

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΖΥΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ  
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΠΡΩΤΕΪΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΘΕΜΑ:** Σύγκριση αρωματικών φαρμακευτικών φυτών τύπου "καρβακρόλης" από την Κεφαλονιά και την Ικαρία ως προς τα αναπαραγωγικά, χημειοτοπικά και βιοδραστικά τους χαρακτηριστικά



ΑΝΔΡΕΑΣ ΣΚΡΟΠΟΛΙΘΑΣ  
ΓΕΩΠΟΝΟΣ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2014

## ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΘΕΜΑ: Σύγκριση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου "καρβακρόλης" από την Κεφαλονιά και την Ικαρία ως προς τα αναπαραγωγικά, χημειοτυπικά και βιοδραστικά τους χαρακτηριστικά**

**ΑΝΔΡΕΑΣ ΣΚΡΟΠΟΛΙΘΑΣ**  
**ΓΕΩΠΟΝΟΣ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ**

### Τριμελής Συμβουλευτική και Εξεταστική Επιτροπή:

- **Ν. Λάμπρου: Επιβλέπων καθηγητής ( Αναπληρωτής Καθηγητής, Εργαστήριο Ενζυμικής Τεχνολογίας Γ.Π.Α)**
- **Γ. Οικονόμου : Συνεπιβλέπουσα καθηγήτρια (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Εργαστήριο Γεωργίας Γ.Π.Α.)**
- **Π. Ταραντίλης (Αναπληρωτής Καθηγητής , Εργαστήριο Χημείας Γ.Π.Α.)**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, του Τμήματος Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, με τίτλο «Βιοτεχνολογία και εφαρμογές στην γεωπονία», στην κατεύθυνση «Βιοδραστικά προϊόντα και πρωτεϊνική τεχνολογία, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Το εργαστηριακό κομμάτι της μελέτης πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Ενζυμικής Τεχνολογίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013-2014.

Η ανάθεση και η επίβλεψη της εργασίας έγινε από τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Λάμπρου Νικόλαο, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την καθοδήγηση και την υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής .

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στην συνεπιβλέπουσα Καθηγήτρια κα Οικονόμου Γαρυφαλλιά , τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Π. Ταραντίλη για τις παρατηρήσεις του , για το αμείωτο ενδιαφέρον, τη συμπαράσταση και τη βοήθειά τους, τόσο κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους όσο και κατά τη συγγραφή του.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω γενικά όλα τα μέλη τόσο του εργαστηρίου Ενζυμικής Τεχνολογίας όσο και του εργαστηρίου Γεωργίας για το ευχάριστο κλίμα συνεργασίας καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μου μελέτης.

Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω τις Υποψ Διδάκτορες Ελίζα Γαβριήλ, Ελπίδα Φανουρίου και Μαριαννα Χατζηκωνσταντίνου για την υπομονή τους και τη πολύτιμη βοήθεια τους σε ότι και αν είχα πρόβλημα.

Επίσης , τις θερμές μας ευχαριστίες στο Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου στη Κεφαλονιά για τη βοήθειά του στη συλλογή του πειραματικού υλικού.

Ιδιαίτερος θα ήθελα να εκφράσω την βαθιά ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου και στη κοπέλα μου Θεοδώρα καθώς η στήριξή τους στάθηκε πολύτιμη βοήθεια για τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής μελέτης.

<b>Περιεχόμενα</b>	<b>4</b>
Περίληψη	3
Abstract	10
<b>Κεφάλαιο 1</b>	
Εισαγωγή	11
1.1. Γενικά για τα Αρωματικά φυτά	11
1.1.1. Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας (ΑΦΦ)	
1.1.2. Κατάσταση σε παγκόσμιο επίπεδο	
1.2. Αξιοποίηση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών	17
1.2.1. Φαρμακοβιομηχανίες	
1.2.2. Βιομηχανίες καλλυντικών	
1.2.3. Βιομηχανία τροφίμων	
1.3. Οικογένεια Lamiaceae	19
1.4. Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά πλούσια σε Καρβακρόλη	20
1.4.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά	
1.4.2. Ταξινόμηση-Περιγραφή	
1.4.2.1. <i>Satureja thymbra</i>	
1.4.2.2. <i>Origanum onites</i>	
1.4.2.3. <i>Origanum vulgare sp. hirtum</i>	
1.4.2.4. <i>Coridothymus capitatus</i>	
1.4.2.5. <i>Thymus holosericeus</i>	
1.5. Χρήσεις των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών	27
1.5.1. Αντιμυκητιακή δράση	
1.5.2. Αντιβακτηριδιακή δράση	
1.5.3. Αντιοξειδωτική δράση	

1.5.4. Εντομοκτόνος , νηματοδοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση	
1.6. Η καλλιέργεια των ΑΦΦ –Προβλήματα –Προοπτικές	30
1.6.1. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις	
1.6.2.Πολλαπλασιασμός	
1.6.2.1. Εγγενής πολλαπλασιασμός	
1.6.2.2. Αγενής πολλαπλασιασμός	
1.6.3. Τεχνική καλλιέργειας	
1.6.3.1. Τεχνικός σχεδιασμός για την εγκατάσταση και την καλλιέργεια των ΑΦΦ	
1.6.3.2. Προετοιμασία αγρού.	
1.6.3.3. Εγκατάσταση φυτείας	
1.6.3.4. Ζιζανιοκτονία	
1.6.3.5. Συγκομιδή αρωματικών φυτών	
1.6.3.6. Παρακολούθηση των καλλιεργειών	
1.6.3.7. Ξήρανση	
1.7. Προοπτικές της καλλιέργειας ΑΦΦ στην Ελλάδα	34
1.8. Προβλήματα στην καλλιέργεια ΑΦΦ	34
1.9. Προτάσεις για την ανάπτυξη του τομέα των ΑΦΦ	35
1.10. Αιθέρια έλαια	37
1.10.1. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά	
1.10.2. Παραγωγή του αιθέριου ελαίου	
1.10.3. Βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου	
1.10.3.1. Φαινυλ-προπάνια	
1.10.3.2.Τερπένια	
1.10.3.2.1. Ταξινόμηση των τερπενίων	
1.10.3.2.2. Τερπένια των αιθέριων ελαίων φυτών << ρίγανης>> και η μοριακή δομή τους	
1.11. Παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων	50
1.11.1. Εποχική παραλλακτικότητα	
1.11.2. Γεωγραφική παραλλακτικότητα	
1.11.3. Γενετική παραλλακτικότητα	
1.11.4. Παραλλακτικότητα λόγω ηλικίας του φυτού	
1.12. Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή και σύσταση αιθέριων ελαίων	57
1.12.1. Γενικά	
1.12.2. Μεταβολές στη Φυσιολογία του φυτού	
1.12.3. Στάδιο ανάπτυξης των οργάνων	

1.12.4. Το μέρος του φυτού που αναλύεται	
1.12.5. Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια	
1.12.6. Εποχική διακύμανση	
1.12.7. Μηχανικές και χημικές βλάβες	
1.12.8. Περιβαλλοντικοί παράγοντες	
1.12.8.1. Κλίμα	
1.12.8.2. Γεωγραφική θέση	
1.12.8.3. Γενετικοί παράγοντες	
1.12.9. Αντιοξειδωτική δράση αιθέριων ελαίων	
1.13. Παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα φυτά	60
1.14. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής σύστασης των αιθέριων ελαίων	61
1.15. Χημειοταξινόμηση των ΑΦΦ με βάση τα αιθέρια έλαια	62
1.16. Προσαρμοστικότητα	63
1.16.1 Η έννοια της προσαρμοστικότητας	
1.16.2. Προσαρμοστικότητα των ΑΦΦ	
1.16.2.1. Θερμοκρασία και φωτοπερίοδος	
1.16.2.2. Υγρασία	
1.16.2.3. Βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες	
1.17. Σκοπός της μελέτης	67
Κεφάλαιο 2	68
Υλικά και Μέθοδοι	
2.1. Περιοχή μελέτης	68
2.2. Περιοχές προέλευσης των φυτών	69
2.2.1. Ικαρία	
2.2.2. Κεφαλονιά	
2.3. Πειραματικοί αγροί	71
2.3.1. Επιλογή φυτικού υλικού για τη δημιουργία των πειραματικών αγρών	
2.3.2. Εγκατάσταση των πειραματικών αγρών	
2.4. Στοιχεία για τους πειραματικούς αγρούς	73
2.5. Καλλιεργητικές φροντίδες του πειραματικού αγρού	73
2.6. Μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ΑΦΦ κατά τη διάρκεια του έτους	74
2.7. Μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών των ΑΦΦ του υπέργειου μέρους ,μετρήσεις Νωπού και ξηρού βάρους των υπέργειων τμημάτων τους.	74
2.8. Μετρήσεις του ελλείματος υγρασίας του υπέργειου τμήματος των φυτών	76

2.9. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων με τη μέθοδο της Υδροαπόσταξης	76
2.9.1. Παραλαβή του αιθέριου ελαίου από ξηρό φυτικό υλικό με υδροαπόσταξη	
2.9.2. Χημική ανάλυση	
2.9.2.1. Οργανολογία	
2.9.2.2. Φασματομετρία μαζών	
2.10. Μέθοδοι εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας	79
2.10.1. Μέθοδος Folin –Ciocalteu	
2.10.2. Μέθοδος FRAP	
2.10.3. Τυροσινάση	
2.10.4.Προσδιορισμός πρωτεΐνης με τη μέθοδο Bradford	
2.11. Εξοπλισμός	89
2.12. Υλικά	90
2.13.Μετεωρολογικά δεδομένα	91
2.14. Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης	91
Κεφάλαιο 3	
Αποτελέσματα	
3.1. Μετεωρολογικά δεδομένα	92
3.1.1. Μετεωρολογικά δεδομένα( Σπάτα)	
3.1.2. Μετεωρολογικά δεδομένα (Κεφαλονιά)	
3.2.Φυτικά χαρακτηριστικά.	96
3.2.1. Αριθμός ταξιανθιών	
3.2.2. Αριθμός φύλλων	
3.2.3.Μήκος βλαστών	
3.2.4.Μήκος ταξιανθίας	
3.2.5. Νωπό βάρος βλαστών	
3.2.6. Νωπό βάρος ανθέων	
3.2.7. Νωπό βάρος φύλλων	
3.2.8. Ξηρό βάρος βλαστών	
3.2.9. Ξηρό βάρος ανθέων	
3.2.10. Ξηρό βάρος φύλλων	
3.2.11. Έλλειμμα υγρασίας βλαστών	
3.2.12. Έλλειμμα υγρασίας ανθέων	
3.2.13. Έλλειμμα υγρασίας φύλλων	

3.3. Χημειοτυπικά χαρακτηριστικά	122
3.3.1. Απόδοση σε αιθέριο έλαιο	
3.3.2. Συστατικά αιθέριου ελαίου	
3.3.2.1. Περιεκτικότητα σε π –κυμένιο	
3.3.2.2. Περιεκτικότητα σε γ –τερπινένιο	
3.3.2.3. Περιεκτικότητα σε Καρβακρόλη	
3.3.2.4. Περιεκτικότητα σε β –καρυοφυλλένιο	
3.4. Βιοδραστικά χαρακτηριστικά	131
3.4.1. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu	
3.4.2. Προσδιορισμός άμεσης αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP	
3.4.3. Μελέτη αναστολής δραστηριότητας τυροσινάσης	
3.4.4. Ποσοτικός προσδιορισμός συγκέντρωσης πρωτεΐνης με τη μέθοδο Bradford	
Κεφάλαιο 4	
4. Συζήτηση- Συμπεράσματα	141
4.1.Φαινολογική διαφοροποίηση των ΑΦΦ	
4.2.Χημειοτυπικά χαρακτηριστικά	143
4.3Βιοδραστικά χαρακτηριστικά	147
Παράρτημα	171
Βιβλιογραφία	175



## Περίληψη

Από τη δεκαετία του '80 οι ερευνητές επιδεικνύουν αυξημένο ενδιαφέρον για τις φαινολικές ενώσεις και τα αντιοξειδωτικά συστατικά, γενικά. Ο βασικός λόγος γι' αυτό το μεγάλο ενδιαφέρον είναι η αναγνώριση των αντιοξειδωτικών ικανοτήτων τους, η μεγάλη αφθονία τους στα τρόφιμα και ο πιθανός ρόλος τους στην πρόληψη ποικίλων ασθενειών που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες, όπως ο καρκίνος τα καρδιαγγειακά νοσήματα και οι εκφυλιστικές ασθένειες. Τα αιθέρια έλαια μαζί με τα αλκαλοειδή και τα φαινολικά συστατικά είναι σημαντικά συστατικά του δευτερογενούς μεταβολισμού του φυτού. Η αξία τους κρίνεται τόσο από τη μέχρι σήμερα γνωστή χρήση τους από τη βιομηχανία φαρμάκων, τροφίμων και αρωμάτων, αλλά και από τις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητές τους που ενισχύουν η χρήση των αιθερίων ελαίων στα τρόφιμα. Μεγάλο ενδιαφέρον παρατηρείται, επίσης, στην μελέτη συγκεκριμένων ενζύμων τα οποία σχετίζονται με την σωστή και υγιή λειτουργία των οργανισμών. Σκοπός της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής είναι η σύγκριση και η μελέτη των μορφολογικών-αναπαραγωγικών, χημικών και βιοδραστικών χαρακτηριστικών πέντε αρωματικών και φαρμακευτικών φυτικών ειδών (*Origanum vulgare spp hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* L., *Satureja thymbra* L. και *Thymus holosericeus* L.) για το χρονικό διάστημα Νοέμβριος 2013-Νοέμβριος 2014. Έγινε εκτίμηση φαινοτυπικών και χημειοτυπικών διαφορών μεταξύ ειδών τύπου καρβακρόλης, προερχόμενων από τις νήσους Ικαρία και Κεφαλονιά. Έγιναν μετρήσεις φυτικών χαρακτηριστικών, καθώς και περιεκτικότητας επί τοις % συγκέντρωσης σε αιθέριο έλαιο. Γι' αυτό το λόγο μελετήθηκαν σε επιλεγμένους βιοτύπους κάθε φυτικού είδους (σε φυτά αυτοφυή προερχόμενα από το νησί της Κεφαλονιάς, σε φυτά που μεταφυτεύτηκαν από τη Κεφαλονιά στο πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. στα Σπάτα τον Νοέμβριο του 2013 και σε φυτά προερχόμενα από τη νήσο Ικαρία μεταφυτευμένα στα Σπάτα ήδη 3 χρόνια) τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους (μέσος αριθμός βλαστών, μέσος αριθμός ταξιανθιών, μέσος αριθμός φύλλων, μέσο μήκος ταξιανθιών, μέσο μήκος βλαστών, μέσο έλλειμμα υγρασίας φύλλων, βλαστών και ανθέων, μέσο ξηρό βάρος βλαστών, μέσο ξηρό βάρος ταξιανθιών, μέσο ξηρό βάρος φύλλων, μέσο ύψος φυτού, μέσο μήκος βλαστού, διάμετρος φυτών, μέσο νωπό βάρος φύλλων, νωπό βάρος βλαστών και άνθεων). Τα ξηρά βάρη όλων των φυτικών μερών των ΑΦΦ μετρήθηκαν με ξήρανση με φυσικό τρόπο για 15 ημέρες στο εργαστήριο της Γεωργίας στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών έτσι ώστε να προσδιοριστεί το ποσοστό υγρασίας των φυτικών ιστών. Επίσης, μελετήθηκαν τα χημικά τους χαρακτηριστικά (ποιοτικά και ποσοτικά), όπως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και η σύσταση του αιθερίου ελαίου τους (εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη, π-κυμένιο, γ-τερπινένιο και β-καρνοφυλλένιο) με τη μέθοδο παραλαβής αιθερίου ελαίου (υδροαπόσταξη με χρήση της συσκευής Clevenger με μια μετα-

χείριση του προς απόσταξη υλικού {ξηρό φυτικό υλικό} ). Τέλος , τα φυτικά εκχυλίσματα των ειδών χρησιμοποιήθηκαν για μέτρηση της αντιοξειδωτικής χωρητικότητας *in vitro* των δειγμάτων αυτών ώστε τα αποτελέσματα να βοηθήσουν περαιτέρω στην αξιολόγηση τροφών και συμπληρωμάτων για την επιστήμη της διατροφής. Επιπλέον , μέσω συγκεκριμένων μεθόδων ενζυμικής τεχνολογίας διερευνάται ο ποσοτικός προσδιορισμός συγκέντρωσης πρωτεΐνης και ο ποσοτικός προσδιορισμός αντιοξειδωτικής κατάστασης των φυτικών δειγμάτων. Παράλληλα μελετήθηκε στα φυτικά εκχυλίσματα η ύπαρξη αναστολέων συγκεκριμένων ενζύμων (τυροσινάσης) που σχετίζονται με τη επιστήμη της Κοσμητολογίας και τη Φαρμακοβιομηχανία.

Τα αποτελέσματα, όπως ήταν αναμενόμενο, φανέρωσαν ότι τα ΑΦΦ είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά συστατικά και ότι οι παράγοντες προσαρμοστικότητα, έδαφος, θερμοκρασιακές συνθήκες και ποικιλία επηρεάζουν τις βιοδραστικές τους ιδιότητες. Συγκεκριμένα η ποικιλία του φυτού φαίνεται να επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό την βιοχημική σύσταση των εκχυλισμάτων του. Επίσης, ο συνδυασμός περιβαλλοντικών συνθηκών κατά την καλλιέργειά τους, μπορεί να επηρεάσει τις βιοδραστικές τους ιδιότητες. Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα φυτικά εκχυλίσματα των ΑΦΦ είναι κατάλληλα για την εφαρμογή τους στην ανάπτυξη προϊόντων τόσο στην φαρμακευτική όσο και στην κοσμετολογία.

## **Abstract**

Since 80's decade, researchers show increased interest in phenolic compounds and antioxidants in general. The main reason for this great interest is the identification of their antioxidant capacity, high abundance in food and their possible role in the prevention of various diseases associated with oxidative stress such as cancer cardiovascular diseases and degenerative diseases. Essential oils together with alkaloids and phenolic components are important components of the secondary metabolism of the plant. Their value is deemed so by the date known use of the medicinal-products industry, food and perfumes, but also antimicrobial and antioxidant properties that enhance the use of essential oils in food. Grand interest in-bearing foods also occurs in the study of specific enzymes associated with the proper and healthy functioning of organizations. The purpose of this Postgraduate thesis is to compare and study the morphological-breeding, chemical and bioactive characteristics of five aromatic and medicinal natural species (*Origanum vulgare* spp *hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* L., *Satureja thymbra* L. and *Thymus holosericeus* L.) for the period November 2013-November 2014. Phenotypic and chemotype differences between species of type *carvacrol* were estimated , coming from the islands of Ikaria and Kefalonia. Measurements were made of plant characteristics and content in % concentration of essential oil. For this reason the study was held in selected biotypes of each plant species (in native plants from the

island Kefalonia, in plants transplanted from Kefalonia in the experimental field of the AUA in Spata in November 2013 and plants from the island Ikaria transplanted in Spata already) and several sectors were estimated such as vegetable characteristics of overground part (average number of buds, average number of inflorescences, average number of leaves, inflorescences medium length, medium length shoots, average moisture deficit for leaves, stems and flowers, average dry weight of shoots, average dry weight of inflorescences, average dry weight of leaves, average plant height, average shoot length, plant diameter, average fresh weight of leaves, fresh weight of shoots and flowers). The dry weights of all plant parts of AFF measured by drying naturally for 15 days in the laboratory of Agriculture at the Agricultural University of Athens in order to determine the moisture content of plant tissues. Also, we studied the chemical characteristics (qualitative and quantitative), as the essential oil content and composition of the ethereal oil (percentage content of carvacrol, p-cymene, gamma-terpinene and beta-caryophyllene) by the method of acquiring the essential oil (hydrodistillation with the Clevenger apparatus using one treatment of the material to be distilled (dry plant material)). Finally, herbal extracts of species were used for measuring antioxidant capacity in vitro samples such that the effects assist in further in the evaluation of foods and supplements for the science of food. Moreover, through specific enzymatic technology methods were investigated the quantitative protein concentration determination and the quantification of antioxidant status of plant samples. In parallel, the plant extracts examined the presence of specific enzyme inhibitors (tyrosinase) related-out with the science of Cosmetology and pharmaceutical industry. The results, as expected, revealed that aromatic and medicinal plants are rich in antioxidants and that co-operating factors such as soil, temperature conditions and variety can affect the bioactive properties. Especially, the variety of the plant seems to be a significant bio-chemical composition of the extracts. Also, the combination of environmental conditions in their cultivation, may affect the bioactive properties. In the end, according to the results, herbal extracts of aromatic and medicinal plants are suitable for application in product development in both the pharmaceutical and cosmetology.

## **1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1. Γενικά για τα Αρωματικά φυτά**

Οι πρώτες οδηγίες για την χρήση φαρμακευτικών φυτών καταγράφονται σε Αιγυπτιακούς πάπυρους οι οποίοι χρονολογούνται από το 2000 π.Χ. Το υλικό αυτό φαίνεται να είχε αντιγραφεί από άλλες πηγές γραμμένες αρκετούς αιώνες νωρίτερα (Castiglioni, 1958). Ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.), «πατέρας της Ιατρικής», αναφέρει σε σύγγραμμά του περί τα 400 φυτά, περισσότερα από τα οποία είναι φαρμακευτικά και αρωματικά, ο Θεόφραστος (347 π.Χ.) περιγράφει ένα μεγάλο αριθμό αυτοφυών φαρμακευτικών φυτών και ο Διοσκουρίδης (1ος π.Χ. αιώνας) στο έργο του «Περί ύλης ιατρικής» αναφέρει 600 φαρμακευτικά φυτά. Οι Fleisher & Fleisher (1988) σε συγκριτική μελέτη τους για την παραδοσιακή χρήση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου «ρίγανης» στην μεσόγειο κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το φυτό ύσσωπος (hyssop) που αναφέρεται στη Βίβλο είναι ο χημειότυπος καρβακρόλης του φυτού *Origanum syriacum* L. και χρησιμοποιούταν σαν φάρμακο και καρύκευμα. Αρκετά φυτά βρέθηκε ότι έχουν παρόμοια σύσταση ελαίου με αυτή του ύσσωπου, ανάμεσά τους το *Coridothymus capitatus* L, το *Satureja thymbra* L. και η *Origanum vulgare* L. (Baricevic & Bartol, 2002).

Από την αρχαιότητα έως σήμερα ένας μεγάλος αριθμός ειδών του φυτικού βασιλείου χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο για τις αρωματικές και φαρμακευτικές τους ιδιότητες. Τα φυτά αυτά έχουν την ιδιότητα να συσσωρεύουν ευώδη πτητικά συστατικά σε διάφορα όργανα τους τα οποία χρησιμεύουν στην προσέλκυση ωφέλιμων εντόμων, ζώων και πτηνών και στην απώθηση άλλων βλαβερών.

Ως αρωματικά φυτά (aromatics) 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 (medicinals, therapeutics), 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).

Στη διεθνή ορολογία τα φυτά αυτά αναφέρονται ως «Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά» (Medicinal and Aromatic Plants, MAPs) ενώ στην χώρα μας αναφέρονται ως «Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά» (ΑΦΦ). Όλα τα φυτά που είναι αρωματικά είναι και φαρμακευτικά ενώ μερικά φαρμακευτικά δεν είναι αρωματικά (βαλσαμόχορτο, μπελαντόνα κ.α.). Τα φαρμακευτικά φυτά, που δεν είναι και αρωματικά είναι πολύ λίγα συγκρινόμενα με τον αριθμό των φυτών που είναι αρωματικά και φαρμακευτικά μαζί (Κουτσός, 2006).

### 1.1.1 Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας

Η γλωρίδα 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. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες, εξάλλου, ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη αρωματικών φυτών που δίδουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας (Παπαναγιώτου κ.α., 2001).

Η Ελλάδα διαθέτει ορισμένα από τα πλέον εξαιρετικά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Τα κυριότερα είναι: ο βασιλικός (*Ocimum basilicum*), το γιασεμί (*Jasminum grandiflorum*), ο γλυκάνισος (*Pimpinella anisum*), η δάφνη (*Laurus nobilis*), το δεντρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*), ο δίκταμος (*Origanum dictamnus*), τα εσπεριδοειδή (*Citrus sp. Fortunella*), ο ευκάλυπτος (*Eucalyptus spp.*), το θυμάρι (*Thymus spp.*), η κάππαρη (*Capparis spinosa*), ο κορίανδρος (*Coriandrum sativum*), ο κρίνος (*Lilium candidum*), ο κρόκος (*Crocus sativus*), το κύμινο (*Cuminum cyminum*), η λεβάντα (*Lavandula sp.*), οι λειχήνες (*Evernia prunastri*), ο μάραθος (*Foeniculum vulgare*), η μαντζουράνα (*Origanum majorana*), το μελισσόχορτο (*Melissa officinalis*), η μέντα (*Mentha piperita*), η ρίγανη (*Origanum heracleoticum*), η σάλβια σκλάρεα (*Salvia sclarea*), το σπάρτο (*Spartium junceum*), η τριανταφυλλιά (*Rosa damascena*), το τσαϊ του βουνού (*Sideritis spp.*), ο ύσσωπος (*Hyssopus officinalis*), το φασκόμηλο (*Salvia officinalis*), η φλαμουριά (*Tilia cordata*) και το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla*) (Σκρουμπής, 1988).

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων η καλλιεργούμενη έκταση με αρωματικά φυτά στην Ελλάδα, κατά το 2006 και 2007 ανήλθε στα 12.461 και 11.621 στρέμματα αντίστοιχα (πίνακας 1). Κατά τις ίδιες χρονικές περιόδους η παραγωγή ανήλθε σε 1301,1 και 1149,65 τόνους (πίνακας 1).

Από τον πίνακα 1 γίνεται φανερό ότι, ο κύριος όγκος της παραγωγής αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα προέρχεται από τη ρίγανη, (καλλιεργούμενη και αυτοφυή) και από τον κρόκο.

Σύμφωνα με το Υπ.Α.Α.Τ (2007) οι κυριότερες χώρες προορισμού των ελληνικών εξαγωγών είναι η Κύπρος (γλυκάνισο, μάραθο, κορίανδρος), η Αλβανία (κορίανδρος, θυμάρι), η Βουλγαρία (κύμινο), η Ισπανία, η Ιταλία (κρόκος), οι Φιλιππίνες (δάφνη), οι ΗΠΑ (ρίγανη) και η Γερμανία (ρίγανη, φασκόμηλο).

Αντίστοιχα, οι κυριότερες χώρες προέλευσης των ελληνικών εισαγωγών είναι η Τουρκία (γλυκάνισο, μάραθο, θυμάρι, δάφνη, ρίγανη), η Βουλγαρία (κορίανδρος, ρίγανη), η Συρία, η Ινδία (κύμινο), η Αλβανία (ρίγανη, θυμάρι), η Αυστρία και η Ισπανία (κρόκος).

Το κύριο εξαγωγίμο προϊόν είναι ο κρόκος με ποσοστό συμμετοχής 51% επί του συνόλου της αξίας των εξαγωγίμων προϊόντων και ακολουθεί η ρίγανη με ποσοστό 19%. Σε όρους ποσότητας εξαγωγών η ρίγανη κατέχει πρωτεύουσα θέση με ποσοστό 63% και ακολουθεί ο κρόκος με ποσοστό 2% και ο κορίανδρος, το κύμινο και το θυμάρι με ποσοστά 1%.

**Πίνακας 1:** Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, κατά τα έτη 2006 και 2007

Είδος φυτού	2006			2007		
	Καλλ. έκταση (στρ)	Παραγωγή (τόνοι)	Αυτοφύης Παραγωγή (τόνοι)	Καλλ. έκταση (στρ)	Παραγωγή (τόνοι)	Αυτοφύης Παραγωγή (τόνοι)
Χαμομήλι	30	5	20	35	4	19,5
Ρίγανη	7.583	893	210	6.765	755	215
Τσάι βουνού	808	99	55	581	93	54,65
Δίκταμο	40	16	1,5	40	16	1,5
Κρόκος	4.000	1,6	0	4.200	1	0
Σύνολο	12.461	1.014,6	286,5	11.621	869	290,65

**Πηγή:** Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων (Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης)  
Τμήμα Αγροτικής Στατιστικής

Πρέπει να τονισθεί ότι η αξία των εξαγομένων αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών είναι κατά πολύ υψηλότερη των αντίστοιχων εισαγωγών, γεγονός που επιβεβαιώνει την ποιοτική ανωτερότητα των εγχώριων προϊόντων.

**Πίνακας 2:** Καλλιεργούμενες εκτάσεις φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, κατά τα έτη 2009 έως και 2013

	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡ.)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡ.)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡ.)	
	ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ	ΠΛΗΡΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ	
Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά-Βότανα	7.506,90	13.425,15	20.932,05	2.009
	678,8	17359,96	18038,76	2010
	683,35	17.383,09	18.066,44	2.011
	182,31	1958,52	2140,83	2012
	244,77	1988,63	2233,4	2013

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων (Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης) Τμήμα Αγροτικής Στατιστικής

Σύμφωνα όμως με τον Πίνακα 2, εμφανίζεται μια σημαντική μείωση στη συνολική έκταση που καλλιεργούνται αρωματικά φυτά ανά την Ελλάδα κατά την περίοδο 2009 έως 2013. Η πτωτική τάση μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη γνώσεων σχετικά με την καλλιέργεια και την περαιτέρω προώθηση των προϊόντων της. Επίσης, εμφανίζεται αύξηση των απαιτήσεων του καταναλωτικού κοινού με αποτέλεσμα οι εισαγωγές να είναι μεγαλύτερες από τις εξαγωγές. Αυτό το αποτέλεσμα είναι ευδιάκριτο εξαιτίας και της γενικότερης οικονομικής κρίσης που επικρατεί στην Ευρώπη από το τέλος του 2008 και έχει άμεσο αντίκτυπο στις επενδύσεις της Γεωργίας προς την Ελλάδα οι οποίες μειώνονταν χρόνο με το χρόνο.

### **1.1.2. Κατάσταση σε παγκόσμιο επίπεδο**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρείται ως η μεγαλύτερη αγορά αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στον κόσμο, από άποψη οργανωμένης εμπορικής δομής. Η Κίνα και η Ινδία,

εκτιμώνται ως οι μεγαλύτερες αγορές, από άποψη ποσότητας παραγωγής αλλά σημαντικό μέρος του εμπορίου τους είναι άτυπο και μη εμπορευματοποιημένο. Τα μερίδια της παγκόσμιας αγοράς αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, διαρθρώνονται ως εξής:

Η αγορά στην Ευρωπαϊκή Ένωση των επίσημα διακινούμενων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, εκτιμάται σε 1,1 δις. δολάρια, ενώ οι συνολικές πωλήσεις των προϊόντων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και των διαιτητικών συμπληρωμάτων ξεπερνούν τα 7,5 δις. δολάρια. Επίσης η Ε.Ε. είναι ο μεγαλύτερος παγκόσμιος εισαγωγέας ακατέργαστων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και οι εισαγωγές αυτές εκτιμώνται σε 100000 τόνους με αξία που ξεπερνά τα 250 εκατ. δολάρια.

Η Γερμανία είναι ο πιο σημαντικός εισαγωγέας της Ε.Ε. κατέχοντας το 38% της αγοράς. Ακολουθούν η Γαλλία με το 17% και η Ιταλία με το 9%. Οι τρεις αυτές χώρες είναι και οι κύριοι μεταποιητές αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ευρώπη.

Η Ε.Ε. εκτός από μεγάλος εισαγωγέας είναι και σημαντικός παραγωγός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με προεξάρχουσες χώρες παραγωγής τη Γαλλία και την Ισπανία, που κατέχουν το 70% περίπου της συνολικής παραγωγής και ακολουθούν η Γερμανία, η Αυστρία, η Ολλανδία, η Ιταλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Φινλανδία.

Εκτός από την παραγωγή και εμπορία ακατέργαστων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σημαντικός είναι ο ρόλος της Ε.Ε. στην παραγωγή και εμπορία φυτικών αποσταγμάτων (αιθερίων ελαίων). Εκτιμάται ότι ο συνολικός κύκλος εργασιών τους ξεπερνά τα 700 εκατ. δολάρια και ότι περισσότερο από 30% της αξίας των πωλήσεών τους προέρχεται από εξαγωγές σε τρίτες χώρες.

Στην Ε.Ε. φαίνεται να επικρατούν δύο κυρίαρχες τάσεις στην παραγωγή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Από τη μία φαίνεται πως η παραγωγή μεγάλης κλίμακας φτηνών προϊόντων όπως το φασκόμηλο βρίσκεται σε κάμψη και αντικαθίστονται από εισαγόμενα και από την άλλη φαίνεται να κερδίζει έδαφος η εξειδικευμένη παραγωγή ορισμένων φυτών και μάλιστα στα πλαίσια που ορίζουν οι κανόνες της οργανικής γεωργίας.

Οι μεγάλοι αγοραστές του κλάδου φαίνεται να προτιμούν τα τοπικά προϊόντα την παραγωγή των οποίων μπορούν να ελέγχουν. Συχνό φαινόμενο αποτελεί για της περισσότερες εταιρίες η εισαγωγή χαμηλής αξίας προϊόντων και η ανάμιξή τους με φυτικά υλικά ποιότητας και κόστους που παράγονται στην Ευρώπη (Μακρής, 2005).



## 1.2. Αξιοποίηση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

Η Ελλάδα, αναμφισβήτητα, διαθέτει τις κατάλληλες εδαφοκλιματικές συνθήκες, ώστε να αναπτυχθεί και να καλλιεργηθεί μεγάλος αριθμός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Για τα περισσότερα είδη δεν έχει γίνει κάποια συστηματική μελέτη, ώστε να καθοριστούν επακριβώς οι δυνατότητές τους για συστηματική εκμετάλλευση. Συνεπώς, για μία μεγάλη γκάμα αρωματικών φυτών επικρατεί άγνοια, όσον αφορά τις χρήσεις τους, τις οικονομικές, εμπορικές και παραγωγικές τους δυνατότητες, καθώς και την εφαρμογή των κατάλληλων καλλιεργητικών μεθόδων που απαιτεί το κάθε είδος φυτού. Ωστόσο, για ορισμένα φυτά που έχει αποδειχθεί η σημασία τους, αλλά και οι ωφέλειες της χρήσης τους σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας, γίνεται συστηματική εκμετάλλευση με άμεση αξιοποίηση των θετικών επιδράσεών τους. Σήμερα, βρίσκουν μεγάλη απήχηση στις φαρμακοβιομηχανίες, στις βιομηχανίες τροφίμων και καλλυντικών. Εκτιμάται ότι το 50% των φυτών που εμπορεύονται παγκοσμίως, χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων, το 25% χρησιμοποιείται για την παραγωγή καλλυντικών, το 20% για θεραπευτικές χρήσεις στις φαρμακοβιομηχανίες και ένα 5% για άλλες εφαρμογές, όπως η παραγωγή εντομοκτόνων (International Trade Center, 1982). Σημαντικές δυνατότητες αξιοποίησης υπάρχουν επίσης στη λήψη φυτικών χρωστικών ουσιών που παίρνονται από αρωματικά φυτά και έχουν ως κυριότερη χρήση τους αυτήν που αφορά στη χρώση τροφίμων σε αντικατάσταση συνθετικών χρωστικών.

Ειδικότερα τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιούνται στις φαρμακοβιομηχανίες, στις βιομηχανίες καλλυντικών, στη βιομηχανία τροφίμων και αλλού.

**1.2.1. Φαρμακοβιομηχανίες:** Το ενδιαφέρον για τα αρωματικά φυτά διατηρείται ζωντανό. Παρά το γεγονός ότι η ζήτηση γι' αυτή την κατηγορία φυτών και των παραγώγων τους δεν φαίνεται να αυξάνεται σταθερά, ιδιαίτερα στις βιομηχανικές περιοχές όπου ο ανταγωνισμός μεταξύ φυτικών και συνθετικών προϊόντων είναι έντονος, εν τούτοις η διαπίστωση των πλεονεκτημάτων που πηγάζουν από τη χρήση τους, ανοίγει το δρόμο για μία πιο συστηματική εκμετάλλευση. Ειδικότερα, στον τομέα της φαρμακευτικής, τα αρωματικά φυτά, των οποίων οι θετικές επιδράσεις είναι αναμφισβήτητες όχι μόνο για τον άνθρωπο αλλά ακόμη και για τα ζώα, βρίσκονται σε πλεονεκτικότερη θέση και είναι ζήτημα σωστής ενημέρωσης και καθοδήγησης η αντικατάσταση της χρήσης συνθετικών υλικών σε ορισμένα προϊόντα (Parageorgiou and Kaldis, 1995). Στις φαρμακοβιομηχανίες τα αρωματικά φυτά αξιοποιούνται χάρη στα αιθέρια έλαια που περιέχουν. Από την αρχαιότητα ακόμη χρησιμοποιούνται για την παρασκευή καλλυντικών, ενώ σήμερα βρίσκουν εφαρμογές στη σαπωνοποιία και συμβάλλουν στην παρασκευή φυτικών προϊόντων και φαρμάκων με ξεχωριστές ιδιότητες. Τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται είτε αυτούσια είτε σε μίγματα, που

προκύπτουν από την ανάμειξη φυσικών αιθερίων ελαίων μεταξύ τους ή με διαλύτες και συνθετικά έλαια και παραλαμβάνονται με απόσταξη (Πιερρακέας 1971, Σκρουμπής 1988).

**1.2.2.Βιομηχανίες καλλυντικών:** Δεν χρησιμοποιούνται καθ' αυτού τα αρωματικά φυτά, αλλά τα αιθέρια έλαιά τους. Στις μέρες μας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το 25% των φυτών, που εμπορεύονται, προορίζονται για τις βιομηχανίες καλλυντικών. Μελετώντας κανείς τις κυριότερες ιδιότητες και χρήσεις των αρωματικών φυτών, θα αναζητούσε τρόπους μεταφοράς αυτών των ιδιοτήτων σε προϊόντα, που θα λειτουργούσαν υπέρ της υγείας και της ομορφιάς του ατόμου και συγκεκριμένα της γυναίκας. Πολλές φορές, σημαντικό ρόλο παίζουν τα φυτικά εκχυλίσματα των αρωματικών φυτών τα οποία σε συνδυασμό με βιοτεχνολογική και ενζυμική επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορες μεθόδους προς την κατεύθυνση της κοσμητολογίας. Σ' αυτά ακριβώς το στοιχείο στηρίχθηκαν οι βιομηχανίες καλλυντικών, εντάσσοντας τα τελευταία χρόνια τις θετικές επιδράσεις των αρωματικών φυτών στα προϊόντα τους. Το αποτέλεσμα, όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο, είναι η παραγωγή καλλυντικών υψηλών προδιαγραφών και υψηλής ποιότητας (Εικόνα 1).



**Εικόνα 1.** Χρήση των αρωματικών φυτών στην βιομηχανία καλλυντικών αλλά και στις φαρμακοβιομηχανίες

**1.2.3.Βιομηχανία τροφίμων:** Έχοντας ως κύρια πηγή τα ξηρά φύλλα (δρόγες) των αρωματικών φυτών, παρασκευάζονται ροφήματα, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται και στην κονσερβοποιία για την παραγωγή κονσερβών με υγιεινές τροφές. Στο χώρο της ζαχαροπλαστικής και της μαγειρικής, άλλοτε φρεσκοκομμένα και άλλοτε ξερά ή αλεσμένα,

τα αρωματικά φυτά προσδίδουν ξεχωριστό άρωμα στα φαγητά, αφού στα ξηρά φύλλα το άρωμα είναι περισσότερο συμπυκνωμένο απ' ό,τι στα φρέσκα. Τα κυριότερα αρωματικά φυτά, η δρόγη των οποίων χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, είναι: ο μαϊντανός, ο βασιλικός, η μαντζουράνα, το κρεμμύδι, η ρίγανη, το σκόρδο, το φασκόμηλο κ.ά. (Σκρουμπής 1988, Σαρλής 1994, Kokkini, 1994).

Αναμφίβολα, σημαντική δυνατότητα αξιοποίησης υπάρχει στη λήψη ορισμένων φυτικών χρωστικών ουσιών (φλαβονοειδή, καροτενοειδή, χλωροφύλλες κ.λπ.) που λαμβάνονται από τα αρωματικά φυτά και έχουν ως κυριότερη χρήση τους, εκείνη που αφορά τη βαφή διαφόρων τροφίμων σε αντικατάσταση των συνθετικών χρωστικών που χρησιμοποιούνται σήμερα σε μεγάλο βαθμό (Αναπτυξιακή Εταιρεία Δυτικής Μακεδονίας (ΑΝ.ΚΟ.),2000).

Οι παραπάνω τομείς αποτελούν τις βασικότερες πηγές αξιοποίησης των αρωματικών φυτών. Φυσικά, μέσα από τη συστηματική ανάλυση, επεξεργασία και εκμετάλλευσή τους είναι δυνατό να προκύψουν κι άλλοι τομείς που μέχρι σήμερα αγνοούσαν τη σημασία και το ρόλο των αρωματικών φυτών, με αποτέλεσμα να τα συμπεριλάβουν στην παραγωγική διαδικασία. Άλλωστε, θα αποτελούσε τραγική ειρωνεία ένα τόσο πολυσύνθετο είδος φυτών να αξιοποιείται από ένα περιορισμένο αριθμό κλάδων της βιομηχανίας.

### 1.3. Οικογένεια *Lamiaceae*

Σύμφωνα με την Καρούσου (1995), η οικογένεια αυτή αντιπροσωπεύεται από 3000 περίπου φυτικά είδη, που εξαπλώνονται σε όλο τον κόσμο. Περιλαμβάνει ποώδη ή θαμνώδη φυτά, τα οποία συνήθως παράγουν αιθέρια έλαια και αναγνωρίζονται από τον τετράγωνο βλαστό, τα συνήθως αντίθετα φύλλα, τον ακτινόμορφο ή δίχειλο κάλυκα με 4 ή 5 οδόντες και τη συμπέταλη, συνήθως δίχειλη στεφάνη. Ο Turrill (1929), όπως αναφέρεται από την Καρούσου (1995), υποστηρίζει ότι είναι από τις πλουσιότερες σε είδη ελληνικές οικογένειες, τα μέλη της οποίας απαντώνται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και συμμετέχουν σε όλες τις διαπλάσεις βλάστησης. Η ίδια πάλι αναφέρει ότι ο Reching (1965) θεωρεί ότι τα *Lamiaceae* είναι η δεύτερη πλουσιότερη σε ενδημικά taxa οικογένεια της ελληνικής χλωρίδας μετά τα *Compositae*. Στην Ελλάδα αντιπροσωπεύεται από 320 taxa (35 γένη) τα οποία παρουσιάζουν ποικίλη εξάπλωση στη χώρα. Η μελέτη των ελληνικών *Lamiaceae* έδειξε ότι, η κατανομή των διαφορετικών χλωριδικών στοιχείων στα φυτογεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας ακολουθεί τις κλιματικές μεταβολές.

Πολλά μέλη της οικογενείας *Lamiaceae* καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν ως βότανα και ως πηγή αιθερίων ελαίων. Τα περισσότερα αιθέρια έλαια αυτής της οικογένειας αποτελούνται από μονοτερπένια και σεσκιτερπένια (Lewinsohn *et al.*, 2000). Παρουσιάζουν

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

Σύμφωνα με παρατηρήσεις των Werker *et al.* (1985), η ποσότητα των αιθερίων ελαίων και η πυκνότητα των αδενωδών τριχών από τις οποίες παράγονται αυτά στα αρωματικά φυτά της οικογενείας Lamiaceae, είναι πολύ μεγαλύτερος στις ταξιανθίες από ότι στα φύλλα. Αυτοί οι εκκριτικοί μηχανισμοί είναι δυνατόν να παράγουν διαφορετικής σύστασης αιθέριο έλαιο στα διάφορα φυτικά τμήματα (Werker *et al.*,1985). Το αιθέριο έλαιο που παράγεται στα φύλλα, το φυτό το χρησιμοποιεί για την προστασία του από τα φυτοφάγα ζώα και παθογόνα, ενώ αυτό που παράγεται στα άνθη το χρησιμοποιεί για προστασία αλλά και για την προσέλκυση επικονιαστών. Τονίζεται ότι, η πυκνότητα των αδενωδών λεπίων (peltate) ή μακράς διάρκειας αδενωδών τριχών συνδέεται με τη συνολική περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο, το οποίο παράγεται ως προστασία των φυτών από φυτοφάγους οργανισμούς και παθογόνα (Werker,1993). Στη ρίγανη υπάρχουν δυο διαφορετικά είδηαδενωδών τριχών: τα αδενώδη λέπια ( peltate) ή μακράς διάρκειας αδενώδη τριχώματα και τα κεφαλικά ή δισκοειδή (capitate) ή μικράς διάρκειας αδενώδη τριχώματα (Bosabadis & Tsekos, 1984; Werker *et al.*,1985; Werker,1993). Στα αρωματικά φυτά της οικογενείας Lamiaceae δεν υπάρχουν διαφορές στη δομή, στον τρόπο και το χρόνο έκκρισης μεταξύ του ιδίου είδους τριχών, ενώ ανάμεσα σε δυο είδη υπάρχουν διαφορές ως προς τη δομή, τη λειτουργία και τρόπο ανάπτυξης (Bosabadis & Tsekos,1984; Werker,1993). Εξάίρεση μπορεί να αποτελέσει μερικές φορές η παρουσία διαφορετικών τύπων κεφαλικών τριχωμάτων (capitate) (Werker,1993). Στα αδενώδη λέπια τα υλικά εκκρίνονται βαθμιαία στους νέους ιστούς, συγκεντρώνονται κάτω από έναν επιδερμικό σάκο και χρησιμοποιούνται από τα φυτά ως προστασία των ώριμων οργάνων. Οι αδένες αυτοί παράγουν και συσσωρεύουν τον κύριο όγκο των αιθερίων ελαίων (Kokkini *et al.*, 2000).

#### **1.4.Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά πλούσια σε καρβακρόλη**

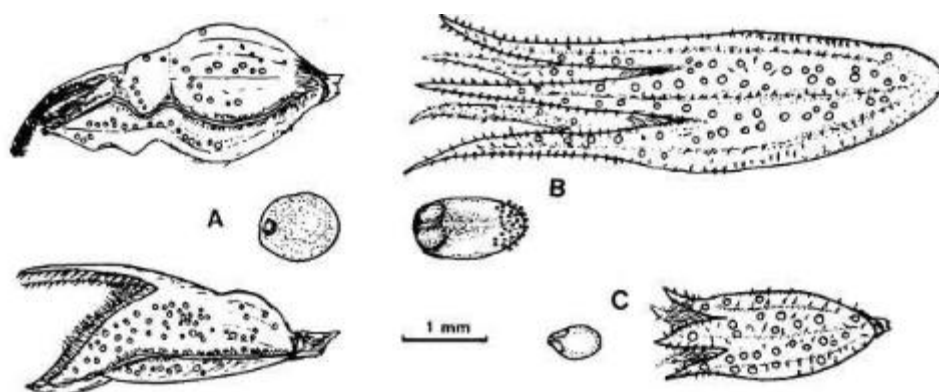
Σύμφωνα με την βιβλιογραφία αναφέρονται τουλάχιστον 61 είδη από 17 γένη 6 οικογενειών τα οποία αναφέρονται με τον όρο «Ρίγανη». Η οικογένεια *Lamiaceae* αναφέρεται ως η πιο σημαντική καθώς περιέχει το γένος *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά φυτά «Ρίγανης» (Ελληνική και Τούρκικη) (Makri, 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 (μη κρυσταλλοποιούμενης φαινόλης) (Kokkini et al., 2003). Παγκόσμια, τέσσερα είδη χρησιμοποιούνται κυρίως κάτω από την ονομασία «Ρίγανη»: η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare ssp. hirtum* (Link) Ietswaart), η Ισπανική ρίγανη (*Coridothymus capitatus* (L.), η Τούρκικη ρίγανη (*Origanum onites* L.) και η Μεξικάνικη ρίγανη (*Lippia graveolens* HBK) (Lawrence, 1984). Σε εκτεταμένες έρευνες στην Ελλάδα από τις Kokkini & Vokou (1989) αναγνωρίστηκαν τέσσερα είδη «Ρίγανης» πλούσια σε καρβακρόλη, το *C. capitatus* (L.) Reichenb. fil., το *S. thymbra* L., η *O. onites* L. και η *O. vulgare* L. Τα ίδια είδη τα οποία είναι ευρέως γνωστά και στην γειτονική Τουρκία, χρησιμοποιούνται κάτω από την ονομασία «Kekik» και θεωρούνται πλούσια σε καρβακρόλη (Kirimer, 1995).

#### 1.4.1. Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Τα είδη την οικογένειας *Lamiaceae* είναι ετήσια ή πολυετή ποώδη φυτά ή φρύγανα, καμιά φορά θάμνοι και σπανιότατα δένδρα ή αναρριχώμενα. Τα φυτά αυτά ευδοκιμούν στα θερμά και ξηρά κλίματα και φέρουν αδενώδεις τρίχες. Οι τρίχες αυτές εκκρίνουν αιθέρια έλαια. Οι βλαστοί τους είναι συνήθως τετράγωνοι και φέρουν φύλλα αντίθετα, σταυρωτά ή κατά σπόνδυλους, συνήθως απλά, χωρίς παράφυλλα. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα ή αρρενόσπειρα (λειτουργικά θηλυκά), με βράκτεια ή χωρίς και φέρονται μεμονωμένα ή πολλά μαζί στις μασχάλες των φύλλων (κατά διχάσια) ή επάκρια (κατά βότρες ή στάχεις). Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής ή κωδωνοειδής αποτελούμενος συνήθως από 5 δόντια ή δίχειλος. Η στεφάνη είναι σωληνοειδής, συμπέταλη, αποτελούμενη από 4-5 λοβούς, δίχειλη, σπάνια μονόχειλη ή ακτινόμορφη. Οι στήμονες είναι συνήθως τέσσερις (σπάνια δύο) με το οπίσθιο ζεύγος να είναι συνήθως κοντότερο από το πρόσθιο. Η ωοθήκη είναι επιφυής, αποτελούμενη από δύο ενωμένα καρπόφυλλα, τα οποία σχηματίζουν τέσσερις ξεχωριστούς χώρους. Σε κάθε χώρο περιέχεται μια ανάτροπη σπερμοβλάστη. Ο στύλος είναι απλός και καταλήγει σε ένα δισχιδές στίγμα. Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο και αποτελείται από τέσσερα μονόσπερμα κάρυα (Βαρδαβάκης, 1993).

Όσο αφορά τη βλάστηση των σπόρων των αρωματικών φυτών, στο θυμάρι η βλάστηση των σπόρων είναι φωτό-αδιάφορη, ενώ οι σπόροι ρίγανης έχουν απόλυτη ανάγκη από φως. Στο θρούμπι, ένα τμήμα των σπόρων βλαστάνει στο σκοτάδι και τη βλαστική ικανότητα

μπορεί είτε να αυξηθεί ή να μειωθεί από το κατάλληλο φωτισμό . Και τα τρία είδη παρουσιάζουν μεγαλύτερη βλάστηση σε ένα σχετικά χαμηλό εύρος θερμοκρασίας, ένα μεσογειακό χαρακτηριστικό, με ένα βέλτιστο περίπου 15-20 ° C. Το ποσοστό της βλαστικότητας είναι σημαντικά υψηλότερο στους μικροσκοπικούς σπόρους του θυμαριού και της ρίγανης από ότι στις μεγαλύτερους σπόρους από το θρούμπι. Επίσης, η βλάστηση εξαρτάται από την ηλικία των σπόρων. Παλιοί σπόροι βλασταίνουν σε ένα υψηλότερο ποσοστό από ότι οι νεότεροι, όπως έχει ήδη παρατηρηθεί από τον Θεόφραστο, πιθανώς ως αποτέλεσμα της πτητικότητας των αιθέριων ελαίων που υπάρχουν στον κάλυκα. Τα αιθέρια έλαια στον κάλυκα παρεμποδίζουν σημαντικά τη βλάστηση των κλειστών σπόρων. Η βλάστηση καταστέλλεται στο θυμάρι και σε μικρότερο βαθμό στο θρούμπι και τη ρίγανη. Αυτός ο λήθαργος που προκαλείται από τα αιθέρια έλαια προφανώς έχει ξεπεραστεί κάτω από φυσικές συνθήκες, με έκπλυση των αιθέριων ελαίων με βρόχινο νερό. Υποστηρίζεται ότι με αυτό τον τρόπο υπάρχει μια στρατηγική προσαρμογής που καθυστερεί τη βλάστηση. Με τον τρόπο αυτό, η βλάστηση των σπόρων παρεμποδίζεται κατά την αρχική φάση της περιόδου των βροχοπτώσεων η οποία συνήθως διακόπτεται από περιόδους ξηρασίας στο Μεσογειακό κλίμα (Thanos *et al.*, 1995).



**Εικόνα 2.** Ο σπόρος και η μονάδα διασποράς (ξηρή καρποφορία κάλυκα) του *Coridothymus capitatus* (A), *Satureja thymbra* (B) και *Origanum vulgare subsp. hirtum* (C). Ο κάλυκας του θυμαριού (πλάγια όψη) εμφανίζεται κλειστός (επάνω) και ανοιχτός (κάτω). Μικρές «φυσαλίδες» στις επιφάνειες του κάλυκα (καθώς επίσης και στο οπίσθιο άκρο του σπόρου στο θρούμπι) απεικονίζουν το αιθέριο έλαιο που περιέχουν οι κεφαλές των αδένων εκκρίσεως. (Thanos *et al.*, 1995).

## 1.4.2. Ταξινόμηση - Περιγραφή

**1.4.2.1.** Το *Satureja thymbra* είναι πολυετής ξυλώδης θάμνος ενδημικός της Μεσογείου με την εξάπλωση του να περιορίζεται στην κεντρική και ανατολική Μεσόγειο. Το *S. thymbra*

αναπτύσσεται από το επίπεδο της θάλασσας έως τα 1500m στην τυπική μεσογειακή χαμηλή βλάστηση σε ξηρά και πετρώδη περιβάλλοντα (Skoula *et al.*, 2005).



**Εικόνα 3.** Φυτό *Satureja thymbra*

**1.4.2.2.** Η *O. onites* ξεχωρίζει από την ταξιανθία η οποία αποτελείται από στάχεις κατανεμημένους σε ψευδοκόρυμβο και τους μονόχειλους κάλυκες (Kokkini *et al.*, 2003). Το είδος αυτό έχει λευκά άνθη σε ταξιανθίες κορύμβων στην κορυφή του βλαστού και όχι σε στάχεις, όπως το *ssp. hirtum*. Οι ανθοφόροι και κατόπιν οι καρποφόροι βλαστοί (στελέχη) ξηραίνονται, αλλά στις αρχές του φθινοπώρου τα φυτά εκπτύσσουν 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 στην μετέπειτα ανάπτυξη του φυτού. Οι σπόροι είναι πολύ μικροί (8000 σπόροι ανά γραμμάριο) 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). Είναι πολυετές φυτό ενδημικό της νοτιο-ανατολικής Ευρώπης, της Τουρκίας και της Συρίας (Makri, 2002). Σύμφωνα με τους Skoula & Harborne (2002) η εξάπλωση του είδους είναι περιορισμένη στην ανατολική Μεσόγειο. Η *O. onites* βρίσκεται σε αφθονία σε αρκετά νησιά του Αιγαίου και εκτείνεται έως την δυτική και νότια Τουρκία (Kokkini *et al.*, 2003). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1400m (Kokkini *et al.*, 2004) και αναπτύσσεται κυρίως σε πετρώδη εδάφη και σε σχισμές βράχων (Gonouz & Ozorgucu, 1998).



**Εικόνα 4.** Φυτό *Origanum onites*

**1.4.2.3.** Η ήμερη ρίγανη είναι φυτό αρωματικό, ποώδες, πολυετές, με βλαστό όρθιο, τετραγωνικό, πολύκλαδο, τριχωτό, ύψους 30-80 εκατοστά. Έχει φύλλα σχετικά μικρά (1-2 εκ.), αντίθετα, έμμισχα, ωοειδή, ή προμήκη, πολύ πριονωτά. Τα άνθη διατάσσονται σε σύνθετη ταξιανθία από μικρούς σπονδυλωτούς στάχεις που περιβάλλουν τα ανθοφόρα στελέχη (Εικόνα 10). Είναι μικρά με δίχειλη, συμπέταλη, λευκή στεφάνη και σωληνοειδή κάλυκα με πέντε οδόντες (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Επιπλέον, χαρακτηρίζεται από τους εμφανείς ακόμα και με γυμνό μάτι αδένες των φύλλων και των καλύκων (Kokkini *et al.*, 2003). Η *O. vulgare sp.hirtum* εντοπίζεται στην Βαλκανική χερσόνησο, την Τουρκία και την Κύπρο και φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1500m (Kokkini *et al.*,



2004)

**Εικόνα 5.** Φυτό *Origanum vulgare sp.hirtum*



**1.4.2.4.** Το θυμάρι είναι ένας μικρός συμπαγής θάμνος με πολλά λευκά κλωναράκια και μικρά φύλλα που με την τριβή εκλύουν ένα έντονο άρωμα. Οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν την ονομασία ‘θύμον’ για διάφορα αρωματικά φυτά με παρεμφερή μυρωδιά , όπως θρούμπα ή ρίγανη (το ρήμα ‘θύω’ σημαίνει ‘ευωδιάζω’). Το *Coridothymus capitatus* ανήκει στην οικογένεια Lamiales είναι αειθαλής θάμνος 15-30 cm, με μακριά στελέχη και ελλειπτικά φύλλα μήκους 5-16 mm. Παράγει πολλά άνθη με στεφάνη υπόλευκη έως ιώδη 5 mm, που μπορεί να είναι ερμαφρόδιτα (με 4 στήμονες κοκκινοπού ή υπόλευκου χρώματος), είτε στείρα αρσενικά ή θηλυκά (Εικόνα 9). Το *Coridothymus capitatus* παρουσιάζεται με συμπαγείς τούφες από ξυλώδη πολυδιακλαδωμένα στελέχη (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Τα φύλλα είναι στενά ελλειπτικά. Ακόμα έχει επιμήκεις πεπλατυσμένους κάλυκες και βιολετί στεφάνες (Kokkini *et al.*, 2003). Η περίοδος ανθοφορίας διαρκεί από Μάιο έως Οκτώβριο. Οι καρποί είναι τραχιάνια λεία, καστανού χρώματος (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Το *C. capitatus* εντοπίζεται σε όλη την περιοχή της Μεσογείου (Kokkini *et al.*, 2003) και κυρίως στην Ισπανία, την Ελλάδα και την Τουρκία (Davis, 1982; Kokkini & Vokou, 1989). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 700 m και ίσως και περισσότερο. (Thanos, 1995). Πολλά από τα εκατοντάδες είδη αυτοφυών αρωματικών θυμαριών είναι πλούσια σε αιθέρια έλαια. Συχνά , κυρίαρχο συστατικό τους είναι η θυμόλη, ένα ισχυρό αντισηπτικό. Οι Ρωμαίοι στρατιώτες έκαναν λουτρό σε νερό θυμαριού για να αποκτήσουν σφρίγος και για να καθαρίσουν τις πληγές και τις εκδορές τους .Τα μικρά ερυθροκύανα άνθη ανοίγουν τον Ιούνιο , προσελκύοντας τις μέλισσες ( το θυμαρίσιο μέλι θεωρείται από τα καλύτερα). Παράλληλα καθιστούν το γάλα των αιγοπροβάτων που τα βόσκουν ιδιαίτερα αρωματικό. Στην Κεφαλονιά φύεται το είδος *Thymus capitatus* και το ενδημικό είδος των Ιονίων Νήσων *Thymus holosericeus*.



**Εικόνα 6.** Φυτό *Coridothymus capitatus*

**1.4.2.5.** Τέλος , το *Thymus holosericeus* ενδημικό είδος της νήσου Κεφαλληνίας (κοιν. Λεμονοθύμαρο) το οποίο φύεται σε υψόμετρο 700-900 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας στις εξής περιοχές: α. Στις κορυφές του όρους Αίνου και του όρους Ρούδι (βιότοπος CORINE), β. Στο Καλό Όρος Κεφαλληνίας (βιότοπος NATURA), γ. Στον Εθνικό Δρυμό Αίνου (βιότοπος NATURA), δ. Στην Αγία Δυνατή Κεφαλονιάς (βιότοπος NATURA) και ε. εμφανίζεται με μικρή συχνότητα επίσης και στο Όρος Σταυρωτά της νήσου Λευκάδας. Το *T. holosericeus* φτάνει έως τα 10cm είναι χλοώδες στα ανώτερα σημεία και ξυλώδες στη βάση. Οι βλαστοί φτάνουν τα 3-6 εκατοστά , με μεσογονάτια σαφώς μικρότερα από ό, τι τα φύλλα , φύλλα μεγέθους 10-15 x 1,5-2 χιλιοστά τα οποία είναι στενά, οξεία και συχνά οδοντωτά ενώ η βάση είναι κατά το ήμισυ βλεφαριδωτή . Οι ταξιανθίες είναι πυκνές με επιμήκη βράκτια φύλλα μήκους 9 x 4 χιλιοστών , ωοειδές σχήματος και εμφανίζονται σε μπλε, γκρι και πράσινο χρώμα. Ο κάλυκας είναι 4-5 χιλιοστά , ο σωλήνας λιγότερο ή περισσότερο κυλινδρικός , με αδενώδεις τρίχες μακριές ή με ένα παχύ στρώμα λείων τριχών να τον περιβάλλουν. Τα επάνω δόντια των ανθέων είναι μήκους 0,5 χιλιοστών στενά λογχοειδή με βλεφαριδωτή στεφάνη 7-9 χιλιοστών και με έντονο ροζ- μωβ χρώμα.



**Εικόνα 7.** Φυτό *Thymus holosericeus*

## 1.5. Χρήσεις των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Οι κύριες χρήσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και των αιθέριων ελαίων ή άλλων βιοδραστικών συστατικών που παραλαμβάνονται από αυτά είναι (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010):

- ο Στην μαγειρική σαν φρέσκα ή αποξηραμένα αρτύματα, βότανα, καρυκεύματα και μπαχαρικά.
- ο 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.
- ο Στη ζαχαροπλαστική, την ποτοποιία και την βιομηχανία τροφίμων σαν αρωματικά, βελτιωτικά.
- ο Στην ιατρική και την κτηνιατρική σαν συστατικά σκευασμάτων.
- ο Στη γεωργία σαν φυσικά προστατευτικά μέσα.

Οι ευεργετικές δράσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών φαίνεται να αποδίδονται στα φαινολικά συστατικά των αιθέριων ελαίων. Έτσι αιθέρια έλαια πλούσια σε καρβακρόλη των φυτών *O. hirtum* και *O. onites* έχουν χρησιμοποιηθεί ως φαρμακευτικά στην Τουρκία (Baricevic & Bartol, 2002), ενώ στην παραδοσιακή ιατρική της Κύπρου αιθέρια έλαια πλούσια σε καρβακρόλη από το φυτό *Origanum dubium* χρησιμοποιούνται εξωτερικά σαν αντιρρευματικά (Arnold *et al.*, 1993). Το φυτό *Origanum sipileum* έχει χρησιμοποιηθεί στην Τουρκία για την θεραπεία γαστρεντερολογικών διαταραχών και του βήχα. Τα αιθέρια έλαια αυτού του φυτού βρέθηκε ότι είναι πλούσια σε γ-τερπινένιο και αρωματικά μονοτερπένια (Baser & Tumen, 1992). Φαίνεται λοιπόν ότι τα αιθέρια έλαια των φυτών και ιδιαίτερα αυτά που είναι πλούσια σε καρβακρόλη έχουν μια σειρά από ευεργετικές βιολογικές και φαρμακευτικές δράσεις οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στην συνέχεια.

### 1.5.1 Αντιμυκητιακή δράση

Η αντιμυκητιακή δράση των αιθέριων ελαίων σχετίζεται άμεσα με τον τύπο του ελαίου (εξαρτάται από τα είδη από τα οποία προέρχονται) και την συγκέντρωσή τους (Deans & Svoboda, 1990; Thompson, 1990; Biondi *et al.*, 1993). Πιστεύεται ότι το πιο πιθανό αντιμικροβιακό είναι οι φαινόλες και ακολουθούν οι αλκοόλες, οι κετόνες, οι αιθέρες και οι υδρογονάνθρακες (Bullerman, 1977; Hitokoto *et al.*, 1980; Hussein, 1990, Daw *et al.*, 1994; Charai *et al.*, 1996). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από τους Biondi *et al.* (1993) σύμφωνα με του οποίους αιθέριο έλαιο της *O. onites* πλούσιο σε καρβακρόλη παρουσίασε μεγαλύτερη πιθανή αντιμυκητιακή δράση κατά των *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* και

*Fusarium spp.* σε σχέση με αιθέριο που περιείχε κατά κύριο λόγο γ-τερπινένιο και τερπινέν-4-ολη. Οι Daferera *et al.* (2000) αναφέρουν επίσης ότι τα φαινολικά συστατικά των αιθέριων ελαίων χημειοτύπων καρβακρόλης/θυμόλης είναι αυτά που ευθύνονται για την ανασταλτική δράση στην παραγωγή κονιδίων και στην ανάπτυξη του μύκητα *Penicillium digitatum*. Τέλος τα μονοτερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων φαίνεται να έχουν ανασταλτική δράση στην σποροποίηση ζυμών λόγω της εξάντλησης της κυτταρικής ενέργειας η οποία προκαλείται από την μείωση της αναπνοής. Αναφέρεται ότι αιθέριο έλαιο ρίγανης μείωσε την αναπνευστική δραστηριότητα του *Saccharomyces cerevisiae* καθώς παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής CO<sub>2</sub> και αιθανόλης (Conner *et al.*, 1984).

### 1.5.2. Αντιβακτηριδιακή δράση

Όμοια με την αντιμυκητιακή, η αντιβακτηριακή δράση των αιθέριων ελαίων των φυτών *Origanum hirtum* και *Origanum dictamnus* αποδίδεται κυρίως στην παρουσία των φαινολικών συστατικών τους (καρβακρόλη και θυμόλη) ενώ τα πρόδρομα τους συστατικά π-κυμένιο και γ-τερπινένιο χαρακτηρίζονται ως ανενεργά (Pellequer *et al.*, 1980; Gergis *et al.*, 1990; Sinvroulou *et al.*, 1996;). Αιθέρια έλαια της *Origanum vulgare* πλούσια σε καρβακρόλη και αιθέρια έλαια του *Thymus vulgaris* πλούσια σε θυμόλη παρουσίασαν την ίδια αντιβακτηριακή δράση ενάντια στα βακτήρια *E. coli*, *S. aureus*, *Bacillus megaterium* και *Salmonella badar* (Remmal *et al.*, 1993). Οι Dorman & Deans (2000) αναφέρουν ότι η θυμόλη φαίνεται έχει πιο ισχυρή αντιβακτηριακή δράση απέναντι τόσο στα θετικά όσο και στα αρνητικά κατά Gram βακτήρια σε σχέση με την καρβακρόλη. Αυτό το γεγονός καταδεικνύει ότι η θέση του υδροξυλίου στην φαινολική δομή φαίνεται να επηρεάζει την αντιμικροβιακή δράση των ελαίων (Dorman & Deans, 2000).

### 1.5.3. Αντιοξειδωτική δράση

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν σχετικά λίγες πληροφορίες για τους μηχανισμούς που προκαλούν αντιοξειδωτική δράση, ωστόσο τα φαινολικά συστατικά των ελαίων είναι αυτά που αναφέρονται συχνότερα ως υπεύθυνα για αυτήν την δράση (Madsen *et al.*, 1997; Moure *et al.*, 2001). Οι Moure *et al.* (2001) αναφέρουν ότι οι τα πολυφαινολικά συστατικά έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τα φαινολικά. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται και από τους Pearson *et al.* (1997) οι οποίοι αναφέρουν ότι το ροσμαρινικό οξύ έχει πολύ μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με την καρβακρόλη και την θυμόλη. Στην ίδια μελέτη επιβεβαιώνεται η αντιοξειδωτική δράση των μονοφαινολών τόσο σε λιποσωμικά όσο και σε βιολογικά συστήματα (ανθρώπινα ενδοθηλιακά συστήματα) με την αντιοξειδωτική δράση της θυμόλης να είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

#### 1.5.4. Εντομοκτόνος, νηματοδοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση

Τα ανώτερα φυτά και ιδιαίτερα τα αρωματικά και φαρμακευτικά αποτελούν μια δυνητική πηγή καινούργιων εντομοκτόνων. Αρκετά φυσικά συστατικά από διάφορα αρωματικά φυτά (ροτενόνη, πιρεθρίνη κ.α.) διατίθενται ήδη στην αγορά (Barisevic & Bartol, 2002). Ανάμεσα στα διάφορα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά τα αιθέρια έλαια από τα φυτά της οικογένειας Lamiaceae παρουσιάζουν την καλύτερη εντομοκτόνο δράση απέναντι στον εχθρό των φασολιών *Acanthoscellides obtectus* (Regnault-Roger & Hamraoui, 1993). Έλαια της *O. hirtum* πλούσια σε καρβακρόλη παρουσίασαν εντομοκτόνο δράση επαφής και ως καπνιστικά απέναντι στο *Acanthoscellides obtectus* σε εργαστηριακά πειράματα (Barisevic *et al.*, 2001). Εντομοκτόνος δράση αναφέρεται για παρόμοια έλαια και απέναντι στη *Drosophila melanogaster* (Καρπουχτσίς *et al.*, 1998) καθώς και απέναντι στα αυγά των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων *Tribolium confusum* και *Ephestia cautella* (Shaaya *et al.*, 1993). Τέλος, έλαιο της *Origanum syriacum* παρουσίασε υψηλή καπνιστική δράση απέναντι στα θηλυκά των *Aphis gossypii* και *Tetranychus cinnabarinus* (Tuns & Sahinkaya, 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 τα αιθέρια έλαια των *Origanum vulgare*, *Origanum majorana* και *Origanum syriacum* αναφέρεται ότι τα έλαια αυτά επηρέασαν την εξάπλωση του γένους *Meloidogyne* είτε παρεμποδίζοντας την εκκόλαψη των αυγών (Ramraj *et al.*, 1991; Oka *et al.*, 2000) είτε δρώντας τοξικά στα νεαρά άτομα (Hashim *et al.*, 1999; Oka *et al.*, 2000). Οι Oka *et al.* (2000) σε πειράματα τους ανέμειξαν το χώμα γλαστρών με έλαια των φυτών *Origanum vulgare* και *Origanum syriacum* σε συγκέντρωση 200 mg/kg και παρατήρησαν ότι μειώθηκε η προσβολή των ριζών σποροφύτων αγγουριού από τον νηματώδη *Meloidogyne javanica*. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν κατά την εφαρμογή καρβακρόλης και θυμόλης σε συγκέντρωση 150 mg/kg.

Τα τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων έχουν αναγνωρισθεί από αρκετούς ερευνητές σαν ανασταλτικά της βλάστησης και της ανάπτυξης (Fischer, 1986; Muller, 1986; Elakovich, 1988). Οι Dudai *et al.* (1999) αναφέρουν ότι τα αιθέρια έλαια των φυτών *Origanum syriacum*, *Micromeria fruticosa* και *Cymbopogon citratus* έδρασαν ανασταλτικά στην βλάστηση σπόρων σιταριού και βλήτου. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Kotoulas *et al.* (2009) για τα αιθέρια έλαια φυτών τύπου καρβακρόλης (*S. thymbra*, *O. hirtum*, *O. onites* και *C. capitatus*) τα οποία φαίνεται να παρεμποδίζουν την βλάστηση και την ανάπτυξη σπόρων αγριοβρώμης.

## **1.6. Η Καλλιέργεια των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών – Προβλήματα - Προοπτικές**

### **1.6.1. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις**

Η γνώση ανάπτυξης των φυτών έχει θεμελιώδη σημασία, αφού άλλα είδη ευδοκιμούν μόνο σε ορισμένες κλιματικές συνθήκες και άλλα είναι περισσότερο ανθεκτικά σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες. Το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος μιας περιοχής έχουν αρκετές φορές καθοριστική σημασία στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Η *O. hirtum* και η *O. onites* αναπτύσσονται σε διάφορα υψόμετρα τόσο σε παραθαλάσσιες, όσο και σε ορεινές περιοχές, καθώς και σε εδάφη επικλινών, άγονων, μέτριας κα μέσης γονιμότητας περιοχών. Πρόκειται για ιδιαίτερα ανθεκτικά φυτά, αφού αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες, ευδοκιμούν σε μέσης μέχρι μέτριας σύστασης ημιορεινά εδάφη και είναι λιτοδίαιτα στις κλιματικές συνθήκες (Γκόλιαρης, 1992). Η άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της *O. hirtum* είναι 18-22 °C με όρια ανάπτυξης 4-33 °C ενώ άριστο Ph εδάφους είναι το 6,8 αλλά αναπτύσσεται και σε εδάφη με πολύ υψηλότερες τιμές (Κουτσός, 2006). Από την άλλη πλευρά η *O. onites* αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες από 6-28 °C και σε εδάφη με Ph από 4,9 έως 8,7 (Makri, 2002). Το *C. capitatus* τώρα και το *S. thymbra* είναι τυπικά μεσογειακά φυτά (Kokkini *et al.*, 2003; Skoula *et al.*, 2005). Το *C. capitatus* αντέχει σε χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες αναπτύσσεται όμως καλύτερα σε θερμοκρασίες 16-22 °C. Άριστη τιμή εδάφους για το *C. capitatus* είναι 6,3 αλλά αναπτύσσεται όμως και σε εδάφη με pH μέχρι 8 (Κουτσός, 2006). Το *S. thymbra* αναπτύσσεται από το επίπεδο της θάλασσας έως τα 1500μ. στην τυπική μεσογειακή χαμηλή βλάστηση σε ξηρά και πετρώδη περιβάλλοντα (Skoula *et al.*, 2005).

### **1.6.2. Πολλαπλασιασμός**

Τα αρωματικά φυτά ανάλογα με το είδος τους, μπορούν να πολλαπλασιαστούν εγγενώς δηλαδή με σπόρο ή αγενώς δηλαδή με μοσχεύματα, παραφυάδες και ριζώματα ή και με τους δυο τρόπους (Σκρουμπής, 1998; Κουτσός, 2006).

#### **1.6.2.1. Εγγενής πολλαπλασιασμός**

Ο εγγενής πολλαπλασιασμός γίνεται με σπορά στο σπορείο ή απευθείας στο χωράφι και χρησιμοποιείται σπάνια, μόνο για είδη που πολλαπλασιάζονται δύσκολα αγενώς. Η περιορισμένη χρήση του εγγενούς πολλαπλασιασμού που παρατηρείται στα αρωματικά φυτά οφείλεται στο γεγονός ότι δεν έχουν μελετηθεί και βελτιωθεί όπως τα άλλα καλλιεργούμενα φυτά με αποτέλεσμα η χρήση σπόρου να έχει ως συνέπεια φυτείες με ανομοιόμορφα φυτά. Επιπλέον αξίζει να σημειωθεί ότι το συγκομιζόμενο προϊόν δεν παρουσιάζει σταθερές

ιδιότητες τόσο ως προς τα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά όσο και ως προς την περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια.

#### **1.6.2.2. Αγενής πολλαπλασιασμός**

Πρόκειται για τη μέθοδο εκείνη που εφαρμόζεται αρκετά συχνά από τα αρωματικά φυτά γιατί τις περισσότερες φορές είναι πιο εύκολη και οικονομική απ' ό τι ο πολλαπλασιασμός με σπόρο και, επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα λήψης φυτών τελείως ίδια με το μητρικό. Συνηθέστεροι τρόποι αγενούς πολλαπλασιασμού που εφαρμόζονται είναι (Κουτσός 2006; Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010):

1. η χρήση παραφυάδων
2. η διαίρεση φυτών
3. τα μοσχεύματα
4. Ο μικροπολλαπλασιασμός

Οι Putievsky *et al.* (1997) θεωρούν ότι, λόγω του μικρού μεγέθους των σπόρων των φυτών «ρίγανης» και της μικρής βλαστικής ικανότητας του αυτοφυούς γενετικού υλικού (Putievsky, 1983), ο καταλληλότερος τρόπος πολλαπλασιασμού φυτών «ρίγανης» είναι η δημιουργία μοσχευμάτων σύμφωνα με τις εργασίες των Kuris *et al.* (1980) και Kuris *et al.* (1981). Σύμφωνα με τον Baricevic (1997) λόγω της μεγάλης μορφολογικής και χημικής παραλλακτικότητας ο καλύτερος τρόπος για γρήγορο και οικονομικό πολλαπλασιασμό της *O. vulgare* είναι ο μικροπολλαπλασιασμός.

#### **1.6.3. Τεχνική καλλιέργειας**

##### **1.6.3.1. Τεχνικός σχεδιασμός για την εγκατάσταση και την καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών**

Είναι πολύ σημαντικό να ελέγξουμε την τοποθεσία που θα εγκατασταθούν οι διάφορες καλλιέργειες των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Οι αναλύσεις εδάφους μπορούν να δώσουν πολλές πληροφορίες για το είδος του εδάφους της καλλιέργειας, αλλά και για εκείνο της γύρω περιοχής. Τα επόμενα βήματα παρουσιάζονται αναλυτικότερα παρακάτω:

##### **1.6.3.2. Προετοιμασία αγρού**

Η προετοιμασία του εδάφους αποσκοπεί στο να βελτιστοποιήσει την κλίση του εδάφους προετοιμάσει έδαφος για την εγκατάσταση της καλλιέργειας με όποιον τρόπο και να γίνει (σπορά, φύτευση φυταρίων, ριζωμάτων κ.α.). Το βαθύ όργωμα είναι η πρώτη καλλιεργητική διεργασία που εκτελείται, διότι αναστρέφοντας και αναμοχλεύοντας το έδαφος αυξάνεται το πορώδες του, καταστρέφονται τα ζιζάνια και παραχώνονται τα υπολείμματα των

καλλιεργειών (Κουτσός, 2006). Στην συνέχεια γίνεται ένα ελαφρύτερο όργωμα, λίγο πριν τη φύτευση. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με δισκοσβάρνισμα, ώστε να καλυφθεί το λίπασμα, να καταστραφούν τα ζιζάνια και να διευκολυνθεί το φύτευμα, ιδίως όταν πρόκειται να γίνει με φυτευτικές μηχανές (Γκόλιαρης, 1992).

#### **1.6.3.3. Εγκατάσταση φυτείας**

Το φθινόπωρο (Οκτώβριος-Νοέμβριος) και η άνοιξη (Φεβρουάριος-Μάρτιος) θεωρούνται οι ιδανικότερες εποχές για τη φύτευση της ρίγανης. Για τις ελληνικές συνθήκες η πλέον κατάλληλη εποχή είναι το φθινόπωρο, μετά τις πρώτες βροχές.

Στο *C. capitatus* οι αποστάσεις φύτευσης ποικίλουν. Σύμφωνα με τους Κατσιώτη και Χαντζοπούλου (2010) στις περισσότερες χώρες του κόσμου οι αποστάσεις φύτευσης είναι περί τα 50 cm μεταξύ των γραμμών και περί τα 40 cm επί των γραμμών ενώ σύμφωνα με τον Κουτσό (2006) οι αποστάσεις φύτευσης είναι 25-30 cm μεταξύ των γραμμών και 60-70 cm επί των γραμμών.

Στην ρίγανη (*O. onites* και *O. hirtum*) οι αποστάσεις φύτευσης είναι 60-80 cm μεταξύ των γραμμών και 30-40 cm επί των γραμμών (Κουτσός, 2006; Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

#### **1.6.3.4. Ζιζανιοκτονία**

Η σπουδαιότερη καλλιεργητική εργασία για την πλειονότητα των αρωματικών φυτών κατά τον πρώτο χρόνο της φύτευσης είναι η ζιζανιοκτονία. Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με τα σκαλίσματα τα οποία επειδή ανεβάζουν το κόστος παραγωγής, στρέφουν τις προσπάθειες στην εξεύρεση των κατάλληλων ζιζανιοκτόνων.

Αναμφίβολα, το πρόβλημα που δημιουργείται από τη χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων και των παρασίτων, στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, προέρχεται από τον εξειδικευμένο χαρακτήρα των καλλιεργειών αυτών. Κατά συνέπεια, οι χημικές ουσίες που πρέπει να επιλεγούν επιβάλλεται να μην αφήνουν υπολείμματα στα αιθέρια έλαια ούτε να επηρεάζουν τη βιοσύνθεσή τους στο φυτό.

#### **1.6.3.5. Συγκομιδή αρωματικών φυτών**

Κατά την ειδική περίοδο ωρίμανσης τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά συγκομίζονται όταν αυτά βρίσκονται στην πλήρη άνθηση, ώστε να έχουν την καλύτερη δυνατή απόδοση. Με βάση την μέγιστη περιεκτικότητα σε δραστικά ή απαιτούμενα συστατικά του φυτικού υλικού προσδιορίζεται κάθε φορά ο ακριβής χρόνος της ειδικής περιόδου ωρίμανσης. Έτσι, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά σε όλες τις φάσεις της ανάπτυξής τους και να πραγματοποιείται ποιοτική και ποσοτική ανάλυση τους, με



στόχο τον προσδιορισμό του κατάλληλου χρόνου συγκομιδής (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Η συγκομιδή πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα υψηλής τεχνολογίας (θεριστικές / κοπτικές με μαχαίρια, θεριζοαλωνιστικές, εκσκαφείς ριζών κλπ), ενώ η χειρονακτική συγκομιδή περιορίζεται μόνο σε πολύ μικρούς κλήρους (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

#### **1.6.3.6. Παρακολούθηση καλλιεργειών**

Ο ακριβής χρόνος της ειδικής περιόδου ωρίμανσης προσδιορίζεται κάθε φορά με βάση την μέγιστη περιεκτικότητα σε δραστικά ή απαιτούμενα συστατικά του φυτικού υλικού. Έτσι τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά σε όλες τις φάσεις της ανάπτυξής του και να πραγματοποιείται ποιοτική και ποσοτική ανάλυση τους με στόχο τον προσδιορισμό του κατάλληλου χρόνου συγκομιδής (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

#### **1.6.3.7. Ξήρανση**

Πρόκειται για μια από τις συνηθέστερες μεθόδους μαζί με την αφυδάτωση συντήρησης των φυτικών υλικών. Η γρήγορη απομάκρυνση του νερού από τα κύτταρα προλαμβάνει, κατά ένα μεγάλο μέρος, την αποικοδόμηση των κυτταρικών συστατικών, ενώ αποφεύγεται και ο κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών που δύναται να οδηγήσουν στην καταστροφή μέρους του αρωματικού φυτού. Για την αναστολή κάθε είδους διεργασίας που θα οδηγήσει πιθανότατα σε αλλοίωση του φυτού επιβάλλεται η μείωση του νερού σε ποσοστό 10 %. Κατά συνεπεία η επίτευξη του παραπάνω στόχου επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της ξήρανσης. Οι κυριότερες μορφές ξήρανσης που δύναται να χρησιμοποιηθούν είναι (Demos *et al.*, 1998):

**1. Ξήρανση με έκθεση στον αέρα.** Αναφέρεται στην πιο απλή μορφή σύμφωνα με την οποία το υλικό απλώνεται σε λεπτές στρώσεις, με καλό αερισμό προκειμένου να διευκολύνεται η διαδικασία της ξήρανσης. Η έκθεση απευθείας στον ήλιο ή η παραμονή στη σκιά επιλέγεται με κριτήριο την ευαισθησία των συστατικών στο φως. Όταν η ξήρανση γίνεται στη σκιά, δηλαδή σε δωμάτια τότε η διαδικασία επιτυγχάνεται με αύξηση της θερμοκρασίας και τη δημιουργία ρεύματος αέρα για την απομάκρυνση των υδρατμών.

**2. Ξήρανση με θέρμανση.** Χρησιμοποιείται σε βιομηχανικό επίπεδο όπου η απομάκρυνση της υγρασίας γίνεται με τη βοήθεια θερμού αέρα που εκπέμπεται από γεννήτριες. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι γύρω στους 50ο C τότε η ξήρανση διαρκεί 24-36 ώρες και στο προϊόν παραμένει 5- 10 % υγρασία. Η διάρκεια διατήρησης είναι 1 με 2 χρόνια.

**3. Λυοφιλίωση.** Αποτελεί μορφή τεχνητής ξήρανσης που χρησιμοποιείται αρκετά από τη βιομηχανία τροφίμων και είναι αποτελεσματική στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Κατά τη μέθοδο αυτή, το ψύχος παγώνει το προϊόν το οποίο στη συνέχεια αποξηραίνεται με την εξάχνωση του πάγου σε κενό. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν

τροποποιούνται καθόλου οι φωτοχημικές ιδιότητες του φυτικού υλικού. Αντιθέτως, το μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος της μεθόδου. Σε αυτή τη μέθοδο η υγρασία του προϊόντος είναι 1-2% και η διάρκεια συντήρησης απεριόριστη.

Αναμφίβολα, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ξήρανση των αρωματικών φυτών αλλά δεν είναι και τόσο διαδεδομένες όπως, η ξήρανση σε κυλίνδρους, η χρήση χημικών ουσιών, τα μικροκύματα κ.λπ.

### **1.7. Προοπτικές της καλλιέργειας αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα**

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και τα προϊόντα τους σύμφωνα με τον Πολυσίου (2002) έχουν μεγάλη ζήτηση στη διεθνή αγορά λόγω των πλεονεκτημάτων που διαθέτουν στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τους ενώ παράλληλα παρουσιάζουν ευκολία καθετοποιημένης παραγωγικής διαδικασίας (πρωτογενής, δευτερογενής και τριτογενής τομέας παραγωγής) χωρίς μεγάλες επενδύσεις από μικρά εταιρικά σχήματα, συνεταιρισμούς και οικογενειακές εκμεταλλεύσεις. Επιπλέον πολύτιμη φαίνεται να είναι η συνδρομή τους στην Ελληνική μελισσοκομία (Σκρουμπής, 1985).

Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών πρέπει να θεωρείται δυναμική καλλιέργεια για την χώρα μας γιατί αποτελεί ιδανική λύση για την αξιοποίηση μειονεκτικών, ορεινών ή ημιορεινών εκτάσεων στις οποίες τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά φαίνεται να ευδοκμούν πολύ περισσότερο από άλλα είδη φυτών (Goliaris, 1997). Επιπλέον οι Πετρόπουλος κ.ά. (1994) αναφέρουν ότι τα αρωματικά φυτά θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών στην χώρα μας.

Λόγω της μεγάλης προστιθέμενης αξίας τους, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποκτούν οικονομικό ενδιαφέρον και θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην αύξηση του εισοδήματος των παραγωγών και στην ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων σε μειονεκτικές περιοχές με αποτέλεσμα την συγκράτηση του πληθυσμού στην ύπαιθρο (Τσόγκας, 2005). Επιπλέον η συγκεκριμένη καλλιέργεια μπορεί να δώσει μια ώθηση στον αγροτουρισμό στα πλαίσια του οποίου οργανώνονται επισκέψεις σε περιοχές με μεγάλη παραγωγή αρωματικών φυτών και μονάδες επεξεργασίας τους (Πολυσίου, 2002).

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα είδη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έχουν μειωμένες ή μηδαμινές απαιτήσεις σε νερό, ενώ και οι ανάγκες τους σε φυτοφάρμακα και λιπάσματα είναι ελάχιστες συμβάλλοντας έτσι στην αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων.

Τέλος με την καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών θα σταματήσει η αλόγιστη και άναρχη συλλογή και εκμετάλλευση αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

### **1.8. Προβλήματα στην καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών**

Μέχρι σήμερα στην Ελλάδα κάθε προσπάθεια για καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των αρωματικών φυτών κατέληγε σε αποτυχία. Οι βασικοί παράγοντες που δεν επέτρεψαν να αναπτυχθεί ο συγκεκριμένος κλάδος σύμφωνα με το Υπ.Α.Α.Τ. (2007) είναι οι ακόλουθοι:

- ο Έλλειψη πιστοποιημένων σπόρων και πολλαπλασιαστικού υλικού.
- ο Μη επαρκής ενημέρωση των αγροτών για την καλλιέργεια τόσο για τεχνικά ζητήματα όσο και για τις δυνατότητές της.
- ο Έλλειψη σύνδεσης πρωτογενούς παραγωγής και βιομηχανιών τυποποίησης/συσκευασίας ή παραγωγής αιθέριων ελαίων.
- ο Συγκέντρωση των κυριοτέρων βιομηχανικών μονάδων συσκευασίας και τυποποίησης αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών στην Αθήνα, στην Κρήτη και στη Μακεδονία.
- ο Μη επαρκής προώθηση της καλλιέργειας μέσω καινοτόμων συσκευασιών και αξιοποίησης τους από τη βιομηχανία ή τη βιοτεχνία παραγωγής αιθέριων ελαίων.

### **1.9. Προτάσεις για την ανάπτυξη του τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών**

Οι κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη του προωθούμενου και πολλά υποσχόμενου τομέα των αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών, μπορούν να συνοψιστούν ως κατωτέρω (ΥΠΑΑΤ., 2007):

#### **A. Εκσυγχρονισμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων . καλλιεργητικές πρακτικές**

- ο Μείωση του κόστους παραγωγής μέσω της εκμηχάνισης της καλλιέργειας.
- ο Συλλογή, διατήρηση και αξιολόγηση αυτοφούς γενετικού υλικού με παράλληλη δημιουργία τράπεζας γενετικού υλικού, γονοτύπων υψηλής ποιότητας και αποδόσεων και *in vitro* πολλαπλασιασμός τους.
- ο Εξασφάλιση πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού μέσω ίδρυσης μονάδας παραγωγής (σπόροι, φυτά, βολβοί), έτσι ώστε να παραχθούν επώνυμα τοπικά προϊόντα.
- ο Εγκατάσταση πιλοτικών αγρών αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών σε επίπεδο περιφέρειας.

#### **B. Βελτίωση της προστιθέμενης αξίας - μεταποίηση - τυποποίηση**

ο Δημιουργία ή και εκσυγχρονισμός μικρών και μεγάλων μονάδων πρώτης μεταποίησης, τυποποίησης καθώς και εκχύλισης- απόσταξης αιθέριων ελαίων τοπικών αγροτικών προϊόντων λόγω αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων της συμβατικής ή βιολογικής καλλιέργειας των αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών (ξηράς δρόγης), ανάλογα με την σχετική υποδομή και την δυναμικότητα της εκάστοτε περιοχής σε επίπεδο περιφέρειας.

#### Γ. Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας

ο Δημιουργία συστημάτων πιστοποίησης ποιότητας και ταυτότητας των ελληνικών αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών και των προϊόντων τους που προορίζονται κυρίως για εξαγωγές, τόσο στην πρωτογενή παραγωγή όσο και στην μεταποίηση.

ο Καταχώρηση νέων προϊόντων ως Προϊόντα Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π) και Προϊόντα Γεωγραφικής Ένδειξης (Π.Γ.Ε).

#### Δ. Προώθηση - Προβολή αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών

ο Προβολή και προώθηση των προϊόντων των αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών στην εγχώρια και διεθνή αγορά.

ο Προώθηση ορισμένων αυτοφυών αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών, τα οποία δύσκολα θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν σε άλλες χώρες, ως αποκλειστικά καλλιεργούμενα στην Ελλάδα.

ο Ίδρυση μικρών επιχειρήσεων αξιοποίησης / εμπορίας αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών και παραγωγή καινοτόμων προϊόντων.

#### Ε. Επαγγελματική κατάρτιση, ενημέρωση & συμβουλευτικές υπηρεσίες

ο Κατάρτιση των παραγωγών και μεταποιητών σε θέματα μετασυλλεκτικών χειρισμών (συσκευασίας, μικροσυσκευασίας, σήμανσης, τυποποίησης και μεταφορών).

ο Διεξαγωγή ταχύρυθμων σεμιναρίων εκπαίδευσης τόσο των παραγωγών όσο και των γεωπόνων στην τεχνική της βιολογικής και ολοκληρωμένης καλλιέργειας των αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών.

ο Εδραίωση του θεσμού των συμβούλων γεωτεχνικών οι οποίοι θα καταγράφουν, θα επεξεργάζονται τις πρακτικές των παραγωγών και θα προτείνουν λύσεις.

#### ΣΤ. Συμπράξεις – Δικτυώσεις

ο Προώθηση της συμβολαιακής γεωργίας μεταξύ παραγωγών και μεταποιητών σε ατομική ή συλλογική βάση.

## Z. Λοιπές δράσεις

- ο Εμπλουτισμός της αρωματικής γλωρίδας στις ορεινές περιοχές, βάσει ειδικών προγραμμάτων, με στόχο τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.
- ο Καταγραφή, αξιολόγηση και μελέτη της οικοφυσιολογίας και των χρήσεων των τοπικών πληθυσμών των αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών ανά περιφέρεια.
- ο Ίδρυση Ινστιτούτου Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών για την παραγωγή διάχυση και πρακτική εφαρμογή όλης της τεχνογνωσίας για την ανάπτυξη του τομέα.

### 1.10. Αιθέρια έλαια

Ως αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά, τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν δια αποστάξεως, εκπίεσεως ή ακόμη και με άλλες μεθόδους όπως η εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες. Το αιθέριο έλαιο είναι ένα πτητικό μείγμα οργανικών ενώσεων που παραλαμβάνονται με φυσικούς τρόπους από ένα φυτικό υλικό (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Σύμφωνα με τον Σαρλή (1994) τα αιθέρια έλαια είναι οργανικές πτητικές χημικές ενώσεις σε υγρή μορφή, με ελαιώδη εμφάνιση, και χημική σύσταση διάφορη κάθε φορά. Δεδομένου ότι είναι πτητικές, τα μόριά τους εξατμίζονται εύκολα και διασκορπίζόμενα στον ατμοσφαιρικό αέρα, έρχονται σ' επαφή με τα όργανα όσφρησης, τα οποία και διεγείρουν. Προκαλούν, έτσι, μία συνήθως ευχάριστη αίσθηση, χαρακτηριστική για κάθε είδος φυτού, που αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό για το κάθε είδος άρωμα.

Η ποιότητα καλλιεργούμενων φυτών «ρίγανης» καθορίζεται κυρίως από την % περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και από την σύσταση αυτού. Οι δύο αυτοί παράγοντες παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα ανάλογα με τους γονότυπους των φυτών, τις κλιματικές συνθήκες και την λίπανση με θρεπτικά στοιχεία κατά την καλλιέργεια (D'Antuono *et al.*, 2000; Novak *et al.*, 2003). Η σύσταση του αιθέριου ελαίου φυτών ρίγανης φαίνεται να εξαρτάται σε μεγαλύτερο βαθμό από τον γονότυπο με τις κλιματικές συνθήκες να ευθύνονται για μικρότερο ποσοστό παραλλακτικότητας (Novak *et al.*, 2003).

#### 1.10.1. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά

Τα μονοτερπένια και σесκιτερπένια ανέκαθεν θεωρούνταν ως μη λειτουργικά «άχρηστα μεταβολικά προϊόντα» (Paech, 1950; Sandermann, 1962). Παρόλα αυτά μελέτες κατά τα τελευταία χρόνια έδειξαν ότι μπορούν να παίζουν διάφορους και σημαντικούς

ρόλους, ως ενδιάμεσα των αλληλεπιδράσεων των φυτών με το περιβάλλον τους (Croteau, 1992). Για παράδειγμα τα μονοτερπένια 1,8 κινεόλη και καμφορά έχει αποδειχτεί ότι αναστέλλουν το φύτρωμα και την ανάπτυξη ανταγωνιστών εκδηλώνοντας με τον τρόπο αυτό φαινόμενα αλληλοπάθειας (Kelsey *et al.*, 1984). 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.

Όσον αφορά στη σχέση φυτών - ζώων αυτή φαίνεται να εκδηλώνεται με δύο τρόπους:

α) προσέλκυση των ζώων που συντελούν στην επικονίαση και ως μέσα διασποράς των σπόρων (Kullenberg & Bergstrom, 1975).

β) μηχανισμοί άμυνας εναντίων των φυτοφάγων ζώων. Πολλά κατώτερα τερπένια παρουσιάζουν απωθητική και αντιτροφική δράση σε έντομα (Levin, 1973; Levin, 1976) και άλλα φυτοφάγα (Kerper *et al.*, 1974).

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

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 αυτογονιμοποιουμένων φυτών, αφού το άρωμα των ανθέων που διαχέεται στο περιβάλλον προσελκύει τα έντομα (Σκρουμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).

ο Επιδρούν 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).

### **1.10.2. Παραγωγή του αιθέριου ελαίου**

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 τον 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 Lamiales όπως στον κάλυκα, στην στεφάνη, στους στήμονες και στα καρπόφυλλα (Modenesi *et al.*, 1984; Werker *et al.*, 1985b; Servettaz *et al.*, 1994).

Υπάρχουν δυο ειδών αδενώδεις τρίχες στα Lamiales, οι κεφαλοειδείς ή μικρής διάρκειας (capitate hairs) και οι ασπιδοειδείς ή μακράς διάρκειας (peltate hairs). Στις μακράς διάρκειας τρίχες τα αιθέρια έλαια παράγονται σταδιακά και συσσωρεύονται με σκοπό να προφυλάξουν τα ώριμα όργανα του φυτού, ενώ στις μικρής διάρκειας τρίχες η παραγωγή των ελαίων ξεκινά και σταματά ταχύτατα και έχει ως στόχο την προστασία των νεαρών οργάνων του φυτού (Russo *et al.*, 1998). Οι τρίχες αυτές (κεφαλοειδείς ή ασπιδοειδείς) αποτελούνται από μια βάση (μονοκυτταρική ή πολυκυτταρική περιοχή), ένα στέλεχος (μονοκυτταρική ή πολυκυτταρική περιοχή) και μια κεφαλή (μονοκυτταρική ή πολυκυτταρική περιοχή). Σύμφωνα με τον Bosabalidis (2002) μέρος των αδενωδών τριχών αποτελούν και τα επιδερμικά κύτταρα τα οποία περιβάλλουν την βάση των τριχών και συνεισφέρουν στην δέσμευση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης από το χλωροεργυματικό μεσόφυλλο και την μεταφορά τους στην βάση των τριχών.

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 της 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 κεφαλοειδείς τρίχες φαίνεται ότι μπορούν να εκκρίνουν είτε αιθέριο έλαιο είτε κολλώδη ουσία (Modenesi *et al.*, 1984; Danilova & Kashina, 1989).

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 (Mc Caskill *et al.*, 1992; Bourett *et al.*, 1994). Ο αριθμός των κυττάρων της κεφαλής φαίνεται να ποικίλει ανάλογα με το είδος των Lamiaceae. Αναφέρεται ότι στο *C. capitatus* η κεφαλή των τριχών έχει 14 κύτταρα (Werker *et al.*, 1985a) ενώ στην *O. vulgare* και *S. thymbra* 12 κύτταρα (Werker *et al.*, 1985a; Werker *et al.*, 1985b). Είναι λογικό λοιπόν ότι τα είδη με μεγάλο αριθμό κυττάρων κεφαλής παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αιθέριου ελαίου (Maffey *et al.*, 1989; Karousou *et al.*, 1992). Πρέπει να αναφερθεί όμως ότι πρωτεύοντα ρόλο στην παραγωγή αιθέριου ελαίου παίζει η πυκνότητα των αδενωδών τριχών στα φύλλα (Bosabalidis, 2002).

### **1.10.3. Βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων**

Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου των φυτών ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα τερπένια και τα φαινύλ-προπάνια. Τα τερπένια είναι αυτά τα οποία κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στην σύσταση του αιθέριου ελαίου εμφανιζόμενα σε μεγαλύτερη συχνότητα και αφθονία. Τα φαινύλ-προπάνια, όταν υπάρχουν, προσδίδουν στο έλαιο ιδιαίτερη οσμή και γεύση. Βιογενετικά, τα τερπένια και τα φαινύλ-προπάνια προέρχονται από διαφορετικές πρόδρομες ουσίες και παράγονται μέσα από διαφορετικά βιοσυνθετικά μονοπάτια (Sangwan *et al.*, 2001). Τα πιο χαρακτηριστικά, ποικίλα και ίσως αυτά με την μεγαλύτερη οικονομική σημασία συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι τα μονοτερπένια και τα σεσκιτερπένια (Schery, 1972; Erickson, 1976).

#### **1.10.3.1. Φαινύλ-προπάνια**



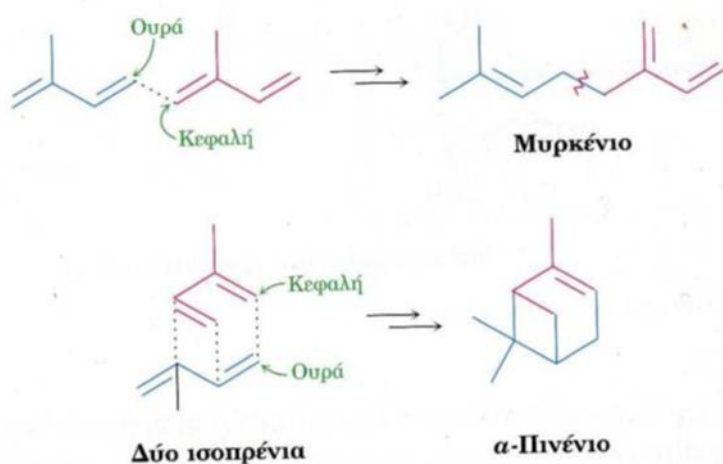
Τα φαινύλ-προπάνια δεν είναι συνηθισμένα συστατικά των αιθέριων ελαίων των φυτών. Παρόλα αυτά, ορισμένα φυτά έχουν σε αφθονία στο έλαιό τους αυτά τα συστατικά. Τα κύρια φαινύλ-προπάνια τα οποία έχουν αναγνωριστεί στο έλαιο ορισμένων φυτών, είναι η ευγενόλη, elemycin, chavicol, dillapiole, anethole, estragole, ariole κ.α. (Sangwan *et al.*, 2001). Οι ενώσεις αυτές έχουν ως πρόδρομο μόριο τη φαινυλαλανίνη, η οποία συντίθεται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του σικιμικού οξέος (Εικόνα 2).

### 1.10.3.2. Τερπένια

Ο όρος τερπένια προέρχεται από το “terpen” και αποδίδεται στον Kekule, ο οποίος χρησιμοποίησε τον όρο αυτό για να περιγράψει τους υδρογονάνθρακες με μοριακό τύπο  $C_{10}H_{16}$  που βρίσκονται στο τερεβινθέλαιο (πηκτικό κλάσμα της ρητίνης πεύκου, turpentine oil) (Pollard & Heron, 1996).

Τα τερπένια ή τερπενοειδή αποτελούν την πιο πολυάριθμη ομάδα των αιθέριων ελαίων και προέρχονται από τη συνένωση περισσοτέρων της μιας δομικών μονάδων με πέντε άτομα άνθρακα ( $C_5$ ), που έχουν το διακλαδισμένο ανθρακικό σκελετό του ισοπρενίου ή ισοπεντανίου.

Σύμφωνα με τους Wallach (1887) και Ruzicka *et al.* (1953) για τον σχηματισμό τους ισχύει ο κανόνας του ισοπρενίου (Εικόνα 1), όπου μπορεί να θεωρηθεί ότι τα τερπένια προέρχονται από την συνένωση κεφαλής-ουράς μονάδων ισοπρενίου (2-μεθυλο-1,3-βουταδιένιο), με τον άνθρακα 1 κεφαλή και τον άνθρακα 4 ουρά. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελούν το μυρκένιο και το  $\alpha$ -πινένιο.

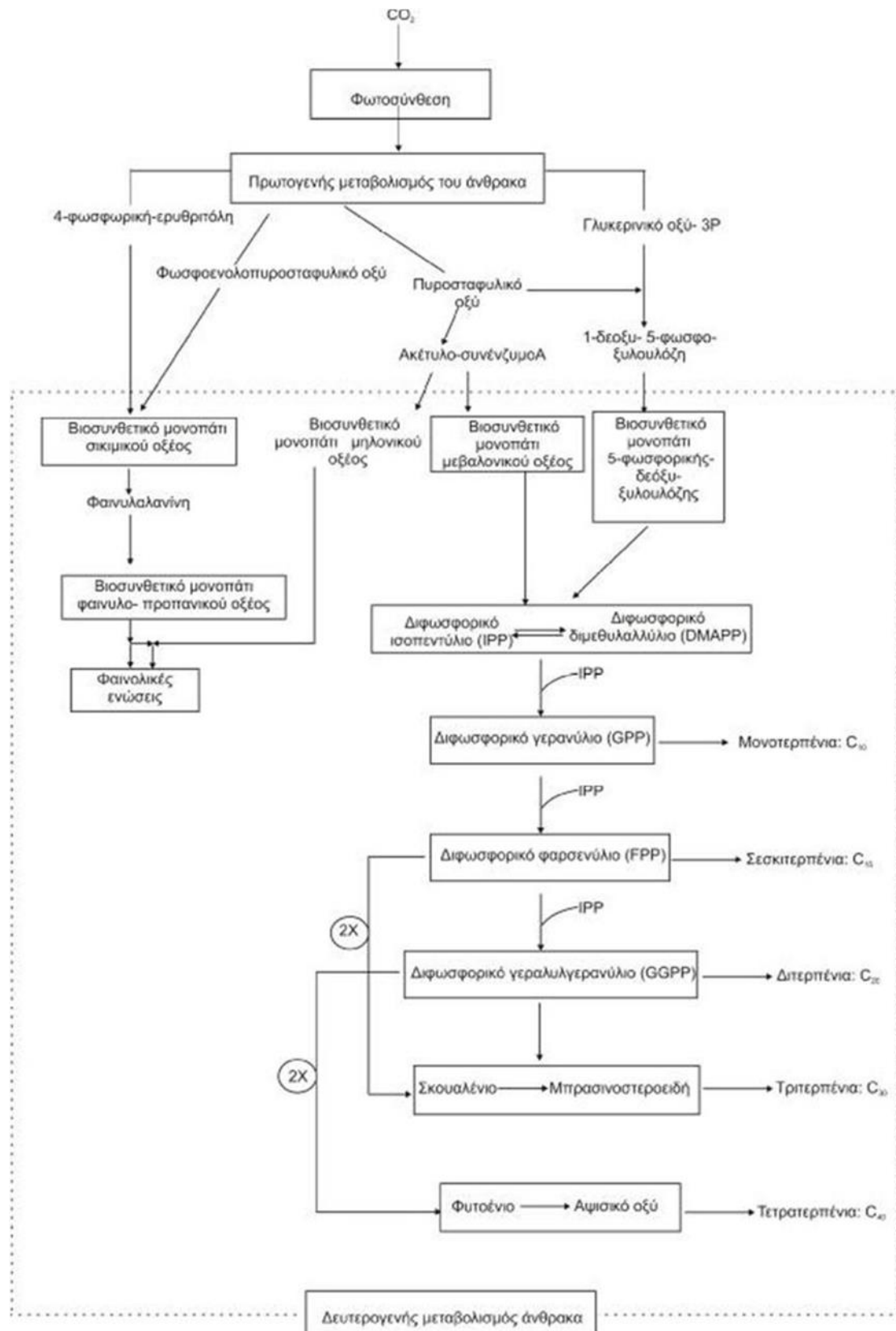


Εικόνα 8: Σχηματισμός τερπενίων με βάση τον κανόνα ισοπρενίου

Οι πρόδρομες ενώσεις, των τερπενίων είναι ουσιαστικά φωσφορικοί εστέρες αλκοολών, που έχουν στο μόριο τους αριθμό ατόμων C πολλαπλάσιο του 5. Για τη βιοσύνθεσή τους συχνά ακολουθείται η μεταβολική οδός του μεβαλονικού οξέος (Εικόνα 9). Το πυροφωσφορικό ισοπεντενύλιο (IPP) και το πυροφωσφορικό διμεθυλαλλύλιο (DMAPP), προϊόντα της βιοσυνθετικής οδού του μεβαλονικού αποτελούν τις πρόδρομες ενώσεις σύνθεσης όλων των τερπενίων (Taiz & Zeiger, 1991; Καραμπουρνιωτης, 2003).

Η οδός αυτή ξεκινά από το ακετυλο-συνένζυμο και από το οξικό οξύ. Στα κύτταρα, τα δύο αυτά συστατικά βρίσκονται σε ισορροπία και συνδυάζονται για να σχηματίσουν τις διάφορες ομάδες των τερπενοειδών με άτομα άνθρακα πολλαπλάσια του πέντε. Το πυροφωσφορικό γερανυλίο αποτελεί πρόδρομη βιοσυνθετικά ένωση όλων των μονοτερπενίων.

Περαιτέρω αντίδραση του πυροφωσφορικού γερανυλίου με πυροφωσφορικό ισοπεντενύλιο, οδηγεί στο σχηματισμό πυροφωσφορικού φαρνεσυλίου, πρόδρομη βιοσυνθετικά ένωση όλων των σεσκιτερπενίων κ.ο.κ. (Εικόνα 9).



**Εικόνα 9:** Γενικό διάγραμμα βιοσύνθεσης τερπενικών και φαινολικών ενώσεων των αιθέριων ελαίων (Buchanan *et al.*, 2000; Κανελλής, 2005)

### 1.10.3.2.1. Ταξινόμηση των τερπενίων

Η ταξινόμησή τους γίνεται ανάλογα με τον αριθμό των μονάδων που περιέχουν στο μόριο τους, όπως φαίνεται στον πίνακα 2. Έτσι τερπένια με 10 άτομα άνθρακα στο μόριο τους ονομάζονται μονοτερπένια, ενώσεις με 3 δομικές μονάδες (15 άτομα άνθρακα) αποτελούν τα σεσκιτερπένια, ενώ ενώσεις με 20 άτομα άνθρακα αποτελούν τα διτερπένια. Μεγαλύτερα μόρια τερπενίων είναι τα τριτερπένια (με 30 άτομα C) τα τετρατερπένια (με 40 άτομα C) και τα πολυτερπένια [με n ισοπρενικές μονάδες (C<sub>5</sub>), n>20]. (Καράταγλης, 1994).

Τα επιμέρους τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες: στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Στα μη οξυγονούχα ανήκουν οι υδρογονάνθρακες και ειδικότερα α) μονοτερπένια: α- και β-πινένιο, μυρκένιο, λιμονένιο, α- και γ-τερπινένιο, σαβινένιο κ.α. και β) σεσκιτερπένια: καρνοφυλλένιο, ελεμένιο, χουμουλένιο, γερμακρένιο κ.α.

Στα οξυγονούχα ανήκουν: α) αλκοόλες: κιτρικό, 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, κιννάμωμη, βανιλινική κ.α.

Ταξινόμηση των τερπενίων		
Αριθμός ατόμων άνθρακα	Μονάδες ισοπρενίου	Ταξινόμηση
10	2	Μονοτερπένιο
15	3	Σεσκιτερπένιο
20	4	Διτερπένιο
25	5	Σεστερτερπένιο
30	6	Τριτερπένιο
40	8	Τετρατερπένιο

Πίνακας 3: Ταξινόμηση τερπενικών ενώσεων (Γαλάτης κ.ά., 2003)

Αριθμός ατόμων άνθρακα	Τύπος βασικού ανθρακικού σκελετού	Κατηγορία ενώσεων	Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι
5	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	Ισοπρένιο	Ισοπεντενυλο-φωσφορικό
10	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Μονοτερπένια	Αιθέρια έλαια
15	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	Σεσκιτερπένια	Αιθέρια έλαια, ρητίνες, αμψισικό

			οξύ
20	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	Διτερπένια	Αιθέρια έλαια, ρητίνες, γιββεριλλινικό οξύ
30	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub>	Τριτερπένια	Ρητίνες, ελαστικό κόμμι
40	C <sub>40</sub> H <sub>64</sub>	Τετρατερπένια	Καροτενοειδή, φυτοένιο
n	(C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> ) <sub>n</sub>	Πολυτερπένια	Ελαστικό κόμμι, γουταπέρκα

**Πίνακας 4:** Ταξινόμηση τερπενικών ενώσεων (Γαλάτης κ.ά., 2003) και χαρακτηριστικές ενώσεις

#### 1.10.3.2.2. Τερπένια των αιθέριων ελαίων φυτών «ρίγανης» και η μοριακή δομή τους

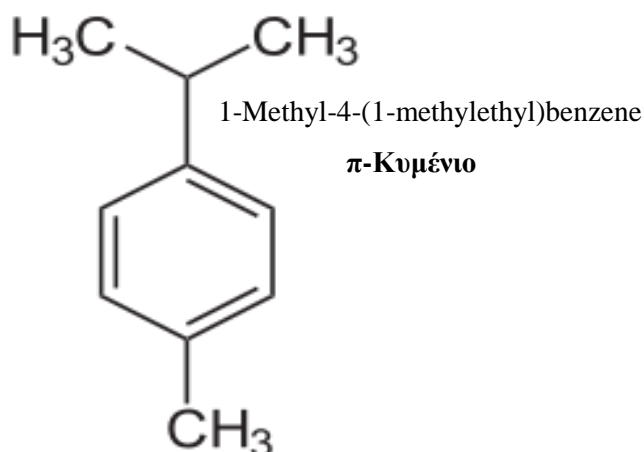
Το αιθέριο έλαιο των φυτών «ρίγανης» αποτελείται από καρβακρόλη ή θυμόλη ως κύριο συστατικό και ακολουθούν το γ-τερπινένιο, το π-κυμένιο, η λιναλοόλη, η τερπινέν-4-όλη και το υδροσαβινένιο (Kokkini *et al.*, 1997; D'Antuono *et al.*, 2000; Skoula & Harborne, 2002).

Παρατίθενται παραδείγματα των κυριότερων συστατικών (μονοτερπενίων και σεски-τερπενίων) των αιθέριων ελαίων και η μοριακή τους δομή:

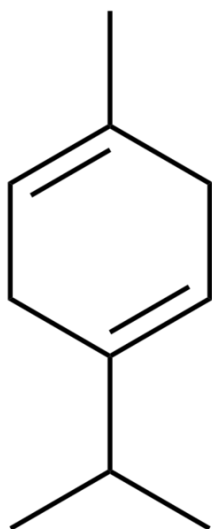
##### Μονοτερπένια

##### **A. Υδρογονανθρακικά**

Το **κυμένιο** ή το **π - κυμένιο**, είναι μια φυσική αρωματική οργανική ένωση. Είναι ταξινομημένο ως υδρογονάνθρακας σχετικός με τα μονοτερπένια. Η δομή του αποτελείται από ένα δακτύλιο βενζολίου στον οποίο στη θέση πάρα- γίνεται αντικατάσταση με μια μεθυλική ομάδα και μια ισοπροπυλική ομάδα. Είναι αδιάλυτο στο ύδωρ, αλλά αναμιγνύεται με την αιθανόλη και τον αιθέρα.



Τα τερπινένια είναι μια ομάδα ισομερών υδρογονανθράκων που είναι ταξινομημένοι και αυτοί στα τερπένια. Το καθένα από αυτά έχει το ίδιο μοριακό πλαίσιο, αλλά διαφέρουν στη θέση των διπλών δεσμών του άνθρακα. Το α-τερπινένιο απομονώνεται από το αιθέριο έλαιο του κάρδαμου και της μαντζουράνας αλλά και από άλλες φυσικές πηγές. Το β-τερπινένιο δεν έχει καμία γνωστή φυσική πηγή, αλλά έχει προέρθει συνθετικά από το sabinene. Το γ-τερπινένιο και το δ-τερπινένιο προέρχονται από φυσικές πηγές και έχουν απομονωθεί από ποικίλες πηγές αιθέριων ελαίων διαφόρων φυτών.

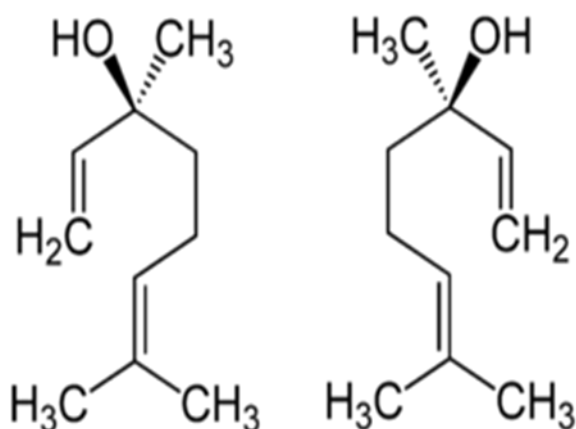


4-methyl-1-(1-methylethyl)-1,4-cyclohexadiene

**γ-Τερπινένιο**

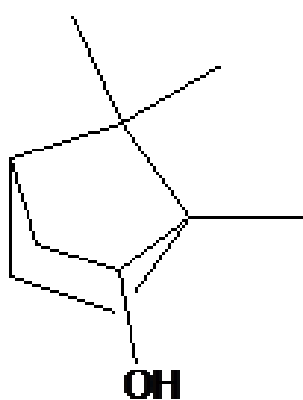
### **B. Υδρογονανθρακικές αλκοόλες**

Η λιναλοόλη είναι μια φυσικά εμφανιζόμενη τερπενική αλκοόλη που βρίσκεται σε πολλά φυτά και έχει πολλές εμπορικές εφαρμογές, η πλειοψηφία των οποίων είναι βασισμένη στην ευχάριστη μυρωδιά της. Η λιναλοόλη έχει δύο στερεοϊσομερή.

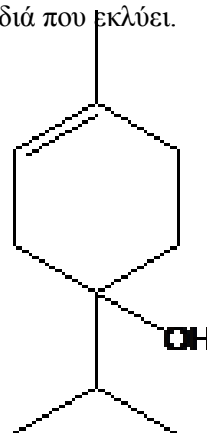


(S)-(+)- λιναλοόλη (αριστερά) και (R)-(-)- λιναλοόλη (δεξιά)

Και τα δύο αυτά εναντιομερή βρίσκονται στη φύση: η S- λιναλοόλη βρίσκεται, για παράδειγμα, ως το πιο σημαντικό συστατικό του αιθέριου ελαίου του κολιάντρου (*Coriandrum sativum*). Η (R)- λιναλοόλη είναι παρούσα στη λεβάντα (*Lavandula officinalis*), στη Δάφνη του Απόλλωνα (*Laurus nobilis*), και στον γλυκό βασιλικό (*Ocimum basilicum*). Κάθε εναντιομερές προκαλεί τις διαφορετικές νευρικές ανταποκρίσεις στους ανθρώπους, και επομένως είναι ταξινομημένο με βάση την μυραδιά που εκλύει.



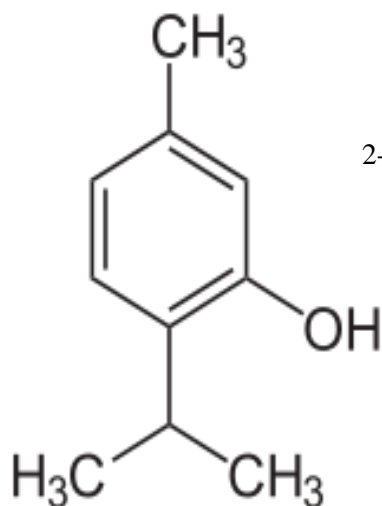
**Βορνεόλη**



**Τερπινεν-4-όλη**

### Γ. Υδρογονανθρακικές φαινόλες

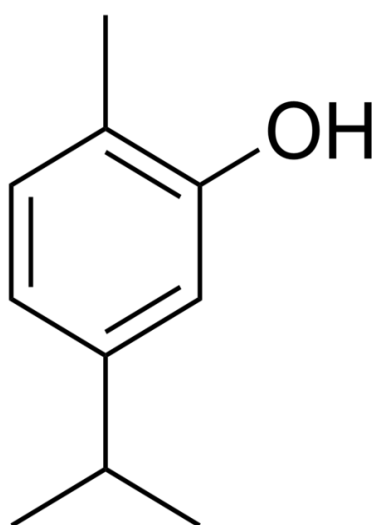
Η **θυμόλη** (επίσης γνωστό ως **2-ισοπροπύλο-5-μεθυλοφαινόλη**, IPMP) είναι μία φυσική μονοτερπενιακή φαινόλη, C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O, ισομερής με την καρβακρόλη, που βρίσκεται μέσα στο αιθέριο έλαιο του θυμαριού και εξάγεται ως μια λευκή κρυσταλλική ουσία με ευχάριστο άρωμα και ισχυρές αντισηπτικές ιδιότητες.



2-Ισοπροπύλο-5-μεθυλοφαινόλη

**Θυμόλη**

Η **καρβακρόλη**,  $C_{10}H_{14}O$ , είναι μια φυσική μονοτερπενιακή φαινόλη. Η καρβακρόλη βρίσκεται στο αιθέριο έλαιο της *Origanum vulgare* αλλά και στο θυμάρι. Στο αιθέριο έλαιο του θυμαριού η περιεκτικότητα της καρβακρόλης κυμαίνεται μεταξύ 5% και 75% ενώ στα διάφορα είδη ρίγανης η περιεκτικότητά της μπορεί να ανέλθει έως και το 90%.



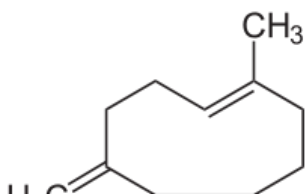
5-Ισοπρόπυλο-2-μεθυλοφαινόλη

### **Καρβακρόλη**

#### **Δ. Σεσκιτερπένια**

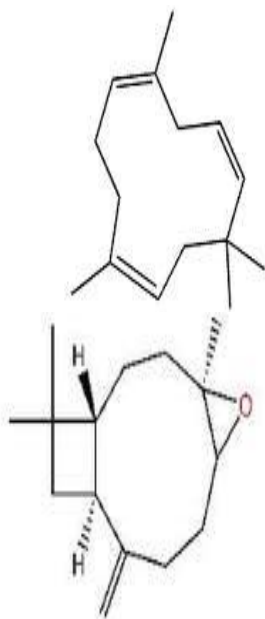
Τα σεσκιτερπένια αποτελούνται από 15 άτομα άνθρακα, δηλαδή τρεις ισοπρενικές μονάδες. Συνυπάρχουν μέσα στα αιθέρια έλαια μαζί με τα μονοτερπένια αν και έχουν μεγαλύτερο σημείο τήξεως. Κατά τη διάρκεια της απόσταξης πολλά μονοτερπένια και άλλες ασταθείς ουσίες όπως διάφορες σεσκιτερπενικές λακτόνες μεταπίπτουν σε σεσκιτερπένια. Για το λόγο αυτό το ποσοστό τους στο τελικό προϊόν της απόσταξης εξαρτάται από τη διάρκειά της. Τα σεσκιτερπένια αποτελούν σταθερά μόρια και σε αντίθεση με τα μονοτερπένια δεν κινδυνεύουν από τις υψηλές θερμοκρασίες της απόσταξης, η οποία αποτελεί και την καλύτερη μέθοδο απομόνωσής τους.

Το **καρνοφυλλένιο** ή (-)-β-καρνοφυλλένιο, είναι ένα φυσικό υδρογονανθρακικό σεσκιτερπένιο που είναι συστατικό πολλών αιθέρια ελαίων, όπως το αιθέριο έλαιο των γαρίφαλων, το αιθέριο έλαιο της κάνναβης [Cannabis sativa](#) και του δεντρολίβανο [Officinalis Rosmarinus](#). Συνήθως βρίσκεται ως μίγμα μαζί με το ισοκαρνοφυλλένιο και το ακαρνοφυλλένιο. Το καρνοφυλλένιο είναι ξεχωριστό γιατί έχει έναν κυκλοβουτανικό δακτύλιο, γεγονός που εμφανίζεται σπάνια στη φύση.





## Καρυοφυλλένιο



α-Καρυοφυλλένιο

Οξειδίο του Καρυοφυλλενίου

Το αιθέριο έλαιο των φυτών «ρίγανης» αποτελείται από καρβακρόλη ή θυμόλη ως κύριο συστατικό και ακολουθούν το γ-τερπινένιο, το π-κυμένιο, η λιναλοόλη, η τερπινέν-4-όλη και το υδροσαβινένιο (Kokkini *et al.*, 1997; D'Antuono *et al.*, 2000; Skoula & Harborne, 2002).

### 1.11. Παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων

Η παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έχει περιγραφεί από αρκετούς ερευνητές. Τα φυτά με το εμπορικό όνομα «Ρίγανη» παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά στην περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο και στην περιεκτικότητά αυτού σε καρβακρόλη, πιθανότατα διότι αναπτύσσονται σε ένα μεγάλο εύρος γεωγραφικών και κλιματικών περιοχών (Bernath, 1997). Η απόδοση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σε αιθέριο έλαιο, καθώς και η χημική σύσταση αυτού ποικίλει από είδος σε είδος και από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες των περιοχών προέλευσής τους (Burkart & Buhler, 1997; Vokou *et al.*, 1993; Karousou *et al.*, 2005; Horwath *et al.*, 2008).

Σε μελέτες σε φυτά τύπου καρβακρόλης σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου αναφέρεται παραλλακτικότητα τόσο στην περιεκτικότητα των φυτών σε έλαιο όσο και στην χημική σύσταση αυτού (Kokkini & Vokou, 1989; Kokkini & Vokou, 1993; Kirimer *et al.*, 1995). Η επιρροή του φυσικού περιβάλλοντος στη συγκέντρωση των φυτών σε έλαιο και στην χημική σύσταση αυτού έχει αναφερθεί σε μελέτες σε αρωματικά φυτά της Κρήτης (Karousou *et al.*, 2005) και της Νισύρου (Kokkini & Vokou, 1993). Οι Vokou *et al.* (1993) αναφέρουν ότι δεδομένου ότι το αιθέριο έλαιο είναι μεταβολικό προϊόν των φυτικών κυττάρων η παραλλακτικότητα στην περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και στην χημική σύσταση αυτού θα μπορούσε να αποδοθεί σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το έδαφος και το κλίμα. Η παραλλακτικότητα στην χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου αναφέρεται από τους Burkart & Buhler (1997) ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του τύπου της αρωματικής βλάστησης και αρκετών περιβαλλοντικών παραγόντων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του *Thymus vulgaris* το οποίο σύμφωνα με τους Gouyon *et al.* (1986) όταν βρισκόταν σε ξηρικά οικοσυστήματα (Home environment) εξέφραζε τους πιο σύνθετους χημειότυπους (θυμόλης – καρβακρόλης) και παρουσίαζε μικρή γενετική παραλλακτικότητα. Αντίθετα όταν αναπτυσσόταν σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα (π.χ μεγαλύτερη υγρασία) υπήρχε μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα και εμφανίζονταν και άλλοι χημειότυποι. Σε αυτή τη βάση, η επίδραση της φυσιογεωγραφίας έχει ως αποτέλεσμα μια συγκεκριμένη χημική σύσταση και κατανομή των αρωματικών φυτών γνωστών και ως χημειότυποι (Karousou *et al.*, 2005; Horwath *et al.*, 2008). Οι διακυμάνσεις των κυρίων συστατικών των αιθέριων ελαίων θα μπορούσαν να αποδοθούν στις διακυμάνσεις των κλιματικών παραμέτρων (Arrebola, 1992; Piccaglia & Marotti, 1993; Omer *et al.*, 1994; Omer *et al.*, 1998; Said-Al Ahl *et al.*, 2009a).

Οι Aminzadeh *et al.* (2010) αναφέρουν ότι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως το υψόμετρο, το ανθρακικό ασβέστιο, το κάλιο και το pH παίζουν σημαντικό ρόλο στην περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και την χημική σύσταση αυτού. Ως σημαντικός παράγοντας για την σύσταση του αιθέριου ελαίου αναφέρονται και τα ιχνοστοιχεία καθώς είναι γνωστό ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των φυτών (Bonner & Varner, 1975).

#### **1.11.1 Εποχική παραλλακτικότητα**

Διάφορες έρευνες που κατά καιρούς έχουν γίνει αποδεικνύουν πως το στάδιο της ανθοφορίας είναι (συνήθως) για το φυτό το στάδιο εκείνο με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (Baser *et al.*, 1993). Μελέτες σχετικά με τη απόδοση της *Origanum hirtum* έχουν δείξει ότι το είδος αυτό παράγει λιγότερο αιθέριο έλαιο κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, που συνοδεύεται από υγρασία και χαμηλές θερμοκρασίες και περισσότερο την περίοδο της ανθοφορίας, όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες (Poulose & Croteau, 1978). Πράγματι, σύμφωνα με τον Μάργαρη (Margaris, 1981), οι συνθήκες του μεσογειακού κλίμα-

τος που περιγράφονται παραπάνω, ευνοούν την παραγωγή αιθέριου ελαίου. Σε γενικές γραμμές, η εποχική παραλλάκτικότητα συνδέεται άμεσα με τις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών όπως για παράδειγμα τη διαθεσιμότητα εδαφικής υγρασίας, τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τη φωτοπερίοδο και το μήκος της ημέρας (Trivino & Johnson, 2000).

Έχει βρεθεί ότι η μείωση της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο, σε θυμόλη ή/και καρβακρόλη που παρουσιάζεται το φθινόπωρο, είναι κάτι που εμφανίζεται και κατά την ανάπτυξη του *Origanum syriacum* σε μικρές μέρες (Putievsky *et al.*, 1997). Παρομοίως, η *Origanum majorana* όταν αναπτύσσεται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες σε μικρές ημέρες, έχει μικρότερες αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο (Circella *et al.*, 1995) ενώ το έλαιο της *Origanum hirtum* που συγκομίστηκε φθινόπωρο αναφέρθηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις πικυμενίου (Kokkini *et al.*, 1997). Ως προς το τελευταίο, διάφορες έρευνες αναφέρουν ότι η απόδοση της *Origanum hirtum* σε αιθέριο έλαιο μειώνεται καθώς τα φύλλα ωριμάζουν και ξηραίνονται στο διάστημα που ακολουθεί μετά την άνθηση. Ως προς τις φαινόλες, η περιεκτικότητα σε θυμόλη ή/και καρβακρόλη μειώνεται ελαφρώς το φθινόπωρο ενώ το π-κυμένιο και γ-τερπινένιο εμφανίζουν έντονη διακύμανση, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς είναι οι πρόδρομες ενώσεις των φαινολών (Poulose & Croteau, 1978).

Στην ίδια λογική κινείται και η παραλλακτικότητα που χαρακτηρίζει τα υπόλοιπα προς μελέτη φυτικά είδη. Σύμφωνα με τους Vokou *et al.* (1988), η περιεκτικότητα της *Origanum onites* σε αιθέριο έλαιο ήταν υψηλότερη προς το τέλος της ανθοφορίας και στα αρχικά στάδια του σχηματισμού του σπόρου. Αντίστοιχα οι Kofidis *et al.* (2003) διερευνώντας την ιδανικότερη χρονική στιγμή για συγκομιδή ανακάλυψαν ότι η υψηλότερη απόδοση των φύλλων σε αιθέριο έλαιο εμφανίστηκε στα μέσα Ιουλίου προς το τέλος της ανθοφορίας και στα αρχικά στάδια της καρπόδεσης ενώ η χαμηλότερη τον Ιούνιο, στο στάδιο λίγο πριν την άνθηση. Ως προς τη χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου, οι μέγιστες τιμές των επιμέρους συστατικών εμφανίστηκαν τον Ιούνιο για τη θυμόλη, τον Ιούλιο για την καρβακρόλη, το π-κυμένιο και το γ-τερπινένιο και το Σεπτέμβριο για το α-πινένιο. Χαρακτηριστικά, οι Dudai *et al.*, (1989) αναφέρουν ότι καθώς το μήκος της ημέρας μεγαλώνει, η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο αυξάνεται όπως και οι συγκεντρώσεις των φαινολικών στοιχείων. Αντίθετα, σε συνθήκες μικρής ημέρας η απόδοση του ελαίου μειώνεται και το συστατικό εκείνο το οποίο κυριαρχεί είναι το π-κυμένιο. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από άλλους ερευνητές (Circella *et al.*, 1995).

Όσον αφορά το είδος *Satureja thymbra* οι Chronianopoulos *et al.* (2006) βρήκαν ότι καθώς πλησιάζουμε στην περίοδο ανθοφορίας παρατηρείται σταδιακή μείωση των πρόδρομων ουσιών και ταυτόχρονη αύξηση στους φαινολικούς μεταβολίτες καρβακρόλη και θυμόλη. Συγκεκριμένα, στο στάδιο της προάνθησης, τα αιθέρια έλαια περιείχαν θυμόλη ως βασικό συστατικό, ενώ κατά την περίοδο ανθοφορίας συμπίπτει με μια απότομη μείωση των επιπέ-

δων της καρβακρόλης και την επικράτηση της θυμόλης ως το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου.

Αξιοσημείωτο υπήρξε το γεγονός ότι το άθροισμα των δύο φαινολικών μονοτερπενίων, καρβακρόλη και θυμόλη και των δύο βιοσυνθετικών προδρόμων τους, π-κυμένιο και γ-τερπινένιο εμφάνισε σταθερότητα, ασχέτως του σταδίου στο οποίο έγινε η συγκομιδή κάτι που επιβεβαιώνεται και από άλλους ερευνητές (Lawrence, 1984; Ravid & Putievsky, 1986).

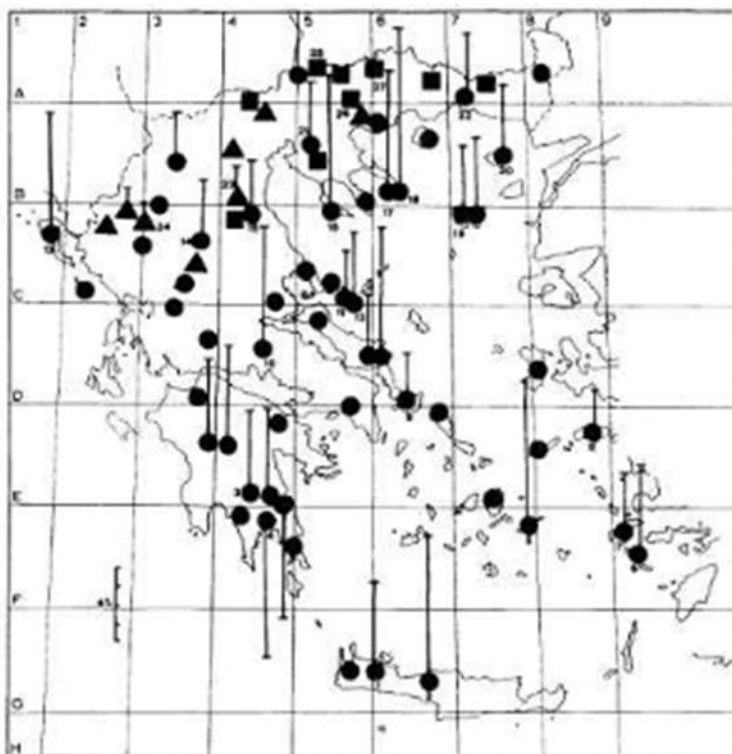
Επίσης, παρόμοια συμπεράσματα έχουν αναφερθεί και για τα διάφορα είδη θυμαριού. Οι Cabo *et al.* (1987) βρήκαν ότι η απόδοση σε αιθέριο έλαιο του *Thymus hyemalis* κυμαινόταν από 0,15%το χειμώνα, έως 0,58% το καλοκαίρι ενώ οι εκατοστιαίες αναλογίες των βασικών συστατικών σε γενικές γραμμές ήταν σταθερές. Με βάση τα παραπάνω κατέληξε στο ότι καλύτερη εποχή για συγκομιδή του συγκεκριμένου είδους, τόσο από άποψη απόδοσης όσο και περιεκτικότητας σε φαινόλες, είναι κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά την πλήρη άνθηση.

Τέλος, σε πειράματα που έγιναν στην *Origanum onites* για τη σύνθεση του αιθέριου ελαίου σχετικά με το στάδιο συγκομιδής αλλά και την ώρα συλλογής των εναέριων μερών του φυτού έδειξαν ότι το ποσοστό καρβακρόλης ήταν μεγαλύτερο τις πρωινές ώρες σε αντίθεση με το ποσοστό της θυμόλης που παρουσίαζε χαμηλότερα ποσοστά την ίδια ακριβώς στιγμή (Toncer *et al.*, 2009). Επίσης, η παρατηρούμενη αύξηση του ποσοστού καρβακρόλης με παράλληλη μείωση του περιεχομένου του αιθέριου ελαίου σε θυμόλη οφείλεται στο στάδιο ανάπτυξης του φυτού και υποδεικνύει την ύπαρξη ενός βιοσυνθετικού συσχετισμού μεταξύ των δύο αυτών ενώσεων. Ο Baydar (2002) ανέφερε ότι τα βασικά συστατικά της ρίγανης, καρβακρόλη και η θυμόλη παρουσιάζουν αντίστροφη αναλογία. Ομοίως, Russo *et al.* (1998) ανέφεραν επίσης ότι το χημειοτυπικό προφίλ στα βοτανικά είδη, φέρει έναν γενετικά κωδικοποιημένο ενζυματικό εξοπλισμό ο οποίος κατευθύνει τη βιοσύνθεση του φυτού προς τον σχηματισμό των οριστικών ενώσεων. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι ακόμα και η χρονική στιγμή που θα γίνει η συλλογή των εναέριων τμημάτων των αρωματικών φυτών μπορεί να έχει επίδραση στη σύσταση του αιθέριου ελαίου τους.

### **1.11.2. Γεωγραφική παραλλακτικότητα**

Το είδος *Origanum hirtum* είναι το συνηθέστερο είδος ρίγανης που απαντάται στην Ελλάδα, παρουσιάζοντας μάλιστα ευρεία γεωγραφική εξάπλωση σε συνδυασμό με υψηλή μορφολογική ποικιλότητα (Kokkini *et al.*, 1991). Σύμφωνα με διάφορες έρευνες, το αιθέριο έλαιο του εν λόγω φυτού παρουσιάζει υψηλή παραλλακτικότητα σε ότι αφορά την απόδοση και τη χημική του σύσταση ενώ ως υπεύθυνοι παράγοντες για αυτό θεωρούνται το υψόμετρο και το κλίμα (Vokou *et al.*, 1993; Γαβαλάς, 2004). Οι Vokou *et al.* (1993) διερευνώντας την ποιοτική και ποσοτική φάση των αιθέριων ελαίων 23 διαφορετικών ελληνικών πληθυσμών της *Origanum hirtum* βρήκαν ότι οι υψηλότερες αποδόσεις καταγράφηκαν σε χαμηλότερα

υψόμετρα και σε θερμότερα κλίματα, δηλαδή σε περιοχές αντιπροσωπευτικές των μεσογειακών οικοσυστημάτων (Εικόνα 10).

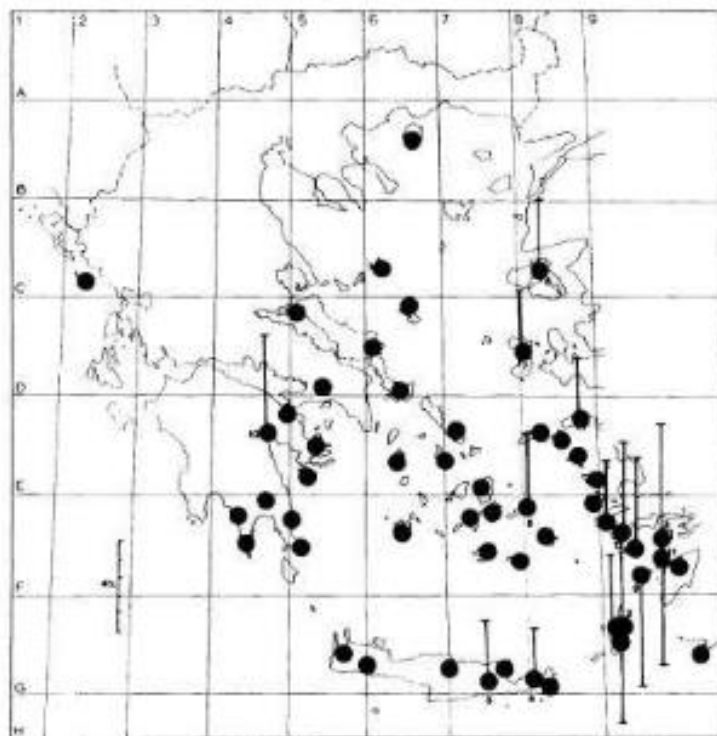


Εικόνα 10. Κατανομή της *Origanum vulgare* στην Ελλάδα και περιεκτικότητες αιθέριου ελαίου της με βάση το είδος: • subsp. *hirtum*, ▲ subsp. *viridulum*, ■ subsp. *vulgare* (Επιπλέον, το σήμα συμβολίζει περιεκτικότητες που κυμαίνονται μεταξύ 0,1% και 0,3%, λόγω των ορίων της κλίμακας). Αριθμημένοι πληθυσμοί είναι εκείνοι που χρησιμοποιούνται για τη χημική ανάλυση. Vokou et al. (1993).

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Γαβαλάς (2004) και Ανδρονής (1989) οι οποίοι αναφέρουν ότι για πληθυσμούς *Origanum hirtum* που αναπτύχθηκαν στη βόρεια και κεντρική Ελλάδα παρουσιάστηκαν υψηλότερες αποδόσεις στις περιοχές με ξηροθερμικές συνθήκες και χαμηλό υψόμετρο, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την τάση ελάττωσης της απόδοσης που παρατηρήθηκε στον Όλυμπο. Ο Κουτσός (2006) επεξηγεί το φαινόμενο λέγοντας ότι όσο το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνουν, τόσο περιορίζεται το καλοκαίρι με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου της φωτοσύνθεσης και των προϊόντων αυτής, ανάμεσα στα οποία είναι και τα συστατικά του αιθέριου ελαίου.

Παρομοίως, ο Ντάφης (1986) αναλύει την θετική επίδραση της θερμοκρασίας, ως μιας από τις κυριότερες κλιματικές παραμέτρους, εξηγώντας ότι σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες η εξάτμιση του εδαφικού νερού εντείνεται με αποτέλεσμα την έντονη διαπνοή των φυτών και κατ'επέκταση την αύξηση της απόδοσης του ελαίου. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από τους Κοφιδίς *et al.*, (2003) με βάση την αρνητική συσχέτιση που παρατήρησαν μεταξύ του ύψους των φυτών αλλά και της φωτοσύνθεσης τους σε σχέση με το υψόμετρο σε φυτά *Origanum vulgare*.

Σύμφωνα με τους Vokou *et al.* (1993) η *Origanum onites* βρίσκεται κυρίως στη νότια και ανατολική πλευρά της Ελλάδας (Εικόνα 11).

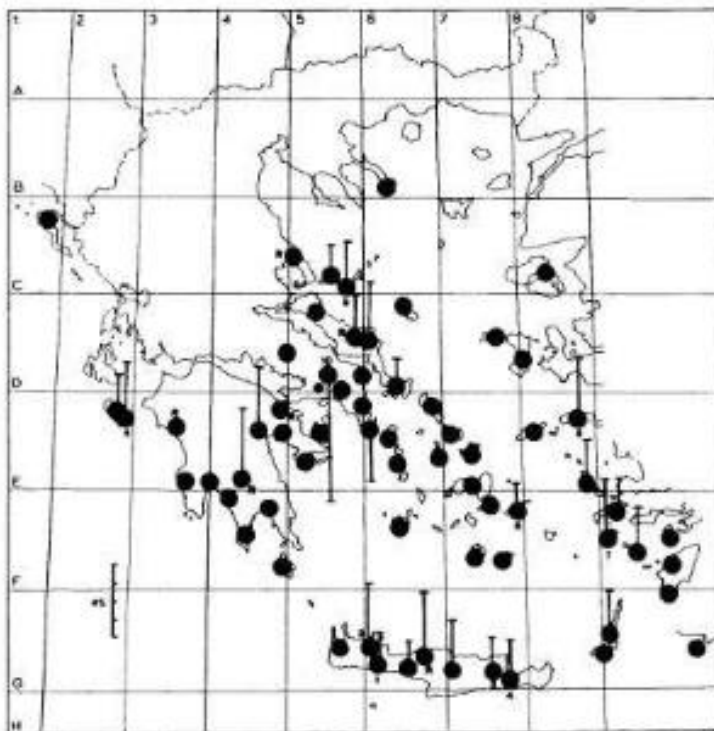


**Εικόνα 11.** Κατανομή της *Origanum onites* στην Ελλάδα και περιεκτικότητες αιθέριου ελαίου της. Αριθμημένοι πληθυσμοί είναι εκείνοι που χρησιμοποιούνται για τη χημική ανάλυση. Vokou *et al.* (1993).

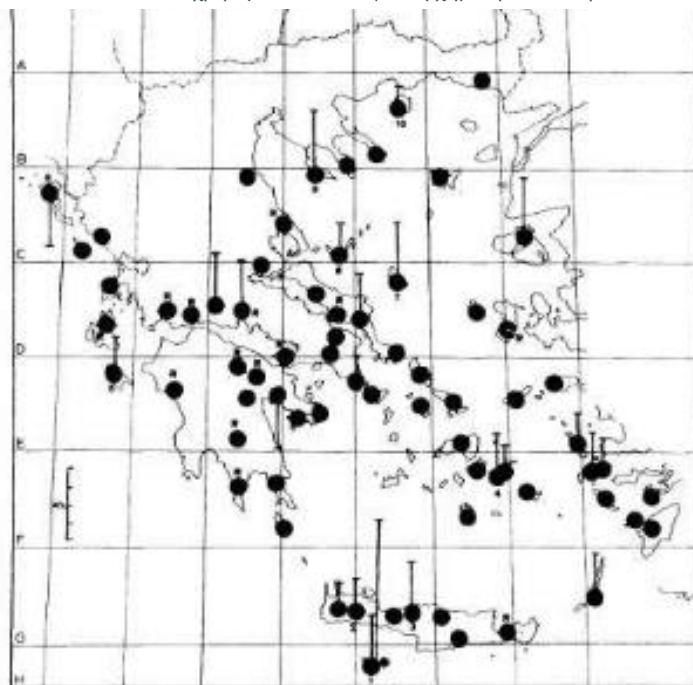
Ανάλογες έρευνες διεξήχθησαν και για άλλα είδη αρωματικών φυτών της οικογένειας *Lamiaceae*. Οι Karousou *et al.* (2005) σε μελέτη της επίδρασης του φυσικού περιβάλλοντος στη σύσταση αιθέριων ελαίων των *Satureja thymbra* και *Coridothymus capitatus* συλλεγμένων από 13 τοποθεσίες της Κρήτης, βρήκαν ότι το γεωγραφικό πλάτος έπαιξε ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο, καθώς και οι πληθυσμοί στο νοτιότερο τμήμα του νησιού εμφανίστηκαν παραγωγικότεροι σε σχέση με αυτούς που φύονται βορειότερα, ειδικότερα στην κεντρική και ανατολική Κρήτη. Επίσης, πέρα από την αντίστροφη σχέση απόδοσης και υψομέτρου παρατηρήθηκε ότι τα δείγματα που συλλέχθηκαν από ξηρούς, νάνους, θαμνώδεις σχηματισμούς πεδινών περιοχών εμφάνισαν υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (μέχρι και 75,7%) ενώ αυτά που συλλέχθηκαν από ορεινές περιοχές εμφάνισαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε θυμόλη (μέχρι και 65,6%).

Ακόμα, σύμφωνα με τους Vokou *et al.* (1993) το *Coridothymus capitatus* απαντάται σχεδόν σε όλη την Ελλάδα εκτός από την Βόρεια Ελλάδα και αυτό γιατί το είδος αυτό είναι καθαρά μεσογειακό. Το ίδιο φαίνεται να συμβαίνει και στο *Satureja thymbra*. Τα δύο αυτά αρωματικά φυτά παρόλο που ανήκουν σε διαφορετικά είδη παρουσιάζουν κάποια κοινά μορφολογικά και χημικά χαρακτηριστικά. Αναπτύσσονται και τα δύο στο ίδιο κλίμα, πάντα σε μεσογειακό οικοσύστημα, ενώ πολλές φορές βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο. Ωστόσο η

κατανομή του *Satureja thymbra* είναι λιγότερο διαδεδομένη από αυτή του *Coridothymus capitatus*. (Εικόνα 12 και 13)



Εικόνα 12. Κατανομή του *Satureja thymbra* στην Ελλάδα και περιεκτικότητα αιθερίου ελαίου της. Αριθμημένοι πληθυσμοί είναι εκείνοι που χρησιμοποιούνται για τη χημική ανάλυση. Vokou et al. (1993).



Εικόνα 13. Κατανομή του *Coridothymus capitatus* στην Ελλάδα και περιεκτικότητα αιθερίου ελαίου της. Αριθμημένοι πληθυσμοί είναι εκείνοι που χρησιμοποιούνται για τη χημική ανάλυση. Vokou et al. (1993).

Ανάλογα αποτελέσματα προέκυψαν και σε μελέτη αυτόχθονων πληθυσμών του *Thymus vulgaris* στη νότιο Γαλλία όπου παρατηρήθηκε ότι σε περιοχές με ξηροθερμικές συνθή-

κες, παραπλήσιες των μεσογειακών οικοσυστημάτων, κυριαρχούσαν χημειότυποι φαινολικών στοιχείων, δηλαδή καρβακρόλης και θυμόλης(C, T). Αντίθετα, σε ορεινές περιοχές, με υψόμετρο άνω των 400 m, με ψυχρό κλίμα και συχνές βροχοπτώσεις επικράτησαν χημειότυποι μη φαινολικών συστατικών όπως λιναλοόλης (L) και γερανιόλης (G) (Passet, 1971).

### 1.11.3. Γενετική παραλλακτικότητα

Οι περισσότεροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι μεγάλες διακυμάνσεις που παρατηρούνται στην εκατοστιαία ποσοστό των συστατικών έχουν να κάνουν τόσο με τις εκάστοτε περιβαλλοντικές συνθήκες όσο και με γενετικούς παράγοντες. Ως προς τη δεύτερη άποψη, διάφορες έρευνες έδειξαν ότι υπάρχουν δύο αλληλόμορφα γονίδια υπεύθυνα για τη φύση του φαινολικού στοιχείου που θα συσσωρευτεί (Vernet *et al.*, 1977). Ωστόσο, σύμφωνα με τους Νοκου *et al.* (1993), ως προς το είδος *Origanum hirtum* ειπώθηκε πως δεν φαίνεται να υποθέσουν με βεβαιότητα ότι η συσσώρευση καρβακρόλης ή θυμόλης υπακούει σε ένα απλό κληρονομικό κανόνα. Πάντα όμως, όσον αφορά τα ελληνικά δεδομένα, τα δύο επικρατέστερα στοιχεία θα είναι οι φαινόλες, με την καρβακρόλη να απαντάται συχνότερα στην πρώτη θέση (Kokkini *et al.*, 1994).

Επίσης, οι Gavalas *et al.* (2011) σε μελέτη τους δείχνουν ότι οι διάφοροι πληθυσμοί της ρίγανης που έχουν αναπτυχθεί σε διάφορες περιοχές στην Ελλάδα στην πραγματικότητα ανήκουν σε οικοτύπους. Ένας πρωταρχικός στόχος για την επιλογή αυτών των οικοτύπων είναι πιθανό ότι η παραγωγή αιθέριων ελαίων γίνεται για να αντιμετωπίσει το φυτό την περίοδο της ξηρασίας το καλοκαίρι. Αν είναι αυτή η περίπτωση, η διακύμανση εντός των ειδών των αρωματικών ειδών που απαντώνται στην Ελλάδα είναι πολύ υψηλό, δεδομένου ότι η χώρα είναι εξαιρετικά μεταβλητή στο κλίμα και την τοπογραφία της (Kokkini *et al.*, 1994).

Δεδομένου ότι η ρίγανη έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ως εμπορική καλλιέργεια οι πλέον κατάλληλοι οικοτύπων προς χρήση ως ποικιλίες παραγωγής για παραγωγή αιθέριου ελαίου φαίνεται να είναι εκείνοι που έχουν εξελιχθεί σε πιο ξηροθερμικά περιβάλλοντα: οι πληθυσμοί που έχουν εξελιχθεί σε αυτό το περιβάλλον όχι μόνο έχουν υψηλότερο περιεχόμενο σε φαινολικά στο αιθέριο έλαιό τους, αλλά και παράγουν περισσότερο αιθέριο έλαιο ανά φυτό, αν και παράγουν λιγότερη φυτομάζας ανά μονάδα.

### 1.11.4. Παραλλακτικότητα λόγω ηλικίας του φυτού

Σύμφωνα με διάφορους ερευνητές, το φαινόμενο της εποχικής διακύμανσης δεν μπορεί και δεν θα πρέπει να διαχωριστεί από την διαδικασία της ανάπτυξης. Χαρακτηριστικά ο Kazantzis (1999) κάνει λόγο για πάνω από διπλάσια συγκέντρωση αιθέριου ελαίου στα νεότερα φύλλα από ότι στα μεγαλύτερης ηλικίας τον Μάρτιο, ωστόσο η διαφορά αυτή εξαφανίστηκε ως το τέλος Μαΐου. Τον Μάρτιο η περιεκτικότητα του π-κυμενίου ήταν υψηλότερη συγκριτικά με τη συγκέντρωση της καρβακρόλης και αυτό παρατηρήθηκε εντονότερα στα πιο γηρασμένα φύλλα. Συμπληρωματικά, οι Avato *et al.* (2005) αναφέρουν ότι το γ-



τερπινένιο παρουσιάζει πτωτική τάση σε φυτά μεγαλύτερης ηλικίας συγκριτικά με αυτά νεαρότερης. Πιθανή εξήγηση του φαινομένου αυτού αποτελεί η ενεργοποίηση διαφόρων “διαδρομών” στο μεταβολισμό των τερπενοειδών.

## **1.12. Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή και σύσταση αιθέριων ελαίων**

### **1.12.1. Γενικά**

Τα αιθέρια έλαια μαζί με τα αλκαλοειδή και τα φαινολικά συστατικά είναι σημαντικά συστατικά του δευτερογενούς μεταβολισμού του φυτού. Η αξία τους κρίνεται τόσο από τη μέχρι σήμερα γνωστή χρήση τους από τη βιομηχανία φαρμάκων, τροφίμων και αρωμάτων, αλλά και από τις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητές τους που ενισχύουν η χρήση των αιθέριων ελαίων στα τρόφιμα. Καθίσταται έτσι τις περισσότερες φορές απαραίτητο να είναι γνωστή η εποχή συλλογής, ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή σύσταση και απόδοση σε αιθέριο έλαιο. Για να γίνει αυτό εφικτό, θα πρέπει να είναι γνωστοί οι παράγοντες που καθορίζουν τη χημική σύσταση καθώς και την απόδοση του αιθέριου ελαίου στα φυτά.

Στη συνέχεια αναλύονται κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες :

### **1.12.2. Μεταβολές στη Φυσιολογία του φυτού**

Οι μεταβολές στη φυσιολογία του φυτού αφορούν:

- Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων(φύλλα, άνθη, καρποί)
- Το μέρος του φυτού (φύλλα, άνθη κλπ.) που αναλύεται
- Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια
- Την εποχική διακύμανση
- Τις μηχανικές και χημικές βλάβες

### **1.12.3. Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων**

Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων του φυτού (φύλλα, άνθη, καρποί) είναι καθοριστικό για τη σύσταση του αιθέριου ελαίου του φυτού. Στις περισσότερες περιπτώσεις η απόδοση σε αιθέριο έλαιο είναι αυξημένη την περίοδο της ανθοφορίας.

### **1.12.4. Το μέρος του φυτού που αναλύεται**

Στις περισσότερες περιπτώσεις η σύσταση του αιθέριου ελαίου εξαρτάται από το μέρος του φυτού που αναλύεται : άνθη, πράσινα μέρη (φύλλα, βλαστοί), φλοιοί, ολόκληροι καρποί, περικάρπιο ή μόνο σπόροι , ρίζες κ.α.

#### **1.12.5. Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια**

Οι διαφορές στη σύσταση του αιθέριου ελαίου στα διάφορα μέρη του φυτού μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει και από την ετερογενή κατανομή των εκκριτικών οργάνων( τριχίδια , πόροι) στο φυτό. Συχνά από τα όργανα αυτά δεν εκκρίνονται τα ίδια συστατικά , ενώ μπορεί και ο μηχανισμός έκκρισης να είναι διαφορετικός ή ακόμα και να μην αναπτύσσονται ταυτόχρονα σε όλα τα μέρη του φυτού. Το είδος και η θέση των οργάνων αυτών είναι χαρακτηριστικά για κάθε οικογένεια.

#### **1.12.6. Εποχική Διακύμανση**

Σε πολλά είδη η σύσταση του αιθέριου ελαίου τους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους, γεγονός που καθορίζει και την εποχή συλλογής του φυτού. Συχνά οι μεταβολές στη σύσταση όσο και στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο συνδέονται με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν τους διάφορους μήνες του έτους (διάρκεια ηλιοφάνειας , θερμοκρασία , υγρασία) ή ακόμη και με επιμολύνσεις από παθογόνους μικροοργανισμούς(ιδιαίτερα τους μήνες με υψηλή βροχόπτωση).

#### **1.12.7. Μηχανικές και χημικές βλάβες**

Η συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών στο φυτό επηρεάζεται από πληγές ή προσβολές που μπορεί να προκληθούν από αρπακτικά πτηνά ή ακόμη και από την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Στις περιπτώσεις αυτές νέα συστατικά μπορεί να παραχθούν ή ακόμη μπορεί να παρατηρείται αύξηση στη συγκέντρωση ή /και αλλαγή στις αναλογίες των ήδη υπάρχοντων συστατικών. Η αντίδραση ενός υγιούς φυτού σε οποιοδήποτε είδος μηχανικής ή χημικής βλάβης επιπλέον εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τη διαθεσιμότητα του νερού, την ηλιοφάνεια κ.α.

#### **1.12.8. Περιβαλλοντικοί παράγοντες**

##### **1.12.8.1. Κλίμα**

Η παραγωγή των αιθερίων ελαίων εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον ανάπτυξης του φυτού. Το κλίμα είναι ίσως ο μοναδικός παράγοντας που διαφεύγει του ανθρώπινου ελέγχου, γι' αυτό και θεωρείται καθοριστικός στη ποιότητα των αιθερίων ελαίων.

##### **1.12.8.2. Γεωγραφική θέση**

Από πολλές βιβλιογραφικές αναφορές επιβεβαιώνεται ότι συχνά τόσο η απόδοση όσο και η σύσταση του αιθέριου ελαίου για το ίδιο είδος φυτού εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση της καλλιέργειας. Η ύπαρξη χημειοτύπων είναι το αποτέλεσμα διαφορών στις περιβαλλοντικές συνθήκες , στις συνθήκες καλλιέργειας (γεωγραφικό ύψος, ηλιοφάνεια, τύπος εδάφους , φυτοκάλυψη εδάφους), οι οποίες καταλήγουν και σε γενετικές διαφοροποιήσεις των ειδών.

#### **1.12.8.3. Γενετικοί παράγοντες**

Η παραγωγή και η χημική σύσταση των αιθέρων ελαίων από τα φυτά είναι γενετικά καθορισμένη. Ωστόσο , μικρές διαφορές στο γονότυπο ατόμων του ίδιου είδους επηρεάζουν σημαντικά τη χημική σύσταση των δευτερογενών μεταβολιτών (δημιουργία χημειοτύπων ), χωρίς να μεταβάλλουν την μορφολογία του.

#### **1.12.9. Αντιοξειδωτική Δράση Αιθέρων Ελαίων**

Τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών , εκτός από την συνεισφορά τους στο άρωμα των τροφίμων , μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε μικρές ποσότητες για την πρόληψη ή καθυστέρηση αντιδράσεων αποικοδόμησης των λιπαρών υλών . Η χρήση των αιθέρων ως φυσικά αντιοξειδωτικά έχει προταθεί από πολλούς ερευνητές κυρίως στις περιπτώσεις τροφίμων όπου το άρωμά τους συνδέεται με τη χρήση συγκεκριμένων αιθέρων αρωματικών φυτών (Ruberto & Baratta, 2000). Η αντιοξειδωτική δράση των αιθέρων ελαίων αρωματικών φυτών μπορεί να οφείλεται είτε στα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου , είτε σε συστατικά που περιέχονται σε μικρές αναλογίες όπως ακόμη και στη συνδυαστική δράση των δυο προηγούμενων (Polteo *et al* ,2006).

Μέχρι σήμερα έχει μελετηθεί εκτενώς και αποδειχθεί η υψηλή αντιοξειδωτική δράση της θυμόλης και της καρβακρόλης , δυο υδροξυλιωμένων φαινολικών ενώσεων. Μάλιστα η ισχυρή αντιοξειδωτική δράση των δυο αυτών συστατικών που ανήκουν στην ομάδα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων , συνδέεται περισσότερο με την παρουσία του -OH, παρά με το φαινολικό δακτύλιο (Shahidi 1997). Άλλες ενώσεις της ομάδας των οξυγονωμένων μονοτερπενίων παρουσιάζουν μικρότερη αντιοξειδωτική δράση , η οποία πάντως κάθε φορά εξαρτάται από τη χαρακτηριστική ομάδα που υπάρχει στο μόριο της ένωσης .

#### **1.13. Παραλαβή των αιθέρων ελαίων από τα φυτά**

Η μέθοδος η οποία ακολουθείται για την παραλαβή ενός αιθέριου ελαίου είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες διασφάλισης της ποιότητάς του. Σκοπός της επιλογής μεταξύ των μεθόδων είναι το τελικό προϊόν να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερο σε σύσταση με το αιθέριο έλαιο του φυτού. Κλειδί σε αυτή τη διαδικασία είναι οι ήπιες συνθήκες απομόνωσης, δηλαδή η χαμηλή πίεση και θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της μεθόδου. Υψηλές πιέσεις

και θερμοκρασίες καθώς και η χρήση διαλυτών μπορούν να αλλάξουν τη μοριακή δομή των ενώσεων, να καταστρέψουν τις φαρμακευτικές ιδιότητες και το άρωμα του αιθέριου ελαίου.

Για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνονται υπ' όψιν τα εξής:

1. Το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού
2. Η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέρια έλαια
3. Η αξία του αιθέριου ελαίου
4. Η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου

Συνήθως, τα έλαια παραλαμβάνονται από το αντίστοιχο φυτικό υλικό (φύλλα, κορμός, κλαδιά, ρίζες, άνθη κλπ) με τις παρακάτω τεχνικές απόσταξης:

- ο Απόσταξη με υδρατμούς (steam distillation-SD).
- ο Υδροαπόσταξη (Hydrodistillation-HD).
- ο Μικροαπόσταξη με υδρατμούς εκχύλισης με οργανικό διαλύτη (Microsteam distillation-MSDE).
- ο Απόσταξη με κενό (vacuum head space distillation -VHSD).
- ο Μικροκύματα (microwave assisted extraction-MAE).

Η υδροαπόσταξη είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε εργαστηριακή κλίμακα. Χαρακτηριστικό γνώρισμά της είναι ότι το φυτικό υλικό βρίσκεται σε νερό υπό βρασμό, οι ατμοί του οποίου τελικά εκχυλίζουν το αιθέριο έλαιο του φυτού. Το μείγμα τοποθετείται εντός σφαιρικής φιάλης θέρμανσης η οποία συνδέεται με μια ειδική συσκευή ψύξης Clevenger στην οποία οι ατμοί υγροποιούνται και διαχωρίζεται το έλαιο από το νερό λόγω της διαφορετικής τους πυκνότητας. Η ταχύτητα της απόσταξης ρυθμίζεται από την ένταση της θέρμανσης, η αύξηση της οποίας επιφέρει τη διάσπαση των διάφορων συστατικών του αιθέριου ελαίου και την υποβάθμιση της ποιότητάς του.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

1. απλή χρήση
2. μικρό κόστος της αποστακτικής συσκευής
3. εύκολη μεταφορά της συσκευής
4. είναι κατάλληλη και για υλικά όπως ρίζες, ξύλο και καρπούς

Μειονεκτήματα:

1. δεν είναι κατάλληλη για μεγάλες ποσότητες φυτικού υλικού
2. περισσότερο χρονοβόρα από άλλες μεθόδους
3. η απόδοση σε αιθέριο έλαιο είναι σχετικά μικρή
4. η ποιότητα του αιθέριου ελαίου είναι κατώτερη λόγω διάσπασης ορισμένων ευαίσθητων συστατικών.

#### **1.14. 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 ή/και η ταυτοποίησή τους (Huie, 2002; Kaufmann & Christen, 2002).

Η χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων γίνεται συνήθως με την χρήση αέριας χρωματογραφίας (GC) (ποιοτική ανάλυση) και με την 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.

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:

- ο Η θερμοκρασία του εισαγωγέα.
- ο 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.
- ο 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.
- ο Το είδος της στήλης. Συνήθως χρησιμοποιούνται τριχοειδείς στήλες στις οποίες η υγρή στατική φάση μπορεί να είναι πολική, μετρίως πολική και μη πολική.
- ο 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 ή με τη σύγκριση 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  $t_{Rx}$  της άγνωστης ουσίας με το  $t_{RA}$  προτύπων αλκανίων) σε δύο στήλες διαφορετικής πολικότητας (Lahlou, 2003) ή στην ίδια στήλη με διαφορετικές θερμοκρασίες (Denayer & Tilquin, 1994).

### **1.15. Χημειοταξινόμηση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με βάση τα αιθέρια έλαια**

Παρότι δεδομένα για την ύπαρξη παραλλακτικότητας στην χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων μέσα στα ίδια είδη υπήρχαν από παλιά, ο όρος χημειοταξινόμηση προτάθηκε και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στο συνέδριο του Wageningen το 1957 (Tetenyi, 1958) όπου και παρουσιάστηκαν αρκετές εργασίες για αιθέρια έλαια τα οποία αποτελούσαν «χημικές φυλές – chemical races» (Rovesti, 1957; Stahl, 1957). Χημειοταξινόμηση είναι η αναγνώριση και ο διαχωρισμός των φυτών και άλλων οργανισμών με βάση τις διαφορές και της ομοιότητες της βιοχημικής τους σύστασης. Τα φυτά παράγουν ή αποθηκεύουν αιθέρια έλαια τα οποία τα καθορίζουν και είναι συγκρίσιμα αυτών (ποσότητα ελαίου και χημική σύσταση αυτού) που προκύπτουν από την απόσταξη των φυτών. Επομένως είναι δυνατό να εξαχθούν σωστά συμπεράσματα για την φύση του εκάστοτε φυτού εάν η χημειοταξινομική αξιολόγηση των αιθέριων ελαίων διενεργηθεί στα απεσταγμένα προϊόντα τα οποία αντιπροσωπεύουν φυσιολογικώς ενεργά συστατικά (Schilcher, 1977). Οι Flake & Turner (1973) αξιολόγησαν την δυνατότητα χρήσης διαφόρων πτητικών συστατικών ως ταξινομικών χαρακτήρων και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα τερπένια ήταν ιδανικοί ταξινομικοί χαρακτήρες σε επίπεδο γένους και κάτω.

Η συχνότητα εμφάνισης στα αγγειόσπερμα συγκεκριμένων διτερπενικών συστατικών μαζί με άλλους δευτερογενείς μεταβολίτες έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες χημειοταξινομικές μελέτες (Figueiredo *et al.*, 1995; Fraga *et al.*, 1995). Έρευνες σχετικά με την εμφάνιση των διτερπενίων αναφέρουν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φυτογεωγραφικές μελέτες (Cole, 1992) και μελέτες διαχωρισμού ποικιλιών μέσα στο είδος (Kubo *et al.*, 1982). Οι Russo *et al.* (1998) αξιολόγησαν την χρήση των συστατικών των αιθέριων ελαίων για την χημειοταξινόμηση αυτοφυών πληθυσμών της *Origanum vulgare ssp. hirtum L.* από διάφορες περιοχές της Ιταλίας. Στην συγκεκριμένη μελέτη αναφέρεται επίσης

ότι η συγκέντρωση των φυτών σε έλαιο είναι το μόνο χαρακτηριστικό των φυτών ρίγανης που εμφανίζει σχετική σταθερότητα και επομένως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση των υποειδών ρίγανης.

## **1.16. Προσαρμοστικότητα**

Τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί παγκοσμίως η ζήτηση για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Σε αυτό έχει συμβάλει η συνειδητοποίηση του ρόλου που μπορούν να παίξουν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στην έρευνα για καινούργια ενεργά συστατικά που θα αξιοποιηθούν από τις βιομηχανίες φαρμάκων, τροφίμων και καλλυντικών, παράλληλα με το αίτημα των καιρών για «επιστροφή στη φύση». Οι ευεργετικές δράσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών φαίνεται να αποδίδονται πρωτίστως στα φαινολικά συστατικά (Καρβακρόλη-Θυμόλη) των αιθέριων ελαίων (Bullerman *et al.*, 1977; Pellequer *et al.*, 1980; Sivropoulou *et al.*, 1996; Moure *et al.*, 2001).

### **1.16.1. Η Έννοια της προσαρμοστικότητας**

Με τον όρο προσαρμοστικότητα εννοούμε την αντίδραση των φυτών στην τροποποίηση των περιβαλλοντικών συνθηκών που στηρίζεται είτε στις φαινοτυπικές μεταβολές ή στην φαινοτυπική σταθερότητα, τα οποία αποτελούν εναλλακτικά ενδεχόμενα της προσαρμοστικής ικανότητας των φυτών (Harper J.L., 1977).

Οι χαρακτήρες των φυτών δεν αντιδρούν ομοιόμορφα στις πιέσεις του περιβάλλοντος και έτσι η πλαστικότητα των φυσιολογικών χαρακτήρων ή του τρόπου ανάπτυξης αυτών, μπορεί να συνυπάρχει με την σχετική σταθερότητα άλλων που αφορούν στην ανάπτυξη του φυτού ή στο μέγεθος ορισμένων χαρακτηριστικών του.

Η προσαρμογή ενός φυτού σε ένα οικοσύστημα είναι η στιγμιαία αλληλεπίδραση των γόνων και της «εμπειρίας» του φυτού για το συγκεκριμένο περιβάλλον (plant's eye view) (Harper, 1977; Burdon, 1980). Πρέπει να αναφερθεί επίσης ότι μεγάλη σημασία στην προσαρμογή των φυτών παίζουν οι γενετικοί παράγοντες, η πλευρική ετερογένεια του περιβάλλοντος (θρεπτικά στοιχεία, pH, θερμοκρασία, υγρασία κ.ά), η κάθετη ετερογένεια του περιβάλλοντος (διαθέσιμα στοιχεία, διαβάθμιση της ηλιακής ακτινοβολίας) και η αλληλεπίδραση των φυτών σε ένα οικοσύστημα (Harper, 1977).

### **1.16.2. Προσαρμοστικότητα Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών**

Η ποιότητα καλλιεργούμενων φυτών ρίγανης καθορίζεται κυρίως από την % περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και από την σύσταση αυτού ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται (Franz & Novak, 1997). Οι δύο αυτοί παράγοντες παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα ανάλογα με τους γονότυπους των φυτών, τις κλιματικές συνθήκες

και την λίπανση με θρεπτικά στοιχεία κατά την καλλιέργεια (D'Antuono *et al.*, 2000; Novak *et al.*, 2003). Οι Novak *et al.* (2003) υποστηρίζουν ότι η σύσταση του αιθέριου ελαίου φυτών ρίγανης φαίνεται να εξαρτάται σε μεγαλύτερο βαθμό από τον γονότυπο, με τις κλιματικές συνθήκες να ευθύνονται για μικρότερο ποσοστό παραλλακτικότητας. Σύμφωνα με τους Karousou *et al.* (2003), η ποσοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων σχετίζεται με το ενδιαίτημα του φυτού. Πιο συγκεκριμένα:

1. Φυτά ενός είδους που αναπτύσσονται στον ίδιο φυσικό χώρο παρουσιάζουν παρόμοια σύσταση ελαίων.
2. Φυτά ενός είδους που αναπτύσσονται σε διαφορετικούς φυσικούς χώρους παρουσιάζουν διαφορετική σύσταση ελαίων.
3. Φυτά διαφορετικών ειδών που αναπτύσσονται στον ίδιο φυσικό χώρο έχουν έλαια παρόμοιας σύστασης. Για παράδειγμα το *C. capitatus* και το *S. thymbra* όταν αναπτύχθηκαν σε πεδινή περιοχή ήταν πλούσια σε καρβακρόλη, ενώ τα ίδια φυτά όταν αναπτύχθηκαν σε ορεινή περιοχή ήταν πλούσια σε θυμόλη (Karousou *et al.*, 2005).

Σύμφωνα και με τα παραπάνω, ακόμα και φυτά του ίδιου είδους σε διαφορετικά περιβάλλοντα διαφοροποιούνται μορφολογικά αλλά και ως προς τα χημικά τους χαρακτηριστικά. Οι παράγοντες που μπορεί τα φυτά να οφείλουν τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά τους και να προσαρμόζονται μπορεί να είναι η θερμοκρασία, φωτοπερίοδος και βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις.

#### 1.16.2.1. Θερμοκρασία και Φωτοπερίοδος

Σε πειράματα των Fahlen *et al.* (1997) μελετήθηκαν οι επιδράσεις διαφορετικών συνθηκών φωτός και θερμοκρασίας στη φυλλική ανάπτυξη στην απόδοση και σύνθεση των αιθέριων ελαίων των φυτών *Mentha piperita* L, *M. spicata* L, *M. longifolia* L, *M. rubra* L και *Chamomilla recutita* (L) Rausch.

Η πλειοψηφία των ειδών του γένους *Mentha*, τα οποία εκτέθηκαν σε μια φωτοπερίοδο 21 ώρες φως και 3 ώρες σκοτάδι, συνθήκες που προσομοιάζουν αυτές της βόρειας Σουηδίας το μήνα Ιούλιο, παρήγαγαν υψηλότερα ποσοστά μενθόλης σε σχέση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες μικρότερης φωτοπερίοδου. Οι θερμοκρασίες νύχτας δεν είχαν μεγάλη επίδραση στα επίπεδα μενθόλης στο πείραμα με τις 21 ώρες φωτός. Σε όλους τους πειραματικούς χειρισμούς η απόδοση σε μενθόλη ήταν υψηλότερη σε σχέση με την απόδοση μενθόνης. Οι διαφορετικοί περιβαλλοντικοί χειρισμοί δεν είχαν σαφή επίδραση στη φυλλική ανάπτυξη. Όσον αφορά το *C. recutita* ο συνδυασμός φωτοπερίοδου 21-3 h και θερμοκρασίας 25-18°C είχε σαν αποτέλεσμα υψηλότερα επίπεδα παραγωγής της α-βισαβολόλης, ενώ έγινε επαγωγή του σχηματισμού οφθαλμών και ανθέων στους χειρισμούς με φωτοπερίοδους  $\geq 17$  ωρών (Fahlen *et al.*, 1997).



Σε εργασία των Farooqi *et al.* (1999), 3 είδη μέντας, *M. arvensis*, *M. citrata* και *M. cardiaca* αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες μικρής, μεγάλης και κανονικής ημέρας. Όλα τα είδη άνθισαν καλύτερα υπό συνθήκες μεγάλης ημέρας ενώ ο φωτοπεριοδικός χειρισμός τροποποίησε και τη σύνθεση σε αιθέρια έλαια. Τα φυτά μικρής ημέρας, μολονότι είχαν πιο μικρή φυτική βιομάζα περιείχαν υψηλότερη συγκέντρωση ελαίου ανά μονάδα βάρους ιστού. Τα φυτά μεγάλης ημέρας παρότι διέφεραν ως προς τη φυτομάζα, είχαν παρόμοια ποσότητα αιθερίου ελαίου. Η μεγαλύτερη πυκνότητα τριχιδίων ή η ελλιπής επίτευξη ωριμότητας στα φύλλα υπό συνθήκες μικρής ημέρας οδήγησε στην υπόθεση της αύξησης της συγκέντρωσης αιθερίου ελαίου στα φυτά αυτά

#### **1.16.2.2. Υγρασία**

Η υδατική καταπόνηση δεν επηρεάζει μόνο την αύξηση και την επιβίωση ενός φυτού, αλλά και διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές αποκρίσεις του (Hughes *et al.* 1989). Η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών πιστεύεται ότι ευνοείται από περιβάλλοντα καταπόνησης. Οι Sangwan *et al.* (1993, 1994) έκαναν πειράματα πάνω στην επίδραση συνθηκών χωρίς υγρασία σε αρωματική χλόη (*Cymbopogons*). Βραχυπρόθεσμη υδατική καταπόνηση επηρέασε τη βιοσύνθεση αιθερίου ελαίου. Σε πειράματα μακροπρόθεσμης υδατικής καταπόνησης στα είδη *C. nardus var. confertiflorus* και *C. pendulus* οι ποσότητες των παραγόμενων αιθέριων ελαίων παρέμειναν σταθερές ή αυξήθηκαν ανάλογα με το είδος και την ένταση της καταπόνησης.

#### **1.16.2.3. Βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες**

Η υψηλή μορφολογική ποικιλότητα της *O. vulgare ssp. hirtum* σχετίζεται με την υψηλή ποικιλότητα αιθέριων ελαίων και πιο ειδικά με τα ποσοτικά χαρακτηριστικά αυτών.

Οι υψηλότερες αποδόσεις ανταποκρίνονται σε φυτά που μεγαλώνουν σε οικοσυστήματα μεσογειακού τύπου με χαμηλό υψόμετρο, γεγονός κοινό για όλη την οικογένεια των *Lamiaceae* (Kokkini *et al.*, 1989).

Στην μελέτη των Kokkini και Vokou, (1989); Kokkini *et al.*, (1991) διαπιστώθηκε ότι το περιεχόμενο σε αιθέρια έλαια είναι διαγνωστικό χαρακτηριστικό για τη διάκριση του *O. vulgare ssp. hirtum* από άλλα δύο υποείδη που αναπτύσσονται σε βορειότερα τμήματα της Ελλάδας. Τα υποείδη *ssp. vulgare* και *ssp. viridulum* παράγουν χαμηλότερα ποσοστά αιθερίου ελαίου (Kokkini & Vokou, 1989; Kokkini *et al.*, 1991).

Σύμφωνα με τους Gil *et al.* (2002), οι περιβαλλοντικές επιδράσεις της τοποθεσίας, της λίπανσης και των ζιζανίων, ήταν υπεύθυνες για την παραλλακτικότητα της σύνθεσης ελαίου στον κορίανδρο, καθώς άλλαζαν τη συγκέντρωση των βασικών συστατικών. Οι συνθήκες εδάφους μπορούν να επηρεάσουν την αφομοίωση των διαθέσιμων θρεπτικών συστατικών, γεγονός σημαντικό για το περιεχόμενο και τη σύσταση αιθέριων ελαίων. Η αλληλεπίδραση

μεταξύ περιβαλλοντικών παραγόντων (αποσάθρωση εδάφους, λίπανση και ζιζάνια) καθώς και οι γονοτυπικές διαφορές μεταξύ των ειδών κολιάνδρου δημιούργησαν εξειδικευμένες φαινοτυπικές αντιδράσεις που επηρέασαν τη συγκέντρωση των πτητικών τερπενίων.

Σε άλλο πείραμα που έγινε από τους Tibaldi *et al.* (2011), στην *O. vulgare ssp. hirtum* οι δύο κύριοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρέασαν τη συγκέντρωση αιθέριων ελαίων ήταν η ξηρότητα και το θερμικό δυναμικό των περιοχών δειγματοληψίας των πληθυσμών. Αυτοί οι περιβαλλοντικοί παράγοντες λειτουργούν ως επιλεκτικοί παράγοντες αυξημένης παραγωγής ελαίου. Επιβεβαίωση αυτού ήταν το γεγονός ότι οι πειραματικοί πληθυσμοί που μεγάλωσαν στον πιο ζεστό αγρό (Θέρμη) παρουσίασαν υψηλότερες συγκεντρώσεις αιθέριων ελαίων από αυτούς που μεγάλωσαν στον πιο κρύο αγρό (Ταξιάρχης). Μελέτες έχουν δείξει ότι η ξηρασία κατά την άνθηση ήταν διεγερτικός παράγοντας αυξημένης συγκέντρωσης αιθέριων ελαίων σε ποικιλίες ρίγανης (Azizi *et al.*, 2009) και θυμαριού (Sotomayor *et al.*, 2004).

Σε αυτή την εργασία έγινε συσχετισμός μεταξύ της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο και της πυκνότητας αδενώδους τριχώματος ο οποίος ήταν θετικός τόσο στα αυτοφυή όσο και στα καλλιεργούμενα. Οι πληθυσμοί με υψηλότερες συγκεντρώσεις αιθερίου ελαίου είχαν περισσότερες αδενώδεις τρίχες ανά φυτό, αν και είχαν χαμηλότερη παραγωγή φυτομάζας, λόγω του ενεργειακού κόστους που απαιτείται για την παραγωγή περισσότερου ελαίου.

Σε πείραμα που έγινε στο φυτό *Thymus vulgaris L.* το οποίο ξεκίνησε το 1986 και διήρκησε έως το 1989 στα Άδανα και το Ποζάντι, περιοχές της Τουρκίας παρατηρήθηκε ότι οι αποδόσεις αιθέριου ελαίου ήταν υψηλότερες στα Άδανα απ' ό,τι, στο Ποζάντι σε όλες τις περιόδους συγκομιδής και χρονιές. Οι αποδόσεις του αιθερίου ελαίου στα Άδανα δεν επηρεάστηκαν με τα χρόνια. Σύμφωνα με τους Özgüven & Tansi (1996), στο Ποζάντι το 1987 και το 1989 η τάση παραγωγής του αιθερίου ελαίου ήταν παραπλήσια αλλά το 1988 χαμηλότερη. Το Ποζάντι έχει ξηροθερμικό κλίμα και μεγαλύτερο υψόμετρο όποτε τα φυτά έγιναν νάνα, έχοντας μικρότερα φύλλα, τα οποία ήταν πιο παχιά και δερματώδη, σε σχέση με αυτά στα Άδανα. Σαν αποτέλεσμα αυτού τα φυτά του θυμαριού για να μπορέσουν να προσαρμοστούν σε συνθήκες του Ποζάντι έγιναν πιο νάνα, αλλά και με χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με αυτά στα Άδανα. Θα πρέπει να αναφερθεί πως η μέση θερμοκρασία στα Άδανα ήταν υψηλότερη από ότι στο Ποζάντι. Όσον αφορά στην σχετική υγρασία βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ Αδάνων και Ποζάντι. Η σχετική υγρασία στα Άδανα κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών ήταν υψηλότερη από ό,τι στο Ποζάντι, ενώ η σχετική υγρασία κατά τους χειμερινούς μήνες ήταν υψηλότερη στο Ποζάντι. Και στις δύο τοποθεσίες, οι βροχοπτώσεις ήταν πολύ χαμηλές, ιδίως τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Σύγκρισεις που έγιναν στην ανάλυση των αιθέριων ελαίων κάθε χρονιάς δείχνει μικρές διαφορές στην ποιοτική σύσταση αλλά σημαντικές διαφορές στην ποσοτική σύσταση ιδιαίτερα για το π-κυμένιο, λιναλοόλη, καρβακρόλη και θυμόλη (Özgüven & Tansi, 1996).

### 1.17. Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της μελέτης ήταν η καταγραφή και αποτύπωση των πλούσιων σε καρβακρόλη φυτών της Κεφαλονιάς και είχε ως στόχο την αναγνώριση του παραγωγικού δυναμικού των φυτών της νήσου, την προστασία των φυτών ως γενετικό υλικό και την προώθηση της χρήσης των φυτών αυτών στην καλλιέργεια. Μέρος του σκοπού αξιολόγησης του παραγωγικού δυναμικού ήταν και η αξιολόγηση επιλεγμένων αυτοφυών βιοτύπων από 4 αρωματικά φυτά (*Origanum hirtum* L ( Ζόλα Κεφαλληνίας), *Origanum hirtum* L.(Εθνικού Δρυμού Αίνου) , *Coridothymus capitatus* L. και *Thymus holosericeus* L. ) σε μορφή εκτατικής καλλιέργειας καθώς και η μελέτη της προσαρμοστικότητάς τους σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα, στον αγρό του ΓΠΑ στα Σπάτα στην Αθήνα και στις περιοχές τους στη Κεφαλονιά. Ένας επιπλέον σκοπός ήταν η αξιολόγηση των φυτών αυτών ως προς τα βιοδραστικά τους χαρακτηριστικά καθώς και η διατήρηση και περαιτέρω αξιοποίηση του συγκεκριμένου γενετικού υλικού.

## 2. ΥΛΙΚΑ -ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Περιοχή Μελέτης

Αθήνα

Η λεκάνη των Αθηνών έχει συντεταγμένες 37ο58' N, 23ο43' E και βρίσκεται στο νοτιο-ανατολικότερο τμήμα της κεντρικής Ελλάδας (Katsoulis, 1987). Η λεκάνη αυτή καλύπτει μια έκταση 383 km<sup>2</sup>. Στην νότια και νοτιοδυτική πλευρά της ανοίγεται στον Σαρωνικό κόλπο ενώ η υπόλοιπη περιβάλλεται από βουνά μερικά από τα οποία έχουν σημαντικό υψόμετρο. Η λεκάνη των Αθηνών περιβάλλεται από το όρος Πάρνηθα στο βόρειο τμήμα της, από το όρος Πεντελικό στο βόρειοδυτικό, από το όρος Υμηττός στο ανατολικό και νοτιοανατολικό και από το όρος Αιγάλεω στο δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα της. Επιπλέον η λεκάνη χωρίζεται σε ανατολικά και δυτικά τμήματα από μια σειρά λόφων όπως η Ακρόπολη, ο Λυκαβηττός, ο Φιλοπάππου και κάποιοι άλλοι μικρότεροι (Sarlis, 1994).

Το κλίμα των Αθηνών χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό με ζεστά ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες (Katsoulis, 1988). Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18 °C (Koutsoyiannis &

Baloutsos, 2000). Η μέση ημερήσια θερμοκρασία κατά τους χειμερινούς μήνες είναι 9,4 °C ενώ η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 0 °C σπάνια. Τους καλοκαιρινούς μήνες η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι 25,8 °C ενώ η μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 31 °C (Katsoulis, 1987). Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 400 mm και προκύπτει κυρίως από τον Οκτώβριο έως τον Φεβρουάριο (Katsoulis, 1988).

Από γεωλογική άποψη η λεκάνη αποτελείται από Μεσοζωικά (γκρίζο ασβεστόλιθο, αργιλικό σχιστίλιθο, ασβεστολιθικές μάργες) και Καινοζωικά (αργιλικά και μαργώδη καθιζήματα, μάργες) στρώματα (Lepsius, 1893).

Σύμφωνα με τον Sarlis (1994) η χλωρίδα της Αθήνας είναι εξαιρετικά ποικίλη και αποτελείται από 1084 είδη που ανήκουν σε 490 γένη και 102 οικογένειες. Ως στοιχείο μεγάλης σημασίας αξιολογείται από τον ίδιο τον συγγραφέα της παραπάνω μελέτης η παρουσία πολλών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Μερικά από αυτά όπως τα *Chamomilla recutita*, *Crocus ssp.*, *Laurus nobilis*, *Lavandula stoechas*, *Salvia ssp.*, *Styrax officinalis*, *Verbena officinalis*, *Satureja thymbra*, *Mentha pulegium*, *Tussilago farfara*, *Taraxacum officinale* και *Thymus capitatus* ήταν πολύ κοινά στις υπό μελέτη περιοχές. Συγκεκριμένα το *Satureja thymbra* εντοπίστηκε στις περιοχές Πάρνηθα, Φιλοπάππου, Ακρόπολη, Δάφνη, Τατόι, Υμηττός, Πεντελικό και Αιγάλεω, το *Thymus capitatus* εντοπίστηκε στις περιοχές Πάρνηθα, Δάφνη, Τατόι, Υμηττός, Πεντελικό και Αιγάλεω ενώ η *Origanum heracleoticum* L. = *O. hirtum* εντοπίστηκε στην Δάφνη, στο Τατόι, στον Υμηττός, στο Πεντελικό και στο Αιγάλεω.

## 2.2. Περιοχές Προέλευσης των φυτών

### 2.2.1. Ικαρία

Η Ικαρία είναι το δυτικότερο ελληνικό νησί του ανατολικού Αιγαίου. Βρίσκεται 19 χιλιόμετρα μακριά από την νήσο Σάμο και έχει συντεταγμένες 37ο30' - 37ο41' Ν, 25ο28' - 26ο22' Ε. Έχει έκταση 255 km<sup>2</sup> και ορθογώνιο σχήμα (40 km μήκος και 9 km μέγιστο πλάτος). Ολόκληρο το νησί καταλαμβάνεται από το βουνό Αθήρας το οποίο χαρακτηρίζεται από μια απότομη νότια πλευρά και μία πιο ομαλή Βόρεια (Christodoulakis, 1996).

Το κλίμα της Ικαρίας χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό με ήπιους χειμώνες και παρατεταμένα ξηρά και ζεστά καλοκαίρια. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18,9°C. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Φεβρουάριο (9 °C) και η μέση μέγιστη τον Ιούλιο (29,3 °C). Οι επικρατούντες άνεμοι το καλοκαίρι είναι κυρίως Βόρειοι και Βορειοανατολικοί ενώ το χειμώνα Νότιοι και Νοτιοανατολικοί. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 579,8 mm. Το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης παρατηρείται τον Ιανουάριο ενώ το μικρότερο τον Αύγουστο. Η ξηρή περίοδος διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο (Μανροκωροπούλου *et al.*, 2006).

Η νήσος Ικαρία ανήκει στο Κυκλαδίτικο τόξο της γεωτεκτονικής ζώνης. Το δυτικότερο μισό τμήμα του νησιού αποτελείται αποκλειστικά από γρανιτικά και γρανοδιορίτικα πετρώματα ενώ το ανατολικότερο τμήμα από γνευσίτικα. Το κεντρικό τμήμα, έως το ανατολικό άκρο, αποτελείται από πράσινους σχιστόλιθους και φυλλίτες που αποτελούν και τα παλαιότερα πετρώματα του νησιού. Κατά μέρη παρατηρούνται τμήματα μαρμάρου καθώς και τμήματα ιζηματογενών και αλουβιακών πετρώματων (Christodoulakis, 1996).

Η χλωρίδα της νήσου Ικαρίας συνίσταται από 829 taxa από 92 οικογένειες και 401 γένη. Περίπου το ένα τρίτο των taxa που υπάρχουν στην Ικαρία ανήκουν σε τρεις οικογένειες (Fabaceae, Asteraceae και Poaceae). Οι οικογένειες των Caryophyllaceae, Cruciferae, Lamiaceae και Umbelliferae εκπροσωπούνται ικανοποιητικά. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *C. capitatus*, *O. onites*, *O. vulgare ssp. hirtum* και *S. thymbra* απαντούνται στην νήσο Ικαρία (Christodoulakis, 1996).

### 2.2.2. Κεφαλονιά

Η Κεφαλονιά (Κεφαλληνία) είναι το μεγαλύτερο και πιο ορεινό νησί των Επτανήσων και το τρίτο σε πληθυσμό μετά την Κέρκυρα και τη Ζάκυνθο. Βρίσκεται απέναντι από την είσοδο του Πατραϊκού Κόλπου, βόρεια της Ζακύνθου, νότια της Λευκάδας και δυτικά της Ιθάκης. Έχει συντεταγμένες  $38^{\circ}12'44''\text{N}$  --  $20^{\circ}32'00''\text{E}$ . Το νησί έχει έκταση περίπου 781 τ.χλμ. και σε αυτό κατοικούν περίπου 35.801 κάτοικοι. Μεγάλο μέρος της έκτασης του καταλαμβάνει η οροσειρά Αίνος χαρακτηρισμένη ως Εθνικός δρυμός με σημαντικότερες κορυφές τις Μέγας Σωρός (1.628μ.), Αγία Δυνατή (1.131μ.), Ευμορφία (1.043μ.) και Κόκκινη Ράχη (1.078μ.) Οι σημαντικότερες πεδιάδες είναι αυτές της Κραναίας, της χερσονήσου Παλικής, του Αρακλείου και της Σάμης.

Ο Αίνος είναι η ψηλότερη οροσειρά του Ιονίου με υψόμετρο άνω των 1.600 μ. Είναι ένα πολύ γνωστό βουνό, όχι μόνο λόγω του υψομέτρου αλλά και λόγω της παρουσίας του διάσημου δάσους *Abies cephalonica* που είναι το κύριο στοιχείο της φυτοκάλυψης στο μεγαλύτερο υψόμετρο του βουνού. Το *Abies cephalonica* είναι ένα ελληνικό ενδημικό είδος. Η ευρύτερη περιοχή του Εθνικού Δρυμού αποτελείται από τρία κύρια ενδιαιτήματα ως εξής: α) Το δάσος ελάτης, πολύ συχνά σε μέτρια υψόμετρα αναμειγνύεται με είδη μακκίας βλάστησης β) οι βραχώδεις πλαγιές που χαρακτηρίζονται από πιο χαλαρή βλάστηση, αλλά με μόνο μερικά πολύ σημαντικά είδη, και γ) την βραχώδη κορυφή και μη-δασική περιοχή που στεγάζει τα περισσότερα από τα ενδημικά είδη της κεφαλληνιακής και Ιόνιας χλωρίδας. Η έκταση της περιοχής έχει χαρακτηριστεί ως Εθνικό Πάρκο. Από γεωλογική άποψη, ασβεστόλιθους και δολομίτες αποτελούν τον Εθνικό Δρυμό και ειδικότερα το Καλόν Όρος. Οι πλαγιές της νότιας και νοτιοδυτικής έκθεσης έχουν απότομες κλίσεις, ενώ όλες οι άλλες χαρακτηρίζονται από ήπιες κλίσεις. Η κυριαρχούσα μορφή βλάστησης στον Εθνικό Δρυμό του Αίνου

είναι το δάσος της Ελάτης (*Abies cephalonica*). Η αξία της *Abies cephalonica* για την Κεφαλονιά είναι πολλαπλή. Δεν είναι μόνον ότι είναι συνδεδεμένη με την ιστορική πορεία του νησιού. Η επιστημονική αξία της εμφάνισης της σε ένα μικρό νησί είναι μεγάλη. Περιεγραφή από την Κεφαλονιά, φέρει το όνομά της και λόγω της γεωγραφικής απομόνωσης της στο νησί έχει εξασφαλίσει την αμιγή διαίωσή της στον "locus classicus". Εκτός από την Κεφαλονιά, το είδος αυτό εμφανίζεται επίσης στην Πελοπόννησο, Στερεά Ελλάδα, Εύβοια, Θεσσαλία και Ήπειρο. Στον Εθνικό Δρυμό Αίνου, η *Abies cephalonica* εμφανίζεται επί των βορειοδυτικών παρυφών του όρους Ρούδι, ήδη από τα 550 m εντός του ανωτέρου ορίου της μακκίας βλάστησης, φθάνει δε υπό μορφή μεμονωμένων ατόμων περίπου μέχρι το υψόμετρο των 1.600 m, πλησίον της κορυφής του Αίνου Μέγας Σωρός. Η εξάπλωσή της, τόσο στο Ρούδι όσο και στον κύριο όγκο του Αίνου, δεν είναι συνεχής αλλά διακεκομμένη υπό μορφή μικρότερων ή μεγαλύτερων συστάδων. Αλλά και οι συστάδες αυτές δεν είναι της ίδιας πυκνότητας. Γενικώς, είναι εντυπωσιακή η γυμνότητα των απότομων νοτιοδυτικών κλιτύων του Αίνου, η οποία οφείλεται στις καταστροφές που έχει υποστεί το δάσος (υλοτομίες, υπερβόσκηση, πυρκαγιές κ.λπ.) αλλά και στη δομή και την κλίση του εδάφους.

Σήμερα, εκτός της *Abies cephalonica*, κανένα άλλο δασικό είδος δε συμμετέχει ουσιαστικά στη σύνθεση του Δάσους του Δρυμού. Ενδιαφέρουσα είναι η παρουσία στο διάσελο που δημιουργείται μεταξύ του τμήματος του Δρυμού "Ρούδι" και "Αίνος", μεμονωμένων ατόμων ή μικρών συστάδων δένδρων της *Quercus pubescens* Willd., η οποία κατέρχεται προς Ανατολή μέχρι του υψομέτρου των 500 μ. και εκατέρωθεν της οδού, η οποία αρχίζει από τον Άγιο Ελευθέριο προς το χωριό Τσακαρισιάνο. Εκεί, η πυκνότητα των συστάδων είναι ακόμη και σήμερα πυκνή. Δεν μένει καμία αμφιβολία για την άλλοτε ύπαρξη στην εν λόγω περιοχή ενός εκτεταμένου δάσους, συνισταμένου από το φυλλοβόλο είδος *Quercus pubescens*.

Η χλωρίδα της Κεφαλονιάς στην ελληνική βιοποικιλότητα συνεισφέρει με 1088 taxa, από τα οποία τα 61 είναι ενδημικά όλων των κατηγοριών (στενότοπα της Κεφαλονιάς, ενδημικά Ιονίων Νήσων και της Ελλάδας). Ερευνήθηκαν, καταγράφηκαν και ταυτοποιήθηκαν 53 taxa αλλόχθονων φυτών. Τα ποσοστά των αλλόχθονων επί της τοπικής χλωρίδας είναι περίπου παρόμοια με εκείνα των αλλόχθονων του συνόλου της ελληνικής χλωρίδας. Εντοπίστηκε η ύπαρξη μικρής συστάδας ατόμων μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra*) στον Αίνο μέσα σε πυκνόφυτη τοποθεσία από *Abies cephalonica*. Αξιολογήθηκε ότι αυτό το σπάνιο για το νησί εύρημα αποτελεί μοναδική μαρτυρία ότι στη δασοκάλυψη του Αίνου συμμετείχε και το εν λόγω είδος, του οποίου η παρουσία ανιχνεύθηκε στα ανθρακολογικά κατάλοιπα του νεολιθικού σπηλαίου της Δράκαινας.

### **2.3. Πειραματικοί Αγροί**

#### **2.3.1. Επιλογή Φυτικού υλικού για την δημιουργία των πειραματικών αγρών**

Σε 3 ερευνητικές αποστολές που διενεργήθηκαν στις 21-24 Ιανουαρίου , στις 21-28 Μαρτίου και στις 19-25 Απριλίου του 2014 στην νήσο Κεφαλληνία εντοπίστηκαν και συλλέχθηκαν αυτοφυή φυτά από τα τέσσερα είδη (*Thymus capitatus*, *Origanum vulgare ssp hirtum* (θέση Φαγιά και θέση Θηναίας(χωριό Ζόλα –θέση Λαγκάδα)) καθώς και *Thymus holosericeus* από τις παρυφές του Εθνικού Δρυμού Αίνου . Οι καλύτεροι βιότυποι από κάθε είδος επιλέχθηκαν για να αξιολογηθούν υπό συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας στη περιοχή των Σπάτων στην Αθήνα . Τα φυτά αυτά αξιολογήθηκαν ως προς την περιεκτικότητα τους σε αιθέριο έλαιο και την περιεκτικότητα αυτού σε καρβακρόλη.

Σε 3 ερευνητικές αποστολές που διενεργήθηκαν στις 28-30 Απριλίου, στις 24-28 Μαΐου και στις 10-14 Ιούλιου του 2008 στην νήσο Ικαρία εντοπίστηκαν και συλλέχθηκαν κατά την άνθισή τους αυτοφυή φυτά από τα τέσσερα είδη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών *C. capitatus*, *O. onites*, *O. vulgare ssp. hirtum* και *S. thymbra* τα οποία απαντούνται στην νήσο Ικαρία (Christodoulakis, 1996).

Τα φυτά αυτά αξιολογήθηκαν ως προς την περιεκτικότητα τους σε αιθέριο έλαιο και την περιεκτικότητα αυτού σε καρβακρόλη. Οι δύο καλύτεροι βιότυποι από κάθε είδος όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και την περιεκτικότητα αυτού σε καρβακρόλη επιλέχθηκαν για να αξιολογηθούν υπό συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας σε δύο διαφορετικές περιοχές (Αθήνα-Ικαρία). Μερικά φυτά της μεταχείρισης αυτής μεταφυτεύθηκαν στο πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στη θέση Γυαλό στα Σπάτα. Στις μεταχειρίσεις χρησιμοποιήθηκαν τόσο φυτά αυτοφυή από την Κεφαλονιά όσο και φυτά μεταφυτευμένα στα Σπάτα και από τα δυο νησιά (Ικαρία και Κεφαλονιά).

Η λήψη φυτικού υλικού από τη νήσο Κεφαλληνία έγινε διαδοχικά στις 21/1/2014 , στις 25/2/2014 και στις 25/3/2014.

### **2.3.2. Εγκατάσταση πειραματικών αγρών**

Τον Νοέμβριο του 2008 εγκαταστάθηκαν οι δύο καλύτεροι βιότυποι από κάθε είδος σε πειραματικό αγρό στο αγρόκτημα του ΓΠΑ στην Αθήνα . Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε προέκυψε από διαίρεση φυτών από τους επιλεγμένους αυτοφυείς βιότυπους και εγκαταστάθηκε στον πειραματικό αγρό με βάση το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις επαναλήψεις για κάθε βιότυπο (Εικόνα 14). Οι αποστάσεις των φυτών ήταν 40 cm επάνω στην γραμμή και 60 cm μεταξύ των γραμμών. Για λόγους συντομίας στη συνέχεια της μελέτης οι πληθυσμοί κωδικοποιήθηκαν ως εξής species x x. Το κάθε είδος ακολουθείται από δύο αριθμούς. Ο πρώτος αριθμός αναφέρεται στον βιότυπο και ο δεύτερος στην πειραματική χρονιά. Π.χ. *O. hirtum* 1.1 είναι ο βιότυπος 1 της *hirtum* κατά την πρώτη πειραματική χρονιά.

<i>S. thymbra</i> (Thymbra 1)	<i>O. hirtum</i> (hirtum1)	<i>O. onites</i> (Onites 1)
<i>C. capitatus</i> (Thymus 2)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 2)	<i>O. hirtum</i> (Hirtum 2)
<i>O. onites</i> (Onites 2)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 1)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 2)
<i>S. thymbra</i> (Thymbra 2)	<i>O. hirtum</i> (Hirtum 2)	<i>O. onites</i> (Onites 2)
<i>O. onites</i> (Onites 1)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 1)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 1)
<i>O. hirtum</i> (Hirtum 1)	<i>O. onites</i> (Onites 1)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 2)
<i>C. capitatus</i> (Thymus 1)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 2)	<i>O. hirtum</i> (Hirtum 1)
<i>O. hirtum</i> (Hirtum 2)	<i>O. onites</i> (Onites 2)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 1)

**Εικόνα 14.** Πειραματικό σχέδιο Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών Ικαρίας στα Σπάτα

Το ίδιο πειραματικό σχέδιο εφαρμόστηκε κατά τη μεταφύτευση φυτών από το χώρο του αγρού στο ΓΠΑ στη θέση Γυαλός στα Σπάτα.

Τα πειραματικά τεμάχια ΑΦΦ Κεφαλονιάς εγκαταστάθηκαν στα Σπάτα 15/Απριλίου /2014.

<i>Thymus holosericeus</i>	<i>Coridothymus capitatus</i>
<i>O. hirtum</i> (Φαγιά)	<i>O. hirtum</i> ( Ζόλα )
<i>O. hirtum</i> ( Ζόλα )	<i>Thymus holosericeus</i>
<i>Coridothymus capitatus</i>	<i>O. hirtum</i> (Φαγιά)
<i>Coridothymus capitatus</i>	<i>O. hirtum</i> (Φαγιά)
<i>O. hirtum</i> ( Ζόλα )	<i>Thymus holosericeus</i>

**Εικόνα 15.** Πειραματικό σχέδιο Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών Κεφαλονιάς στα Σπάτα.

#### 2.4. Στοιχεία για τους πειραματικούς αγρούς

Ο αγρός στην Αθήνα ήταν ακαλλιέργητος για μερικά χρόνια ενώ ο αγρός στην Ικαρία δημιουργήθηκε μετά την διάνοιξη αναβαθμίδων τον Νοέμβριο του 2008. Από την ανάλυση δειγμάτων του εδάφους από κάθε αγρό προέκυψε ότι το έδαφος στον αγρό της Αθήνας στα Σπάτα είναι αργιλώδες (άργιλος 26,0 %, ιλύς 40,0%, άμμος 34,0 %) με pH 8.15, CaCO<sub>3</sub> 39,48 %, οργανική ουσία 2,14 % και ολικό N 0,20 % ενώ το έδαφος στην Αρέθουσα είναι



αμμοπηλώδες (άργιλος 11,9 %, ιλύς 25,3 %, άμμος 62,8 %) με pH 6.66, CaCO<sub>3</sub> 0,0 %, οργανική ουσία 3,02 % και ολικό N 0,12 %. Το έδαφος των περιοχών της Κεφαλληνίας ήταν ως εξής:

1. Ζόλα Κεφαλληνίας(χωριό): CaCO<sub>3</sub> 61,5% , pH 7.97 , Ολικό N 0,175 % , Οργανική Ουσία 5,09 % , Κάλιο 285 μg /gr και Φώσφορος 7,67 μg /gr . Το έδαφος είναι αργιλοπηλώδες (CL) (άργιλος 33,64 % ,ιλύς 34% , άμμος 32,36 % ).
2. Ρούδι (Εθνικός Δρυμός Αίνου): CaCO<sub>3</sub> 58,2% , pH 8.04 , Ολικό N 0,192 % , Οργανική Ουσία 4,35 % , Κάλιο 105 μg /gr και Φώσφορος 9,27 μg /gr . Το έδαφος είναι πηλώδες (L) (άργιλος 25,64 % ,ιλύς 44% , άμμος 30,36 % ).
3. Φαγιά (Εθνικός Δρυμός Αίνου) : ): CaCO<sub>3</sub> 30,5% , pH 7.80 , Ολικό N 0,406 % , Οργανική Ουσία 7,26 % , Κάλιο 142 μg /gr και Φώσφορος 8,92 μg /gr . Το έδαφος είναι πηλώδες (L) (άργιλος 16,64 % ,ιλύς 42% , άμμος 41,36 % ).

Η λήψη εδαφικού υλικού από τη νήσο Κεφαλληνία έγινε στις 25 Μαρτίου 2014.

Οι μετρήσεις εδαφολογικού υλικού στις υπό μελέτη περιοχές πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

## **2.5. Καλλιεργητικές φροντίδες του πειραματικού αγρού**

Η καλλιέργεια των ειδών έγινε υπό ξηρικές συνθήκες, αφού έγιναν μόνο μερικά ποτίσματα, ένα κατά την εγκατάσταση και μερικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2014. Η καταπολέμηση των ζιζανίων έγινε αποκλειστικά με καλλιεργητικά μέσα (κατά κύριο λόγο σκάλισμα μια φορά το μήνα αλλά και με φρεζάκι μικρό για αερισμό εδάφους και απομάκρυνση ζιζανίων).

Τα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον πειραματικό αγρό ήταν: η μολόχα (*Malva sylvestris*) σε ποσοστό 50%, η μικρή αγριοβρώμη (*Avena barbata*) σε ποσοστό 30%, το στραμώνιο (*Datura stramonium*) σε ποσοστό 10% και το λόλιο (*Lolium spp.*) σε ποσοστό περίπου 10%.

## **2.6. Μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αρωματικών φυτών κατά τη διάρκεια του έτους.( περίοδος Άνοιξη 2014- Καλοκαίρι 2014 )**

Οι μορφολογικές μετρήσεις του υπέργειου μέρους των αρωματικών φυτών έλαβαν μέρος από την 10/Ιουνίου/2014 έως την ημερομηνία κοπής-συλλογής του υπέργειου μέρους κάθε είδους, η οποία ήταν διαφορετική σε κάθε φυτό. Σε όλα τα φυτά πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις τις εξής ημερομηνίες : 20/Ιουνίου /2014 , 27/Ιουνίου/2014 , 30/Ιουνίου/2014 και 7/ Ιουλίου/2014. Η κοπή κάθε είδους έγινε από άλλους βλαστούς του ίδιου απόμου . Συγκεκριμένα στις 12/Ιουνίου /2014 έγινε συγκομιδή φυτικού υλικού από τα μεταφυτευμένα είδη ΑΦΦ τόσο του σχεδίου της Ικαρίας όσο και του σχεδίου της Κεφαλονιάς. Συντηρήθηκαν και αποθη-

κεύτηκαν σε ειδικό καταψύκτη (-25 ° C ) στο χώρο των εργαστηρίων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Για τη μελέτη των φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου τμήματος των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών επιλέχθηκαν τρία φυτά ανά είδος, ένα σε κάθε επανάληψη. Από το κάθε φυτό επιλέχθηκαν οι τρεις πιο αντιπροσωπευτικοί βλαστοί ως προς την ανάπτυξη του κάθε φυτού (δύο δεξιά και αριστερά του φυτού και ένας στο κέντρο) οι οποίοι σημαδεύτηκαν έτσι ώστε οι μετρήσεις να γίνονται συνεχώς στους ίδιους βλαστούς . Στο διάστημα της μελέτης των φυτικών χαρακτηριστικών πάρθηκαν οι εξής μετρήσεις: το ύψος του κάθε φυτού (cm), το μήκος του κάθε βλαστού (cm) και ο αριθμός των φύλλων του κάθε φυτού.

### **2.7. Μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους των αρωματικών φυτών, μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των υπέργειων τμημάτων τους.**

Τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους που μετρήθηκαν πριν και μετά την συλλογή ήταν τα εξής: ο αριθμός των βλαστών, το ύψος του φυτού (cm), το μήκος των βλαστών (cm), το μήκος των ταξιανθιών (cm), ο αριθμός των ταξιανθιών, ο αριθμός των φύλλων, το νωπό βάρος των βλαστών (g), το νωπό βάρος των ταξιανθιών (g), το νωπό βάρος των φύλλων (g) και τα αντίστοιχα ξηρά βάρη.

Πιο συγκεκριμένα:

Πριν από την κάθε συλλογή μετρήθηκε:

- Ο αριθμός των βλαστών σε κάθε είδος-βιότυπο και επανάληψη
- Το ύψος σε κάθε είδος και επανάληψη

Οι μετρήσεις έγιναν διαλέγοντας ένα από τα πιο αντιπροσωπευτικά φυτά κάθε βιότυπου σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, δηλαδή τα δείγματα λαμβάνονταν από κάθε είδος κάθε βιότυπο και κάθε επανάληψη . Από κάθε φυτό έγινε επιλογή τριών πιο αντιπροσωπευτικών βλαστών στους οποίους έγιναν οι μετρήσεις.

Μετά από την κάθε συλλογή μετρήθηκε:

- Το μήκος των βλαστών (3 βλαστούς ανα φυτό)
- Το μήκος των ταξιανθιών (3 ταξιανθίες ανα φυτό)
- Τον αριθμό των ταξιανθιών ανα βλαστό (από 3 βλαστούς)
- Τον αριθμό των φύλλων ανα βλαστό (από 3 βλαστούς)
- Το νωπό βάρος των βλαστών (3 βλαστοί ξεχωριστά)

- Το νωπό βάρος των ταξιανθιών (από 3 βλαστούς ξεχωριστά)
- Το νωπό βάρος των φύλλων (3 βλαστοί ξεχωριστά)

Στη συνέχεια, αφού έγιναν όλες αυτές οι μετρήσεις, για να υπολογιστεί το ξηρό βάρος των υπέργειων τμημάτων των φυτών (ξηρό βάρος των βλαστών, ξηρό βάρος των ταξιανθιών, ξηρό βάρος των φύλλων) οι συγκεκριμένοι βλαστοί, οι ταξιανθίες και τα φύλλα υπέστησαν ήπια ξήρανση υπό σκιά σε καλά αεριζόμενους χώρους και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου στο σκοτάδι για 15 ημέρες. Ο τρόπος αυτός ξήρανσης είναι αυτός που ακολουθείται στις περιπτώσεις που στο φυτικό υλικό πρόκειται να γίνει υδροαπόσταξη.

Μετά το πέρας των 15 ημερών μετρήθηκε:

- Το ξηρό βάρος των βλαστών (ξεχωριστά από τους 3 βλαστούς είχαν ήδη συλλεχθεί)
- Το ξηρό βάρος των ταξιανθιών (ξεχωριστά από τους 3 βλαστούς είχαν ήδη συλλεχθεί)
- Το ξηρό βάρος των φύλλων (ξεχωριστά από τους 3 βλαστούς είχαν ήδη συλλεχθεί)

Οι βλαστοί, οι ταξιανθίες και τα φύλλα ξαναζυγίζονταν έτσι ώστε να βρεθεί το ξηρό βάρος των φυτικών μερών που προκύπτει με αυτή τη μέθοδο ξήρανσης. Οι μετρήσεις του νωπού βάρους στα υπό εξέταση φυτικά δείγματα έγιναν στις 2/7/2014 για τους αυτοφυείς βιότυπους αρωματικών φυτών και στις 14/7/2014 αντίστοιχα για τους μεταφυτευμένους στα Σπάτα. Οι αντίστοιχες για τα ξηρά βάρη έγιναν στις 17/7/2014 για τα αυτοφυή φυτά και στις 23/7/2014 για τα μεταφυτευμένα. Η μέτρηση του νωπού και του ξηρού βάρους έγινε με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mattler B502.

## **2.8. Μετρήσεις του ελλείμματος υγρασίας του υπέργειου τμήματος των φυτών**

Έτσι, για τη μέτρηση αυτή συλλέχθηκαν 3 δείγματα βλαστών, ταξιανθιών και φύλλων από κάθε είδος, κάθε βιότυπο αλλά και κάθε επανάληψη. Στη συνέχεια μετρήθηκαν το νωπό βάρος των βλαστών (g), το νωπό βάρος των ταξιανθιών (g), το νωπό βάρος των φύλλων (g) και τα αντίστοιχα ξηρά βάρη. Μετά τη μέτρηση του ξηρού βάρους των υπέργειων μερών τα φυτικά μέρη δεν χρησιμοποιούνταν για κάποιο άλλο σκοπό (π.χ. για υδροαπόσταξη). Η διαφορά μεταξύ του νωπού και του ξηρού βάρους των φυτικών ιστών προς το νωπό βάρος  $\times 100\%$  είναι το ποσοστό του ελλείμματος υγρασίας που εμπεριέχεται σε αυτούς  $\{(\text{νωπό βάρος} - \text{ξηρό βάρος}) / \text{νωπό βάρος} \times 100\}$ . Η μέτρηση του νωπού και του ξηρού βάρους έγινε με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mattler B502.

## **2.9. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης**

### **2.9.1. Παραλαβή του αιθέριου ελαίου από ξηρό φυτικό υλικό με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης**

Όλα τα φυτικά δείγματα υπέστησαν ήπια ξήρανση υπό σκιά σε καλά αεριζόμενους χώρους (Poludennij & Zhuravlev, 1989; Σαρλής, 1994) και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου στο σκοτάδι το πολύ έως είκοσι ημέρες μέχρι την υδροαπόσταξη.

Φύλλα και άνθη από κάθε φυτικό δείγμα λειοτριβόνταν καλά και 10g ξηρού φυτικού υλικού χρησιμοποιούνταν για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου με την μέθοδο της υδροαπόσταξης με συσκευή Clevenger για 4 ώρες. Το κονιορτοποιημένο φυτικό υλικό τοποθετούνταν σε σφαιρική φιάλη και προστέθηκε απιονισμένο νερό τόσο ώστε να καλύπτεται το δείγμα (πάνω από 1000ml). Το φυτικό υλικό παρέμενε στη σφαιρική φιάλη για 20 λεπτά και στη συνέχεια ξεκινούσε η θέρμανσή του στο θερμομανδύα όπου ήταν τοποθετημένο. Η έναρξη της απόσταξης γινόταν τη χρονική στιγμή που άρχισαν να συμπυκνώνονται υδρατμοί στον ψυκτήρα. Ακολουθούσε η παραλαβή του αιθέριου ελαίου με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με συσκευή Clevenger.

Η παραλαβή του αιθέριου ελαίου γινόταν 4 ώρες αργότερα για το κάθε δείγμα χωριστά. Τα πτητικά συστατικά του δείγματος συγκεντρώνονταν στο σωλήνα του κύριου μέρους της συσκευής, ενώ η υδατική φάση (υδατικό εκχύλισμα), μετά από ανακύκλωση επέστρεφε στη φιάλη με το φυτικό υλικό. Το αιθέριο έλαιο αποτελούσε την υπερκείμενη φάση στο σωλήνα του κυρίως σώματος της συσκευής λόγω της χαμηλότερης πυκνότητάς του σε σχέση με το νερό. Έτσι γινόταν ποσοτικός προσδιορισμός του παραγόμενου ελαίου στην βαθμονομημένη συσκευή Clevenger και το έλαιο αποθηκευόταν στους -18 °C το πολύ για 1 εβδομάδα μέχρι την ποιοτική ανάλυση του με την μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας.

Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 3 φορές για κάθε είδος φυτού (δηλαδή 3 επαναλήψεις της διαδικασίας για κάθε είδος φυτού που αφορούσε την υδροαπόσταξη με ξηρό φυτικό υλικό).

### **2.9.2. Χημική ανάλυση**

Η ποιοτική ανάλυση του ελαίου πραγματοποιήθηκε με την χρήση αέριου χρωματογράφου (GC) (Hewlett Packard 5890 II) εξοπλισμένου με τριχοειδή στήλη (HP-5MS, crosslinked 5% PH ME siloxane, 30 m, 0.25mm i.d., 0.25mm film thickness) και φασματογράφο μάζας (HP 5972) ως ανιχνευτή. Το φέρον αέριο ήταν το ήλιο με ρυθμό 1mL/min. Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν 60 0C και αύξανε σταδιακά έως τους 250 °C με ρυθμό 3 °C/min. Η συνολική διάρκεια της μεθόδου ήταν 63,33 min. Για την ανίχνευση με το GC-MS χρησιμοποιήθηκε σύστημα ιονισμού ηλεκτρονίων με ενέργεια ιονισμού τα 70 eV. Οι θερμοκρασίες του εγχυτήρα και του ανιχνευτή (γραμμή μεταφοράς φασματογράφου μάζας) ήταν 220 και 290 0C

αντίστοιχα. Ποσότητα 0,1 mL αραιωμένων διαλυμάτων των ελαίων (1/100 v/v) εγχέονταν χειροκίνητα και αδιαίρετα. Ως διαλυτικό χρησιμοποιήθηκε ακετόνη καθαρότητας 99,8 %. Οι χρωματογραφικές κορυφές αναγνωρίζονταν από τον χρόνο έκλουσης, από τα φάσματα μάζας πρότυπων ουσιών όταν ήταν δυνατό, από τα φάσματα μάζας των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών Adams 2007, Nist 98 και Wiley 275 και με την χρήση δημοσιευμένων δεδομένων (Adams 2007, 4η Έκδοση).

### **2.9.2.1. Οργανολογία**

Ένα τυπικό σύστημα αέριας χρωματογραφίας αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

α) Φέρον αέριο. Το φέρον αέριο βρίσκεται σε υψηλή πίεση –από 100 έως 200 ατμόσφαιρες– σε οβίδες από ανοξείδωτο υλικό (Ευσταθίου Κ.Η., Χατζηϊωάννου). Το φέρον αέριο είναι χημικά αδρανές και καθαρό.

Τα πλέον συνήθη αέρια που χρησιμοποιούνται στη GC είναι το ήλιο, άζωτο, υδρογόνο και το αργό. Αυτά είναι σχετικά φθηνά, κυκλοφορούν στο εμπόριο και εκτός του υδρογόνου, το οποίο είναι εύφλεκτο και απαιτεί ειδικές προφυλάξεις, είναι ακίνδυνα στη χρήση τους. Επίσης επειδή είναι αδρανή, οι αλληλεπιδράσεις των μορίων του δείγμα-τος με τα μόρια του φέροντος αερίου μπορούν να αγνοηθούν. Η επιλογή του φέροντος αερίου εξαρτάται από τις απαιτήσεις του ανιχνευτή και η ροή του στη στήλη οφείλεται στην διαφορά πίεσης μεταξύ της εισόδου και της εξόδου Pecsok R.L. (1980).

β) Ρυθμιστής πίεσης – Ροόμετρο. Το φέρον αέριο διαβιβάζεται από τις οβίδες στο ρυθμιστή πίεσης ο οποίος με σύστημα βαλβίδων και ενδιάμεσων θαλάμων μειώνει δραστικά την πίεση. Στην συνέχεια το φέρον αέριο διέρχεται μέσα από ένα ροόμετρο που μετρά με ακρίβεια την ταχύτητα του. Η ακριβής μέτρηση της ταχύτητας ροής του φέροντος αερίου είναι απαραίτητη, ιδίως για την ταυτοποίηση ενώσεων, επειδή οι χρόνοι κατακράτησης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα.

γ) Θερμοστατούμενο σύστημα εισαγωγής δείγματος. Αναλύεται σε ξεχωριστή ενότητα παρακάτω.

δ) Κλίβανος. Η λειτουργία του κλιβάνου μπορεί να είναι ισόθερμη ή κυμαινόμενης θερμοκρασίας. Στην κυμαινόμενη, η θερμοκρασία της στήλης μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της χρωματογραφικής ανάλυσης με βάση ένα καθορισμένο πρόγραμμα. Με τον τρόπο αυτό εμφανίζονται διακριτές κορυφές για τις ενώσεις, των οποίων τα σημεία ζέσεως βρίσκονται σε ευρεία περιοχή θερμοκρασιών και σε πολύ μικρότερο χρόνο σε σύγκριση με την ισόθερμη λειτουργία της στήλης. Επιπλέον, οι κορυφές είναι οξύτερες και περισσότερο ομοιόμορφες (έτσι τα ύψη τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κατασκευή καμπύλης αναφοράς για ποσοτική ανάλυση) (Ευσταθίου Κ.Η., Χατζηϊωάννου).

ε) Στήλη και προστήλη. Αναλύεται σε ξεχωριστή ενότητα παρακάτω.

στ) Ανιχνευτής. Αναλύεται σε ξεχωριστή ενότητα παρακάτω.

ζ) Ενισχυτής. Το σήμα που προέρχεται από τον ανιχνευτή είναι πολύ ασθενές και πρέπει να ενισχυθεί πριν την καταγραφή του. Ο μόνος περιορισμός κατά την επιλογή του βαθμού ενισχύσεως είναι ότι η τιμή του λόγου S/N πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 3 (Ευσταθίου Κ.Η., Χατζηϊωάννου).

η) Καταγραφέας ή ηλεκτρονικός υπολογιστής. Η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή εκτός από εξοικονόμηση χρόνου συμβάλλει και στην καλύτερη - πλέον αξιόπιστη επεξεργασία των χρωματογραφημάτων. Η εξομάλυνση των δεδομένων, η διόρθωση της απόκλισης της γραμμής βάσης, ο υπολογισμός του εμβαδού των κορυφών και ο προσδιορισμός του χρόνου κατακράτησης κάθε κορυφής, απαιτούν σημαντικό αριθμό υπολογισμών, οι οποίοι απλοποιούνται με τη χρήση ενός μικρού υπολογιστή για την επεξεργασία μόνο των τελικών δεδομένων και τον εφοδιασμό κάθε χρωματογράφου με το δικό του ψηφιακό ολοκληρωτή Pecsok R.L. (1980). Τέλος, στο σύστημα περιλαμβάνονται και ροόμετρα.

#### **2.9.2.2. Φασματομετρία μαζών**

Η φασματομετρία μαζών είναι ίσως η τεχνική με τη μεγαλύτερη ποικιλία εφαρμογών, σε σχέση με όλες τις άλλες αναλυτικές τεχνικές, αφού παρέχει πληροφορίες σχετικά με την στοιχειακή κατάσταση του εξεταζόμενου δείγματος, τις δομές των ανόργανων, οργανικών και βιολογικών μορίων, την ποιοτική και ποσοτική σύσταση σύνθετων μιγμάτων, τη δομή και τη σύσταση στερεών επιφανειών και την αναλογία ισοτόπων ατόμων σε δείγματα (Skooog D., Holler J.F., Nieman. T.A., 2002). Σήμερα χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι οργάνων για το φασματομετρικό προσδιορισμό των μοριακών μαζών (Εικόνα 27).

Τα κύρια τμήματα των φασματομέτρων μαζών είναι:

1. Σύστημα εισαγωγής δείγματος
2. Χρωματογραφικό σύστημα
3. Πηγή ιόντων (αεριοχρωματογραφία) ή διασύνδεση (υγρή χρωματογραφία)
4. Αναλυτής μαζών
5. Ανιχνευτής
6. Επεξεργαστής σήματος και σύστημα καταγραφής και ανάγνωσης των πληροφοριών

#### **2.10. Μέθοδοι εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας**

Αρχικά, ζυγίστηκαν 1,5 g φυτικού ιστού (σε κάποια δείγματα τόσο βλαστούς –φύλλα όσο και άνθη-ταξιανθίες), αναμίχθηκαν με ρυθμιστικό διάλυμα  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (20 mM) pH=7 και έγινε εκχύλιση σε αναλογία 1:10. Το εκχύλισμα μεταφέρθηκε σε Eppendorf 1,5 mL και αφού έγινε φυγοκέντρηση στις 13000 στροφές για 10 min., τοποθετήθηκε και μοιράστηκε σε περισσότερα Eppendorf ώστε να αποθηκευτεί στην κατάψυξη. Σε κάθε πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε χρησιμοποιήθηκαν νέα κάθε φορά δείγματα.

Υπάρχει μεγάλος αριθμός μεθόδων για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας, οι οποίες στηρίζονται στους μηχανισμούς δράσης των αντιοξειδωτικών. Οι μέθοδοι εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας ταξινομούνται δύο κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους:

I. Μεθόδους που βασίζονται στη μεταφορά ηλεκτρονίου (Single Electron Transfer, SET-μέθοδοι), οι οποίες περιλαμβάνουν μία οξειδοαναγωγική αντίδραση με το οξειδωτικό ως δείκτη του τελικού σημείου της αντίδρασης. (Huang *et al.*, 2005). Στηρίζονται στην ικανότητα ενός αντιοξειδωτικού να εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες μεταφέροντας ηλεκτρόνια σε αυτές, με αποτέλεσμα να ανάγονται και να αλλάζουν χρώμα. Ο βαθμός αλλαγής του χρώματος, επηρεάζεται από την ύπαρξη και τη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ενώσεων στο υπό μελέτη δείγμα. Σε αυτή την κατηγορία μεθόδων ανήκουν οι εξής:

II.

- Η μέθοδος Folin – Ciocalteu η οποία βασίζεται στη χρήση του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των επιπέδων των ολικών φαινολικών σε διάφορα εκχυλίσματα (Singleton *et al.*, 1999).

- Μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), κατά την οποία παρατηρείται έντονος μπλε χρωματισμός και αύξηση της απορρόφησης των αναγόμενων μορφών των αντιδραστηρίων (Arak *et al.*, 2007, Huang *et al.*, 2005).

III. Μεθόδους που βασίζονται στη μεταφορά ατόμου υδρογόνου (Hydrogen Atom Transfer, HAT-μέθοδοι). Στηρίζονται στην ικανότητα ενός αντιοξειδωτικού να παρεμποδίζει τη δράση των ελεύθερων ριζών προσφέροντας σε αυτές ένα μόριο υδρογόνου.

IV.

Πρέπει να εφαρμόζονται τουλάχιστον δύο ή περισσότερες μεθόδους ώστε να προκύπτουν εγκυρότερα αποτελέσματα, στον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης, και στο τέλος να γίνεται σύγκριση στις γενικές τάσεις των τιμών της αντιοξειδωτικής δράσης για το κάθε δείγμα (Frankel *et al.*, 2000).

### 2.10.1. Μέθοδος Folin – Ciocalteu

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των φαινολικών ενώσεων με τη χρήση του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu είναι μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος. Πρόκειται για ένα διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφο-μολυβδαινικά και φωσφο-βολφραμικά ετεροπολυμερή οξέα, κίτρινου χρώματος. Εμπλέκει οξείδωση σε αλκαλικό διάλυμα φαινολών με αποτέλεσμα να προκύπτει προϊόν με μπλε χρώμα, το οποίο απορροφά στο ορατό και είναι σύμπλεγμα μολυβδαινίου-βολφραμίου. Οι πολυφαινόλες που καθορίζονται από τον δείκτη FC εκφράζονται πολύ συχνά σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος. Η μέθοδος αυτή είναι μια διαδικασία γρήγορη, οικονομική και ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν υπάρχουν πολλά δείγματα σε μικρή κλίμακα (Balentine *et al.*, 1997; Cicco *et. al.*, 2009).

#### Πειραματική διαδικασία-πρωτόκολλο

Για το προσδιορισμό των ολικών φαινολών πραγματοποιήθηκαν: Εκχύλιση του δείγματος με εκχυλιστικό μέσο ανθρακικό νάτριο/200mL dd. Η εκχύλιση του δείγματος έγινε με γουδί σε διάλυμα ανθρακικού νατρίου/ddH<sub>2</sub>O και αφήνεται σε σκοτεινό μέρος για 30 min. Ακολουθεί φυγοκέντρηση και παραλαβή του υπερκείμενου.

Σε κυψελίδα 1 mL προσθέτουμε τα αντιδραστήρια που φαίνονται στον Πίνακα παρακάτω:

- Ανάδευση και επώαση σε θερμοκρασία δωματίου για 7 min.
- Προσθήκη 150 μL ανθρακικού νατρίου (25% w/v)
- Ανάδευση και επώαση για 2 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου
- Φωτομέτρηση στα 765nm
- Για τη δημιουργία της πρότυπης καμπύλης ακολουθείται η ίδια πειραματική διαδικασία έχοντας διαφορετικές συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος (5 g/L) :

A. Διάλυμα ανθρακικού νατρίου 50 g/200 mL dd

B. Αντδραστήριο Folin –Ciocalteau (FC)

Αντιδραστήρια	Μάρτυρας	Δείγμα
dd	800 μL	800-x μL
FC	50 μL	50 μL
Δείγμα( ή για πρότυπη)	-	x μL

Πρότυπη καμπύλη:

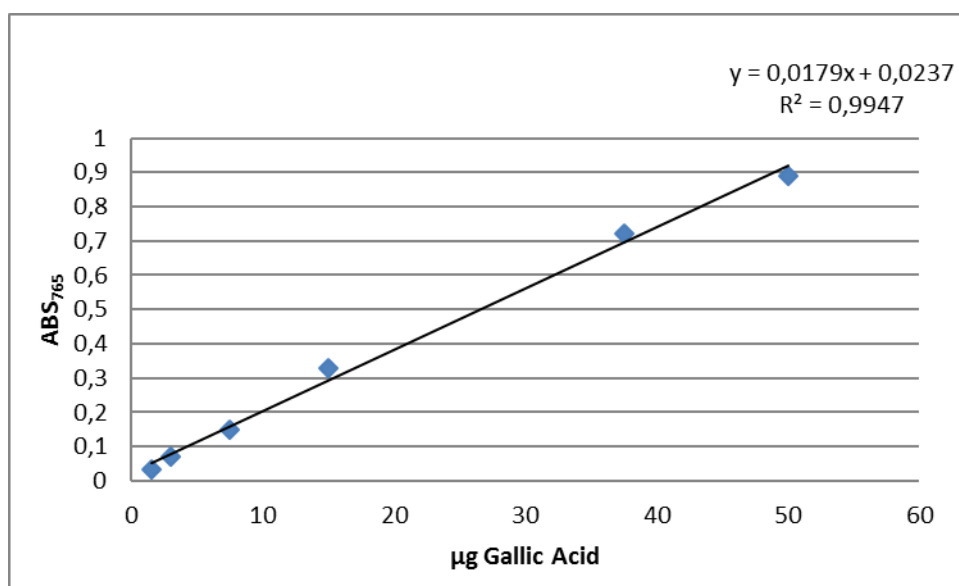
GA (5 g/L)	ddH <sub>2</sub> O έως 15 mL	Τελική συγκέντρωση
30 μL	14 mL +970 μL	10 mg/L
60 μL	14 mL +940 μL	20 mg/L



150 μL	14 mL +850 μL	50 mg/L
300 μL	14 mL +700 μL	100 mg/L
750 μL	14 mL +250 μL	250 mg/L
1,5 mL	13 mL +500 μL	500 mg/L

Οι τιμές μετά τη φωτομέτρηση ήταν:

<i>Πρότυπη Φαινολικών</i>	
μg Γαλικού οξέος	ABS
1,5	0,032
3	0,069
7,5	0,151
15	0,33
37,5	0,723
50	0,891



Σχεδιάγραμμα πρότυπης καμπύλης αναφοράς γαλλικού οξέος.

Η πρότυπη καμπύλη έχει συντελεστή προσαρμογής  $R^2=0,9947$  και ακολουθεί την εξίσωση  $y = 0,0179x + 0,0237$ , όπου  $y$  η απορρόφηση στα 765 nm και  $x$  η συγκέντρωση σε mg/L του γαλλικού οξέος.

### 2.10.2. Μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay)

Η μέθοδος FRAP είναι η μοναδική μέθοδος που μετρά άμεσα την αντιοξειδωτική ικανότητα των υπό εξέταση δειγμάτων. Είναι γρήγορη φασματοφωτομετρική μέθοδος και συνεπώς κατάλληλη για την εκτίμηση των συνολικών αντιοξειδωτικών στα φυτά. Στη μέθοδο FRAP, γενικά, οι στοιχειομετρικοί συντελεστές είναι σταθεροί, προκατεργασία δεν απαιτείται και η γραμμικότητα διατηρείται πάνω από ένα ευρύ φάσμα (Halvorsen B *et. al.*, 2011).

#### Πειραματική διαδικασία-πρωτόκολλο προσδιορισμού αναγωγικής δράσης-FRAP (Ferric Reducing Activity Power- FRAP):

Η μέθοδος FRAP αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τους Benzie και Strain (1996) για τον καθορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης του πλάσματος του αίματος και από τότε έχει τροποποιηθεί για την χρήση της και σε άλλα φυσικά προϊόντα όπως τα φυτικά εκχυλίσματα. Η αρχή της μεθόδου βασίζεται αποκλειστικά στην ικανότητα του προς εξέταση δείγματος να μεταφέρει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο για την αναγωγή του συμπλόκου του τρισθενούς σιδήρου με 2,4,6-τρι-(2-πυριδυλ-)-τριαζίνη ( $\text{Fe}^{3+}$ -TPTZ) σε δισθενή σίδηρο ( $\text{Fe}^{2+}$ -TPTZ) με έντονο μπλε χρώμα το οποίο εμφανίζει απορρόφηση στα 593 nm (Benzie & Strain, 1996). Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως ισοδύναμα ασκορβικού οξέος (Huang *et al.*, 2005). Η αντίδραση διεξάγεται σε pH = 3,6 για τη διατήρηση της διαλυτότητας του σιδήρου στο διαλύτη (Dayan, 2008).

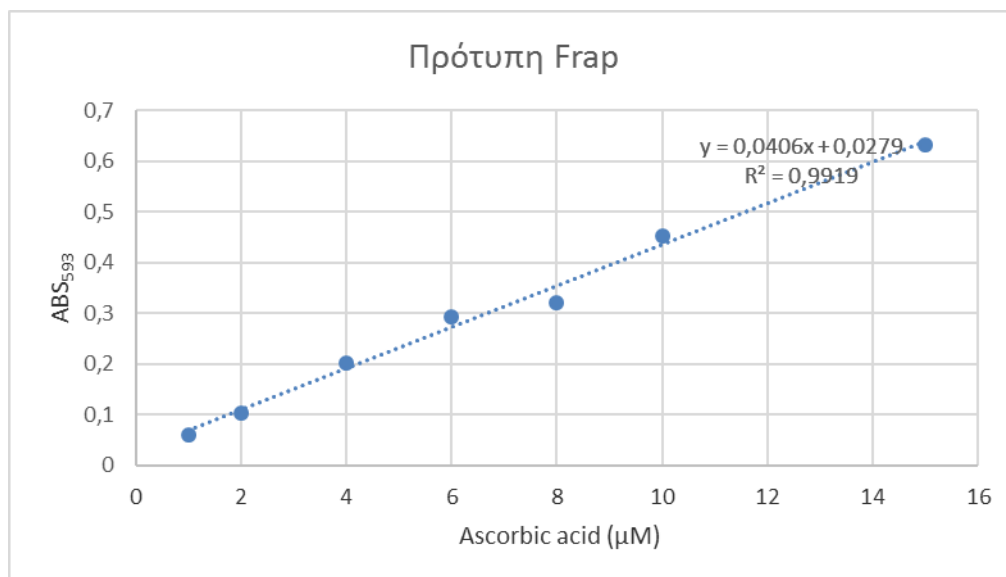
Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαλύματα:

- A. 300 mM  $\text{CH}_3\text{COON}_a \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (1,55g και 8 mL οξικού οξέος και 492 ml dd pH=3,6)
- B. 10 mM TPTZ +40 mM HCL (6,25mg TPTZ +6,66  $\mu\text{L}$  (12M HCl) +1,9 mL dd)
- C. 20mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (10,812 mg/2mL dd)
- D. FRAP: A:B:C – 10:1:1 ( Διατηρείται στους 37 °C για 2 h)

#### Για τη δημιουργία της πρότυπης καμπύλης:

Τιμές απορρόφησης του πρότυπου διαλύματος ασκορβικού οξέος, συγκέντρωσης 1 mM, στα 593 nm σε φασματοφωτόμετρο. Οι όγκοι του πρότυπου διαλύματος εκφράζονται σε μικρόλιτρα ( $\mu\text{L}$ ), η απορρόφηση των οποίων συσχετίζεται με την απορρόφηση ισοδύναμων ποσοτήτων εκχυλίσματος των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη δοκιμή FRAP. Παρασκευάζεται διάλυμα και στην συνέχεια παίρνουμε τιμές απορρόφησης για 2  $\mu\text{M}$ , 4  $\mu\text{M}$ , 5  $\mu\text{M}$ , 6  $\mu\text{M}$ , 8  $\mu\text{M}$  10  $\mu\text{M}$ , 15  $\mu\text{M}$ . Σε κυψελίδα των 1000  $\mu\text{L}$  προστίθενται διαφορετικός όγκος ασκορβικού οξέος και  $\mu\text{L}$  διαλύματος FRAP μέχρι τελικού όγκου 1000  $\mu\text{L}$ . Ακολουθεί καλή ανάδευση και επώαση στους 37°C για 4 min και τέλος φωτομέτρηση στα 593nm. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλες τις συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος και τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα:

Ασκορβικό οξύ ( $\mu\text{M}$ )	$\text{ABS}_{593}$
1	0,061
2	0,104
4	0,201
6	0,292
8	0,322
10	0,453
15	0,632



Η πρότυπη καμπύλη έχει συντελεστή προσαρμογής  $R^2 = 0,9919$  και ακολουθεί την εξίσωση  $y = 0,0406x + 0,0279$ , όπου  $y$  η απορρόφηση στα 593 nm και  $x$  η συγκέντρωση σε  $\mu\text{M}$  του ασκορβικού οξέος. Στο παρόν πείραμα τοποθετήθηκαν σε κάθε κυψελίδα 10  $\mu\text{L}$  από τα υπό εξέταση δείγματα ως εξής:

Αντιδραστήρια	Μάρτυρας	Δείγμα
Frap	990 $\mu\text{L}$	990 $\mu\text{L}$
Δείγμα	10 $\mu\text{L}$ dd $\text{H}_2\text{O}$ (όσο το δείγμα)	10 $\mu\text{L}$

- Καλή ανάδευση και επώαση στους 37 ° C για 4 min.
- $\text{ABS}_{593}$  nm (φωτομέτρηση)

Η τιμή της απορρόφησης στα 593 nm , μετατρέπεται στην τιμή Frap του δείγματος ανάλογα με την απορρόφηση του εξεταζόμενου δείγματος με την απορρόφηση του προτύπου

διαλύματος F που θα επιλεγθεί(πάντα μικρότερη από την απορρόφηση του εξεταζόμενου δείγματος).

Αναλυτικότερα, οι τιμές  $F_{rap}$  του εκχυλίσματος του κάθε δείγματος υπολογίζονται σε  $\mu M$ , με τη χρήση της παρακάτω εξίσωσης :

- Τιμή  $F_{rap}$  ( $\mu M$ )= (ABS δείγματος/ABS προτύπου )\* τιμή προτύπου( $\mu M$ ).

### 2.10.3. Τυροσινάση

Μελανογένεση είναι μια φυσιολογική διαδικασία που οδηγεί στη σύνθεση των χρωστικών μελανίνης, οι οποίες διαδραματίζουν έναν κρίσιμο προστατευτικό ρόλο έναντι φωτοκαρκινογένεσης του δέρματος. Μεταβολές στην μελανογένεση μπορεί να είναι υπεύθυνες για ορισμένα κλινικά και ιστοπαθολογικά χαρακτηριστικά των δερματολογικών διαταραχών που σχετίζονται με μελανίνη υπερμελάγχρωση (Gomes *et al.* 2012).

Η αναστολή της τυροσινάσης είναι μία από τις κύριες στρατηγικές για τη θεραπεία της υπερμελάγχρωσης. Υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί που συνδέονται με αυτούς τους αναστολείς όπως είναι η υψηλή κυτταροτοξικότητα , η φτωχή διείσδυση στο δέρμα και χαμηλή σταθερότητα σε σκευάσματα (Nerya *et al.*, 2004).

Παρόλα αυτά, διάφορες χημικές ουσίες φυτικής προέλευσης έχουν δοκιμαστεί ως καλλυντικά και ως φαρμακευτικά προϊόντα για την πρόληψη υπερπαραγωγής της μελανίνης στα επιδερμικά στρώματα ή ως παράγοντες λεύκανσης. Η αυξημένη ποσότητα μελανίνης οδηγεί σε περιπτώσεις διαταραχών του δέρματος, όπως τα σημεία ηλικίας , οι φακίδες , το μέλασμα και το κακώθες μελάνωμα. Το ένζυμο κλειδί στην παραγωγή μελανίνης είναι η τυροσινάση . Φυτά και τα εκχυλίσματά τους, είναι φθινοί και πλούσιοι πόροι των δραστικών ενώσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναστέλλουν την δράση της τυροσινάσης, με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία των δερματολογικών διαταραχών που σχετίζονται με μελανίνη (Gomes *et al.*, 2012).

Η τυροσινάση είναι ένα ένζυμο που περιέχει χαλκό και καταλύει δύο διακριτές αντιδράσεις, συμπεριλαμβανομένου και του μοριακού οξυγόνου με διάφορα φαινολικά υποστρώματα όπως η ο-υδροξυλίωση της μονοφαινόλης σε ο-διφαινόλες (μονοοξυγενάση ή δραστηριότητα cresolase ) και την επακόλουθη οξείδωση ο- διφαινολών προς ο - κινόνες (διφαινολάση ή δραστηριότητα κατεχολάση) (Gomes *et al.*, 2012). Στην βιοσύνθεση μελανίνης , η τυροσινάση μετατρέπει την L-τυροσίνη μονοφαινόλης, πρώτα στην L-DOPA (ο-διφαινόλη) και στην συνέχεια αυτήν σε ο-ντοπακινόνη, η οποία είναι αυτόματα κυκλάση σε μορφή λευκοντοπαχρώματος η οποία γρήγορα μετατρέπεται σε ντοπαχρώμα, το οποίο πολυμερίζεται και σχηματίζεται η μελανίνη (Faria *et. al.*, 2007).

Η μελανίνη είναι μια από τα πιο ευρέως κατανομημένες χρωστικές και βρίσκεται σε βακτήρια, μύκητες, φυτά και ζώα. Το χρώμα του δέρματος και των μαλλιών των θηλαστικών καθορίζεται από έναν αριθμό παραγόντων, από τους οποίους ο πιο σημαντικός είναι ο βαθμός και η κατανομή της μελανίνης. Διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην απορρόφηση των ελεύθερων ριζών και προστατεύει το δέρμα από τα διάφορα είδη των ιοντιζουσών ακτινοβολιών, συμπεριλαμβανομένης και της UV ακτινοβολίας (Kim *et. al.*, 2005).

Ωστόσο, η αυξημένη ποσότητα της μελανίνης οδηγεί σε μελαγχρωστικές διαταραχές του δέρματος και εμφανίζεται ως αποτέλεσμα γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Διάφορες δερματολογικές διαταραχές, όπως τα σημεία ηλικίας, οι φακίδες, οι πανάδες, το μέλασμα και το κακόηθες μελάνωμα, προκύπτουν από τη συσσώρευση υπερβολικού επιπέδου της επιδερμικής μελάγχρωσης.

Αναστολείς της τυροσινάσης ως εκ τούτου μπορεί να είναι κλινικά χρήσιμοι για την θεραπεία ορισμένων δερματολογικών διαταραχών που σχετίζονται με την μελανίνη και βρίσκουν εφαρμογές σε καλλυντικά προϊόντα λεύκανσης και αποχρωματισμού μετά από ηλιακά εγκαύματα. Παρά τις εκτεταμένες έρευνες σχετικά με τους παράγοντες λεύκανσης και την υπέρχρωση, οι υπάρχοντες παράγοντες παρουσιάζουν περιορισμό στη διάρκεια της υψηλής τοξικότητας, χαμηλή σταθερότητα, μικρή διείσδυση στο δέρμα, και ανεπαρκή δράση (Gomes *et al.*, 2012).

Διάφορες ενώσεις, όπως κάποιοι αναστολείς της τυροσινάσης, υδροκινόνη, κοζικό οξύ, αρβουτίνη και κορτικοστεροειδή, μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητες αντιδράσεις, όπως δερματίτιδα και ερεθισμό του δέρματος, καταστροφή των μελανοκυττάρων, μεταφλεγμονώδη μελάγχρωση, ωχρονοσία, κυτταροτοξικότητα και τον καρκίνο του δέρματος (Kim *et. al.*, 2005). Ως εκ τούτου, πολλοί αναστολείς τυροσινάσης που καταστέλλουν τη μελανογένεση έχουν μελετηθεί ενεργά με σκοπό την ανάπτυξη σκευασμάτων για τη θεραπεία της υπέρχρωσης (Khan *et. al.*, 2005).

Για την μελέτη της αναστολής της δραστηριότητας του ενζύμου τυροσινάσης πραγματοποιήθηκε εκχύλιση του δείγματος σε γουδί με εκχυλιστικό μέσο ddH<sub>2</sub>O, φυγοκέντρηση και παραλαβή του υπερκείμενου.

Φτιάχνεται μίγμα αντιδραστηρίων (pH=6,5) το οποίο περιέχει: 9 mL ddH<sub>2</sub>O, 10 mL διάλυμα KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> και 10 mL L-τυροσίνη (1 mM) και το οποίο αποτελεί τον μάρτυρα. Σε κυψελίδα 1mL τοποθετούνται τα παρακάτω αντιδραστήρια του Πίνακα

Διαλύματα για την μελέτη αναστολής δραστηριότητας του ενζύμου τυροσινάσης.			
<i>Αντιδραστήρια</i>	<i>Μάρτυρας</i>	<i>Χωρίς αναστολή</i>	<i>Με αναστολή</i>
<i>Μίγμα αντιδραστη- ρίων (μL)</i>	600	576	576-x
<i>Τυροσινάση (μL)</i>	-	24	24
<i>Δείγμα (μL)</i>	-	-	x

Ακολουθεί καλή ανάδευση και προσδιορισμός της ενζυμικής δραστηριότητας για 5 min στα 475 nm. Τα δείγματα υποβάλλονται σε λυοφιλίωση για τον προσδιορισμό της μάζας (mg) δείγματος που χρησιμοποιήθηκαν.

Για τον υπολογισμό της % αναστολής/mg δείγματος υπολογίζονται τα παρακάτω:

$$\% \text{ ταχύτητα αντίδρασης} = (D/\text{min δείγματος} / D/\text{min μάρτυρα}) * 100$$

$$\% \text{ αναστολή ενζύμου} = 100 - (\% \text{ ταχύτητα αντίδρασης})$$

$$\% \text{ αναστολής} / \text{mg δείγματος} = (\% \text{ αναστολή ενζύμου}) / \text{mg δείγματος μετά την λυοφιλίωση}$$

#### 2.10.4. Προσδιορισμός πρωτεΐνης με τη μέθοδο Bradford

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδιότητα της χρωστικής Coomassie Brilliant Blue G-250 να αλλάζει χρώμα όταν αλληλεπιδρά με πρωτεΐνες σε όξινο περιβάλλον. Η ελεύθερη χρωστική έχει χρώμα καστανό και απορροφά στα 465 nm, ενώ το σύμπλοκο πρωτεΐνη-χρωστική είναι γαλάζιο και απορροφά στα 595 nm. Η μέθοδος είναι αξιόπιστη για πρωτεϊνικά δείγματα των οποίων η συγκέντρωση κυμαίνεται από 0,04 mg/mL έως 0,20 mg/mL (40–200 μg/mL). Αναλυτικά η διαδικασία έχει ως εξής: Η χρωστική (100 mg) διαλύεται σε 100 mL υδατικού διαλύματος μεθανόλης (50% v/v). Στο διάλυμα προστίθενται 100 mL πυκνού φωσφορικού οξέος (85% w/v). Όλα τα υλικά προστίθενται εντός σκοτεινού δοχείου και το διάλυμα που προκύπτει αποτελεί το πυκνό αντιδραστήριο Bradford, το οποίο διατηρείται στους 25 °C. Για τον προσδιορισμό της πρωτεΐνης το παραπάνω αντιδραστήριο αραιώνεται με νερό σε αναλογία ¼ δηλαδή 1 μέρος πυκνού αντιδραστηρίου Bradford και 4 μέρη νερού και το διάλυμα που προκύπτει διατηρείται σε σκοτεινό δοχείο και σε θερμοκρασία 25 °C για 24h.

Για τον προσδιορισμό αγνώστου δείγματος πρωτεΐνης, σε 950 μL του αραιωμένου αντιδραστηρίου Bradford προστίθενται 50 μL πρωτεΐνης κατάλληλης συγκέντρωσης ώστε στην κυψελίδα να υπάρχουν 2-10μg πρωτεΐνης. Το μίγμα επωάζεται σε θερμοκρασία 25 °C για 20-35 min σε σκοτεινό μέρος και ακολούθως λαμβάνεται η απορρόφηση στα 595 nm, έχοντας ως αναφορά διάλυμα που περιέχει όλα τα αντιδραστήρια εκτός από πρωτεΐνη (σε 950 μL του αραιωμένου αντιδραστηρίου Bradford προστίθενται 50 μL δις αποσταγμένου νερού). Η α-

πορρόφηση ανάγεται σε συγκέντρωση πρωτεΐνης με βάση πρότυπη καμπύλη αναφοράς, από την οποία υπολογίζεται ο συντελεστής μοριακής απόσβεσης. Η καμπύλη αναφοράς σχεδιάζεται έχοντας ως πρότυπο γνωστές ποσότητες (2-10 mg) αλβουμίνης από ορό μόσχου.

Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης πρωτεΐνης έγινε με την παρακάτω σχέση:

$$c=A * V_{\text{τελ}} / \epsilon * l * V_{\text{δειγ}}$$

όπου:

A: τιμή απορρόφησης στα 595 nm

$V_{\text{τελ}}$ : τελικός όγκος

$V_{\text{δειγ}}$ : όγκος δείγματος

$\epsilon$ : συντελεστής απορρόφησης

l: μήκος οπτικής διαδρομής (cm)

### Πειραματική διαδικασία-πρωτόκολλο Bradford

Οι ιοντικές και υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις της χρωστικής με την πρωτεΐνη δημιουργούν μια σταθερή ιονική μορφή της χρωστικής που απορροφά στα 595 nm. Η μέθοδος αυτή είναι χρήσιμη διότι ο συντελεστής απορρόφησης του συμπλέγματος πρωτεΐνης-χρωστικής είναι σταθερός σε μεγάλη περιοχή συγκεντρώσεων. Η καμπύλη αναφοράς σχεδιάζεται έχοντας ως πρότυπο γνωστές συγκεντρώσεις αλβουμίνης από ορό μόσχου(BSA). Stock (2 mg/10 mL)- (0,2 mg/mL). Συγκεκριμένα:

Αντιδραστήρια	Control	1	2	3	4	5
Assay solution	950μL	950μL	950μL	950μL	950μL	950μL
ddH2O	50 μL	40 μL	30 μL	20 μL	10 μL	-
BSA	-	10 μL	20 μL	30 μL	40 μL	50 μL

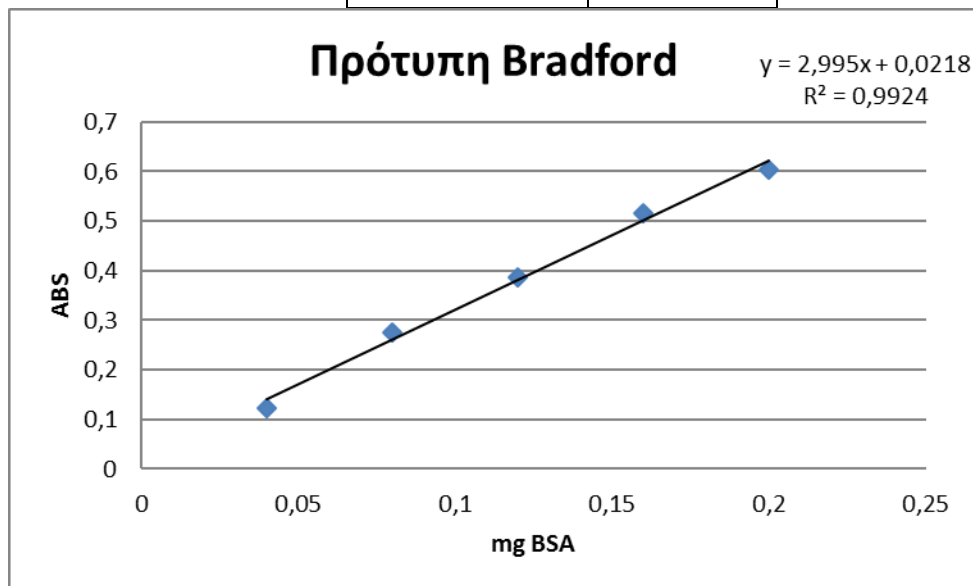
Συγκεντρώσεις BSA:

- 0,04 mg/mL (10 μL BSA Stock)
- 0,08 mg/mL (20 μL BSA Stock)
- 0,12 mg/mL (30 μL BSA Stock)
- 0,16 mg/mL (40 μL BSA Stock)
- 0,20 mg/mL (50 μL BSA Stock)

Υπολογίζεται η κλίση της ευθείας από την πρότυπη καμπύλη:

BSA (mg)	ABS <sub>595</sub>
0,04	0,124

0,08	0,276
0,12	0,387
0,16	0,516
0,2	0,603



Η πρότυπη καμπύλη έχει συντελεστή προσαρμογής  $R^2=0,9924$  και ακολουθεί την εξίσωση  $y = 2,995x + 0,0218$ , όπου  $y$  η απορρόφηση στα 595 nm και  $x$  η συγκέντρωση σε mg του ορού μόσχου (BSA). Έχοντας υπολογίσει τη πρότυπη καμπύλη γίνεται ποσοτικός προσδιορισμός πρωτεΐνης στο δείγμα. Για τον υπολογισμό της πρωτεΐνης πραγματοποιούνται δύο επαναλήψεις.

Σε κυψελίδες 1 mL, για τα δείγματα των φυτικών εκχυλισμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα εξής:

Αντιδραστήρια	Control A	A	Control B	B
Bradford reagent	950 $\mu$ L	950 $\mu$ L	950 $\mu$ L	950 $\mu$ L
ddH <sub>2</sub> O	50 $\mu$ L	40 $\mu$ L	50 $\mu$ L	40 $\mu$ L
Δείγμα	-	10 $\mu$ L	-	10 $\mu$ L

### 2.11. Εξοπλισμός

1. Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης (ορατού-υπεριώδους) της εταιρείας Hitachi (μοντέλο U-2000, με μήκος οπτικής διαδρομής 10 mm) με θερμοστατούμενη υποδοχή κυψελίδας. Χρησιμοποιήθηκε για τον φωτομετρικό προσδιορισμό της ενζυμικής δραστηριότητας.



2. Φασματόμετρο μονής δέσμης. Χρησιμοποιήθηκε για το προσδιορισμό αντιοξειδωτικής ικανότητας και περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά. Οι μετρήσεις pH των διαλυμάτων πραγματοποιήθηκαν με το pHμετρο ORION μοντέλο 410 A.
3. Φυγόκεντροι Heraeus SEPATECH Contrifuge 17 RS, Varifyge 20 RS και η Heraeus Instruments Biofuge primo.
4. Υδατόλουτρο της εταιρείας BIBBY, Stuart Scientific
5. Ζυγός
6. Αναδευτήρας (Vortex)
7. Λουτρό Υπερήχων

## 2.12. Υλικά

### Διαλύματα

- 12 Δείγματα φυτικών εκχυλισμάτων σε eppendorff
- Απεσταγμένο νερό.

### Διαλύματα για τον προσδιορισμό των φαινολικών οξέων

- ✓ Διάλυμα Folin - Ciocalteu reagent  
Διατίθεται στο εμπόριο και παρασκευάζεται ως εξής: 100 g βολφραμικού νατρίου και 25 g μολυβδαινικού νατρίου διαλύονται σε 700 mL αποσταγμένου νερού. Προστίθενται 50 mL  $H_3PO_4$  (85% v/v), 100 mL πυκνού HCL και φέρεται σε βρασμό για 10 ώρες, κάτω από κατακόρυφο ψυκτήρα. Στη συνέχεια προστίθενται 150 g θειικού λιθίου, μερικές σταγόνες βρώμιου και φέρεται πάλι σε βρασμό για 15 min. Το μίγμα ψύχεται και συμπληρώνεται ο όγκος του στο 1L με αποσταγμένο νερό.
- ✓ Πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος (για τον υπολογισμό της πρότυπης καμπύλης).  
Διαλύουμε 0,5 g γαλλικού οξέως σε 10 mL αιθανόλης και προσθέτουμε ddH<sub>2</sub>O μέχρι τελικού όγκου 100 mL.

### Διαλύματα για τον προσδιορισμό αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP

- ✓ Διάλυμα οξικού νατρίου  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$  (300 mM).  
Αποτελείται από 1,55 g  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$  διαλυμένα σε 8 mL οξικό οξύ και 492 mL ddH<sub>2</sub>O.
- ✓ Διάλυμα TPTZ (2,4,6-τριπυριδύλ-s-τριαζίνη) 10 mM και HCl 40 mM.  
Διαλύονται 6,25 mg TPTZ με 6,66 μL HCl (12 M) και 1,9 mL ddH<sub>2</sub>O.
- ✓ Διάλυμα  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  (20 mM).  
Διαλύονται 10,812 mg  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  σε 2 mL ddH<sub>2</sub>O.
- ✓ Διάλυμα FRAP.

Αποτελείται από διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , διάλυμα TPTZ και HCl και διάλυμα  $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  σε αναλογία 10:1:1 αντίστοιχα.

- ✓ Ασκορβικό οξύ (1M) (για τον υπολογισμό της πρότυπης καμπύλης)

#### **Διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της αναστολής του ενζύμου τυροσινάση**

- Ρυθμιστικό διάλυμα δισόξινου φωσφορικού καλίου,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  50 mM (Mr= 136,09), pH=6,5. Διαλύονται 1,36 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  σε 200 mL ddH<sub>2</sub>O και ρυθμίζεται το pH στο 6,5.
- L-Τυροσίνη 1 mM (Mr= 181,2). Διαλύονται 1,8 mg L-τυροσίνη σε 210 mL ddH<sub>2</sub>O.
- Διάλυμα ενζύμου τυροσινάση Διαλύονται 500-1000 units τυροσινάσης/mL ρυθμιστικού διαλύματος  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (50 mM, pH=6,5).

### **2.13. Μετεωρολογικά δεδομένα**

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προήλθαν από τους σταθμούς της Ελληνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY) στην Αθήνα (Σπάτα). Παρατίθενται η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση σχετική υγρασία και η μέση μηνιαία βροχόπτωση στις περιοχές των πειραματικών αγρών (Αγρός ΓΠΑ στα Σπάτα στην Αθήνα). Έτσι, για τον προσδιορισμό της επίδρασης του κλίματος στην % περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, στην % σύσταση αυτού, καθώς και στα φυσικά χαρακτηριστικά του υπέργειου τμήματος χρησιμοποιήθηκαν: η μέση θερμοκρασία, η μέση σχετική υγρασία και η μηνιαία βροχόπτωση του μήνα πριν τη συγκομιδή κάθε είδους (*S. thymbra*, *O. onites*, *O. hirtum* και *C. capitatus*) για ένα έτος. Επίσης, κλιματικά δεδομένα προήλθαν από το εργαστήριο Υδρολογίας και Υδάτινων πόρων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για τις περιοχές της Κεφαλονιάς (δεδομένα άνευ διόρθωσης τυχόν σφαλμάτων).

### **2.14. Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης**

Για τη στατιστική επεξεργασία και την παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα «Jmp 8 Statistics and Graphics». Η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων και για τα δύο πειράματα ακολούθησε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο.). Διενεργήθηκαν αναλύσεις των διασπορών (ANOVA) για την αξιολόγηση των στατιστικά σημαντικών διαφορών των μέσων μεταξύ των ειδών και για τις δύο περιοχές προέλευσης. Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαι-

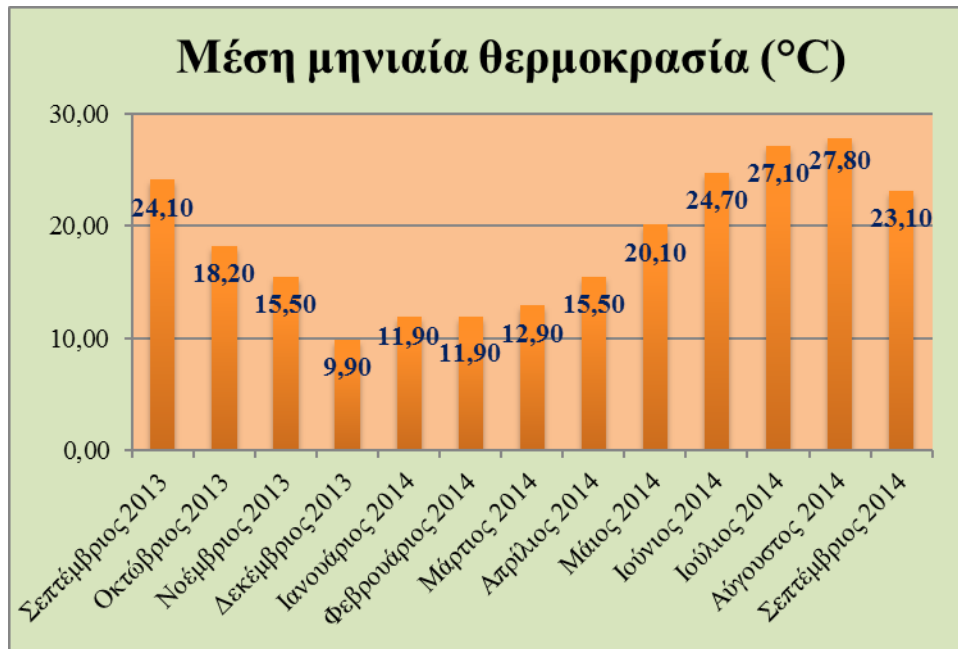
τέρω συγκρίσεις των μέσων έγιναν με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

### **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

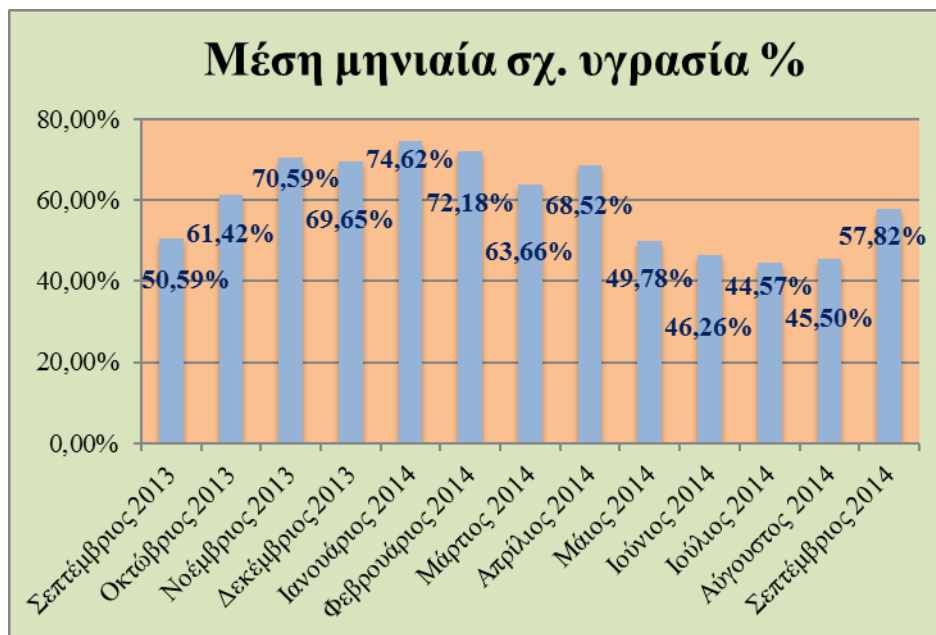
#### **3.1. Μετεωρολογικά Δεδομένα**

##### **3.1.1. Μετεωρολογικά δεδομένα (Σπάτα)**

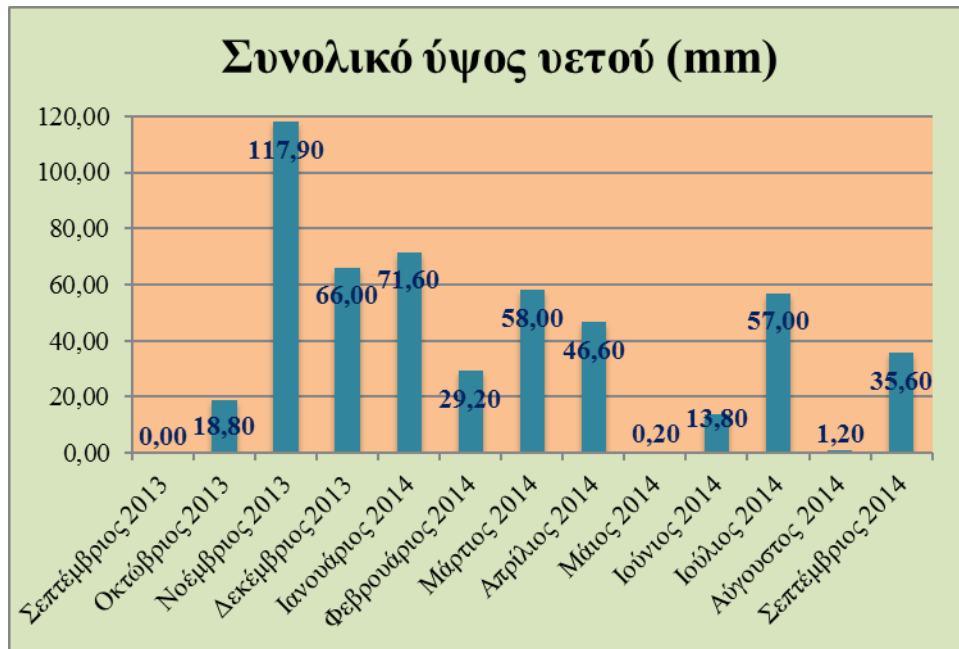
Στα διαγράμματα 1,2,3 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία σχετική υγρασία και η μηνιαία βροχόπτωση του πειραματικού αγρού στα Σπάτα. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που αξιολογήθηκαν στην παρούσα μελέτη πριν την συγκομιδή (Απρίλιο-Ιούλιο) για το *S. thymbra*, την *O. Onites*, την *O. hirtum* , το *C. capitatus* , το *T. holosericeus* , το *C. capitatus* Κεφαλονιάς και την *O. hirtum* Κεφαλονιάς για την παραγωγή του 2014.



**Διάγραμμα 1.** Μετεωρολογικά δεδομένα της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας στα Σπάτα 2013-2014.



**Διάγραμμα 2.** Μετεωρολογικά δεδομένα της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας στα Σπάτα 2013-2014.



**Διάγραμμα 3.** Μετεωρολογικά δεδομένα του μέσου μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας στα Σπάτα 2013-2014.

Παρατηρήθηκε ότι η μέση θερμοκρασία κατά τον μήνα Ιούνιο που πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή (12/6/2014) είχε τιμή φυσιολογική για την εποχή και όχι τόσο ακραία (24,70 °C). Παραπλήσια τιμή μέσης θερμοκρασίας παρουσιάστηκε και τον μήνα Σεπτέμβριο (24,10 °C).

Αξιοσημείωτο είναι πως ανθοφορία των υπό εξέταση φυτών εμφανίστηκε και στο τέλος Σεπτεμβρίου.

Επίσης, τον μήνα Ιούνιο το μέσο ύψος βροχόπτωσης του πειραματικού αγρού ήταν 13,80 χιλιοστά. Σποραδικές βροχές συνετέλεσαν σε αυτό ενώ η έντονη βροχόπτωση του μήνα Ιουλίου ( μέσο ύψος 57 χιλιοστά) ίσως να οδήγησε στην ανθοφορία του μήνα Σεπτεμβρίου.

Η μέση σχετική υγρασία του μήνα Ιουνίου ήταν η 3<sup>η</sup> μικρότερη στη διάρκεια του έτους ( 46,26 % ). Η μεγαλύτερη τιμή της παρουσιάστηκε τον μήνα Ιανουάριο (74,62%) και η μικρότερη τιμή τον μήνα Ιούλιο (44,57%).

Η μεταφύτευση των φυτών στον αγρό έγινε τον μήνα Απρίλιο. Το μέσο ύψος βροχόπτωσης εμφανίστηκε στα 46,60 χιλιοστά βροχής ενώ η μέση σχετική υγρασία είχε τιμή 68,52 τοις % . Ικανοποιητικές τιμές που βοήθησαν την φύτευση παράλληλα με την μέση θερμοκρασία του μηνός να είναι στους 15,5 βαθμούς Κελσίου.

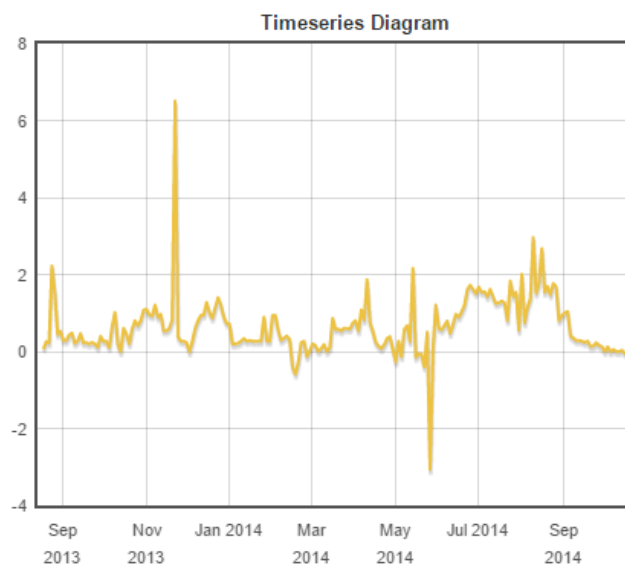
Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μέση σχετική υγρασία μετά το μήνα της φύτευσης εμφάνισε ισορροπημένες τιμές έως την αρχή του φθινοπώρου .

Αντίθετα, το μέσο ύψος βροχόπτωσης είχε διαφορετικές τιμές τόσο υψηλές όσο και χαμηλές. Συγκεκριμένα το μήνα Ιούλιο είχε σχεδόν διπλάσια τιμή από ένα μήνα όπως ο Φεβρουάριος που παραδοσιακά έχει μεγάλες τιμές. Η κατανομή της μέσης βροχόπτωσης είχε ποικίλες τι-

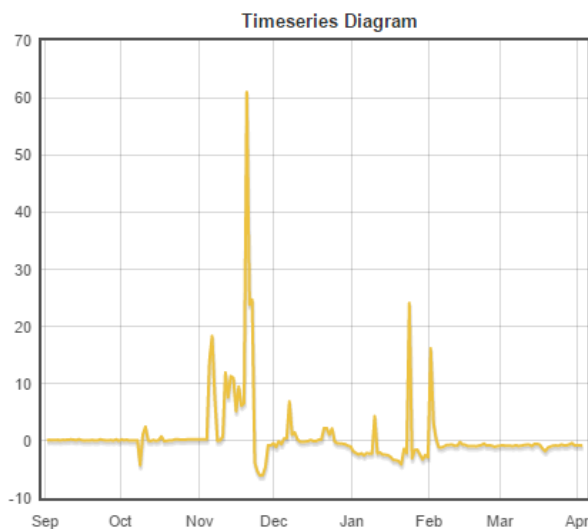
μές στη διάρκεια της συγκεκριμένης μελέτης ( Φεβρουάριος 2014 με 29,20 χιλιοστά βροχής και Νοέμβριος 2013 με 117,90 χιλιοστά βροχής).

### 3.1.2 Μετεωρολογικά δεδομένα (Κεφαλονιά)

Στα διαγράμματα 4,5,6 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία σχετική υγρασία και η μηνιαία βροχόπτωση του μετεωρολογικού σταθμού στη Κεφαλονιά (Αί- νος).

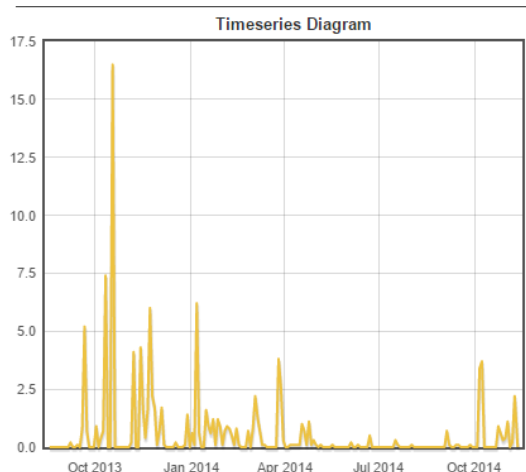


**Διάγραμμα 4.** Μετεωρολογικά δεδομένα της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στο μετεωρο- λογικό σταθμό του εργαστηρίου Υδάτινων Πόρων του ΕΜΠ στο βουνό του Αίνου 2013-2014. Παρατηρήθηκε πως τους μήνες Ιανουάριο και Μάρτιο που έγινε η λήψη του φυτικού υλικού επικρατούσαν χαμηλές τιμές μέσης θερμοκρασίας στο πυρήνα του Εθνικού Δρυμού ( πλησί- ον περιοχής Φαγιά). Γίνεται σαφές ότι σε χαμηλότερα σημεία δειγματοληψίας σε άλλη περιο- χή στο νησί γενικότερα υπήρχαν μεγαλύτερες τιμές μέσης θερμοκρασίας.



**Διάγραμμα 5.** Μετεωρολογικά δεδομένα της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας στο μετεωρολογικό σταθμό του εργαστηρίου Υδάτινων Πόρων του ΕΜΠ στο βουνό του Αίνου 2013-2014.

Παρατηρήθηκε πως την περίοδο από Ιανουάριο έως και Μάρτιο που έγινε η λήψη του φυτικού υλικού οι τιμές της μέσης σχετικής υγρασίας παρουσίαζαν οξείες κορυφές με μεγαλύτερη τιμή τέλος Φλεβάρη προς αρχές Μάρτη στην ευρύτερη περιοχή του Εθνικού Δρυμού (πλησίον περιοχής Φαγιά). Γίνεται σαφές ότι σε χαμηλότερα σημεία δειγματοληψίας σε άλλη περιοχή στο νησί γενικότερα υπήρχαν μεγαλύτερες τιμές μέσης θερμοκρασίας.



**Διάγραμμα 6.** Μετεωρολογικά δεδομένα του μέσου μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης στο μετεωρολογικό σταθμό του εργαστηρίου Υδάτινων Πόρων του ΕΜΠ στο βουνό του Αίνου 2013-2014.

Τον Ιανουάριο του 2014 στην ευρύτερη περιοχή του Εθνικού Δρυμού εμφανίζεται μια ικανοποιητική τιμή μέσου ύψους βροχόπτωσης (οξεία κορυφή) ενώ κατά τον Μάρτη μια χαμηλότερη τιμή .

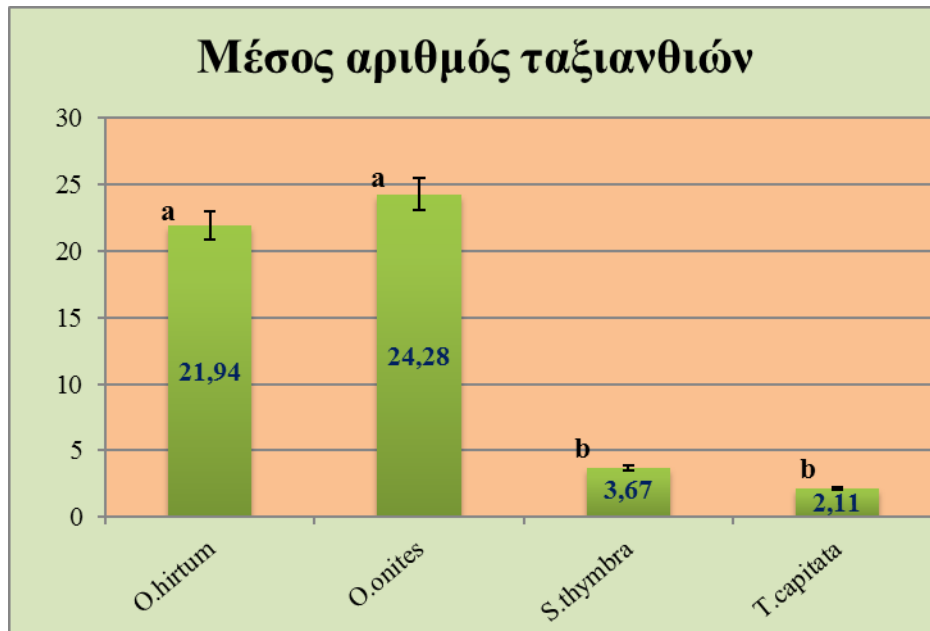
Για τα παραπάνω διαγράμματα(4,5,6) οι τιμές που παρουσιάζονται είναι μη διορθωμένες και προέρχονται απευθείας από τα όργανα μέτρησης.

### 3.2. Φυτικά χαρακτηριστικά

Για την μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών των βιοτόπων των ειδών *S.thymbra*, *O.hirtum*, *O.onites*, *C. capitatus* (Ικαρία) καθώς και των *O.hirtum* (Φαγιά , Ζόλα), *C. capitatus*, *T. holosericeus* (Κεφαλονιά) μελετήθηκαν τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους.

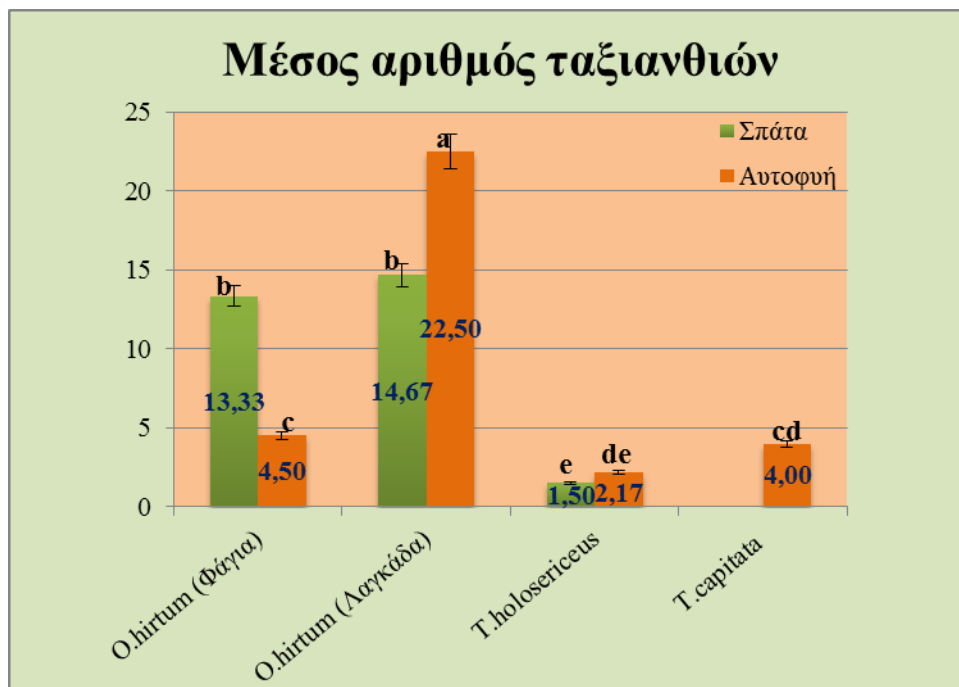
Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακατω.

#### 3.2.1.Αριθμός ταξιανθιών



**Διάγραμμα 7.** Ο μέσος όρος του αριθμού των ταξιανθιών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία) Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5 (Παράρτημα) και το παραπάνω διάγραμμα δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό μεταξύ των των βιοτύπων των ειδών *C. capitatus* (*T.capitata*) και *S. thymbra*. Μεταξύ των 2 βιοτύπων ρίγανης (*O.hirtum*, *O.onites* Ικαρίας) δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



**Διάγραμμα 8.** Ο μέσος όρος του αριθμού των ταξιανθιών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

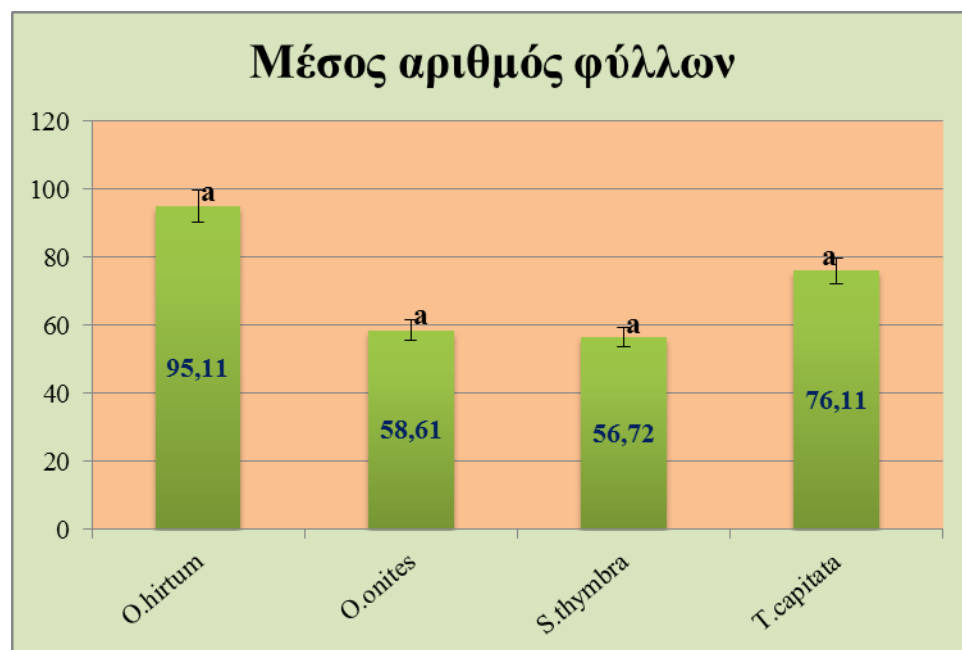


Παρατηρείται ότι μεταξύ των 2 βιοτύπων ρίγανης (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδας) που είναι μεταφυτευμένες στα Σπάτα δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, στους αντίστοιχους αυτοφυείς πληθυσμούς παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα και τον Πίνακα 6(Παράρτημα). Το *T. holosericeus* δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά για αυτό το χαρακτηριστικό είτε στους αυτοφυείς πληθυσμούς είτε στους μεταφυτευμένους στα Σπάτα.

Το *C. capitatus* των αυτοφυών πληθυσμών της Κεφαλονιάς διαφέρει σημαντικά από το αντίστοιχο *C. capitatus* της Ικαρίας (Σπάτα). Δεν εμφανίζεται μπάρα *C. capitatus* (Κεφαλονιά) μεταφυτευμένο στα Σπάτα στο διάγραμμα 8 διότι υπήρχαν μεμονωμένα άτομα στη καλλιέργεια και δεν ήταν δυνατό να παρουσιαστεί ικανοποιητικός αριθμός για μέτρηση μέσων όρων.

Επιπλέον, ο βιότυπος της ρίγανης *O.hirtum* (Ζόλα Κεφαλονιά) που βρίσκεται στα Σπάτα διαφέρει σημαντικά από τους δυο βιοτύπους *O.hirtum* και *O.onites* (Ικαρία) που επίσης βρίσκονται εκεί σύμφωνα με τα διαγράμματα 7 και 8.

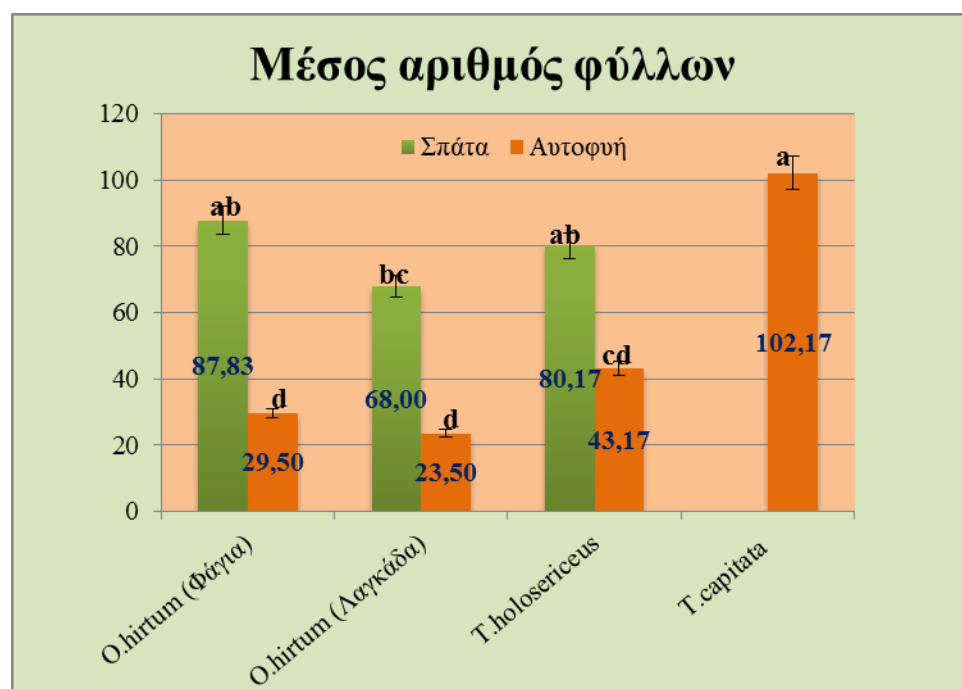
### 3.2.2.Αριθμός φύλλων



**Διάγραμμα 9.** Ο μέσος όρος του αριθμού των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 7(Παράρτημα) δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό μεταξύ των των βιοτύπων των ειδών *C. capitatus* (*T.capitata*) και *S. thymbra* (διάγραμμα 9). Μεταξύ των 2 βιοτύπων ρίγανης (*O.hirtum*, *O.onites* Ικαρίας)

δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Μεγαλύτερη τιμή παρουσίασε η ρίγανη *O.hirtum* και μικρότερη το είδος *S. thymbra*. Η *O.onites* εμφάνισε παραπλήσια τιμή με το είδος *S. thymbra*.



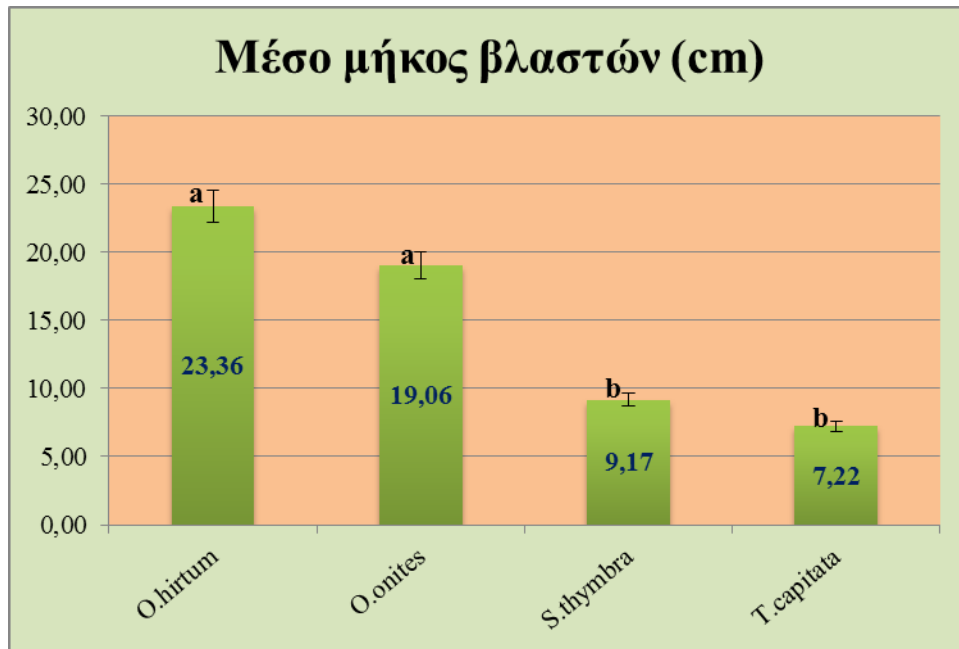
**Διάγραμμα 10.** Ο μέσος όρος του αριθμού των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Όπως προέκυψε από τον Πίνακα 8(Παράρτημα) παρατηρείται ότι μεταξύ των μεταφυτευμένων φυτών στα Σπάτα είδους *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) και *T. holosericeus* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά (διάγραμμα 10).

Όσον αφορά τους αυτοφυείς πληθυσμούς υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ του *C. capitatus* και των άλλων 3 ειδών (*O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) και *T. holosericeus*). Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το *C. capitatus* και χαμηλότερη το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα). Στα μεταφυτευμένα υψηλότερη τιμή εμφανίζεται στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) και χαμηλότερη το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα). Στα διαγράμματα 9 και 10 υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο χαρακτηριστικό του μέσου αριθμού φύλλων για το ίδιο είδος *O.hirtum* ανάμεσα στις 2 περιοχές προέλευσης του (Ικαρία και Κεφαλονιά).

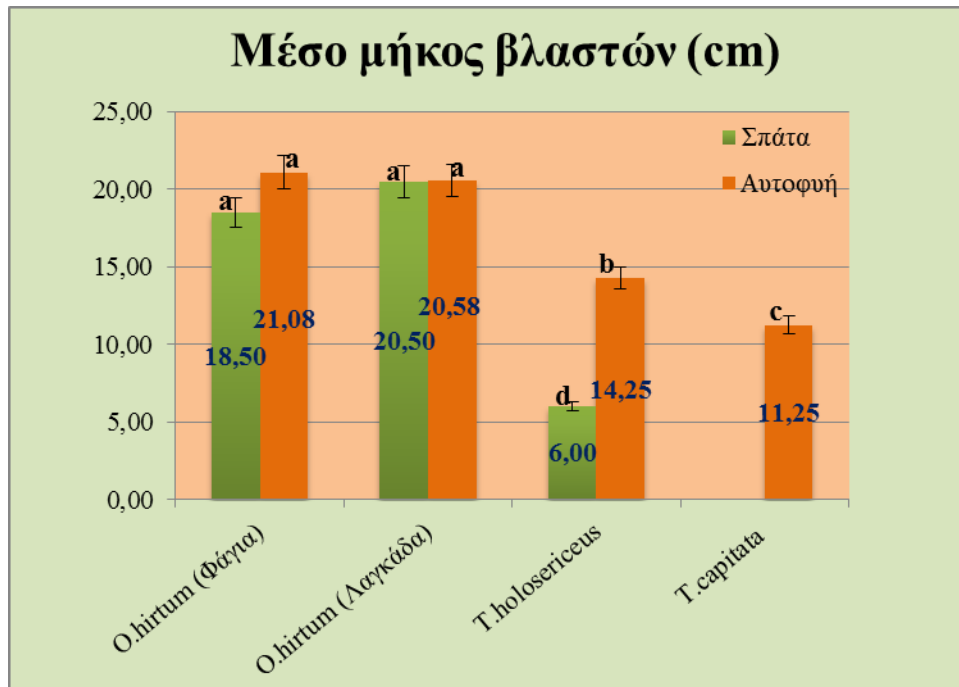
Δεν εμφανίζεται μπάρα *C. capitatus* (Κεφαλονιά) μεταφυτευμένο στα Σπάτα στο διάγραμμα 10 διότι υπήρχαν μεμονωμένα άτομα στη καλλιέργεια και δεν ήταν δυνατό να παρουσιαστεί ικανοποιητικός αριθμός για μέτρηση μέσων όρων.

### 3.2.3. Μήκος βλαστών



**Διάγραμμα 11.** Ο μέσος όρος του μήκους των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα και τον Πίνακα 1(Παράρτημα) ότι μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *S. thymbra* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό και το ίδιο ισχύει και ανάμεσα στα 2 είδη ρίγανης (*O.hirtum*, *O.onites*) (. Μεγαλύτερη τιμή μέσου μήκους βλαστών έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *C. capitatus*.



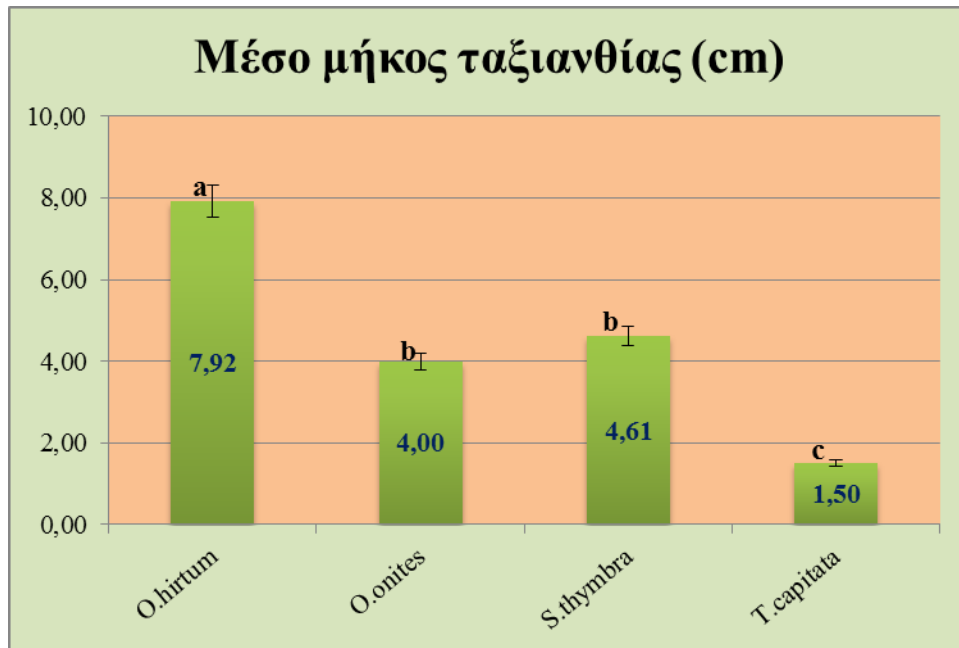
**Διάγραμμα 12.** Ο μέσος όρος του μήκους των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο παραπάνω διάγραμμα και από τον Πίνακα 2(Παράρτημα) προκύπτει ότι μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Στο είδος *T. holosericeus* υπάρχει μια διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Επίσης, το είδος διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με το αυτοφυές *C. capitatus*. Το *C. capitatus* και το *T. holosericeus* έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα).

Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο μήκος βλαστών για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα{Ζόλα}) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*. Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου μήκους βλαστών είχε το είδος *C. capitatus* ενώ μεγαλύτερη τιμή το είδος *O.hirtum* της περιοχής Φαγιά έναντι της περιοχής της Λαγκάδας.

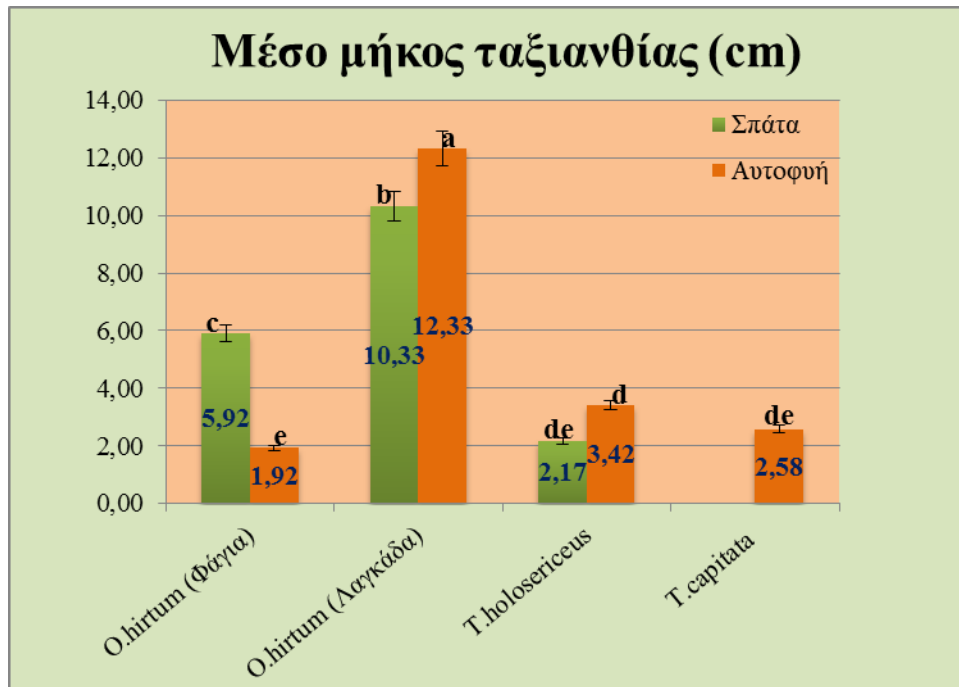
Τέλος, το μέσο μήκος βλαστών παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στο *O.hirtum* (Ικαρία) στα Σπάτα σε σχέση με το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα-Ζόλα {Κεφαλονιά} και Φαγιά).

### 3.2.4. Μήκος Ταξιανθίας



**Διάγραμμα 13.** Ο μέσος όρος του μήκους των ταξιανθιών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Όπως προέκυψε από τον Πίνακα 3(Παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *S. thymbra* παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό και το ίδιο ισχύει και ανάμεσα στα 2 είδη ρίγανης (*O.hirtum*, *O.onites*). Μεγαλύτερη τιμή μέσου μήκους ταξιανθιών έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *C. capitatus*. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *O.onites* και *S. thymbra* και δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (διάγραμμα 13).



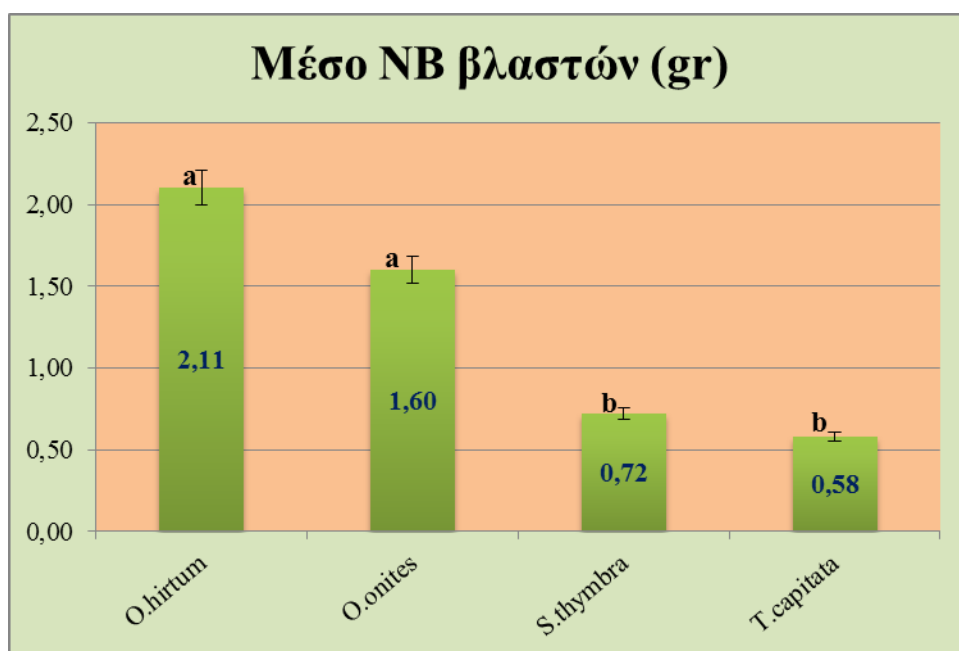
**Διάγραμμα 14.** Ο μέσος όρος του μήκους των ταξιανθιών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο παραπάνω διάγραμμα και σύμφωνα με τον Πίνακα 4 (Παράρτημα) μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Ειδικά για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε πολύ μικρή τιμή σε σχέση με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει διπλάσια τιμή σε σχέση με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά). Στο είδος *T. holosericeus* υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Επίσης, το είδος δεν διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με το αυτοφυές *C. capitatus*. Το *C. capitatus* και το *T. holosericeus* έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα).

Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο μήκος ταξιανθιών για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα {Ζόλα}) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*. Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου μήκους ταξιανθιών είχε το είδος *O.hirtum* της περιοχής Φαγιά ενώ μεγαλύτερη τιμή το είδος *O.hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλληνίας.

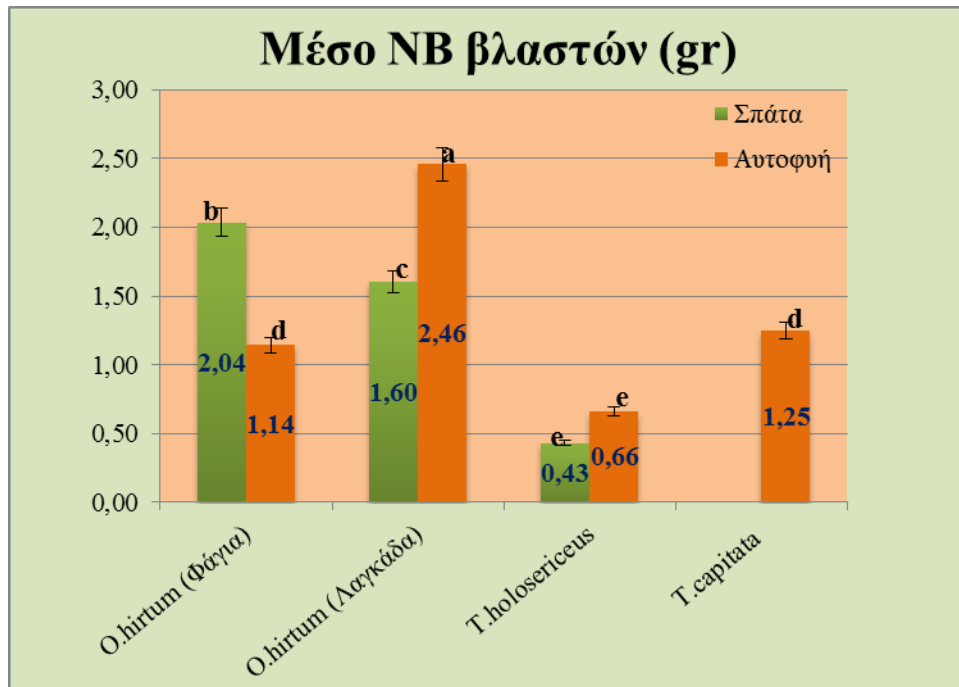
Τέλος, το μέσο μήκος ταξιανθιών παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα-Ζόλα {Κεφαλονιά}) στα Σπάτα σε σχέση με το είδος *O.hirtum* (Ικαρία).

### 3.2.5. Νωπό βάρος βλαστών



**Διάγραμμα 15.** Ο μέσος όρος του νωπού βάρους των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Παρατηρήθηκε ότι μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *S. thymbra* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό και το ίδιο ισχύει και ανάμεσα στα 2 είδη ρίγανης (*O.hirtum*, *O.onites*) σύμφωνα με τον Πίνακα 15(Παράρτημα). Μεγαλύτερη τιμή μέσου νωπού βάρους βλαστών έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *C. capitatus*. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus* και *S. thymbra* όπως και στα είδη *O.hirtum*, *O.onites* τα οποία δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές(διάγραμμα 15).



**Διάγραμμα 16.** Ο μέσος όρος του νεπού βάρους των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Όπως προέκυψε από τον Πίνακα 16 του παραρτήματος μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον (διάγραμμα 16). Ειδικά για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε πολύ μικρή τιμή σε σχέση με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει μικρότερη κατά πολύ τιμή σε σχέση με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).

Στο είδος *T. holosericeus* δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Επίσης, το είδος διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με το αυτοφυές *C. capitatus*. Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα. Επιπλέον, στα φυτά *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) και *C. capitatus* δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά το φυτικό υλικό που ελήφθη από το φυσικό περιβάλλον τους.

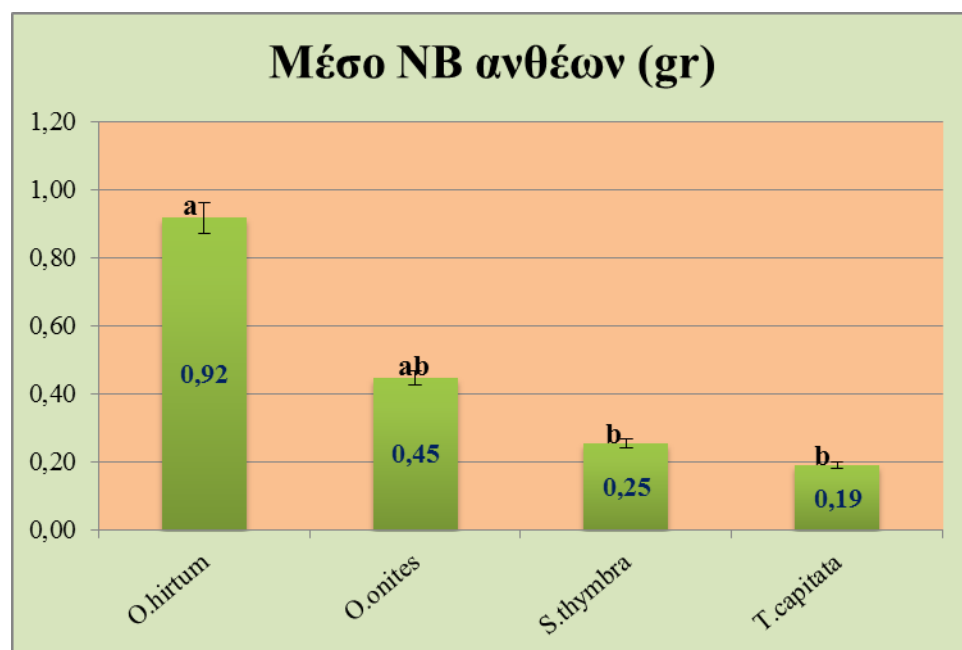
Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο νεπό βάρος των βλαστών για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Φαγιά) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*.



Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου νωπού βάρους των βλαστών είχε το είδος *T. holosericeus* ενώ μεγαλύτερη τιμή το είδος *O.hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλληνίας .

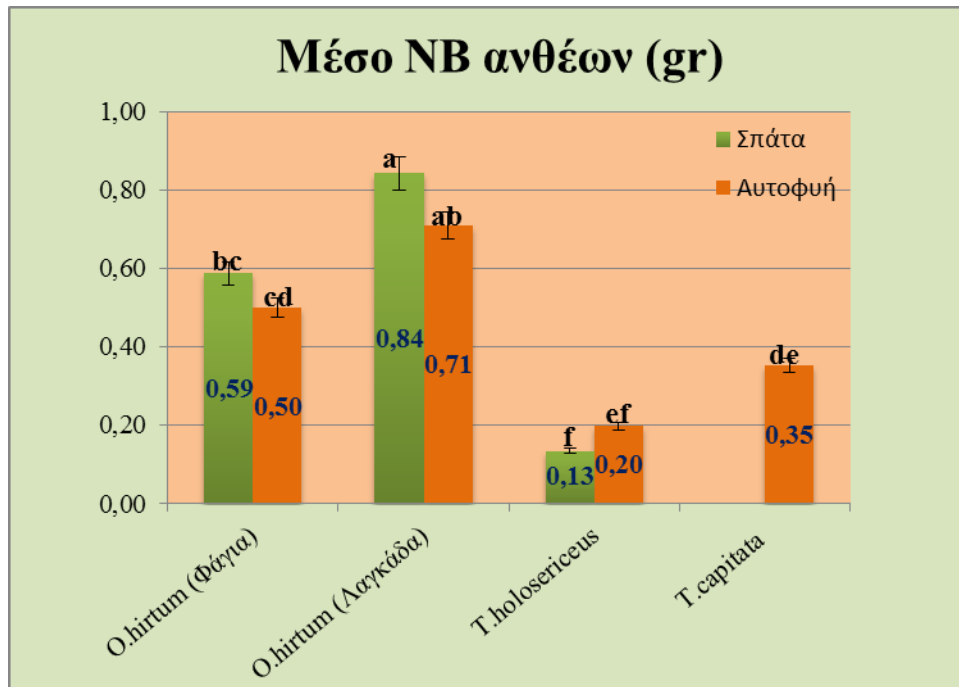
Τέλος, το μέσο νωπό βάρος των βλαστών παρουσίασε μικρότερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) στα Σπάτα απ'ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία). Όμως , ο αυτοφυής βιότυπος του είδους *O.hirtum* στη περιοχή Λαγκάδα στα Ζόλα Κεφαλληνίας εμφανίζεται με μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με την ήδη εγκατεστημένη φυτεία του είδους *O.hirtum* (Ικαρία) στα Σπάτα.

### 3.2.6 Νωπό βάρος ανθέων



**Διάγραμμα 17.** Ο μέσος όρος του νωπού βάρους των ανθέων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *S. thymbra* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό και το ίδιο ισχύει και ανάμεσα στα 2 είδη ρίγανης (*O.hirtum*, *O.onites*) (Πίνακας 9 –Παράρτημα). Βέβαια , η τιμή του είδους *O.hirtum* είναι διπλάσια από την τιμή του είδους *O.onites* . Μεγαλύτερη τιμή μέσου νωπού βάρους ανθέων έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *C. capitatus*. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus* και *S. thymbra* .



**Διάγραμμα 18.** Ο μέσος όρος του νωπού βάρους των ανθέων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 10 του παραρτήματος μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον (διάγραμμα 18). Ειδικά για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε μικρότερη τιμή σε σχέση με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).

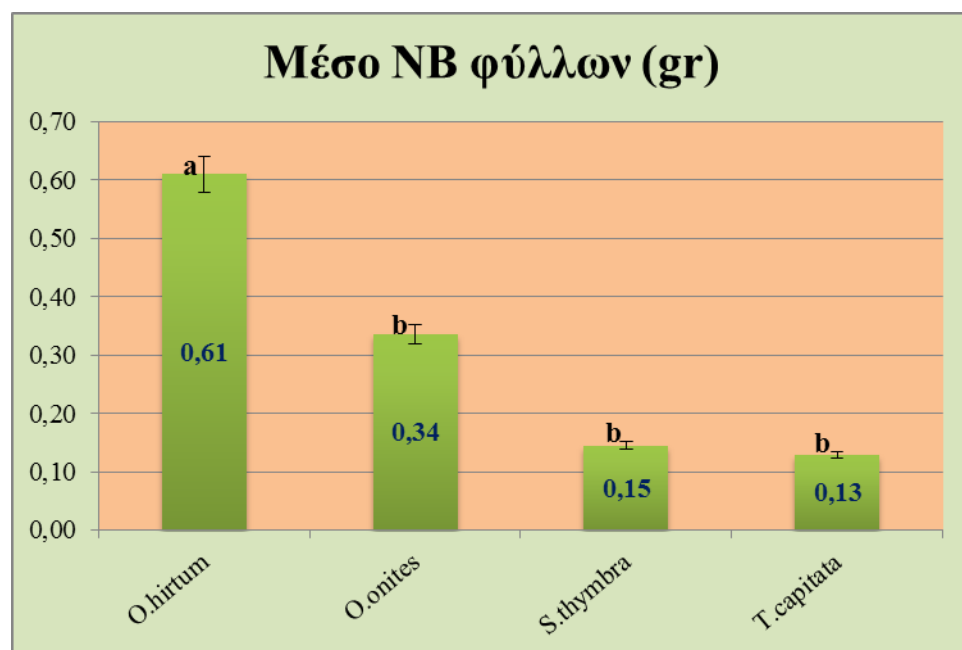
Στο είδος *T. holosericeus* δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Επίσης, το είδος διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με το αυτοφυές *C. capitatus*. Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα. Επιπλέον, στα φυτά *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) και *C. capitatus* δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά το φυτικό υλικό που ελήφθη από το φυσικό περιβάλλον τους.

Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο νωπό βάρος των ανθέων για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*. Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου νωπού βάρους των βλαστών είχε το είδος *T.*

*holosericeus* ενώ μεγαλύτερη τιμή το είδος *O.hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλληνίας .

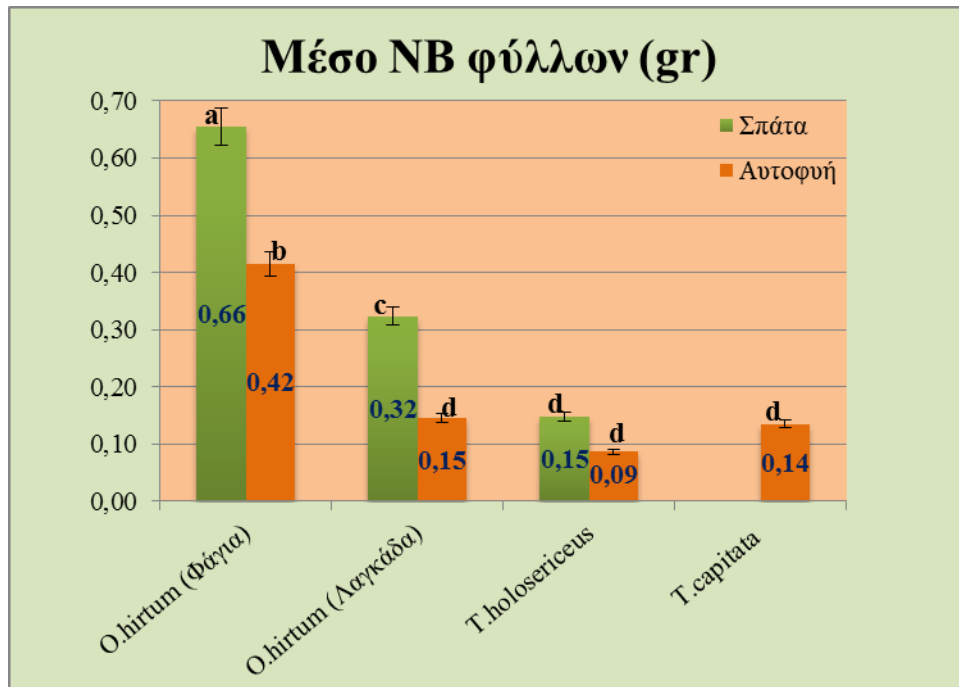
Τέλος, το μέσο νωπό βάρος των ανθέων παρουσίασε μικρότερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα) στα Σπάτα απ'ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία). Βέβαια οι τιμές είχαν πολύ μικρή διαφορά.

### 3.2.7. Νωπό βάρος φύλλων



**Διάγραμμα 19.** Ο μέσος όρος του νωπού βάρους των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Παρατηρείται ότι μεταξύ των ειδών *C. capitatus* , *S. thymbra* και *O.onites* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό (Πίνακας 21-Παράρτημα). Βέβαια , η τιμή του είδους *O.hirtum* διαφέρει σημαντικά και είναι μεγαλύτερη και από τα άλλα 3 είδη. Ειδικά με το είδος *O.onites* εμφανίζεται να έχει διπλάσια τιμή. Μεγαλύτερη τιμή μέσου νωπού βάρους φύλλων έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *C. capitatus*. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus* και *S. thymbra* (διάγραμμα 19).



**Διάγραμμα 20.** Ο μέσος όρος του νεπού βάρους των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

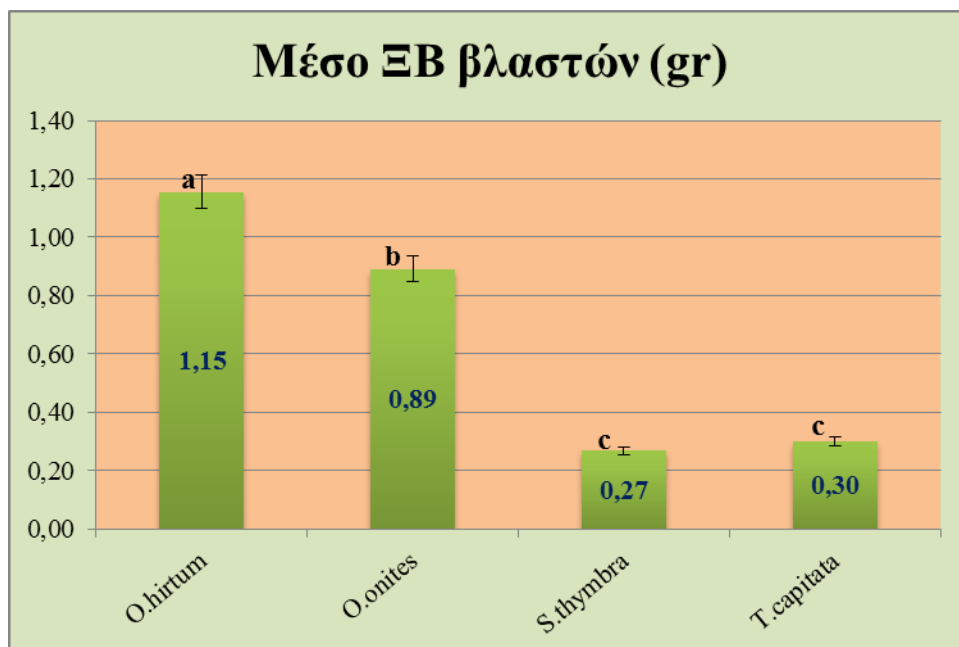
Στο παραπάνω διάγραμμα και σύμφωνα με τον Πίνακα 22 του παραρτήματος μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Ειδικά για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει μικρότερη τιμή (υποδιπλάσια) σε σχέση με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).

Στο είδος *T. holosericeus* δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Επίσης, το είδος δεν διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με το αυτοφυές *C. capitatus* και το αυτοφυές *O.hirtum* (Λαγκάδα). Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα.

Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο νεπό βάρος των φύλλων για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*. Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου νεπού βάρους των φύλλων είχε το είδος *T. holosericeus* ενώ μεγαλύτερη τιμή το είδος *O.hirtum* της περιοχής Φαγιά στον Εθνικό Δρυμό Αίνου της νήσου Κεφαλληνίας.

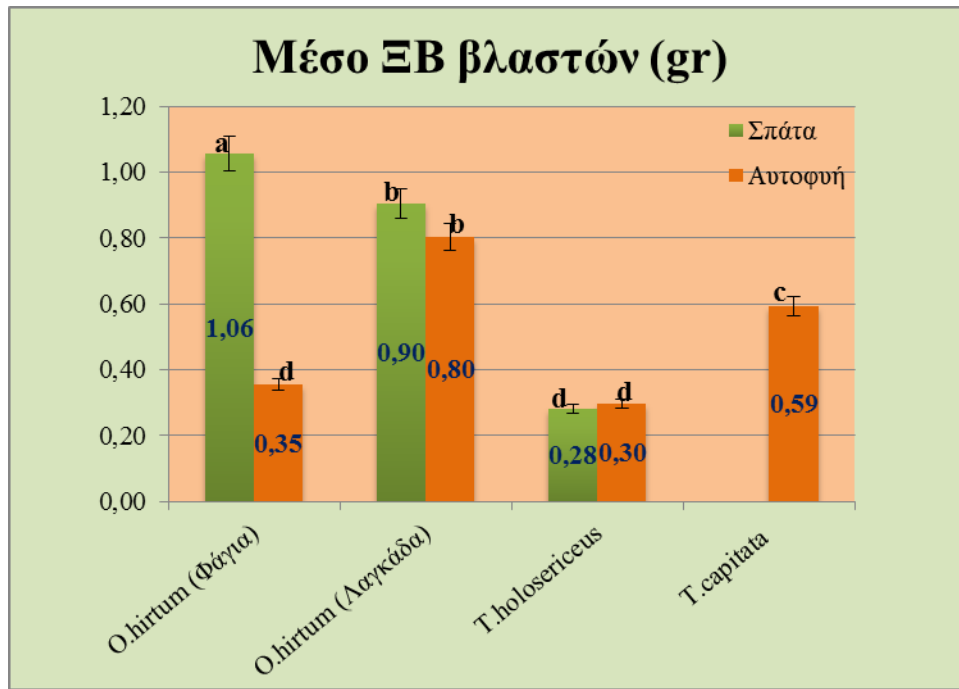
Τέλος, το μέσο νωπό βάρος των φύλλων παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) στα Σπάτα απ'ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία). Βέβαια οι τιμές είχαν πολύ μικρή διαφορά.

### 3.2.8. Ξηρό βάρος βλαστών



**Διάγραμμα 21.** Ο μέσος όρος του ξηρού βάρους των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Παρατηρείται ότι μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *S. thymbra* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό. Βέβαια, η τιμή του είδους *O.hirtum* διαφέρει σημαντικά τόσο με το είδος *O.onites* όσο και με τα άλλα δυο είδη (Πίνακας 17-Παράρτημα). Μεγαλύτερη τιμή μέσου ξηρού βάρους βλαστών έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *S. thymbra*. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus* και *S. thymbra* (διάγραμμα 21).



**Διάγραμμα 22.** Ο μέσος όρος του ξηρού βάρους των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

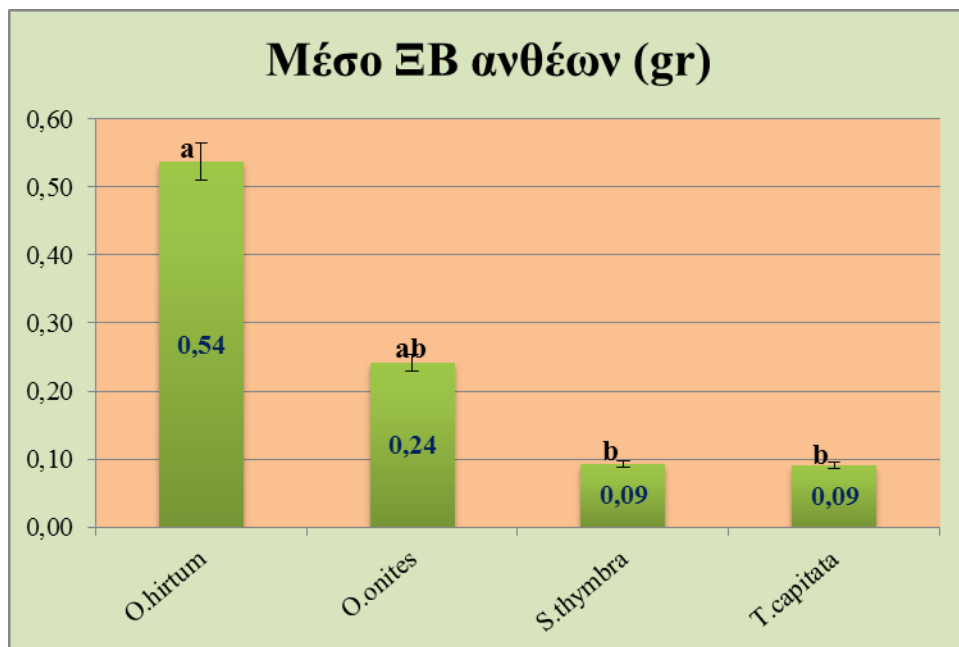
Στο παραπάνω διάγραμμα και σύμφωνα με τον Πίνακα 18 του παραρτήματος μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Ειδικά για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε μικρότερη τιμή σε σχέση με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει μικρότερη τιμή σε σχέση με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά). Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στο είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) για το χαρακτηριστικό που μελετάται είτε για το φυσικό περιβάλλον είτε για τον πειραματικό αγρό στα Σπάτα. Στο είδος *T. holosericeus* δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Επίσης, το είδος δεν διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με το αυτοφυές *O.hirtum* (Φαγιά). Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα.

Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο ξηρό βάρος των βλαστών για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Φαγιά) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*.

Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου ξηρού βάρους των βλαστών είχε το είδος *T. holosericeus* ενώ μεγαλύτερη τιμή το είδος *O.hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλληνίας.

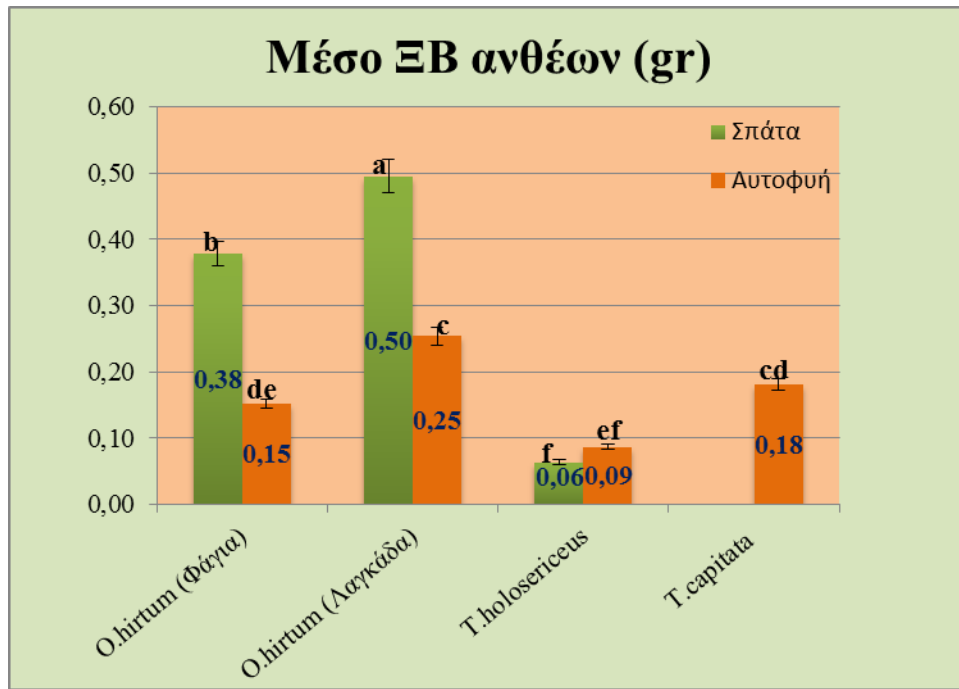
Τέλος, το μέσο ξηρό βάρος των βλαστών παρουσίασε μικρότερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) στα Σπάτα απ'ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία).

### 3.2.9. Ξηρό βάρος ανθέων



**Διάγραμμα 23.** Ο μέσος όρος του ξηρού βάρους των ανθέων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *S. thymbra* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό (Πίνακας 11-Παράρτημα) . Βέβαια , η τιμή του είδους *O.hirtum* διαφέρει σημαντικά τόσο με το είδος *O.onites* όσο και με τα άλλα δυο είδη. Μεγαλύτερη τιμή μέσου ξηρού βάρους ανθέων έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *S. thymbra* και το είδος *C. capitatus* . Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus* και *S. thymbra* (διάγραμμα 23).



**Διάγραμμα 24.** Ο μέσος όρος του ξηρού βάρους των ανθέων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 24 και σύμφωνα με τον Πίνακα 12 του παραρτήματος μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Ειδικά για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε μικρότερη τιμή σε σχέση με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).

Στο είδος *T. holosericeus* δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα καθώς και με το αυτοφυές *C. capitatus*.

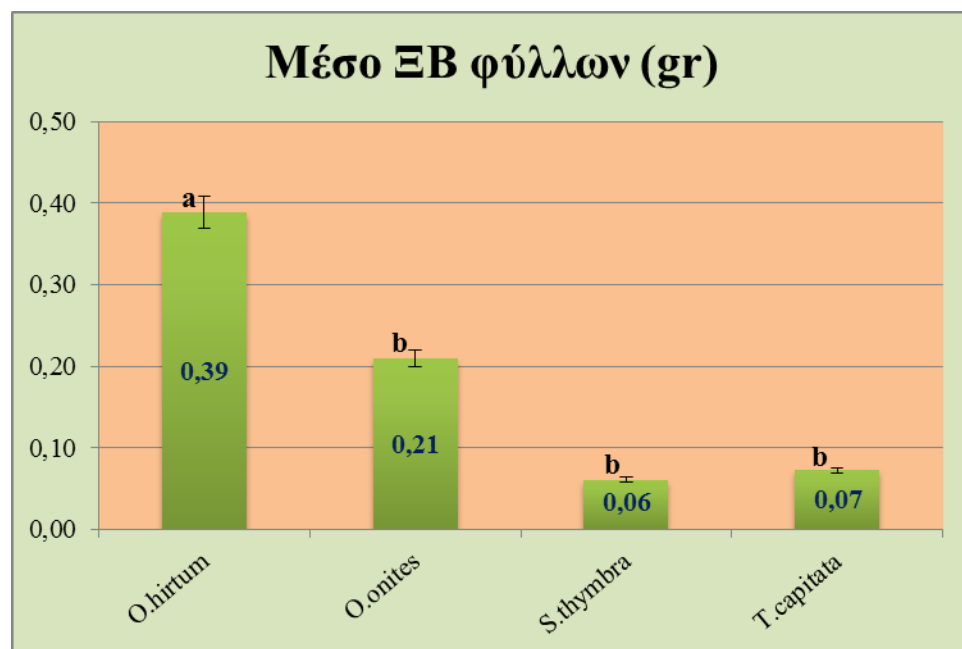
Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο ξηρό βάρος των ανθέων για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*.

Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου ξηρού βάρους των ανθέων είχε το είδος *T. holosericeus* ενώ μεγαλύτερη τιμή το είδος *O.hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλληνίας.



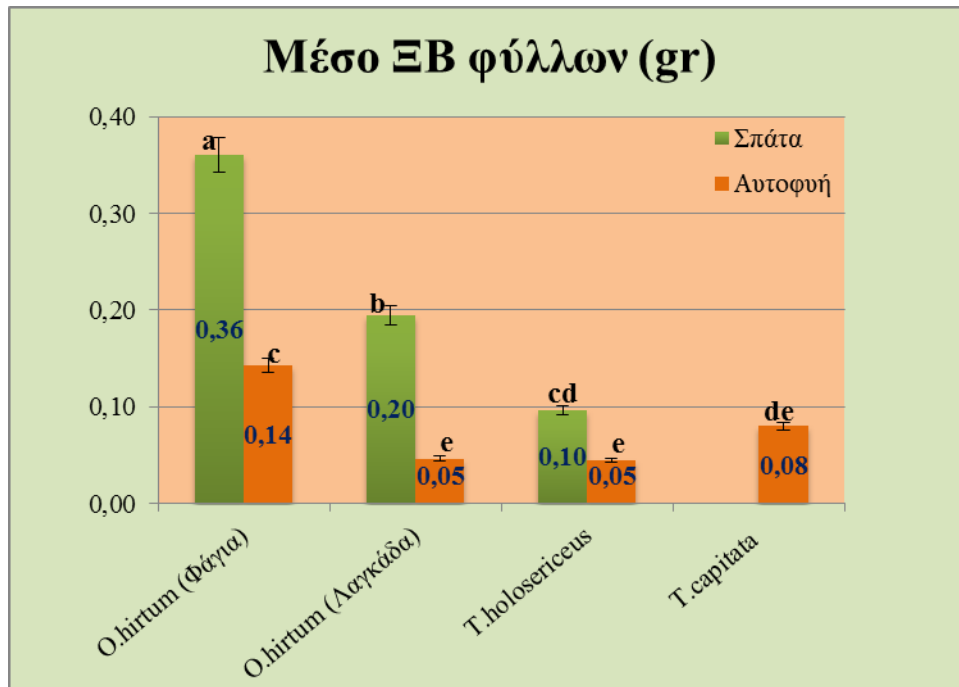
Τέλος, το μέσο ξηρό βάρος των βλαστών παρουσίασε μικρότερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα) στα Σπάτα απ'ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία). Η διαφορά ήταν πολύ μικρή.

### 3.2.10. Ξηρό βάρος φύλλων



**Διάγραμμα 25.** Ο μέσος όρος του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο παραπάνω διάγραμμα και σύμφωνα με τον Πίνακα 23 του παραρτήματος μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *S. thymbra* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό. Βέβαια, η τιμή του είδους *O.hirtum* διαφέρει σημαντικά τόσο με το είδος *O.onites* όσο και με τα άλλα δυο είδη. Μεγαλύτερη τιμή μέσου ξηρού βάρους φύλλων έχει το είδος *O.hirtum* και μικρότερη τιμή το είδος *S. thymbra* και το είδος *C. capitatus*. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus* και *S. thymbra*.



**Διάγραμμα 26.** Ο μέσος όρος του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο παραπάνω διάγραμμα μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον (Πίνακας 24-Παράρτημα). Ειδικά για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει μικρότερη τιμή σε σχέση με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).

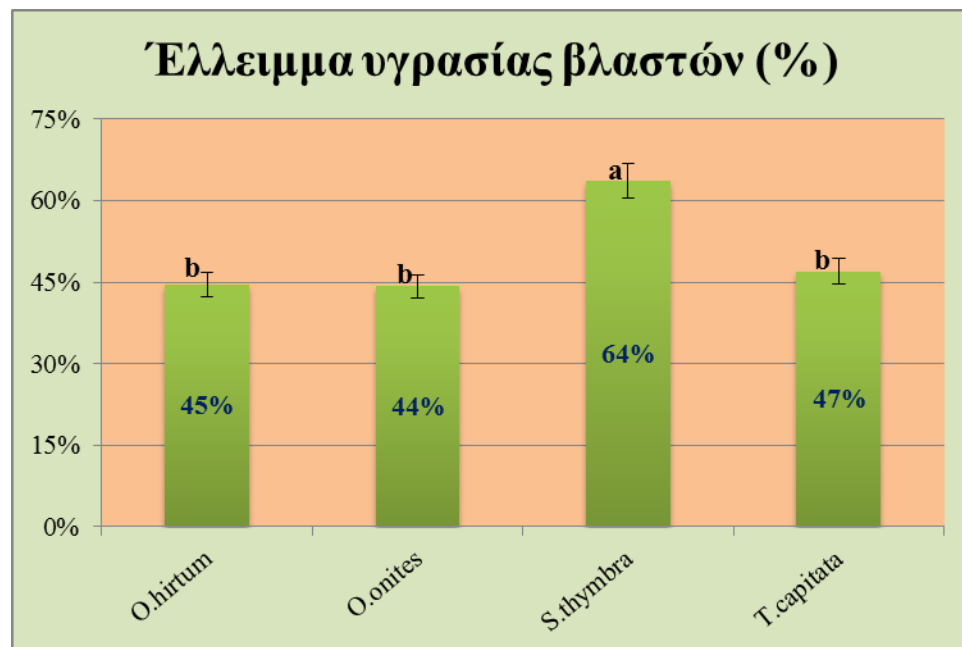
Στο είδος *T. holosericeus* υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα. Στους αυτοφυείς πληθυσμούς δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά για τα είδη *O.hirtum*, *T. holosericeus* και *C. capitatus*.

Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο ξηρό βάρος των φύλλων για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Φαγιά) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*.

Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου ξηρού βάρους των φύλλων είχε το είδος *T. holosericeus* και το είδος *O.hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλληνίας ενώ μεγαλύτερη το είδος *O.hirtum* (Φαγιά).

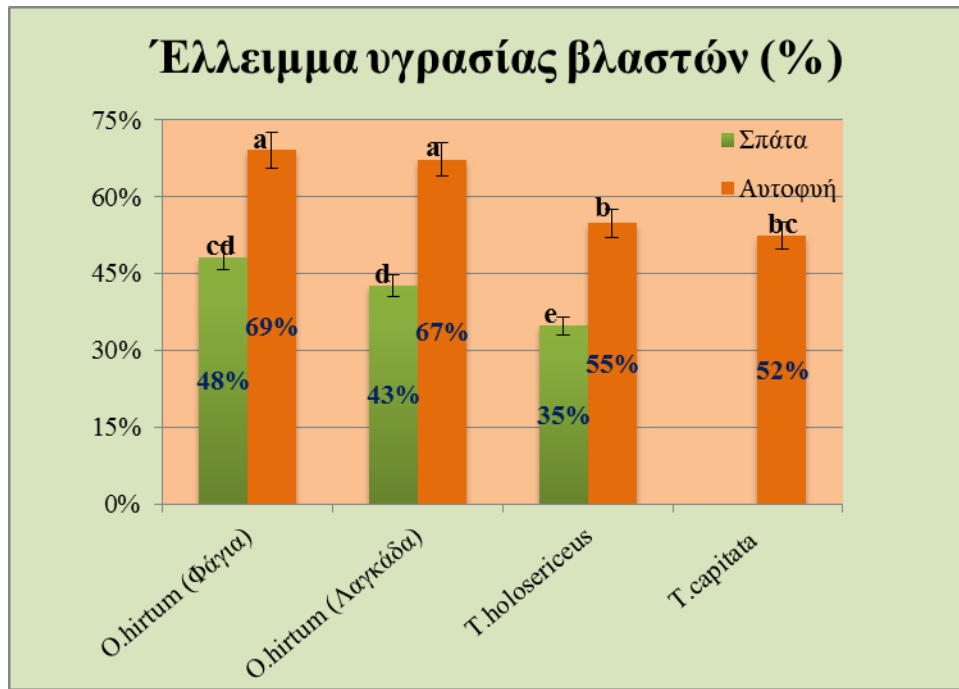
Τέλος, το μέσο ξηρό βάρος των φύλλων παρουσίασε μικρότερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) στα Σπάτα απ'ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία). Η διαφορά ήταν πολύ μικρή.

### 3.2.11. Έλλειμμα υγρασίας βλαστών



**Διάγραμμα 27.** Ο μέσος όρος του ελλείμματος υγρασίας των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο παραπάνω διάγραμμα και σύμφωνα με τον Πίνακα 19 του παραρτήματος μεταξύ των ειδών *C. capitatus*, *O.hirtum* και *O.onites* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό. Το είδος *S. thymbra* εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τα άλλα 3 είδη. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus*, *O.hirtum* και *O.onites*.



**Διάγραμμα 28.** Ο μέσος όρος του ελλείμματος υγρασίας των βλαστών των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 28 μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον (Πίνακας 20-Παράρτημα). Για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε παραπλήσια τιμή με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει τιμή ελάχιστα διαφοροποιημένη με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).

Στο είδος *T. holosericeus* υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα.

Στους αυτοφυείς πληθυσμούς δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά για τα είδη *T. holosericeus* και *C. capitatus*. Όπως επίσης και για τα είδη *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) και *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά). Ανάμεσα όμως στα είδη  $\{(O.hirtum \text{ (περιοχή Λαγκάδα)}, O.hirtum \text{ (περιοχή Φαγιά)}\}$  και στα είδη *T. holosericeus* και *C. capitatus* υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Αυτό προκύπτει διότι οι μέσοι όροι δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα.

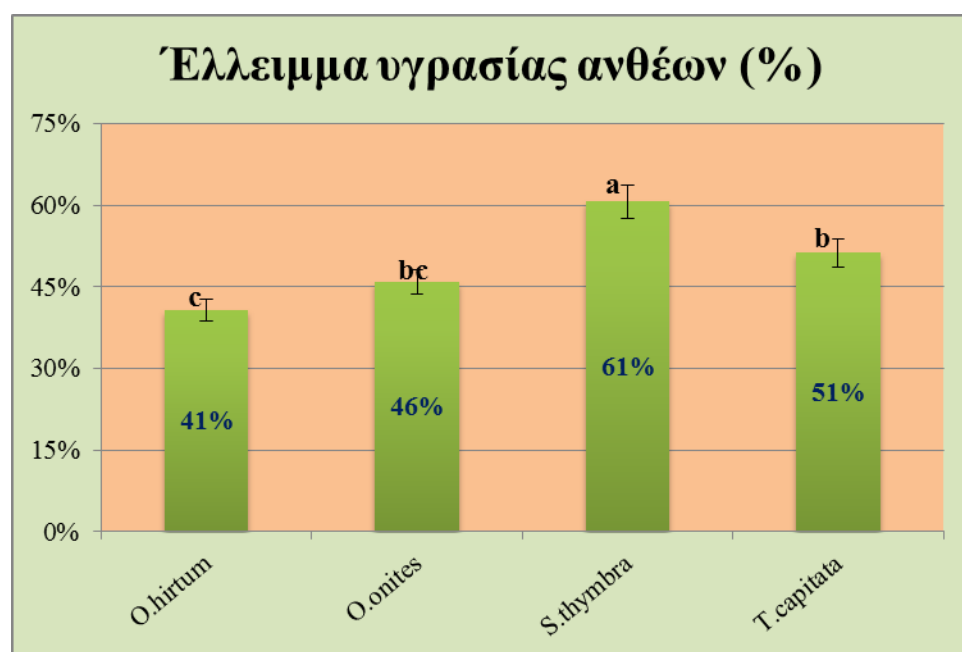
Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο έλλειμμα υγρασίας των βλαστών για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Φαγιά) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus*.

Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου ελλείματος υγρασίας των βλαστών είχε το είδος *C. capitatus* ενώ μεγαλύτερη το είδος *O.hirtum* (Φαγιά).

Τέλος, το μέσο έλλειμμα υγρασίας των βλαστών παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) στα Σπάτα απ' ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία).

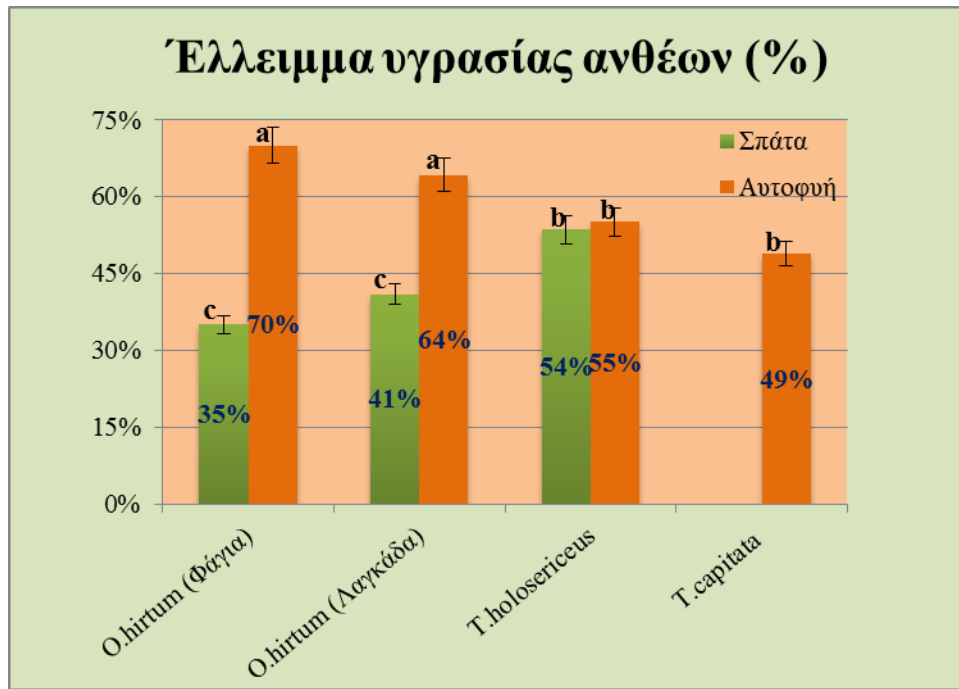
Το είδος *S. thymbra* στα Σπάτα προερχόμενο από την Ικαρία είχε μεγαλύτερη τιμή από όλα τα είδη των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς στα Σπάτα. Όμως δεν συμβαίνει το ίδιο αν συγκριθεί με τα αυτοφυή είδη των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς.

### 3.2.12. Έλλειμμα υγρασίας ανθέων



**Διάγραμμα 29.** Ο μέσος όρος του ελλείματος υγρασίας των ανθέων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα (Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο παραπάνω διάγραμμα μεταξύ των ειδών *C. capitatus* και *O.onites* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό (Πίνακας 13-Παράρτημα). Το είδος *S. thymbra* εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τα άλλα 3 είδη. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus*, *O.hirtum* και *O.onites*.



**Διάγραμμα 30.** Ο μέσος όρος του ελλείμματος υγρασίας των ανθέων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά

Στο διάγραμμα 30 και σύμφωνα με τον Πίνακα 14 του παραρτήματος μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε παραπλήσια τιμή με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει τιμή ελάχιστα διαφοροποιημένη με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά). Στο είδος *T. holosericeus* δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα αλλά και με αυτά από το φυσικό τους περιβάλλον.

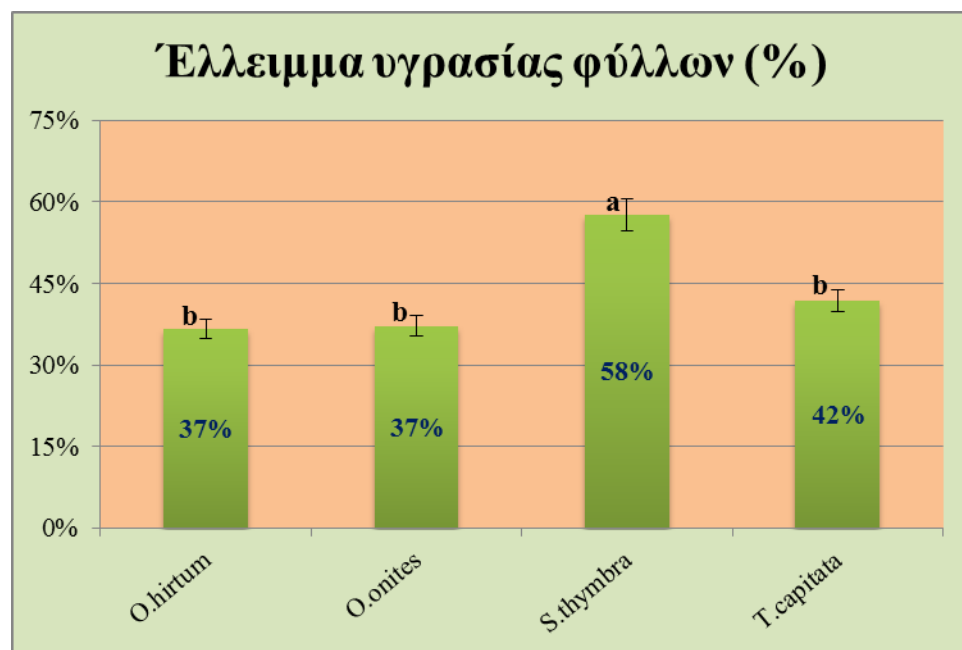
Στους αυτοφυείς πληθυσμούς δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά για τα είδη *T. holosericeus* και *C. capitatus*. Μικρότερη τιμή για το μέσο έλλειμμα υγρασίας των ανθέων για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Φαγιά) ενώ μεγαλύτερη το είδος *T. holosericeus*.

Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου ελλείμματος υγρασίας των ανθέων είχε το είδος *C. capitatus* ενώ μεγαλύτερη το είδος *O.hirtum* (Φαγιά).

Τέλος, το μέσο έλλειμμα υγρασίας των ανθέων παρουσίασε μικρότερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) στα Σπάτα απ'ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία).

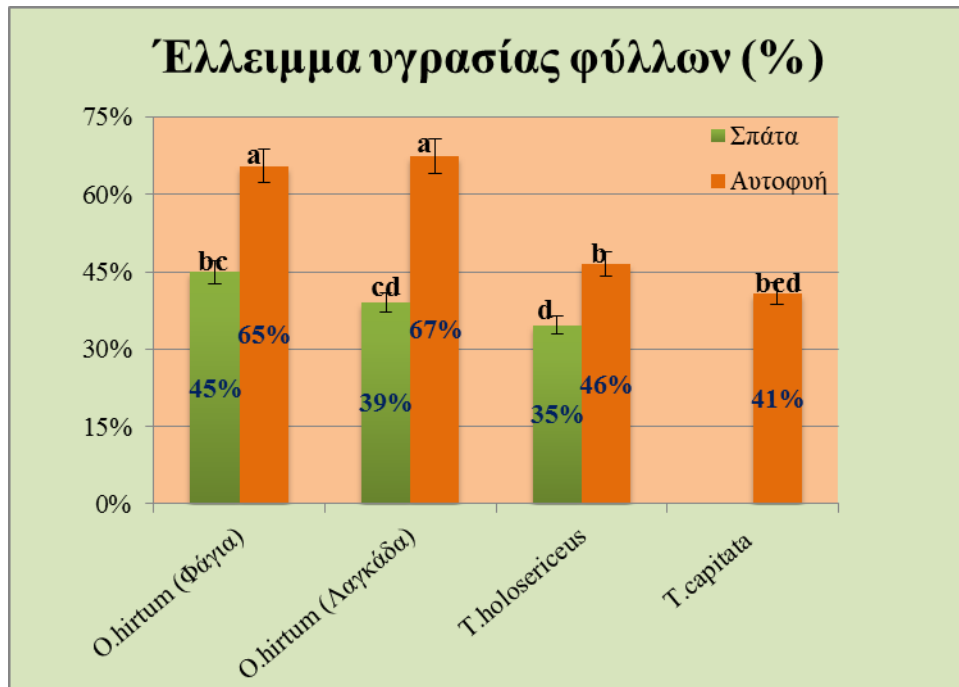
Το είδος *S. thymbra* στα Σπάτα προερχόμενο από την Ικαρία είχε μεγαλύτερη τιμή από όλα τα είδη των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς στα Σπάτα. Όμως δεν συμβαίνει το ίδιο αν συγκριθεί με τα είδη *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) και *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά) που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον.

### 3.2.13. Έλλειμμα υγρασίας φύλλων



**Διάγραμμα 31.** Ο μέσος όρος του ελλείμματος υγρασίας των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ στα Σπάτα(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 31 μεταξύ των ειδών *C. capitatus*, *O.onites* και *O.hirtum* δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για το χαρακτηριστικό αυτό (Πίνακας 25-Παράρτημα). Το είδος *S. thymbra* εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τα άλλα 3 είδη. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν ανάμεσα στα είδη *C. capitatus*, *O.hirtum* και *O.onites*.



**Διάγραμμα 32.** Ο μέσος όρος του ελλείμματος υγρασίας των φύλλων των τεσσάρων ειδών των ΑΦΦ Κεφαλονιάς (Σπάτα και Αυτοφυή). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο παραπάνω διάγραμμα και σύμφωνα με τον Πίνακα 26 του παραρτήματος μεταξύ των δυο ειδών ρίγανης *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά που είναι στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, όσο και για τα φυτά που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Για τα αυτοφυή φυτά της περιοχής Φαγιά του Εθνικού Δρυμού παρουσιάστηκε παραπλήσια τιμή με τα φυτά της περιοχής Λαγκάδα. Αντίστοιχα μεταξύ των φυτών του πειραματικού αγρού στα Σπάτα σημειώνεται ότι το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) παρουσιάζει τιμή διαφοροποιημένη με το *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).

Στο είδος *T. holosericeus* υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ φυτών του πειραματικού αγρού και φυτών της Κεφαλονιάς. Το *T. holosericeus* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 μεταχειρίσεις με το είδος *O.hirtum* (περιοχών Φαγιά και Λαγκάδα) για τα φυτά που αναπτύσσονται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα αλλά και με αυτά από το φυσικό τους περιβάλλον. Μόνη εξαίρεση αποτελεί ο χειρισμός των ειδών *O.hirtum* (Λαγκάδα) και *T. holosericeus* από τα Σπάτα.

Στους αυτοφυείς πληθυσμούς δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά για τα είδη *T. holosericeus* και *C. capitatus*. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των ειδών *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) και *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά).



Μεγαλύτερη τιμή για το μέσο έλλειμμα υγρασίας των φύλλων για τα καλλιεργούμενα φυτά είχε το είδος *O.hirtum* (Φαγιά) ενώ μικρότερη το είδος *T. holosericeus* . Αντίστοιχα για τους αυτοφυείς πληθυσμούς, μικρότερη τιμή μέσου ελλείματος υγρασίας των ανθέων είχε το είδος *C. capitatus* ενώ μεγαλύτερη το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα).

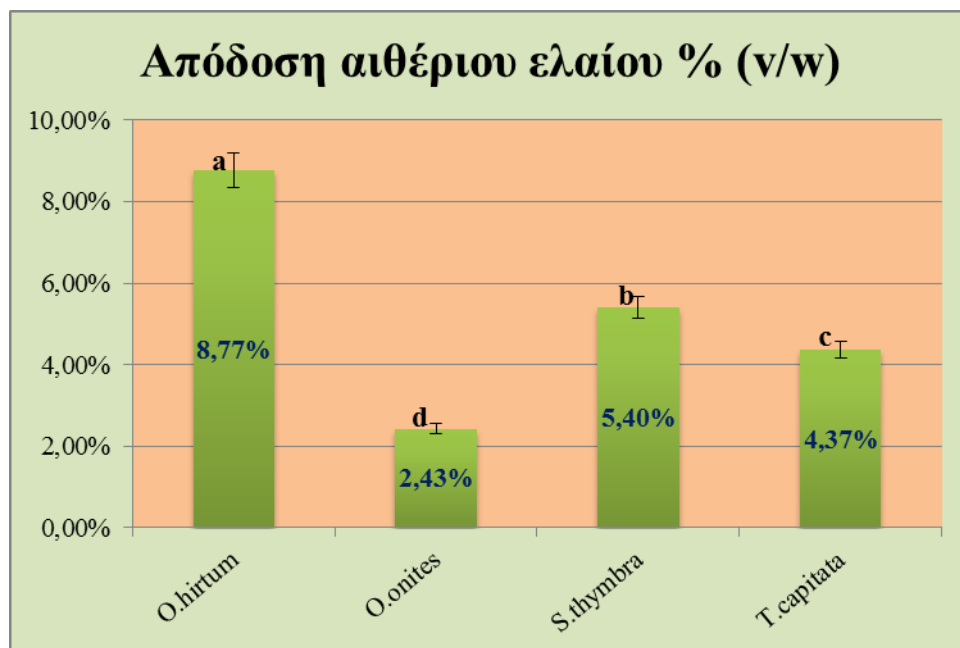
Τέλος, το μέσο έλλειμμα υγρασίας των φύλλων παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στο είδος *O.hirtum* (Φαγιά) στα Σπάτα απ' ότι στο είδος *O.hirtum* (Ικαρία).

Το είδος *S. thymbra* στα Σπάτα προερχόμενο από την Ικαρία είχε μεγαλύτερη τιμή από όλα τα είδη των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς στα Σπάτα. Όμως δεν συμβαίνει το ίδιο αν συγκριθεί με τα είδη *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα) και *O.hirtum* (περιοχή Φαγιά) που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον.

### 3.3 Χημειοτυπικά χαρακτηριστικά

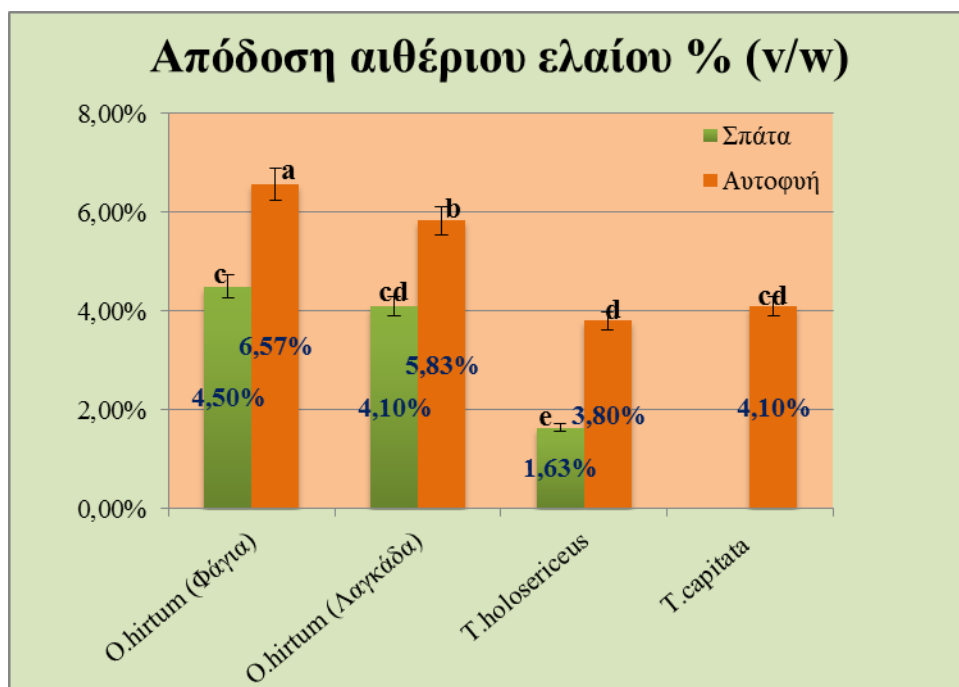
#### 3.3.1. Απόδοση σε αιθέριο έλαιο

Από την ανάλυση της διασποράς (ANOVA) (πίνακες 27 και 28, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι η απόδοση σε αιθέριο έλαιο για κάθε είδος φυτού διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε κάθε ένα από τα εξεταζόμενα είδη . Τα είδη των ΑΦΦ εμφάνισαν διαφορές μεταξύ τους σε ότι αφορά την % απόδοσή τους σε αιθέριο έλαιο. Τα τέσσερα φυτικά είδη της Ικαρίας παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά την % απόδοσή τους σε αιθέριο έλαιο. Επίσης, μεταξύ των μεταχειρίσεων(μεταφυτευμένα φυτά Κεφαλονιάς-μεταφυτευμένα Ικαρίας –αυτοφυή Κεφαλονιάς) των φυτικών δειγμάτων υπήρχαν ανάλογες διαφοροποιήσεις.



**Διάγραμμα 33.** Η εκατοστιαία απόδοση αιθέριου ελαίου για τα είδη των ΑΦΦ(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Παρατηρείται ότι μεγαλύτερη τιμή στην % απόδοση αιθέριου ελαίου για τα φυτά της Ικαρίας έχει το είδος *O.hirtum* ενώ χαμηλότερη το *O.onites*. Τα είδη *S. thymbra* και *C. capitatus* παρουσιάζουν κοντινές τιμές (Πίνακας 27, παράρτημα).



**Διάγραμμα 34.** Η εκατοστιαία απόδοση αιθέριου ελαίου για τα είδη των ΑΦΦ(Κεφαλονιά). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι μεγαλύτερη τιμή % απόδοσης σε αιθέριο έλαιο για τα φυτά που εγκαταστάθηκαν στα Σπάτα παρουσιάζει το είδος *O.hirtum* (Φαγιά). Χαμηλότερη εμφανίζει το είδος *T. holosericeus* ενώ παραπλήσια τιμή με το είδος *O.hirtum* (Φαγιά) έχει το είδος *O.hirtum* (περιοχή Λαγκάδα)(Πίνακας 28,παράρτημα).

Αντίστοιχα για τα αυτοφυή φυτικά δείγματα μεγαλύτερη απόδοση αιθέριου ελαίου με τιμή 6,57 % v/w είχε το είδος *O.hirtum* (Φαγιά). Παραπλήσιες τιμές εμφάνισαν τα είδη *T. holosericeus* και *C. capitatus* με τιμές 3,80% v/w και 4,10% v/w αντίστοιχα.

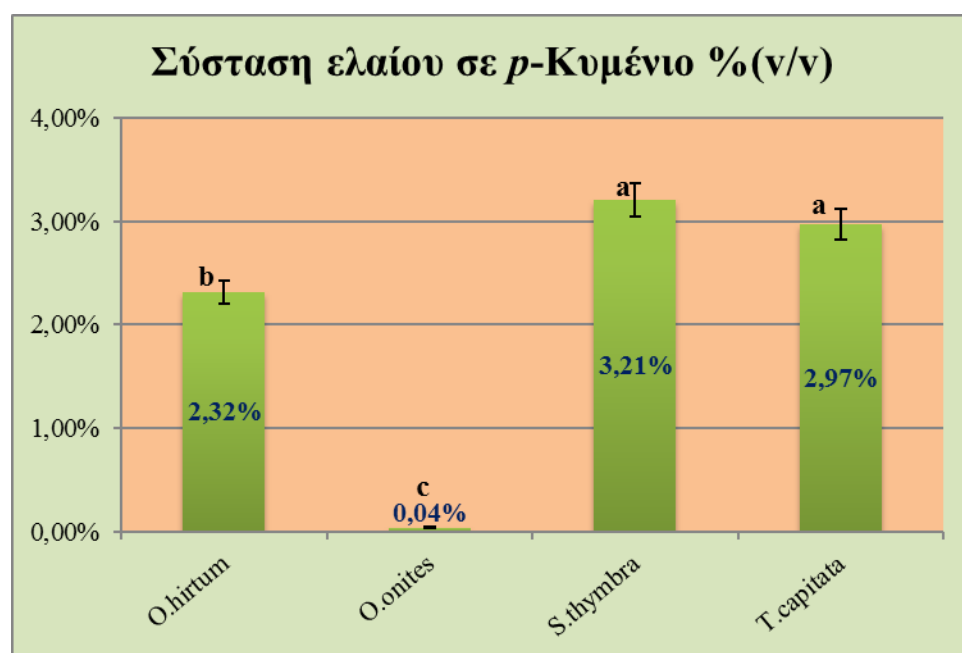
### 3.3.2. Συστατικά του αιθέριου ελαίου

Μετά την χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων με την χρήση αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με τον φασματογράφο μάζας τα κυριότερα συστατικά που ανιχνεύτηκαν κατά σειρά έκλουσης στις περιπτώσεις των φυτικών δειγμάτων με τη μέθοδο παραλαβής των αιθέριων ελαίων υδροαπόσταξη: ήταν το π-κυμένιο, το γ-τερπινένιο, η καρβακρόλη και το καρυφυλλένιο.

Αξίζει να σημειωθεί πως την μεγαλύτερη εκατοστιαία περιεκτικότητα των συστατικών είχε η καρβακρόλη. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

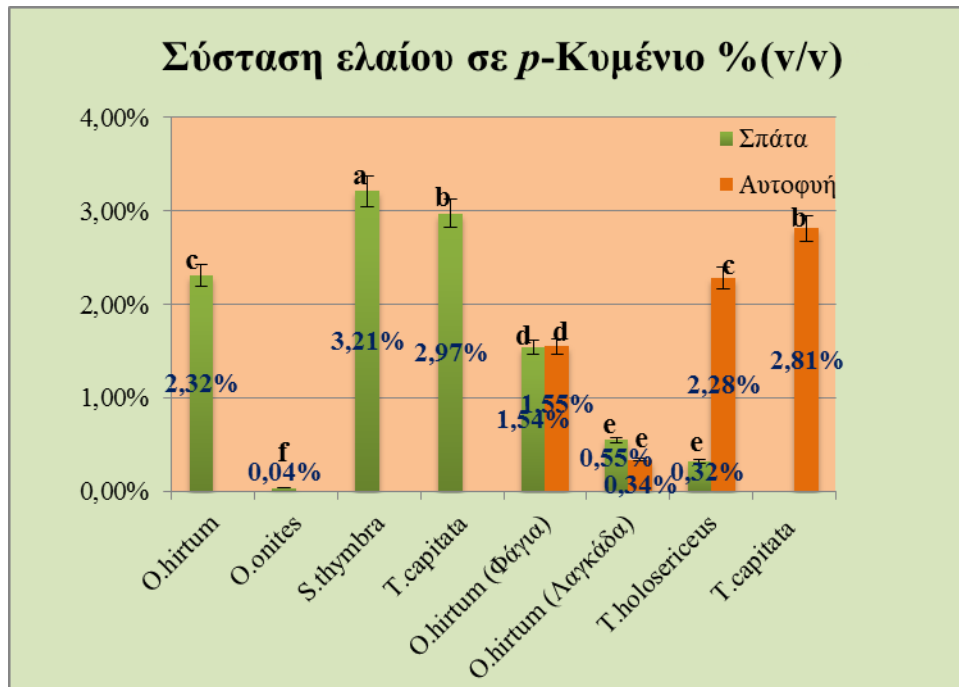
### 3.3.2.1 Περιεκτικότητα σε π- κυμένιο

Από την ανάλυση της διασποράς (ANOVA) των πινάκων 35 και 36 στο παράρτημα παρατηρήθηκε ότι τα είδη ΑΦΦ εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε ότι αφορά την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου τους σε π- κυμένιο. Τέλος, η περιεκτικότητα των ΑΦΦ σε π-κυμένιο εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το είδος και τη μεταχείριση (αυτοφυή και μεταφυτευμένα φυτά) του ΑΦΦ. Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.



**Διάγραμμα 35.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε π-κυμένιο του κάθε είδους ΑΦΦ(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 35 παρατηρήθηκε ότι όλα τα είδη των ΑΦΦ διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους εκτός από τα είδη *Satureja thymbra* και *Coridothymus capitatus* τα οποία εμφάνισαν παραπλήσιες τιμές (3,21 % και 2,97% αντίστοιχα).Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο παρουσίασε η *Origanum onites* με τιμή 0,04 % v/v ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα παρουσίασε το *Satureja thymbra* με τιμή 3,21 % v/v. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % περιεκτικότητας σε π-κυμένιο με βάση το είδος του ΑΦΦ ήταν: *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*, *Origanum hirtum* και τέλος *Origanum onites*.

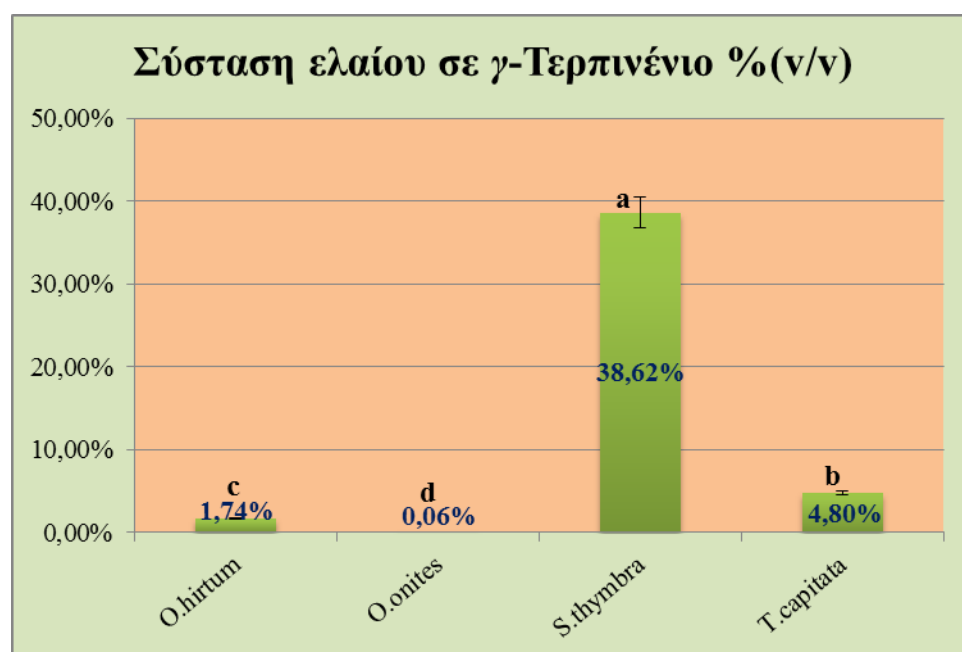


**Διάγραμμα 36.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε *p*-κυμένιο του κάθε είδους και μεταχείρισης των ΑΦΦ(Κεφαλονιά, Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 36 παρατηρήθηκε ότι όλα τα είδη των ΑΦΦ διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους εκτός από τα είδη *Origanum hirtum* (Φαγιά) και *Coridothymus capitatus* τα οποία εμφάνισαν παραπλήσιες τιμές. Συγκεκριμένα, το είδος *Origanum hirtum* (Φαγιά) είτε για τα αυτοφυή δείγματα είτε για τα φυτά του πειραματικού αγρού στα Σπάτα παρουσίασε σχεδόν ίδιες τιμές. Για το *Coridothymus capitatus*, μπορεί να σημειωθεί ότι ο βióτυπος της Ικαρίας του πειραματικού αγρού στα Σπάτα πλησιάζει στη τιμή των αυτοφυή βióτυπο της Κεφαλονιάς αλλά είναι λίγο μεγαλύτερος. Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε *p*-κυμένιο παρουσίασε η *Origanum onites* της Ικαρίας με τιμή 0,04 % v/v ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα παρουσίασε το *Satureja thymbra* με τιμή 3,21 % v/v. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % περιεκτικότητας σε *p*-κυμένιο με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*(Ικαρία), *Coridothymus capitatus* (Κεφαλονιά –αυτοφυές), *Origanum hirtum*(Ικαρία), *T. holosericeus* (αυτοφυές), *Origanum hirtum* (Φαγιά, αυτοφυές), *Origanum hirtum* (Φαγιά,πειραματικός αγρός), *O.hirtum* (Λαγκάδα,πειραματικός αγρός), *O.hirtum* (Λαγκάδα,αυτοφυές), *T. holosericeus* (πειραματικός αγρός), *Origanum onites* (Ικαρία).

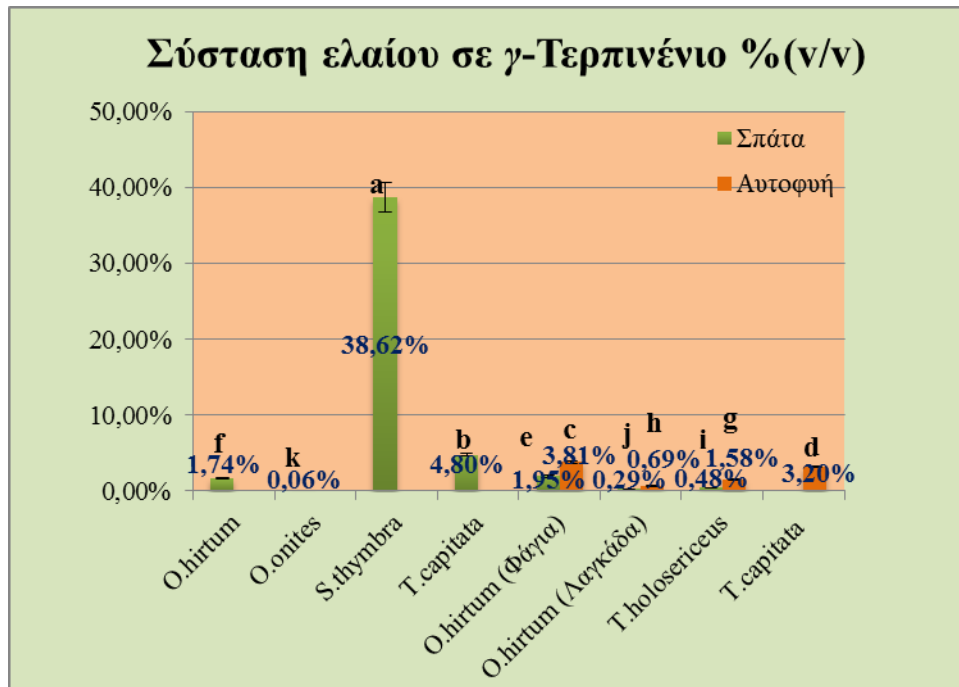
### 3.3.2.2. Περιεκτικότητα σε $\gamma$ -τερπινένιο

Από την ανάλυση της διασποράς (ANOVA) των πινάκων 31 και 32 στο παράρτημα παρατηρήθηκε ότι τα είδη ΑΦΦ εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε ότι αφορά την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου τους σε  $\gamma$ -τερπινένιο. Τέλος, η περιεκτικότητα των ΑΦΦ σε  $\gamma$ -τερπινένιο εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το είδος και τη μεταχείριση (αυτοφυή και μεταφυτευμένα φυτά) του ΑΦΦ. Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.



**Διάγραμμα 37.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε  $\gamma$ -τερπινένιο του κάθε είδους ΑΦΦ(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 37 παρατηρήθηκε ότι όλα τα είδη των ΑΦΦ διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε  $\gamma$ -τερπινένιο παρουσίασε η *Origanum onites* με τιμή 0,06 % v/v ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα παρουσίασε το *Satureja thymbra* με τιμή 38,62 % v/v. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % περιεκτικότητας σε  $\gamma$ -τερπινένιο με βάση το είδος του ΑΦΦ ήταν: *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*, *Origanum hirtum* και τέλος *Origanum onites*.

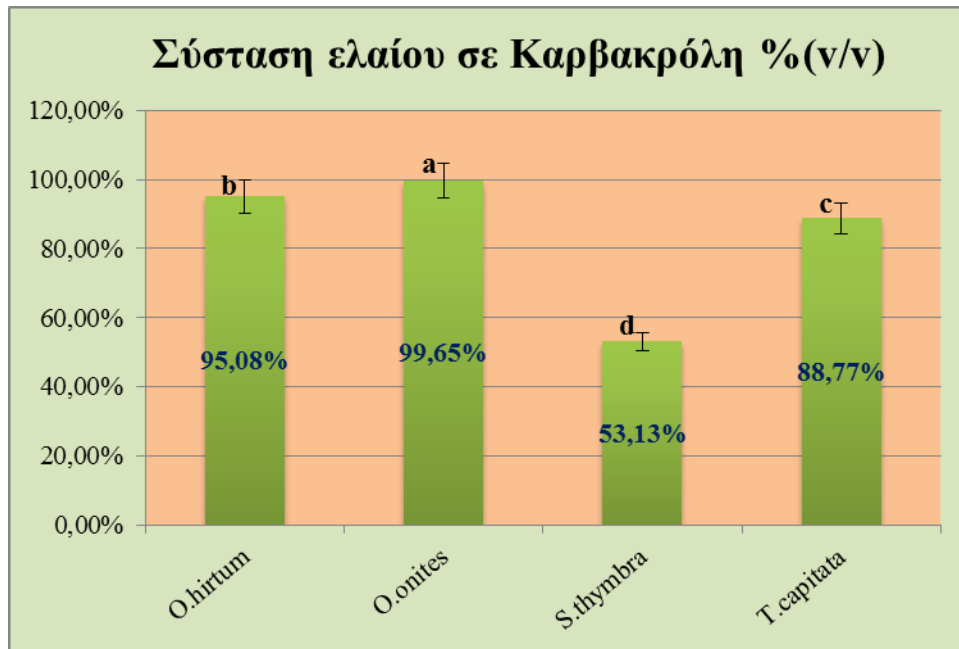


**Διάγραμμα 38.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε γ-τερπινένιο του κάθε είδους και μεταχείρισης των ΑΦΦ(Κεφαλονιά, Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 38 παρατηρήθηκε ότι όλα τα είδη των ΑΦΦ διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο παρουσίασε η *Origanum onites* της Ικαρίας με τιμή 0,06 % v/v ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα παρουσίασε το *Satureja thymbra* με τιμή 38,62 % v/v. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % περιεκτικότητας σε γ-τερπινένιο με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*(Ικαρία), *Origanum hirtum* (Φαγιά, αυτοφυές), *Coridothymus capitatus* (Κεφαλονιά –αυτοφυές), *Origanum hirtum* (Φαγιά,πειραματικός αγρός), *Origanum hirtum*(Ικαρία), *T. holosericeus* (αυτοφυές), *O.hirtum* (Λαγκάδα,αυτοφυές), *T. holosericeus* (πειραματικός αγρός), *O.hirtum* (Λαγκάδα,πειραματικός αγρός), *Origanum onites* (Ικαρία).

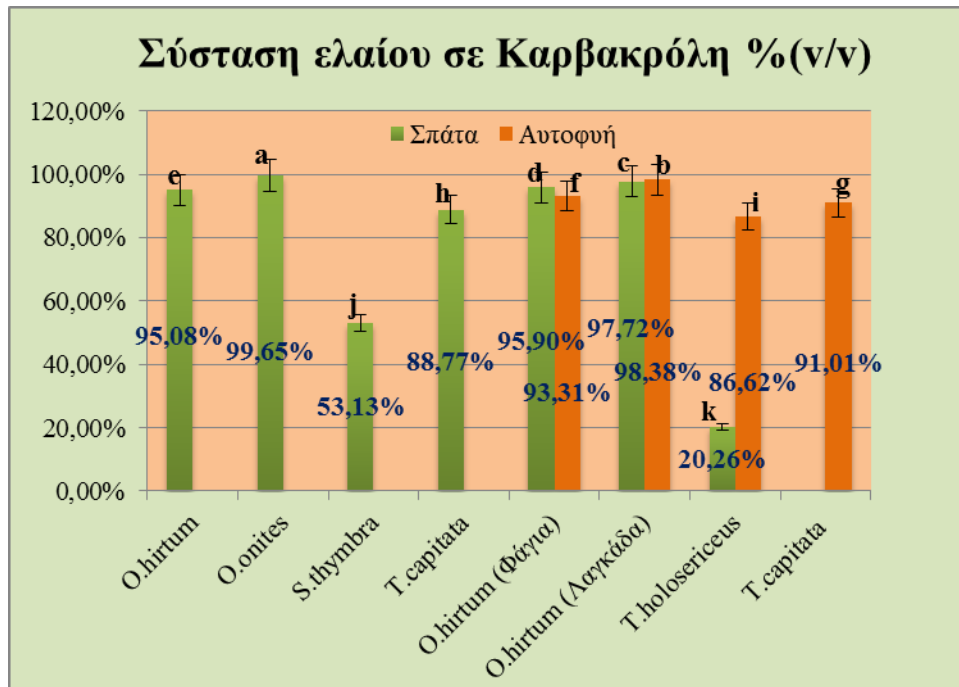
### 3.3.2.3. Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη

Από την ανάλυση της διασποράς (ANOVA) των πινάκων 33 και 34 στο παράρτημα παρατηρήθηκε ότι τα είδη ΑΦΦ εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε ότι αφορά την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου τους σε καρβακρόλη. Τέλος, η περιεκτικότητα των ΑΦΦ σε καρβακρόλη εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το είδος και τη μεταχείριση (αυτοφυή και μεταφυτευμένα φυτά) του ΑΦΦ. Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.



**Διάγραμμα 39.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη του κάθε είδους ΑΦΦ(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Παρατηρήθηκε από το διάγραμμα 39 ότι τα είδη των ΑΦΦ Ικαρίας διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Το είδος *Origanum hirtum* διαφέρει με το *Coridothymus capitatus* και το *Satureja thymbra* όπως επίσης και η *Origanum onites* διαφέρει με το *Coridothymus capitatus* και το *Satureja thymbra*. Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη σημείωσε το *Satureja thymbra* με τιμή 53,13 % v/v ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σημείωσε η *Origanum onites* με τιμή 99,65 % v/v. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη με βάση το είδος του ΑΦΦ ήταν: *Origanum onites*, *Origanum hirtum*, *Coridothymus capitatus* και τέλος *Satureja thymbra*.



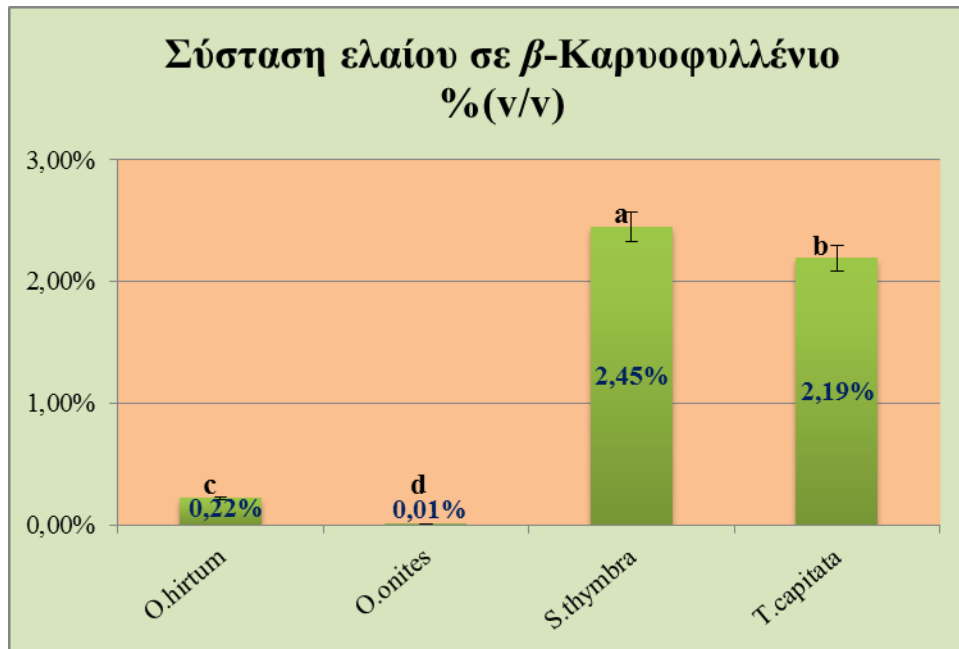
**Διάγραμμα 40.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη του κάθε είδους και μεταχείρισης των ΑΦΦ(Κεφαλονιά, Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 40 παρατηρήθηκε ότι όλα τα είδη των ΑΦΦ διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη παρουσίασε το είδος *T. holosericeus* του πειραματικού αγρού με τιμή 20,26 % v/v ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα παρουσίασε η *Origanum onites* (Ικαρία) με τιμή 99,65 % v/v. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % περιεκτικότητας σε καρβακρόλη με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Origanum onites* (Ικαρία), *O.hirtum* (Λαγκάδα, αυτοφυές), *O.hirtum* (Λαγκάδα, πειραματικός αγρός), *Origanum hirtum* (Φαγιά, πειραματικός αγρός), *Origanum hirtum* (Ικαρία), *Origanum hirtum* (Φαγιά, αυτοφυές), *Coridothymus capitatus* (Κεφαλονιά – αυτοφυές), *Coridothymus capitatus* (Ικαρία) *T. holosericeus* (αυτοφυές), *Satureja thymbra*, *T. holosericeus* (πειραματικός αγρός).

### 3.3.2.4. Περιεκτικότητα σε β-καρνοφυλλένιο

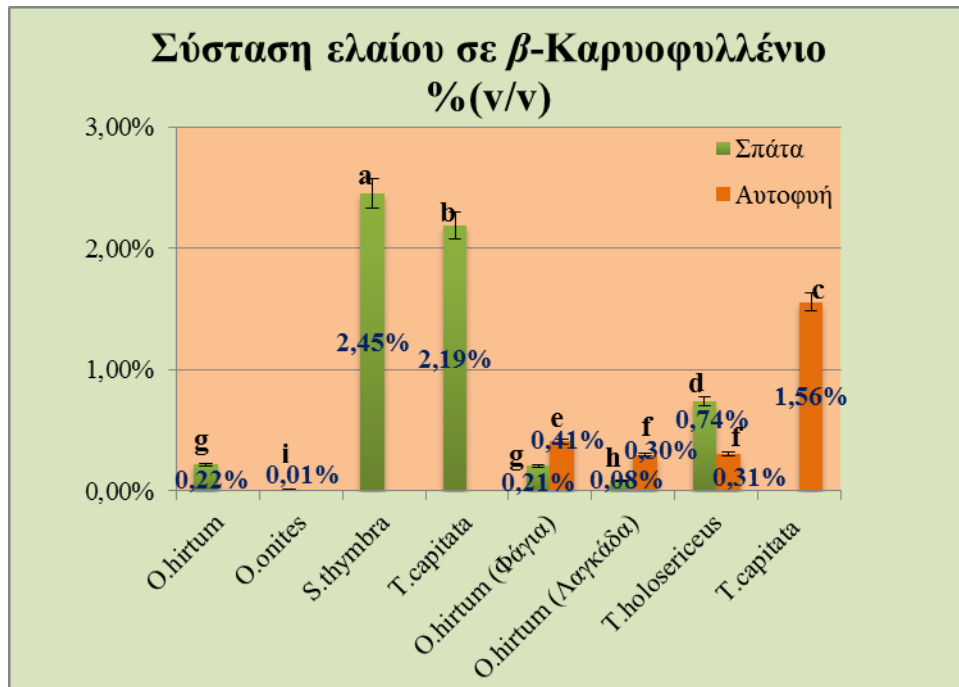
Από την ανάλυση της διασποράς (ANOVA) των πινάκων 29 και 30 στο παράρτημα παρατηρήθηκε ότι τα είδη ΑΦΦ εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε ότι αφορά την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου τους σε β-καρνοφυλλένιο. Τέλος, η περιεκτικότητα των ΑΦΦ σε β-καρνοφυλλένιο εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το είδος και τη μεταχείριση (αυτοφυή και μεταφυτευμένα φυτά) του ΑΦΦ. Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.





**Διάγραμμα 41.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε β-καρνοφυλλένιο του κάθε είδους ΑΦΦ(Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Παρατηρήθηκε από το διάγραμμα 41 ότι τα είδη των ΑΦΦ Ικαρίας διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Το είδος *Origanum hirtum* διαφέρει με το *Coridothymus capitatus* και το *Satureja thymbra* όπως επίσης και η *Origanum onites* διαφέρει με το *Coridothymus capitatus* και το *Satureja thymbra*. Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε β-καρνοφυλλένιο σημείωσε η *Origanum onites* με τιμή 0,01 % v/v ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σημείωσε το *Satureja thymbra* με τιμή 2,45 % v/v. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη με βάση το είδος του ΑΦΦ ήταν: *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*, *Origanum hirtum* και τέλος *Origanum onites*.



**Διάγραμμα 42.** Διαφοροποίηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε β-καρυοφυλλένιο του κάθε είδους και μεταχείρισης των ΑΦΦ(Κεφαλονιά, Ικαρία). Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά των μέσων για  $\alpha=0.05$ . Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Στο διάγραμμα 42 παρατηρήθηκε ότι όλα τα είδη των ΑΦΦ διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους εκτός από τα είδη *T. holosericeus*(αυτοφυές) και το είδος *O.hirtum* (Λαγκάδα,αυτοφυές).Την μικρότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε β-καρυοφυλλένιο παρουσίασε το είδος *Origanum onites* (Ικαρία) με τιμή 0,01 % v/w ενώ αντίστοιχα τη μεγαλύτερη ποσοστιαία περιεκτικότητα παρουσίασε η *Satureja thymbra* με τιμή 2,45 % v/w. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % περιεκτικότητας σε β-καρυοφυλλένιο με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*(Ικαρία), *Coridothymus capitatus* (Κεφαλονιά –αυτοφυές), *T. holosericeus* (πειραματικός αγρός), *Origanum hirtum* (Φαγιά, αυτοφυές), *T. holosericeus* (αυτοφυές), *O.hirtum* (Λαγκάδα,αυτοφυές), *Origanum hirtum*(Ικαρία), *Origanum hirtum* (Φαγιά,πειραματικός αγρός), *O.hirtum* (Λαγκάδα,πειραματικός αγρός), *Origanum onites* (Ικαρία).

### 3.4 Βιοδραστικά χαρακτηριστικά

Λίστα φυτικών δειγμάτων προς προσδιορισμό αντιοξειδωτικής ικανότητας και βιοδραστικών χαρακτηριστικών:

1.*Origanum vulgare spp hirtum* (Ικαριώτικη-Σπάτα)

2.*Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα)

3. *Coridothymus capitatus* (Σπάτα)
4. *Satureja thymbra* (Σπάτα)
5. *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα)
6. *Coridothymus capitatus* (Σπάτα)
7. *Origanum vulgare* (χωριού-Σπάτα)
8. *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα)
9. *Thymus holosericeus* (αυτοφυές Κεφαλονιάς)
10. *Coridothymus capitatus* (αυτοφυές Κεφαλονιάς)
11. *Origanum vulgare* (χωριού)
12. *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου)

Υποσημείωση:

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα δείγματα των φυτικών εκχυλισμάτων με σειρά 1 έως 12 που παρουσιάζονται στα παρακάτω ραβδογράμματα διαβάζονται από κάτω προς τα πάνω.

Τα φυτικά δείγματα 1-4 αφορούν ΑΦΦ της νήσου Ικαρίας που βρίσκονται στο πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. στα Σπάτα.

Τα φυτικά δείγματα 5-8 αφορούν ΑΦΦ της νήσου Κεφαλληνίας που βρίσκονται στο πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. στα Σπάτα.

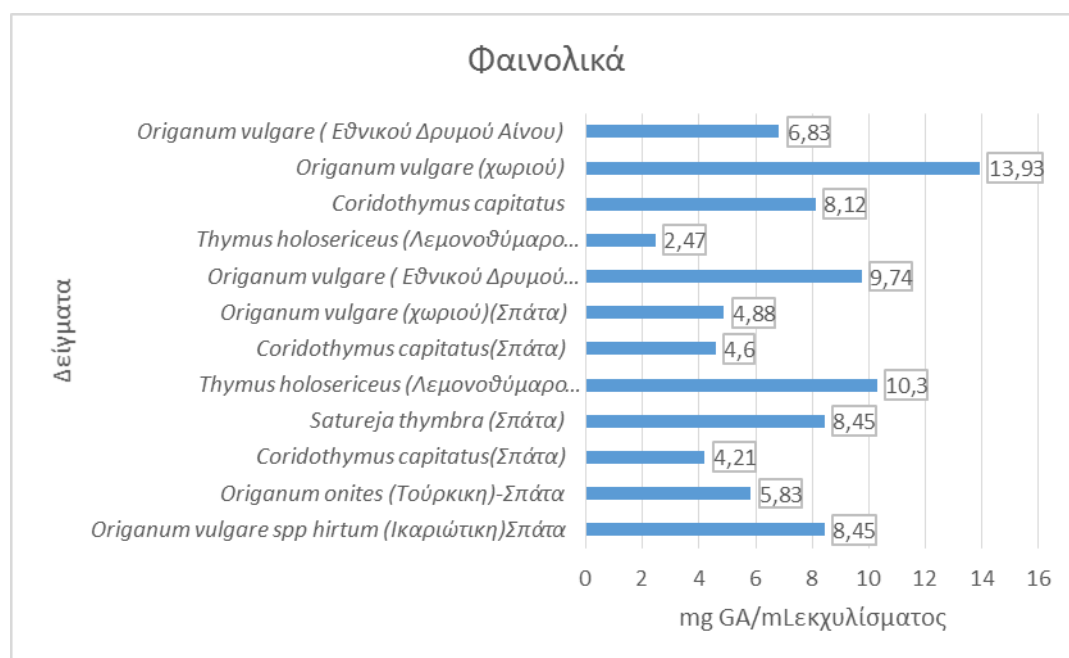
Τα δείγματα 9-12 αφορούν ΑΦΦ της νήσου Κεφαλληνίας τα οποία προέρχονται από το φυσικό τους περιβάλλον.

Η κωδικοποίηση ονομασίας για τα υπό εξέταση είδη στις πειραματικές διαδικασίες έχει γίνει ως εξής:

- Είδος *Origanum vulgare* (χωριού) -*Origanum vulgare spp hirtum* (Λαγκάδα)
- Είδος *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου)- *Origanum vulgare spp hirtum* (Φαγιά)
- Βοτανική ονομασία *Coridothymus capitatus*. Μπορεί να εμφανιστεί και με τα ονόματα *Thymus capitatus* και *Thymus capitata*. Το είδος *Coridothymus capitatus* της μεταχείρισης στο πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. στα Σπάτα διακρίνεται α) στον αριθμό 3 που αναφέρεται στη νήσο Ικαρία και β) στον αριθμό 6 για τη νήσο Κεφαλονιά.

### 3.4.1. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

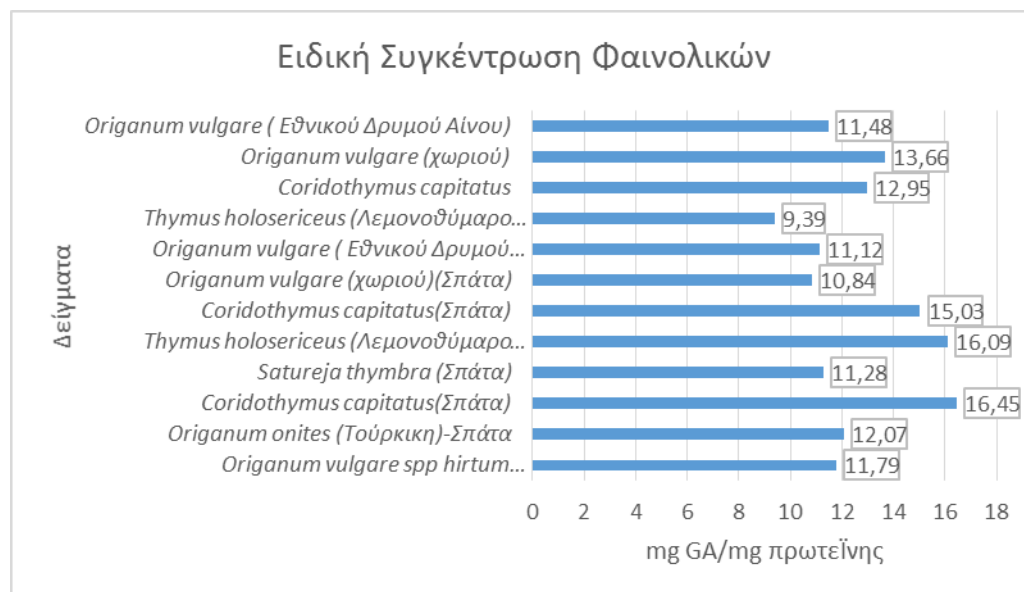
Όπως αναφέρεται και πιο πάνω εκχυλίστηκαν και αξιολογήθηκαν 12 διαφορετικά δείγματα φυτικών εκχυλισμάτων από διάφορα ΑΦΦ Κεφαλονιάς και Ικαρίας και έγινε μέτρηση της απορρόφησης του κάθε δείγματος στα 765 nm για τον προσδιορισμό του ολικού φαινολικού περιεχομένου. Η διαδικασία επαναλήφθηκε για κάθε δείγμα δύο φορές και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Ακολούθησε αναγωγή των αποτελεσμάτων με την βοήθεια της πρότυπης καμπύλης. Η αναγωγή των τιμών έγινε με την εξίσωση του γραφήματος  $y = 0,0179x + 0,0237$ . Κατόπιν έγινε μετατροπή των τιμών σε mg γαλλικού οξέος ανά mL δείγματος (φυτικού εκχυλίσματος).



**Ραβδόγραμμα 1.** Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκε.

Στο παραπάνω ραβδόγραμμα όλες οι τιμές διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά. Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το φυτικό εκχύλισμα του είδους *Origanum vulgare* spp *hirtum* (χωριό) με 13,93 mg GA/mL εκχυλίσματος ενώ μικρότερη το είδος *Thymus holosericeus* (αυτοφύες) με 2,47 mg GA/mL εκχυλίσματος. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη περιεκτικότητα σε φαινολικό περιεχόμενο με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Origanum vulgare* (χωριού), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς)Σπάτα, *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου)(Σπάτα), *Satureja thymbra* (Σπάτα), *Origanum vulgare* spp *hirtum* (Ικαριώτικη)-Σπάτα, *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς), *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου), *Origanum onites* (Τούρκικη)-Σπάτα, *Origanum vulgare* (χωριού-Σπάτα),

*Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Κεφαλονιά), *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα).



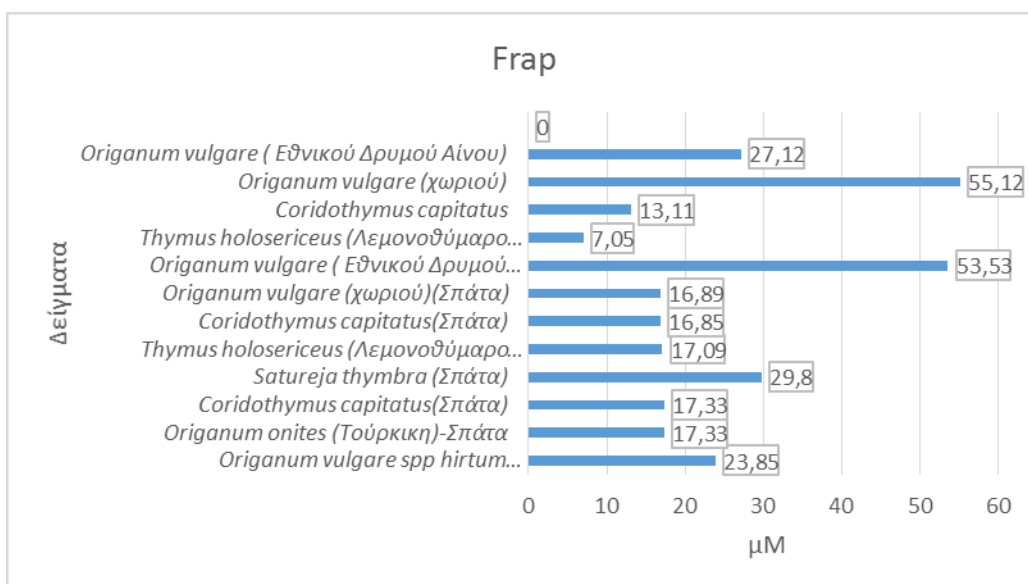
**Ραβδόγραμμα 2.** Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων εκφρασμένο ανά mg πρωτεΐνης του εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκε (ειδική συγκέντρωση φαινολικών συστατικών).

Στο ραβδόγραμμα οι περισσότερες τιμές κυμαίνονται πάνω από 10 mg GA/mg πρωτεΐνης. Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το φυτικό εκχύλισμα του είδους *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία) με 16,45 mg GA/mg πρωτεΐνης ενώ μικρότερη το είδος *Thymus holosericeus* (αυτοφύες) με 9,39 mg GA/mg πρωτεΐνης. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη περιεκτικότητα σε φαινολικό περιέχομενο ανά mg πρωτεΐνης με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Κεφαλονιά), *Origanum vulgare* (χωριού), *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς), *Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα), *Origanum vulgare* spp *hirtum* (Ικαριώτικη-Σπάτα), *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου), *Satureja thymbra* (Σπάτα), *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα) *Origanum vulgare* (χωριού-Σπάτα), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα).

### 3.4.2. Προσδιορισμός άμεσης αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP

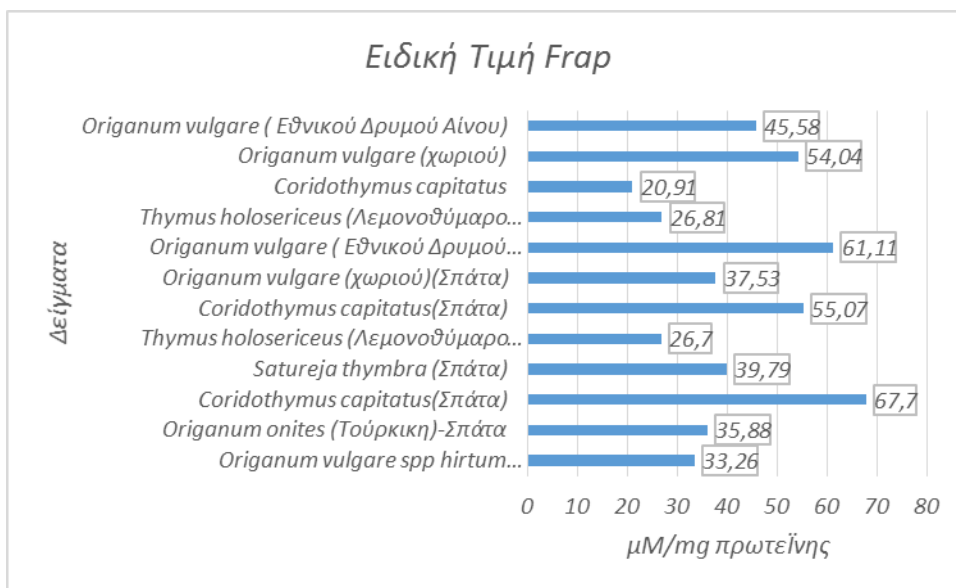
Όπως αναφέρεται, εκχυλίστηκαν και αξιολογήθηκαν 12 διαφορετικά δείγματα φυτικών εκχυλισμάτων από διάφορα ΑΦΦ Κεφαλονιάς και Ικαρίας και έγινε μέτρηση της απορρόφησης του κάθε δείγματος στα 593 nm για τον προσδιορισμό της άμεσης αντιοξειδωτικής ικανότητας. Η διαδικασία επαναλήφθηκε για κάθε δείγμα δύο φορές και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Ακολούθησε αναγωγή των αποτελεσμάτων με την βοήθεια

της πρότυπης καμπύλης. Η αναγωγή των τιμών έγινε με την εξίσωση του γραφήματος  $y = 0,0406x + 0,0279$ . Με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης υπολογίζονται οι τελικές τιμές FRAP σε  $\mu\text{M}$ . Κατόπιν έγινε μετατροπή των τιμών σε  $\mu\text{M}/\text{mg}$  πρωτεΐνης του εκχυλίσματος του δείγματος (ειδική τιμή FRAP).



**Ραβδόγραμμα 3.** Άμεση αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων εκφρασμένη σε  $\mu\text{M}$ .

Στο ραβδόγραμμα 3 οι περισσότερες τιμές κυμαίνονται πάνω από  $15 \mu\text{M}$ . Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το φυτικό εκχύλισμα του είδους *Origanum vulgare* (χωριού) με  $55,12 \mu\text{M}$  ενώ μικρότερη το είδος *Thymus holosericeus* (αυτοφύες) με  $7,05 \mu\text{M}$ . Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη περιεκτικότητα σε άμεση αντιοξειδωτική ικανότητα με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Origanum vulgare* (χωριού), *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα), *Satureja thymbra* (Σπάτα), *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου), *Origanum vulgare* spp hirtum (Ικαριώτικη-Σπάτα), *Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα), *Origanum vulgare* (χωριού-Σπάτα), *Coridothymus capitatus*(Σπάτα-Κεφαλονιά), *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς), *Thymus holosericeus* (αυτοφύες).



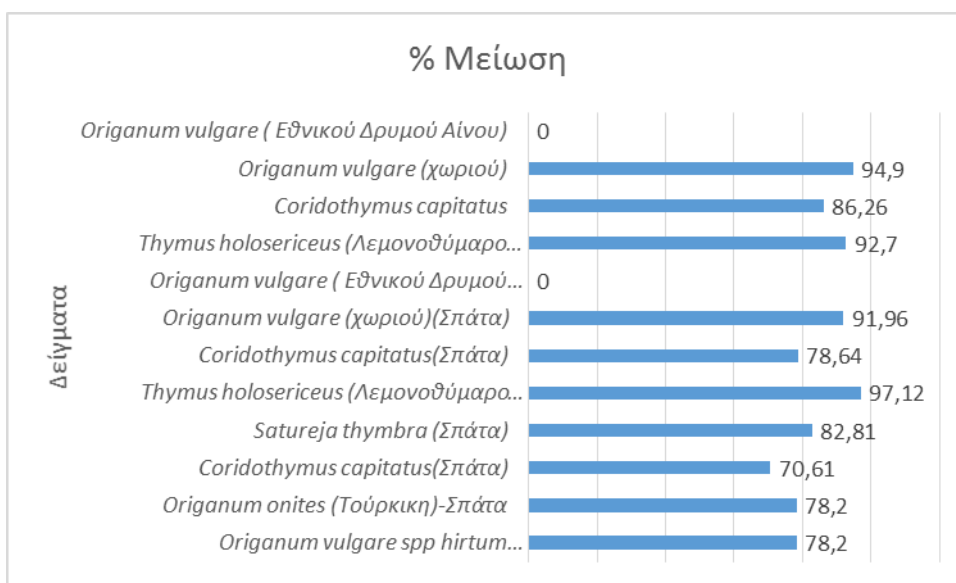
**Ραβδόγραμμα 4.** Άμεση αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων εκφρασμένη προς mg πρωτεΐνης του εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκε (ειδική τιμή FRAP ).

Στο παραπάνω ραβδόγραμμα οι περισσότερες τιμές διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Οι περισσότερες τιμές κυμαίνονται γύρω στα 25 μM/mg πρωτεΐνης και άνω. Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το φυτικό εκχύλισμα του είδους *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία) με 67,7 μM /mg πρωτεΐνης ενώ μικρότερη το είδος *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς) με 20,91 μM/mg πρωτεΐνης . Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη περιεκτικότητα σε άμεση αντιοξειδωτική ικανότητα προς mg πρωτεΐνης του εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκε με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία), *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Κεφαλονιά), *Origanum vulgare* (χωριού), *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου), *Satureja thymbra* (Σπάτα), *Origanum vulgare* (χωριού-Σπάτα), *Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα), *Origanum vulgare* spp *hirtum* (Ικαριώτικη-Σπάτα), *Thymus holosericeus* (αυτοφύες), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς).

### 3.4.3. Μελέτη Αναστολής Δραστηριότητας Τυροσινάσης

Εκχυλίστηκαν και αξιολογήθηκαν τα 12 διαφορετικά δείγματα φυτικών εκχυλισμάτων από διάφορα ΑΦΦ Κεφαλονιάς και Ικαρίας και ακολούθησε προσδιορισμός ενζυμικής δραστηριότητας για διάστημα 5 min στα 475 nm. Η διαδικασία επαναλήφθηκε για κάθε δείγμα δύο φορές και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε λυοφιλίωση στα δείγματα για τον προσδιορισμό του βάρους (mg) του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε και στο τέλος προσδιορίστηκε η αναστολή της δραστηριότητας του

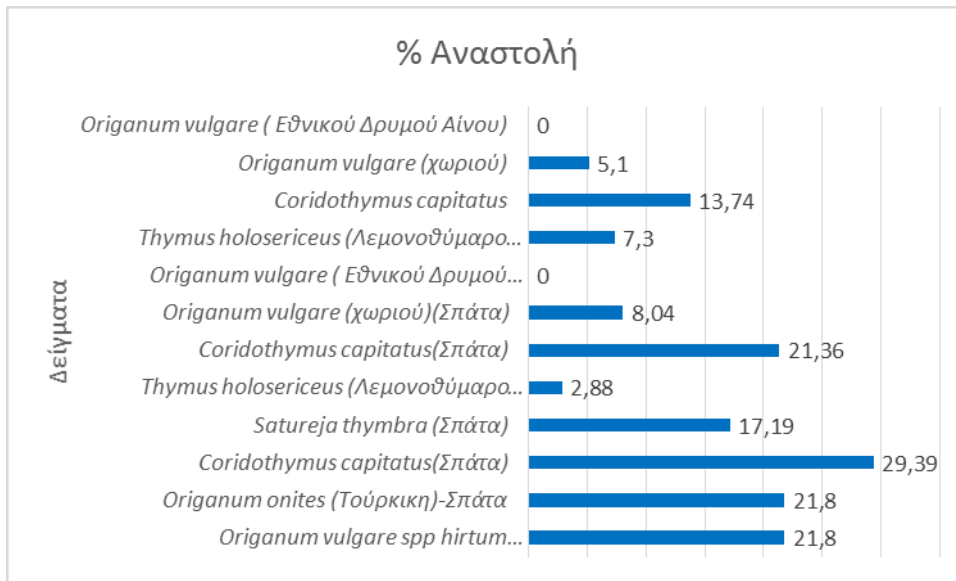
ενζύμου. Τέλος, υπολογίστηκε η % ειδική αναστολή που εκφράζεται ως το πηλίκο της % αναστολής προς τα mg του εκάστοτε δείγματος που χρησιμοποιήθηκε.



**Ραβδόγραμμα 5.** % Μείωση δραστηριότητας τυροσινάσης των φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων.

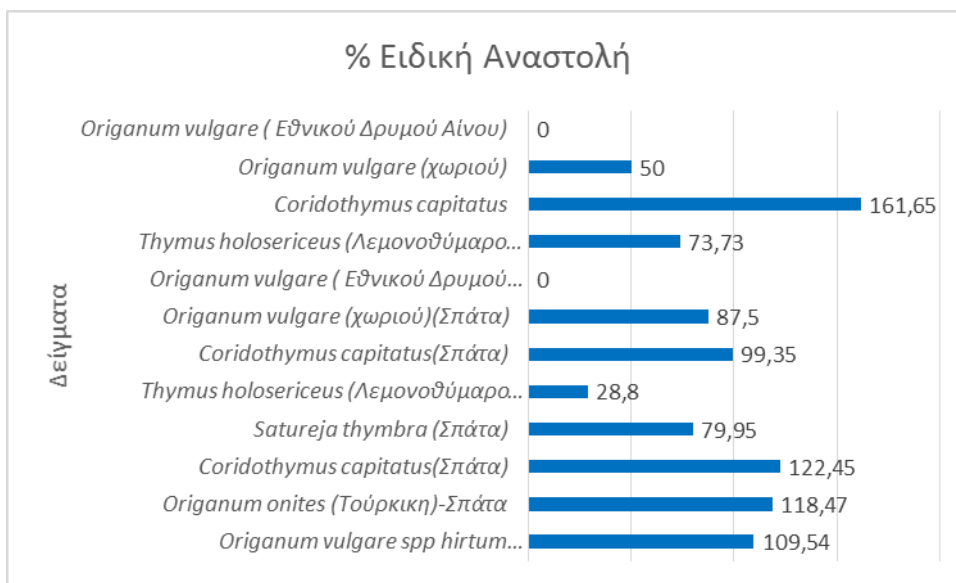
Στο Ραβδόγραμμα 5 παρουσιάζονται οι τιμές μείωσης δραστηριότητας του ενζύμου τυροσινάσης στα υπό εξέταση φυτικά εκχυλίσματα. Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το είδος *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα) με 97,12 % ενώ μικρότερη τα είδη *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα) και *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου) τα οποία έχουν μηδενική τιμή. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % μείωση με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα), *Origanum vulgare* (χωριού), *Thymus holosericeus* (αυτοφύες), *Origanum vulgare* (χωριού-Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς), *Satureja thymbra* (Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Κεφαλονιά), *Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα), *Origanum vulgare* spp hirtum (Ικαριώτικη-Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία), *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα), *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου).





**Ραβδόγραμμα 6.** % Αναστολή δραστηριότητας τυροσινάσης των φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων.

Στο παραπάνω Ραβδόγραμμα 6 παρουσιάζονται οι τιμές της % αναστολής δραστηριότητας του ενζύμου τυροσινάσης στα υπό εξέταση φυτικά εκχυλίσματα. Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το είδος *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία) με 29,39 % ενώ μικρότερη τα είδη *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα) και *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου) τα οποία έχουν μηδενική τιμή. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % αναστολή δραστηριότητας με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Coridothymus capitatus*(Σπάτα-Ικαρία), *Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα), *Origanum vulgare* spp *hirtum* (Ικαριώτικη-Σπάτα), *Coridothymus capitatus*(Σπάτα-Κεφαλονιά), *Satureja thymbra* (Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς), *Origanum vulgare*(χωριού-Σπάτα), *Thymus holosericeus* (αυτοφύες), *Origanum vulgare* (χωριού), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα), *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα), *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου).



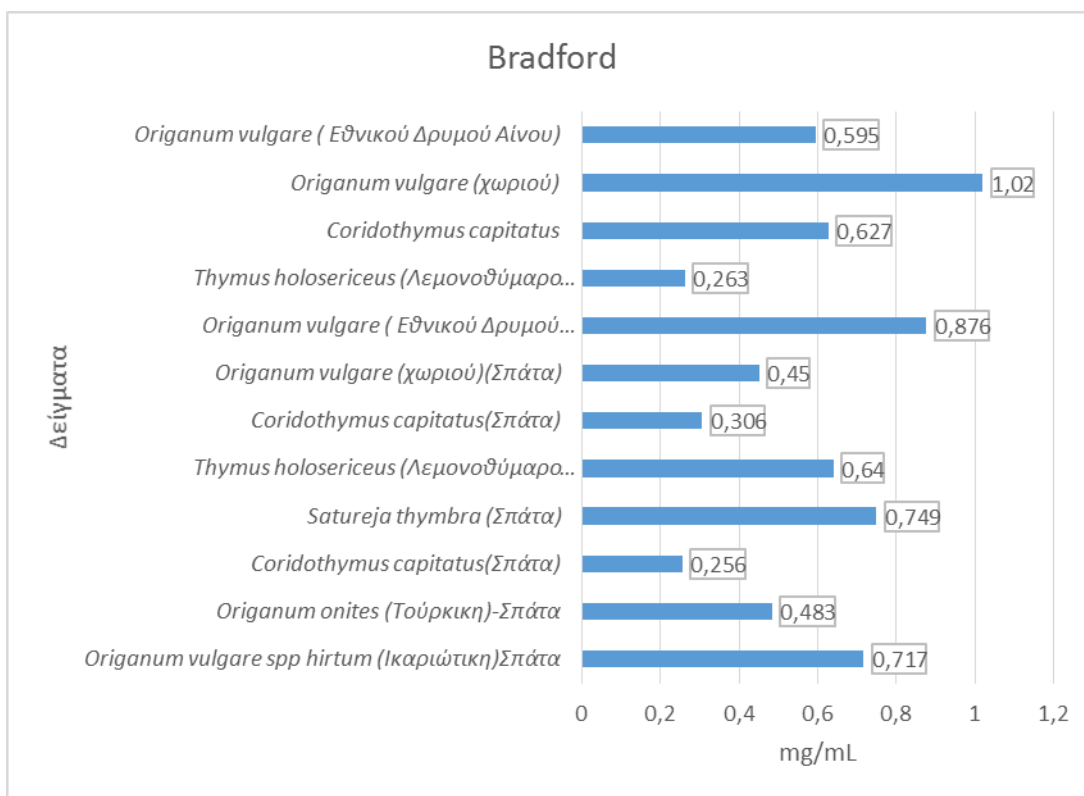
**Ραβδόγραμμα 7.** % Ειδική αναστολή δραστηρότητας τυροσινάσης των φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων.

Στο ραβδόγραμμα 7 παρουσιάζονται οι τιμές της % ειδικής αναστολής δραστηρότητας του ενζύμου τυροσινάσης στα υπό εξέταση φυτικά εκχυλίσματα. Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το είδος *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς) με 161,65 % ενώ μικρότερη τα είδη *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα) και *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου) τα οποία έχουν μηδενική τιμή. Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη % ειδική αναστολή δραστηρότητας με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς), *Coridothymus capitatus*(Σπάτα-Ικαρία), *Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα), *Origanum vulgare* spp *hirtum* (Ικαριώτικη-Σπάτα), *Coridothymus capitatus*(Σπάτα-Κεφαλονιά), *Origanum vulgare*(χωριού-Σπάτα), *Satureja thymbra* (Σπάτα), *Thymus holosericeus* (αυτοφύες), *Origanum vulgare* (χωριού), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα), *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα), *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου).

#### 3.4.4. Ποσοτικός προσδιορισμός συγκέντρωσης πρωτεΐνης με τη μέθοδο Bradford

Όπως αναφέρθηκε, εκχυλίστηκαν και αξιολογήθηκαν 12 διαφορετικά δείγματα φυτικών εκχυλισμάτων από διάφορα ΑΦΦ Κεφαλονιάς και Ικαρίας και έγινε μέτρηση της απορρόφησης του κάθε δείγματος στα 595 nm για τον ποσοτικό προσδιορισμό της συγκέντρωσης πρωτεΐνης. Η διαδικασία επαναλήφθηκε για κάθε δείγμα δύο φορές και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Ακολούθησε αναγωγή των αποτελεσμάτων με την βοήθεια της πρότυπης καμπύλης. Η αναγωγή των τιμών έγινε με την εξίσωση του γραφήματος  $y = 2,995x + 0,0218$ , όπου  $y$  η απορρόφηση στα 595 nm και  $x$  η συγκέντρωση σε mg του

ορού μόσχου (BSA). Για τον υπολογισμό mg πρωτεΐνης/mL εκχυλίσματος χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση:  $(ABS \times 50) / (e \times V_{\text{δείγ}})$ . Με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης υπολογίζονται οι τελικές τιμές συγκέντρωσης πρωτεΐνης σε mg/mL εκχυλίσματος.



**Ραβδόγραμμα 8.** Συγκέντρωση πρωτεΐνης των φυτικών εκχυλισμάτων των δειγμάτων εκφρασμένο ανά mL εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκε.

Στο παραπάνω Ραβδόγραμμα 8 όλες οι τιμές διαφέρουν μεταξύ τους. Μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το φυτικό εκχύλισμα του είδους *Origanum vulgare* (χωριό) με 1,02 mg πρωτεΐνης /mL εκχυλίσματος ενώ μικρότερη το είδος *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία) με 0,256 mg πρωτεΐνης/mL εκχυλίσματος . Η σειρά κατάταξης από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεϊνικό περιεχόμενο με βάση το είδος του ΑΦΦ και τη μεταχείριση ήταν: *Origanum vulgare* (χωριού), *Origanum vulgare* (Εθνικού Δρυμού Αίνου-Σπάτα), *Satureja thymbra* (Σπάτα) *Origanum vulgare* spp *hirtum* (Ικαριώτικη-Σπάτα), *Thymus holosericeus* (Λεμονοθύμαρο Κεφαλονιάς-Σπάτα), *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς) *Origanum vulgare* ( Εθνικού Δρυμού Αίνου), *Origanum onites* (Τούρκικη-Σπάτα), *Origanum vulgare*(χωριού-Σπάτα), *Coridothymus capitatus*(Σπάτα-Κεφαλονιά), *Thymus holosericeus* (αυτοφύες Κεφαλονιάς), *Coridothymus capitatus* (Σπάτα-Ικαρία).



#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

##### 4.1.ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΦΦ

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκαν οι διάφορες μεταβολές των αναπαραγωγικών χαρακτηριστικών σε σχέση με τις μεταχειρίσεις που υπέστη το φυτικό υλικό από τις νήσους Ικαρία και Κεφαλονιά.

Σχετικά με τον αριθμό των ταξιανθιών παρουσιάζεται ότι υπήρξαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Συγκεκριμένα το *Origanum hirtum* της Ικαρίας είχε τις περισσότερες ταξιανθίες, ενώ το είδος *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς (Φαγιά), τις λιγότερες. Αυτό συμβαίνει όμως και μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, διότι η *Origanum hirtum* (Φαγιά) όταν μεταφέρθηκε από το φυσικό της περιβάλλον (μεγάλο υψόμετρο- χαμηλές θερμοκρασιακές συνθήκες) στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, αναγκάστηκε να εγκλιματιστεί σε ένα ξηροθερμικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα να παράγει περισσότερες ταξιανθίες, ώστε να επιζήσει. Κάτι αντίστοιχο δεν προκύπτει από τη σύγκριση του είδους *Origanum hirtum* (Λαγκάδα) για το φυσικό και το πειραματικό περιβάλλον. Για το είδος *Coridothymus capitatus* εμφανίζεται ότι το αυτοφύες της Κεφαλονιάς διατηρεί περισσότερες ταξιανθίες από το μεταφυτευμένο της Ικαρίας στα Σπάτα.

Επίσης, ως προς τον αριθμό των φύλλων εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ των βιοτύπων στα είδη *Origanum hirtum*. Ειδικότερα, ο αριθμός των φύλλων για το *Origanum hirtum* της Ικαρίας ήταν 95,11 ενώ για την Κεφαλονιά ήταν 87,83 για τη περιοχή του Φαγιά, και 68,00 για τη περιοχή της Λαγκάδας στη μεταχείριση του πειραματικού αγρού στα Σπάτα. Για το *Coridothymus capitatus* ο αριθμός των φύλλων ήταν 102,17 για το φυτικό υλικό της Κεφαλονιάς, ενώ ήταν 76,11 για το μεταφυτευμένο υλικό της Ικαρίας στα Σπάτα. Το *Thymus holosericeus* παρουσίασε τιμή 80,17 η οποία ήταν κατά πολύ μεγαλύτερη από την τιμή του *Satureja thymbra*, που ήταν 56,72. Γενικότερα, η φυτική βιομάζα των κεφαλονίτικων ΑΦΦ στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα εμφανίζει σημαντική αύξηση σε σχέση με τα αντίστοιχα αυτοφύη. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί διότι στο φυσικό περιβάλλον τα ΑΦΦ συνυπάρχουν με άλλα φυτικά είδη, τα οποία μπορεί να είναι και ανταγωνιστικά. Στα Σπάτα δεν υπάρχει ανταγωνισμός από άλλα φυτικά είδη, διότι αναπτύσσονται σε εκτατικές καλλιεργητικές συνθήκες.

Όσον αφορά στο μέσο όρο του μήκους των βλαστών, μπορεί να επισημανθεί ότι τα είδη *Origanum hirtum* (Φαγιά) και *Origanum hirtum* (Λαγκάδα) δε διέφεραν σημαντικά ως προς τις δύο μεταχειρίσεις και αναπτύχθηκαν ικανοποιητικά. Το *Thymus holosericeus* παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στον αυτοφύη βιότυπο σε σχέση με το μεταφυτευμένο. Στη συνέχεια, το αυτοφύες *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς εμφάνισε μεγαλύτερη τιμή από το *Coridothymus* της Ικαρίας. Γενικότερα μεγαλύτερο μέσο μήκος βλαστών στα Σπάτα παρουσίασε το είδος *Origanum hirtum* της Ικαρίας, έναντι του είδους *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς.

Εξετάζοντας το μέσο όρο του μήκους των ταξιανθιών για τα είδη *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς και για τις δύο μεταχειρίσεις, εμφανίζεται το συμπέρασμα που προαναφέρθηκε παραπάνω για το μέσο αριθμό των ταξιανθιών. Αξίζει να αναφερθεί ότι μεγαλύτερη τιμή για το μέσο μήκος ταξιανθιών για τα καλλιεργούμενα φυτά παρουσιάστηκε στο

είδος *Origanum hirtum* Λαγκάδας, συγκριτικά με το *Origanum hirtum* της Ικαρίας.

Αναφορικά

με τις μετρήσεις νωπού βάρους βλαστών, το *Origanum hirtum* της Ικαρίας εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή από αυτό της Κεφαλονιάς και για τις δύο περιοχές. Συγκρίνοντας τα είδη *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς παρατηρείται ότι μεγαλύτερο νωπό βάρος για τα καλλιεργούμενα παρουσιάζει το είδος από τη περιοχή Φαγιά. Αντίστοιχα για το *Origanum hirtum* της Λαγκάδας μεγαλύτερο νωπό βάρος παρουσιάζει ο αυτοφυής βιότυπος του.

Συνεχίζοντας, στις συγκρίσεις του νωπού βάρους για τα άνθη των αρωματικών φυτών Ικαρίας και Κεφαλονιάς εμφανίζεται μια αύξηση στα καλλιεργούμενα φυτικά είδη της Κεφαλονιάς σε σχέση με τα αυτοφυή, διότι τα φυτά για να επιζήσουν του μεταφυτευτικού στρες αναγκάζονται να παράγουν μεγαλύτερο αριθμό ανθέων και κατ'επέκταση ταξιανθιών. Συνεπώς, είναι λογικό να εμφανίζεται μεγαλύτερο νωπό βάρος ανθέων. Επίσης για το *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς προκύπτει μεγαλύτερη τιμή από το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί διότι στη Κεφαλονιά επικρατούν μεγαλύτερες τιμές υγρασίας από ότι στα Σπάτα σύμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα.

Ακόμη, για το χαρακτηριστικό του μέσου αριθμού του νωπού βάρους των φύλλων παρατηρείται ότι τα καλλιεργούμενα φυτικά είδη *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές από τα αντίστοιχα αυτοφυή. Το ίδιο συμβαίνει και για τις δύο μεταχειρίσεις του είδους *Thymus holosericeus*. Το *Origanum hirtum*(Φαγιά) στα Σπάτα έχει μεγαλύτερη τιμή από το *Origanum hirtum* της Ικαρίας. Το είδος *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς είχε τιμή παραπλήσια με το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας.

Ως προς το ξηρό βάρος των βλαστών διαπιστώθηκε ότι οι τιμές των φυτικών ειδών *Origanum hirtum* είτε της Κεφαλονιάς είτε της Ικαρίας για τη περιοχή του αγρού στα Σπάτα, εμφάνισαν παραπλήσιες τιμές. Αντίθετα, τα ξηρά βάρη των βλαστών για τα αυτοφυή *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς παρουσίασαν μικρότερες τιμές σε σχέση με τα καλλιεργούμενα για το φυσικό τρόπο ξήρανσης. Ωστόσο, το είδος *Thymus holosericeus* δε διαφοροποιήθηκε σημαντικά για τις δύο μεταχειρίσεις, ενώ το αυτοφυές *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς είχε διπλάσια τιμή για το μέσο ξηρό βάρος των βλαστών σε σχέση με το μεταφυτευμένο *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας στα Σπάτα.

Στη συνέχεια, για το ξηρό βάρος ανθέων παρατηρείται ότι τα καλλιεργούμενα είδη *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς παρουσίασαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος σε σχέση με τα αυτοφυή, αλλά μικρότερο από το ήδη εγκατεστημένο φυτικό είδος *Origanum hirtum* της Ικαρίας. Το αυτοφυές *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς εμφανίζει διπλάσια τιμή σε σχέση με το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας.

Κάνοντας λόγο για το ξηρό βάρος φύλλων, τα ήδη εγκατεστημένα φυτικά είδη της Ικαρίας(*Coridothymus capitatus* και *Origanum onites*) έχουν μεγαλύτερες τιμές από τα αντίστοιχα *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς στα Σπάτα. Παραπλήσιες τιμές εμφανίστηκαν στα είδη *Coridothymus capitatus* και *Satureja thymbra* της Ικαρίας. Τα ξηρά βάρη των αυτοφυών βιοτύπων των φυτών της Κεφαλονιάς(*Origanum hirtum* των περιοχών Λαγκάδας και Φαγιά) ήταν κατά πολύ

μειωμένα σε σχέση με τα καλλιεργούμενα.

Στην περίπτωση του ποσοστού του ελλείμματος υγρασίας των βλαστών παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό αυτό δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά για τα καλλιεργούμενα είδη *Origanum hirtum* (Κεφαλονιάς και Ικαρίας) και *Origanum onites*. Το ποσοστό αυτό για το είδος *Satureja thymbra* ήταν αυξημένο συγκριτικά με όλα τα καλλιεργούμενα φυτικά είδη στα Σπάτα. Οι αυτοφυείς βιότυποι των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό ελλείμματος υγρασίας σε σχέση με τους αντίστοιχους καλλιεργούμενους.

Παρατηρώντας το έλλειμμα υγρασίας ανθέων του *Satureja thymbra* παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή από όλα τα εγκατεστημένα και καλλιεργούμενα φυτικά είδη Ικαρίας και Κεφαλονιάς. Τα είδη *Origanum hirtum* Κεφαλονιάς και Ικαρίας δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους στη περιοχή του πειραματικού αγρού στα Σπάτα. Αντίθετα, στο φυσικό περιβάλλον της Κεφαλονιάς το ποσοστό του ελλείμματος υγρασίας ανθέων παρουσιάζεται αρκετά υψηλό. Για το είδος *Coridothymus capitatus* δε σημειώνεται σημαντική διαφορά είτε για το αυτοφύες της Κεφαλονιάς είτε για το εγκατεστημένο φυτικό είδος στα Σπάτα. Το *Thymus holosericeus* δε διαφέρει σημαντικά για τους δύο βιότυπους (πειραματικού αγρού και φυσικού περιβάλλοντος).

Τέλος, για το έλλειμμα υγρασίας φύλλων διακρίνεται ότι τα είδη των ΑΦΦ της Ικαρίας στα Σπάτα εμφανίζουν παραπλήσιο ποσοστό (37% *Origanum hirtum* και 37% *Origanum onites*), με μοναδική εξαίρεση το *Satureja thymbra* το οποίο έχει τιμή 58%. Το αυτοφύες *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς δε διαφέρει σημαντικά από το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας στα Σπάτα. Επίσης για το *Thymus holosericeus* μεγαλύτερο ποσοστό ελλείμματος υγρασίας φύλλων παρουσιάζει ο αυτοφυής βιότυπος σε σχέση με το καλλιεργούμενο στα Σπάτα. Για το *Origanum hirtum* Κεφαλονιάς τονίζεται ότι το ποσοστό ελλείμματος υγρασίας φύλλων για τους αυτοφυείς βιότυπους είναι αρκετά αυξημένο σε σχέση με τους εγκατεστημένους στο πειραματικό αγρό.

#### 4.2. ΧΗΜΕΙΟΤΥΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί παγκοσμίως η ζήτηση για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Σε αυτό έχει συμβάλει και η συνειδητοποίηση του ρόλου που μπορούν να παίξουν τα ΑΦΦ στην έρευνα για καινούργια ενεργά συστατικά που θα αξιοποιηθούν από τις βιομηχανίες φαρμάκων, τροφίμων και καλλυντικών, παράλληλα με το αίτημα των καιρών «για επιστροφή στη φύση». Τα αιθέρια έλαια μαζί με τα αλκαλοειδή και τα φαινολικά συστατικά είναι σημαντικά συστατικά του δευτερογενούς μεταβολισμού του φυτού. Οι ευεργετικές δράσεις των ΑΦΦ φαίνεται να αποδίδονται πρωτίστως στα φαινολικά συστατικά (καρβακρόλη-θυμόλη) των αιθέριων ελαίων.

Στη παρούσα διατριβή μελετήθηκαν τα χημικά χαρακτηριστικά ποιοτικά και ποσοτικά. Συγκεκριμένα, σχετικά με την απόδοση αιθέριου ελαίου μπορεί να σημειωθεί ότι εμφανί-

στηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς και της Ικαρίας, τόσο για τους αυτοφυείς βιότυπους όσο και για τους καλλιεργούμενους βιότυπους. Το *Origanum hirtum* της Ικαρίας εμφάνισε 8,77% απόδοση, η οποία ήταν η μεγαλύτερη τιμή στα φυτά που συγκρίθηκαν, ενώ χαμηλότερη τιμή παρουσίασε το *Thymus holosericeus* με 1,63%. Επίσης συγκρίνοντας το *Origanum hirtum* Φαγιάς και Λαγκάδας σημειώνεται ότι η απόδοση του αιθέριου ελαίου εμφανίζει παραπλήσια τιμή για τα φυτά που καλλιεργούνται στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα, η οποία είναι 4,5% και 4,1% αντίστοιχα. Για τα αυτοφυή είδη *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς (Φαγιά και Λαγκάδα), παρατηρείται ότι στην περιοχή Φαγιά η απόδοση είναι μεγαλύτερη από ότι στη Λαγκάδα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί διότι η απόδοση των ΑΦΦ σε αιθέριο έλαιο καθώς και η χημική σύσταση αυτού ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες των περιοχών προέλευσης τους. Περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως το ανθρακικό ασβέστιο, το κάλιο και το pH παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόδοση των φυτών σε αιθέριο έλαιο. Για το *Thymus holosericeus* σημειώνεται ότι η τιμή για τον αυτοφυή βιότυπο ήταν 3,80 % αισθητά μεγαλύτερη από την τιμή 1,63% που εμφανίστηκε στον πειραματικό αγρό στα Σπάτα. Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι τα φυτά που εγκαταστάθηκαν να υπέστησαν στρες εγκλιματισμού στο νέο περιβάλλον, το οποίο ήταν φτωχό ως προς τη συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου και οργανικής ουσίας. Το *Satureja thymbra* είχε απόδοση αιθέριου ελαίου 5,40%, μεγαλύτερο από όλα τα ΑΦΦ της Κεφαλονιάς, διότι είναι ήδη προσαρμοσμένο στις εδαφοκλιματικές συνθήκες του πειραματικού αγρού στα Σπάτα. Η *Origanum onites* της Ικαρίας παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή από όλα τα ΑΦΦ της Ικαρίας στο πειραματικό αγρό. Τέλος, το αυτοφυές *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς εμφάνισε ελαφρώς μειωμένη απόδοση σε σχέση με το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας.

Διευκρινίζεται πως η απόδοση αιθέριου ελαίου υπολογίζεται σε % (v/w).

Κυρίαρχο συστατικό του αιθέριου ελαίου των ΑΦΦ ήταν η καρβακρόλη ακολουθούμενη από το γ-τερπινένιο, το π-κυμένιο και το β-καρυοφυλλένιο. Σύμφωνα με τους Kokkini & Vokou (1989) και Kirimer et al. (1995) η καρβακρόλη αναφέρεται ως το κύριο συστατικό του ελαίου της *O. hirtum* και του *C. capitatus* και της *O. onites*. (Kokkini & Vokou, 1989; Kirimer et al., 1995; Kokkini et al., 1997; D'antuono et al., 2000; Skoula & Harborne, 2002). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται για καλλιεργούμενα φυτά *O. hirtum* όπου η καρβακρόλη αποτελεί κύριο συστατικό και η θυμόλη ανιχνεύεται σε ίχνη (Goliaris et al., 2002). Η καρβακρόλη αναφέρεται επίσης ως το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του *C. capitatus* τόσο στην Ελλάδα (Kokkini & Vokou, 1989) όσο και σε άλλες μεσογειακές χώρες (Sendra & Cunat, 1980; Falchi-Delitala et al., 1983). Σε μελέτη σε διάφορες περιοχές της Κρήτης η καρβακρόλη εναλλασσόταν με την θυμόλη ως κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* (Karousou et al., 2005) ενώ σε διάφορες περιοχές της Σαρδηνίας κύριο συστατικό ήταν το γ-τερπινένιο (Carone et al., 1988). Ως κύριο συστατικό και του αιθέριου



ελαίου της *O. onites* τόσο στην Ελλάδα (Kokkini & Vokou, 1989) όσο και στην Τουρκία (Kirimer *et al.*, 1995) αναφέρεται η κάρβακρόλη.

Στα αποτελέσματα για το συστατικό π-κυμένιο εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ΑΦΦ Κεφαλονιάς και Ικαρίας. Τα είδη *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς διαφοροποιήθηκαν ως προς τη γεωγραφική θέση του φυσικού περιβάλλοντος από το οποίο προήλθαν, καθώς η σύσταση του ελαίου σε π-κυμένιο ήταν υψηλότερη σε μεγαλύτερο υψόμετρο και σε αυξημένη βροχόπτωση. Το ίδιο συνέβη και στα αντίστοιχα φυτά των δύο περιοχών που μεταφυτεύτηκαν στον αγρό. Για το είδος *Satureja thymbra* το π-κυμένιο εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή από όλα τα ΑΦΦ τόσο της Κεφαλονιάς όσο και της Ικαρίας. Το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας παρουσίασε παρόμοιες τιμές με το *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς. Τη μικρότερη τιμή από όλα τα ΑΦΦ παρουσίασε η *Origanum onites* με ελάχιστη περιεκτικότητα σε π-κυμένιο. Τέλος, για το ενδημικό *Thymus holosericeus* της Κεφαλονιάς παρατηρείται ότι η περιεκτικότητά του για το βιότυπο του πειραματικού αγρού στα Σπάτα ήταν πολύ μικρή, ενώ για το βιότυπο του φυσικού περιβάλλοντος αρκετά μεγαλύτερη, καθώς η τελευταία πλησίαζε τη τιμή του *Origanum hirtum* της Ικαρίας στα Σπάτα.

Όσον αφορά στη περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο, παρατηρείται ότι το *Satureja thymbra* παρουσίασε τιμή 38,62% v/v η οποία ήταν η μεγαλύτερη από όλες για τα ΑΦΦ της Κεφαλονιάς και της Ικαρίας. Αξίζει να αναφερθεί ότι για τα *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς που βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο στο φυσικό τους περιβάλλον, παρουσιάζουν κατά πολύ μεγαλύτερη τιμή από τα *Origanum hirtum* χαμηλότερου υψομέτρου. Το είδος *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας εμφανίζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σχέση με το αυτοφύες *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς. Αυτό ίσως να συμβαίνει διότι ο βιότυπος της Ικαρίας έχει προσαρμοστεί στις εδαφοκλιματικές συνθήκες του πειραματικού αγρού. Τη μικρότερη τιμή από όλα τα ΑΦΦ παρουσίασε η *Origanum onites* με ελάχιστη περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο. Τέλος, για το ενδημικό *Thymus holosericeus* της Κεφαλονιάς παρατηρείται ότι η περιεκτικότητά του για το βιότυπο του πειραματικού αγρού στα Σπάτα ήταν πολύ μικρή, ενώ για το βιότυπο του φυσικού περιβάλλοντος αρκετά μεγαλύτερη, καθώς η τελευταία πλησίαζε τη τιμή του *Origanum hirtum* της Ικαρίας στα Σπάτα.

Η ποιότητα καλλιεργούμενων φυτών ρίγανης και άλλων ΑΦΦ καθορίζεται κυρίως από την περιεκτικότητά των φυτών σε αιθέριο έλαιο καθώς και από τη σύσταση αυτού σε καρβακρόλη και ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται. Ο παράγοντας καρβακρόλη παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα ανάλογα με τους γονοτύπους των φυτών, τις κλιματικές συνθήκες, τη λίπανση ή μη με θρεπτικά στοιχεία, την άρδευση ή μη κατά την καλλιέργεια. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες, το υψόμετρο και η γεωγραφική θέση επηρεάζουν τον παράγοντα καρβακρόλη στους αυτοφύες βιοτύπους. Συγκεκριμένα η *Origanum hirtum* της Ικαρίας δε διαφοροποιείται σημαντικά από τα είδη *Origanum hirtum* της Κεφαλονιάς

που καλλιεργούνται στα Σπάτα. Τη μεγαλύτερη τιμή περιεκτικότητας σε καρβακρόλη εμφανίζει η *Origanum onites*, διότι αναπτύσσεται σε ξηροθερμικές συνθήκες και χαμηλό υψόμετρο. Στο είδος *Origanum hirtum* Φαγιάς εμφανίζεται μεγαλύτερη περιεκτικότητα των φυτών στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον. Αυτό, εξηγείται διότι το φυτό πιθανόν υπέστη στρες από την αλλαγή υψομέτρου, ή μια μηχανική βλάβη ή άλλου είδους στρες, λόγω της μετακίνησης σε νέο εδαφικό περιβάλλον. Το *Satureja thymbra* παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή σε καρβακρόλη. Στο *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας παρουσιάζεται μικρότερη τιμή από το αυτοφυές της Κεφαλονιάς διότι ο καλλιεργούμενος αγρός παρουσιάζει χαμηλότερη οργανική ουσία από το φυσικό περιβάλλον του είδους. Τέλος, σχετικά με το *Thymus holosericeus* της Κεφαλονιάς υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των δύο τιμών περιεκτικότητας καρβακρόλης για τους δύο βιοτόπους, γι' αυτό και θα χρειαστεί περαιτέρω διερεύνηση.

Ολοκληρώνοντας τη χημειοτυπική σύγκριση των ΑΦΦ Ικαρίας και Κεφαλονιάς, σημειώνεται ότι για το συστατικό β-καρυοφυλλένιο υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργούμενων πληθυσμών και των αυτοφυών. Πιο αναλυτικά, για το είδος *Origanum hirtum* Φαγιάς, ο αυτοφυής βιότοπος παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή του συγκεκριμένου συστατικού, σε σχέση με το μεταφυτευμένο. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω αλλαγής υψομέτρου, γεωγραφικής θέσης και κλιματικών συνθηκών. Το ίδιο παρατηρείται και στο είδος *Origanum hirtum* της περιοχής Λαγκάδας. Τη μικρότερη τιμή από όλα τα ΑΦΦ παρουσίασε η *Origanum onites* με ελάχιστη περιεκτικότητα σε β-καρυοφυλλένιο. Αντίθετα τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε β-καρυοφυλλένιο παρουσίασε το είδος *Satureja thymbra*. Αναφορικά με το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας εμφανίζεται με μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με το αυτοφυές της Κεφαλονιάς, και αυτό μπορεί να αποδοθεί στο υψηλότερο pH, και στο υψηλότερο ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου που εντοπίζεται στο εδαφικό υλικό του πειραματικού αγρού. Τέλος, για το *Thymus holosericeus* σημειώνεται πως για το πειραματικό αγρό στα Σπάτα παρουσιάζεται μεγαλύτερη τιμή από τον αυτοφυή βιότοπο, και αυτό εξηγείται άμεσα από τις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών καθώς και άλλων παραγόντων. Το έδαφος μαζί με τη επικρατούσα βλάστηση (μορφή εδαφοκάλυψης, σύνθεση φυτών) παρουσιάζουν σημαντικό ρόλο στις θερμοκρασιακές συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή του του Εθνικού Δρυμού Αίνου στη νήσο Κεφαλληνία. Γενικότερα, όσον αφορά την επιφανειακή θερμοκρασία οι πλαγιές με το λεμονοθύμαρο εμφάνισαν πιο κρύα επίπεδα σε σχέση με τις περιοχές που δεν καλλιεργούνται σε χαμηλά υψόμετρα. Αυτό εμφανιζόταν τόσο τους χειμερινούς μήνες όσο και τους εαρινούς (Καμούτσης, 2011). Αντίθετα στα Σπάτα (περιοχή με ξηροθερμικές συνθήκες με χαμηλότερο υψόμετρο), τα φυτά καλλιεργούνται σε ελεγχόμενο πεδίο χωρίς άλλα να τα ανταγωνίζονται σε θρεπτικά στοιχεία ή σε άλλες λειτουργίες όπως η φωτοσύνθεση. Τα προϊόντα αυτής μπορεί να οδηγούν σε βιοσύνθεση περισσότε-

ρου β-καρυοφυλλένιου με σκοπό να αποφεύγεται το στρες του εγκλιματισμού στο νέο περιβάλλον.

### 4.3. ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν ο προσδιορισμός του ολικού φαινολικού περιεχομένου, καθώς και της αντιοξειδωτικής ικανότητας σε φυτικά εκχυλίσματα διάφορων ΑΦΦ της Κεφαλονιάς και της Ικαρίας. Παράλληλα μελετήθηκε στα ίδια φυτικά εκχυλίσματα η ύπαρξη αναστολέα συγκεκριμένου ενζύμου της τυροσινάσης και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα.

Εξετάζοντας κάποιες από τις βιοδραστικές ιδιότητες των φυτικών εκχυλισμάτων μπορεί να σημειωθεί ότι αποτελούν μια πολύ καλή πηγή αντιοξειδωτικών χαρακτηριστικών. Οι βιοδραστικές ιδιότητες των ΑΦΦ επηρεάζονται σημαντικά από περιβαλλοντικούς, καλλιεργητικούς και άλλους παράγοντες. Η αντιοξειδωτική δράση των ΑΦΦ καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την ποικιλία και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Αναλύοντας τα αποτελέσματα, παρατηρήθηκαν σημαντικά στοιχεία, τα οποία αναφέρονται παρακάτω.

Τα ολικά φαινολικά κυμάνθηκαν από 2,47mg GA/mL εκχυλίσματος έως 13,93 mg GA/mL ανάλογα με το φυτικό εκχύλισμα του εκάστοτε δείγματος και ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας του. Μεγαλύτερες τιμές παρουσίασαν τα φυτικά εκχυλίσματα του είδους *Origanum hirtum* στη περιοχή Λαγκάδα στα Ζόλα Κεφαλονιάς, το ενδημικό *Thymus holosericeus* που μεταφυτεύτηκε στα Σπάτα, καθώς και η *Origanum hirtum* της ευρύτερης περιοχής του Εθνικού Δρυμού Αίνου (Φαγιάς), που καλλιεργείται στα Σπάτα. Μικρότερη τιμή εμφάνισε το ενδημικό *Thymus holosericeus*. Γενικότερα, τα ΑΦΦ της Κεφαλονιάς παρουσίασαν χαμηλές τιμές για τα φυτικά εκχυλίσματα του πειραματικού αγρού στα Σπάτα, ενώ αντίθετα τα φυτικά εκχυλίσματα του φυσικού περιβάλλοντος παρουσίασαν αυξημένες συγκεντρώσεις ολικού φαινολικού περιεχομένου. Τέλος τα ΑΦΦ της Ικαρίας τα οποία είναι εγκατεστημένα στα Σπάτα παρουσίασαν αυξημένες τιμές για τα είδη *Satureja thymbra* και *Origanum hirtum* Ικαρίας που βρίσκεται στα Σπάτα. Αντίθετα, εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στα είδη *Origanum onites* και *Coridothymus capitatus*.

Όσον αφορά την ειδική συγκέντρωση φαινολικού περιεχομένου, οι μετρήσεις κυμαίνονται από 9,39 mg GA/mg πρωτεΐνης έως 16,45mg GA/mg πρωτεΐνης. Μεγαλύτερες παρουσίασαν τα φυτικά εκχυλίσματα των ειδών *Coridothymus capitatus* Ικαρίας στα Σπάτα, *Thymus holosericeus* στα Σπάτα και *Coridothymus capitatus* Κεφαλονιάς στα Σπάτα. Σχετικά μικρό-

τερες τιμές εμφάνισαν οι αυτοφυείς βιότυποι των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς, ενώ το ίδιο συνέβη στο είδος *Satureja thymbra* της Ικαρίας και στο είδος *Origanum hirtum* των περιοχών Λαγκάδας και Φαγιά που καλλιεργούνται στα Σπάτα. Τέλος, το ενδημικό *Thymus holosericeus* παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή ειδικής συγκέντρωσης φαινολικών.

Διαφορετικά αποτελέσματα προκύπτουν για το προσδιορισμό της άμεσης αντιοξειδωτικής ικανότητας των υπό εξέταση δειγμάτων. Για τη μέθοδο FRAP οι τιμές κυμάνθηκαν από 7,05  $\mu\text{M}$  έως 55,12  $\mu\text{M}$ . Το είδος *Origanum hirtum* της περιοχής Λαγκάδας καθώς και το είδος *Origanum hirtum* της περιοχής Φαγιάς στα Σπάτα παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές από όλα τα φυτικά εκχυλίσματα. Τις χαμηλότερες εμφάνισαν το ενδημικό *Thymus holosericeus* και το αυτοφύες *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς. Παραπλήσιες τιμές προέκυψαν για τα υπόλοιπα είδη των ΑΦΦ της Ικαρίας και της Κεφαλονιάς στο πειραματικό αγρό στα Σπάτα.

Ως προς την ειδική τιμή FRAP, παρατηρείται ότι μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζει το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας που βρίσκεται εγκατεστημένο στα Σπάτα, αλλά ταυτόχρονα είναι το ίδιο φυτικό εκχύλισμα που εμφανίζει τη μεγαλύτερη ειδική φαινολική περιεκτικότητα, μεγαλύτερη % αναστολή για το ένζυμο τυροσινάση, καθώς και μεγάλη % ειδική αναστολή. Επίσης, αυξημένες τιμές σημειώνονται για το είδος *Origanum hirtum* της περιοχής Λαγκάδας Κεφαλονιάς, το είδος *Origanum hirtum* της περιοχής Φαγιάς που βρίσκεται στα Σπάτα καθώς και το *Thymus holosericeus* στα Σπάτα. Χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται για το *Thymus holosericeus* τόσο του φυσικού περιβάλλοντος, όσο και του πειραματικού αγρού. Τη χαμηλότερη τιμή από όλα τα ΑΦΦ σημειώνει το αυτοφύες *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς.

Στη παρούσα εργασία εκτός από τα παραπάνω βιοδραστικά χαρακτηριστικά μελετήθηκε και η ύπαρξη αναστολέων του ενζύμου τυροσινάση. Μεγαλύτερο ποσοστό αναστολής του ενζύμου παρουσίασε το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας. Αυξημένα ποσοστά σημειώθηκαν επίσης στα υπόλοιπα είδη των ΑΦΦ της Ικαρίας, καθώς και στο είδος *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς στο πειραματικό αγρό. Οι μηδενικές τιμές στο ραβδόγραμμα 6 για το είδος *Origanum vulgare ssp hirtum* περιοχής Φαγιά τόσο για το πειραματικό, όσο και για το φυσικό περιβάλλον δείχνουν ότι τα εκχυλίσματα δεν περιέχουν ουσία ή ουσίες που να οδηγούν σε αναστολή του ενζύμου τυροσινάση. Από χαμηλές τιμές ποσοστού αναστολής χαρακτηρίστηκαν τα είδη *Origanum vulgare ssp hirtum* περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλονιάς και *Thymus holosericeus* είτε για το πειραματικό αγρό στα Σπάτα είτε για το φυσικό τους ενδιαίτημα.

Για το παράγοντα της % ειδικής αναστολής, αξίζει να αναφερθεί ότι τη μεγαλύτερη τιμή από όλα τα ΑΦΦ έχει το αυτοφυές *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς. Επιπρόσθετα, το είδος *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας, η *Origanum hirtum* της Ικαρίας και η *Origanum onites* της Ικαρίας που βρίσκονται στα Σπάτα εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά ειδικής αναστολής. Τα φυτικά εκχυλίσματα των ειδών *Coridothymus capitatus* Κεφαλονιάς και *Origanum hirtum* περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλονιάς που καλλιεργούνται στα Σπάτα έχουν ικανοποιητικά υψηλά ποσοστά. Τέλος, το *Thymus holosericeus* διαφέρει σημαντικά ως προς τις 2 πειραματικές προσεγγίσεις του. Συγκεκριμένα, ο καλλιεργούμενος βιότυπος παρουσίασε χαμηλή τιμή ποσοστού ειδικής αναστολής ενώ ο αυτοφυής τριπλάσια μεγαλύτερη.

Τέλος, με τη μέθοδο Bradford προσδιορίστηκε ποσοτικά η συγκέντρωση πρωτεΐνης στα φυτικά εκχυλίσματα. Οι συγκεντρώσεις κυμάνθηκαν από 0,256 mg/mL εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκε έως 1,02 mg/mL. Μεγαλύτερη τιμή εμφάνισε το είδος *Origanum hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στα Ζόλα Κεφαλονιάς για το φυτικό εκχύλισμα του φυσικού ενδιαιτήματος. Αμέσως μεγαλύτερη τιμή παρουσίασε το έτερο είδος *Origanum hirtum* της ευρύτερης περιοχής του Εθνικού Δρυμού Αίνου που καλλιεργείται στα Σπάτα. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως μεταξύ των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς για τις 2 προελεύσεις των φυτικών εκχυλισμάτων υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Ιδιαίτερα, το ενδημικό είδος *Thymus holosericeus* παρουσιάζει πολύ χαμηλή τιμή για το εκχύλισμα του φυσικού του περιβάλλοντος ενώ μια αρκετά μεγαλύτερη για το αντίστοιχο του πειραματικού αγρού. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το φυτό αναπτύσσεται σε ένα διαφορετικό εδαφικό περιβάλλον, με διαφορετικές θερμοκρασιακές συνθήκες, διαφορετική γεωγραφική θέση και χαμηλότερο υψόμετρο. Χαμηλή συγκέντρωση πρωτεΐνης παρουσιάζει το *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας ενώ στις μεθόδους που αναφέρθηκαν παραπάνω (ειδική τιμή Frap, % αναστολή και ειδική φαινολική περιεκτικότητα) εμφάνιζε τις υψηλότερες τιμές. Αυτό εξηγείται, διότι οι μετρήσεις των ειδικών περιεκτικότητων υπολογίζονται ως την αναλογία της τιμής της περιεκτικότητας προς τα mg πρωτεΐνης που χρησιμοποιήθηκαν στο εκάστοτε φυτικό εκχύλισμα. Άρα χαμηλή συγκέντρωση πρωτεΐνης οδηγεί σε υψηλά ποσοστά ειδικών συγκεντρώσεων ή περιεκτικότητων. Αντίστοιχα, όσον αφορά το *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς παρατηρείται πώς το μεν εγκατεστημένο στα Σπάτα βρίσκεται στα όρια των τιμών του *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας για το πειραματικό αγρό ενώ το δε αυτοφυές είναι διπλάσιο σε τιμή συγκέντρωσης. Επιπλέον, οι τιμές των ειδών *Origanum vulgare ssp hirtum* Ικαρίας στα Σπάτα και *Satureja thymbra* σημείωσαν παρόμοιες τιμές. Η *Origanum onites* της Ικαρίας εμφάνισε παραπλήσια τιμή με τον καλλιεργούμενο βιότυπο της *Origanum vulgare ssp hirtum* της περιοχής Λαγκάδας της Κεφαλονιάς.

Συμπεραίνεται ότι, σημαντικό ρόλο στην ικανότητα των φυτικών εκχυλισμάτων να αναστέλλουν το ένζυμο τυροσινάσης και στις αντιοξειδωτικές τους ικανότητες έχει τόσο το είδος του ΑΦΦ, η προέλευσή του, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες καλλιέργειας που λαμβάνουν χώρα και άλλοι παράμετροι. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να αυξηθούν οι βιοδραστικές ικανότητες των ΑΦΦ με κατάλληλη εφαρμογή συγκεκριμένων μεθόδων ελεγχόμενης καλλιέργειας στους κατάλληλους συνδυασμούς περιβαλλοντικών συνθηκών και ποικιλίας.

Συνοψίζοντας, στην παρούσα μελέτη, επιβεβαιώθηκε ο βιοδραστικός χαρακτήρας των ΑΦΦ της Κεφαλονιάς και της Ικαρίας ειδικότερα για φυτά τύπου «Καρβακρόλης». Το είδος *Origanum vulgare ssp hirtum* της περιοχής Λαγκάδας στο χωριό Ζόλα της Κεφαλονιάς παρουσίασε υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα καθώς και υψηλή συγκέντρωση πρωτεΐνης σε σχέση με τα άλλα φυτικά εκχυλίσματα των ΑΦΦ. Το είδος *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας εμφάνισε την μεγαλύτερη ειδική συγκέντρωση φαινολικών καθώς και την μεγαλύτερη ειδική τιμή FRAP. Με βάση τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από την μέθοδο με την τυροσινάση, προκύπτει ότι το είδος *Coridothymus capitatus* της Ικαρίας έχει μεγαλύτερο ποσοστό αναστολής και αντίστοιχα το αυτοφυές *Coridothymus capitatus* της Κεφαλονιάς να παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό ειδικής αναστολής.

Όπως είναι γνωστό τα φυτά και τα εκχυλίσματά τους, είναι φθινοί και πλούσιοι πόροι των δραστικών ενώσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναστέλλουν την δράση της τυροσινάσης, με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία των δερματολογικών διαταραχών που σχετίζονται με μελανίνη (Gomes *et al.*, 2012). Αναστολείς της τυροσινάσης ως εκ τούτου μπορεί να είναι κλινικά χρήσιμοι για την θεραπεία ορισμένων δερματολογικών διαταραχών που σχετίζονται με την μελανίνη και βρίσκουν εφαρμογές σε καλλυντικά προϊόντα λεύκανσης και αποχρωματισμού μετά από ηλιακά εγκαύματα. Τα προηγούμενα εκχυλίσματα που αναφέρθηκαν παραπάνω αναστέλλουν τη δράση του συγκεκριμένου ενζύμου γεγονός που ίσως να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενεργά με σκοπό την ανάπτυξη σκευασμάτων για τη θεραπεία της υπέρχρωσης ή της υπερμελάγχρωσης. Ωστόσο, τονίζεται η ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση και σύγκριση των ιδιοτήτων αυτών στα φυτικά εκχυλίσματα των ΑΦΦ σε μελλοντικές έρευνες.

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (ANOVA)

**Πίνακας 1:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των βλαστών των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	541,65656	180,552	31,8901	0,0004*
Ομάδες	2	28,00205	14,001	2,4729	0,1647
Σφάλμα	6	33,97022	5,662		
Σύνολο	11	603,62883			

**Πίνακας 2:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των βλαστών των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	596,90476	99,4841	73,2615	<,0001*
Ομάδες	2	15,28715	7,6436	5,6288	0,0189
Σφάλμα	12	16,29518	1,3579		
Σύνολο	20	628,48710			

**Πίνακας 3:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των ταξιανθιών των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	62,748567	20,9162	13,6412	0,0043*
Ομάδες	2	4,145517	2,0728	1,3518	0,3276
Σφάλμα	6	9,199883	1,5333		
Σύνολο	11	76,093967			

**Πίνακας 4:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των ταξιανθιών των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
------------------------	-------------------	---------------------	----------------	--------	--------



Είδη	6	231,00431	53,5007	149,0498	<,0001*
Ομάδες	2	4,18946	2,0947	5,8358	0,0170*
Σφάλμα	12	4,30734	0,3589		
Σύνολο	20	329,50111			

**Πίνακας 5:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των ταξιανθιών/βλαστό των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	1238,3623	412,787	26,8547	0,0007*
Ομάδες	2	39,6578	19,829	1,2900	0,3420
Σφάλμα	6	92,2267	15,371		
Σύνολο	11	1370,2468			

**Πίνακας 6:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των ταξιανθιών/βλαστό των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	1143,9791	190,663	130,8411	<,0001*
Ομάδες	2	0,2857	0,143	0,0980	0,9073
Σφάλμα	12	17,4865	1,457		
Σύνολο	20	1161,7514			

**Πίνακας 7:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των φύλλων/βλαστό των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	2889,4184	963,139	1,6016	0,2850
Ομάδες	2	1696,2412	848,121	1,4103	0,3147
Σφάλμα	6	3608,1803	601,363		
Σύνολο	11	8193,8399			

**Πίνακας 8:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των φύλλων/βλαστό των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	16619,786	2769,96	9,3140	0,0006*
Ομάδες	2	95,996	48,00	0,1614	0,8528
Σφάλμα	12	3568,760	297,40		
Σύνολο	20	20284,541			

**Πίνακας 9:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το νωπό βάρος των ανθέων των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,9814917	0,327164	2,8231	0,1293
Ομάδες	2	0,1158000	0,057900	0,4996	0,6299
Σφάλμα	6	0,6953333	0,115889		
Σύνολο	11	1,7926250			

**Πίνακας 10:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το νωπό βάρος των ανθέων των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	1,2285810	0,204763	20,6898	<,0001*
Ομάδες	2	0,0063714	0,003186	0,3219	0,7308
Σφάλμα	12	0,1187619	0,009897		
Σύνολο	20	1,3537143			

**Πίνακας 11:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρο βάρος των ανθέων των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,39906667	0,133022	3,7448	0,0793
Ομάδες	2	0,03780000	0,018900	0,5321	0,6127
Σφάλμα	6	0,21313333	0,035522		
Σύνολο	11	0,65000000			

**Πίνακας 12:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των ανθέων των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,45413333	0,075689	29,0490	<,0001*
Ομάδες	2	0,00060000	0,000300	0,1151	0,8922
Σφάλμα	12	0,03126667	0,002606		
Σύνολο	20	0,48600000			

**Πίνακας 13:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το έλλειμμα υγρασίας των ανθέων των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,06546667	0,021822	11,6041	0,0066*
Ομάδες	2	0,00251667	0,001258	0,6691	0,5466
Σφάλμα	6	0,01128333	0,001881		
Σύνολο	11	0,07926667			

**Πίνακας 14:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το έλλειμμα υγρασίας των ανθέων των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,27024762	0,045041	21,2475	<,0001*
Ομάδες	2	0,00422857	0,002114	0,9974	0,3975
Σφάλμα	12	0,02543810	0,002120		
Σύνολο	20	0,29991429			

**Πίνακας 15:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το νωπό βάρος των βλαστών των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	4,7414250	1,58048	20,6037	0,0015*
Ομάδες	2	0,1278167	0,06391	0,8331	0,4794
Σφάλμα	6	0,4602500	0,07671		
Σύνολο	11	5,3294917			

**Πίνακας 16:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το νωπό βάρος των βλαστών των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	9,4141905	1,56903	44,0258	<,0001*
Ομάδες	2	0,0234000	0,01170	0,3283	0,7264
Σφάλμα	12	0,4276667	0,03564		
Σύνολο	20	9,8652571			

**Πίνακας 17:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των βλαστών των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	1,7410917	0,580364	47,0036	0,0001*
Ομάδες	2	0,0240500	0,012025	0,9739	0,4302
Σφάλμα	6	0,0740833	0,012347		
Σύνολο	11	1,8392250			

**Πίνακας 18:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των βλαστών των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	1,7887905	0,298132	46,4219	<,0001*
Ομάδες	2	0,0064667	0,003233	0,5035	0,6167
Σφάλμα	12	0,0770667	0,006422		
Σύνολο	20	1,8723238			

**Πίνακας 19:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το έλλειμμα υγρασίας των βλαστών των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,07586667	0,025289	7,6312	0,0180*
Ομάδες	2	0,00065000	0,000325	0,0981	0,9080
Σφάλμα	6	0,01988333	0,003314		
Σύνολο	11	0,09640000			

**Πίνακας 20:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το έλλειμμα υγρασίας των βλαστών των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,27662857	0,046105	38,9618	<,0001*
Ομάδες	2	0,00206667	0,001033	0,8732	0,4425
Σφάλμα	12	0,01420000	0,001183		
Σύνολο	20	0,29289524			

**Πίνακας 21:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το νωπό βάρος των φύλλων των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,44310000	0,147700	8,4926	0,0140*
Ομάδες	2	0,04745000	0,023725	1,3642	0,3248
Σφάλμα	6	0,10435000	0,017392		
Σύνολο	11	0,59490000			

**Πίνακας 22:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το νωπό βάρος των φύλλων των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,76333333	0,127222	47,6516	<,0001*
Ομάδες	2	0,00689524	0,003448	1,2913	0,3105
Σφάλμα	12	0,03203810	0,002670		
Σύνολο	20	0,80226667			

**Πίνακας 23:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των φύλλων των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,20975833	0,069919	10,6974	0,0080*
Ομάδες	2	0,01811667	0,009058	1,3859	0,3200
Σφάλμα	6	0,03921667	0,006536		
Σύνολο	11	0,26709167			

**Πίνακας 24:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των φύλλων των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,22352381	0,037254	43,2627	<,0001*
Ομάδες	2	0,00060000	0,000300	0,3484	0,7127
Σφάλμα	12	0,01033333	0,000861		
Σύνολο	20	0,23445714			

**Πίνακας 25:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το έλλειμμα υγρασίας των φύλλων των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,08496667	0,028322	6,3211	0,0275*
Ομάδες	2	0,00185000	0,000925	0,2064	0,8190
Σφάλμα	6	0,02688333	0,004481		
Σύνολο	11	0,11370000			

**Πίνακας 26:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το έλλειμμα υγρασίας των φύλλων των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,29892381	0,049821	45,5214	<,0001*
Ομάδες	2	0,00446667	0,002233	2,0406	0,1727
Σφάλμα	12	0,01313333	0,001094		
Σύνολο	20	0,31652381			

**Πίνακας 27:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία συγκέντρωση αιθέριου ελαίου των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,00633092	0,002110	149,2554	<,0001*
Ομάδες	2	0,00003317	0,000017	1,1729	0,3716
Σφάλμα	6	0,00008483	0,000014		
Σύνολο	11	0,00644892			

**Πίνακας 28:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία συγκέντρωση αιθέριου ελαίου των επτά (7) φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,00448295	0,000747	63,3100	<,0001*
Ομάδες	2	0,00003838	0,000019	1,6261	0,2372
Σφάλμα	12	0,00014162	0,000012		
Σύνολο	20	0,00466295			

**Πίνακας 29:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε  $\beta$ -Καρυοφυλλένιο των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,00147536	0,000492	12294,69	<,0001*
Ομάδες	2	0,00000008	4e-8	1,0000	0,4219
Σφάλμα	6	0,00000024	4e-8		
Σύνολο	11	0,00147568			

**Πίνακας 30:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε  $\beta$ -Καρυοφυλλένιο όλων των φυτικών ειδών.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	10	0,00230871	0,000231	15872,36	<,0001*
Ομάδες	2	2,90909e-8	1,455e-8	1,0000	0,3855
Σφάλμα	20	0,00000029	1,455e-8		
Σύνολο	32	0,00230903			

**Πίνακας 31:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε  $\gamma$ -Τερπινένιο των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,30195067	0,100650	3623408	<,0001*
Ομάδες	2	6,66667e-9	3,333e-9	0,1200	0,8890
Σφάλμα	6	0,00000017	2,778e-8		
Σύνολο	11	0,30195085			

**Πίνακας 32:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε  $\gamma$ -Τερπινένιο όλων των φυτικών ειδών.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	10	0,37554916	0,037555	4394724	<,0001*
Ομάδες	2	2,42424e-9	1,212e-9	0,1418	0,8686
Σφάλμα	20	0,00000017	8,545e-9		
Σύνολο	32	0,37554934			

**Πίνακας 33:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε Καρβακρόλη των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,40293702	0,134312	98618,07	<,0001*
Ομάδες	2	0,00000288	1,441e-6	1,0579	0,4041
Σφάλμα	6	0,00000817	1,362e-6		
Σύνολο	11	0,40294807			

**Πίνακας 34:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε Καρβακρόλη όλων των φυτικών ειδών.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	10	1,8251207	0,182512	364825,1	<,0001*
Ομάδες	2	0,0000010	5,239e-7	1,0473	0,3693
Σφάλμα	20	0,0000100	5,003e-7		
Σύνολο	32	1,8251317			

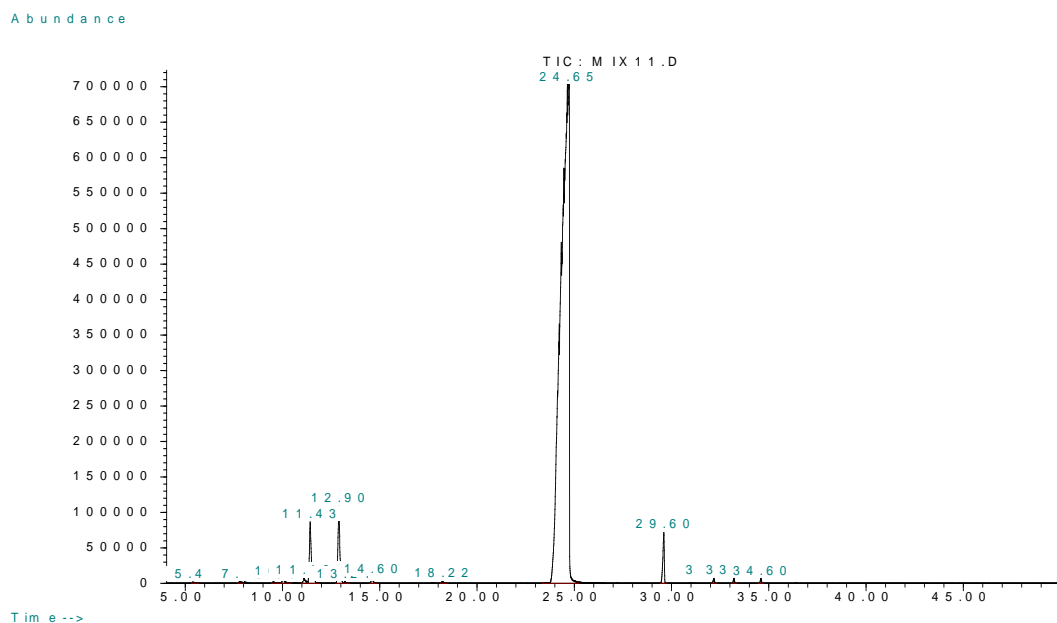
**Πίνακας 35:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε *p*-Κυμένιο των τεσσάρων (4) φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,00188246	0,000627	114,3833	<,0001*
Ομάδες	2	0,00001035	5,176e-6	0,9435	0,4403
Σφάλμα	6	0,00003291	5,486e-6		
Σύνολο	11	0,00192573			

**Πίνακας 36:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε *p*-Κυμένιο όλων των φυτικών ειδών.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	10	0,00410028	0,000410	207,5965	<,0001*
Ομάδες	2	0,00000376	1,882e-6	0,9529	0,4024
Σφάλμα	20	0,00003950	1,975e-6		
Σύνολο	32	0,00414355			





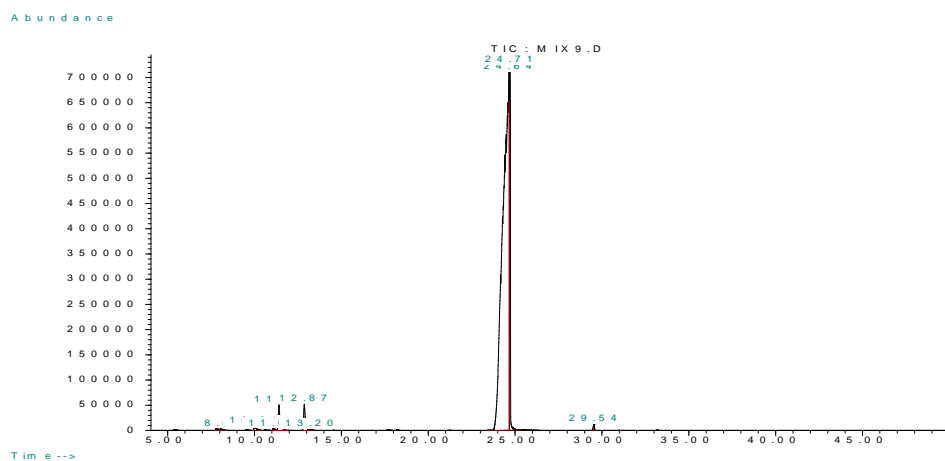
**Εικόνα 1.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του *Coridothymus capitatus* (αυτοφύες) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Coridothymus capitatus* αυτοφύες

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



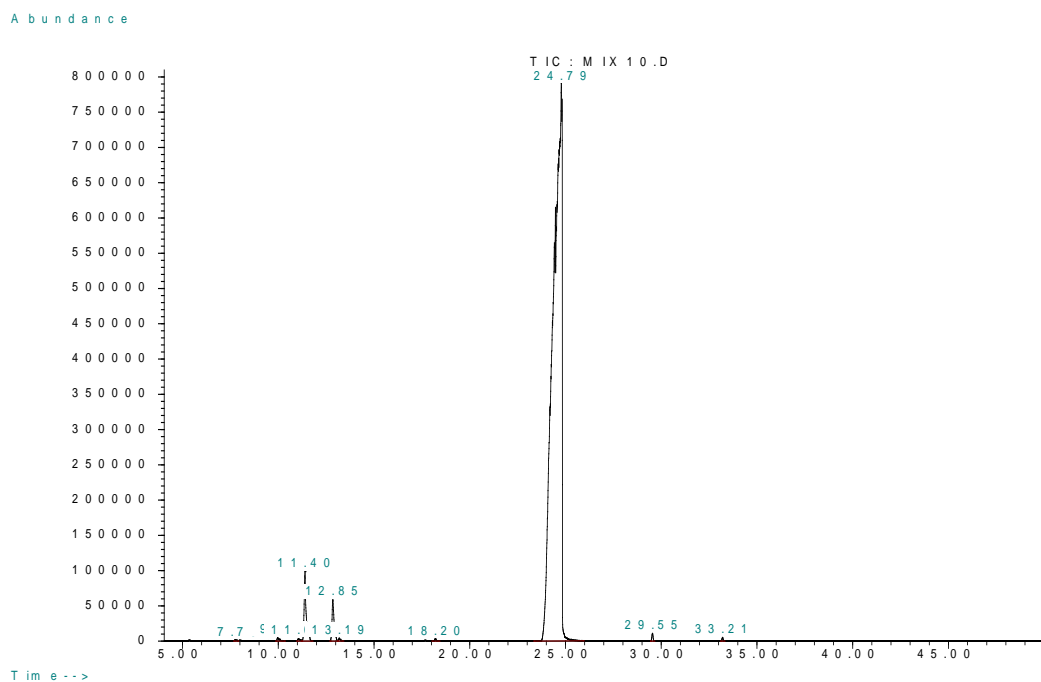
**Εικόνα 2.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum hirtum* (Ικαρία -1<sup>η</sup> επανάληψη –πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Origanum hirtum* 1 ΣΠΑΤΑ

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



Time -->

**Εικόνα 3.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum hirtum* (Ικαρία -2<sup>η</sup> επανάληψη –πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

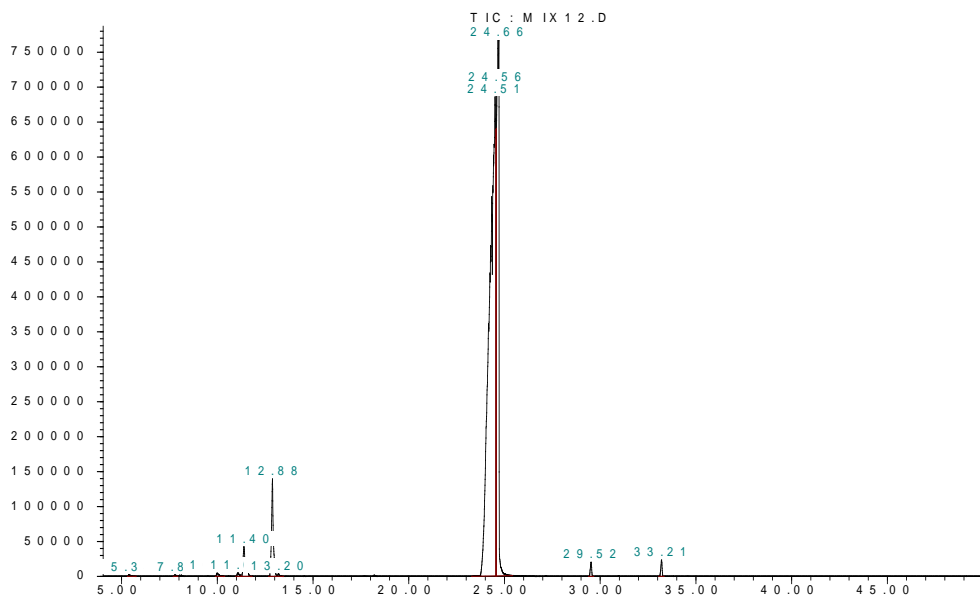
Είδος: *Origanum hirtum* 2 ΣΠΑΤΑ

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Abundance



Time -->

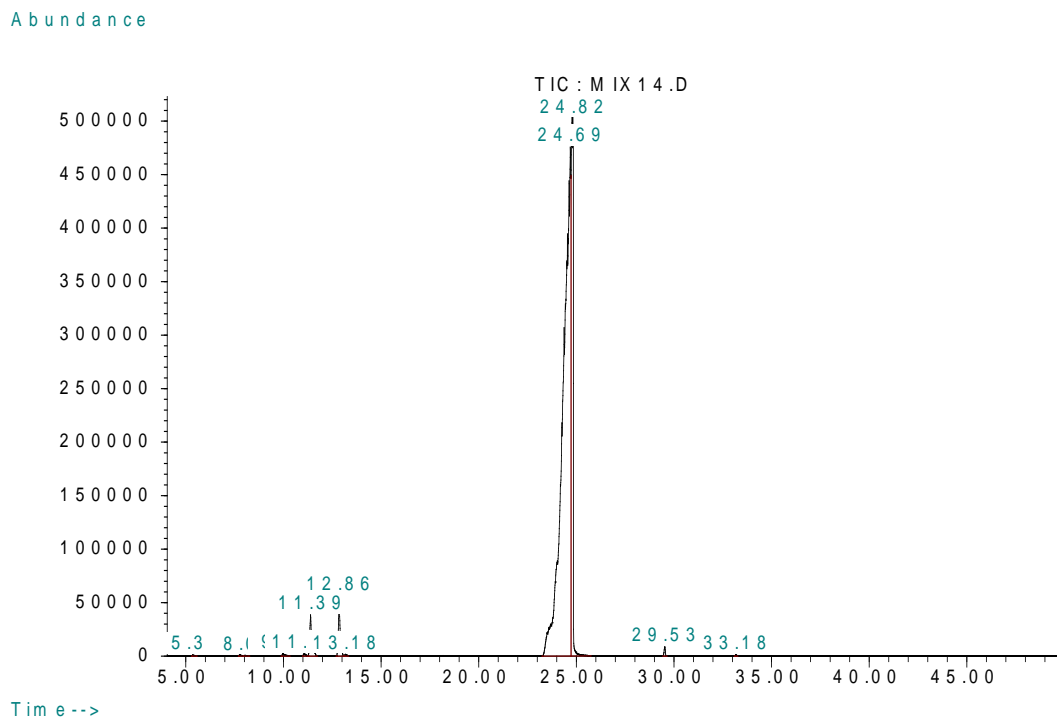
**Εικόνα 4.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum hirtum* (Φαγιά, αυτοφυές) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Origanum hirtum* Φάγια αυτοφυές

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



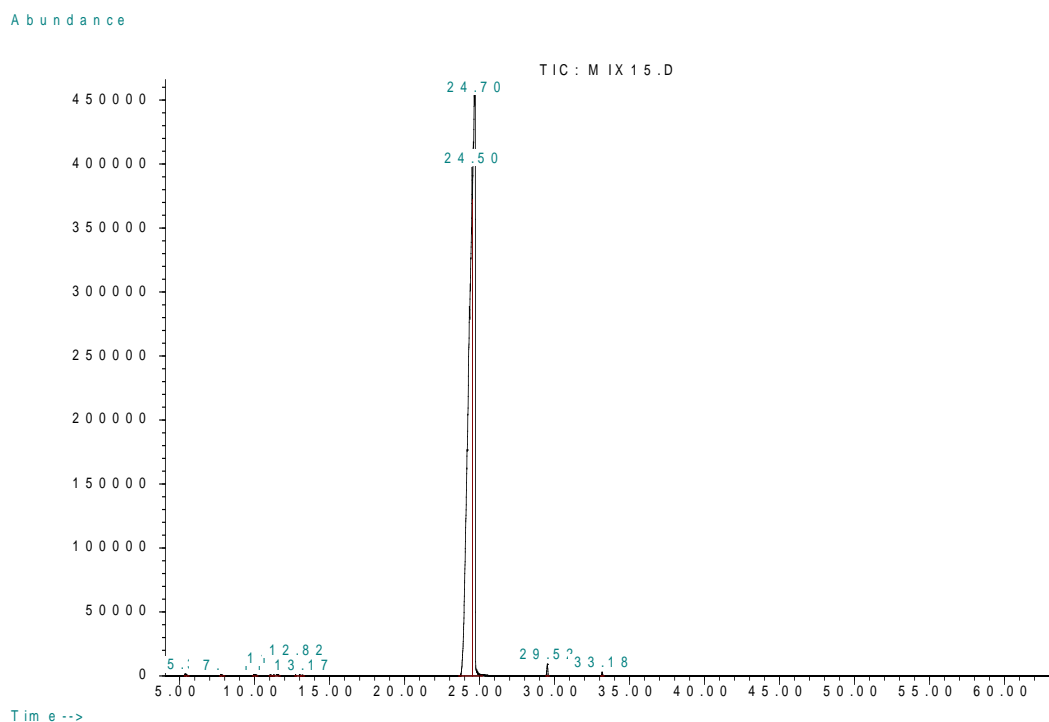
**Εικόνα 5.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum hirtum* (Φαγιά , πειραματικός αγρός στα Σπάτα ) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Origanum hirtum* Φάγια ΣΠΑΤΑ

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

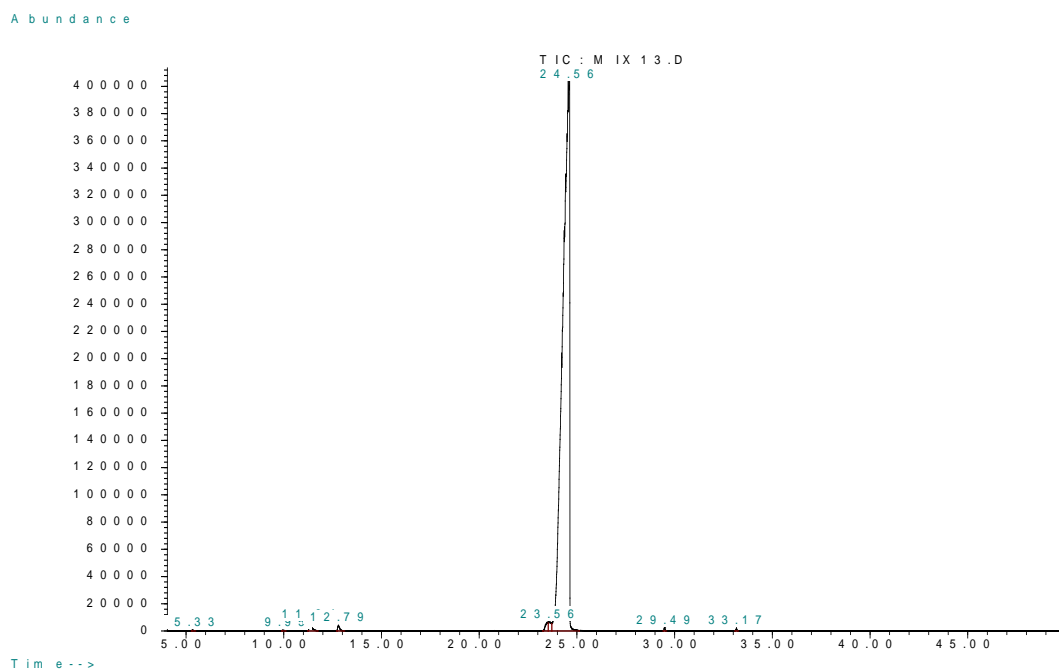
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



**Εικόνα 6.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum hirtum* (Λαγκάδα, αυτοφυές ) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Origanum hirtum* Χωριό αυτοφυές  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



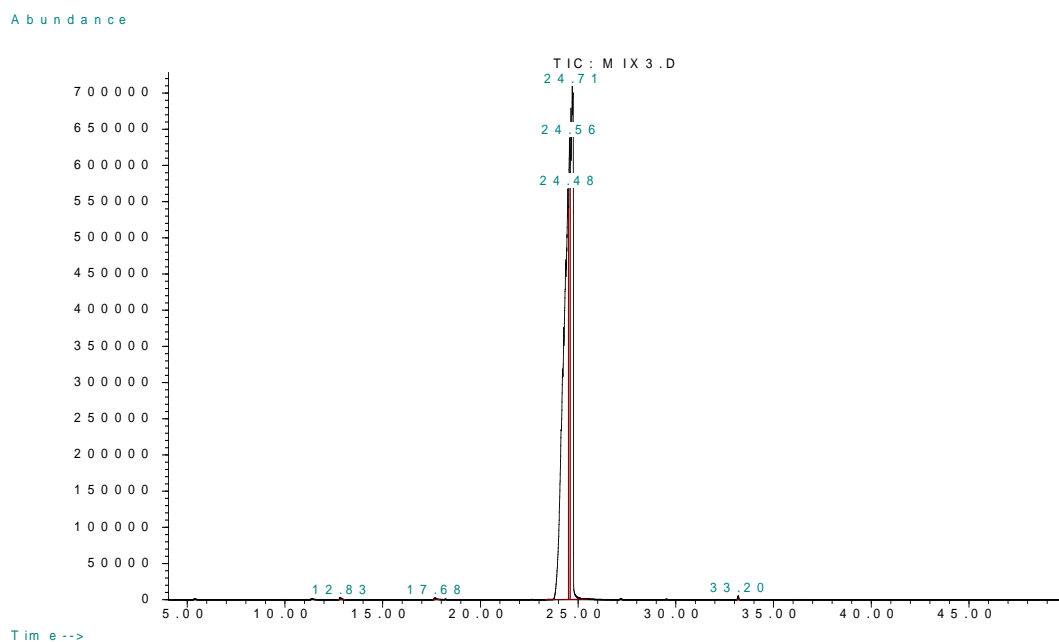
**Εικόνα 7.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum hirtum* (Λαγκάδα, πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Origanum hirtum* Χωριό ΣΠΑΤΑ

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

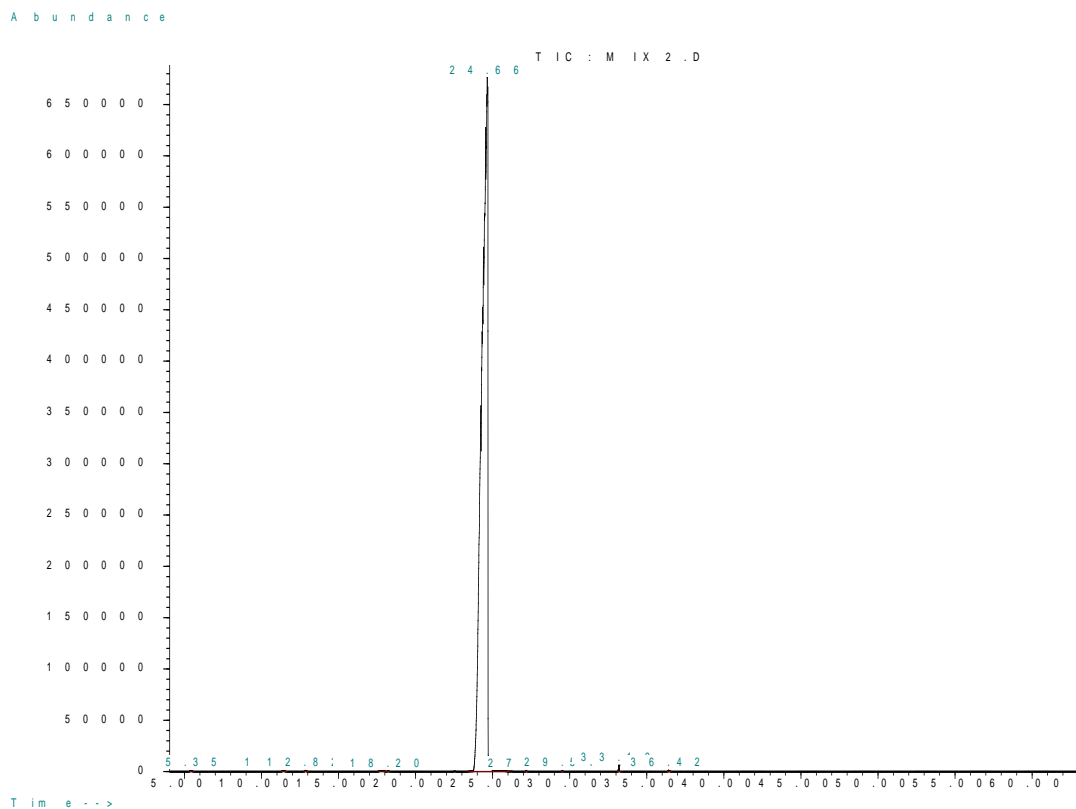
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



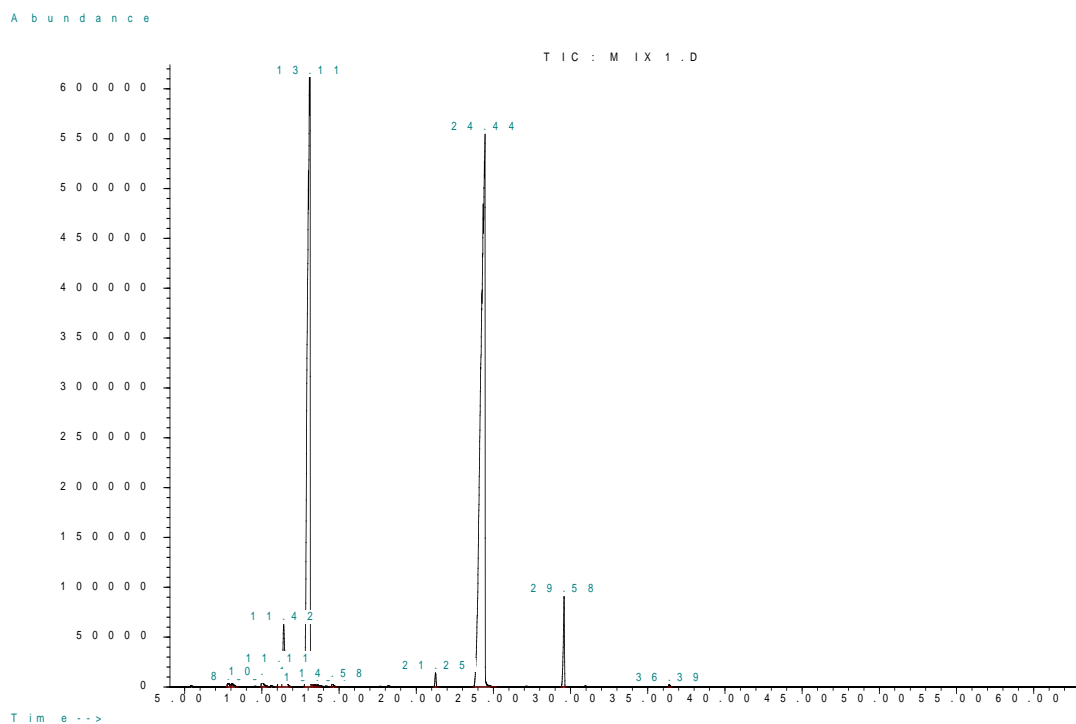
**Εικόνα 8.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum onites* (Ικαρία, 1<sup>η</sup> επανάληψη, πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Origanum onites* 1 ΣΠΑΤΑ  
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)  
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



**Εικόνα 9.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Origanum onites* (Ικαρία, 2<sup>η</sup> επανάληψη, πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Origanum onites* 2 ΣΠΑΤΑ  
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)  
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



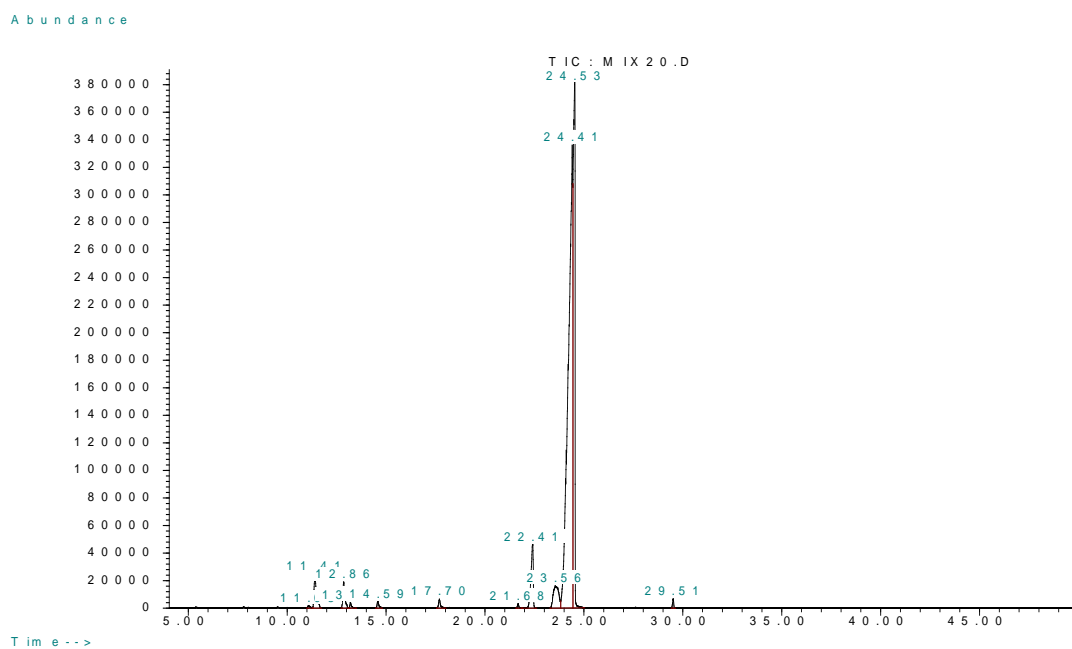
**Εικόνα 10.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Satureja thymbra* (I-καρία, 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> επανάληψη, πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Satureja thymbra* 1&2 ΣΠΑΤΑ

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

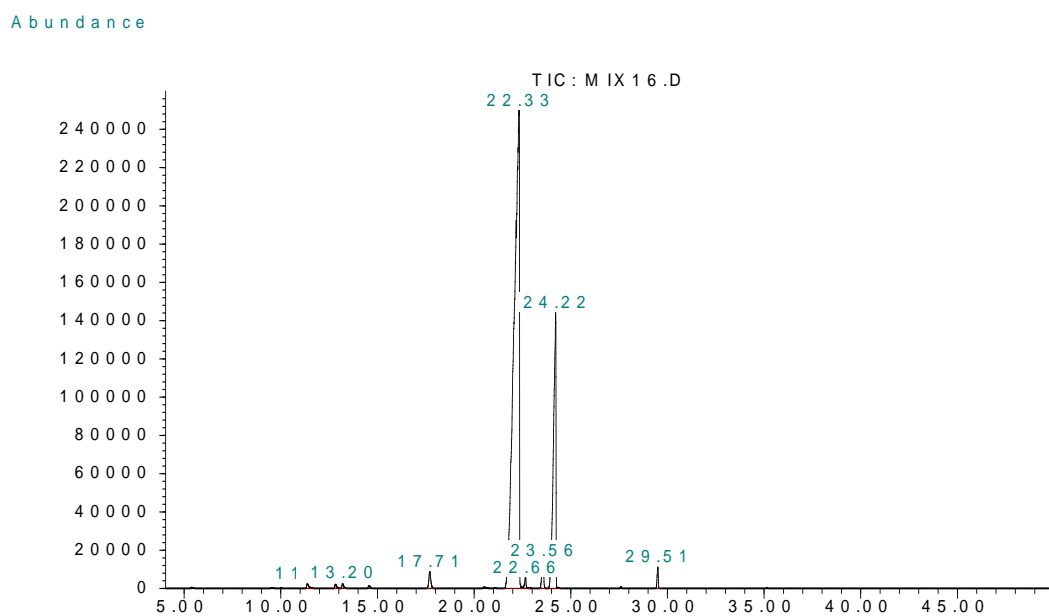
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



**Εικόνα 11.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Thymus holosericeus* (αυτοφυές) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Thymus holosericeus* αυτοφύες  
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)  
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

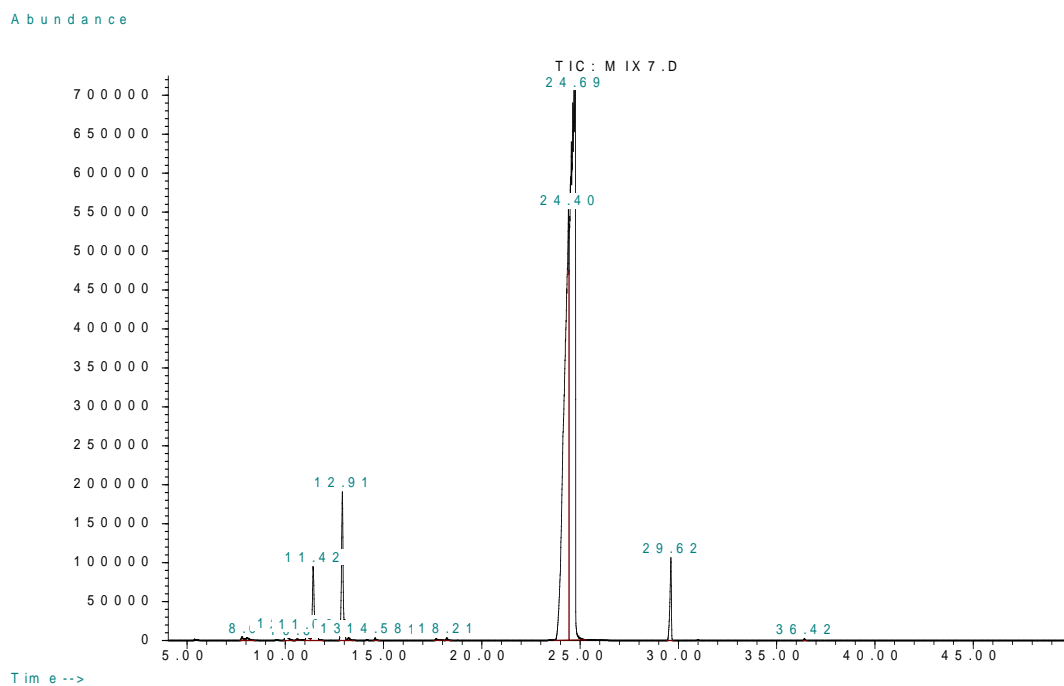


Time -->

**Εικόνα 12.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Thymus holosericeus* (πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Thymus holosericeus* ΣΠΑΤΑ  
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)  
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
Τεχνική ανάλυσης: GC/MS





**Εικόνα 13.** Χρωματογράφημα του αιθέριου ελαίου του είδους *Coridothymus capitatus* (πειραματικός αγρός στα Σπάτα) με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό.

Είδος: *Coridothymus capitatus* ΣΠΑΤΑ

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~15%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.81	0.09	Θουγιένιο
2	9.54	ίχνη*	N/D**
3	10.02	0.24	Μυρκένιο
4	11.10	0.26	α-Τερπινένιο
5	11.43	2.81	p-Κυμένιο
6	12.90	3.20	γ-Τερπινένιο
7	13.21	ίχνη	Τερπινολένιο
8	14.60	0.23	Λιναλοόλη
9	18.23	ίχνη	N/D
10	24.65	91.01	Καρβακρόλη
11	29.61	1.56	β-Καροφυλλένιο
12	32.18	0.13	δ-Γερμακρένιο
13	33.21	0.14	β-Μπισαμπολένιο
14	34.60	0.12	α-Μπισαμπολένιο

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

**Πίνακας 1.** Χρωματογράφημα 1- Εικόνα 1 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.80	0.17	Thujene<α->
2	8.04	0.14	Pinene<α->
3	10.01	0.35	Myrcene
4	11.08	0.14	Terpinene<α->
5	11.41	1.85	Cymene<ρ->
6	12.87	1.72	Terpinene<γ->
7	13.20	ίχνη*	N/D**
8	24.70	95.31	Carvacrol
9	29.54	0.26	Caryophyllene<(E)->

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

**Πίνακας 2.** Χρωματογράφημα 2- Εικόνα 2 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.75	ίχνη*	Θουγιένιο
2	9.98	0.16	Μυρκένιο
3	11.07	0.10	α-Τερπινένιο
4	11.40	2.78	ρ-Κυμένιο
5	12.86	1.75	γ-Τερπινένιο
6	18.20	ίχνη	N/D**
7	24.78	94.84	Καρβακρόλη
8	29.54	0.18	β-Καροφυλλένιο
9	33.21	ίχνη	N/D

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

**Πίνακας 3.** Χρωματογράφημα 3- Εικόνα 3 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.80	ίχνη*	Thujene<α->
2	10.01	0.18	Myrcene
3	11.08	0.16	Terpinene<α->
4	11.40	1.55	Cymene<ρ->
5	12.89	3.81	Terpinene<γ->
6	24.66	93.31	Carvacrol
7	29.53	0.41	Caryophyllene<(E)->
8	33.21	0.45	Bisabolene<β->

\*ίχνη≤0.08

**Πίνακας 4.** Χρωματογράφημα 4- Εικόνα 4 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.76	ίχνη*	Thujene<α->
2	8.03	ίχνη	Pinene<α->
3	9.98	0.13	Myrcene
4	11.07	0.09	Terpinene<α->
5	11.39	1.54	Cymene<ρ->
6	12.86	1.95	Terpinene<γ->
7	13.18	ίχνη	Terpinolene
8	24.82	95.90	Carvacrol
9	29.53	0.21	Caryophyllene<(E)->
10	33.18	ίχνη	Bisabolene<β->

\*ίχνη≤0.08

**Πίνακας 5.** Χρωματογράφημα 5- Εικόνα 5 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.75	ίχνη*	Thujene<α->
2	9.97	ίχνη	Myrcene
3	11.04	ίχνη	Terpinene<α->
4	11.35	0.34	Cymene<ρ->
5	12.82	0.69	Terpinene<γ->
6	13.17	ίχνη	Terpinolene
7	24.70	98.38	Carvacrol
8	29.52	0.30	Caryophyllene<(E)->
9	33.18	0.08	Bisabolene<β->

\*ίχνη≤0.08

**Πίνακας 6.** Χρωματογράφημα 6- Εικόνα 6 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	9.95	ίχνη*	Myrcene
2	11.35	0.55	Cymene<ρ->
3	12.79	0.29	Terpinene<γ->
4	23.56	1.24	Thymol
5	24.56	97.72	Carvacrol
6	29.49	ίχνη	Caryophyllene<(E)->
7	33.16	ίχνη	Bisabolene<β->

\*ίχνη≤0.08

**Πίνακας 7.** Χρωματογράφημα 7- Εικόνα 7 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.37	ίχνη*	Cymene<ρ->
2	12.83	0.08	Terpinene<γ->
3	17.67	ίχνη	Borneol
4	18.21	ίχνη	N/D**
5	24.70	99.65	Carvacrol
6	27.19	ίχνη	N/D
7	29.52	ίχνη	Caryophyllene<(E)->
8	33.20	0.09	Bisabolene<β->

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

**Πίνακας 8.** Χρωματογράφημα 8- Εικόνα 8 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.37	ίχνη*	Cymene<ρ->
2	12.82	ίχνη	Terpinene<γ->
3	17.67	ίχνη	Borneol
4	18.20	ίχνη	N/D**
5	24.66	99.64	Carvacrol
6	27.17	ίχνη	N/D
7	29.51	ίχνη	Caryophyllene<(E)->
8	33.19	0.14	Bisabolene<β->
9	36.42	ίχνη	N/D

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

**Πίνακας 9.** Χρωματογράφημα 9- Εικόνα 9 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.79	0.21	Thujene<α->
2	8.06	0.18	Pinene <α->
3	10.01	0.35	Myrcene
4	11.11	0.98	Terpinene<α->
5	11.42	3.21	Cymene<ρ->
6	13.12	38.62	Terpinene<γ->
7	13.22	ίχνη*	N/D**
8	13.29	0.11	Terpinolene
9	13.43	ίχνη	N/D
10	13.60	ίχνη	N/D
11	14.58	0.16	Linalool
12	21.25	0.35	Carvacrol,methyl

			ether
13	24.44	53.13	Carvacrol
14	29.58	2.45	Caryophyllene<(E)->
15	36.39	ίχνη	N/D

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

**Πίνακας 10.** Χρωματογράφημα 10- Εικόνα 10 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.08	0.16	α-Τερπινένιο
2	11.41	2.28	ρ-Κυμένιο
3	12.86	1.58	γ-Τερπινένιο
4	13.20	1.84	Τερπινολένιο
5	17.70	0.49	Βορνεόλη
6	21.68	0.18	N/D*
7	22.41	4.22	Γερανιόλη
8	23.56	3.57	Θυμόλη
9	24.53	86.62	Καρβακρόλη
10	29.51	0.31	β-Καρυοφυλλένιο

\*N/D: not determined

**Πίνακας 11.** Χρωματογράφημα 11- Εικόνα 11 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.38	0.32	Cymene<ρ->
2	13.20	0.48	Terpinene<γ->
3	17.71	0.97	Borneol
4	22.33	75.80	Geraniol
5	23.56	1.44	Thymol
6	24.21	20.26	Carvacrol
7	29.50	0.74	Caryophyllene<(E)->

**Πίνακας 12.** Χρωματογράφημα 12- Εικόνα 12 Παραρτήματος

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	8.05	0.31	α-Πινένιο
2	10.01	0.39	Myrcene
3	10.62	*ίχνη	**N/D
4	11.08	0.32	Terpinene<α->
5	11.42	2.97	Cymene<ρ->
6	12.91	4.80	Terpinene<γ->

7	14.58	ίχνη	Linalool
8	17.69	ίχνη	Borneol
9	18.22	ίχνη	N/D
10	24.69	88.77	Carvacrol
11	29.62	2.19	Caryophyllene<(E)->
12	36.42	ίχνη	N/D

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

**Πίνακας 13.** Χρωματογράφημα 13- Εικόνα 13 Παραρτήματος

## Βιβλιογραφία

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ανάσης, Ε. 1978. *Τα φαρμακευτικά βότανα της Ελλάδας*. Εκδόσεις: Μακρή, Αθήνα. 190 σελ.
- Βαρδακάκης, Μ. 1993. *ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ (ΚΡΥΠΤΟΓΑΜΑ – ΣΠΕΡΜΑΤΟΦΥΤΑ)*. Τόμος 1, 4<sup>η</sup> Έκδοση. Εκδόσεις: Δ.Κ. Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη. 811 σελ.
- Γαλάτης, Β., Δ. Γανωτάκης, Κ. Γκανή-Σπυροπούλου, Γ. Καραμπουρνιώτης, Κ. Κοτζαμπάσης, Ε.Ι. Κωνσταντινίδου, Ι. Μανέτας και Κ. Ρουμπελάκη- Αγγελάκη 2003. *Φυσιολογία φυτών. Από το μόριο στο περιβάλλον*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο. 708 σελ.
- Γκόλιαρης, Α. 1992. Η καλλιέργεια της ρίγανης. *Γεωργία και ανάπτυξη* **2**: 39-42.
- Καλύβας, Δ. και Ν. Παπαευσταθίου 1995. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, *Πυρφόρος* **20**: 26-31.
- Κανέλης, Α. 2005. Ρύθμιση βιοσύνθεσης δευτερογενών μεταβολιτών – Εφαρμογές της μεταβολικής μηχανικής και λειτουργικής γονιδιωματικής στη φαρμακογνωσία. *Εφαρμοσμένη Φαρμακογνωσία II*. Εκδόσεις ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Καραμπουρνιώτης, Γ. 2003. *Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών*. Εκδόσεις: Έμβρυο, Αθήνα. 275 σελ.
- Καράταγλης, Σ. 1994. *Φυσιολογία φυτών*. Εκδόσεις: Art of Text, Θεσσαλονίκη. 472 σελ.
- Καρλής, Δ. 2005, *Πολυμεταβλητή Στατιστική Ανάλυση*, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα. 496 σελ.
- Κατσιώτης, Σ. και Π. Χατζοπούλου 2010. *Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια*. Εκδόσεις: Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη. 973 σελ.
- Κόλλια-Κουσουρή, Β. 2003. *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Σημειώσεις διδασκαλίας*. Εκδόσεις ΓΠΑ, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα.
- Κουτσός, Θ.Β. 2006. *Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. σελ. 349
- Παπαναγιώτου, Ε., Κ. Παπανικολάου και Σ. Ζαμανίδης 2001. Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, *Γεωργία-Κτηνοτροφία* **1**: 36-42.
- Πετρόπουλος, Γ., Ι. Ανδρεδάκος και Χ. Φωτόπουλος 1994. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ως εναλλακτική προσπάθεια αναδιάρθρωσης των αροτραίων καλλιεργειών. Εισ: Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Συνεδρίου «Βελτίωση Φυτών: Συμβολή στην αντιμετώπιση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και του φάσματος της πείνας». σ: 243-247.
- Πολυσίου, Μ. (επιμέλεια) 2002. *Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα*, Υ.Ε.Ο., Γ.Π.Α., Αθήνα. 218 σελ.

- Πολυσίου, Μ. Γ. και Π.Α. Ταραντίλης 2007. *Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα Ενόργανη Ανάλυση*. Εκδόσεις Γ.Π.Α, Αθήνα. 72 σελ.
- Σαρλής, Γ. 1994. *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*. Εκδόσεις: Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.
- Σκρουμπής, Β. Γ. 1985. *Αρωματικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια*. Εκδόσεις: OFFSET. Γιαχούδη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη. 349 σελ.
- Σκρουμπής, Β. 1998. *Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας*. Εκδόσεις: Αγροτύπος, Αθήνα. 256 σελ.
- Τσόγκας, Μ. 2005. Προοπτικές προώθησης του κλάδου των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα. Πρόταση ενός ολοκληρωμένου μοντέλου εφαρμογής. *Γεωργία – Κτηνοτροφία*. **8**: 24-28.
- Υπ.Α.Α.Τ., 2007. Προοπτικές ανάπτυξης τομέα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών (Με βάση προτάσεις & συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ).
- Χατζή Βαΐα, 2012. Μελέτη της παραλλακτικότητας αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών (*Origanum hirtum*, *Origanum onites*, *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*) της νήσου Ικαρίας.

### Ξένη Βιβλιογραφία

- Adams, R.P. 1995. *Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*. Allured Pub. Corp., Illinois.
- Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M., 1998. Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. *J. Agr. Food Chem.* **46**, 1739–1745.
- Akhila, A., B.R. Tyagi and A. Naqvi 1987. Variation of essential oil constituents in *C. martinii* Wats var. *motia* at different stages of plant growth. *Ind. Perfumer.* **28**: 126–128.
- Alizadeh, A., M. Kjoskhui, K. Javidnia, O. Firuzi, E. Tafazoli and A. Khalighi 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (*Lamiaceae*) cultivated in Iran. *J. Med. Plants Res.* **4(1)**: 33-40.
- Aminzadeh, M., F. Amiri, A.E. Abadi, K. Mahdevi and Sh. Fadai 2010. Factors Affecting on Essential Chemical Composition of *Thymus kotschyanus* in Iran. *World Appl. Sci. J.* **8(7)**: 847-856.
- Andersson, I. A., Carlstrom, A., Franzen, R., Karlen, T. and Nybom, H. (1983) A revision of the *Aethionema saxatile* complex (*Brassicaceae*). *Willdenowia* **13**, 3-42.
- AOSA (1981) Rules for testing seeds. *Journal of Seed Technology* **6**, 1-125.



- Arnold, N., B. Bellomaria, G. Valentini and H.J. Arnold 1993. Comparative study of the essential oils from three species of *Origanum* growing wild in the eastern Mediterranean region. *J. Essent. Oil Res.* **5(1)**: 71-77.
- Arrebola, M. L. 1992. PH.D. Thesis, University of Granada, Spain.
- Arrebola, M.L. 1997. Principal Components Analysis of Essential Oils. In: H.F. Linskens and J.F. Jackson, eds, *Plant Volatile Analysis*, pp.159-174, Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Awika J. M., Rooney L. W., Wu X., Prior R. L., Cisneros-Zevallos L. (2003). Screening Methods To Measure Antioxidant Activity of Sorghum (*Sorghum bicolor*) and Sorghum Products. *J. Agric. Food Chem.* **51**, 6657-6662 6657
- Aydin, S., Y. Ozturk, R. Beis and K. H. C. Baser (1998). Investigation of *Origanum onites*, *Sideritis congesta* and *Satureja cuneifolia* essential oils for analgesic activity. *Phytotherapy Research.* **10(4)**:342-344.
- Azizi, A., F. Yan and B. Honermeier 2009. Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Ind. Crops Prod.* **29**: 554–561.
- Bagamboula, C.F.; Uyttendaele, M.; Candan, F.; Daferera, D.; Unli, G. V.; Polissiou, M.; Sokmen, A. (2004). Antimicrobial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of *S. cryptantha* (Montbret et Aucher ex Benth.) and *S. multicaulis* (Vahl.). *Food Chem.*, **84**, 519-525.
- Baher, Z.F., M. Mirza, M. Ghorbanli and M.B. Rezaei 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavour Frag. J.* **17**: 275-277.
- Banthorpe, D.V., Charlwood, B.V., Francis, M.J.O., 1972. The biosynthesis of monoterpenes. *Chem. Rev.* **72**, 115–155.
- Barauskiene, 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.
- Baratta, M.T.; Dorman, H.J.D.; Deans, S.G.; Figueiredo, C.; Barroso, J.G.; Ruberto, G. (1998). Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour and Fragrance J.*, **13**, 235-244.
- Baratta, M.T.; Dorman, H.J.D.; Deans, S.G.; Biondi, D.M.; Ruberto, G. (1998). Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *J. Essent. Oil Res.*, **10**, 618-627.
- Baricevic, D., 1997. Experiences with oregano (*Origanum* ssp.) in Slovenia. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 110–120, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.

- Baricevic, D., L. Milevoj and J. Borstnic 2001. Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Ietswaart) 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.
- Barreyro, R, J. Ringuélet and S. Agrícola (2005). Nitrogen fertilization and yield in oregano (*Origanum x applii*) Cien.. Inv. Agr. 32(1):34-38.
- Baser, K .H. C., T. Ozek, G. Tumen and E. Sezik (1993).Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance. *Journal of Essential Oil Research.* 5(6):619-623.
- Baser, K.H.C. and G. Tumen 1992. Composition of the Essential Oil of *Origanum sipileum* of Turkish origin. *J. Essent. Oil Res.* 4: 139-142
- Croteau, R. 1992. Biochemistry of Monoterpenes and Sesquiterpenes of the Essential Oils. In: L. Craker and J. Simon, eds, *Herbs Spices and Medicinal Plants*, Vol. 1, pp. 81-133, Food Products Press, N.Y.
- Baskin, J.M. and Baskin, C.C. (1979) Promotion of germination of *Stellaria media* seeds by light from a green safe lamp. *New Phytologist* 82, 381-383.
- Baydar, H. (2002). Researches on the yield and essential oil quality of oregano (*Origanum onites* L.) under the condition of Isparta Province. *Journal of Basic and Applied Sciences of Suleyman Demirel University.* 6(2):17-24.
- Belhassen, E., Pomente, D., Trabaud, L. and Goyon, P.H. (1987) Recolonisation apres incendie chez *Thymus vulgaris* (L.): resistance des graines aux temperatures elevees. *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum* 8, 135-141.
- Belhattab, R., L. Larous, A.C. Figueiredo, P.A.G. Santos, J.G. Barroso, and L.G. Pedro 2005. *Origanum glandulosum* Desf. grown wild in Algeria: essential oil composition and glycosidic bound volatiles. *Flavour Frag. J.* **20**: 209–212.
- Bendahou, M., A. Muselli, M. Grignon-Dubois, M. Benyoucef, J.M. Desjobert, A.F. Bernardini and J. Costa 2008. Entimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. *Food Chem.* **106**: 132–139
- Benigni, R. and A. Giuliani 1991. Multivariate Analysis in Genetic Toxicology. In: J. Devillers and W. Karcher, eds, *Applied multivariate analysis in SAR and environmental studies*, Kluwer, Dordrecht.
- Benzie I. F. F. and Strain J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay, *Anal. Biochem.*, 239, 70-76.
- Bernath, J. 1997. Some scientific and practical aspects of production and utilisation of oregano in central Europe. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 78–93, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.

- Bettaieb, I., N. Zakhama, W.A. Wannes, M.E. Kchouk and B. Marzouk 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Sci. Hortic.* **120**: 271-275.
- 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.
- Boira, H., Blanquer, A., 1998. Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in *Thymus piperella* L. *Biochem. Syst. Ecol.* **26**, 811–822.
- Boissier, E. (1879) *Flora Orientalis*, Vol. 4, pp. 551-552. Genevae et Basileae.
- Bonner, J. and A.J. Varner 1975. *Plant Biochemistry*, Academic Press, New York, London.
- Bosabalidis, A. M. and Tsekos, I. (1984) Glandular hair formation in *Origanum* species. *Ann. Bot.* **53**, 559--563.
- Bosabalidis, A.M. and S. Kokkini 1997. Intraspecific variation of leaf anatomy in *Origanum vulgare* grown wild in Greece. *Bot. J. Linn. Soc.* **123**: 353-362.
- 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.
- Bourett, T.M., R.J. Howard, D.P. O’Keefe and D.L Hallahan 1994. Gland devevelopment on leaf surface of *Nepeta racemosa*. *Int. J. Plant Sci.* **155**: 623-632.
- Boyle, T.H., L.E. Craker and J.E. Simon 1991. Growing medium and fertilization regime influence growth and essential oil content of rosemary. *HortScience* **26(1)**: 33-34.
- Bouyoukos, G.J. 1936. Directions for making mechanical analysis of soil by the hydrometer method. *Soil Sci.* **42**: 225-228
- Bremer, J. M. 1960. Determination of nitrogen in soil by kjedahl method. *J. Agr. Sci.* **55**:1-23.
- Buchanan, B.B., W. Gruissem and R.L. Jones 2000. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. MD: American Society of Plant Physiologists, Rockville.
- Bullerman, B., F.Y. Lieu and S.A. Seier 1977. Inhibition of growth and aflatoxin production in cinnamon and clove oils. Cinnamic aldehyde and eugenol. *J. Food Sci.* **42**: 1107-1109.
- Burbott, A.J. and W.D. Loomis 1967. Effects of Light and Temperature on the Monoterpenes of Peppermint. *Plant. PHysiol.* **42**: 20-28.
- Burkart, R.M. and D.D. Buhler 1997. A regional framework for analyzing weed species and assemblage distributions using a geograpHic information system. *Weed Sci.* **45**: 455–462.
- Burrough, P.A. 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford University Press, New York. 193 p.

- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *Int. J. Food Microbiol.*,94, 223-253.
- Ceylan, A. (1976). Yield and ontogenetic variability in *Origanum smyrnaeum* L.. *Journal of Agricultural Faculty of Ege University*. 13:139-143.
- Ceylan, A., E. Bayram, N. Sahbaz, H. Otan and S. Karaman (2003). Yield Performance and Essential Oil Composition of Individual Plants and Improved Clones of *Origanum onites* L. Grown in The Aegean Region of Turkey. *Israel Journal of Plant Sciences*. 51(4):285-290.
- Charai, M., M. Mosaddak and M. Faid 1996. Chemical composition and antimicrobial activity of two aromatic plants: *Origanum majorana* L. and *Origanum compactum* Benth. *J. Essent. Oil Res.* 8(6): 657-664.
- Chorianopoulos, N. E. Evergatis, P. Skandamis, S. A. Haroutounian, G.-J. Nychas “A Newly Developed Assay to Study the Minimum Inhibitory Concentration of *Satureja spinosa* Essential Oil” *J. Appl. Microbiol.* 2006, 100, 778-786.
- Christodoulakis, D. 1996. The flora of Ikaria (Greece, E. Aegean Islands). *Phyton* (Horn, Austria) 36: 63–91.
- Clark R.J. and R.C. Menary 1980. Environmental effects on peppermint (*M. piperita* L) Effect of day length, photon flux density, night and day temperature on yield and composition of peppermint oil. *Aust. J. Plant. Physiol.* 7: 685–692.
- Cicco N., Lanorte M. T., Paraggio M., Viggiano M. and Lattanzi V. (2009). A reproducible, rapid and inexpensive Folin–Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts. *Microchemical Journal* 91. 107–110
- Cole, M.D. 1992. The significance of the terpenoids in the Labiateae. In: R.M. Harley and T. Reynolds, eds, *Advances in Labiateae Science*, pp. 315-324, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Conner, D.E., L.R. Beuchat, R.E. Worthington and H.L. Hitchcock 1984. Effects of essential oils and oleoresins of plants on ethanol production, respiration and sporulation of yeasts. *Int. J. Food Microbiol.* 1(2): 63-74.
- Copolovici, L.O., Filella, I., Llusia, J., Niinemets, U., Penuelas, J., 2005. The capacity for thermal protection of photosynthetic electron transport varies for different monoterpenes in *Quercus ilex*. *Plant Physiol.* 139, 485–496.
- Cox, S.D.; Mann, J.L.; Bell, H.C.; Gustafson, J.E.; Warmingtn, J.R.; Wyllic, S.G. (2000). The mode of antimicrobial action of the essential oils of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *J. Appl. Microbiol.*, 88,170-175.

- Daferera, D.J., B.N. Ziogas and M.G. Polissiou 2000. GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.* 48(6): 2576-2581.
- Daferera D., Tarantilis P., Polissiou M. (2002), “ Characterization of essential oils from Lamiaceae species by Fourier Transform Raman Spectroscopy” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 50, pp. 5503-5507.
- Daferera, D.J., B.N. Ziogas and M.G. Polissiou 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. *Crop Prot.* **22**: 39–44.
- Danilova, M.F. and T.K. Kashina 1989. Ultrastructure of glandular hairs in *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) in connection with their possible involvement in photoperiodic induction of flowering. *Phytomorphology* **39**: 265-275.
- Dapkevicius, A.; Venskutonis, R.; van Beek, T.A.; Linssen, J.P.H. (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *J. Sci. Food Agric.*, 77, 140-146.
- Davis, P. H. 1982. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 7, p. 382, Edinburgh University Press, Edinburgh,.
- Daw, Z.Y., G.E. El-Baroty and A.M. Ebtesam 1994. Inhibition of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production by some essential oils. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* **16(5/6)**: 129-135.
- D’Antuono, L.F., G.C. Galleti and P. Bocchini 2000. Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy). *Ann. Bot.-Lond.* **86**: 471–478.
- Deans, S.G. and K.P. Svoboda 1990. The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flav. Frag. J.* **5(3)**: 187-190.
- Demirci, F., D. H. Paper, G. Franz and K. H. C. Baser (2004). Investigation of the *Origanum onites* L. essential oil using the chorioallantoic membrane (CAM) assay. *J. Agric. Food Chem.* 52(2):251–254.
- Demos, A., C. Petrakis, P. Kefalas and D. Boskou 1998. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Res. Int.* 31(5): 351-354.
- Denayer R. and B. Tilquin 1994. Détermination des indices de rétention de composants d’huiles essentielles. *Rivista Italiana*: **13**: 7–12.
- Dixon, W.J., M.B. Brown, L. Engelman and R.I. Jennrich 1990. *BMDP statistical software manual*, University of California, California.
- 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.

- Dorman, H.J.D. and S.G. Deans 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oil. *J. Appl. Microbiol.* **88(2)**: 308-316.
- Dudai, N., 2008. Optimization and improvement of phenolic monoterpenes production in oregano (*Origanum* spp.). *ISHS Acta Horticulturae* 778, 15–27.
- Dudai, N., A. Poljakoff-Mayber, A.M. Mayer, E. Putievsky and H.R. Lerner 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. *J. Chem. Ecol.* **25(5)**: 1079-1089.
- Dundar, E, E. G. Olgun, S. Isiksoy, M. Kurkcuoglu, K. H. C. Baser and C. Bal (2008). The effects of intra-rectal and intra-peritoneal application of *Origanum onites* L. essential oil on 2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis in the rat. *Experimental and Toxicologic Pathology* **59**:399–408.
- 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.
- Duriyaprapan, S., E.J. Britten and K.E. Brasford 1986. The effect of temperature on growth, oil yield and oil quality on Japanese mint. *Ann. Bot.* **58**: 729-736.
- Economou, G., G. Panagopoulos, P. Tarantilis, D. Kalivas, V. Kotoulas, I.S. Travlos, M. Polysiou and A. Karamanos 2011. Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. *Ind. Crops Prod.* **33**: 236-241.
- Ehleringer, J. (1984) Ecology and ecophysiology of leaf pubescence in North American desert plants. In *Biology and Chemistry of Plant Trichomes* (Rodriguez, E., Healey, P. L. and Mehta, I., eds), pp. 113-132. Plenum Press, New York.
- Ehleringer, J. R. and Clark, C. (1988) Evolution and adaptation in *Encelia* (Asteraceae). In *Plant Evolutionary Biology* (Gottlieb, L. D. and Subodh, K. J., eds), pp. 221-248. Chapman and Hall, London.
- 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.
- Ellenberg, H., H. E. Weber, R. Dull, V. Wirth, W. Werner and D. Paulifen 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa *Scripta Geobotanica*, Vol. 18, Gottingen.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. (1985) Handbook of seed technology for genebanks. Volume II. Compendium of specific germination information and test recommendations. Rome, International Board for Plant Genetic Resources.
- Erickson, R.E. 1976. The industrial importance of monoterpenes and essential oils. *Lloydia* **39**: 8-19.
- Esen, G., A.D. Azaz, M. Kurkcuoglu, K.H.C. Baser and A. Tinmaz 2007. Essential oil and antimicrobial activity of wild and cultivated *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link) letsvaart from the Marmara region, Turkey. *Flavour Frag. J.* **22**: 371–376.

- E. Stahl-Biskup, The chemical composition of Thymus oils: A review of the literature 1960-1989. *J. Essent. Oil Res.*, 3, 61-82 (1991).
- Ezzeddine, N.B.; Abdelkefi, M.M.; Ben-Aissa, R.; Chaabouni, M.M. (2001). Antibacterial screening of *Origanum majorana* L. oil from Tunisia. *J. Essent. Oil Res.*, 13, 295-297.
- Ezz El-Din, A.A., E.E. Aziz, S.F. Hendawy and E.A. Omer 2009. Response of *Thymus vulgaris* L. to salt stress and alar (B<sub>9</sub>) in newly reclaimed soil. *J. Appl. Sci. Res.* **5(12)**: 2165-2170.
- Falchi-Delitala, L., V. Solinas and C. Geesa 1983. Seasonal quantitative and qualitative variations of essential oil and its phenols in *Thymus capitatus* Hoffm. and Link and *Thymus herba-barona* Liosel. *Fitoterapia* **54 (2)**: 87-96.
- Faria, E.V.; Yotsuyanagi, K. (2002). *Técnicas de Análise Sensorial*. Campinas: ITAL/LAFISE, p. 116.
- Faria R. O., Moure V. R., Amazonas MALA, Krieger N. and Mitchell D. A. (2007) The Biotechnological Potential of Mushroom Tyrosinases. *Food Technol Biotechnol* 45: 287-294.
- Farooqi, A. H. A., N. S. Sangwan and R. S. Sangwan (1999). Effect of different photoperiodic regimes on growth, flowering and essential oil in *Mentha* species *Plant Growth Regulation*. 29:181-187.
- 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(1B): 563-567.
- Fernandes, R. and Heywood, V. H. (1972) *Origanum* L. In *Flora Europaea* 3 (Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M. and Webb, D. A., eds), pp. 171-172. University Press, Cambridge.
- Figueiredo, M.R., M.A.C. Kaplan and O.R. Gottlieb 1995. Diterpenes, Taxonomic markers? *Pl. Syst. Evol.* 195: 149-158.
- 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.
- Flake, R.M. and B.L. Turner 1973. Volatile constituents, especially terpenes, and their utility and potential as taxonomic characters in populational studies. In: G. Bendz and J. Santesson, eds, Nobel symposium 25, *Chemistry in Botanical Classification*, pp. 123-128, Academic press, New York.

- Fleisher, A. and Z. Fleisher 1988. Identification of Biblical Hyssop and origin of the traditional use of oregano-group herbs in the Mediterranean region. *Econ. Bot.* **42(2)**: 232-241.
- Fraga, B.M., M.G. Hernandez, J.M.H. Santana, D. Terrero and M.F. Galvan 1995. A chemotaxonomical study of *Sideritis massoriana* taxa. *Biochem. Syst. Ecol.* **23(7/8)**: 835-842.
- Frankel E. N. and Meyer A. S. (2000). Review: The Problems of using One-Dimensional Methods to Evaluate Multifunctional Food and Biological Antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1925-1941
- Franz, C. and J. Novak 1997. Breeding of *Origanum* species. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 49–56, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Friedman, J. (1995) Allelopathy, autotoxicity, and germination. pp 629-644 in Kigel, J. and Galili, G. (Eds) *Seed development and germination*. New York, Marcel Dekker Inc.
- F. Tateo, G. Salvatore and M. Nicoletti, Problematiche sugli aspetti qualitativi, sanitari e di mercato di oli essenziali. Nota I: Dittisopropilcresoli in campioni commerciali di limo sofisticati. *Industrie alimentari*, 31 (gennaio), 28-35 (1992).
- F. Tateo, G. Salvatore and M. Nicoletti, Presenza di dittisopropilcresoli in oli essenziali di timo. *Proceedings of 6th Convegno Nazionale della Società Italiana di Fitochimica*, Fiuggi, 21-23 maggio 1992. Ed. Università degli Studi di Roma "La Sapienza"-Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma (1992).
- García, M.A.; Sanz, J. (2001). Analysis of *Origanum vulgare* volatiles by direct thermal desorption coupled to gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, 918, 189-194.
- 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.
- Gergis, V., V. Spiliotis and C. Poulos 1990. Antibacterial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie* **45**: 70
- Gonuz, A. and B. Ozorgucu 1998. An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Tr. J. of botany*. **23**: 19-32.
- 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.
- Gibbs, D.R. 1974. *Chemotaxonomy of Flowering Plants*, Vol. 1, McGill-Queen's University Press, Montreal and London.
- Goliaris, A. 1997. Research and production of medicinal and aromatic plants in Greece. *Med. Plant Rep.* **4(4)**: 1-10.



- Goliaris, A.H., P.S. Chatzopoulou and S.T. Katatsiotis 2002. Production of New Greek Oregano Clones and Analysis of Their Essential Oils. *J. Herbs, Spices Med. Plants* **10(1)**: 19-35.
- Gomes S.M., Souza P.M., Elias S.T., Simeoni L.A., de Paula J. E., Neves E., Guerra S., Fonseca Y. M., Silva E. C., Silveira D. and Magalhaes P. O. (2012) Plants from Brazilian Cerrado with Potent Tyrosinase Inhibitory Activity
- Gonuz, A. and B. Ozorgucu 1998. An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Tr. J. of botany*. **23**: 19-32.
- Gotsiou P., Naxakis G., Skoula M., (2002), Diversity in the composition of monoterpenoids of *Origanum microphyllum* (Labiatae), *Biochem. Syst. Ecol.* **30**: 865–879
- Gounaris Y., Skoula M., Fournaraki C., Drakakaki G., Makris A., (2002), Comparison of essential oils and genetic relationship of *Origanum intercedens* to its parental taxa in the island of Crete. *Biochem. System. Ecol.* **30(3)**: 249-258
- Gouyon, P. H., P.H. Vernet, J.L. Guillerm and G. Valdeyron 1986. Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. *Heredity* **57**: 59-66.
- Greuter, W., Burdet, H.M. and Long, G. (Eds) (1986) *Med Checklist*, Vol. 3. Ceneve, Editions des Conservatoire et Jardin Botanique de la ville de Geneve,
- Grime, J.P., Hodgson, J.G. and Hunt, R. (1988) *Comparative plant ecology: a functional approach to common British species*. London, Unwin Hyman.
- Gumuscu, A., A. Ipek, E. O. Sarihan, B. Gurbuz., M. D. Kaya and N. Arslan (2008). Effects of diurnal and ontogenetic variability on essential oil composition of oregano (*Origanum vulgare* var. *hirtum*). *Asian Journal of Chemistry*.20(2): 1290-1294.
- Halacsy, E., de (1902) *Conspectus Florae Graecae*, Vol. 2, pp. 554-555. Lipsiae.
- Hammer, K.A.; Carson, C.F.; Riley, T.V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.*, 86, 985-990.
- Harborne, J.B. 1998. *Phytochemical methods: a guide of modern techniques of plant analysis*. Chapman & Hall, London. p. 302.
- Hashim, E.F., K.A.A. Seham and A.A. Kheir 1999. Nematicidal activity of some labiateous plant extracts on *Meloidogyne incognita*. *Ann. Agric. Sci. Cairo* **44(1)**: 447-457.
- Hausknecht, C. (1897) *Symbolae ad floram graecam. Aufzählung der im Sommer 1885 in Griechenland gesammelten Pflanzen*. Mitth. Thuring. Bot. Vereins Neue Folge 11, 3D-65.
- Hegnauer, R. 1962. *Chemotaxonomie der Pflanzen*. Basel, Vol. 1. p. 114, Birkhauser Verlag, Stuttgart.

- Helander, I.M.; Alakomi, H.L.; Latva-Kala, K.; Mattila-Sandholm, T.; Pol, I.; Smid, E.J.; Gorris, L.G.M.; Wright, A. V. (1998). Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 3590-3595.
- Hitokoto, H., S. Morozumi, T. Wauke, S. Sakai and H. Kurata 1980. Inhibitory effects of spices on growth and toxin production of toxigenic fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 39: 818-822.
- Holley, R.A.; Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiol.*, 22, 273-292.
- Holmgren, P. K., Keuken, W, Schofield, E. K. (1981) *Index Herbariorum*, Vol. 1, ed. 7. *Regnum Veg.*106.
- Holopainen, K.J. 2004. Multiple functions of inducible plant volatiles. *Trends in Plant Sci.* **9(11)**: 529-533.
- Holzinger, K.J. and H.H. Harman 1941. *Factor analysis*. University of Chicago Press, Chicago
- Horwath, A.B., R.G. Geayer, D.M. Keith-Lukas and M.S.J. Simmonds 2008. Chemical characterisation of wild populations of *Thymus* from different climatic regions in southeast Spain. *Biochem. Syst. Ecol.* **36**:117–133.
- Horwath, A.B., R.G. Geayer, D.M. Keith-Lukas and M.S.J. Simmonds 2008. Chemical characterisation of wild populations of *Thymus* from different climatic regions in southeast Spain. *Biochem. Syst. Ecol.* **36**:117–133.
- Huang D., Ou B. and Prior R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- 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.
- Hulseman, J. 1966. An inventory of marine carbonate materials. *J. Sedimentary Petrology ASCE* **36 (2)**: 622 – 625.
- Hussein, A.S.M. 1990. Antibacterial and antifungal activities of some Lybian aromatic plants. *Planta medica* **56**: 644-645.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Janssen, A.M.; Scheffer, J.J.; Baerheim, S.A. (1987). Antimicrobials activities of essential oils. *Pharmaceutics Week lad* (Scientific Edition) 9, 193-197.

- J. J. C. Scheffer, A. Looman, A. Baerheim Svendsen and E. Sarer, in *Progress in Essential Oil Research*, ed. E.-J. Brunke, p. 151-156, Walter de Gruyter, Berlin-New York (1986).
- J. M. Sendra and P. Cunat, Volatile constituents of Spanish oregano (*Cortdotbymus capitatus*) essential oil. *Phytochemistry*, 19, 89-92 (1980).
- Johnson, H. B. (1975) Plant pubescence: an ecological perspective. *Bot. Rev.* 41, 233-258.
- Kacar, O, E. Goksu and N. Azkan (2006). The effect of different plant densities on some agronomic and quality characteristics of oregano (*Origanum onites* L.). *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 2(21):51-60.
- Kahkonen M. P., Hopia A. I., Vuorela H. J., Rauha J.-P., Pihlaja K., Kujala T. S., and Heimonen M. (1999). Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47, 3954-3962
- Kalemba, D.; Kunicka, A. (2003). Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils. *Current Medicinal Chem.*, 10, 813- 829.
- Kanazawa, K.; Kawasaki, H.; Samejima, K.; Ashida, H.; Danno, G. (1995). Specific desmutagens (antimutagens) in oregano against a dietary carcinogen, Trp-P-2, are galangin and quercetin. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 404-409.
- Kanias, G.D. and Loukis, A. (1992) Statistical analysis of essential oil percentage composition of *Coridothymus capitatus* Reichb. f. and *Satureja thymbra* L. *Journal of Essential Oil Research* 4, 577-584.
- Karamanoli, K., Menkissoglu-Spiroudi, U., Bosabalidis, A.M., Vokou, D., Constantinidou, H.I.A., 2005. Bacterial colonization of the phyllosphere of nineteen plant species and antimicrobial activity of their leaf secondary metabolites against leaf associated bacteria. *Chemoecology* 15, 59–67.
- Karamanos, A.J., P.T. Papastylianou, J. Stavrou, and C. Avgoulas. 2009. Effects of water shortage and air temperature on seed yield and seed performance of lucerne (*Medicago sativa* L.) in a Mediterranean environment. *Journal of Agronomy and Crop Science* 195 (6), 408-419.
- Karousou, R., A.M. Bosabalidis and S. Kokkini 1992. *Sideritis syriaca* spp. *syriaca*: Glandular trichome structure and development in relation to systematic. *Nord. J. Bot.* 12: 31-37.
- Karousou, R., D.N. Koureas and S. Kokkini 2005. Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Phytochem.* 66: 2668–2673.
- Karpouhtsis, I., E. Pardali, E. Feggou, S. Kokkini, Z.G. Scouras and P. Mavragani-Tsipidou 1998. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 46(3): 1111-1115.

- Katsiotis, S. 1988. Study of different parameters influencing the composition of hydrodistilled sweet fennel oil. *Flav. Frag. J.* **4**: 221.
- Katsoulis, B.D. 1987. Indications of change of climate from the analysis of air temperature time series in Athens, Greece. *Climatic Change* **10**: 67-79.
- Katsoulis, B.D. 1988. Some Meteorological Aspects of Air Pollution in Athens, Greece. *Meteorol. Atmos. Phys.* **39**: 203-212.
- Katz, D.A., Sneh, B. and Friedman, J. (1987) The allelopathic potential of *Coridothymus capitatus* L. (Labiatae). Preliminary studies on the roles of the shrub in the inhibition of annuals germination and/or to promote allelopathically active actinomycetes. *Plant and Soil* **98**,53--66.
- Katzung, B.G. (2003). *Farmacologia Básica & Clínica*. Guanabara Koogan, 8a ed., Rio de Janeiro, RJ. Kaufmann B. and Christen P. 2002. Recent Techniques for Natural Products: Microwave assisted Extraction and Pressurised Solvent Extraction. *Phytochem. Anal.* **13**: 105-113.
- Keeley, J.E. and Keeley, S.C. (1989) Allelopathy and the fire induced herb cycle. pp 65-72 in Keeley, S.c. (Ed.) *The California chaparral. Paradigms reexamined*. Los Angeles, Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series No. 34.
- Kelsey, R.G., G.W. Reynolds and E. Rodriguez 1984. Chemistry of biologically active constituents secreted and stored in plant glandular trichomes. In: E. Rodriguez, P.L. Healey and I. Metha, eds., *Biology and Chemistry of Plant Trichomes*, pp. 187-241, Plenum Press, N.Y.
- Kepner, R.E., B.O. Ellison, M. Breckenridge, G. Connolly, S.C. Madden and C.J. Muller 1974. Volatile terpenes in California bay foliage. Changes in composition during maturation. *J. Agric. Food Chem.* **22**: 781-784.
- 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.
- Kim, J.; Marshall, M.R.; Wei, C. (1995). Antibacterial Activity of Some Essential Oil Components against Five Foodborne Pathogens. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 2839-2845.
- Kim Y.J. and Uyama H. (2005) Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic sources: structure, inhibition mechanism and perspective for the future. *Cell Mol Life Sci* **62**: 1707–1723. doi: 10.1007/s00018-005-5054-y
- Kirimer, N., K.H. Baser and G. Tumen 1995. Carvacrol rich plants in Turkey. *Chem. Nat. Comp.* **31(1)**: 37–41.

- 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. and D. Vokou 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flav. Fragr. J.* **4**: 1-7.
- Kokkini, S., D. Vokou and R. Karousou 1991. Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. *Botanica Chronica.* **10**: 337-346.
- Kokkini, S. 1992. Essential oils as taxonomic markers in Mentha. In: R. M. Harley and T. Reynolds, eds, *Advances in Labiate science*, pp. 325-334. Roy. Bot. Gard., Kew, UK.
- Kokkini, S. and D. Vokou, 1993. The hybrid *Origanum X intercedens* from the Island of Nisyros (SE Greece) and its parental taxa; comparative study of essential oils and distribution. *Biochem. Syst. Ecol.* **21**: 397-403.
- Kokkini, S. 1997. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 2-12, 8-12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Kokkini, S., R. Karousou and E. Hanlidou 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.; Dardioti, A.; Krigas, N.; Lanaras, T. (1997). Autumn essential oils of Greek oregano *Phytochemistry*, 44, 883- 886.
- Kokkini, S., Karousou, R., Hanlidou, E. and Lanaras, T. 2004. Essential oil composition of Greek (*Origanum vulgare* ssp *hirtum*) and Turkish (*O. onites*) oregano: A tool for their distinction. *J. Essential Oil Res.* 16(4): 334-338.
- Kokkini, S., Karousou, R., Vokou, D., 1994. Pattern of geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochem. Syst. Ecol.* 22, 517-528.
- Kokkini, S., Vokou, D., 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flavour. Fragr. J.* 4, 1-7.
- Kokkini, S., Vokou, D., Karousou, R., 1991. Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. *Bot. Chronika* 10, 337-346.
- Kotini-Zambaka, S. (1983) Contribution to the monthly study of the climate of Greece. Ph.D. Thesis, University of Thessaloniki, Thessaloniki [in Greek].
- 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 agroecosystems*, p. 16, September 7-10, Santorini, Greece.
- Koutsoyiannis, D. and G. Baloutsos, 2000. Analysis of a Long Record of Annual Maximum Rainfall in Athens, Greece, and Design Rainfall Inferences. *Nat. Hazards* 29: 29-48

- Kubo, I., I. Ganjian and T. Kubota 1982. Chemotaxonomic significance of ent-kaurene diterpenes in *Rabdosia umbrosus* varieties. *Phytochem.* 21(1): 81-83.
- Kullenberg, G. and G. Bergstrom 1975. Chemical communication between living organisms. *Endeavor* 34: 59-66.
- Kuris, A., A. Altman and E. Putievsky 1980. Rooting and initial establishment of stem cutting of oregano, peppermint and balm. *Scientia Hort.* 13: 53-59.
- Kuris, A., A. Altman and E. Putievsky 1981. Root formation in oregano (*Origanum vulgare* L.) stem cuttings. *Scientia Hort.* 14: 151-156.
- Lahlou M. 2003. Composition and molluscicidal properties of essential oils of five Moroccan Pinaceae. *Pharm. Biol.* 41: 207-210.
- Lass, L. W. and R. H. Callihan. 1993. GPS and GIS for weed surveys and management. *Weed Technol.* 7: 249-254.
- Lawrence, B.M., 1984. The botanical and chemical aspects of Oregano. *Perfum. Flavor.* 9: 41-51.
- Lembercovics, E., G. Petri, H. Nguyen and I. Mathe 1995. Relationships between essential oil and flavonoid biosynthesis in sweet basil. *Acta Hort.* 426: 647-655.
- Lepsius, R. 1893. *Geologie von Attica*. T.U. Berlin.
- Leto, C. and A. Salamone 1997. Bio-agronomical behavior in Sicilian *Origanum* ecotypes. In: S. Padulosi, ed., *Oregano*. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, pp. 68-73, 8-12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Levin, D.A. 1973. The role of trichomes in plant defence. *Quart. Rev. Biol.* 48: 3-15.
- Levin, D.A. 1976. The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 7: 121-159.
- Lis-Balchin, M.; Buchbauer, G.; Hirtenlehner, T. (1998). Antimicrobial activity of Pelargonium essential oil added to a quiche filling as a model food system. *Letters of Appl. Microbiol.*, 27, 207- 210.
- Loziene, K. and P.R. Venskutonis 2005. Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus capitatus*. *Biochem. Syst. Ecol.* 33: 517-525
- Macchia, M., Benvenuti, A. and Angelini, L. (1983) Caratteristiche germinative di alcune sementi di specie officinali. *Rivista della Ortoflorofruitticoltura Italiana* 67, 165-190.
- Madsen, H.L., G. Brtelsen and L.H. Skibsted 1997. Antioxidative activity of spices and spice extracts. In: S.J. Risch and C.T. Ho, eds, *Flavour chemistry and antioxidant properties, Spices*, pp. 176-187, American Chemical Society, Washington DC.

- Maguire, D.J. 1991. An overview and definition of GIS. In D.J. Maguire et al. (ed.) Geographical information systems: Principles and applications, pp. 9-20, Longman Scientific & Technical, London.
- Maffei, M., F. Chialva, and T. Sacco, 1989. Glandular trichomes and essential oils in developing peppermint leaves. I. Variation of peltate trichomes number and terpene distribution within leaves. *New Phytol.* 111: 707-716.
- 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.
- Mardia, K.V., J.T. Kent and J.M. Bibby 1979. Multivariate analysis. In: Z.W. Birnbaum, and E., Lukacs, eds, *Probability and mathematical statistics*, Academic press, London.
- Marston, A. and K. Hostettmann 2009. Natural Product Analysis over the Last Decades. *Planta Med.* 75: 672-682.
- Martonfi, P., A. Grejtovsky and M. Repcak 1994. Chemotype pattern differentiation of *Thymus pulegioides* on different substrates. *Biochem. Syst. Ecol.* 22(8): 819-825.
- Mashaly, A.I. 2006. Vegetation-Soil Relationships in Lake Borollus Protected Area. Egypt. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 1 (3): 229-238. ISSN: 1818-6769.
- Mavrokordopoulou, O., M. Aslanidou and P. Smiris, 2006. The Island of Ikaria:terrestrial ecosystems and restoration prospects. In: *Sustainable Management and Development of Mountainous and Island Areas. Proceedings of the 2006 Naxos International Conference, Volume I: 960-89345-1-6*, pp. 314-320, September 29-October 1, Island of Naxos, Greece. ISBN: 960-89345-0-8.
- Mavromatis, G.N., 1980. *The Bioclimate of Greece: Relationships Between Climate and Natural Vegetation-Bioclimate Maps*. Ministry of Agriculture of Greece, Athens.
- Mc Caskill, D., J. Gerschenzon and R. Croteau, 1992. Morphology and monoterpene biosynthetic capabilities of secretory cell clusters isolated from glandular trichomes of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Planta* 187: 445-454.
- Mckay, J.K., Bishop, J.G., Lin, J.Z., Richards, J.H., Sala, A., Mitchell-Olds, T., 2001. Local adaptation across a climatic gradient despite small effective population size in the rare sapphire rockcress. *Proc. R. Soc. B.* 268, 1715-1721.
- McPherson, J.K. and Muller, C.H. (1969) Allelopathic effects of *Adenostoma fasciculatum*, 'chamise', in the California chaparral. *Ecological Monographs* 39, 177-198.
- Modenesi, P., G. Serrato-Valenti and A. Bruni, 1984. Development and secretion of clubbed trichomes in *Thymus vulgaris* L. *Flora* 175: 211-219.
- Moure, A., J.M. Cruz, D. Franco, J.M. Dominguez, J. Sineiro, H. Dominguez, M.J. Nunez and J.C. Parajo 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem.* 72(2): 145-171.

- 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.
- Muller, C.H., Muller, W.H. and Haines, B.L. (1964) Volatile growth inhibitors produced by aromatic shrubs. *Science* 143,471-473.
- Nerya O., Musa R., Khatib S., Tamir S. and Vaya J., (2004). Chalcones as potent tyrosinase inhibitors: the effect of hydroxyl positions and numbers. *Phytochemistry*, Volume 65, 1389-1395
- Norussis, M. (1991) *SPSSIPC+*, Statistical Package for the Social Sciences, Ed. 4. SPSS UK Ltd.
- Novak, J., H. Grausgruber, F. Pank, J. Langbehn, W.D. Blüthner, C. Vender, L.V. Niekerk, W. Junghanns and C. Franzl 2003. Stability of Hybrid combinations of Marjoram (*Origanum majorana* L.). *Flav. Fragr. J.* 18: 401–406.
- Oflaz, S., M. Kurkcuglu and K. H. C. Baser (2002). Pharmacognostic studies on *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* Subsp. *Hirtum*. Proceedings of 14th International Symposium Plant Originated Crude Drugs, 29-31 May 2002, Eskişehir Publication Date On Web: June 2004 (In Turkish).
- Oka, Y., S. Nacar, E. Putievsky, U. Ravid, Z. Yaniv and Y. Spiegel 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology* 90(7): 710-715 Paech, K., 1950. *Biologie und Physiologie der Sekundären Pflanzenstoffe*. Springer-Verlag, Berlin.
- Olivier, G. W. (1996). The world market of oregano. p. 141–145. In: S. Padulosi, (Eds.). *Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Valenzano, Italy.
- Olivier, G.W., 1994. The American Spice Trade Association, a prime example of spice promotion. In: Verlet, N. (Ed.), *4èmes Rencontres techniques et économiques plantes aromatiques et médicinales*. C.F.P.P.A, Nyons, France, pp. 220–223.
- Omer E.A., H.E. Ouda and S.S. Ahmed 1994. Cultivation of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) in newly reclaimed lands of Egypt. *J. Herbs, Spices Med. Plants* 2(2): 9–15.
- Omer E.A. 1998. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in sandy soil. *Egypt J. Hort.* 25(3): 295–307.
- Omer, E.A. 1999. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in a sandy soil. *J. Plant Nutr.* 22: 103–114.
- Omidbaigi, R. and A. Arjmandi 2002. Effects of NP supply on growth, development, yield and active substances of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Acta Hort.* 576: 263-265.



- Ormeno, E., C. Fernandez, A. Bousquet-Melou, S. Greff, E. Morin, C. Robles, B. Vila and G. Bonin, 2006. Monoterpene and sesquiterpene emissions of three Mediterranean species through calcareous and siliceous soils in natural conditions. *Atm. Env.* 41: 629–639.
- Parthasarathy, U., G. R. Asish, T. J. Zachariah, K.V. Saji, G.K. Johnson, K. Jayarajan, P.A. Mathew and V.A. Parthasarathy 2008. Spatial influence on the important volatile oils of *Piper nigrum* leaves. *Current Sci.* 94(12): 1632-1635.
- Pasquier, B., 1997. Selection work on *Origanum vulgare* in France. In: S. Padulosi, ed., *Oregano*. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, pp. 93-98, 8-12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Pearson, D.A., E.N. Frankel, R. Aeschbach and J.B. German 1997. Inhibition of endothelial cell-mediated oxidation of low-density lipoprotein by rosemary and plant phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 45(3): 578-582.
- Pellegrini N., Serafini M., Colombi B., Del Rio D., Salvatore S., Bianchi M. and Brighenti F. (2003). Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays. The American Society for Nutritional Sciences.
- Pellequer, J., M. Jacob, M.S. Buochberg and J. Allegrini 1980. Therapeutic value of the cultivated mountain savory (*Satureja Montana* L.: Labiateae). *Acta Hort.* 96(187): 35-39.
- Philianos, S.M., Andriopoulou-Athanassoula, T. and Loukis, A. (1982) Sur les constituants de l'essence du thym capite (*Thymus capitatus* Hoffm. et Link, *Cori dothymus capitatus* Reichb. f.) de diverses regions de la Grece. *Biologia Gallo-Hellenica* 9, 285-289.
- Piccaglia R. and M. Marotti 1993. Characterization of several aromatic plants grown in Italy. *Flav. Fragr. J.* 8: 115-117.
- Pirbalouti, A.J., Gh. Normohammadi, Gh.A. Kamali, A. Ayeneh Band, J. Porhemmat, Kh. Abdollahi and A.R. Golparvar 2008. Integrating Some of the Ecological Factors in Order Sustainable Canola Production Using GIS in Southwest Iran. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 4(1): 68-71.
- Pirbalouti, A.J., A. Karimi, M. Yousefi, S. Enteshari and A.R. Golparvar 2011. Diversity of *Thymus daenensis* Celak in Central and West of Iran. *J. Med. Plants Res.* 5(4): 319-323.
- Poludennij, L.V. and Ju.P. Zhuravlev 1989. Medicinal Plants in the Home Garden, *Moskovskij Rabotchij*, Moscow.
- Pons, T.L. (1991a) Induction of dark dormancy in seeds: its importance for the seed bank in the soil. *Functional Ecology* 5,669-675.
- Pons, T.L. (1991b) Dormancy, germination and mortality of seeds in a chalk-grassland flora. *Journal of Ecology* 79, 765- 780.

- Poulouse, A.J. and R. Croteau 1978. Biosynthesis of aromatic monoterpenes. Conversion of g-terpinene to p-cymene and thymol in *Thymus vulgaris* L. Arch. Biochem. Biophys. 187: 307–314
- Prakasa Rao, E.V.S., R.S.G. Rao and S. Ramesh 1995. Seasonal variation in oil content and its composition in two chemotypes of scented geranium (*Pelargonium* spp.). J. Essent. Oil Res. 7: 159–163.
- Putievsky, E. 1983. Temperature and day-length influences on the growth and germination of sweet basil and oregano. J. Hort. Sci. 58: 583-587.
- 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.
- Putievsky, E., D. Nativ and R. Uzi 1997. Cultivation, selection and conservation of oregano species in Israel. In: S. Padulosi, ed., Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, pp. 103-110, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- 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.
- Ravid, U. and E. Putievsky 1985. Composition of essential oils of *Thymbra spicata* and *Satureja thymbra* chemotypes. Planta Med. 53: 337–338.
- Razin, A.M., E.A. Omer, A.M. Refaat and H.E. Ouda 1992. Response of thyme *Thymus vulgaris* L. to foliar fertilization with some micronutrients. Egypt. J. Appl. Sci. 7(6): 614-624.
- Rechinger, K. H. fil. (1943) Flora Aegaea. Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturwiss. Kl., Denkscht: 105(1), 531-532.
- Regnault-Roger, C. and A. Hamraoui 1993. Influence d'huiles essentielles aromatiques sur *Acanthoscellides obtectus* Says, Bruche du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Bot. Gallica 140(2): 217-222.
- Remmal, A., T. Bouchikhi, K. Rhayour, M. Ettayeb and A. Tantaoui-Elaraki 1993. Improved method for the determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. J. Essent. Oil Res. 5(2): 179-184.
- Reverchon, E. (1997). Supercritical fluid extraction and fractionation of essential oils and related products. J. Supercrit. Fluids, 10, 1-37.
- Rodrigues, M.R.; Caramão, E.B.; Santos, J.G.; Dariva, C.; Oliveira, J.V. (2003). The effects of temperature and pressure on the characteristics of the extracts from high-pressure CO<sub>2</sub> extraction of *Majorana hortensis* Moench. J. Agric. Food Chem., 51, 453- 456.
- Rodrigues, M.R.; Krause, L.C.; Caramão, E.B.; Santos, J.G.; Dariva, C.; Oliveira, J.V. (2004). Chemical composition and extraction yield of the extract of *Origanum vulgare* obtained from sub and supercritical CO<sub>2</sub>. J. Agric. Food Chem., 52, 3042- 3047.

- Rovesti, P. 1957. Recherches sur les essences de quelques chemotypes de Labiees. Pharm. Weekbl. 92: 830-832.
- Roy, P. S., M.C. Porwal and L. Sharma 2001. Mapping of *Hippophae rhamnoides* Linn. in the adjoining areas of Kaza in Lahul and Spiti using remote sensing and GIS. Current Sci. 80(9): 1107-1111.
- Ruberto, G., D. Biondi, R. Meli and M. Piattelli (1993). Volatile flavour components of Sicilian *Origanum onites* L.. Flavour and Fragrance Journal. 8(4):197-200.
- Russo, M., G.C. Galletti, P. Bocchini and A. Carnacini 1998. Essential oil chemical composition of wild population 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.
- Ruzicka, L., A. Eschenmoser and H. Heusser 1953. The isoprene rule and the biogenesis of terpenic compounds. Experientia 9: 357-396.
- 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.
- Said-Al Ahl, H.A.H., S.H. Ayad and S. F. Hendawy, 2009b. Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of Oregano under different irrigation intervals. J. Appl. Sci. 2(3): 319-323.
- Sakata I. and T. Mitsui 1980. Seasonal variation in menthyl glucoside, menthol, menthone and related monoterpenes in developing Japanese peppermint. J. Agric. Chem. Soc. Japan. 54: 1037-1043.
- 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.K., K.S. Dhindsa, O.P. Malik, G.D. Sharma and R.S. Paroda 1982. Quantitative changes in levels of essential oil in *C. martinii* var. *motia* during different growth stages and on ageing the harvested crop in field and Laboratory. In: Proc. Nat. Sem. Med Arom., Plants., India.
- 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.
- Sari, M., D.M. Biondi, M. Kabbeche, G. Mandalari, M. D'Arrigo, G. Bisignano, A. Saija, C. Daquino and G. Ruberto 2006. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of several populations of Algerian *Origanum glandulosum* Desf. Flav. Fragr. J. 21: 890-898.
- Sarlis, G.P. 1994. Contribution to the study of the flora of Attica (Greece). Lagascalia 17(2): 229-256.
- Schery, R.W. 1972. Plants for man. 2ed, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

- Schilcher, H. 1977. Vorschlag zu einer biologisch orientierten Definition der atherischen Ole. Dtsche. Apoth. Ztg. 117: 89-91.
- Schimper, A. F. W. (1903) Plant Geography Upon a Physiological Basis. Clarendon, Oxford.
- Schlesier K., Harwat M., Bohm V. and Bitsch R. (2002). Assessment of Antioxidants Activity by using Different Vitro Methods, Free Radical Research, 36 (2) :177-187.
- Seal, H.L. 1964. Multivariate statistical analysis for biologists. Methuen, London.
- 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.
- Sendra, J.M. and P. Cunat, 1980. Volatile constituents of Spanish Origanum (*Coridothymus capitatus*) essential oil. Phytochem. 19: 89–92.
- Sergeeva, S. and V.A. Solzneva 1979. Essential oil accumulation and changes in its qualitative composition during peppermint ontogeny. Fiziol Biokhim Kult Rast. 11: 268–270.
- 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.
- Shaaya, E., U. Ravid, N. Paster, M. Kostjukovsky, M. Menasherov and S. Plotkin 1993. Essential oils and their components as active fumigants against several species of stored product insects and fungi. Acta Hort. 344: 131-137.
- Shalaby, A. and A.M. Razin 1992. Dense cultivation and fertilization for higher yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.). J. Agron. Crop Sci. 168: 243-248.
- Shapiro, S.; Meier, A.; Guggenheim, B. (1994). The antimicrobial activity of essential oils and essential oil components towards oral bacteria. Oral Microbiol. Immunology, 9, 202-208.
- Silva, N.; Junqueira, V.C.A.; Silveira, N.F.A. (1997). Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Livraria Varela, São Paulo.
- Silvertown, J.W. (1980) Leaf-canopy-induced seed dormancy in a grassland flora. New Phytologist 85,109-118.
- 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.
- Singh M. and G.R.S. Rao 2009. Influence of source and doses of N and K on herbage , oil yield and nutrient uptake of patchouli (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.) in semi-arid tropics. Ind. Crops Prod. 29: 229-234.
- Singleton V. L., Orthofer R., and Lamuela-Raventos R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299, 152-178.

- Sivropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, T. Lanaras and M. Arsenakis 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 44(5): 1202-1205.
- Skoula, M. and J.B. Harborne 2002. The taxonomy and chemistry of *Origanum*. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano the genera Origanum and Lippia*, pp. 67-108, Taylor and Francis, London and New York.
- Skoula, M., R.J. Grayer and G.C. Kite 2005. Surface flavonoids in *Satureja thymbra* and *Satureja spinosa* (Lamiaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* 33: 541-544.
- 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.
- Somogyi A., Rosta K., Pusztai P. Tulassay Z. and Nagy G. (2007). Antioxidant measurements. *Physiological Measurement*, 28, R41-R55.
- 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) Ietswaart). *Ind. Crops Prod.* 32(3): 450–457.
- Sotomayor, J.A., Martínez, R.M., García, A.J., Jordán, M.J., 2004. *Thymus zygis* subsp. *gracilis*: watering level effect on phytomass production and essential oil quality. *J. Agric. Food Chem.* 52, 5418–5424.
- Stahl, Eg. 1957. Chemische Rassen bei Pflanzen mit terpenoiden Inhaltstoffen. *Pharm. Weekbl.* 92: 829-842.
- Steel, R.G.B., Torrie, J.H., Dickey, D.A., 1997. *Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach*, third ed. McGraw-Hill, New York. Turesson, G., 1922. The genotypical response of the plant species to the habitat. *Hereditas* 3, 147–236.
- Stopp, K. (1952) *Morphologische und verbreitungsbiologische Untersuchungen über persistierende Blütenkelche*, *Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse, Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz* 12, 903-971.
- Tabrizi, L., A. Koocheki, P. Rezvani and M. Nassiri 2010. Chemical composition of the essential oils from *Thymus transcaspicus* in natural habitats. *Chem. Nat. Comp.* 46(1): 121-124.
- Taiz, L. and E. Zeiger 1991. *Plant physiology*. Sinauer Associates, Inc.
- Takeuchi, K., H. Yanai and B.N. Murherjee 1982. *The foundation of multivariate analysis. A unified approach by means of projection onto linear subspaces*. Wiley, New Delhi.

- Tarantilis, P. Alissandrakis, E., A. Harizanis, P. C. Polissiou, M. "Aroma Investigation of Unifloral Greek Citrus Honey Using Solid-Phase Microextraction Coupled to Gas Chromatographic Mass Spectrometric Analysis" *FOOD CHEMISTRY* **2007**,100/1, 396-404.
- Tarayre, M., Thompson, J.D., Escarre, J. and Linhart, Y.B. (1995) Intra-specific variation in the inhibitory effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. *Oecologia* 101, 110-118.
- Tepe, B.; Donney, E.; Unlu, M.; Candan, F.; Daferera, D.; Unlu, G.V.; Polissiou, M.; Sokmen, A. (2004). Antimicrobial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of *S. cryptantha* (Montbret et Aucher ex Benth.) *S. multicaulis* (Vahl.). *Food Chem.*, 84, 519-525.
- Tetenyi, P. 1958. Proposition a propos de la nomenclature des races chimiques. *Taxon* VII: 40-41. Wageningen conference lecture, 1957.
- Tetenyi, P. 1992. Chemotaxonomic Aspects of Essential oils. In: L. Craker, and J. Simon, eds, *Herbs Spices and Medicinal Plants*, Vol. 1, pp. 11-32, Food Products Press, N.Y.
- Thanos, C.A. (1993) Germination ecophysiology of Mediterranean aromatic plants. pp 281-287 in Come, D. and Corbineau, F. (Eds) *Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds. Basic and Applied Aspects of Seed Biology*. Angers, France 20-24 July, 1992. Vol. 1. Paris, ASFIS.
- Thanos, C.A. and Doussi, M.A. (1995) Ecophysiology of seed germination in aromatic labiates of Crete. *Israel Journal of Plant Sciences* (in press.)
- Thanos, C.A., Georghiou, K. and Delipetrou, P. (1994) Photoinhibition of seed germination in the maritime plant *Matthiola tricuspidata*. *Annals of Botany* 73, 639-644.
- Thanos, C.A., C.C. Kadis and F. Skarou 1995. Ecophysiology of germination in the aromatic plants thyme, savory and oregano (Labiatae). *Seed Sci. Res.* 5: 161-170.
- Thompson, D.P. 1990. Influence on pH on the fungitoxic activity of naturally occurring compounds. *J. Food Prot.* 53: 428-429.
- Thompson, P.A. (1970) Characterization of the germination response to temperature of species and ecotypes. *Nature* 225, 827-831.
- 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. and M.J. Maciarello 1994. In: G. Charalambous, ed., *Spices, Herbs and Edible Fungi*, pp. 439-456, Elsevier Sciences B.V., Oxford, UK.
- Tuns, I. and S. Sahinkaya 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Entomol. Exp. et Appl.* 86(2): 183-187.

- U. Ravid, E. Putievsky, I. Katzir and R. Ikan, Determination of the enantiomeric composition of terpinen-A-ol in essential oils using a permethylated  $\beta$ -cyclodextrin coated chiral capillary column. *Flav. Fragr. J.*, 7, 49-52 (1992).
- U. Ravid, E. Putievsky and I. Katzir, Determination of the enantiomeric composition of  $\alpha$ -terpineol in essential oils. *Flav. Fragr. J.*, 10, 281-284 (1995).
- U. Ravid, E. Putievsky and I. Katzir, Stereochemical analysis of borneol in essential oils using permethylated  $\beta$ -cyclodextrin as a chiral stationary phase. *Flav. Fragr. J.*, 11, 191-195 (1996).
- Vági, E.; Simándi, B.; Suhajda, Á.; Héthelyi, É. (2005). Essential oil composition and antimicrobial activity of *Origanum majorana* L. extracts obtained with ethyl alcohol and supercritical carbon dioxide. *Food Res. Int.*, 38, 51-57.
- Vardar-Ünlü, G., Candan, F., Sökmen, A., Daferera, D., Polissiou, M., Sökmen, M., Dönmez, E., Tepe, B., 2003. Antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil and methanol extracts of *Thymus pectinatus* Fixch. et Mey. Var. *pectinatus* (Lamiaceae). *J. Agr. Food Chem.* 51, 63-67.
- 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.
- Velickovic, D.T.; Randjelovic, N.V.; Ristic, M.S.; Smelcerovic, A.A.; Velickovic, A.S. (2002). Chemical composition and antimicrobial action of the ethanol extracts of *S. pratensis* L. *S. glutinosa* L. *S. aethiopsis* L. *J. Serbia Chem. Soc.*, 67, 639-646.
- Velioglu Y. S., Mazza G., Gao L. and Oomah B. D. (1998). Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 4113-4117.
- Vokou, D. Volatile oils and their role in phrygic ecosystems, Doctorate thesis, University of Thessaloniki (in Greek with English summary), (1983).
- Vokou, D. (1992) The allelopathic potential of aromatic shrubs in phrygic (East Mediterranean) ecosystems. In *Allelopathy: Basic and Applied Aspects* (Rivzi, S. J. H. and Rivzi, V., eds), pp. 303-320. Chapman and Hall, London.
- Vokou, D., S. Kokkini, and J.M. Bessiere 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: distribution, volatile oil yield, and composition. *Econ. Bot.* 42: 407-412.
- Vokou, D., S. Kokkini, and J.M. Bessiere 1993. Geographic variation of Greek Oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochem. Syst. Ecol.* 21(2): 287-295.
- Vokou, D. and Margaritis, N. S. (1982) Structural and physiological features of woody plants in phrygic ecosystems related to adaptive mechanisms. *Ecol. Medit.* 8, 449-459.
- Von Hertwig, I.F. (1986). *Plantas aromáticas e Mediciniais - Origanum vulgare* L.; Icone Editora Ltda: São Paulo, SP. p. 361.

- Walkley, A. and I.A. Black, 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Sci.* 63: 251-263.
- Wallach, O. 1914. *Terpene und Camphor*. 2nd ed. Vit. Leipzig.
- Warning, E. (1909) *Oecology of Plants*. Oxford University Press, Oxford.
- 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.
- Wong S. P., Leong L. P. and Koh J.H.W.. (2004). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*. Volume 99, 775–783
- Yaldiz, G, N. Sekeroglu., M. Ozgüven, M. Kirpik (2005). Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Cukurova. *Grasas y Aceites*. 56(4):254-258.
- Yanhe L., L.E. Craker and T. Polter 1995. Effect of light levels on essential oil production of sage (*S. officinalis*) and thyme (*T. vulgaris*). In: *International Symps Med. Arom. Plants*. Amherst, Massachusetts, USA.
- Yilmaz, B., S. Gulez and L.F. Kaya 2010. Mapping of biotopes in urban areas: A case study of the city of Bartın and its environs, Turkey. *Scientific Res. Essays* 5(4): 352-365.



