (GC/MS) (7).



Ο διαχωρισμός των συστατικών γίνεται μέσω της κατανομής των διαφορετικών συστατικών στο προσροφημένο υγρό της στήλης με διαφορετικές ταχύτητες, οι οποίες εξαρτώνται από τις διαφορετικές τάσεις ατμών, και αλληλεπιδράσεις με τη στατική φάση (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2007).

Οι σημαντικότεροι παράμετροι στη αέρια χρωματογραφία είναι:

- Η θερμοκρασία του εισαγωγέα.
- Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας στη στήλη. Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης η λειτουργία του φούρνου του χρωματογράφου μπορεί να είναι ισόθερμη ή αυξομειούμενης θερμοκρασίας. Η δεύτερη περίπτωση εφαρμόζεται συνήθως όταν το προς διαχωρισμό μείγμα αποτελείται συγχρόνως από συστατικά υψηλού σημείου ζέσεως.
- Η ροή του φέροντος αερίου. Η ροή του φέροντος αερίου παίζει καθοριστικό ρόλο στο διαχωρισμό των συστατικών ενός μείγματος. Η ακριβής μέτρηση της ταχύτητας ροής του φέροντος αερίου είναι απαραίτητη, επειδή οι χρόνοι συγκράτησης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα.
- Το είδος της στήλης. Συνήθως χρησιμοποιούνται τριχοειδείς στήλες, στις οποίες η υγρή στατική φάση μπορεί να είναι πολική, μετρίως πολική και μη πολική.

- Το είδος του ανιχνευτή που χρησιμοποιείται. Ο ποσοτικός προσδιορισμός γίνεται συνήθως με την χρήση ανιχνευτών ιονισμού φλόγας (FID) ή φασματομετρίας μαζών (MS).

Οι κύριες μεταβλητές στην αέρια χρωματογραφία είναι η στατική φάση της στήλης και η θερμοκρασία λειτουργίας. Οι μεταβλητές αυτές ποικίλουν ανάλογα με την πολικότητα και την πτητικότητα των υπό διαχωρισμό συστατικών.

Η ταυτοποίηση των συστατικών γίνεται με τη χρησιμοποίηση του χρόνου συγκράτησης και τη σύγκριση των φασμάτων μάζας, με σύγκριση είτε με τα φάσματα των προτύπων μορίων είτε με δεδομένα κάποιας αξιόπιστης βιβλιοθήκης. Πολλές φορές η ταυτοποίηση των συστατικών πρέπει να επιβεβαιώνεται με τη χρησιμοποίηση του δείκτη συγκράτησης Kovats (σύγκριση του χρόνου συγκράτησης t_{R_x} της άγνωστης ουσίας με το t_{R_A} προτύπων αλκανίων) σε δύο στήλες διαφορετικής πολικότητας (Lahlou, 2003) ή στην ίδια στήλη με διαφορετικές θερμοκρασίες (Denayer & Tilquin, 1994)

ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΡΙΓΑΝΗΣ

1. Γενικά

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είναι και αυτό μια μορφή με την οποία η ρίγανη κυκλοφορεί στο εμπόριο τόσο στην Ελλάδα, όσο και διεθνώς. Το αιθέριο έλαιο αντιστοιχεί σε πολύπλοκα μίγματα ουσιών που περιέχονται στο φυτό και είναι δυνατόν να λαμβάνονται από αυτό με απόσταξη σε πολύ συμπυκνωμένη μορφή (Skrubis 1972).

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης εξάγεται με την υποβολή των αποξηραμένων υπέργειων τμημάτων των φυτών της σε απόσταξη με υδρατμούς (Σκρουμπής 1971).

Έχει χαρακτηριστική οσμή και καυστική γεύση, έντονο κίτρινο χρωματισμό και ελαιώδη σύσταση. Το ειδικό βάρος του είναι 0,950 - 0,960 και είναι πρακτικά αδιάλυτο στο νερό, ενώ είναι πολύ ευδιάλυτο στην αλκοόλη, τον αιθέρα και τα έλαια (Σκρουμπής 1971 & 1978).

2. Ποιοτική και ποσοτική σύσταση αιθέριου ελαίου ρίγανης

Η ποσότητα του αιθέριου ελαίου της ρίγανης ποικίλλει ανάλογα με τα τμήματα του φυτού που υποβάλλονται σε απόσταξη. Έτσι, διαπιστώθηκε ότι τα φύλλα και τα άνθη δίνουν αιθέριο έλαιο σε ποσοστό από 4 ως 6 %, ενώ συνολικά τα υπέργεια τμήματα του φυτού σε ποσοστό από 2 ως 4 % (Exarchou et al. 2002). Ο μέσος όρος όμως σε βιομηχανική κλίμακα κυμαίνεται από 3% έως 4% χωρίς να αποκλείονται μικρότερες ή μεγαλύτερες αποδόσεις. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ρίγανης στα ξηρά φύλλα και τη ταξιανθία μπορεί να φθάσει μέχρι και 7%. (Goliaris et al., 2000; Vokou et al., 1993).

Το αιθέριο έλαιο ρίγανης περιέχει περισσότερες από 30 χημικές ενώσεις (Vekiari et al. 1993, Adam et al. 1998). Η ανάλυση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης του, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, έδειξε ότι τα κύρια συστατικά είναι η καρβακρόλη, η θυμόλη, το π-κυμένιο και γ-τερπινένιο. (Vokou et. al.,1993; Kokkini et. al.,2003; Γαβαλάς, 2004).

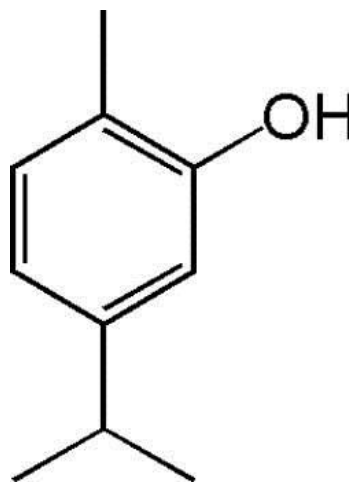
Η ποσοτική του σύσταση ποικίλλει σημαντικά, με τα κύρια συστατικά καρβακρόλη και θυμόλη να συμμετέχουν το καθένα από ίχνη ως πάνω από 90% προσδίδοντας ανάλογες διαφορές στο άρωμα των φυτών. Οι ποσότητες καρβακρόλης και θυμόλης παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση, έχοντας αντιστρόφως ανάλογη σχέση. Το ίδιο ισχύει ανάμεσα στο άθροισμά τους και το άθροισμα των δύο μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (Vokou,1993; Kokkini, 2003; Γαβαλάς, 2004).

Οι Kokkini et al. (1997a) αναφέρουν ότι το άθροισμα των τεσσάρων αυτών 188 βιοσυνθετικά συγγενικών ενώσεων στα αιθέρια έλαια ρίγανης από όλη τη χώρα εμφανίζει σταθερότητα (85,0% - 96,8%), ανεξάρτητα της γεωγραφικής προέλευσης και των διαφορετικών εποχών συλλογής των φυτών. Το γεγονός αυτό ενισχύει την άποψη ότι οι τέσσερις αυτές ενώσεις είναι πολύ κοντά βιοσυνθετικά και υποστηρίζει τα ευρήματα για το σχηματισμό θυμόλης και καρβακρόλης από γ-τερπινένιο μέσω π-κυμενίου (Poulose and Croteau, 1978; Croteau and Johnson, 1984).

3. Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου ρίγανης

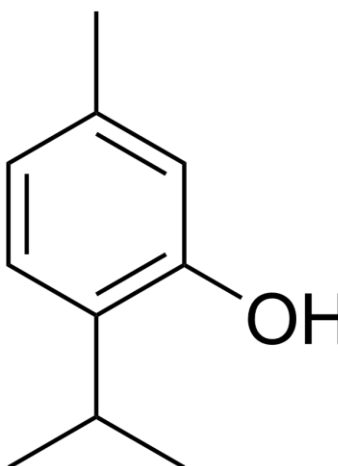
Η **καρβακρόλη**, που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την ποιότητα της ρίγανης και του αιθέριου ελαίου, κυμαίνεται από 70 έως και 85%, ενώ σε αυτοφυείς πληθυσμούς μπορεί να ξεπεράσει και το 90% (Kokkini et al. 1997).

Η καρβακρόλη είναι άχρωμη, ελαιώδης ουσία με μοριακό βάρος (MB) 150,21, και στερεοποιείται με ψύξη σε χαμηλή θερμοκρασία. Το σημείο τήξης της είναι 0,5 °C, ενώ το σημείο βρασμού της 240 °C. Το ειδικό βάρος της είναι 0,980-0,983. Είναι ουσία με χαρακτηριστική οσμή, έντονη γεύση και πρακτικά αδιάλυτη στο νερό. Είναι πολύ ευδιάλυτη στην αλκοόλη ή το διαιθυλοαιθέρα (The Merck Index 1989).



Η περιεχόμενη στο αιθέριο έλαιο **θυμόλη** αποτελεί το κρυσταλλικό ισομερές της καρβακρόλης και βρίσκεται σε ποσοστό μέχρι 6% (Vokou et al. 1993, Kokkini, 1994). Η θυμόλη είναι κρυσταλλική φαινολική ουσία, με MB 150,21, σημείο τήξης 44 – 51 °C και σημείο βρασμού 233 °C. Το ειδικό βάρος της είναι 1,028.

Είναι ουσία με χαρακτηριστική οσμή και καυστική γεύση. Είναι πρακτικά αδιάλυτη στο νερό, αλλά διαλύεται στην αλκοόλη, το χλωροφόρμιο, τον αιθέρα ή το ελαιόλαδο (The British Pharmaceutical Codex 1911, The Merck Index 1989).



Το **γ-τερπινένιο** είναι ισομερές του τερπινενίου που είναι υδρογονάνθρακας. Είναι ελαιώδης ουσία, με MB 136,23, σημείο τήξης 0 °C και σημείο βρασμού 155 °C σε ποσοστό 88%. Το ειδικό βάρος του είναι 0,860-0,870. Είναι ουσία με χαρακτηριστική ευχάριστη οσμή και γεύση λεμονιού. Είναι πρακτικά αδιάλυτη στο νερό, αλλά διαλύεται στην αλκοόλη ή τον αιθέρα (The British Pharmaceutical Codex 1911, The Merck Index 1989).

Το **π-κυμένιο** είναι ισομερές του πινενίου που είναι επίσης υδρογονάνθρακας. Είναι ελαιώδης ουσία, με MB 136,23. Το ειδικό βάρος της είναι 0,860-0,870. Έχει χαρακτηριστική ευχάριστη οσμή και γεύση κίτρου. Είναι πρακτικά αδιάλυτη στο νερό και ευδιάλυτη σε αλκοόλη, αιθέρα, χλωροφόρμιο ή οξικό οξύ (The Merck Index 1989).

4. Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή και την σύσταση του αιθέριου ελαίου των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

α) Φωτοσύνθεση

Η συμμετοχή του φωτοσυνθετικά δεσμευμένου άνθρακα αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό του φυσιολογικού μηχανισμού της παραγωγής αιθέριου ελαίου. Επομένως τα φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά κάθε ιστού παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία άνθρακα διαθέσιμου για τον αναβολισμό των συστατικών του ελαίου (Sangwan et al., 2001).

β) Φωτοπερίοδος

Η φωτοπερίοδος πιθανόν να ασκεί την επιρροή της μέσω της διαμόρφωσης του μεταβολικού μηχανισμού των φυτών, από την παραγωγή φωτοσυνθετικού άνθρακα έως τον καθορισμό του μονοπατιού που οδηγεί είτε στην επιλογή κλάσεως (τερπενοειδών ή φενυλοπροπανοειδών) είτε στην επιλογή ομάδας (μονοτερπένια, σεσκιτερπένια κτλ.) (Sangwan et al., 2001).

γ) Στάδιο ανάπτυξης των φυτών

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της συσσώρευσης του αιθέριου ελαίου στα φυτά είναι ότι εξαρτάται από το στάδιο/φάση του φυτού, καθώς και από τα μέρη/όργανα, τον ιστό και τα κύτταρα, από τα οποία παράγεται. Η μέγιστη ποσότητα ελαίου του φυτού *Origanum vulgare* (Putievsky et al., 1988) και την *Origanum onites* (Kizil et al., 2008), παρατηρήθηκε κατά το τέλος της άνθισης, με τα άνθη και τις ταξιανθίες να έχουν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ελαίου.

Το στάδιο ανάπτυξης φαίνεται να επηρεάζει και τη διακύμανση στα συστατικά του αιθέριου ελαίου. Το ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης σε φυτά μεξικάνικης ρίγανης (*Lippia berlandieri*) ήταν μεγαλύτερο σε νεαρά φυτά σε σχέση με τα ώριμα (Vazquez & Dunford, 2005).

δ) Εποχή συλλογής

Σε φυτά *Origanum hirtum* παρατήρηθηκε εποχική διακύμανση τόσο στην % συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου, όσο και στην % σύσταση αυτού. Πρέπει να αναφερθεί τα αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται από σταθερότητα άσχετα με την εποχή συλλογής σε ότι αφορά το άθροισμα των τεσσάρων κύριων χαρακτηριστικών του (καρβακρόλη, θυμόλη, π-κυμένιο, γ-τερπινένιο). Αντίθετα, η εποχή συλλογής επηρεάζει πολύ την περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια των φυτών. Η μέγιστη συγκέντρωση τόσο του ελαίου, όσο και των φαινολικών συστατικών του (καρβακρόλη-θυμόλη) παρουσιάζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ το ποσοστό του π-κυμενίου αυξάνει αργά το φθινόπωρο, με το π-κυπενιο να γίνεται σε ορισμένες περιπτώσεις το κυριότερο συστατικό του ελαίου (Kokkini et al., 1997). Σε γενικές γραμμές, οι αποδόσεις του αιθέριου ελαίου της ρίγανης ποικίλουν από 1,0 – 3,1% όταν το φυτό συλλέγεται κατά το τέλος του φθινοπώρου, ενώ οι αντίστοιχες καλοκαιρινές αποδόσεις του (στις ίδιες περιοχές συλλογής) είναι υψηλότερες, δηλαδή 4,8 – 8,2% (Kokkini et al., 1994; Vokou et al., 1993). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και σε φυτά *Origanum syriacum*, όπου τόσο η συγκέντρωση σε έλαιο, όσο και το ποσοστό της καρβακρόλης, πήραν τις μέγιστες τιμές τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Soliman et al., 2007, Toncer et al., 2010).

ε) Εδαφικοί παράγοντες

Πολλοί συγγραφείς θεωρούν τον τύπο και τη σύσταση του εδάφους ως ένα από τους παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν τη συγκέντρωση και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου (Figueiredo et al., 2008), με τα αποτελέσματα όμως των ερευνών να δίστανται.

Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο επηρεάζουν την ανάπτυξη και την σύνθεση του αιθέριου ελαίου στα φαρμακευτικά φυτά. Αυτά τα στοιχεία επηρεάζουν τα επίπεδα ενζύμων, τα οποία είναι σημαντικά στην βιοσύνθεση

τερπενοειδών όπως η καρβακρόλη (Sell, 2003). Οι Baranauskiene et al. (2003) και οι Sotiropoulou and Karamanos (2010), αναφέρουν ότι η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων σε φυτά *Thymus vulgaris* και *Origanum hirtum* αντίστοιχα δεν επηρέασε την εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και την εκατοστιαία (%) σύσταση αυτού. Επιπλέον, η λίπανση φυτών *Origanum hirtum* με ασβέστιο και μαγνήσιο δεν επηρέασε την εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο (Dordas, 2009). Επίσης, αναφέρεται ότι η αζωτούχος λίπανση επηρέασε τη σύσταση του αιθέριου ελαίου σε φυτά *Origanum syriacum* αυξάνοντας το ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης με μια στιγμιαία μείωση του ποσοστού του γ-τερπινενίου και του π-κυμενίου (Omer, 1999).

στ) Υγρασία

Η έλλειψη υγρασίας περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών και την επιβίωση τους, ενώ παράλληλα προκαλεί διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές αντιδράσεις όπως κλείσιμο των στοματίων, μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων (Hughes et al., 1989). Η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών πιστεύεται ότι ευνοείται από περιβάλλοντα που δημιουργούν καταπονήσεις.

Η ποσότητα νερού που δέχτηκε το φυτό *Lippia berlandieri* δεν είχε σημαντική επίδραση στο ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης (Dunford & Vasquez, 2005). Αντίθετα, σύμφωνα με τους Tucker & Maciarello (1994) η υδατική καταπόνηση επηρέασε την ανάπτυξη φυτών *Origanum onites*, καθώς και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου τους. Μέτρια υδατική καταπόνηση σε φυτά *Origanum vulgare* L. (60% της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας) προώθησε την παραγωγή αιθέριων ελαίων σε φυτά, ενώ έντονη υδατική καταπόνηση (40 % της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας) μείωσε τη βιοσύνθεση τους (Said-Al Ahl et al., 2009a; Singh et al. 1997; Fatima et al. 2000).

ζ) Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία φαίνεται να αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που καθορίζει τόσο τη σύσταση του αιθέριου ελαίου όσο και την περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο. Οι Said-Al Ahl et al. (2009a) αναφέρουν ότι τα φαινορικά συστατικά (καρβακρόλη - θυμόλη) αυξάνουν στις θερμές περιόδους

σε βάρος των πρόδρομων ουσιών τους. Συγκεκριμένα, το ποσοστό της καρβακρόλης σε μελέτη σε φυτά *Origanum vulgare* L. ήταν υψηλότερο τη δεύτερη χρόνια, η οποία ήταν και η πιο θερμή. (Said-Al Ahl et al. 2009a).

Οι Vokou et al. (1993) αναφέρουν ότι το άθροισμα της ποσότητας των τεσσάρων κύριων συστατικών, που αντιπροσωπεύουν το φαινολικό μονοπάτι, φαίνεται να επηρεάζεται από το πόσο θερμό είναι το κλίμα. Όσο πιο θερμό είναι το κλίμα, τόσο υψηλότερη είναι η συνολική τους περιεκτικότητα.

η) Υψόμετρο

Το υψόμετρο φαίνεται να είναι ο πιο σημαντικός περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Υψηλές τιμές καταγράφηκαν σε χαμηλά υψόμετρα, που συμπίπτουν με τα Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα. Η ρίγανη μικρού υψομέτρου περιέχει περισσότερο αιθέριο έλαιο. Το υψόμετρο επηρεάζει το κλίμα, όπως και το γεωγραφικό πλάτος. Συγκεκριμένα, όσο το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνουν, τόσο περιορίζεται το καλοκαίρι και επομένως μειώνεται ο χρόνος της φωτοσύνθεσης και τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης, ανάμεσα στα οποία είναι και τα συστατικά του αιθέριου ελαίου (Vokou et al., 1993).

Στον Όλυμπο, παρατηρήθηκε τάση ελάττωσης του περιεχόμενου σε αιθέρια έλαια με αύξηση του υψομέτρου για το γένος *Origanum* (Ανδρονής, 1989).

Όσον αφορά στην ποιοτική σύσταση των ελαίων, πληθυσμοί του ίδιου είδους σε διαφορετικά υψόμετρα μπορεί να έχουν τα ίδια συστατικά ή η σύστασή τους να διαφέρει (διαφορετικοί χημειότυποι). Είναι πιθανό, κάποια συστατικά του ελαίου να εμφανίζουν κάποιο είδους συσχέτιση με το υψόμετρο, π.χ. η βιοσυνθετική οδός της θυμόλης ευνοείται με το υψόμετρο στη ρίγανη και είναι περισσότερο αποτελεσματική από τη βιοσυνθετική οδό της καρβακρόλης (Russo et al., 1998).

θ) Μέθοδος παραλαβής

Πρέπει να σημειωθεί ότι φαινολικές ουσίες δεν ανευρίσκονται μόνο στο αιθέριο έλαιο της ρίγανης αλλά και στα μη πτητικά συστατικά που απομένουν μετά την υποβολή της σε απόσταξη με υδρατμούς, για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου της (Milos et al. 2000).

Η σύσταση σε ενεργά συστατικά του αιθέριου ελαίου ή των εκχυλισμάτων της ρίγανης εξαρτάται και από τη μέθοδο της παραλαβής τους. Διαπιστώθηκε ότι το αιθέριο έλαιο του δίκταμου που αποτελεί την ρίγανη της Κρήτης, περιέχει 21,7% φαινολικές ουσίες, ενώ το εκχύλισμά του με μεθανόλη 13,8%, το εκχύλισμά του με αιθανόλη 7,7% και εκείνο με ακετόνη 6,7% (Moller et al. 1999). Το αιθέριο έλαιο ρίγανης τουρκικής προέλευσης βρέθηκε ότι περιέχει 17,9% φαινολικές ουσίες, ενώ το εκχύλισμά της με μεθανόλη 20,7%, με αιθανόλη 10,9% και εκείνο με ακετόνη 8,5% (Moller et al. 1999).

5. Ιδιότητες

Στις «πολυφαινολικές ενώσεις» και στις «πικραντικές ουσίες» του αιθέριου ελαίου, το οποίο λαμβάνεται με απόσταξη απέδωσε τις θεραπευτικές του ιδιότητες ο Μαρσέλλος (1981). Όσον αφορά το έντονο άρωμά της, αποδίδεται και αυτό στα φαινολικά συστατικά της (Zheng & Wang, 2001; Lambert et al., 2001; Novak et al., 2002a; Bernath et al., 2005).

Το αιθέριο έλαιο της ελληνικής ρίγανης θεωρείται, παγκοσμίως, το καλύτερο ποιοτικώς. Η αιτία της συγκεκριμένης παραδοχής οφείλεται στη σύνθεσή του, δηλαδή στα σημαντικά ποσοστά της καρβακρόλης και της θυμόλης (Baydar et al., 2004, Kozyra et al., 2009, Menaker et al., 2004, Dugo et al., 2000). Στα δύο αυτά κυρίως συστατικά οφείλονται και οι ιδιαίτερες ιδιότητες του (Σκρουμπής 1971 & 1978).

Τα αιθέρια έλαια, τα οποία έχουν την ισχυρότερη αντιβακτηριακή δράση, περιέχουν μεγάλο ποσοστό φαινολικών συστατικών όπως θυμόλη και η καρβακρόλη. Αναφέρεται ότι, σε *in vitro* πειράματα η καρβακρόλη παρουσίασε ισχυρότατη αντιμικροβιακή δράση (Unlu et al., 2007). Με τις συγκεκριμένες φαινόλες έχει συνδεθεί και η αντιμυκητιακή δράση των αιθέριων ελαίων (Esen et al. 2007; Adam et al., 1998) και ιδιαίτερα με την παρουσία καρβακρόλης (Sokovic et al., 2002). Η αντιοξειδωτική δράση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης αποδίδεται επίσης στην παρουσία των κύριων συστατικών της, που είναι η καρβακρόλη και η θυμόλη (Lagouri et al. 1993, Tsimidou & Boskou 1994, Yanishlieva et al. 1999).

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης, συγκρινόμενο με αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών άλλων οικογενειών, έχει την πιο ισχυρή δράση (Marino et al., 2001; Ozkan et al., 2003; Nevas, et al., 2004). Ανάμεσα δε στα είδη του γένους *Origanum* το πιο δραστικό αιθέριο έλαιο είναι αυτό της *O. vulgare ssp hirtum* (Ody, 1994; Karamanoli et al., 2000). Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών ερευνών οδήγησαν τους ερευνητές να προτείνουν τη χρήση του αιθέριου έλαιου της ρίγανης ως αντιμυκητιακού φαρμάκου (Adam et al., 1998; Chami et al., 2005), για την αντιμετώπιση διαφόρων ανθρωπινων ασθενειών (Bozin et al., 2006), στην προστασία των τροφίμων κατά τη συντήρησή τους (Ozkan et al., 2003), κ.ά.

Παρακάτω υπάρχουν μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και αποδεικνύουν τις δράσεις που προαναφέρθηκαν.

Αντιβακτηριακές ιδιότητες

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης εμφανίζει αξιόλογη δραστικότητα έναντι αρνητικών και, κυρίως, θετικών κατά Gram βακτηρίων (Marino et al. 2001). Συγκριτική μελέτη της αντιβακτηριακής δράσης του αιθέριου ελαίου της ρίγανης με αιθέρια έλαια άλλων φυτών, έναντι των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Yersinia enterocolitica*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas fluorescens* και *Pseudomonas putida*, καθώς και έναντι των θετικών κατά Gram βακτηρίων *Micrococcus spp.* *Sarcina flava*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus licheniormis*, *Bacillus thuringiensis* και *Listeria innocua*, έδειξε ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης παρουσιάζει την ισχυρότερη αντιβακτηριακή δράση. (Marino et al. 2001). Άλλες *in vitro* μελέτες (Sivropoulou et al. 1997) έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είναι πολύ δραστικό έναντι των θετικών και αρνητικών κατά Gram βακτηρίων. Ειδικότερα, παρουσιάζει έντονη αντιβακτηριακή δράση έναντι δυο στελεχών των βακτηρίων *Escherichia coli* και *Staphylococcus aureus* και έναντι των βακτηρίων *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis* και *Rhizodium leguminosarum*. Σε άλλη *in vitro* μελέτη

(Skandamis et al. 2000) βρέθηκε επίσης ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είναι πολύ δραστικό έναντι της *Salmonella typhimurium*.

Η καρβακρόλη παρουσιάζει αντιβακτηριακή δράση έναντι του παθογόνου *Bacillus cereus* (Ultee et al. 1998), ενώ η θυμόλη έντονη ανασταλτική δράση έναντι των μικροοργανισμών *Selenomonas ruminantium* και *Streptococcus bovis* της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών (Evans & Martin 2000).

Σε άλλο πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του αιθέριου ελαίου ρίγανης, ως διατροφικού συμπληρώματος, στην αναχαίτιση του δυνητικά παθογόνου βακτηριδίου *Photobacterium damseale subsp. damsela* (παλαιότερα *Vibrio damsela*) από την εντερική μικροχλωρίδα της τσιπούρας *Sparus aurata*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι από την εντερική μικροχλωρίδα των τσιπούρων που στη δίαιτα τους περιλαμβάνονταν αιθέριο έλαιο ρίγανης το βακτηρίδιο απουσίαζε. Τα αιθέρια έλαια της ρίγανης δεν προκάλεσαν ιστολογικές βλάβες στις τσιπούρες στις οποίες χορηγήθηκαν (Γιαγνίση και άλλοι, 2008).

Οι Vokou et al. (1993) εξέτασαν την επίδραση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης και άλλων φυτών στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών σε αποθηκευμένους κονδύλους πατάτας. Από την επιφάνεια των κονδύλων απομονώθηκαν επτά διαφορετικοί βακτηριακοί κλώνοι. Όλα τα αιθέρια έλαια επέδειξαν βακτηριοστατική δράση, με το αιθέριο έλαιο της ρίγανης να είναι το πιο αποτελεσματικό ενάντια σε όλους τους κλώνους που δοκιμάστηκαν.

Αντιμυκητιακές ιδιότητες

Η αντιμυκητιακή δράση της ρίγανης έχει αποδοθεί στην παρουσία των δύο κύριων συστατικών του αιθέριου ελαίου της ρίγανης, την καρβακρόλη και τη θυμόλη. Πράγματι, οι Violon & Chaumont (1994) βρήκαν ότι η καρβακρόλη παρουσιάζει ισχυρή αντιμυκητιακή δράση. Άλλοι ερευνητές βρήκαν ότι τόσο η καρβακρόλη, όσο και η θυμόλη παρουσιάζουν αντιμυκητιακή δράση, με την καρβακρόλη να έχει μεγαλύτερη αντιμυκητιακή δράση από τη θυμόλη (Daferera et al. 2000)

Συγκριτική μελέτη (Adam et al. 1998) της αντιμυκητιακής δράσης του αιθέριου ελαίου της ρίγανης με αιθέρια έλαια άλλων φυτών (μέντα, λεβάντα, φασκόμηλο έδειξε ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης παρουσιάζει ισχυρότερη δράση έναντι των μυκήτων *Malassezia furfur*, *Trichophyton rubrum* και *Trichosporon beigeli*, ειδών παθογόνων για τον άνθρωπο.

Άλλη σχετική μελέτη έδειξε ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης παρουσιάζει επίσης δράση έναντι των μυκήτων *Penicillium spp.*, *Fusarium oxysporum*, και *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* (Daouk et al. 1995, Biondi et al., 1993). Οι Daferera et al. (2000) διαπίστωσαν ότι τα φαινολικά συστατικά του αιθέριου ελαίου της ρίγανης ευθύνεται για την ανασταλτική δράση στην παραγωγή κονιδίων και παρεμποδίζει πλήρως την ανάπτυξη του μύκητα *Penicillium digitatum*. Παρόμοια αποτελέσματα δείχνουν ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης, παρουσιάζει την ισχυρότερη αντιμυκητιακή δράση έναντι των μυκήτων *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseoli*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* και *Aspergillus parasiticus* σε σύγκριση με αιθέρια έλαια άλλων αρωματικών φυτών (Ozcan 1998, Ozcan & Boyraz, 2000).

Οι αντιοξειδωτικές της ιδιότητες, αυξάνουν τη χρήση της στη βιομηχανία τροφίμων (Houhoula et al., 2004).

Έχει διαπιστωθεί ότι η τριμμένη ρίγανη, το αιθέριο έλαιό της, καθώς και τα εκχυλίσματά της με οργανικούς διαλύτες παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες, όταν προστίθενται σε διάφορα τρόφιμα, όπως είναι το λαρδί, οι σαρδέλες και οι κολιοί σε συντήρηση, διάφορες σάλτσες και το έλαιο σαρδέλας ή κολιού (Chipault et al. 1956, Bishon et al. 1977, Economou et al. 1991, Vekiari et al. 1993, Lagouri et al. 1993, Pizzocaro et al. 1995, Tsimidou et al. 1995, Milos et al. 2000, Abdalla & Roozen 2001). Επίσης αν προστεθεί στο λάδι τηγανίσματος και στα τηγανισμένα τρόφιμα, παρατείνει το χρόνο συντήρησής τους (Houhoula et al., 2004).

Όσον αφορά την συντήρηση των τροφίμων, αιθέριο έλαιο ρίγανης το οποίο ανακατεύτηκε με κιμά, βρέθηκε να επιδρά στον πληθυσμό των βακτηρίων, όπως επίσης να επηρεάζει τη σχέση των καταστροφικών μικροοργανισμών με τις φυσικοχημικές αλλαγές που προκαλούν στο κρέας (Skandamis & Nychas, 2001). Στους ιστούς κοτόπουλου άσκησε αντιοξειδωτική δράση (Botsoglou et al., 2002) και σε αποθηκευμένο

μοσχαρίσιο κρέας στους 50°C, μείωσε σημαντικά τον πληθυσμό *Salmonella typhimurium* ανεξάρτητα από τις συνθήκες αέρα μια και η ατμόσφαιρα ήταν ελεγχόμενη (Skandamis et al., 2002).

Η εμφάνιση φιλέτου κυπρίνου σε μίγμα καρβακρόλης και θυμόλης βοηθά στην καταστροφή και την εμπόδιση ανάπτυξης των βακτηρίων με αποτέλεσμα την επιμήκυνση του χρόνου συντήρησής του (Mahmoud et al., 2004). Χρήση αιθέριου ελαίου ρίγανης που περιείχε καρβακρόλη και θυμόλη σε συνδυασμό με χημικά, επιμήκυναν σημαντικά τη ζωή του φιλέτου ψαριών (Mahmoud et al., 2006).

Οι Bulbul et al. (2012), συμπέραναν ότι με την προσθήκη μείγματος πτητικού ελαίου δεντρολίβανου και ρίγανης στο σιτηρέσιο ορτυκιών μπορεί να αλλάξει την αντιοξειδωτική δράση, ανάλογα με το σιτηρέσιο, και ότι οι αποτελεσματικότερες δόσεις του μείγματος πτητικού ελαίου δεντρολίβανου και ρίγανης βρέθηκαν ότι είναι 70% και 30%, αντίστοιχα.

Οι Alexandra Bukovska et al. (2007) σε μελέτες του έδειξαν ότι η χορήγηση ενός συνδυασμού αιθέριων ελαίων ρίγανης και θυμαριού στη διατροφή ποντικών σε κατάλληλες ποσότητες μπορεί να μειώσει την παραγωγή προφλεγμονωδών κυτοκινών και να μετριάσει το βαθμό τραυματισμού της φλεγμονής του παχέος ιστού, και κατ' αυτόν τον τρόπο να βελτιώσει το τρινιτροβενζενισουλφονικό οξύ (TNBS) που προξενεί κολίτιδα στα ποντίκια. Ο συνδυασμός αιθερίων έλαιων ρίγανης και θυμαριού, έχει δυνητική αξία ως προσθετικό ή ως υποστηρικτική θεραπεία στις γαστρεντερικές φλεγμονές.

Διαπιστώθηκε ότι η ταχύτητα οξειδωσης των ακόρεστων λιπαρών οξέων αυξάνεται με τον αυξανόμενο βαθμό ακορεστότητας τους. Το αιθέριο έλαιο ρίγανης ανέστειλε τη διαδικασία οξειδωσης. Η αντιοξειδωτική δράση του ελαίου αυξήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης του. Οι φαινολικές ενώσεις που περιέχει το αιθέριο έλαιο μπορούν επιτυχώς να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά αντιοξειδωτικά σε διάφορα προϊόντα διατροφής, φαρμακευτικά προϊόντα και άλλα (M. B. Terenina, 2011).

Εκτός από τις εργαστηριακές έρευνες, κλινικές έρευνες στην Ελλάδα και το εξωτερικό που εκπονήθηκαν σε χοίρους, έδειξαν την ευεργετική επίδραση της χρήσης των αιθέριων ελαίων της ρίγανης στη βελτίωση της παραγωγικότητας τους και στον έλεγχο συγκεκριμένων νοσημάτων τους

(Τσίνας κ.ά., 1999). Θηλυκοί χοίροι στο διαιτολόγιο των οποίων υπήρχε ρίγανη, είχαν μικρότερη ετήσια θνησιμότητα, γέννησαν περισσότερα ζωντανά γουρουνάκια, και μειώθηκαν οι αποβολές. Επί πλέον οι πολυτόκοι χοίροι που έφαγαν ρίγανη είχαν υψηλότερη όρεξη (Allan & Bilkei, 2005). Αιθέριο έλαιο επίσης, επιτράπηκε να χρησιμοποιείται και στα πτηνά, προστιθέμενο στις τροφές τους ως διεγερτικό της όρεξης (Τσίνας & Σπάης, 1999). Όμως η προσθήκη αιθέριου ελαίου ρίγανης ή μείγματος αιθέριου ελαίου αρωματικών φυτών δεν επηρέασε σημαντικά το ρυθμό ανάπτυξης, την κατανάλωση και εκμετάλλευση της τροφής, όπως επίσης και τη θνησιμότητα των ορνίθων, ενώ επηρεάστηκε σημαντικά η % περιεκτικότητα σε οστά και σε εδώδιμο ιστό (Δερβίσης κ.ά., 2005).

Η χρήση ρίγανης ή θυμαριού, αποξηραμένων ή με τη μορφή πηκτώματος, επηρέασαν θετικά την αυγοπαραγωγή και τη μετατρεψιμότητα της τροφής, καθώς επίσης και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αυγού. Η συμμετοχή ρίγανης υπό μορφή δρόγης ή αιθέριου ελαίου της βελτιώνει την οξειδωτική σταθερότητα (μειωμένη λιπιδική υπεροξειδωση) του σφάγιου και του κρέατος των αρνιών και συμβάλλει στην αύξηση της περιεκτικότητας του γάλακτος σε τερπένια και άλλα αρωματικά συστατικά, προσδίδοντας έτσι μεγαλύτερη αξία στην ποιότητα και ενδεχομένως την τιμή του γάλακτος (9).

Εντομοκτόνος, νηματοδοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση

Τα ανώτερα φυτά και ιδιαίτερα τα αρωματικά και φαρμακευτικά αποτελούν μια δυνητική πηγή καινούργιων εντομοκτόνων (Barisevic & Bartol, 2002).

Η καρβακρόλη και θυμόλη προτείνονται ως εναλλακτικά εντομοκτόνα, για την καταπολέμηση του *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams, λεπιδόπτερου, του οποίου η κάμπια προκαλεί αλλεργία σε ανθρώπους και ζώα (Cetin et al., 2007).

Οι Tunc et al. (2000) διαπίστωσαν ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης έχει και εντομοκτόνο δράση, ειδικότερα κατά των ωών των εντόμων *Tribolium confusum* και *Ephestia kuehniella*.

Αιθέριο έλαιο ρίγανης παρουσίασε εντομοκτόνο δράση επαφής και ως καπνιστικό απέναντι στο *Acanthoscellides obtectus* σε εργαστηριακά πειράματα (Baricevic et al., 2001), καθώς και απέναντι στη *Drosophila melanogaster* (Karpouhtsis et al., 1998).

Η ανθεκτικότητα και τοξικότητα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών απέναντι στους νηματώδεις είναι μια ιδιότητα, η οποία φαίνεται ότι θα προσφέρει νέες εφαρμογές στον τομέα της φυτοπροστασίας, ιδιαίτερα για τις καλλιέργειες για τις οποίες δεν υπάρχουν νηματοδοκτόνα ή ανθεκτικές ποικιλίες (Barisevic & Bartol, 2002). Σε εργαστηριακά πειράματα με αιθέρια έλαια ρίγανης αναφέρεται ότι τα έλαια αυτά επηρέασαν την εξάπλωση του γένους *Meloidogyne* είτε παρεμποδίζοντας την εκκόλαψη των αυγών (Ramraj et al., 1991) είτε δρώντας τοξικά στα νεαρά άτομα (Hashim et al., 1999; Oka et al., 2000).

Τα τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων έχουν αναγνωριστεί από αρκετούς ερευνητές σαν ανασταλτικά της βλάστησης και της ανάπτυξης (Fischer, 1986; Muller, 1986; Elakovich, 1988).

Οι Kotoulas et al. (2009) χρησιμοποιώντας αιθέρια έλαια πλούσια σε καρβακρόλη, ανάμεσα σε αυτά και αιθέριο έλαιο ρίγανης, αναφέρουν την παρεμπόδιση της βλάστησης και της ανάπτυξης σπόρων αγριοβρώμης.

Οι Sivropoulou et al. (1997) έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης παρουσιάζει κυτταροτοξική δράση σε καρκινικά κύτταρα από ανθρώπους ασθενείς, ενώ οι Ultee et al. (1998) βρήκαν ότι και μόνη της η καρβακρόλη παρουσιάζει ανάλογη δράση.

Οι Kopardal & Zytinoglou (2003) συμπέραναν ότι η καρβακρόλη ως κύριο συστατικό της ρίγανης θα μπορούσε να λεχθεί ότι έχει αντικαρκινογενετική δράση και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως φάρμακο στη θεραπεία του καρκίνου, αν και αυτό προϋποθέτει περισσότερη έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. Περιοχές πειραματισμού

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 10 χωράφια σε 4 διαφορετικές περιοχές, οι οποίες είναι:

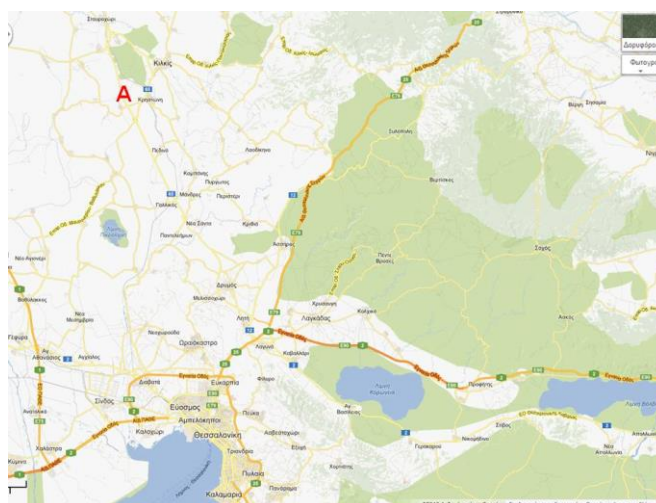
- A) Κρηστώνη (Κιλκίς)
- B) Μαυρούδα (Θεσσαλονίκης)
- Γ) Σκεπαστό (Θεσσαλονίκης)
- Δ) Καλαμωτό (Θεσσαλονίκης)

Παρακάτω παρατίθενται κάποια στοιχεία που αφορούν τις περιοχές από όπου συλλέχθηκαν τα δείγματα του φυτικού υλικού.

A) Κρηστώνη

Η Κρηστώνη είναι χωριό του νομού Κιλκίς, με υψόμετρο 140 μέτρα. Βρίσκεται στα 5 χιλιόμετρα νότια από την πόλη του Κιλκίς στην κατεύθυνση της Θεσσαλονίκης (1).

Συντεταγμένες θέσης (ΕΓΣΑ 87)	X= 403887,84	Ψ= 4534576,59
Συντεταγμένες θέσης (WGS84)	φ= 40,9592742	λ= 22,8596789



Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 3 χωράφια από τη συγκεκριμένη περιοχή (A1, A2 και A3).

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τη μέση θερμοκρασία, μέση υψηλή θερμοκρασία και μέση βροχόπτωση κατά τους μήνες πειραματισμού.

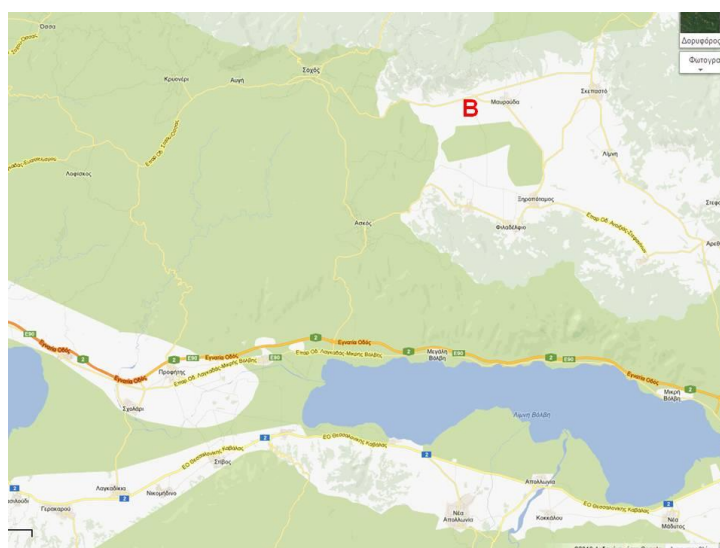
Πίνακας 1: Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία και Βροχόπτωση Κρηστώνης

	Μέση Θερμοκρασία	Μέση Βροχόπτωση
ΜΑΡΤΙΟΣ	8.10	1.07
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	11.92	0.63
ΜΑΙΟΣ	16.65	3.28
ΙΟΥΝΙΟΣ	21.33	2.99

B) Μαυρούδα

Η Μαυρούδα είναι ημιορεινός οικισμός, με υψόμετρο 360 μέτρα. Βρίσκεται στο ανατολικό άκρο του νομού Θεσσαλονίκης, κοντά στη φερώνυμη αποξηραμένη λίμνη, 67 χλμ. ΒΑ της Θεσσαλονίκης, στην πρώην επαρχία Λαγκαδά. (2)

Συντεταγμένες θέσης (ΕΓΣΑ 87)	X= 454903,553	Ψ= 4516916,787
Συντεταγμένες θέσης (WGS84)	φ= 40,8045972222	λ= 23,4671305556



Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 3 χωράφια από τη συγκεκριμένη περιοχή (B1, B2 και B3).

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τη μέση θερμοκρασία, μέση υψηλή θερμοκρασία και μέση βροχόπτωση κατά τους μήνες πειραματισμού.

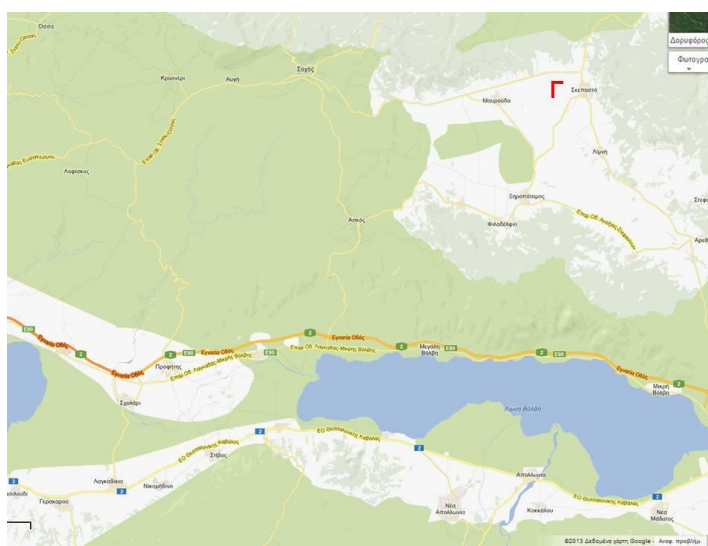
Πίνακας 2: Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία και Βροχόπτωση Μαυρούδας

	Μέση Θερμοκρασία	Μέση Βροχόπτωση
ΜΑΡΤΙΟΣ	9.75	1.04
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	14.00	0.07
ΜΑΙΟΣ	18.03	1.71
ΙΟΥΝΙΟΣ	23.26	0.41

Γ) Σκεπαστό

Το Σκεπαστό είναι οικισμός με υψόμετρο 425 μέτρα. Βρίσκεται στα ανατολικά του νομού Θεσσαλονίκης (3). Απέχει 8 χλμ. από τη Μαυρούδα.

Συντεταγμένες θέσης (ΕΓΣΑ 87)	X= 459187,767	Ψ= 4517388,505
Συντεταγμένες θέσης (WGS84)	φ= 40,8090699	λ= 23,5178888



Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 2 χωράφια από τη συγκεκριμένη περιοχή (Γ1 και Γ2).

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τη μέση θερμοκρασία, μέση υψηλή θερμοκρασία και μέση βροχόπτωση κατά τους μήνες πειραματισμού.

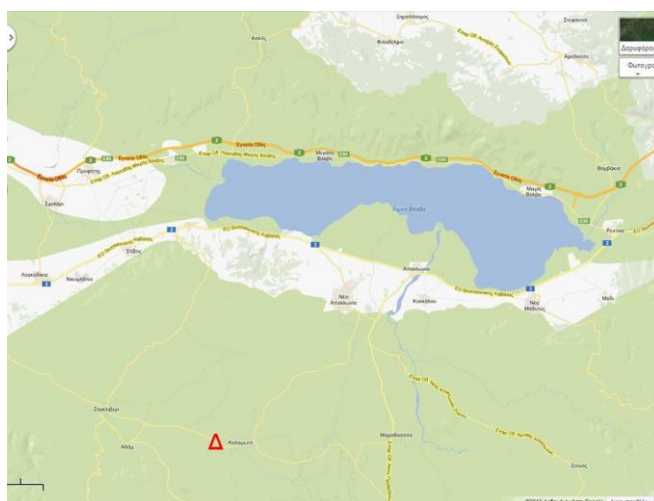
Πίνακας 3: Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία και Βροχόπτωση Σκεπαστού

	Μέση Θερμοκρασία	Μέση Βροχόπτωση
ΜΑΡΤΙΟΣ	7.52	1.32
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	11.76	0.8
ΜΑΙΟΣ	16.99	1.71
ΙΟΥΝΙΟΣ	22.48	0.35

Δ) Καλαμωτό

Το Καλαμωτό είναι ένα πεδινό χωριό του Νομού Θεσσαλονίκης, απέχει περίπου 55 χλμ. ανατολικά από την πόλη της Θεσσαλονίκης και βρίσκεται σε υψόμετρο 220 μέτρων. (4)

Συντεταγμένες θέσης (ΕΓΣΑ 87)	X= 446921,851	Ψ= 4489402,557
Συντεταγμένες θέσης (WGS84)	φ= 40,5562695	λ= 23,3748296



Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 2 χωράφια από τη συγκεκριμένη περιοχή (Δ1 και Δ2).

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τη μέση θερμοκρασία, μέση υψηλή θερμοκρασία και μέση βροχόπτωση κατά τους μήνες πειραματισμού.

Πίνακας 4: Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία και Βροχόπτωση Καλαμωτού

	Μέση Θερμοκρασία	Μέση Βροχόπτωση
ΜΑΡΤΙΟΣ	9.19	2.34
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	12.65	1.89
ΜΑΙΟΣ	17.99	1.53
ΙΟΥΝΙΟΣ	23.44	1.27

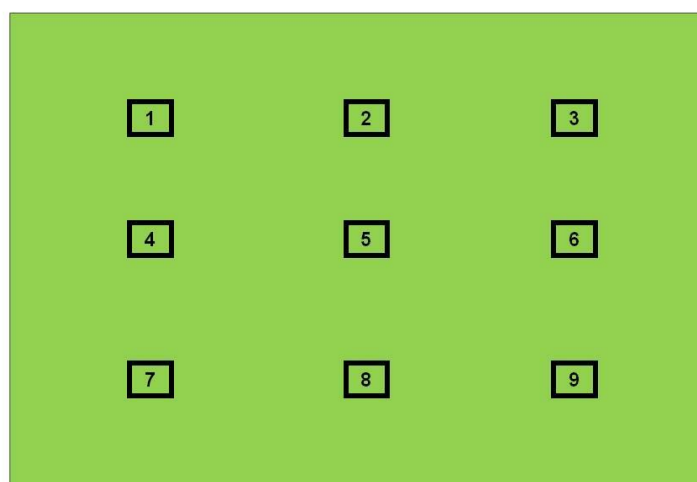
2. Δειγματοληψία

Τα 10 χωράφια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα ήταν χωράφια ξηρικά στο 5^ο έτος της καλλιέργειας τους. Δεν έγινε καμία επέμβαση με ζιζανιοκτόνα, μόνο χειρωνακτική απομάκρυνση των ζιζανίων.

Η διάρκεια του πειράματος, καθώς και η συλλογή του φυτικού υλικού διεξήχθησαν από τον Απρίλιο του 2011 μέχρι και το τέλος του Ιουνίου του 2011, όποτε και έγινε η συγκομιδή της καλλιέργειας. Οι ακριβείς ημερομηνίες των δειγματοληψιών φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Περιοχή	1 ^η Δειγματοληψία	2 ^η Δειγματοληψία	3 ^η Δειγματοληψία	4 ^η Δειγματοληψία (Συλλογή)
ΚΡΗΣΤΩΝΗ	10/04	10/05	10/06	19/06
ΜΑΥΡΟΥΔΑ	10/04	10/05	10/06	30/06
ΣΚΕΠΑΣΤΟ	10/04	10/05	10/06	30/06
ΚΑΛΑΜΩΤΟ	10/04	10/05	10/06	24/06

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από συγκεκριμένα σημεία του χωραφιού σε κάθε δειγματοληψία, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



3. Απόσταξη

Τα υπέργεια τμήματα των φυτών που συλλέχθηκαν, μεταφέρθηκαν στις εγκαταστάσεις της Escorham, όπου και αποξηράνθηκαν σε σκιερό και καλά αεριζόμενο χώρο. Αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου, στο σκοτάδι, για τρεις μέρες μέχρι τη διαδικασία παραλαβής των αιθέριων ελαίων τους.

Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων τους έγινε με υδροαπόσταξη στο εργαστήριο του εργοστασίου. Για τις αποστάξεις χρησιμοποιήθηκαν 4 αποστακτικές συσκευές τύπου Clavenger. Κάθε μία χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά για την απόσταξη του δείγματος κάθε περιοχής. Οι μετρήσεις της ρίγανης σε γραμμάρια πραγματοποιήθηκε με ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών. Για την απόσταξη χρησιμοποιήθηκαν 30gr φυτικού υλικού σε 300ml απιονισμένου νερού και θερμαινόταν στους 100°C. Η διαδικασία διαρκούσε 3h (η ακριβής διαδικασία της υδροαπόσταξης περιγράφεται στο κεφάλαιο 2) Το αιθέριο έλαιο μετρήθηκε άμεσα σε ml και εκφράστηκε σε ml/100 g ξηρού δείγματος. Παρελήφθη σε γυάλινο φιαλίδιο των 20 ml, και σφραγίστηκε αεροστεγώς.



4. Προσδιορισμός των συστατικών του αιθέριου ελαίου της ρίγανης

Ο προσδιορισμός των συστατικών αιθέριου ελαίου της ρίγανης πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο της Escorharm με χρήση αεριοχρωματογραφίας/ φασματομετρίας μαζών (GC/MS).

Το δείγμα διαλύεται 100 φορές, δηλαδή προσθέτουμε 0.1ml δείγμα αιθέριου ελαίου ρίγανης για να εξετασθεί σε 9.9ml n-Hexane.

Για την ανίχνευση των αιθέριων ελαίων χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος Shimadzu GC - 14A, με τριχοειδή στήλη Supelcowax 10. Ο αέριος χρωματογράφος ήταν συνδεδεμένος με φασματογράφο μαζών Shimadzu GC-MS QP2000. Ο ανιχνευτής ήταν ένα τετραπολικό σύστημα με ενέργεια ιονισμού 70 eV. Η θερμοκρασία εισόδου ήταν 240 °C. Το φέρον αέριο ήταν ήλιο, με ταχύτητα ροής 0,6 ml/ min.

Η θερμοκρασία της στήλης διατηρήθηκε για 10 min στους 70 °C , έπειτα αυξήθηκε από 2 °C το λεπτό μέχρι τους 180 °C και τελικά παρέμεινε σε ισοθερμικό επίπεδο για άλλα 35 λεπτά.

5. Στατιστική Ανάλυση

Τα συγκεντρωθέντα ποσοτικά δεδομένα του πειράματος υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης. Οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν ήταν η One Way Anova και το Γενικευμένο Γραμμικό Υπόδειγμα, αμφότερα με διάστημα εμπιστοσύνης 95%, ενώ το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το στατιστικό πακέτο SPSS 18. Για τον χαρακτηρισμό των διαφορών ανάμεσα στους μέσους όρων των επεμβάσεων ως στατιστικά σημαντικών θεωρήθηκε επαρκές και ικανοποιητικό προς χρήση το επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$. Η ανάλυσή μας πρόκειται ουσιαστικά για μια παραγοντική ανάλυση των παραγόντων του υψόμετρου, της μέσης βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας σε σχέση με την % περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ρίγανης, καρβακρόλη και θυμόλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

A. Περιεκτικότητα

Στις 10 Απριλίου πραγματοποιήθηκε η 1η δειγματοληψία του πειράματος. Συλλέχθηκαν υπέργεια τμήματα φυτών από συγκεκριμένα σημεία του κάθε χωραφιού. Η ποσότητα ήταν περίπου 100 γραμμάρια για το κάθε χωράφι. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στις εγκαταστάσεις της Escorharm, όπου και αποξηράνθηκαν σε σκιερό και καλά αεριζόμενο χώρο. Αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου, στο σκοτάδι, για τρεις μέρες μέχρι τη διαδικασία παραλαβής των αιθέριων ελαίων τους.

Η παραλαβή τους έγινε με υδραπόσταξη, ενώ ο προσδιορισμός των συστατικών του με χρήση αεριοχρωματογραφίας/φασματομετρίας μαζών (GC/MS). Ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία συλλογής και παραλαβής των αιθέριων ελαίων για όλα τα χωράφια και για όλες τις δειγματοληψίες.

Στον πίνακα 5 φαίνεται η % περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, κατά την 1η δειγματοληψία.

Πίνακας 5: % Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο τον μήνα Απρίλιο

Αγρός	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Γ1	Γ2	Δ1	Δ2
% Περιεκτικότητα	2,42	2,38	2,34	2,22	2,19	2,16	2,18	2,15	2,25	2,21

Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται στην % περιεκτικότητα όταν η μέση βροχόπτωση αυξάνεται από τα 1,04 κυβικά μέτρα σε 1,07 κυβικά μέτρα, από τα 1,07 κυβικά μέτρα στα 1,32 κυβικά και στα 2,34 κυβικά ($P < 0,05$). Επίσης οι ίδιες στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται όταν από τα 1,32 κυβικά μέτρα μειώνεται στα 1,07 κυβικά ($P < 0,05$).

Η θερμοκρασία δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην περιεκτικότητα όταν η μέση θερμοκρασία από 7,52 βαθμούς Κελσίου αυξάνεται σε 8,10 βαθμούς Κελσίου και το αντίστροφο ($P > 0,05$). Το ίδιο συμβαίνει και όταν από 7,52 βαθμούς Κελσίου αυξάνεται σε 9,75 βαθμούς και από 9,19 βαθμούς Κελσίου μειώνεται σε 8,10 βαθμούς Κελσίου ($P > 0,05$).

Στις 10 Μαΐου πραγματοποιήθηκε η 2η δειγματοληψία του πειράματος. Στον πίνακα 6 φαίνεται η % περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.

Πίνακας 6: % Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο τον μήνα Μάιο

Αγρός	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Γ1	Γ2	Δ1	Δ2
% Περιεκτικότητα	4,15	4,09	4,08	3,78	3,73	3,72	3,79	3,74	3,89	3,80

Η βροχόπτωση δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην % περιεκτικότητα ($P > 0,05$).

Η θερμοκρασία δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην % περιεκτικότητα όταν η μέση θερμοκρασία από 11,76 βαθμούς Κελσίου αυξάνεται σε 12,65 και 14 βαθμούς Κελσίου και το αντίστροφο ($P > 0,05$).

Στις 10 Ιουνίου πραγματοποιήθηκε η 3η δειγματοληψία του πειράματος και στον πίνακα 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτής.

Πίνακας 7: % Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο τον μήνα Ιούνιο

Αγρός	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Γ1	Γ2	Δ1	Δ2
% Περιεκτικότητα	6,42	6,39	6,40	6,18	6,15	6,09	6,14	6,03	6,22	6,17

Η βροχόπτωση κατά τον μήνα αυτό δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην % περιεκτικότητα όταν η μέση βροχόπτωση από 1.53 κυβικά μέτρα αυξάνεται στα 1,71 κυβικά μέτρα και το αντίστροφο ($P>0,05$). Σε όλες τις υπόλοιπες τιμές μέσης βροχόπτωσης εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην % περιεκτικότητα ($P<0,05$).

Η θερμοκρασία δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην % περιεκτικότητα όταν η μέση θερμοκρασία από 16,99 βαθμούς Κελσίου αυξάνεται σε 17,99 και 18,03 βαθμούς Κελσίου και το αντίστροφο ($P>0,05$).

Η 4η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή της συνολικής παραγωγής του χωραφιού. Τα φυτά είναι έτοιμα για συγκομιδή στο στάδιο της πλήρους άνθισης, στάδιο το οποίο διαφέρει σε κάθε περιοχή και για τον λόγο αυτό η τελευταία δειγματοληψία του πειράματος πραγματοποιήθηκε διαφορετικές ημερομηνίες για την κάθε περιοχή. Οι ημερομηνίες ήταν:

Κρηστώνη : 19/06/2011

Μαυρούδα: 30/06/2011

Σκεπαστό: 30/06/2011

Καλαμωτό: 24/06/2011

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται τα τελικά αποτελέσματα που αφορούν την % περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.

Πίνακας 8: % Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο την ημερομηνία συλλογής

Αγρός	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Γ1	Γ2	Δ1	Δ2
% Περιεκτικότητα	7,78	7,71	7,65	7,40	7,33	7,28	7,32	7,25	7,48	7,35

Η βροχόπτωση δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην % περιεκτικότητα όταν η μέση βροχόπτωση από 0,35 κυβικά μέτρα αυξάνεται στα 0,41 κυβικά μέτρα και το αντίστροφο ($P>0,05$). Καμία επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά δεν εμφανίζεται στην περιεκτικότητα όταν η μέση βροχόπτωση από 0,41 κυβικά αυξάνεται στα 1,27 κυβικά και όταν μειώνεται από τα 1,27 κυβικά μέτρα στα 0,35 κυβικά μέτρα ($P>0,05$).

Η θερμοκρασία δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην % περιεκτικότητα όταν η μέση θερμοκρασία από 22,48 βαθμούς Κελσίου αυξάνεται σε 23,26 και 23,44 βαθμούς Κελσίου και το αντίστροφο ($P>0,05$).

Η μελέτη της % περιεκτικότητας σε αιθέρια έλαια από τους πίνακες 5,6,7,8 έδειξε ότι: τα φυτά παρουσιάζουν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο την ημερομηνία συγκομιδής τους, δηλαδή κατά το τέλος της άνθισης. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η % περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν υψηλότερη σε σχέση με αυτήν της άνοιξης. Οι συνθήκες του καλοκαιριού (υψηλή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, υψηλές θερμοκρασίες, έλλειψη νερού, δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες για υψηλότερη απόδοση των φυτών σε αιθέρια έλαια. Τους καλοκαιρινούς μήνες η % περιεκτικότητα κυμάνθηκε μεταξύ 6,03 – 7,78, ενώ κατά την άνοιξη από 2,15 – 4,15.

Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τους Putievsky et al. (1988) και Kizil et al. (2008), οι οποίοι αναφέρουν ότι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της συσσώρευσης του αιθέριου ελαίου στα φυτά είναι ότι εξαρτάται από το στάδιο/φάση ανάπτυξης του φυτού, καθώς και από τα μέρη/όργανα, τον ιστό και τα κύτταρα, από τα οποία παράγεται. Η μέγιστη

ποσότητα αιθέριου ελαίου ρίγανης, παρατηρήθηκε κατά το τέλος της άνθισης, με τα άνθη και τις ταξιανθίες να έχουν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ελαίου

Οι Kokkini et al. (1997) παρατήρησαν ότι η εποχή συλλογής επηρεάζει πολύ την περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια των φυτών. Σε γενικές γραμμές, οι αποδόσεις του αιθέριου ελαίου της ρίγανης ποικίλουν από 1,0 – 3,1% όταν το φυτό συλλέγεται κατά το τέλος του φθινοπώρου, ενώ οι αντίστοιχες καλοκαιρινές αποδόσεις του (στις ίδιες περιοχές συλλογής) είναι υψηλότερες, δηλαδή 4,8 – 8,2% (Kokkini et al., 1994; Vokou et al., 1993). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν οι Soliman et al. (2007) και οι Toncer et al. (2010), οι οποίοι παρατήρησαν ότι τόσο η συγκέντρωση σε έλαιο, όσο και το ποσοστό της καρβακρόλης, έλαβαν τις μέγιστες τιμές τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Επίσης, παρατηρήθηκε υψηλή περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου στην περιοχή με το μικρότερο υψόμετρο. Στην περιοχή της Κρηστώνης υπήρξε η υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 7,78%, ενώ σε Μαυρούδα, Σκεπαστό, Καλαμωτό οι υψηλότερες περιεκτικότητες ήταν αντίστοιχα 7,40, 7,32, 7,48.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται στην περιεκτικότητα όταν το υψόμετρο αυξάνεται από 140 μέτρα σε 220 μέτρα και από τα 140 μέτρα στα 360 μέτρα ($P < 0,05$).

Οι Vokou et al. (1993) αναφέρουν ότι το υψόμετρο φαίνεται να είναι ο πιο σημαντικός περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Υψηλές τιμές καταγράφηκαν σε χαμηλά υψόμετρα, που συμπίπτουν με τα Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα. Η ρίγανη μικρού υψομέτρου περιέχει περισσότερο αιθέριο έλαιο. Το υψόμετρο επηρεάζει το κλίμα, όπως και το γεωγραφικό πλάτος. Συγκεκριμένα, όσο το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνουν, τόσο περιορίζεται το καλοκαίρι και επομένως μειώνεται ο χρόνος της φωτοσύνθεσης και τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης, ανάμεσα στα οποία είναι και τα συστατικά του αιθέριου ελαίου.

B. Ποιοτική και Ποσοτική Σύσταση

Με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης και της ανάλυσης με GC-MS προσδιορίστηκαν 40 ενώσεις που αποτελούν το 100% του αιθέριου ελαίου. Κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου είναι η καρβακρόλη και η θυμόλη, το άθροισμα των οποίων κατά την τελευταία δειγματοληψία κυμαίνεται σε ποσοστά 85 – 89%.

Η καρβακρόλη και η θυμόλη ακολουθούν αντίστροφη πορεία, δηλαδή, με την πάροδο του χρόνου το ποσοστό της καρβακρόλης αυξάνεται, ενώ αυτό της θυμόλης μειώνεται.

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται οι % περιεκτικότητες σε καρβακρόλη και θυμόλη, κατά την 1η δειγματοληψία.

Πίνακας 9: % Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και θυμόλη τον μήνα Απρίλιο

ΑΓΡΟΣ	% ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ	% ΘΥΜΟΛΗ
A1	41,1223	5,2337
A2	41,1219	5,2342
A3	41,1215	5,2331
B1	40,7823	5,2284
B2	40,7825	5,2281
B3	40,7819	5,2278
Γ1	40,8135	5,2287
Γ2	40,8128	5,2282
Δ1	40,8942	5,2345
Δ2	40,8938	5,2348

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στο ποσοστό της καρβακρόλης όταν η μέση βροχόπτωση από 1,04 κυβικά μέτρα αυξάνεται στα 1,07 κυβικά μέτρα και στα 2,34 κυβικά ($P < 0,05$). Το ίδιο παρατηρείται και όταν από τα 1,07 κυβικά μέτρα και τα 2,34 μέτρα παρατηρηθεί οποιαδήποτε

μεταβολή ($P < 0,05$). Όσον αφορά το ποσοστό της θυμόλης στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρούνται όταν η μέση βροχόπτωση από 1,04 κυβικά μέτρα αυξάνεται στα 1,32 κυβικά μέτρα και αντίστροφα ($P > 0,05$). Καμία στατιστική διαφορά δεν εμφανίζεται στο ποσοστό της καρβακρόλης όταν η μέση θερμοκρασία αυξάνεται από 7,52 βαθμούς Κελσίου σε 9,75 βαθμούς και αντίστροφα ($P > 0,05$). Το ίδιο ακριβώς παρατηρείται και στο ποσοστό της θυμόλης ($P > 0,05$).

Στον πίνακα 10 παρουσιάζονται οι % περιεκτικότητες σε καρβακρόλη και θυμόλη της 2ης δειγματοληψίας.

Πίνακας 10: % Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και θυμόλη τον μήνα Μάιο

ΑΓΡΟΣ	% ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ	% ΘΥΜΟΛΗ
A1	52,6337	4,9872
A2	52,6287	4,9881
A3	52,6284	4,9883
B1	50,3005	4,7698
B2	50,2998	4,7693
B3	50,2731	4,7728
Γ1	50,2972	4,7682
Γ2	50,2965	4,7687
Δ1	50,9752	4,7693
Δ2	50,9749	4,7695

Η βροχόπτωση δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ούτε στην % περιεκτικότητα σε καρβακρόλη ούτε και σε θυμόλη ($P > 0,05$).

Η θερμοκρασία δεν εμφανίζει καμία στατιστική διαφορά στο ποσοστό της καρβακρόλης όταν η μέση θερμοκρασία αυξάνεται από 11,76 βαθμούς Κελσίου σε 14 βαθμούς και αντίστροφα ($P > 0,05$). Το ίδιο ακριβώς παρατηρείται και στο ποσοστό της θυμόλης ($P > 0,05$).

Στην 3η δειγματοληψία τα αποτελέσματα στις % περιεκτικότητες σε καρβακρόλη και θυμόλη παρουσιάζονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11: % Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και θυμόλη τον μήνα Ιούνιο

ΑΓΡΟΣ	% ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ	% ΘΥΜΟΛΗ
A1	76,1445	3,5834
A2	76,1440	3,5837
A3	76,1421	3,5847
B1	73,8487	3,3652
B2	73,8434	3,3669
B3	73,8402	3,3678
Γ1	73,6675	3,3920
Γ2	73,1803	3,3476
Δ1	75,5888	3,6138
Δ2	75,8647	3,6450

Η βροχόπτωση κατά τον μήνα αυτό δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά όταν η μέση βροχόπτωση από 1,53 κυβικά μέτρα αυξάνεται στα 1,71 κυβικά μέτρα και το αντίστροφο ($P>0,05$). Σε όλες τις υπόλοιπες τιμές μέσης βροχόπτωσης εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο στην % περιεκτικότητα σε καρβακρόλη όσο και θυμόλη ($P<0,05$).

Καμία στατιστική διαφορά δεν εμφανίζεται στην περιεκτικότητα σε καρβακρόλη όταν η μέση θερμοκρασία αυξάνεται από 16,99 βαθμούς Κελσίου σε 18,03 βαθμούς και αντίστροφα ($P>0,05$). Το ίδιο ακριβώς παρατηρείται και στην περιεκτικότητα σε θυμόλη ($P>0,05$).

Στον πίνακα 12 φαίνονται η % περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και θυμόλη που εμφάνισε το αιθέριο έλαιο κατά την τελευταία δειγματοληψία.

Πίνακας 12: % Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και θυμόλη την ημερομηνία συλλογής

ΑΓΡΟΣ	% ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ	% ΘΥΜΟΛΗ
A1	86,5314	1,6631
A2	86,5287	1,6639
A3	86,2700	1,7096
B1	84,8287	1,4834
B2	84,8078	1,4844
B3	84,7581	1,4856
Γ1	84,8214	1,4837
Γ2	84,8022	1,4849
Δ1	85,4061	1,6038
Δ2	85,3999	1,6022

Η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη δεν επηρεάζεται στατιστικά όταν η μέση βροχόπτωση αυξάνεται από 0,35 κυβικά μέτρα στα 0,41 κυβικά και αντίστροφα. Το ίδιο ακριβώς παρατηρείται και στο ποσοστό της θυμόλης ($P>0,05$).

Καμία στατιστική διαφορά δεν εμφανίζεται στην περιεκτικότητα σε καρβακρόλη όταν η μέση θερμοκρασία αυξάνεται από 22,48 βαθμούς Κελσίου σε 23,26 βαθμούς και αντίστροφα ($P>0,05$). Το ίδιο ακριβώς παρατηρείται και στην περιεκτικότητα σε θυμόλη ($P>0,05$).

Όπως συμβαίνει με την % περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο έτσι και εδώ βλέπουμε ότι οι παράγοντες όπως το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, η εποχή συλλογής, η υγρασία, η θερμοκρασία, η φωτοσύνθεση και το υψόμετρο επηρεάζουν την ποσοτική ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του αιθέριου ελαίου.

Μελετώντας τους πίνακες 9,10,11,12 παρατηρούμε ότι από τον Απρίλιο μέχρι να φτάσουμε στην περίοδο συγκομιδής, και καθώς το φυτό αναπτύσσεται, η περιεκτικότητα του σε αιθέριο έλαιο αλλά και η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη αυξάνονται.

Όπως αναφέρθηκε, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου παρατηρήθηκαν κατά το τέλος της άνθισης (Putievsky et al., 1988; Kizil et al.,

2008). Το στάδιο ανάπτυξης φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά και τη διακύμανση στα συστατικά του αιθέριου ελαίου (Vazquez & Dunford, 2005).

Οι Kokkini et al. (1997) παρατήρησαν εποχική διακύμανση τόσο στην % συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου, όσο και στην % σύσταση αυτού. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται από σταθερότητα ανεξαρτήτως με την εποχή συλλογής σε ότι αφορά το άθροισμα των τεσσάρων κύριων χαρακτηριστικών του (καρβακρόλη, θυμόλη, π-κυμένιο, γ-τερπινένιο). Αντίθετα, η εποχή συλλογής επηρεάζει πολύ την περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια των φυτών. Η μέγιστη συγκέντρωση τόσο του ελαίου, όσο και των φαινολικών συστατικών του (καρβακρόλη – θυμόλη) παρουσιάζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Οι Said-Al Ahl et al. (2009a) αναφέρουν ότι τα φαινολικά συστατικά αυξάνονται κατά τις θερμές περιόδους σε βάρος των πρόδρομων ουσιών τους. Συγκεκριμένα, το ποσοστό της καρβακρόλης ήταν υψηλότερο τη δεύτερη χρονία, η οποία ήταν και η πιο θερμή (Said-Al Ahl et al. 2009a).

Οι Vokou et al. (1993) αναφέρουν ότι το άθροισμα της ποσότητας των τεσσάρων κύριων συστατικών, που αντιπροσωπεύουν το φαινολικό μονοπάτι, φαίνεται να επηρεάζεται από το πόσο θερμό είναι το κλίμα. Όσο πιο θερμό είναι το κλίμα, τόσο υψηλότερη είναι η συνολική τους περιεκτικότητα.

Η Μάνου (1990) βρήκε ότι η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου σχετιζόταν θετικά με τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και αρνητικά με τη μέση βροχόπτωση κάθε εποχής. Το προαναφερθέν είναι εμφανές σε πολλές αναφορές που ασχολούνται με την εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε αιθέρια έλαια διαφόρων αρωματικών φυτών.

Η έλλειψη υγρασίας περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών και την επιβίωση τους, ενώ παράλληλα προκαλεί διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές αντιδράσεις όπως: κλείσιμο των στοματίων, μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων (Hughes et al., 1989). Η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών πιστεύεται ότι ευνοείται από περιβάλλοντα που δημιουργούν καταπονήσεις (Dunford & Vasquez, 2005).

Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη παρουσιάζεται καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος στην Κρηστώνη, την περιοχή με το μικρότερο υψόμετρο. Κατά την τελευταία δειγματοληψία το μεγαλύτερο ποσοστό καρβακρόλης στην Κρηστώνη εμφανίζεται στο χωράφι A1=86,5314%, στη

Μαυρούδα το υψηλότερο ποσοστό υπήρξε στο Β1=84,8287%, στο Σκεπαστό το Γ1=84,8214%, ενώ στο Καλαμωτό το Δ1=85,4061%. Αντίστοιχα, τα ίδια χωράφια είχαν παρουσιάσει την υψηλότερη περιεκτικότητα και σε αιθέριο έλαιο ρίγανης: Α1=7,78%, Β1=7,40%, Γ1=7,32%, Δ1=7,48%. Ενώ η % περιεκτικότητα σε θυμόλη ήταν: Α1=1,6631, Β1=1,4834, Γ1=1,4837, Δ1=1,6038.

Στατιστική διαφορά εντοπίζεται στην καρβακρόλη όταν το υψόμετρο από 220 μέτρα μειώνεται στα 140 μέτρα και όταν από τα 360 μέτρα ελαττώνεται στα 140 μέτρα ($P < 0,05$). Στατιστικά σημαντική διαφορά δεν εντοπίζεται όταν το υψόμετρο αυξάνεται από τα 220 μέτρα στα 360 μέτρα ($P > 0,05$). Οι ίδιες ακριβώς σημαντικές στατιστικές διαφορές εντοπίζονται και στην θυμόλη για τις ίδιες ακριβώς υψομετρικές διαφορές ($P < 0,05$).

Η ρίγανη μικρού υψόμετρου περιέχει περισσότερο αιθέριο έλαιο (Vokou et al., 1993). Είναι πιθανό, κάποια συστατικά του ελαίου να εμφανίζουν κάποιου είδους συσχέτιση με το υψόμετρο, π.χ. η βιοσυνθετική οδός της θυμόλης ευνοείται με το υψόμετρο στη ρίγανη και είναι περισσότερο αποτελεσματική από τη βιοσυνθετική οδό της καρβακρόλης (Russo et al., 1998). Η συμμετοχή του φωτοσυνθετικά δεσμευμένου άνθρακα αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό του φυσιολογικού μηχανισμού της παραγωγής αιθέριου ελαίου. Επομένως, τα φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά κάθε ιστού παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία άνθρακα διαθέσιμου για τον αναβολισμό των συστατικών του ελαίου (Sangwan et al., 2001).

Σύμφωνα με τους Karousou et al. (1998a) η γεωγραφική κατανομή (το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, το υψόμετρο) φαίνεται ότι αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην ποσότητα του παραγόμενου αιθέριου ελαίου και την ποιότητά του. Η διαφοροποίηση που παρατηρείται έχει να κάνει κυρίως με τις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα εργασία συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- ✚ Στο τέλος της άνθισης παρατηρήθηκε η υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ρίγανης.
- ✚ Το στάδιο ανάπτυξης επηρέασε επίσης και τη διακύμανση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αιθέριου ελαίου, με αποτέλεσμα στο τέλος της άνθισης να παρατηρηθεί η υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη.
- ✚ Η έλλειψη πολλών βροχοπτώσεων δημιούργησαν τις κατάλληλες συνθήκες για υψηλότερη απόδοση των φυτών σε αιθέρια έλαια.
- ✚ Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος δεν υπήρξαν πολύ υψηλές θερμοκρασίες που να επηρέασαν σημαντικά την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, καθώς και την περιεκτικότητα των ποιοτικών χαρακτηριστικών του.
- ✚ Υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ρίγανης παρατηρήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος στην περιοχή με το μικρότερο υψόμετρο.
- ✚ Η υψηλότερη περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη παρατηρήθηκε στην περιοχή με το μικρότερο υψόμετρο.

Ως γενικό συμπέρασμα προκύπτει ότι το υψόμετρο φαίνεται να είναι ο κατ' εξοχή ο σημαντικότερος περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, καθώς και τις περιεκτικότητες των ποιοτικών χαρακτηριστικών του. Η ρίγανη μικρού υψομέτρου παρουσιάζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, καθώς και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη. Η διαφοροποίηση που παρατηρείται έχει να κάνει κυρίως με τις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να διερευνηθεί η ποσοτική και ποιοτική διακύμανση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης σε σχέση με περιβαλλοντικούς παράγοντες. Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 10 χωράφια με καλλιεργούμενη ρίγανη 5ετίας, σε 4 περιοχές της Κεντρικής Μακεδονίας. Τρία χωράφια του πειράματος ήταν στην Κρηστώνη του Νομού Κιλκίς, περιοχή με υψόμετρο 140 μέτρα, τρία χωράφια στη Μαυρούδα του Νομού Θεσσαλονίκης με υψόμετρο 360 μέτρα, δύο χωράφια στην περιοχή του Σκεπαστού Νομού Θεσσαλονίκης με υψόμετρο 425 μέτρα και δύο χωράφια στο Καλαμωτό του Νομού Θεσσαλονίκης με υψόμετρο 220 μέτρα. Ξεκινώντας από τον Απρίλιο του 2011 μέχρι και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 4 δειγματοληψίες. Το φυτικό υλικό της κάθε δειγματοληψίας αποξηράνθηκε σε σκοιρό και καλά αεριζόμενο χώρο. Αποθηκεύτηκε σε θερμοκρασία δωματίου, στο σκοτάδι, για τρεις μέρες μέχρι τη διαδικασία παραλαβής των αιθέριων ελαίων του. Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων της ρίγανης έγινε με υδροαπόσταξη, ενώ ο προσδιορισμός των συστατικών του αιθέριου ελαίου της ρίγανης πραγματοποιήθηκε με χρήση αεριοχρωματογραφίας/φασματομετρίας μαζών (GC/MS). Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στην περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο όταν το υψόμετρο αυξάνεται από 140 μέτρα σε 220 μέτρα και από τα 140 μέτρα στα 360 μέτρα ($P < 0,05$). Στατιστική διαφορά εντοπίζεται στην καρβακρόλη όταν το υψόμετρο από 220 μέτρα μειώνεται στα 140 μέτρα και όταν από τα 360 μέτρα ελαττώνεται στα 140 μέτρα ($P < 0,05$). Στατιστικά σημαντική διαφορά δεν εντοπίζεται όταν το υψόμετρο αυξάνεται από τα 220 μέτρα στα 360 μέτρα ($P > 0,05$). Οι ίδιες ακριβώς σημαντικές στατιστικά διαφορές εντοπίζονται και στην θυμόλη για τις ίδιες ακριβώς υψομετρικές διαφορές ($P < 0,05$). Τον πρώτο μήνα του πειράματος, στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται στην % περιεκτικότητα όταν η μέση βροχόπτωση αυξάνεται από τα 1,04 κυβικά μέτρα σε 1,07 κυβικά μέτρα, από τα 1,07 κυβικά μέτρα στα 1,32 κυβικά και στα 2,34 κυβικά ($P < 0,05$). Επίσης οι ίδιες στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται όταν από τα 1,32 κυβικά μέτρα μειώνεται στα 1,07 κυβικά ($P < 0,05$). Όσον αφορά την καρβακρόλη στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται όταν

η μέση βροχόπτωση από 1,04 κυβικά μέτρα αυξάνεται στα 1,07 κυβικά μέτρα και στα 2,34 κυβικά ($P < 0,05$). Ακριβώς το ίδιο συμβαίνει και όταν από τα 1,07 κυβικά μέτρα και τα 2,34 μέτρα παρατηρηθεί οποιαδήποτε μεταβολή ($P < 0,05$). Όσον αφορά την θυμόλη στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρούνται όταν η μέση βροχόπτωση από 1,04 κυβικά μέτρα αυξάνεται στα 1,32 κυβικά μέτρα και αντίστροφα ($P > 0,05$). Τους υπόλοιπους μήνες η βροχόπτωση δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, αλλά ούτε και στην περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και θυμόλη ($P > 0,05$). Επίσης, η θερμοκρασία δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην % περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ρίγανης, ούτε και στην περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και θυμόλη ($P > 0,05$).

Συμπερασματικά, η ποσοτική και ποιοτική διακύμανση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης επηρεάζεται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, με τον πιο σημαντικό από αυτούς να είναι το υψόμετρο.

SUMMARY

The aim of this study is to conduct a research on the quantitative and the qualitative fluctuation of the oregano essential oil in connection with the environmental factors. To carry out the experiment, 10 fields with oregano, which have been cultivated for 5 years, were used in 4 regions in central Macedonia. Three of these fields were in Kristoni, in the district of Kilkis, whose altitude reaches 140 metres, three of them were in Mavrouda, in the district of Thessaloniki, an area with an estimated altitude of 360 metres, two fields in Skepasto, still in the district of Thessaloniki, but of a different altitude, 425 metres, and the last two in Kalamoto in Thessaloniki, whose altitude is 220 metres. Having started in April 2011 and until the end of the growing season, 4 samplings took place. The herbal material of each sampling was parched in a shady and well-aired place. They were stored in room temperature, in the dark, for three days until the process of extracting their essential oils. The essential oil of oregano is obtained with hydrodistillation, whereas the specification of the constituents that make up the oregano's essential oil was succeeded with the technique of gas chromatography and mass spectrometry (GC/MS). Statistically significant variations were found in the concentration in essential oil, when the altitude increases from 140 to 220 metres and from 140 to 360 metres ($P < 0,05$). Statistic difference is detected in carvacrol when the altitude decreases from 220 to 140 metres and from 360 to 140 metres ($P < 0,05$). Statistically important difference is not found when the altitude increases from 220 to 360 metres ($P > 0,05$). The same statistically important differences are found in thymol for the exact same altitude variations ($P < 0,05$). During the first month of the experiment, statistically considerable differences are detected in % concentration when the average rainfall increases from 1,04 to 1,07 cubic metres, from 1,07 to 1,32 and to 2,34 cubic metres ($P < 0,05$). Furthermore, the same statistically considerable differences are detected when it diminishes from 1,32 to 1,07 cubic metres ($P < 0,05$). Regarding carvacrol, statistically important differences are noticed when the average rainfall rises from 1,04 to 1,07 and to 2,34 cubic metres ($P < 0,05$). The same fact occurs when any variation from 1,07 and

from 2,34 cubic metres takes place ($P < 0,05$). As far as thymol is concerned statistically important differences are not detected when the average rainfall rises from 1,04 to 1,32 cubic metres and vice versa ($P > 0,05$). The rest of the months the rainfall does not appear to have any statistically significant difference not only to the concentration in essential oil but also to the one in carvacrol and thymol ($P > 0,05$). The temperature does not exhibit any statistically significant difference in % concentration in the essential oil of oregano as well as in carvacrol and thymol ($P > 0,05$).

In conclusion, the quantitative and the qualitative fluctuation of the oregano essential oil is affected by environmental factors, the most vital of which is the altitude.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλεξάνδρου Ν., Βαρβόγλης Α. Οργανική Χημεία. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1986

Ανάση, Ε. 1976. Τα φαρμακευτικά βότανα της Ελλάδας. Μακρή Μ. Αθήνα.

Ανδρονής Χ. 1989. Μορφολογική και χημική ποικιλότητα των γενών *Thymus* και *Origanum* στην υψομετρική διαβάθμιση του Ολύμπου. Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Βαρδαβάκης Μ. (1993), Συστηματική Βοτανική, Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη

Βώκου, Δ. 1983. Τα αιθέρια έλαια και ο ρόλος τους στα φρυγανικά οικοσυστήματα. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Γαβαλάς Π. Ν., (2004). Πληθυσμοί Ρίγανης (*Origanum vulgare* L.) στη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα: Επίδραση Αβιοτικών Παραγόντων στα Φαινοτυπικά Γνωρίσματά τους, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας, Θεσσαλονίκη .

Γιαγνίση Μ., Αλέξη Μ., Σολωμάκος Ν., Μπιτχάβά Κ., Γκόβαρης Α., Αθανασοπούλου Φ., «Η επίδραση του αιθέριου έλαιου ρίγανης ως διατροφικού συμπληρώματος, στη μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου της τσιπούρας *Sparus aurata*». 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Κτηνιατρικής Παραγωγικών Ζώων, Υγιεινής – Ασφάλειας Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης και Προστασίας του Καταναλωτή, Αθήνα, 2008.

Γκόλιαρης, Α., 1988. Καλλιέργεια της ρίγανης (*Origanum heracleoticum* L.): Μια μορφή αξιοποίησης φτωχών και ημιορεινών εδαφών, Υ.Γ., Κ.Γ.Ε.Β.Ε., Επιστημονικό Δελτίο, 4: 79 – 85.

Γκόλιαρης, Α. 1992. Η καλλιέργεια της ρίγανης. Γεωργία και ανάπτυξη 2: 39-42.

Δ. Μπαμπαλώνας, Σ. Κοκκίνη, Συστηματική Βοτανική, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη, 1999

Δερβίσης Δ., Ι. Νικολακάκης, Δ. Γαλαμάτης, Β. Ντότας, Ι. Μητσόπουλος, Δ. Ντότας 2005. Η επίδραση των αιθερίων ελαίων ρίγανης, αρωματικών φυτών και άπεπτων ολιγοσακχαριτών στις παραγωγικές ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του σφάγιου ορνιθίων κρεοπαραγωγής. Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα. Σειρά: νι, 16(2):31-42

Καββάδας Σ. Δ. (1956). Εικονογραφημένο Βοτανικό-φυτολογικό λεξικό. Αθήναι.

Καράταγλης, Σ. 1994. Φυσιολογία φυτών. Εκδόσεις: Art of Text, Θεσσαλονίκη, σελ. 472.

Καρούσου, Ρ. Β. 1995. Ταξινομική προσέγγιση της οικογένειας Labiatae στην Κρήτη. Εξάπλωση, μορφολογία και αιθέρια έλαια. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κατσιώτης, Σ. και Π. Χατζοπούλου 2010. Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια. Εκδόσεις: Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη. 973 σελ.

Κουτσός Θ., 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Μάνου Ε. 1990. Εποχιακή ποικιλότητα των μορφολογικών γνωρισμάτων και των αιθερίων ελαίων του είδους *Salvia fruticosa* Miller (κν. φασκόμηλο). Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Μποζαμπαλίδης, Α. Μ. 1993. Βοτανική: Μορφολογία και Ανατομία Φυτών. Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη.

Παπαναγιώτου, Ε., Κ. Παπανικολάου και Σ. Ζαμανίδη 2001. Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Γεωργία - Κτηνοτροφία 1:36-42.

Παπουλάκης Χ., Προχωρημένες Εργαστηριακές Ασκήσεις: Σύγκριση αναλογιών βιομάζας και απόδοσης αιθέριου ελαίου σε φυτά του είδους *Origanum Dictamnus* L. διαφορετικής ηλικίας και καλλιέργειας. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Θεσσαλονίκη, 2009

Πιερρακός Α., 1971. Πολύτιμα βιομηχανικά αρωματικά φυτά. Αθήνα

Πολυσίου, Μ. Γ. και Π.Α. Ταραντίλης 2007. Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα Ενόργανη Ανάλυση. Εκδόσεις Γ.Π.Α, Αθήνα. 72 σελ.

Σαρλής Γ.Π. 1991. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις: Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.

Σαρλής, Γ. 1994. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις: Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.

Σκρουμπής, Γ.Β., 1971. Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια. Εκδόσεις: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκη.

Σκρουμπής, Γ.Β., 1978. Η ρίγανη και η καλλιέργεια της. Υπουργείο Γεωργίας, Υπηρεσία Γεωργικών Ερευνών, Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών, Σίνδος.

Σκρουμπής, Γ.Β., 1985. Αρωματικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια. Εκδόσεις: OFFSET. Γιαχούδη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη.

Σκρουμπής, 1988. Αρωματικά φυτά και φαρμακευτικά φυτά, Εκδόσεις: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Σκρουμπής, 1988. Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Σουλελής, Χ. Ν. (2000). Φαρμακογνωσία. Εκδόσεις Πήγασος, Θεσσαλονίκη.

Στεφανάκη-Νικηφοράκη Μαρία (1999). «Συστηματική Βοτανική» Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.

Τζουραμάνη Ε., Ναβρούζογλου Π., Σιντόρη Αλ., Λιοντάκης Αγ., Παπαευθυμίου Μ., Καρανικόλας Π., Αλεξόπουλος Γ. Αρωματικά Φυτά -

Ρίγανη: Δίκτυο Παροχής Συμβουλών Καινοτόμων Πρωτοβουλιών στον Αγροτικό Τομέα, Μέτρο 9, Καν.(ΕΚ) 2182/02. Ι.Γ.Ε.Κ.Ε. - ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Οκτώβριος 2008.

Τσίνας Α., Κ. Κυριάκης, Κ. Αλεξόπουλος, Κ. Σαουλίδης 1999. Use of Oregano essential oils in swine nutrition. Εις: Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Κτηνιατρικού Συνεδρίου: «Ζωική παραγωγή και κτηνιατρική τεχνική διατροφής αγροτικών ζώων –χοίροι»

Τσίνας, Α., Α. Β. Σπάης 1999. Η χρήση των αιθέριων ελαίων της ρίγανης στη διατροφή των πτηνών. Εις: Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Κτηνιατρικού Συνεδρίου: «Ζωική παραγωγή και κτηνιατρική τεχνική διατροφής αγροτικών ζώων –πτηνά»

Ψιλάκης, Ν. και Μ. 2000. Τα Βότανα στην κουζίνα – Μαγειρική με επιλογές από το φαρμακείο της φύσης. Καρμανώρ, Ηράκλειο Κρήτη.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdalla, A.E. & Roozen, J.P. (2001). The effects of stabilised extracts of sage and oregano on the oxidation of salad dressings. *European Food Research & Technology*, 212, 551560.

Adam, K., A. Sivropoulou, S. Kokkini, T. Lanaras, M. Arsenakis 1998. Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia* and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. *J. agric. food chem.* 46(5): 1739-1745

Alexandra Bukovska, Stefan Cikos, Stefan Juhas, Gabriela Il'kova, Pavol Rehak, and Juraj Koppel. Research article: "Effects of a Combination of Thyme and Oregano Essential Oils on TNBS-Induced Colitis in Mice". Institute of Animal Physiology, Slovak Academy of Sciences, Soltessovej 4-6, 04001 Kosice, Slovakia 2007.

Allan, P., G. Bilkei 2005. Oregano improves reproductive performance of sows. *Theriogenology*.

Amelunxen F, Wahlig T, Arbeiter H. 1969. Über den Nachweis des ätherischen Öls in isolierten Drüsenhaaren und Drüsenschuppen von *Mentha piperita* L. *Z. Pflanzenphysiol.* 61: 68-72.

Ascensao L, Pais MS. 1998. The leaf capitate trichomes of *Leonotis leonurus*: Histochemistry, ultrastructure and secretion. *Ann. Bot.* 81: 263-271.

Baranauskiene, R., R.P. Venskutonis, P. Viskelis and E. Dambrauskiene, 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). *J. Agric. Food Chem.* 41: 7751-7758

Baricevic, D., L. Milevoj and J. Borstnic 2001. Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Letswaart) on the dry bean weevil (*Acanthoscellides obtectus* Say). *Int. J. Horticultural Sci.* 7(2): 84-88.

Baricevic, D. and T. Bartol 2002. The biological/pharmacological activity of the *Origanum* Genus. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 177-213, Taylor and Francis, London and New York.

Baser, K. H. C., T. Ozek, M. Kurkcuoglu, and G. Tumen. 1992. Composition of the essential oil of *Origanum sipyleum* of Turkish origin.

Baser, K. H. C., T. Ozek, G. Tumen, and E. Sezik. 1993. Composition of the essential oil of Turkish *Origanum* species with commercial importance.

Baydar H., Saglic Os., Ozkan G., Karadogan T., (2004), «Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey», *Food Control*, Vol. 15, pp. 169 - 172.

Bejlali, B. 1997. *Origanum*: what does this mean? The case of Morocco. In: Padulosi, S. (Ed), *Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano.*, pp. 139. 8-12 May 1996, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy, IPGRI.

Belsinger, Susan. 2004. Personal communication. September 20, 2004.)

Bernath, J. 1997. Some scientific and practical aspects of production and utilization of oregano in central Europe. In Padulosi, S. (Ed), Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano., pp. 76-93. 8-12 May 1996, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy, IPGRI.

Bernath, J., K. Szabo, I. Novak, Z. Seregely 2005. Evaluation of selected of oregano (*Origanum vulgare* L. subsp *hirtum* Letswaart) lines with traditional methods and sensory analysis. *J. Herbs Spices Med. Plants*. 11(4):19-26

Bicchi, C. (2000). *Encyclopedia of Separation Science. III/Essential Oils/ Distillation*, 27442755, Academic Press.

Bini-Maleci L, Corsi G, Pagni AM. 1983. Trichomes tecteurs et secreteurs dans la sauge (*Salvia officinalis* L.). *Plant Med. Phytother.* 17: 4-17.

Bini-Maleci L, Servettaz O. 1991. Morphology and distribution of trichomes in Italian species of *Teucrium* sect. *Chamaedrys* (Labiatae)- a taxonomical evaluation. *Plant Syst. Evol.* 174: 83-91.

Biondi, D., P. Cianci, C. Geraci, G. Ruberto and M. Piattelli 1993. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flav. Frag. J.* 8(6): 331-337.

Bishov, S.J., Masuoka, Y. & Kapsalis, J.G. (1977). Antioxidant effect of spices, herbs and protein hydrolysates in freeze dried model systems: synergistic action with synthetic phenolic antioxidants. *Journal of Food Processing & Preservation*, 1, 153-166.

Bisio A, Corallo A, Gastaldo P, Romussi G, Ciarallo G, Fontana N, De Tommas N, Profumo P. 1999. Glandular hairs and secreted material in *Salvia blepharophylla* Brandegees ex Epling grown in Italy. *Ann. Bot.* 83: 441-452.

Bosabalidis, A.M. 2002. Structural features of *Origanum* sp. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 11-64, Taylor and Francis, London and New York.

Bosabalidis, A.M., Kokkini S. , 1997. Intraspecific variation of leaf anatomy in *Origanum vulgare* grown wild in Greece. Bot. J. Linn. Soc. 123: 353-362.

Bosabalidis, A. M., Tsekos I., 1984. Glandular hair formation in *Origanum* species. Ann. Bot. 53: 559-563.

Botsoglou, N. A., P. Florou-Paneri, E. Christaki, D. J. Fletouris, A. B. Sparis 2002. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron- induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. Br. poult. sci 43(2) : 223-230

Bourett TM, Howard RJ, O' Keefe DP, Hallahan DL. 1994. Gland development on leaf surfaces of *Nepeta racemosa*. Inter. J. Plant Sci. 155: 623-632.

Bozin, B., N.M. Dukic, N. Simin, & G. Anackov 2006. Characterization of the volatile composition of essential oils of some Lamiaceae spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. J. Agric. Food Chem. 54: 1822-1828

Bruneton, J. 1993. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Medicinales. Technique et Documentation (TEC et DOC), Lavoisier, Londres – Paris – New York.

Buchanan, B.B., Gruissem, W & Jones, R.L. (2000). Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Rockville: American Society of Plant Physiologists

Buchanan, Rita. 1995. A dyer's garden: from plant to pot growing dyes for natural fibers. Loveland, CO: Interweave Press. (HSA Library).

Bulbul, A., Bulbul, T., Biricik, H., Yesilbag, D. and Gezen, S. S. "Effects of various levels of rosemary and oregano volatile oil mixture on oxidative stress parameters in quails". African Journal of Biotechnology Vol. 11 2012 Academic Journals

Carmo, M. M., S. Frazao, and F. Venancio. 1989. The chemical composition of Portuguese *Origanum vulgare* oils.

Cetin, H., F. Erler & A. Yanikoglou 2007. A comparative evaluation of *Origanum onites* essential oil and its four major components as larvicides against the pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *Pest. Manag. Sci* 63: 830-833

Chami, N., S. Bennis, F. Chami, A. Aboussekhra & A. Remmal 2005. Study of anticandidal activity of carvacrol and eugenol in vitro and in vivo. *Oral Microbiol Immunol*. 20: 106-111

Chatzopoulou P. S., Koutsos T.V. and Katsiotis S. T., (2004), «Determination of the essential oil content and composition of some *Origanum* species cultivated in Greece», 3rd Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Nitra - Slovak Republic, Book of Abstracts: P033 - p. 55-- 56.

Chipault, J., Mizuno, G. & Lundberg, W. (1956). The antioxidant properties of spices in foods. *Food Technology*, 10, 209-211.

Clark, A. R., and M . M. Clark. 1972. Protectively coating plants with liquid polyterpenes. *Biological Abstracts* 77: 136- 180.

Croteau R, Johnson MA. 1984. Biosynthesis of terpenoids in glandular trichomes. In: *Biology and chemistry of plant trichomes* (Rodriguez E, Healey PL, Mehta I eds.), pp. 133-185, Plenum Press, New York.

Daferera, D.J., Ziogas, B.N. & Polissiou, M.G. (2000). GS-MS Analysis of essential oils from some greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 48, 256-2581.

Danilova MF, Kashina TK. 1989. Ultrastructure of glandular hairs in *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) in connection with their possible involvement in photoperiodic induction of flowering. *Phytomorphology* 39: 265-275.

Daouk, R.K., Dagher, S.M. & Sattout, E.J. (1995). Antifungal activity of the essential oil of *Origanum syriacum* L. *Journal of Food Protection*, 58, 1147-1149.

Denayer R. and B. Tilquin 1994. Détermination des indices de rétention de composants d'huiles essentielles. *Rivista Italiana*: 13: 7–12.

Dordas, Ch. 2009. Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). *Ind. Crops Prod.* 29: 599-608.

Dugo P., Mondello L., Dugo G., (2000), «Thin - Layer (Planar) Chromatography», III/Essential oils, Academic Press.

Dunford, N.T. and R.S. Vasquez 2005. Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. *J. Appl. Hortic.* 7(1): 20-22.

Economou, K.D., Oreopoulou, V. & Thomopoulos, C.D. (1991). Antioxidant properties of some plant extracts of the Labiatae family. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68, 109-113.

Elakovich, S.D. 1988. Terpenoids as models for new agrochemicals. In: H.G. Cutler, ed., *Biologically Active Natural Products—Potential Use in Agriculture*, pp. 250–261, American Chemical Society, Washington, D.C.

Esen, G., A.D. Azaz, M. Kurkcuoğlu, K.H.C.Baser & A. Tinmaz 2007. Essential oil and antimicrobial activity of wild and cultivated *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) letswaart from the Marmara region, Turkey. *Flav. Frag. J.* 22:371-376

European Pharmacopeia (2000) 3rd edn, Copyright Council of Europe

Evans, J. & Martin S. (2000). Effects of thymol on ruminal microorganisms. *Current Microbiology*, 41, 336-340.

Exarchou, V., Nenadis, N., Tsimidou, M., Gerothanassis, I., Troganis, A. & Boskou, D. (2002). Antioxidant activities and phenolic composition of extracts

from greek oregano, greek sage, and summer savory. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 50, 5294-5299.

Fatima S.F., A.H.A. Farooqi and S. Srikant 2000. Effect of drought stress and plant density on growth and essential oil metabolism in citronella java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *J. Med. Aromatic Plant Sci.* 22(IB): 563-567.

Figueiredo, A.C., J.G. Barroso, L.G. Pedro and J.J.C. Scheffer 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flav. Fragr. J.* 23: 213-226.

Fischer, N. H. 1986. The function of mono and sesquiterpenes as plant germination and growth regulators. In: A.R. Putnam and C.S. Tang, eds, *The Science of Allelopathy*, pp. 203-218, Wiley-Interscience, New York.

Gavalas, N., A.M. Bosabalidis and S. Kokkini 1998. Comparative study of leaf anatomy and essential oils of the hybrid *Mentha X villosa-nervata* and its parental species *M. longifolia* and *M. spicata*. *Isr. J. Plant Sci.* 46: 27-33.

Gershenzon., J., M. Maffei and R. Croteau 1989. Biochemical and historical localization of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of spearmint (*Mentha spicata*). *Plant Physiol.* 89: 1351-1357.

Goliaris A. H., Chatzopoulou P. S. and Katsiotis S. T., (2000), «Production of New Greek Oregano Clones and Analysis of Their Essential Oils», *Journal of Herbs, Spice and Medicinal Plants*, 10 (1) : 29 - 35.

Gounaris Y., Skoula M., Fournaraki C., Drakakaki G., Makris A., (2002), «Comparison of essential oils and genetic relationship of *Origanum intercedense* its parental taxa in the island of Crete», *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 30, No. 3, pp. 249 - 258.

Guenther, E. 1964. *The Essential Oils*. Van Nostrand, New York.

Hashim, E.F., K.A.A. Seham and A.A. Kheir 1999. Nematicidal activity of some labiateaceous plant extracts on *Meloidogyne incognita*. *Ann. Agric. Sci. Cairo* 44(1): 447-457.

Hernandez E., (2000). *Encyclopedia of Separation Science, III/Essential Oils/ Distillation*, 27392743, Academic Press.

Herout, V. 1970. Some relations between plants, insects and their isoprenoids. *Progress in Phytochemistry* 2: 143-202.

Hill, Madalene and Gwen Barclay. 2004, 2005. Personal communication. (November 24, 2004 and January 29, 2005)

Holopainen, K.J. 2004. Multiple functions of inducible plant volatiles. *Trends in Plant Sci.* 9(11): 529-533.

Houhoula, P. D., V. Oreopoulou, C. Tzia 2004. Antioxidant efficiency of oregano in frying and storage of fried products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol* 106: 746-751

Hughes, S.G., J.A. Bryant and N. Smirnov 1989. Molecular biological application to studies of stress tolerance. In: G.J. Hamlyn, T.J. Flowers and M.B. Jones, eds, *Plants under stress*, pp. 131-135, Cambridge Univ. Press, New York.

Huie C.W. 2002. A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medical plants. *Anal. Bioanal. Chem.* 373: 23-30.

Karamanoli, K., D. Vokou, D. Menkissoglu, H. I. Constantinidou 2000. Bacterial colonization of phyllosphere of Mediterranean aromatic plants. *J. Chem. Ecol.* 26(9): 2035-2048

Karousou R., Bosabalidis A.M., Kokkini S. 1992. *Sideritis syriaca* ssp. *syriaca*: Glandular trichome structure and development in relation to systematics. *Nord. J. Bot.* 12: 31-37.

Karousou R, Vokou D, Kokkini S. 1998a. Variation of *Salvia fruticosa* essential oils on the island of Crete (Greece).

Karpouhtsis, I., E. Pardali, E. Feggou, S. Kokkini, Z.G. Scouras and P. Mavragani - Tshipidou 1998. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 46: 1111-1115.

Kaufmann B. and Christen P. 2002. Recent Techniques for Natural Products: Microwave assisted Extraction and Pressurised Solvent Extraction. *Phytochem. Anal.* 13: 105-113.

Keravis G. 1997. Spectrométrie de masse et chromatographie dans l'analyse des plantes aromatiques et huiles essentielles. In: B. Benjilali, M. Ettalibi, M. Ismaili-Alaoui and S. Zrira, eds., *Proceedings of the Intern. Congr. Arom. Medicinal Plants & Essential Oils*, pp. 379-384, Actes Editions, Rabat, Morocco.

Kizil, S., A. Ipek, N. Arslan and K.M. Khawar 2008. Effect of different developing stages on some agronomical characteristics and essential oil composition of oregano (*Origanum onites*). *New Zealand J. Crop Hortic. Sci.* 36(1): 71-76.

Kokkini, S. (1994). Herbs of the Labiatae. In: *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, R. Macrae, R. Robinson, M. Sadler & G. Fuellerlove, (eds.) Academic Press, London, UK, pp. 2342-2348.

Kokkini S., (1996), «Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species: Proceedings of the IPGP International Workshop on Oregano», CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy.

Kokkini, S., D. Vokou. 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flavour Fragrance J.* 4: 1-7.

Kokkini S., Vokou D., (1993), «The hybrid *Origanum × intercedens* from the island of Nisyros (SE Greece) and its parental taxa ; Comparative study of essential oils and distribution», *Biochem. System and Ecol.*, 21 : 397 - 403.

Kokkini S, Karagiannakidou V, Hanlidou E, Vokou D. 1988. Geographical and altitudinal distribution of the Lamiaceae in Greece. *Phyton* 28: 215-228.

Kokkini S, Karousou R, Dardioti A, Krigas N, Lanaras T. 1997a. Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry* 44: 883-886.

Kokkini, S., R. Karousou and E. Harlidou 2003. Herbs of the Labiatae. In: B. Caballero, L. Trugo and P. Finglas, eds, *Encyclopedia of food science and nutrition*, second ed., pp. 3082-3090, Academic press, London.

Kokkini S., Karousou R., Vokou D., (1994), «Pattern of Geographic Variation of *Origanum vulgare* Trichomes and Essential Oil Content in Greece», *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 22, No. 5, pp. 517 - 528.

Koparal, A. T. & M. Zytinoglou 2003. Effects of carvacrol on a human non-small cell lung cancer (NSCLC) cell line, A549. *Cytotechnology*. 43: 149-154

Kotoulas, V.E., G.N. Panagopoulos, V. Skouras, G. Economou and A. Karamanos 2009. Studies on the role of aromatic shrubs in the inhibition of adjacent vegetation. In: B. Rubin and G. Economou, eds, *Proceedings of the 2nd International Conference of EWRS on Novel and sustainable weed management in arid and semi-arid agro-ecosystems*, p. 16, September 7-10, Santorini, Greece.

Kozyra M., Los R., Mardarowicz M., Glowniak K., Malm An., Szlapak Agn., (2009), «GC/MS analysis of the essential oil isolated from the herb of *Cirsium vulgare* (Savi.) Ten. and its antimicrobial activity», *Annales Universitatis Mariae Curie - Sklodowska Lublin - Polonia*, Vol. XXII, Section DDD, pp. 149 - 154.

Kurt Nolte. "Oregano" . The University of Arizona, College of Agriculture and life sciences. (cals.arizona.edu/main)

Lagouri, V., Blekas, G., Tsimidou, M. Kokkini, S. & Boskou, D. (1993). Composition and antioxidant activity of essential oils from oregano plants grown wild in Greece. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 197, 20-23.

Lahlou M. 2003. Composition and molluscicidal properties of essential oils of five Moroccan Pinaceae. *Pharm. Biol.* 41: 207–210.

Lambert, R.J.W., P.N. Skandamis, P.J. Coote & G.J.E. Nychas 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91(3): 453-462

Lovett JV, Speak MD. 1979. Studies of *Salvia reflexa* Hornem. II. Examination of specialized leaf surface structures. *Weed Res.* 19: 359-362.

M. B. Terenina, T. A. Misharina, N. I. Krikunova, E. S. Alinkina, L. D. Fatkulina, and A. K. Vorob'yova. "Oregano Essential Oil as an Inhibitor of Higher Fatty Acid Oxidation". Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, ul. Kosygina 4, Moscow, 119334 Russia. ISSN 0003_6838, *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2011, Vol. 47, No. 4, pp. 445–449. Pleiades Publishing, Inc., 2011.

Maffei M, Chialva F, Sacco T. 1989. Glandular trichomes and essential oils in developing peppermint leaves. I. Variation of peltate trichome number and terpene distribution within leaves. *New Phytol.* 111: 707-716.

Mahmoud, B. S. M., K. Yamazaki, K. Miyashita, Il. Shin & T. Suzuki 2006. A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. *Food Chem.* 99(4): 656-662

Mahmoud, B. S. M., K. Yamazali, K. Miyashita, S. Il-Shik, C. Dong- Suk & T. Suzuki 2004. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf- life extension by essential oil compounds. *Food Microbiol* 21(6): 657-666

Mahmoud, S. S. and R. B. Croteau 2002. Strategies for transgenic manipulation of monoterpene biosynthesis in plants. *Trends Plant Sci.* 7(8): 366-373.

Makri, O. 2002. Cultivation of Oregano. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 153-162, Taylor and Francis, London and New York.

Marino, M., C. Bersani, G. Comi 2001. Inpedance to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *Inter. J. Food Microbiol.* 67(3): 187-195

Marston, A. and K. Hostettmann 2009. Natural Product Analysis over the Last Decades. *Planta Med.* 75: 672–682.

Mc Caskill D, Gershenzon J, Croteau R. 1992. Morphology and monoterpene biosynthetic capabilities of secretory cell clusters isolated from glandular trichomes of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Planta* 187: 445-454.

Menaker An., Kravets M., Koel M., Orav An., (2004), «Preliminary communication/Communication: Identification and characterization of supercritical fluid extracts from herbs», *C. R. Chimie*, Vol. 7, pp. 629 - 633.

Milos, M., Mastelic, J. & Jerkovic, I. (2000). Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*). *Food Control*, 71, 79-83.

Moller, J., Madsen, L.H., Aaltonen, T. & Skibsted, L.H. (1999). Dittany (*Origanum dictamnus*) as a source of water-extractable antioxidants. *Food Chemistry*, 64, 215-219.

Modenesi P, Serrato-Valenti G, Bruni A. 1984. Development and secretion of clubbed trichomes in *Thymus vulgaris* L. *Flora* 175: 211-219.

Montenegro, G., A. J. Hoffman, A. Aljaro, and A. Hoffman. 1979. *Satureja gilliesii*, a poikilohydric shrub from Chilean Mediterranean vegetation. *Can. J. Bot.* 57: 1206-1213.

Muller, W. H. 1986. Allelochemical mechanisms in the inhibition of herbs by chaparral shrubs. In: A.R. Putnam and C.S. Tang, eds, *The Science of Allelopathy*, pp. 189-199, Wiley-Interscience, New York.

Nevas, M., A. R. Korhonen, M. Lindstrom, P. Turkki & H. Korkeala 2004. Antibacterial Efficiency of Finnish Spice Essential Oils against Pathogenic and Spoilage Bacteria. *J. Food Prot.* 67(1): 199-202

Novak, J., D, Gimpliger & C. Franz 2002a. Inheritance of calyx shape in the genus *Origanum* (Lamiaceae). *Pl. Breed.* 121 (5): 462-463

Ody, P. 1994. Πλήρης Οδηγός Φαρμακευτικών Βοτάνων. Εκδόσεις Γιαλλέλης, Αθήνα, σελ. 203.

Oka, Y., S. Nacar, E. Putievsky, U. Ravid, Z. Yaniv and Y. Spiegel 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the rootknot nematode. *Phytopathology* 90(7): 710-715
Paech, K., 1950. *Biologie und Physiologie der Sekundären Pflanzenstoffe*. Springer-Verlag, Berlin.

Omer, E.A. 1999. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in a sandy soil. *J. Plant Nutr.* 22: 103–114.

Ozkan, G., O. Sagdic, M. Ozcan 2003. Note: Inhibition of pathogenic bacteria by essential oils at different concentrations. *Food Sci. Techn. Intern.* 9(2):85-88

Ozcan, M. & Boyraz, N. (2000). Antifungal properties of some herb decoctions. *European Food Research & Technology*, 212, 86-88.

Ozcan, M. (1998). Inhibitory effects of spice extracts on the growth of *Aspergillus parasiticus* NRRL2999 strain. *European Food Research & Technology*, 207, 253-255.

Padulosi, S. 1997. Preface. In: Padulosi, S. (Ed), *Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano.*, 8-12 May 1996, CIHEAM , Valenzano (Bari), Italy, IPGRI.

Pitzer, Sara. 1996. *Growing and using oregano*. Pownal, VT: Storey Communications. (HSA Library).

Pizzocaro, F., Caffa, F., Gasparoli, A. & Fedeli, E. (1995). Capacita antiossidante di alcune erbe aromatiche sul mascolo e sull' olio di sardina. *Rivisia Italia Soste Grasse*, 62, 351 – 356.

Poulose AJ, Croteau R. 1978. Biosynthesis of aromatic monoterpenes: conversion of γ -terpinene to p-cymene and thymol in *Thymus vulgaris* L. *Arch. Biochem. Biophys.* 187: 307-314.

Putievsky, E., U. Ravid and N. Dud 1988. Phenological and seasonal influences on essential oil of a cultivated clone of *Origanum vulgare* L. J. Agric. Food Sci. 43: 225–228.

Ramraj, P., K. Alagumalai and C.S.S. Hepziba 1991. Effect of leaf extract of *Origanum vulgare* (Fam. Lamiaceae) on the hatching eggs of *Meloidogyna incognita*. Indian J. Nematology 21(2): 156-157.

Reineccius, G. A. (2007). Flavour-Isolation Techniques. In : Flavours and Fragrances Chemistry, Bioprocessing and Sustainability, Springer Berlin Heidelberg, 409-426.

Russo M, Galletti GC, Bocchini P, Carnacini A. 1998. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice [*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart]: A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. J. Agric. Food Chem. 46: 3741-3746.

Said-Al Ahl, H.A.H., E.A. Omer and N.Y. Naguib 2009a. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. Int. AgropHysics 23: 269-275.

Sandermann, W. 1962. Terpenoids: Structure and Distribution. In: M. Florkin and H.S. Mason, eds, Comparative Biochemistry, Vol. 3, Part A, pp. 503-590, Academic Press, N.Y.

Sangwan, N.S., A.H.A. Farooqi, F. Shabih and R.S. Sangwan 2001. Regulation of essential oil production in plants. J. Plant Growth Regul. 34: 3-21.

Sell C.S. 2003. A fragrant introduction to terpenoid chemistry. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Scientific Park, Milton Road, Cambridge, UK. pp. 410.

Servettaz, O., A. Pinneti, F. Bellesia and L. Bini-Maleci 1994. Micromorphological and phytochemical research on *Teucrium scorodonia* and *teucrium siculum* from the Italian flora. Acta Bot. 107: 416-421.

Singh M., G.R.S. Rao and S. Ramesh 1997. Irrigation and nitrogen requirement of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* (Sleud) Wats) on a red sandy loam soil under semiarid tropical conditions. *J. Essent. Oil Res.* 9: 569-574.

Sivropoulou, A., Nikolaou, C., Papanikolaou, E., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M. (1997). Antimicrobial, cytotoxic and antiviral activities of *Salvia fructicosa* essential oil. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 45, 3197-3201.

Skandamis, P. N., G.- J.E. Nychas 2001. Effect of oregano essential oil on microbiological and physico- chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. *J. Appl. Microbiol.* 91(6): 1011-1022

Skandamis, P., Tsigarida, E. & Nychas, G. (2000). Ecophysiological attributes of *Salmonella typhimurium* in liquid culture and within a gelatin gel with or without the addition of oregano essential oil. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 16, 31-35.

Skandamis, P., E. Tsigarida, G. J. E. Nychas 2002. The effect of oregano essential oil on survival/death of *Salmonella typhimurium* in meat stored at 5 degrees C under aerobic, VP/MAP conditions. *Food microbiol.* 19(1): 97-103

Skrubis, G.B. (1972). Seven wild aromatic plants growing in Greece and their essential oils. *The flavour industry*. 3, 556-571, London, U.K.

Small, Ernest. 1997. *Culinary herbs*. Ottawa: NRC Research Press. (HSA Library)

Sokovic, M., O. Tzakou, D. Pitarokili & M. Couladis 2002. Antifungal activities of selected aromatic plants growing wild in Greece. *Nahrung/ Food*. 46(5): 317-320

Soliman, F.M., M.F. Yousif, S.S. Zaghloul, M.M. Okba and E.M. El-Sayed 2007. Seasonal variation in the essential oil composition of *Origanum syriacum* l. subsp. *sinaicum* greuter and burdet; evaluation of its tocolytic activity. *Egy. J. Biomed. Sci.* 23(1): 121-134.

Sotiropoulou, D.E. and A.J. Karamanos 2010. Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart). *Ind. Crops Prod.* 32(3): 450–457.

The British Pharmaceutical Codex. (1911). Council of the Royal Pharmaceutical Society of Great Britain, The Pharmaceutical Press, London, U.K.

The Merck Index. (1989). Eleventh Edition, Merck & Co., INC. Rahway, New Jersey, U.S.A.

Toncer, O., S. Karaman and E. Diraz 2010. An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. *J. Med. Plants Res.* 4(11): 1059-1064.

Tucker A. O., (1989), «The species, hybrids and cultivars of *Origanum* (Lamiaceae) cultivated in the United States», Oryx Press, Washington.

Tucker, A.O. and M.J. Maciarello 1994. In: G. Charalambous, ed., *Spices, Herbs and Edible Fungi*, pp. 439-456, Elsevier Sciences B.V., Oxford, UK.

Trabaud, L. 1976. Inflammabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne. *Oecol. Pl.* 11: 117-136.

Tsimidou, M. & Boskou, D. (1994). Antioxidant activity of essential oils from the plants of the Lamiaceae family. In G. Charalambous, *Spices, herbs and edible fungi*, pp. 273-284, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Tsimidou, M., Papavergou, E. & Boskou, D. (1995). Evaluation of oregano antioxidant activity in mackerel oil. *Food Research International*, 28, 431-433.

Tunc, I., Berger, B., Erler, F. & Dagli, F. (2000). Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36, 161 – 168.

Ultee, A., Gorris, L.G. & Smid, E.J. (1998). Bacterial activity of carvacrol towards the food borne pathogen *Bacillus cereus*. *Journal of Applied Microbiology*, 85, 211-218.

Unlu, G.V., M. Unlu, E. Donmez & N. Vural 2007. Chemical composition and in vitro antimicrobial activity of the essential oil of *Origanum minutiflorum* O Schwarz & PH Davis. *J Sci Food Agric.* 87: 255-259

Vazquez, S.R. and N.T. Dunford 2005. Bioactive components of Mexican Oregano oil as affected by moisture and plant growth. *J. Essent. Oil Res.* 17: 668-671.

Vekiari, S.A., Oreopoulou, V., Tzia, C. & Thomopoulos, C.D. (1993). Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 70, 483-487.

Violon, C. & Chaumont, J.P. (1994). Antifungal properties of essential oils and their main compounds upon *Cryptococcus neoformans*, *Mycopathologia*, 128, 151-153.

Vokou, D., Kokkini, S., Bessiere, J.-M. (1993). Geographic variation of Greek Oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochemical Systematic Ecology.* 21, 287–295.

Werker, E., U. Ravid and E. Putievsky 1985a. Structure of glandular hairs and identification of the main components of their secreted material in the same species of the Labiateae. *Isr. J. Bot.* 34: 31-45.

Werker, E., E. Putievsky and U. Ravid 1985b. The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. *Ann. Bot.* 55: 793-801.

Werker, E. 1993. Function of essential oil secreting glandular hairs in aromatic plants of Lamiaceae - a review. *Flav. Fragr. J.* 8: 249-255

Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H. & Raneva, V.G. (1999). Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry*, 64, 59-66.

Zheng, W, S. Y. Wang 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric. Food Chem.* 49(11): 5165-5270

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- (1) www.hellenica.de/Griechenland/Geo/GR/KristoniKilkis.html
- (2) www.ygeiaonline.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=34134:mayroyda
- (3) www.hellenica.de/Griechenland/Geo/GR/SkepastoThessalonikis.html).
- (4) http://diadiktiomenoi.blogspot.gr/2012/10/blog-post_9.html
- (5) www.ecopharm.gr
- (6) <http://www.helexpo.gr/inst/helexpo/gallery/Agrotica/2012/Presentations/22.%CE%A7%CF%81%CE%AE%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%82%20%CE%94%CF%8C%CF%81%CE%B4%CE%B1%CF%82.pdf>
- (7) <http://www.fao.org/docrep/009/a0691e/a0691e05.htm>
- (8) http://www.ismc.gr/pdf/4_Cook_test_3.pdf (Κατερίνα Μ. Κουκ, Εναλλακτικές καλλιέργειες όσπρια – πολυετείς θαμνώδεις καλλιέργειες – αρωματικά φυτά προοπτικές στη Θεσσαλία, Αρωματικά-Φαρμακευτικά Φυτά, ΕΛΓΟ - ΔΗΜΗΤΡΑ, ΕΘΙΑΓΕ)
- (9) <http://www.dte.gr/files/2012/agro%20presentations/2012-01-20-ZAPEIO%20LONG.pdf> (Ελένη Μαλούπα. Ελληνική Χλωρίδα: Διατήρηση και Αξιοποίηση των Αρωματικών – Φαρμακευτικών Ειδών. (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) Εργαστήριο Προστασίας και Αξιοποίησης Αυτοφύων και Ανθοκομικών Ειδών Θεσσαλονίκη)