

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ- Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη  
μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά  
την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς

{*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) letswaart - Lamiaceae}

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Ευστάθιος Ξύστρας Μ.  
Τεχνολόγος Γεωπόνος

Επιβλέπον καθηγητής – Δρ Γεώργιος Μάνος καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου

ΔΡΤΑ 2009



**UNIVERSITY OF IOANNINA - TECHNOLOGICAL  
EDUCATIONAL INSTITUTION OF EPIRUS  
INTERDEPARTMENTAL PROGRAM OF POSTGRADUATE STUDIES  
«AGRO CHEMISTRY AND ORGANIC CULTIVATIONS»**

**Influence of different light conditions in  
morphology and essential oils of oregano on the  
altitudinal graduation of Mt. Othrys**

*{Origanum vulgare subsp. hirtum (Link) letsvaart} - Lamiaceae*

**MASTER OF SCIENCE DISSERTATION**

**Xystras Efstathios M.**

**Supervisor- Dr G. Manos professor in TEI of Epirus**

**ARTA, 2009**



**Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς**



Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς

**Αφιερώνεται**

**“ Στους κτηνοτρόφους και γεωργούς της Όθρης”**

**Ξύστρας Ευστάθιος Μ.**



**Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φασισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου στην Άρτα. Το πειραματικό υλικό μεταφέρθηκε από την περιοχή του όρους Όθρυς όπου φύεται, στο εργαστήριο όπου μελετήθηκε, αποστάχθηκε και έγιναν οι αναλύσεις των αιθέριων ελαίων.

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Γεώργιο Μάνο, καθηγητή του τμήματος Τεχνολογίας Γεωπονίας του Τ.Ε.Ι. Άρτας, για την παραχώρηση του εργαστηριακού χώρου και εξοπλισμού και για την άριστη συνεργασία μας αυτά τα χρόνια.

Στους κατοίκους των χωριών του όρους Όθρυς για τις υποδείξεις τους σχετικά με τις περιοχές που φύονται τα αρωματικά φυτά και για τις πολύτιμες συζητήσεις που είχα μαζί τους, για τη συνέχιση της ελληνικής παράδοσης και τις πολύτιμες γνώσεις που περνάνε από γενεά σε γενεά.

Τους ευχαριστώ όλους με όλη μου την καρδιά γιατί συνέβαλαν στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

Ευστάθιος Εύστρας Μ.

Σεπτέμβριος 2009

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	8
SUMMARY .....	9

### A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### 1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

1.1. Ιστορικό.....	10
1.2. Γενικά στοιχεία.....	12
1.3. Οικογένεια <i>Lamiaceae</i> .....	12

#### 2. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ .....

13

#### 3. Η ΟΘΡΥΣ

3.1. Γενικά στοιχεία.....	21
3.2. Τα αρωματικά φυτά στο όρος Όθρυς .....	24

#### 4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.1. Γενικά στοιχεία.....	26
4.2. Φως-Ηλιακή ακτινοβολία.....	26
4.3. Οι συνθήκες φωτισμού υπό την σκιά των φυλλωμάτων των δέντρων ή θάμνων.....	27
4.4. Επίδραση του υψομέτρου στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά.....	28
4.5. Επίδραση του φωτός στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά.....	29

### B. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....

32

### Γ. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ .....	35
2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ.....	42
3. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ .....	42
4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	44



<b>5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b> .....	44
<b>6. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ</b> .....	45
<b>7. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</b> .....	45

#### **Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

<b>1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ</b> .....	47
1.1 Μορφολογία των φυτών .....	47
1.2 Μορφολογία των βλαστών .....	52
1.3 Μορφολογία των φύλλων .....	58
<b>2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b> .....	64
<b>3. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ</b> .....	66
3.1. Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.....	66
3.2. Ποιοτική και ποσοτική σύσταση αιθέριων ελαίων.....	70

#### **Ε. ΣΥΖΗΤΗΣΗ** .....

<b>1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ</b> .....	75
<b>2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ</b> .....	77
<b>3. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ</b> .....	78

#### **ΣΤ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**.....

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	86
---------------------------	----



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η ρίγανη (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) που φύτεται σε διάφορες ηλιόλουστες και σκιερές τοποθεσίες σε διάφορες υψομετρικές τοποθεσίες στο όρος Όθρυς. Εξετάστηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, τα τεχνολογικά στοιχεία και έγιναν αναλύσεις ως προς την περιεκτικότητά τους σε αιθέρια έλαια με την μέθοδο της υδροαπόσταξης. Η ταυτοποίηση της χημικής τους σύνθεσης έγινε με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας.

Παρατηρήθηκε αύξηση στο ύψος των σκιασμένων φυτών σε όλο το υψομετρικό εύρος 9% από περιοδική σκίαση από θάμνους και πόες ενώ στη σκίαση κάτω από τη μεγάλη πυκνότητα κλαδιών διαφόρων δέντρων και τις ηλιοκηλίδες τα φυτά εμφανίζονταν ψηλότερα έως και 25% από τα ηλιόλουστα. Επιπρόσθετα τα σκιασμένα φυτά είχαν μικρότερο πάχος βλαστών, μεγαλύτερο μήκος μεσογονατιαίων διαστημάτων και μεγαλύτερο αριθμό γονάτων. Τα φύλλα των σκιασμένων φυτών ήταν μακρύτερα από τα ηλιόλουστα φυτά από 6-25% και πλατύτερα από 12-32% ανάλογα με το υψόμετρο και τη σκίαση. Τα σκιασμένα φυτά είχαν μεγαλύτερη αναλογία φύλλων και μικρότερη αναλογία ανθέων. Το εκατολιτρικό βάρος ήταν μικρότερο έως και 17%.

Η απόδοση των αιθέριων ελαίων των σκιασμένων φυτών ήταν μικρότερη από 15-34% ενώ παρατηρήθηκε και μια μικρή αύξηση στα φυτά των 1300m. Στα φύλλα η μείωση ήταν πιο μεγάλη από της ταξιανθίες. Η περιοδική σκίαση από ποώδη φυτά και μικρούς θάμνους δεν επηρέασε τον χημειότυπο των φυτών αν και υπάρχουν αλλαγές στην ποσότητα των κύριων συστατικών στα φύλλα και στα άνθη. Αντιθέτως οι έντονες συνθήκες σκίασης (έντονη σκίαση, ηλιοκηλίδες, περιοδική σκίαση) στα χαμηλότερα υψόμετρα (450-750m) από τα δέντρα μείωσαν την ποσότητα της καρβακρόλης, στα φυτά της ρίγανης, ανεξαρτήτου χημειότυπου. Στα μεν φυτά με χημειότυπο καρβακρόλης κατά 67% στα φύλλα και 49,89% στις ταξιανθίες στα 750m, στα δε φυτά με χημειότυπο θυμόλης κατά 55,84% στα φύλλα και 45,48 στις ταξιανθίες στα 450m. Ο συνδυασμός των έντονων συνθηκών σκίασης του δάσους στα 450-750m καθυστερεί την ωρίμανση των αιθέριων ελαίων και φαίνεται ότι ευνοεί την βιοσύνθεση της θυμόλης.

## SUMMARY

Oregano was researched (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) which grows wild in various sunny and shaded locations in different altitudinal places in Mt Othrys. Were examined the morphological characteristics, the technological elements and became analyses as for their content in essential oils with the method of hydro distillation and the chemical composition was examined with the method of gas chromatography.

Was observed increase in the height of shaded plants in all altitudinal variation, 9% from periodical shading by bushes and grasses while in the shading under the big density of branches of various trees and the sun flecks plants were presented taller up to 25% from sunny plants. Besides, the shaded plants had smaller thickness of shoots, bigger length internodes intervals and bigger number of nodes. The leaves of shaded plants were longer than sunny plants from 6-25% and more widely from 12-32% depending on the altitude and shading. The shaded plants had bigger proportion of leaves and smaller proportion of inflorescences. The 100litre weight was smaller up to 17%.

The yields in essential oils of shaded plants was smaller from 15-34% while was observed also a small increase in the plants of 1300m. In the leaves the reduction was bigger than inflorescences. The periodical shading by grasses and small bushes did not influence the chemotype of plants even if there were changes in the quantity of main components in the leaves and in the inflorescences. On the other hand the quantity of carvacrol, in oregano plants was decreased, with the intense shading conditions (intense shading, sunflecks, periodical shading) in lower altitudes (450-750m) by trees, independent of the chemotype. In carvacrol rich plants with 67% in leaves and 49,89% in the inflorescences at 750m, In thymol rich plants with 55,84% in the leaves and 45,48 in the inflorescences in 450m. The combination of the intense shading conditions in forest at 450-750m delays the maturation of essential oil development and appears that it encourages the biosynthesis of thymol.

## **A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ**

#### **1.1. Ιστορικό**

Ο πατέρας της Ιατρικής, Ιπποκράτης, συμβούλευε τους ανθρώπους για να έχουν καλή υγεία χρειάζεται καθαρός αέρας, καλή διατροφή και άσκηση. Οι Κινέζοι ανέκαθεν διέπονταν από την φιλοσοφία, ότι ο καλός γιατρός είναι εκείνος που φροντίζει να διατηρεί την υγεία των ανθρώπων ενώ ο κατώτερος φροντίζει μόνο αυτούς που είναι άρρωστοι.

Σήμερα, οι ειδικευμένοι επιστήμονες επισημαίνουν ότι οι τρεις βασικές συνιστώσες της καλής υγείας είναι

- εσωτερική γαλήνη και ηρεμία (ψυχική υγεία)
- σωστή διατροφή
- άσκηση

Η χρήση απλών βοτάνων μπορεί να μας ενθαρρύνει ν' αναλάβουμε και πάλι την ευθύνη της ίδιας μας της υγείας, αντί να προσπαθούμε να εξαλείψουμε τα συμπτώματα, όταν γίνουν βαριά. Εκείνο που χρειάζεται είναι να είμαστε συντονισμένοι με το σώμα μας, έτσι ώστε να μπορούμε ν' αναγνωρίζουμε τις πιθανές αιτίες τους είτε είναι φυσικές είτε συναισθηματικές είτε πνευματικές για ν' αποκαταστήσουμε την ουσιαστική ενέργεια και ισορροπία.

Τα βότανα χρησιμοποιήθηκαν από τους παραδοσιακούς θεραπευτές πολλών Πολιτισμών.

Οι πρώτοι άνθρωποι ήσαν και οι πρώτοι γιατροί στον κόσμο αφού, εκτός από την εύρεση της κατάλληλης τροφής για να συντηρηθούν, ήσαν υποχρεωμένοι να φροντίζουν και για την αντιμετώπιση των διαφόρων ασθενειών. Ο φυσικός χώρος στον οποίο αναζητούσαν τα μέσα για να γιαιρευτούν ήταν η Φύση αφού όπως αναφωνεί και ο Παράκελσος (1493-1541) « τα λιβάδια και οι λόφοι της Γης είναι Φαρμακεία».

Πολύτιμο βοηθό στην προσπάθεια να εντοπίσουν κατάλληλα φυτά, τα βότανα, είχαν τα ζώα που το ένστικτο τα οδηγούσε στην επιλογή του θεραπευτικού μέσου για



την αρρώστια που έπασχαν. Το ελάφι που δαγκώθηκε από φίδι τρώει ευφόρβια, ισχυρό καθαρτικό, κι' έτσι απαλλάσσεται από την τοξίνη του φιδιού. Σε παλιά γκραβούρα, εμπνευσμένη από τις περιγραφές του Αριστοτέλη, εικονίζεται ένα τραυματισμένο αγριοκάτσικο να τρώει δίκταμο για να επουλωθούν οι πληγές του. Οι σκύλοι και οι γάτες σε περιπτώσεις κοιλιακών πόνων απομακρύνονται από το άμεσο περιβάλλον τους και αναζητούν ορισμένα χόρτα (βότανα), τα οποία τρώνουν και έτσι επιστρέφουν στο οικιακό τους κατάλυμα θεραπευμένα. Έτσι μάλλον εξηγείται η εξαφάνιση του γάτου της Πρωθυπουργικής κατοικίας της Αγγλίας επί δύο μήνες και, όταν γύρισε, έγινε είδηση, αφού και αυτός ο υψηλός φίλος του, ο γάτος του Λευκού Οίκου, του έστειλε συγχαρητήριο τηλεγράφημα για την επιστροφή.

Κατά τους μυθικούς χρόνους και μετέπειτα η θεραπευτική τέχνη θεοποιήθηκε, επειδή ήταν αδύνατο στους ανθρώπους να πιστεύουν πως κοινοί συνάνθρωποι τους είχαν την δύναμη να θεραπεύουν, χωρίς την μεσολάβηση κάποιας υπεράνθρωπης θεϊκής δύναμης. Ο Μεγάλος Έλληνας Ιπποκράτης συστηματοποιεί την γνώση, χρησιμοποιεί τα φυτά σε σωστή βάση και μας αφήνει αιώνια παρακαταθήκη τις γνώσεις στα αθάνατα συγγράμματα, γνωστά με το όνομα Corpus Hippocraticum. Κι άλλα ονόματα θα μείνουν στην Ιστορία για την συμβολή τους στην μελέτη των φυτών ή περιγράφουν τις καταπληκτικές ιδιότητές τους όπως Διοσκουρίδης, Θεόφραστος, Βιργίλιος, Άρατος, Αντίγονος ο Καρύστιος, Κικέρων, Βιργίλιος, Λούκιος Σέρβιος, Κέλσιος, Κορνέλιος, Πλίνιος, Οβίδιος, Στάτιος, Πλούταρχος, Δαμόκρας, Σεργίλιος, Γαληνός, Αιλιανός, Κλαύδιος, Αλέξανδρος Αφροδισεύς, Σολίνος, Ορτιβάσιος, Απουληνός Λούκιος κ.α.

Σήμερα, η Επιστημονική Κοινότητα ερευνά τα φυτά και αναζητά εκείνες τις ουσίες που είναι υπεύθυνες για την θεραπευτική τους ικανότητα. Ο κατάλογος των φυτών με γνωστές φαρμακευτικές ιδιότητες είναι αρκετά μεγάλος. Στο Κινέζικο Materia Medica περιλαμβάνονται 5800 φυτά, 2500 στην Ινδία, τουλάχιστον 800 συλλέγονται από τα τροπικά δάση ενώ στη Γερμανία η Φαρμακευτική Βιομηχανία χρησιμοποιεί σε ποσοστό 63% πρώτη ύλη φυτά, τουλάχιστον για 300 είδη φαρμακευτικών φυτών έχουν συνταχθεί μονογραφίες με τη συμβουλή της Ε.Ε.

## 1.2. Γενικά στοιχεία

Ο κόσμος των φυτών περιλαμβάνει κάπου 350.000 διαφορετικά είδη, με τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά να αποτελούν μια σχετικά μικρή αλλά ιδιαίτερα εξελιγμένη ομάδα ειδών του φυτικού βασιλείου, καθώς υπάρχουν περίπου 18.000 είδη αρωματικών φυτών ( *aromatics* ) και 60.000 είδη φαρμακευτικών φυτών ( *medicinal, therapeutics* ).

Τα αρωματικά φυτά, όπως υποδηλώνει και το όνομα τους, αναδίδουν στο περιβάλλον τους κάποιο ειδικό άρωμα, χαρακτηριστικό για κάθε είδος ή και για κάθε ποικιλία ενός φυτού. Την ιδιότητά τους αυτή την οφείλουν στην ύπαρξη ειδικών πτητικών χημικών ουσιών, σε ορισμένα όργανα του φυτού, που είναι γνωστές σαν «αιθέρια έλαια».

Φυτά με αιθέρια έλαια ανευρίσκονται σε 50 περίπου οικογένειες φυτών με πιο συνήθεις οικογένειες *Apiaceae* (*Umpelliferae*, Σκιαδανθή), *Asteraceae* (*Compositae*, Σύνθετα ), *Lamiaceae* (*Labiatae*, Χειλανθή ), *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Pinaceae* και *Rutaceae* (Bruneton 1993).

## 1.3. Οικογένεια *Lamiaceae*

Η οικογένεια *Lamiaceae* αποτελεί την οικογένεια με το μεγαλύτερο αριθμό αρωματικών φυτών στη χώρα μας. Υπάρχουν περίπου 320 taxa, πολλά από τα οποία είναι ενδημικά, που ανήκουν σε 35 γένη (Kokkini et al, 1988). Στην οικογένεια αυτή περιλαμβάνονται φυτά που χρησιμοποιούνται ως αρτύματα και αφεψήματα, καθώς επίσης και στη λαϊκή φαρμακευτική.

Τα φυτά που ανήκουν στην οικογένεια *Lamiaceae* είναι ετήσιες ή πολυετείς πόες ή θάμνοι, με μορφολογικά χαρακτηριστικά που τα διαχωρίζουν από τα φυτά άλλων οικογενειών, όπως α) τετραγωνικός βλαστός β) αντίθετα φυόμενα φύλλα γ) στεφάνη ζυγόμορφη δίχειλη, συμπέταλη και δ) παράγουν αιθέρια έλαια σε ειδικούς εκκριτικούς σχηματισμούς των υπέργειων οργάνων των φυτών.

Μερικά ελληνικά είδη είναι τα *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. fil. (θυμάρι ή ισπανική ρίγανη), *Origanum vulgare* L. (ρίγανη), *Origanum dictamnus* L. (δίκταμος), *Mentha spicata* L. (δυόσμος), *Sideritis raeseri* (τσάι του βουνού) κ.α.



## 2. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

Τα αιθέρια έλαια είναι πτητικά μίγματα πολυσύνθετα, αρωματικής οσμής, οργανικών πτητικών ενώσεων χαμηλού μοριακού βάρους, με ελαιώδη σύσταση, που προσδίδουν στο φυτό που τα παράγει τη χαρακτηριστική του οσμή. Δεν πρόκειται για έλαια (μίγματα γλυκεριδίων) αλλά για τερπενικές ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους, κυρίως μονο-( $C_{10}H_{16}$ ) και σεσκι-τερπένια ( $C_{15}H_{24}$ ) και σε μικρότερο βαθμό διτερπένια. Περιέχουν επίσης και άλλες παράγωγες ενώσεις, όπως αλκοόλες, εστέρες, οξέα, λακτόνες, ετεροκυκλικές ενώσεις κ.ά. (Βώκου 1983).

Τα τερπένια είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού, αριθμούν περί τις 5.000 ενώσεις στο φυτικό βασίλειο, εκτός από τα ανώτερα φυτά τα συναντούμε και σε βρυόφυτα, μύκητες και βακτήρια. η χημική συγγένεια μεταξύ των τερπενίων δεν είναι πάντα εμφανής μπορεί όμως να θεωρηθεί ότι έχει ως κοινή βάση το ισοπρένιο (Loomis and Croteau 1980, Porter and Spurgerson 1981). (Πιν.Α.1.)

Τα αιθέρια έλαια είναι υγρά, εύφλεκτα, πτητικά σε κανονική θερμοκρασία και δεν αφήνουν κηλίδα σε διηθητικό χαρτί σε αντίθεση με τα λιπαρά έλαια. Είναι άχρωμα έως υποκίτρινα με ελάχιστες εξαιρέσεις όπως το γαρυφαλλέλαιο που είναι κίτρινο καστανόχρωμο και όσα περιέχουν αζουλένιο (αιθέριο έλαιο χαμομηλιού) που είναι μπλε. Δεν διαλύονται παρά ελάχιστα στο νερό, ενώ είναι διαλυτά στον αιθέρα, στην αλκοόλη και στους περισσότερους οργανικούς διαλύτες. Κατά την παραμονή τους επί πολύ χρόνο μετά την παραλαβή τους σκουραίνουν, ρητινοποιούνται και αλλοιώνεται η οσμή τους. Αιτία για αυτό είναι οι αυτό-οξειδώσεις, ο πολυμερισμός και οι υδρολύσεις των εστέρων. Η υγρασία, η θερμοκρασία και το φως επηρεάζουν τα αιθέρια έλαια, γι' αυτό πρέπει να φυλάσσονται σε μικρά και καλά κλεισμένα δοχεία γυάλινα ή μεταλλικά από ανοξειδωτο χάλυβα και σε θερμοκρασία  $0^{\circ}C$ . (Σουλελής 2000).

Το άρωμα κάθε αιθέριου ελαίου είναι η συνισταμένη όλων των συστατικών του από τα οποία μερικά παίζουν σπουδαίο ρόλο στην τελική διαμόρφωση αυτού. Συνήθως μία ή δύο από τις ουσίες αποτελούν τα κύρια συστατικά και ευθύνονται για το άρωμα των φυτών, ωστόσο σε μερικά αιθέρια έλαια η παρουσία ενός συστατικού σε αναλογία 1% ή και μικρότερη προσδίδει σε αυτό το χαρακτηριστικό του άρωμα. (Σκρουμπής 1988)

**Πίνακας Α.1. Μεταβολισμός του ισοπρενίου σε διάφορα προϊόντα**  
**Table A1. Isoprene metabolism in various products.**

Βασικό μόριο	Ισοπρένιο (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> )					
Επανάληψη	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>n</sub>
Μοριακός τύπος	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub>	C <sub>40</sub> H <sub>64</sub>	C <sub>5n</sub> H <sub>8n</sub>
Κλάση τερπενίων	Μονο-τερπένια	Σεσκι-τερπένια	Δι-τερπένια	Τρι-τερπένια	Τετρα-τερπένια	Πολυ-τερπένια
Τύποι δευτερογενών προϊόντων	Αιθέρια έλαια	Αιθέρια έλαια, Ρητίνες, Αποσκιτικό οξύ	Αιθέρια έλαια, Γιββερελλικό οξύ, Ρητίνες	Ρητίνες, Ελαστικό κόμι		

(Από την Διδακτορική διατριβή της Ε. Πάνου-Φιλοθέου, 2002).

Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων κατατάσσονται στις εξής κύριες ομάδες:

**Μη οξυγονούχα συστατικά**

- Τερπενικοί υδρογονάνθρακες όπως λεμονένιο, οκιμένιο, α-πινένιο, β-πινένιο, καμφένιο.

**Οξυγονούχα συστατικά**

- Αλκοόλες όπως λιναλοόλη, γερανιόλη, κιτρονελλόλη, νερόλη, τερπινεόλη, πουλεγόλη, μενθόλη, πιπιριτόλη, καρβεόλη, βορνεόλη.

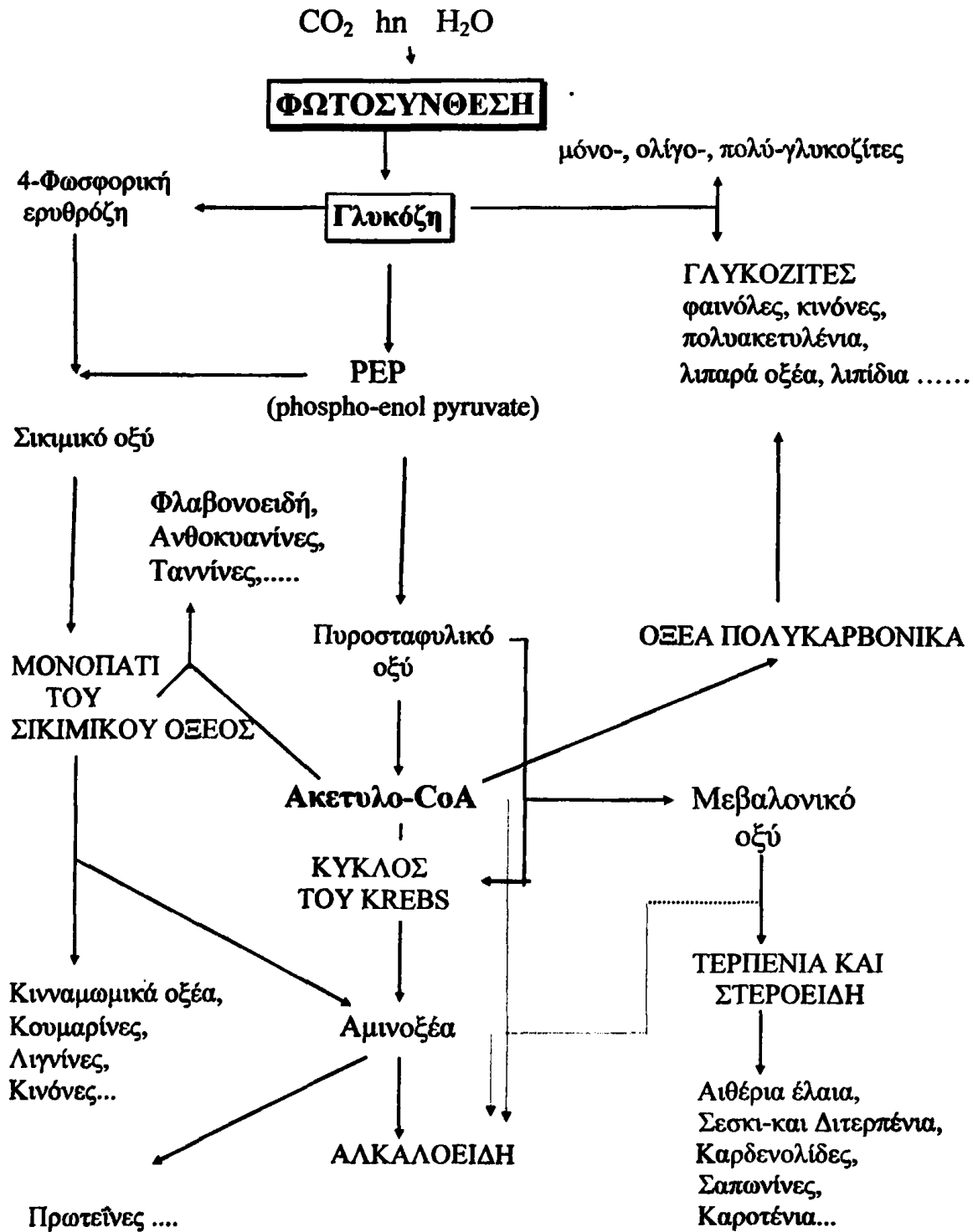
- **Αλδεΐδες** όπως κίτράλη, κιτρονελλάλη, φελλανδράλη, μυρτενάλη, σαφρανάλη.
- **Κετόνες** όπως μενθόνη, πουλεγόνη, καρβόνη, πιπεριτόνη, καμφορά.
- **Φαινόλες** όπως ευγενόλη, θυμόλη, απιόλη, σαφρόλη, ανηθόλη, καρβακρόλη, εστραγόλη.
- **Οξέα** όπως βενζοϊκό οξύ, κινναμωμικό οξύ, αμυγδαλικό οξύ,
- **Εστέρες** όπως οξικός γερανυλεστέρας, οξικός λιναλυλεστέρας, οξικός κιτρονελλυστερας, οξικός μενθυλεστέρας.

Από τα παραπάνω συστατικά εκείνα που συμβάλουν πιο πολύ στο άρωμα των αιθέριων ελαίων είναι οι εστέρες και γενικά τα οξυγονούχα συστατικά.

Η βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων (Σχήμα Α.1) αρχίζει με τις αντιδράσεις κυκλοποίησης του πυροφωσφορικού γερανυλίου και του πυροφωσφορικού φαρνεζυλίου, οι οποίες οδηγούν στο σχηματισμό των βασικών σκελετών των μονοτερπενίων και σεσκιτερπενίων. Οι αντιδράσεις αυτές καταλύονται από ένζυμα που είναι γνωστά ως κυκλάσες.



## ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΟΥΣΙΩΝ ΣΤΟ ΦΥΤΟ



Σχήμα A1. Σχηματική παράσταση της βιοσύνθεσης μεταβολιτών από τα φυτά (Bruneton 1993).

Scheme A1. Metabolite biosynthesis from plants (Bruneton 1993).

Τα περισσότερα από τα αιθέρια έλαια έχουν υψηλό δείκτη διαθλάσεως και συνήθως είναι οπτικά ενεργά. Έχουν μικρή διαλυτότητα στο νερό, αλλά διαλύονται εύκολα σε οργανικούς διαλύτες.

Τα αιθέρια έλαια παράγονται σε ειδικούς εκκριτικούς σχηματισμούς των φυτών, τους ελαιαδένες.

Οι βασικοί τύποι ελαιαδένων είναι (Μποζαμπαλίδης 1993)

- Οι αδενικές τρίχες,
- Οι ελαιοφόροι αγωγοί,
- Οι ελαιοφόρες κοιλότητες,
- Τα ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα.

Τα κύτταρα που απαρτίζουν τους ελαιαδένες έχουν:

- Μεγάλους πυρήνες,
- Θεμελιώδες πλάσμα πλούσιο σε ριβοσωμάτια,
- Πολυάριθμα μιτοχόνδρια

γεγονός που αποδεικνύει τον έντονο μεταβολικό τους χαρακτήρα.

Περιγραφή των εκκριτικών σχηματισμών

#### Οι αδενικές τρίχες

Σχηματίζονται στην επιδερμίδα των υπέργειων τμημάτων του φυτού. Κάθε αδενική τρίχα αποτελείται από το κορυφαίο μέρος, την κεφαλή, και το υποστηρικτικό μέρος που απαρτίζεται από τα κύτταρα του μίσχου και τα κύτταρα της βάσης.

Η βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου φαίνεται να γίνεται στο θεμελιώδες πλάσμα. Το αιθέριο έλαιο παράγεται στα κύτταρα της κεφαλής και από εκεί μεταφέρεται σε ένα χώρο που σχηματίζεται ανάμεσα από τα κορυφαία κυτταρικά τοιχώματα και την ανασηκωμένη εφυμενίδα (Bosabalidis & Tsekos 1982).

Φυτά που διαθέτουν αδενικές τρίχες είναι κυρίως εκείνα της οικογένειας *Lamiaceae* (ρίγανη, θυμάρι, δυόσμος, θρούμπι κ. α.)

#### Οι ελαιοφόροι αγωγοί

Σχηματίζονται στους εσωτερικούς ιστούς του φυτού. Είναι σωληνοειδείς σχηματισμοί οι οποίοι διανύουν κατά μήκος το φυτό και καταλήγουν τυφλά από τη μια μεριά στο έλασμα του φύλλου και από την άλλη στον πρωτογενή φλοιό της ρίζας. Η



εσωτερική κοιλότητα των ελαιοφόρων αγωγών επενδύεται μ' ένα αδενικό επιθήλιο, όπου γίνεται η βιοσύνθεσή του αιθέριου ελαίου και το οποίο στη συνέχεια απεκκρίνεται στην κοιλότητα. Φυτά που έχουν ελαιοφόρους αγωγούς είναι : το σέλινο, ο μαϊντανός, το άνηθο κ. α.

#### **Οι ελαιοφόρες κοιλότητες**

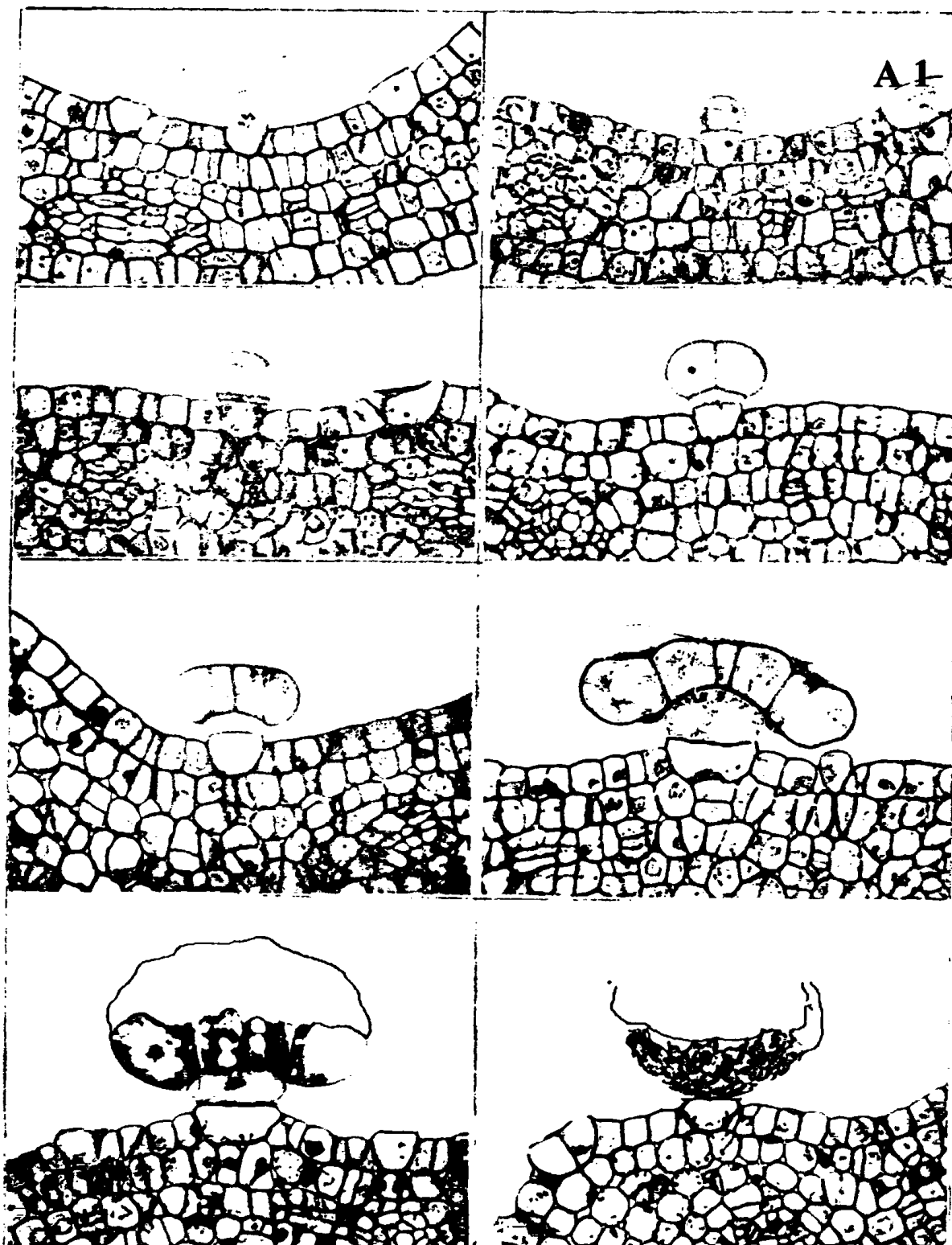
Βρίσκονται συνήθως κάτω από την επιδερμίδα. Έχουν σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές και περιβάλλονται από στιβάδες εκκριτικών κυττάρων. Το αιθέριο έλαιο σχηματίζεται στους λευκοπλάστες των εκκριτικών κυττάρων απ' όπου με το ενδοπλασματικό δίκτυο μεταφέρεται στην περιφέρεια. Εκεί με σύντηξη των μεμβρανών του ενδοπλασματικού δικτύου με το πλασμαλήμμα το αιθέριο έλαιο περιέχεται στο κυτταρικό τοίχωμα και δια μέσου των τριχοειδών πόρων των μικροϊνιδίων του αποπλάστη καταλήγει στην εσωτερική κοιλότητα. Πολύ γνωστά φυτά που διαθέτουν ελαιοφόρες κοιλότητες είναι τα εσπεριδοειδή.

#### **Τα ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα**

Είναι διάσπαρτα μέσα στους ιστούς, ξεχωρίζουν όμως από τα γειτονικά τους από το μέγεθος και την ενδοκυτταρική δομή. Το αιθέριο έλαιο συγκεντρώνεται σε μια κεντρική χυμοτοπιακή κατασκευή. Γνωστό φυτό που έχει ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα είναι η δάφνη.

Παράγοντες που επιδρούν στην ποσότητα και ποιότητα των παραγόμενων αιθέριων ελαίων από το φυτό είναι (Bruneton 1993):

- Ο γενότυπος του φυτού,
- Κλιματικοί παράγοντες, όπως το φως, η θερμοκρασία, η υγρασία, κ.α.,
- Εδαφικοί παράγοντες όπως χημική σύσταση, pH, οργανική ουσία, θερμοκρασία κ.α.



Εικόνα A.1. Ελαιοφόρα τρίχα, διαδοχικά στάδια δημιουργίας της αδενικής τρίχας στη ρίγανη (Bosabalidis and exarchou 1995).

Figure A.1. Glandular hair, tandem stages of oregano glandular hair generation. (Bosabalidis and exarchou 1995).

## Ιδιότητες των αιθέριων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια έχουν ποικίλες θεραπευτικές χρήσεις που οφείλονται στην χημική τους ετερογένεια. Δρουν ως αναπλαστικά, αντιβακτηριακά, ανθελμινθικά, αντιπυκνικά, αντιβιοτικά, διουρητικά, αντισηπτικά, αντισπασμολυτικά, αντιφλεγμονώδη, αντιφλογιστικά, αποχρεμπτικά, εμμηναγωγά, επουλωτικά πληγών και κακώσεων του δέρματος, ευστόμαχα, καταπραϋντικά και ευεργετικά της λειτουργίας του εγκεφάλου, τονωτικά κ.α.

Ειδικότερα:

- **Αντισηπτική δράση**

Αυτή εκδηλώνεται εναντίον βακτηρίων, μυκήτων ή ζυμών. Η ρίγανη, η σατουρέγια, η κανέλα, το θυμάρι, το γαρύφαλλο, η λεβάντα, ο ευκάλυπτος, είναι φυτά με ισχυρές αντισηπτικές ιδιότητες. Συστατικά όπως η γερανιόλη, η λιναλοόλη και θυμόλη εκδηλώνουν 7,5 έως 20 φορές μεγαλύτερη αντισηπτική δράση από τις φαινόλες.

- **Ιδιότητες αποχρεπτικές όπως το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου.**

• **Ιδιότητες σπασμολυτικές, ηρεμιστικές** Τα αιθέρια έλαια με κύριο συστατικό την ανιθόλη (οικ. *Umbellifrae*) αλλά και η μέντα και ο δυόσμος έχουν τέτοιες ιδιότητες και χρησιμοποιούνται ως ευστόμαχα και χωνευτικά. Επίσης δρουν και σαν τονωτικά του κεντρικού νευρικού συστήματος που σε μεγάλες δόσεις μπορούν να προκαλέσουν σπασμούς.

• Άλλες ιδιότητες που τους αποδίδονται είναι: χολαγωγά (δεντρολίβανο, σάλβια) ταινιοκτόνα (*Chenopodium sp*) εμμηναγωγά, αντιφλεγμονώδη κ.α.

### 3. Η ΟΘΡΥΣ

#### 3.1. Γενικά στοιχεία

Η Όθρυς είναι ψηλό βουνό με υψόμετρο 1750 m. Απλώνεται σε μια μεγάλη περιοχή από τον Αλμυρό μέχρι την Λαμία και τον Δομοκό. Παρουσιάζει εξαιρετική ποικιλομορφία ως προς το ανάγλυφο της, με πολλές χαράδρες, ρέματα και κορυφές.

Προς τις παρυφές του όρους υπάρχουν παλαιότεροι και νεότεροι ασβεστόλιθοι ισχυρά πτυχωμένοι και διερρηγμένοι από την δράση τεκτονικών δυνάμεων οι οποίοι παρουσιάζουν και φαινόμενα καρστικής διάβρωσης. Επίσης στην περιοχή υπάρχει και ποσότητα φλύσχη.

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό με ήπιους χειμώνες στις περιοχές με χαμηλότερο υψόμετρο και δροσερά καλοκαίρια, ιδιαίτερα πάνω από τα 600 m. Οι κορυφές καλύπτονται σχεδόν όλο το χειμώνα από χιόνια (πάνω από 1500 m.).

Χαρακτηριστικό της Όθρυς είναι οι αραιές βροχοπτώσεις από την Άνοιξη ως τα μέσα Οκτωβρίου.

Σύμφωνα με την Κοτίνη-Ζαμπάκα (1983), στον ελλαδικό χώρο αναγνωρίζονται πέντε κλιματικές υποδιαιρέσεις του μεσογειακού κλίματος, οι οποίες καθορίζονται με βάση την ετήσια πορεία του μηνιαίου ρυθμού καταιγίδων K (εικόνα Α.2). Η περιοχή του όρους Όθρυς υπάγεται στην μεταβατική ζώνη β, δηλ. στη μεταβατική ζώνη που συγκλίνει περισσότερο προς την ηπειρωτική μεσογειακή, αλλά βρίσκεται και πολύ κοντά στη ζώνη γ.

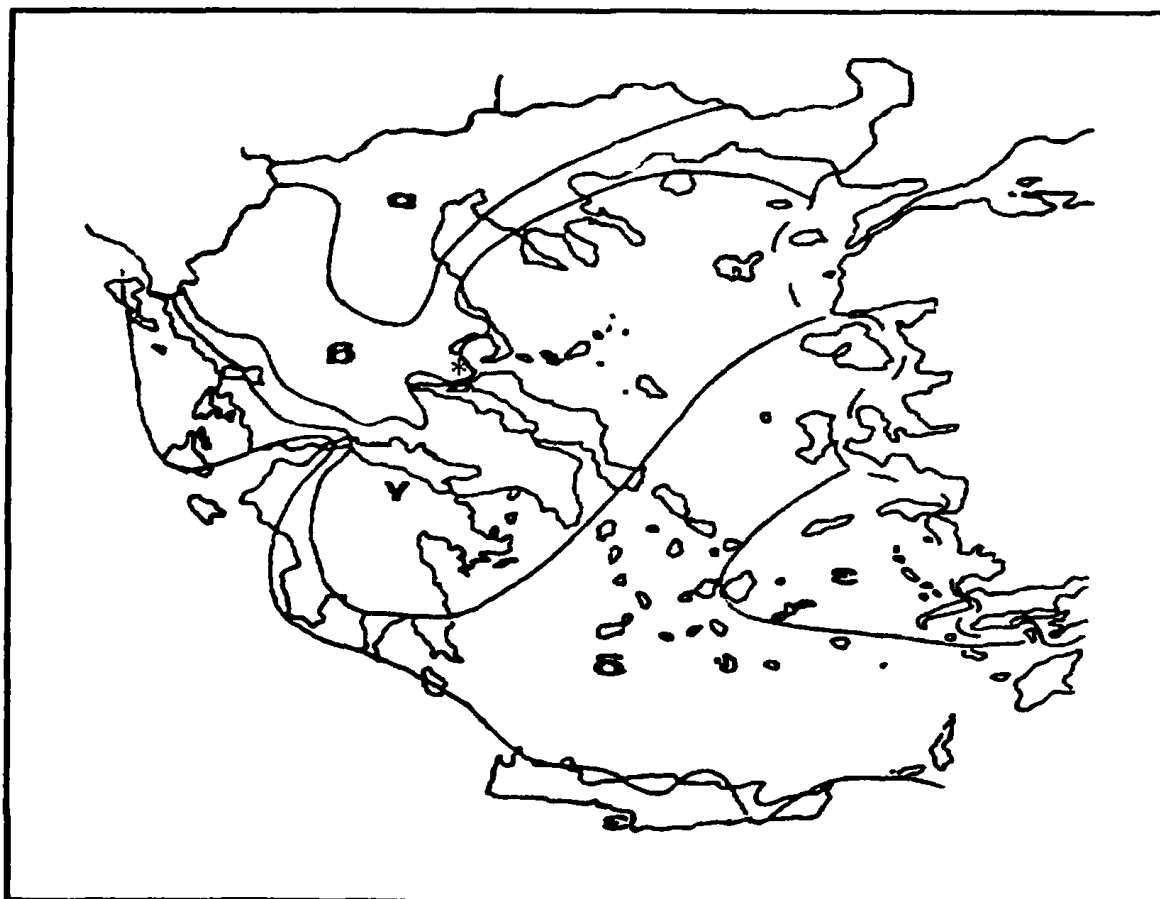
Το μικροκλίμα μιας περιοχής είναι γνωστό ότι επηρεάζεται από έναν αριθμό παραγόντων, άλλων λιγότερο και άλλων περισσότερο σημαντικών. Τέτοιους παράγοντες αποτελούν το υψόμετρο, η έκθεση στον ήλιο και τους ανέμους, η κλίση και η διαμόρφωση του εδάφους μιας περιοχής. Κατά κανόνα, αύξηση του υψομέτρου έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της βροχόπτωσης και μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και της συγκέντρωσης του οξυγόνου.

Μετεωρολογικός σταθμός στο όρος Όθρυς δεν υπάρχει. Οι πλησιέστεροι είναι ο σταθμός της Αγχιάλου (υψόμετρο 15m,  $\varphi=$ ,  $\lambda=$ ) και της Λαμίας (υψόμετρο m,  $\varphi=$ ,  $\lambda=$ )



Με προσέγγιση η ετήσια ολική ακτινοβολία σε έδαφος με κλίση  $30^\circ$  είναι  $1356,5 \text{ kWh/m}^2$ , οι ώρες ηλιοφάνειας είναι 2497, η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι  $16,8^\circ\text{C}$  και το ύψος του νετού είναι 600mm

Ειδικότερα, ο ρυθμός της μεταβολής της θερμοκρασίας με το ύψος εκφράζεται με την κατακόρυφη θερμοβαθμίδα, η οποία ορίζεται ως η ελάττωση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα ανά μονάδα ύψους. Συμβολίζεται με  $\gamma$ , και ισχύει:  $\gamma = -\delta T / \delta z$ ,

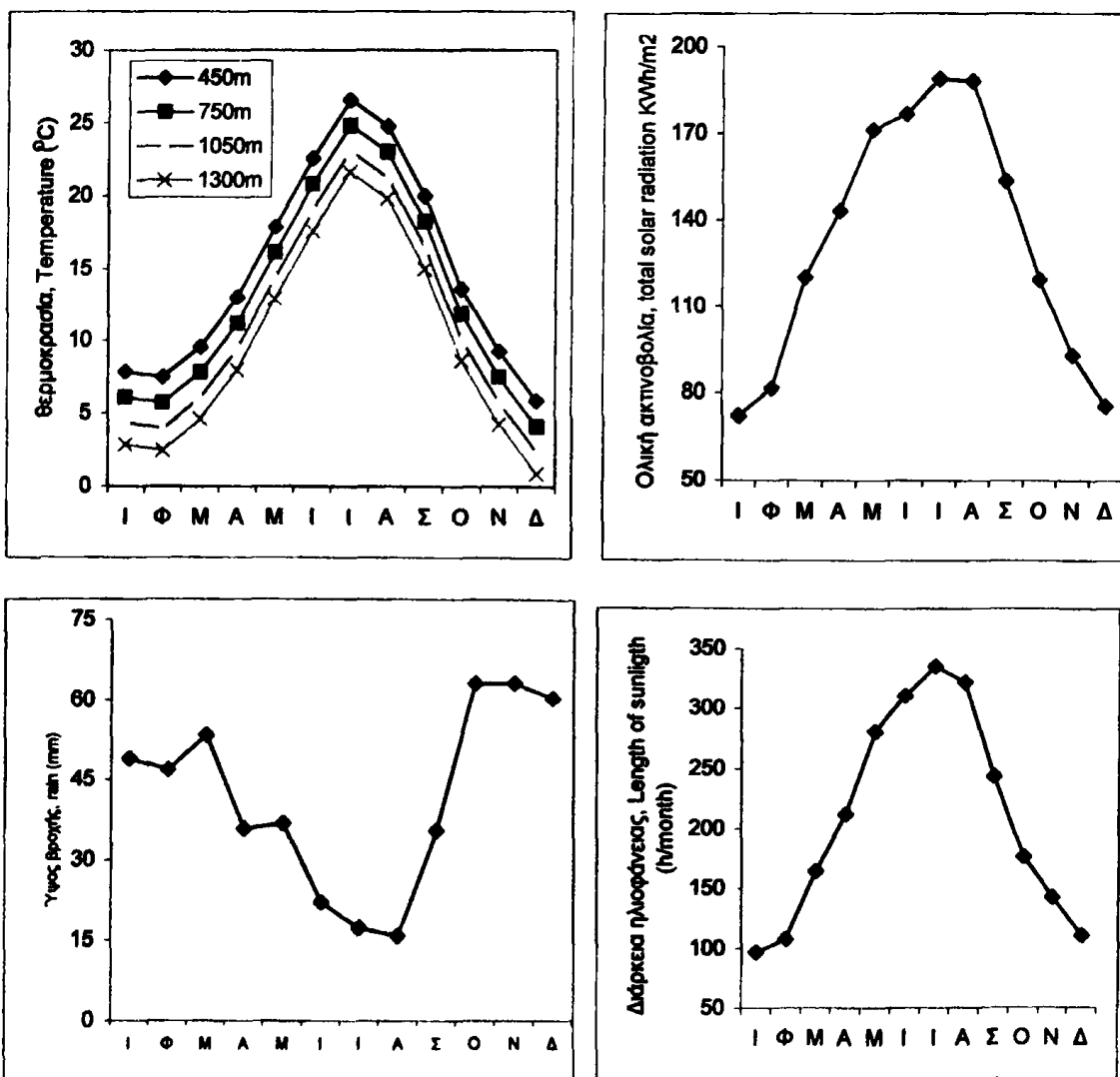


**Εικόνα. Α.2.** Μεταβατικές κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα: α ηπειρωτική μεσογειακή θερμού θέρους, όχι όμως τόσο ξηρή όσο η γνήσια μεσογειακή, β μεταβατική ζώνη που συγκλίνει περισσότερο προς την ηπειρωτική μεσογειακή, γ κύρια μεταβατική ζώνη μεταξύ ηπειρωτικών μεσογειακών και γνήσιων μεσογειακών κλιμάτων, δ γνήσια μεσογειακή με ατμοσφαιρική ευστάθεια, ε γνήσια ατμοσφαιρική με μεγαλύτερη ατμοσφαιρική ευστάθεια (Κοτίνη-Ζαμπάκα, 1983), (\* η θέση του όρους Όθρυς).

**Figure A2.** Major climatic zones of Greece: a continental Mediterranean zone, b transitional zone deviating to the continental Mediterranean, c transitional zone between the continental Mediterranean and real Mediterranean zone, d real Mediterranean zone, e Mediterranean zone with higher atmospheric stability than zone d (Kotini-Zambaka, 1993) Asterisk indicates the location of Mt. Othrys

όπου το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι αύξηση του ύψους αντιστοιχεί σε ελάττωση (στην τροπόσφαιρα) της θερμοκρασίας. Συνήθως εκφράζεται σε °C / 100m ύψους και κατά μέσο όρο η τιμή της είναι  $\gamma = 0,6 \text{ }^\circ\text{C} / 100\text{m}$ .

Η βλάστηση διαφοροποιείται σε τρεις κύριες ζώνες. Η πρώτη ζώνη από 1-550m. περιλαμβάνει πυκνή βλάστηση από πουρνάρια (*Quercus coccifera*) και άλλα φυτά του φρυγανικού οικοσυστήματος. Στη δεύτερη ζώνη το είδος που επικρατεί είναι η αιωνόβια δρυς, και άλλα φυλλοβόλα και αειθαλή δέντρα. Η Τρίτη ζώνη ή υποαλπική ζώνη χαρακτηρίζεται από την αλπική πόα και τα πανύψηλα αιωνόβια έλατα (*Abies sp.*)



Σχήμα Α2. Ετήσιες μεταβολές κλιματικών παραμέτρων του όρους Όθρυς.

Scheme A2. Annual variation of climate parameters of Mountain Othrys.



### 3.2. Τα αρωματικά φυτά στο όρος Όθρυς

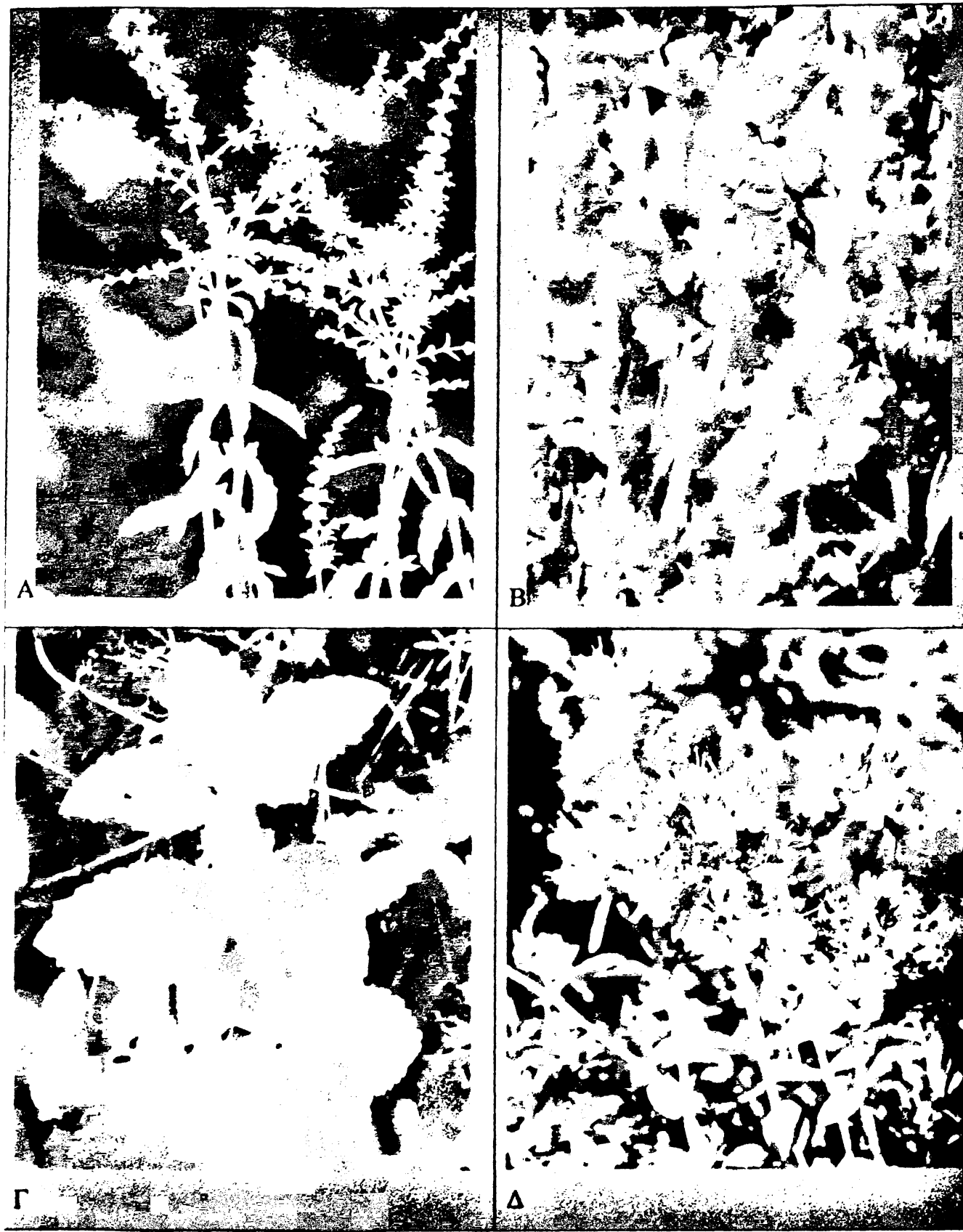
Η περιοχή έχει μεγάλη ποικιλία από αρωματικά φυτά και βότανα πάνω από 22 είδη, ένας μεγάλος αριθμός που δηλώνει ότι οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη των αρωματικών φυτών.

Στις υγρές περιοχές και με περιορισμένη ηλιακή ακτινοβολία αυτοφύονται φυτά όπως η *Mentha longifolia* subsp. *petiolata*, *Mentha pulegium* subsp. *pulegioides*, *Melissa officinalis* *Vitex agnus castus*, ενώ αντίθετα σε πιο ξηρές περιοχές και με αρκετή ηλιοφάνεια τα είδη *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Coridothymus capitatus*, *Calamintha nepeta*, *Achillea millefolium*, *Thymus sp.*, *Salvia pomifera* subsp. *calycina*.

Ως προς το υψόμετρο τα φυτά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες,. Αυτά που φυτρώνουν σε μία συγκεκριμένη υψομετρική ζώνη όπως είναι το *Coridothymus capitatus* στα 100m, η *Salvia pomifera* subsp. *calycina* στα 380m και το είδος *Sideritis raeseri* πάνω από τα 1500m. Και αυτά που φυτρώνουν σε πιο μεγάλο υψομετρικό εύρος. Τέτοια φυτά είναι η *Achillea millefolium*, *Thymus sp.*, και η *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*. Ακόμα και αυτά τα φυτά όμως εμφανίζονται σε μία υψομετρική ζώνη να χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό ατόμων, δηλαδή να κυριαρχεί ένα είδος σε μία έκταση αρκετών τετραγωνικών μέτρων. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η ρίγανη στα 900-1000m και το θυμάρι στα 1100 m (Ξύστρας 2005).

Στο χωριό Κοκκωτοί άρχισε από το 1967 η καλλιέργεια του φυτού Τσάι του βουνού (*Sideritis raeseri*) αργότερα επεκτάθηκε και στα γύρω χωριά. Στην αρχή οι δυσκολίες ήταν μεγάλες γιατί έλειπαν οι σχετικές γνώσεις και η πείρα. Τώρα πλέον οι καλλιεργητές έχουν αποκτήσει και γνώσεις και πείρα γι' αυτό και η καλλιέργεια έγινε σχετικά εύκολη. Σήμερα είναι η κύρια καλλιέργεια των κατοίκων του χωριού. Ένα άλλο αρωματικό φυτό από το οποίο ενισχύουν το εισόδημα τους οι κάτοικοι της Όθρυς είναι η ρίγανη (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) η οποία καλλιεργείται και συγκομίζεται από αυτοφυής πληθυσμούς





Εικόνα Α3. Αρωματικά φυτά του όρους Όθρυς, Α=*Mentha longifolia*, Β= *Sideritis raeseri*, Γ= *Melissa officinalis* Δ= *Thymus* sp. (Ξύστρας 2005)

Figure A3. Aromatic plants in Mt. Othrys. Α=*Mentha longifolia*. Β= *Sideritis raeseri*.



## 4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

### 4.1. Γενικά στοιχεία

Το φυσικό περιβάλλον όπου αναπτύσσονται τα φυτά, είναι ένα πολύ παραγοντικό σύστημα, το οποίο αποτελείται από ένα πλήθος βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων όπως η θερμοκρασία του αέρα, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, η έκθεση στον άνεμο, η ένταση του φωτός, η UV ακτινοβολία, η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> κ.τ.λ. αλλά και η γονιμότητα του εδάφους. Το καθένα από αυτά τα στοιχεία αλλά και ο συνδυασμός όλων αυτών των παραγόντων ασκεί στα φυτά μια πίεση, που εκφράζεται με αλλαγές στη μορφολογία και στην ανατομία τους, αλλά και στη φυσιολογία και την παραγωγικότητα τους. Τα ποώδη φυτά επηρεάζονται πιο πολύ από ότι τα ξυλώδη φυτά. Στα αρωματικά φυτά οι παράγοντες αυτοί επιδρούν άλλοι περισσότερο και άλλοι λιγότερο στην ποσότητα και ποιότητα των αιθέριων ελαίων.

### 4.2. Φως-Ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η κύρια πηγή ενέργειας στη γη. Καθώς εισέρχεται στην ατμόσφαιρα το 43% της ολικής ακτινοβολίας αντανακλάται στο διάστημα με τα μόρια του αέρα και τα σύννεφα, το 15% χρησιμοποιείται για την θέρμανση του αέρα και έτσι μόνο το 43% σαν διηθητική και άμεση ακτινοβολία φθάνει στην επιφάνεια της γης.

Η ηλιακή ακτινοβολία φθάνει στη γη με τη μορφή φωτονίων (quanta). Ο ήλιος προμηθεύει την απαραίτητη ενέργεια στους ζωντανούς οργανισμούς. Αυτή η ενέργεια μετασχηματίζεται σε χημική ενέργεια των ενώσεων του άνθρακα, χάρη στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, η οποία πραγματοποιείται με τη βοήθεια της χλωροφύλλης, που δρα ως φωτοδεδεσμευτική χρωστική (Καρατάγλης 1994).

Στα φυτά το φως έχει άμεση επίδραση στη ταχύτητα της φωτοσύνθεσης, στην ανάπτυξη και στην αύξηση των φυτών με τη ρύθμιση του ανοίγματος των στομάτων, τη μεταβολή της θερμοκρασίας του φυτού και τη σύνθεση χλωροφύλλης με την ένταση, την ποιότητα και τη διάρκεια του.



### **Ένταση του φωτός**

Η ένταση του φωτός που φθάνει στα φυτά παρουσιάζει διακυμάνσεις ανάλογα με το υψόμετρο που φύονται τα φυτά, τη γεωγραφική θέση (γεωγραφικό πλάτος), τη μορφολογία του εδάφους, τη νέφωση, την ώρα της ημέρας, την εποχή του έτους και τη βλάστηση της περιοχής.

### **Ποιότητα του φωτός**

Το μήκος κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας που αξιοποιείται από τα φυτά για τη φωτοσύνθεση λέγεται φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία (Photosynthetically active radiation = PhAR) και είναι μεταξύ των 380-710nm. Αυτή η ακτινοβολία είναι το 45% της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ το υπόλοιπο 50% ανήκει στην υπέρυθρη και το 5% στην υπεριώδη. Η UV-B ακτινοβολία αυξάνεται 5-8% ανά κάθετο χιλιόμετρο (Madronich 1993), με αποτέλεσμα τα φυτά στα υψηλότερα υψόμετρα να δέχονται περισσότερη ακτινοβολία απ' ό τι στα χαμηλότερα υψόμετρα.

Όσον αφορά την ποιότητα του φωτός, τα φύλλα απορροφούν περισσότερο το ερυθρό (640-700nm) και το κυανό (<480nm) τμήμα του φάσματος και λιγότερο το πράσινο. Δηλαδή η ταχύτητα της φωτοσύνθεσης είναι εντονότερη στο ερυθρό και κυανό φως από ότι στο πράσινο.

### **Διάρκεια του φωτός**

Σχετικά με την διάρκεια του φωτός η πολύ μεγάλη διάρκεια δεν δρα δυσμενώς επί της φωτοσύνθεσης διότι έχειδειχθεί πειραματικώς ότι τα φυτά συνεχίζουν τη φωτοσύνθεση ακόμα και όταν εκτίθενται στο φως επί σχετικών μακρά χρονικά διαστήματα.

### **4.3. Οι συνθήκες φωτισμού υπό την σκιά των φυλλωμάτων των δέντρων ή θάμνων**

Τα φυτά ευδοκιμούν σ' ένα μεγάλο εύρος συνθηκών φωτισμού, κάποια είδη είναι γενετικά προσαρμοσμένα να ζουν σε μόνιμες συνθήκες σκίασης, κάποια άλλα στο



πλήρες φως ενώ κάποια διαθέτουν τις φυσιολογικές προσαρμογές έτσι ώστε να ανέχονται ένα μεγάλο εύρος εντάσεων φωτισμού (εγκλιματισμός-acclimation).

Κάτω από μία φυτική κόμη, σε ένα σκιερό υποόροφο ενός δάσους οι συνθήκες φωτισμού παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Υπάρχει μια διαφορά στην ένταση του φωτός. Το φως έχει κατά μέσο όρο χαμηλότερη ένταση έως 160 φορές περίπου ( $15-2400 \mu\text{mol φωτονίων m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) για την περιοχή του φάσματος από 400-700nm (Φωτοσυνθετική φωτονιακή ροή PPF) σε σχέση με μία πλήρως εκτεθειμένη στο φως περιοχή.
2. Η ποιότητα του φωτός (φασματική σύνθεση) μεταβάλλεται λόγω της εκλεκτικής απορρόφησης από την υπερκείμενη φυτική κόμη. Περιέχει δηλαδή μικρότερο αριθμό φωτονίων μήκους κύματος 400-680nm, αλλά κατ' αναλογία περισσότερα άνω των 680nm και συγκεκριμένα στο βαθύ ερυθρό και υπέρυθρο τμήμα του φάσματος.
3. Οι συνθήκες φωτισμού μπορεί να αλλάζουν απότομα στη διάρκεια της ημέρας λόγω της ασυνέχειας της φυτικής κόμης, δημιουργώντας ηλιοκηλίδες. Με αποτέλεσμα τα φύλλα που βρίσκονται σε πλήρη σκιά να δέχονται ξαφνικά για πολύ λίγα λεπτά φως δεκαπλάσιας έντασης. Οι ηλιοκηλίδες ως ποσότητα μπορεί να παρέχουν τη μισή σχεδόν από την εισερχόμενη ακτινοβολία παρόλο αυτά είναι καταστροφική για τα φύλλα που αναπτύσσονται στη βαθιά σκιά.

#### 4.4. Επίδραση του υψόμετρου στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά

Κατά την υψομετρική διαβάθμιση ενός όρους παρατηρούνται μεταβολές σε έναν αριθμό περιβαλλοντικών παραγόντων (θερμοκρασία του αέρα, ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, έκθεση στον άνεμο, ένταση του φωτός, UV-B ακτινοβολία, συγκέντρωση CO<sub>2</sub>, γονιμότητα του εδάφους κ.α.) οι μεταβολές αυτές, έχουν άλλες περισσότερη και άλλες λιγότερη επίδραση στην αύξηση και τη μορφολογία των φυτών, στις φυσιολογικές παραμέτρους των φυτών και στην ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων των φυτών.

Η μορφολογία των φυτών παρουσιάζει διαφορές σε σχέση με το υψόμετρο που φύονται. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα τα φυτά ήταν κοντότερα και με μειωμένο μήκος



της ταξιανθίας τους, για τα *Satureja thymbra* και *Coridothymus capitatus* (Καρουσου 1995). Όσον αφορά τα φύλλα, σε άλλα φυτά το μέγεθος είναι μικρότερο (Cordell et al., 1998) στα μεγάλα υψόμετρα και σε άλλα φυτά είναι μεγαλύτερα (Weith and Karlsson 1999).

Η ποσότητα των αιθέριων ελαίων των αρωματικών φυτών στην λεκάνη της μεσογείου είναι μεγαλύτερη σε φυτά που φύονται σε χαμηλά υψόμετρα για αρκετά φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* (Kokkini et al., 1989). Συγκεκριμένα το *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* οι μεγαλύτερες αποδόσεις καταγράφηκαν σε φυτά χαμηλότερων υψομέτρων από τους Kokkini et al (1989), Vokou et al., (1993) και από προηγούμενη εργασία Ξυστρας et al., (2006).

Η ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου μπορεί να διαφοροποιείται σε φυτά του ίδιου είδους με το υψόμετρο. Σε φυτά του είδους *Mentha X piperita* από την βόρεια Ινδία τα φυτά των χαμηλότερων υψομέτρων είχαν καλύτερης ποιότητας αιθέριο έλαιο (μεγαλύτερη συγκέντρωση μινθόλης και οξικού μεθυλεστέρα) από αυτά των μεγαλύτερων υψομέτρων (Shahi et al., 1999). Σε φυτά ρίγανης στην νότια Ιταλία στα 400-800m ευνοούταν η βιοσυνθετική οδός της θυμόλης η οποία ήταν πιο αποτελεσματική από τη βιοσυνθετική οδό της καρβακρόλης (Russo et al., 1998). Στο *Thymus zygis* βρέθηκε ότι η παραγωγή φαινολών γινόταν σε μικρά υψόμετρα σε θερμούς και ξηρούς βιότοπους (Saez 1995).

#### 4.6. Επίδραση του φωτός στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά

Το φως είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την τελική παραγωγή πολλών συστατικών. Η επίδραση του φωτός στην αύξηση των φυτών ασκείται με την ρύθμιση του ανοίγματος των στομάτων, με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του φυτού, με την σύνθεση της χλωροφύλλης και με τη φωτοσύνθεση. Το φως επηρεάζει άμεσα την φωτοσύνθεση αφού απουσία του δεν έχουμε καμία φωτοσυνθετική δραστηριότητα παρά μόνο αναπνευστική. το φως δίνει την απαιτούμενη ενέργεια στο φυτό για να σχηματίσει από το CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας και το νερό τους υδατάνθρακες. Με αυξανόμενη ένταση του φωτισμού αυξάνεται ταυτόχρονα και η ένταση της φωτοσύνθεσης. Όταν η ένταση του φωτός είναι πάνω από το σημείο εξισορρόπησης τότε σχηματίζονται περισσότερες ουσίες από αυτές που καταναλώνονται στην αναπνοή,



και τα φυτά αρχίζουν να αυξάνονται σε ξηρό βάρος, καθώς αποταμιεύουν υψηλής ενέργειας συστατικά (υδατάνθρακες, άμυλο, λίπη κ.α.). Στη συνέχεια αυτές οι αποταμιευτικές ουσίες διασπώνται, απελευθερώνοντας ένα μέρος της ενέργειας με τη μορφή του ATP. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται στην αύξηση, ενώ μέρος της καταναλώνεται για την επαναδόμηση του πρωτοπλάσματος των νέων κυττάρων που σχηματίζονται.

### **Ένταση του φωτός (χαμηλή φωτοσυνθετική φωτονιακή ροή PPF)**

Η ένταση του φωτός παίζει σημαντικό ρόλο στην βιοσύνθεση διαφόρων φαρμακευτικών και αρωματικών μεταβολιτών.

Σε υψηλής έντασης φωτισμού αναφέρθηκαν μεγάλες αποδόσεις αιθέριων ελαίων στα *Anethum graveolens* (Halva et al., 1992), *Thymus vulgaris* (Yamaura et al., 1989), *Mentha X piperita* (Clark and Menary 1979). Ενώ χαμηλές εντάσεις οδήγησαν στην μείωση της ποσότητας των μονοτερπενίων στο *Hedeoma drummondii* έως και 50% (Firmage 1981). Στο *Origanum Syriacum* η μείωση της έντασης του φωτισμού με τεχνητή σκίαση καθυστερήθηκε η ανθοφορία και μειώθηκε η αναλογία του βάρους της ταξιανθίας προς το συνολικό βάρος του φυτού (Dudai et al., 1989).

Στο *Satureja douglasii* διαφορετικές εντάσεις φωτός σε συνδυασμό με διαφορετικές θερμοκρασίες μετέβαλαν την ποσοτική και ποιοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων (Lincoln and Langenheim 1978). Στα φυτά *Mentha X piperita* η υψηλή ένταση του φωτός αύξησε τη μινθόνη ενώ μείωσε το μινθοφουράνιο και την πουλεγόνη (Burbott and Loomis 1967).

### **Ποιότητα του φωτός (UV-B=280-315nm, UV-A=360nm, μπλέ, βαθύ ερυθρό και υπέρυθρο>680nm)**

Η επίδραση της UV-A ακτινοβολίας ασκεί σημαντική επίδραση στην φωτομορφογένεση και στην παραγωγή των δευτερεύον μεταβολιτών στα αρωματικά φυτά και συγκεκριμένα στη *Mentha piperita* όπου όταν δόθηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατηρήθηκε αύξηση στην συνολική φυλλική επιφάνεια, στην αναλογία της a/b χλωροφύλλης, στην συνολική ποσότητα φαινολών, στην ποσότητα των αιθέριων



ελαίων και στη συγκέντρωση του μενθοφουρανίου και τη μενθόλη. Ενώ όταν δόθηκε την νύχτα μειώθηκε η συνολική ποσότητα των φαινολικών ουσιών, η ποσότητα του αιθέριου ελαίου και η ποσότητα της μενθόλης (Maffei et al., 1999).

Αντιθέτως η συμπληρωματική UV-B ακτινοβολία δεν φαίνεται να επιδρά στην ποσότητα των αιθέριων ελαίων του χημειότυπου (piperitone oxide, piperitenone oxide) στη *Mentha spicata*, ενώ θετική επίδραση με αύξηση των αιθέριων ελαίων παρατηρήθηκε στο χημειότυπο (carvone, dihydrocarvone)(Karousou et al., 1998) Στο *Ocimum basilicum* συμπληρωματική UV-B ακτινοβολία είχε ως αποτέλεσμα αύξηση στα κύρια συστατικά του βασιλικού (ευγενόλη, μεθυλ-ευγενόλη) και στα μονοτερπένια (λιναλοόλη, 1,8 κινεόλη και trans-b-ocimene) (Johnson et al., 1999).

Το μπλε χρώμα (450nm) σε συνδυασμό με παρουσία λευκού φωτός, είχε αρνητική επίδραση στα αιθέρια έλαια της μέντας και των συνολικών φαινολικών ουσιών. Μειώθηκε η βιοσύνθεση της μενθόλης κατά 65%, ενώ αυξήθηκε η συγκέντρωση του μενθοφουρανίου (Maffei and Scannerini 1999).

Από την άλλη, το κόκκινο χρώμα επιδρά θετικά στα επίπεδα των μονοτερπενίων μέσω φυτοχρώματος στα *Thymus vulgaris* (Tanaka et al., 1989) και *Satureja douglasii* (Peer and Langenheim, 1998).

#### Διάρκεια του φωτός (Φωτοπερίοδος)

Η ρίγανη είναι μακροήμερο φυτό. Η φωτοπερίοδος επηρεάζει άμεσα τον ρυθμό ανάπτυξης και την ανθοφορία των φυτών. Τα φυτά ανθοφορούν κάτω από συνθήκες με φώς από 12-16 ώρες /ημέρα. Ενώ με 12 ώρες /ημέρα τα φυτά είναι πιο ζωνρά, με μεγάλη φυλλική επιφάνεια και μεγάλο ξηρό βάρος (Marzi 1996, Circella and D'Andrea). Στο *Origanum majorana* μόνο πάνω από 13ώρες/ημέρα ευνοείται η κατακόρυφη ανάπτυξη των βλαστών και η ανθοφορία. (Circella et al., 1995). Ενώ σύμφωνα με τους Burbott και Loomis (1967) πιθανών να μην επηρεάζεται άμεσα από τη φωτοπερίοδο ο μεταβολισμός των μονοτερπενίων, αλλά από την επίδραση της φωτοπεριόδου στην ανάπτυξη και την ανθοφορία στα φυτά του είδους *Mentha piperita*.

Η αυξημένη φωτοπερίοδος στο *Origanum syriacum* αύξησε την ποσότητα του αιθέριου ελαίου στα φύλλα (Dudai et al., 1992).





Θετική επίδραση είχε στην ποιοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων του *Mentha X piperita* επίσης θεωρήθηκε υπεύθυνη για την ποικιλία των μεταβολικών οδών των μονοτερπενίων (Voisin et al., 1990). Στα φυτά *Mentha X piperita* η αύξηση της φωτοπερίοδου μείωσε την ποσότητα του μινθοθουρανίου, της πουλεγόνης, του οξικού μεθυλεστέρα και του λιμονένιου (Clark and Menary 1980). Αντιθέτως η μείωση οδήγησε σε αύξηση της μινθόνης, μινθόλης και του νεομινθυλεστέρα (Clark and Menary 1979). Ενώ τα σποριόφυτα του *Thymus vulgaris* που αναπτύχθηκαν σε μεγάλη φωτοπερίοδο παρουσίασαν αυξημένη ποσότητα θυμόλης που ήταν το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου (Yamaura et al., 1989). Στο *Origanum syriacum* σε πειράμα κάτω από μεγάλης διάρκειας φωτοπερίοδο αυξήθηκε η ποσότητα του γ-τερπενίου, της καρβακρόλης και της θυμόλης (κύριο συστατικό), ενώ μειώθηκε το π-κυμένιο στο αιθέριο έλαιο (Dudai et al., 1992). Στο *Origanum majorana* οι 16 ώρες/ημέρα αύξησαν τη ποσότητα του cis-sabine hydrate που είναι το κύριο συστατικό ενώ μειώθηκε η ποσότητα των περισσότερων μονοτερπενίων (Circella et al., 1995).

#### **Σκίαση (χαμηλή ένταση, περισσότερα φωτόνια άνω των 680nm, ηλιοκηλίδες)**

Μια αντικαρκινική ουσία η carptothecin που παράγεται από το φυτό *Camptotheca accuminata* παράγεται σε μεγάλες ποσότητες σε συνθήκες σκιάς (Kaufman et al., 1999). Αντιθέτως, το φυτό *Aloe vera* σε υψηλές συνθήκες ακτινοβολίας παράγει περισσότερη ξηρή ουσία αλλά χωρίς ουσιαστικά αποτελέσματα στους δευτερογενείς μεταβολίτες (Paez et al., 2000).

## **B. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Τα αρωματικά φυτά που μπορούν να καλλιεργηθούν σε φτωχά ή πετρώδη εδάφη, σε περιοχές που δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό ή ακόμα και σε οικοσυστήματα που επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα, με αποτέλεσμα να αξιοποιούνται περιοχές εκεί που είναι προβληματική η καλλιέργεια άλλων ειδών.

Η αρωματική γλωρίδα της Ελλάδας είναι πολύ πλούσια λόγω των ευνοϊκών εδαφικών και κλιματολογικών συνθηκών και διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, με αποτέλεσμα να υπάρχουν είδη ενδημικά που δεν φυτρώνουν σε κανένα άλλο μέρος στο κόσμο όπως για παράδειγμα ο Δίκταμος, *Origanum dictamnus* της Κρήτης. Έχουν γίνει



αρκετές μελέτες επάνω στα αρωματικά φυτά της Ελλάδας και συγκεκριμένα για ορισμένα είδη όπως η Μέντα (Κοκκίνη 1983), Τσάι του βουνού ( Γκολιάρης 1995) ή περιοχές: όρος Παγγαίο (Κωφίδης 2004), οικογένεια *Labiatae* στην Κρήτη (Καρούσου, P. B. 1995) Εθνικός Δρυμός Βίκου-Αωού (Χανλίδου 1996).

Ωστόσο για την κεντρική Ελλάδα και συγκεκριμένα για το όρος Όθρυς έχουν γίνει λίγες μελέτες και για πολύ λίγα αρωματικά φυτά, Τσάι του βουνού ( Γκολιάρης 1995), Ρίγανη (Fleisher and Sneer 1982) (Ξύστρας 2005)

Αυτές οι μελέτες στοχεύουν στο να εμπλουτίσουν τις γνώσεις μας γύρω από τα αρωματικά φυτά, που ξέρουμε λίγα πράγματα σε σύγκριση με άλλα φυτά που καλλιεργούνται. Επίσης είναι σημαντική η καταγραφή των αρωματικών φυτών που αυτοφύονται στη χώρα μας ανά περιοχή για να επισημανθούν οι διαφορές ως προς την απόδοση σε αιθέρια έλαια και των συστατικών που τα αποτελούν, (και άλλα χρήσιμα στοιχεία για την καλλιέργεια και τη μεταποίηση τους). Έτσι οι παραγωγοί θα καλλιεργούν τα τοπικά αρωματικά φυτά πιο εύκολα από άλλα είδη που συναντώνται σε εντελώς διαφορετικά οικοσυστήματα, με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται ίσως ο χημειότυπος ή να αυξάνει το κόστος παραγωγής.

Καθώς αναπτύσσεται η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών στην χώρα μας, μεγαλώνει και η ανάγκη για εύρεση γενετικού υλικού που να ανταποκρίνεται σε υψηλής παραγωγικότητας φυτά και με ποιοτικά χαρακτηριστικά που να τα καθιστούν ανταγωνιστικά στο χώρο του εμπορίου. Με αποτέλεσμα οι αυτοφυή πληθυσμοί (ριζώματα, σπόροι) να αποτελούν πηγή γενετικού υλικού για περαιτέρω βελτιώσεις.

Επιπλέον με αυτήν την εργασία γίνεται μία προσπάθεια της καταγραφής των περιοχών όπου φύεται η καλύτερη ποιοτικώς ρίγανη, με σκοπό η καταγραφή αυτή να συμβάλει στις γνώσεις των κατοίκων οι οποίοι συλλέγουν ρίγανη για την ενίσχυση του εισοδήματος τους, και δεύτερον την προστασία αυτών των πληθυσμών από την εντατική κτηνοτροφία.

Η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών σε μεγάλες εκτάσεις σε συνδυασμό με την αξιοποίηση της υπάρχουσας αυτοφυούς χλωρίδας συμβάλει στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, την εκμετάλλευση φτωχών ή εγκαταλειμμένων χωραφιών, την αύξηση του γεωργικού εισοδήματος ιδίως των ορεινών και ημιορεινών περιοχών, στη δημιουργία μικρών βιομηχανικών μονάδων στην ύπαιθρο, στην αξιοποίηση γυναικείων, παιδικών και μεγάλης ηλικίας εργατικών χεριών. Σημαντική είναι επίσης και η



ανάπτυξη της μελισσοκομίας καθώς πολλά από τα αρωματικά φυτά είναι και άριστα μελισσοκομικά (μελισσόχορτο, θυμάρι, ρίγανη κ.α.). Τέλος συμβάλουν στην αγροτουριστική ανάπτυξη διαφόρων περιοχών και στην εξοικονόμηση συναλλάγματος.

Για να δημιουργηθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα για τα φυτά της ρίγανης στο όρος Όθρυς καταγράφηκε και μελετήθηκε η συνδυασμένη επίδραση του υψομέτρου και διαφόρων συνθηκών φωτισμού στα παρακάτω χαρακτηριστικά των φυτών της ρίγανης:

- στα μορφολογικά χαρακτηριστικά
- τα τεχνολογικά στοιχεία
- τα αιθέρια έλαια

#### **Διερευνήθηκαν:**

- Μορφολογικά χαρακτηριστικά (ύψος φυτού, μήκος ταξιανθίας, πάχος των βλαστών, το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων, ο αριθμός γονάτων, το μήκος των φύλλων, το πλάτος των φύλλων, ο δείκτης πλάτος / μήκος των φύλλων)
- Τεχνολογικά στοιχεία (Εκατολιτρικό βάρος, Αναλογία φύλλων και ανθέων σε όλο το φυτό %)
- Η περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια.
- Η ποσοτική και ποιοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων.

## Γ. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Μελετήθηκαν πληθυσμοί της ρίγανης του είδους *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) letswart που ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae*, που φύονται στις νοτιοανατολικές πλαγιές του όρους Όθρυς. Η συλλογή του φυτικού υλικού και οι μετρήσεις έγιναν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούλιο-Αύγουστο κατά τα έτη 2006, 2007. Τα φυτά μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Ηπείρου, στην Άρτα.

Η *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* φύεται σε διαφορετικά οικοσυστήματα, κατά την υψομετρική διαβάθμιση της Όθρυς. Από τα 300m έως τα 700m σε ανοικτά λιβάδια, και κοντά σε ρέματα στα οποία η ροή του νερού σταματάει όταν ανεβαίνουν οι θερμοκρασίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Στα 500m έως τα 900m μέσα σε δάσος βελανιδιάς και σε ξέφωτα. Στα 900m έως τα 1300 στα ηλιόλουστα υποαλπικά λιβάδια. Με μεγαλύτερη εξάπλωση των φυτών είναι στα 900-1250 m.

Η επιλογή των πληθυσμών της ρίγανης, όπου φύεται έγινε με βάση :

- Το υψόμετρο της περιοχής
- Την βλάστηση της περιοχής (δέντρα, θάμνοι, πόες)
- Τον φωτισμό των φυτών (ηλιόλουστα, σκιασμένα)
- Το βλαστικό στάδιο των φυτών (ανθοφορία)

Ο συνολικός αριθμός των δειγμάτων ήταν 32 ο οποίος αντιστοιχεί σε 8 φυτά για κάθε υψομετρική ζώνη (τέσσερα δείγματα ηλιόλουστων φυτών και τέσσερα δείγματα σκιασμένων φυτών) Το κάθε δείγμα αποτελείται από δύο με τρία φυτά ρίγανης, εξαιτίας του μικρού αριθμού βλαστών ανά φυτό, που οφείλεται στην αυτοφυή κατάσταση των φυτών. Τα σκιασμένα με τα ηλιόλουστα φυτά προέρχονταν από τους ίδιους βιότοπους και με μικρή απόσταση μεταξύ τους, για να επιτευχθεί όσο γίνεται πιο μεγάλη γενετική συγγένεια, ίδιος τύπος εδάφους και ίδιες κλιματικές συνθήκες (βροχόπτωση, θερμοκρασία, υγρασία κ.α.)

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



**Πίνακας Γ1. Κύρια χαρακτηριστικά των βιοτόπων μελέτης**

**Table C1. Major characteristics of the research biotopes**

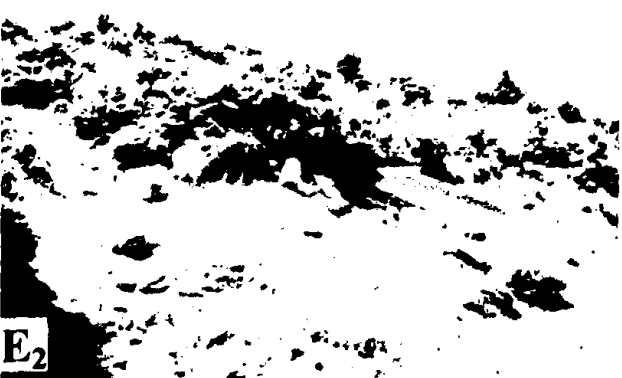
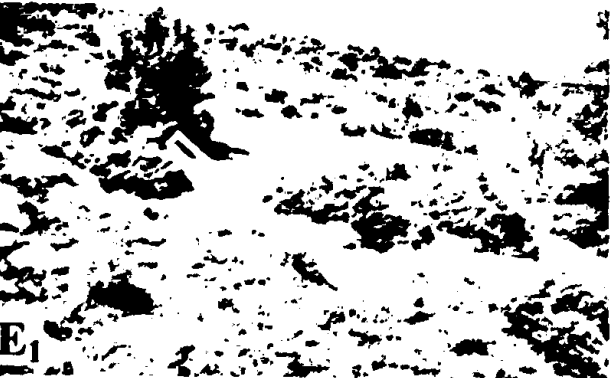
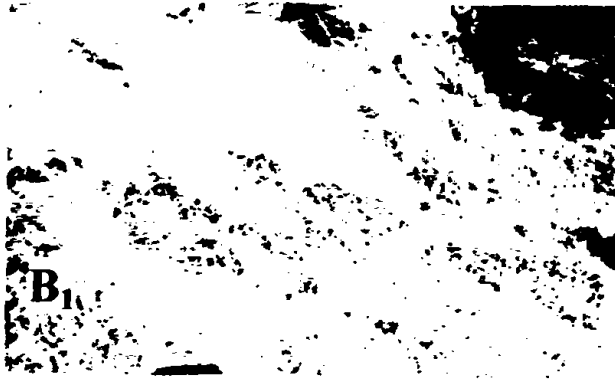
<b>Βιότοπος (περιοχή)</b>	<b>Υψόμετρο</b>	<b>Βλάστηση με συνθήκες σκίασης</b>
<b>(Α) Πολύκοινο, Κοκκωτοί</b>	400	πουρνάρια, δάσος δρυός
<b>(Β) Κοκκωτοί</b>	500	πουρνάρια, δάσος δρυός
<b>(Γ) Αγ. Παντελεΐμονας</b>	750	δάσος δρυός
<b>(Δ) Δραμάλα, Μονοδέντρι</b>	1050	δάσος δρυός, αλπικά λιβάδια (κέδροι, φτέρες)
<b>(Ε) Ψηλόρραχη</b>	1300	αλπικά λιβάδια (κέδροι, φτέρες)

Για τη μέτρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών, των τεχνολογικών στοιχείων και των αιθέριων ελαίων της ριγανης έγινε δειγματοληψία από πέντε υψομετρικές ζώνες (300m, 550 m, 800m, 1050m, 1300m).

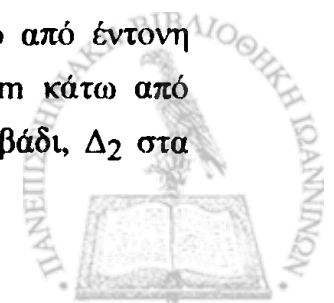
Στις εικόνες Α<sub>1</sub>-Ε<sub>1</sub> φαίνονται με τα διάφανα κίτρινα βέλη οι ηλιόλουστες περιοχές και τα φυτά της ριγανης για κάθε υψομετρική ζώνη. Με τα πράσινα βέλη φαίνονται οι σκιασμένες περιοχές από τα δέντρα ή τους θάμνους και τα φυτά της ριγανης που φύονται σε αυτές για κάθε υψομετρική ζώνη επίσης.

Στις σκιασμένες περιοχές από τα 300m έως τα 700m (Εικ.Α<sub>2</sub>, Β<sub>2</sub>) φαίνονται οι ηλιοκηλίδες που προκαλούνται εξαιτίας της ασυνέχειας στην πυκνότητα της φυτικής κόμης της βελανιδιάς. Στα 700m -900m (Εικ.Γ<sub>2</sub>) η σκίαση στο δάσος είναι εντονότερη και πιο πυκνή. Ενώ από τα 900m έως τα 1300m (Εικ.Ε<sub>2</sub>) η σκίαση είναι περιοδική εξαιτίας του μικρού ύψους των ποωδών φυτών (φτέρες) και των θάμνων (κέδροι). Επιπροσθέτως το κωνικό-πυραμιδοειδές σχήμα των κέδρων ελαχιστοποιεί το ποσοστό της σκίασης στα φυτά της ριγανης που φύονται δίπλα από τους κέδρους.





Εικόνα Γ1. Οικοσυστήματα όπου φύτεται και συλλέχθηκε η *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* σε διαφορετικό υψομετρικό εύρος και συνθήκες φωτισμού στο όρος Όθρυς. Α<sub>1</sub> στα 300m σε ηλιόλουστο λιβάδι, Α<sub>2</sub> στα 300m κάτω από έντονη σκίαση βελανιδιών και πουρναριών, Β<sub>1</sub> στα 550m σε ηλιόλουστη πλαγιά, Β<sub>2</sub> στα 550m κάτω από έντονη σκίαση βελανιδιών, Γ<sub>1</sub> στα 800m σε ηλιόλουστη πλαγιά, Γ<sub>2</sub> στα 800m κάτω από έντονη σκίαση βελανιδιών, Δ<sub>1</sub> στα 1050m σε ηλιόλουστο υποαλπικό λιβάδι, Δ<sub>2</sub> στα



1050m κάτω από σκίαση βελανιδιών, κέδρων και πετρών, E<sub>1</sub> στα 1300m σε ηλιόλουστο υποαλπικό λιβάδι, E<sub>2</sub> στα 1300m κάτω από σκίαση κέδρων και πετρών.

**Figure C1.** Ecosystems where grows the *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* and collected in different altitude and lighting conditions in Mt. Othrys. A<sub>1</sub> at 300m in sunny meadow, A<sub>2</sub> at 300m under intense shading of oaks and ilexes, B<sub>1</sub> at 550m in sunny slope, B<sub>2</sub> at 550m under intermittent shading of oaks, C<sub>1</sub> at 800m in sunny slope, C<sub>2</sub> at 800m under intermittent shading of oaks, D<sub>1</sub> 1050m in sunny sub alpine meadow, D<sub>2</sub> at 1050m under shading of oaks, cedars and ferns, E<sub>1</sub> at 1300m in sunny sub alpine meadow, E<sub>2</sub> at 1300m under shading of cedars and ferns.

Δείγματα των πληθυσμών και των αιθέριων ελαίων που μελετήθηκαν φυλάσσονται στο Εργαστήριο Γεωργίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Ηπείρου, στην Άρτα

### **Ρίγανη (*Oregano*)**

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

Τα είδη αυτά είναι τα:

- *Origanum vulgare* (Ελληνική ρίγανη)
- *Coridothymus capitatus* (Ισπανική ρίγανη)
- *Origanum onites* (Τούρκικη ρίγανη)
- *Satureja thymbra*

Ακόμα όμως και μέσα στο ίδιο είδος παρουσιάζονται σημαντικές μορφολογικές και χημικές διαφορές πράγμα που έχει αναγκάσει τους συστηματικούς να χωρίσουν το είδος σε τουλάχιστο τρία υποείδη, τα: *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* ή *heracleoticum*, *Origanum vulgare* ssp. *viridulum* και *Origanum vulgare* ssp. *vulgare*.

Πίνακας Γ2. Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και περιεχόμενη ποσότητα καρβακρόλης διαφόρων αρωματικών φυτών (Kokkini S.and Vokou, D. 1989)

Table C2. Essential oil composition and carvacrol content of different aromatic plants. (Kokkini S.and Vokou, D. 1989)

Είδος αρωματικού φυτού	Απόδοση αιθέριου ελαίου ml100g <sup>-1</sup> ξ.β.	Καρβακρόλη (% του συνολικού αιθέριου ελαίου)
<i>Origanum vulgare ssp. hirtum</i>	1,8-8,2	2,4-95,0
<i>Origanum vulgare ssp. vulgare</i>	0,1-0,3	ίχνη
<i>Origanum vulgare ssp. viridulum</i>	0,3-0,9	40,0-45,1
<i>Origanum onites</i>	1,8-4,5	51,0-84,5
<i>Coridothymus capitatus</i>	1,0-3,5	44,6-81,0
<i>Satureja thymbra</i>	1,0-4,0	3,0-21,0

#### Ελληνική ρίγανη , *Origanum vulgare subsp. hirtum* (Link) letswaart- Lamiaceae

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

Είναι φυτό πολυετές, ποώδες, με ύψος μέχρι 60 cm. Οι βλαστοί του είναι ανορθωμένοι, τετράπλευροι και φέρουν τρίχες. Εκπύσσονται την άνοιξη από τους οφθαλμούς υπόγειων ριζωμάτων. Τα φύλλα είναι ελλειψοειδή έως σχεδόν στρογγυλά με σφηνοειδή, αποστρογγυλεμένη ή καρδιόσχημη βάση, διαστάσεων 6,0-25,0 X 4,0-6,0 mm. Οι μίσχοι έχουν μήκος 2,0-10,0 mm και είναι μακρύτεροι στα κατώτερα φύλλα. Τα φύλλα φέρουν αδενικές και μη αδενικές τρίχες. Η ταξιανθία είναι στάχης μήκους 3,0-8,0 cm. Τα βράκτια φύλλα της ταξιανθίας είναι από ελλειψοειδή έως ωοειδή, άμισχα και αλληλοκαλύπτονται κεραμιδοειδώς. Οι διαστάσεις τους είναι 2,0-4,5 X 1,0-3,0 mm. Ο κάλυκας του άνθους έχει μήκος 2,0-3,0 mm, είναι σωληνοειδής με 5 σχεδόν ισομήκεις, τριγωνικούς οδόντες, άμισχος, διάστικτος από αδενικές τρίχες. Η στεφάνη είναι λευκή, συμπέταλη, δίχειλη με τρεις οδόντες στο κάτω και δύο στο πάνω χείλος. Το ανδρείο αποτελείται από τέσσερις στήμονες και το γυναικείο καταλήγει σε δισχιδές





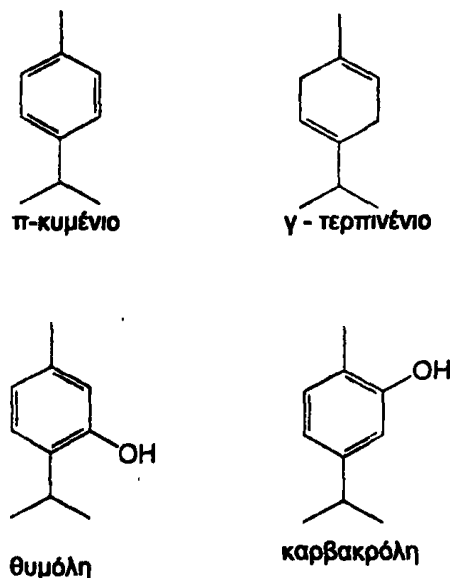
στίγμα. Στη βάση του γυναικείου υπάρχει νεκτάριο που παράγει διαυγές νέκταρ. Τα σπέρματα είναι καφετιά, ελλειψοειδή, με λεία επιφάνεια και λιγότερο από 1,0 mm μήκος ( Καρούσου1995, Χανλίδου 1996).



**Εικόνα Γ2.** Ανθισμένο φυτό ρίγανης στο όρος Όθρυς (Ξύστρας 2005).  
**Figure C2.** Bloomy oregano plant in Mt. Othrys (Xystras 2005).

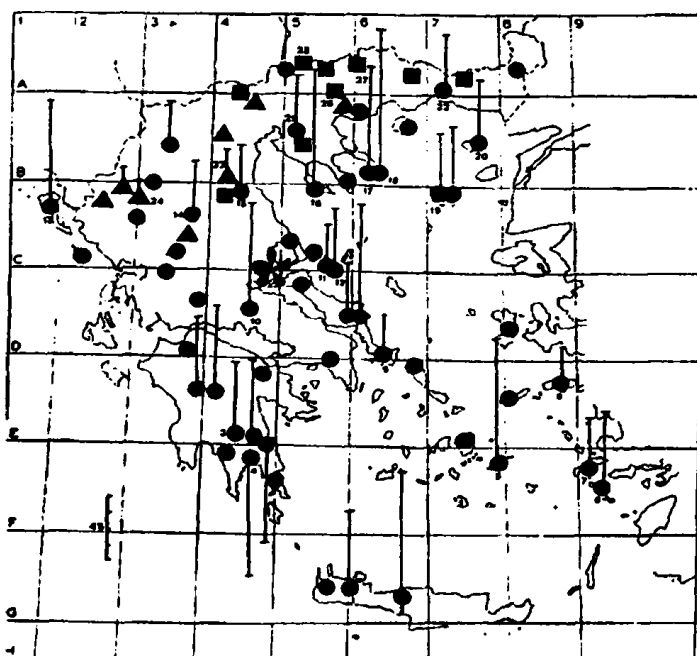
Σ' όλο το υπέργειο τμήμα, αλλά κυρίως στα φύλλα και στην ταξιανθία, περιέχεται αιθέριο έλαιο (παράγεται από τις αδενικές τρίχες) που κυμαίνεται από 1,8-8,2 ml100g<sup>-1</sup> ξ. β. (Kokkini 1996), ενώ κάτω από καλλιεργητικές συνθήκες έχει καταγραφεί απόδοση 16,6 ml100g<sup>-1</sup> ξ. β. (Kanias et al. 1998) Το αιθέριο έλαιο έχει κύρια συστατικά καρβακρόλη, θυμόλη, γ-τερπινένιο και π-κυμένιο (Kokkini and Vokou 1989, Kokkini and al. 1991, Vokou and al.1993, Kanias et al. 1998) (Εικ.Γ.16). Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, καθώς και η ποσοτική σύσταση των συστατικών του είναι συνάρτηση τόσο του γενότυπου του φυτού, όσο και των περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως το υψόμετρο, η θερμοκρασία, η εποχή του έτους, το στάδιο ανάπτυξης, ανόργανα στοιχεία του εδάφους (Kokkini and al.1989, Kokkini and al. 1997, Πάνου-Φιλοθέου et al. 1997, Kanias et al. 1998 ) κ.ά.

Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς



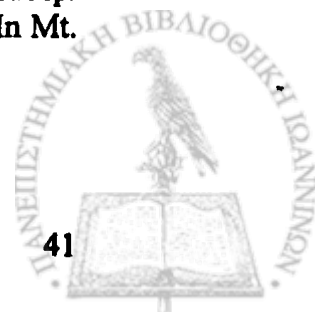
Εικόνα Γ3. Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου της ρίγανης (π-κυμένιο, γ-τερπινένιο, θυμόλη, καρβακρόλη) (Ruberto G. and Baratta M.T. 2000).

Figure C3. Main components of oregano essential oil (π-cymene, γ-terpinene, thymol, carvacrol) (Ruberto G. and Baratta M.T. 2000).



Εικόνα Γ4. Εξάπλωση και περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο της *Origanum vulgare* στην Ελλάδα: ● subsp. *hirtum*, ▲ subsp. *viridulum*, ■ subsp. *vulgare* (Kokkini S. and Vokou D. 1989) \* Στο όρος Όθρυς αυτοφύεται η *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*

Figure C4. Spread and essential oil level of *Origanum vulgare* in Greece: ● subsp. *hirtum*, ▲ subsp. *viridulum*, ■ subsp. *vulgare* (Kokkini S. and Vokou D. 1989) \* In Mt. Othrys grows the *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*



Η ρίγανη κατά τη διάρκεια του θερμού καλοκαιριού και του ψυχρού χειμώνα έχει περιορισμένη έρπουσα ανάπτυξη (μικρά μεσογονάτια), ενώ κατά την άνοιξη σχηματίζει ψηλούς ανορθωμένους βλαστούς. Μετά περίπου δύο μήνες, οι βλαστοί εισέρχονται στην αναπαραγωγική περίοδο. Η ανθοφορία – καρποφορία είναι παρατεταμένη και διαρκεί 1,0-1,5 μήνες, κυρίως όταν υπάρχει επάρκεια υγρασίας στο εδαφικό περιβάλλον (Πάνου-Φιλοθέου et al. 1997).

Στη κοντινή περιοχή του Πηλίου η *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* περιέχει αιθέριο έλαιο 2,9-3,9 ml100g<sup>-1</sup> ξ.β. με κύρια συστατικά τη θυμόλη 61,1-65,0 % και τη καρβακρόλη 5,9-10,4 % (Fleisher and Sneer 1982).

## 2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

- Η συγκομιδή των αρωματικών φυτών έγινε με κλαδευτήρι κατά τις πρωινές ώρες της ημέρας (07:00-11:00)
- Η ξήρανση του φυτικού υλικού έγινε σε υπόστεγο (σε σκιά) με πολύ καλό αερισμό.
- Η ζύγιση του φυτικού υλικού έγινε με ζυγό ακριβείας
- Η αποθήκευση του ξηρού φυτικού υλικού μέχρι να μελετηθεί έγινε μέσα σε σακούλες και σε σκιερό μέρος.

## 3. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

Η μέτρηση του υψόμετρου έγινε με αλτίμετρο (Alti-meter) με ακρίβεια 5m, και εύρος 0-4000 m.

Οι φωτογραφίες των οικοσυστημάτων, των φυτών, των φύλλων και των βλαστών τραβήχτηκαν με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή Olympus (3 Megapixel) με φυσικό φωτισμό

Η καταγραφή των διαφορετικών οικοσυστημάτων της περιοχής που φύεται το κάθε φυτό έγινε βάση βιβλιογραφικών πηγών (Κυπριωτάκης Ζ. και άλλοι 1996) φωτογραφιών, και επιτόπιας παρατήρησης.



### Συνθήκες φωτισμού

Ως ηλιόλουστα φυτά θεωρήθηκαν εκείνα που φύοταν σε όλη την υψομετρική διαβάθμιση και σε όλες τις περιοχές με συνθήκες φωτός κατά τις οποίες η ηλιακή ακτινοβολία ήταν άμεση προς τα φυτά. Τα ηλιόλουστα φυτά φύοταν σε λιβάδια ή δάση με άμεσο ηλιακό φωτισμό καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.

Τα σκιασμένα φυτά φύοταν υπό την σκιά του φυλλώματος των δέντρων ή των θάμνων ανάλογα με τη βλάστηση της περιοχής. Στον πίνακα φαίνεται η εξασθένηση της ακτινοβολίας κάτω από τα φυλλώματα των φυτών.

Τα σκιαρά ενδιαιτήματα χαρακτηρίζονται από:

- Κατά μέσο όρο χαμηλή ένταση φωτός σε σχέση με μια πλήρως εκτεθειμένη στο φως περιοχή για την περιοχή του φάσματος από 400-700nm (φωτοσυνθετική φωτονιακή ροή- PPFD)
- Τη ποιότητα του φωτός ή φασματική σύνθεση. Ο αριθμός των φωτονίων μεταβάλλεται λόγω εκλεκτικής απορρόφησης από την υπερκείμενη φυτική κόμη. Το φως σε αυτές τις συνθήκες περιέχει λιγότερα φωτόνια μήκους κύματος 400-680nm αλλά καθ' αναλογία περισσότερα άνω των 680nm στο βαθύ ερυθρό και υπέρυθρο τμήμα του φάσματος.
- Την εναλλαγή της έντασης του φωτισμού λόγω, της ασυνέχειας στην πυκνότητα της υπερκείμενης φυτικής κόμης, δημιουργώντας ήλιοκηλίδες (sun flecks=SF). Με αποτέλεσμα τα φύλλα που βρίσκονται σε πλήρη σκιά να δέχονται ξαφνικά για λίγα λεπτά φως δεκαπλάσιας έντασης. (Φυσιολογία φυτών-Irene Ridge Plants 2005)

**Πίνακας Γ3.** Ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στα φυτά υπό διαφορετικές συνθήκες φωτισμού (Larcher 2001).

**Table C3.** Rate of sun radiation that reaches in the plants under different conditions of lighting (Larcher 2001).

Υψόμετρο	Σκιερά ενδιαιτήματα	Σκιασμένα φυτά	Ηλιόλουστα φυτά
400-500m	Σκίαση κάτω από μεγάλη πυκνότητα κλαδιών από θάμνους και δέντρα (Medium shade=M) , ηλιοκηλίδες (sun flecks)	2-7%	100%
750m	Σκίαση κάτω από μεγάλη πυκνότητα κλαδιών από δέντρα (Medium shade=M), ηλιοκηλίδες (sun flecks)	2-28%	100%
1050m	Περιοδική σκίαση από θάμνους, πόες (Intermittent shade=I )	80+ %	100%
1300m	Περιοδική σκίαση από πόες (Intermittent shade=I )	80+ %	100%

#### 4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Για το κάθε δείγμα μελετήθηκαν τριάντα βλαστοί στο στάδιο της ανθοφορίας για τα εξής χαρακτηριστικά: ύψους των φυτών, του μήκους των ταξιανθιών, του πάχους του βλαστού, του μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων και τον αριθμό γονάτων / στέλεχος. Μελετήθηκαν τριάντα φύλλα για κάθε δείγμα για τις μετρήσεις: του μήκους των φύλλων και του πλάτους των φύλλων. Οι μετρήσεις έγιναν με μεταλλική μετροταινία 2 m και ακρίβειας 1mm.

#### 5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Για τη μέτρηση της αναλογίας των φύλλων και ανθέων σε όλο το φυτό (φύλλα και άνθη) επί τις εκατό, ζυγίστηκε το βάρος των φύλλων και των ανθέων (όπου περιέχεται



το αιθέριο έλαιο) και υπολογίστηκε επί τις εκατό σε σχέση με το βάρος όλου του φυτού (φύλλα και άνθη).

Για τη μέτρηση του εκατολιτρικού βάρους (βάρος μιας ποσότητας που περιέχεται σε χώρο 100 λίτρων). Η συσκευή προσδιορισμού ήταν ογκομετρικός κύλινδρος των 1000ml. Για τον ακριβέστερο προσδιορισμό έγιναν 4 επανειλημμένες μετρήσεις από τις οποίες υπολογίστηκε ο μέσος όρος.  $E.B. = (\text{βάρος } 1000 \text{ ml} \times 100) \text{ Kg}$

## 6. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

Τα αιθέρια έλαια παραλήφθηκαν με υδροαπόσταξη σε συσκευή τύπου Clevenger, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Euroraea Pharmacopeia. Η διάρκεια της απόσταξης ήταν δύο ώρες. Η εκτίμηση της περιεχόμενης ποσότητας αιθέριου ελαίου έγινε στον ογκομετρικό σωλήνα της συσκευής. Για την αφαίρεση της υγρασίας από τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιήθηκε άνυδρο θειικό νάτριο. (AFNOR 1992). Στη συνέχεια τα αιθέρια έλαια αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 4°C μέχρι να αναλυθούν.

Τα αιθέρια έλαια αναλύθηκαν σε αεριοχρωματογράφο (HP, με ανιχνευτή FID (Flame Ionization Detector), εφοδιασμένο με στήλη DB5 (30m X 0,25 mm, film thickness 0,25μm), σύμφωνα με το ακόλουθο πρόγραμμα: 60° C για 10 min, έως τους 160° C με 3 ° C/min, ισόθερμη για 5 min. Φέρον αέριο ήλιο με ταχύτητα ροής 1 ml/min. Η ταυτοποίηση των συστατικών έγινε με σύγκριση του χρόνου κατακράτησης (Kovats Index) και των φασματογραφημάτων με αυτά των πρότυπων ουσιών και των βιβλιογραφικών δεδομένων (Bicchi and Joulain 1990, Bruneton 1993).

## 7. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για τις πολλαπλές συγκρίσεις των μέσων όρων των ηλιόλουστων, σκιασμένων φυτών των σχετιζόμενων με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της ρίγανης (ύψος φυτών, μήκος ταξιανθιών, πάχος βλαστών, μήκος μεσογονατίων διαστημάτων, αριθμό γονάτων / στέλεχος, μήκος και πλάτος φύλλων, δείκτης πλάτος / μήκος), τα τεχνολογικά στοιχεία (εκατολιτρικό βάρος, αναλογία φύλων και ανθέων σε όλο το φυτό %) και τα αιθέρια έλαια των φυτών στις διάφορες υψομετρικές ζώνες χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης παραλλακτικότητας ANOVA. Προκειμένου να αποφανθούμε μεταξύ ποιόν



υψομετρικών ζωνών εμφανίζονται οι στατιστικές σημαντικές διαφορές χρησιμοποιήθηκε το test S-N-K (Student-Newman-Keuls) με  $\alpha = 0,05$  όριο για τις γεωπονικές επιστήμες. (Μιχαηλίδης Ζήσης, 2004)

Για τις συγκρίσεις μεταξύ ηλιόλουστων και σκιασμένων φυτών σε κάθε υψομετρική ζώνη χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της σύγκρισης μέσον όρων ζευγών (Paired Samples T-test) με  $t=0,05$  όριο για τις γεωπονικές επιστήμες.

Για τις συσχετίσεις των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών με το υψόμετρο χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της διμεταβλητής συσχέτισης (Pearson).

Οι στατιστικές δοκιμές, οι πίνακες και τα διαγράμματα έγιναν με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS 1989-1999).

## Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ

#### Μορφολογία των φυτών

Το είδος της ρίγανης *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* μελετήθηκε σε όλο το υψομετρικό εύρος του όρους Όθρυς, από το χαμηλότερο υψόμετρο που φύεται έως και το υψηλότερο στα 1300m περίπου. Μελετήθηκαν τα φυτά από ηλιόλουστες περιοχές και από περιοχές που υπήρχε σκίαση εξαιτίας της υπερκείμενης φυτικής κόμης.

Τα φυτά της ρίγανης που μελετήθηκαν στις ηλιόλουστες περιοχές είχαν πολλούς βλαστούς ανά φυτό και την χαρακτηριστική για το είδος εμφάνιση τουφας ως προς την εξάπλωση τους στο έδαφος ενώ οι βλαστοί των σκιαζόμενων φυτών ήταν λίγοι αραιοί και διάσπαρτοι επάνω στο έδαφος (Εικόνα Δ2).

Στις ηλιόλουστες τοποθεσίες φύοταν περισσότερα φυτά ρίγανης, σε αντίθεση με τους υποορόφους των δέντρων όπου ο αριθμός των φυτών ήταν μικρότερο.


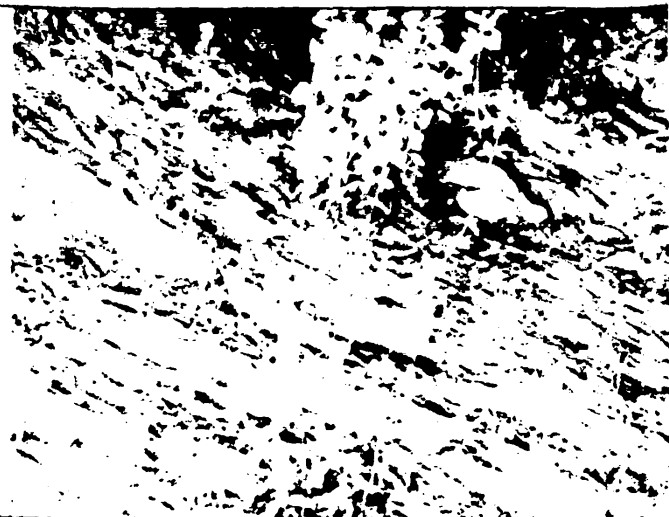
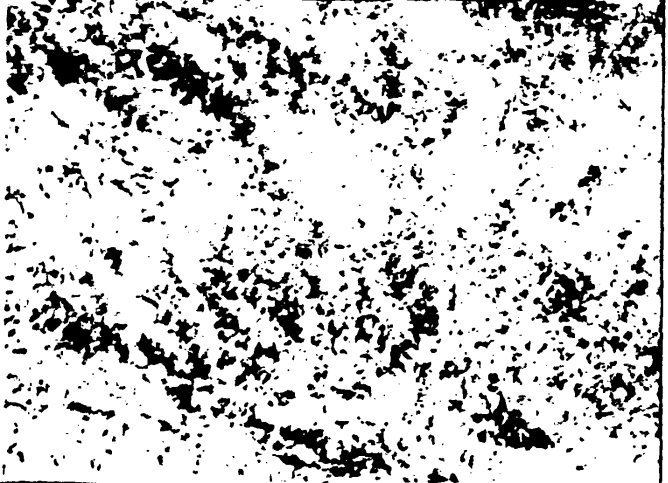



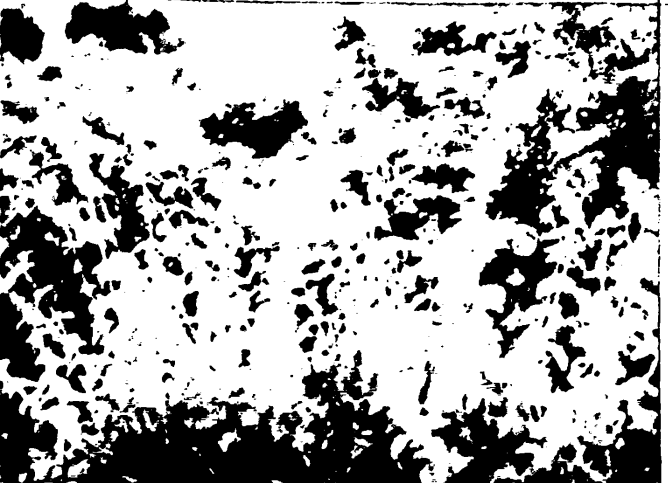

Τα σκιασμένα φυτά είχαν σκούρο πράσινο χρώμα, ενώ τα ηλιόλουστα φυτά ήταν πιο ανοιχτόχρωμοι σε όλο το υψομετρικό εύρος (Εικόνα Δ1).



Εικόνα Δ1. Χαρακτηριστικά δείγματα των φυτών της ρίγανης σε διαφορετικά υψόμετρα και συνθήκες φωτισμού, (Α-Δ)1 σκιασμένα φυτά, (Α-Δ)2 ηλιόλουστα φυτών στα: Α=450m, Β=750m, Γ=1050m, Δ=1300m.

Figure D1. Typical plants samples of oregano at different altitude and light conditions. (Α-Δ) 1 shaded plants, (Α-Δ) 2 sunny plants at: Α=450m, Β=750m, Γ=1050m, Δ=1300m.



Υψόμετρο (altitude)	Συνθήκες φωτισμού (light conditions)	
	Ηλιόλουστα φυτά (sunny plants)	Σκιασμένα φυτά (shaded plants)
400m		
700m		
1000m		
1300m		

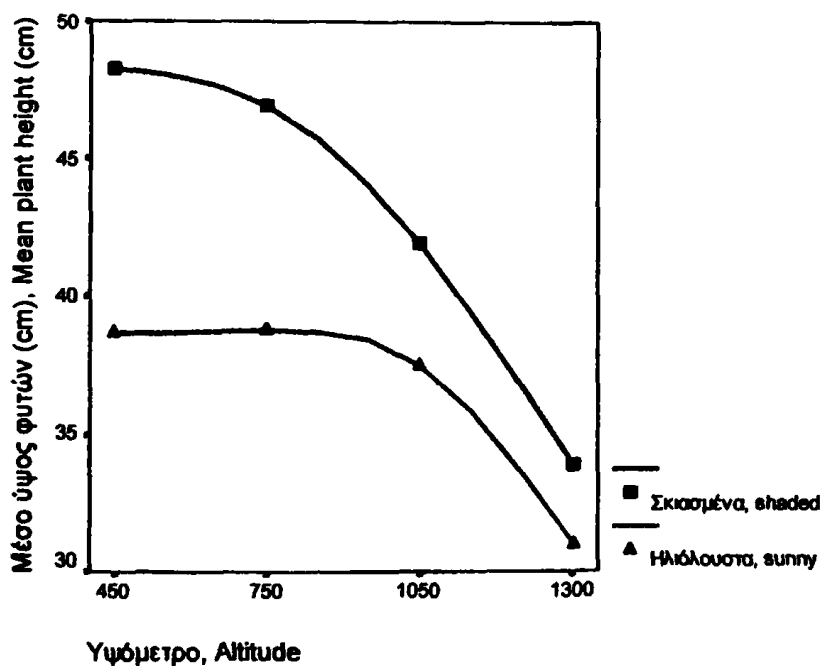
Εικόνα Δ2. Φυτά *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* σε διαφορετικό υψομετρικό εύρος και συνθήκες φωτισμού στο όρος Όθρυς.

Figure D2. *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* plants in different altitudinal variation and

Το ύψος των φυτών των σκιαζόμενων φυτών ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τα φυτά από τις ηλιόλουστες περιχές (εικόνα Δ1) σε όλο το υψομετρικό εύρος. Τα υψηλότερα φυτά των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκαν στα χαμηλότερα υψόμετρα και συγκεκριμένα στα 450m, ενώ τα κοντύτερα φυτά στα 1300m. Το μέσο ύψος των ηλιόλουστων φυτών στα 450m ήταν  $38,67 \pm 6,0$ cm και των σκιαζόμενων φυτών στα 450m ήταν  $48,25 \pm 7,7$ cm. Το μέσο ύψος των ηλιόλουστων φυτών στα 1300m ήταν  $31,00 \pm 5,3$ cm και των σκιαζόμενων φυτών στα 1300m ήταν  $33,90 \pm 6,6$ . Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιαζόμενων φυτών παρατηρήθηκε στα 450m και ήταν 25%, ενώ η μικρότερη διαφορά παρατηρήθηκε στα 1300m και ήταν 9%.

Το ύψος των φυτών ανεξάρτητα από τις συνθήκες φωτισμού εμφανίζει στατιστικά μεγάλη αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο. Τα σκιασμένα φυτά εμφανίζουν μεγαλύτερη συσχέτιση (-0,52) από τα ηλιόλουστα φυτά (-0,31) με το υψόμετρο, (Pearson-correlation).

Στον πίνακα Δ1 φαίνονται οι μέσες τιμές του ύψους των φυτών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).



**Σχήμα Δ1.** Υψομετρική διακύμανση σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού του μέσου ύψους των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D1.** Altitudinal and lighting variation on mean plant height of oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).



Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών και στις τέσσερις υψομετρικές ζώνες διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσω όρων (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο) με τα σκιασμένα φυτά να εμφανίζονται ψηλότερα από τα ηλιόλουστα όπως προαναφέρθηκε παραπάνω.

**Πίνακας Δ1 . Μέσο ύψος των φυτών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού**

**Table D1. Mean plant height of oregano at the altitudinal variation and in different light conditions.**

Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά (cm) Sunny plants (cm)	Σκιασμένα φυτά (cm) Shaded plants (cm)
1300	60	31,00α	33,90α
1050	60	37,90β	41,55β
750	60	38,50β	46,98γ
450	60	38,67β	48,25γ

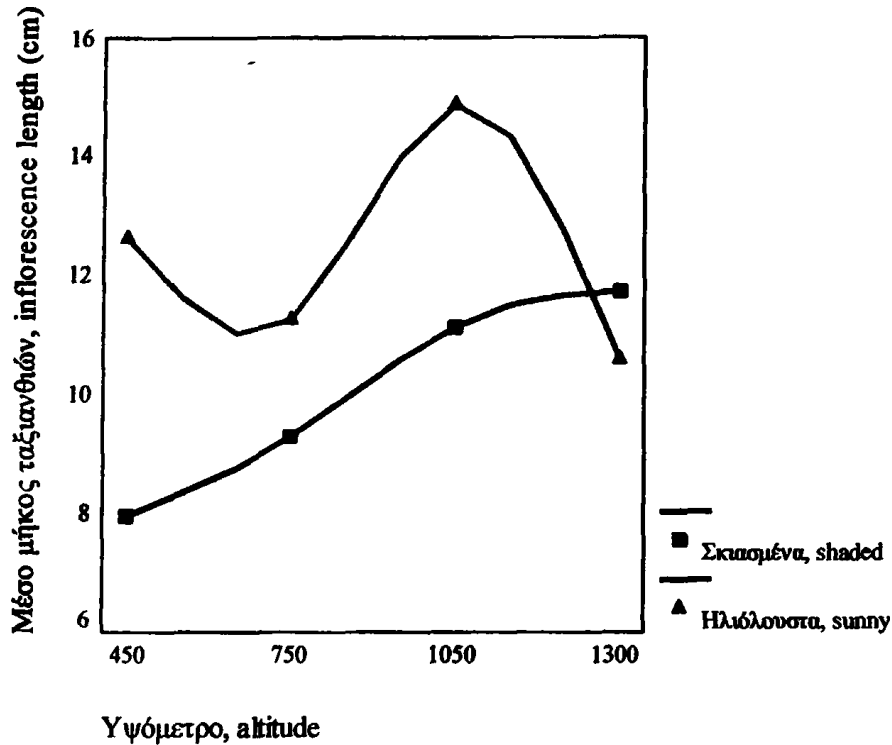
Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Η ανθοφορία στα χαμηλότερα υψόμετρα (450-750) προηγούνταν της ανθοφορίας στα υψηλότερα υψόμετρα (1000-1300). Οι ταξιανθίες των ηλιόλουστων φυτών σε όλο το υψομετρικό εύρος ήταν πιο πλούσιες και με πολλές διακλαδώσεις ιδιαίτερα από τα 1000m έως τα 1300m (Εικόνα.Δ2). Στα δε σκιασμένα φυτά τα οποία αποτελούνταν κυρίως από τον κεντικό βλαστό, δεν υπήρχαν διακλαδώσεις ή ήταν πολύ μικρές.

Το μήκος των ταξιανθιών όλων των ηλιόλουστων φυτών δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο. Σε αντίθεση με το μήκος των ταξιανθιών όλων των σκιασμένων φυτών, το οποίο εμφανίζει μεγάλη στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με το υψόμετρο (+0,35), (Pearson-correlation).

Το μήκος των ταξιανθιών των ηλιόλουστων φυτών ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές. Μεγαλύτερες ταξιανθίες με μέσο μήκος  $14,85\pm 4,9\text{cm}$  είχαν τα ηλιόλουστα φυτά στα 1050m, ενώ αναλόγως τις μεγαλύτερες ταξιανθίες τα σκιασμένα φυτά τις είχαν στα 1300m με μέσο μήκος  $11,73\pm 3,4\text{cm}$ . Το μικρότερο μέσο μήκος των ταξιανθιών παρατηρήθηκε στα 450m στα σκιασμένα φυτά. και ήταν  $7,95\pm 4,0\text{cm}$ . Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 450m και ήταν 37% (σχήμα Δ2).

Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς



**Σχήμα Δ2.** Υψομετρική διακύμανση σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού του μέσου μήκους των ταξιανθιών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D2.** Altitudinal and lighting variation on mean length of oregano inflorescence (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Στον πίνακα 2 φαίνονται οι μέσες τιμές του μήκους των ταξιανθιών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).

**Πίνακας Δ2 .** Μέσο μήκος των ταξιανθιών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

**Table D2.** Mean length of oregano inflorescence at the altitudinal variation and in different light conditions.

Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά (cm) Sunny plants (cm)	Σκιασμένα φυτά (cm) Shaded plants (cm)
1300	60	10,56 $\alpha$	11,73 $\alpha$
1050	60	14,85 $\gamma$	11,13 $\alpha$
750	60	11,25 $\alpha\beta$	9,28 $\beta$
450	60	12,63 $\beta$	7,95 $\beta$

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών και στις τέσσερις υψομετρικές ζώνες διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσω των όρων (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο).

### *Μορφολογία των βλαστών*







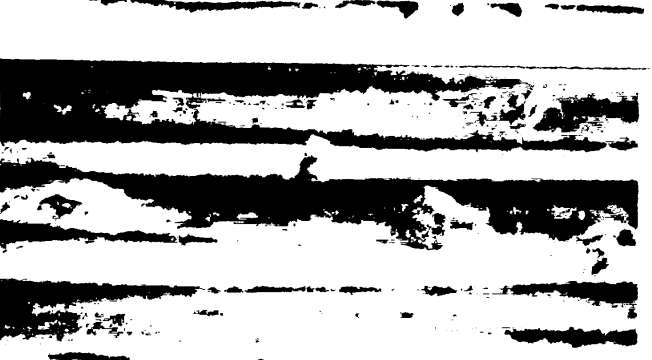
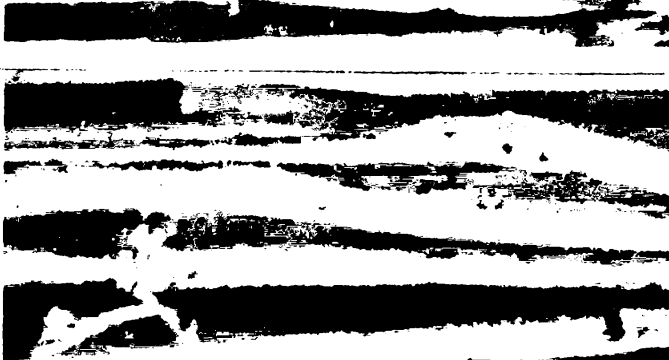
Το χρώμα των ώριμων βλαστών των ηλιόλουστων φυτών ήταν ανοιχτό-καφέ σε σχέση με τα σκιασμένα φυτά που ήταν πιο σκουρόχρωμα όπως φαίνεται και στην εικόνα Δ3. Οι βλαστοί των φυτών από τα χαμηλότερα υψόμετρα ήταν καφέ προς κοκκινωποί και πιο σκούροι από τους βλαστούς των μεγαλύτερων υψομέτρων. Στα 1300m οι βλαστοί των σκιασμένων και των ηλιόλουστων φυτών έχουν σχεδόν το ίδιο χρώμα.

Το πάχος των βλαστών όλων των σκιασμένων φυτών δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο. Σε αντίθεση με το πάχος των βλαστών όλων των ηλιόλουστων φυτών, το οποίο εμφανίζει μεγάλη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο (-0,45) (Pearson-correlation).

Το πάχος των βλαστών των ηλιόλουστων φυτών ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές στα 450-1050m. Παχύτερους βλαστούς με μέσο πάχος  $2,31 \pm 0,31$ mm είχαν τα ηλιόλουστα φυτά στα 450m, ενώ λεπτότεροι ήταν οι βλαστοί στα 1300m με μέσο πάχος  $1,80 \pm 0,35$ mm. Το πάχος των βλαστών των σκιασμένων φυτών ήταν το ίδιο σε όλη την υψομετρική διακύμανση και ήταν από 2,01-2,13mm. (σχήμα Δ2).

Στον πίνακα 2 φαίνονται οι μέσες τιμές του πάχους των βλαστών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).

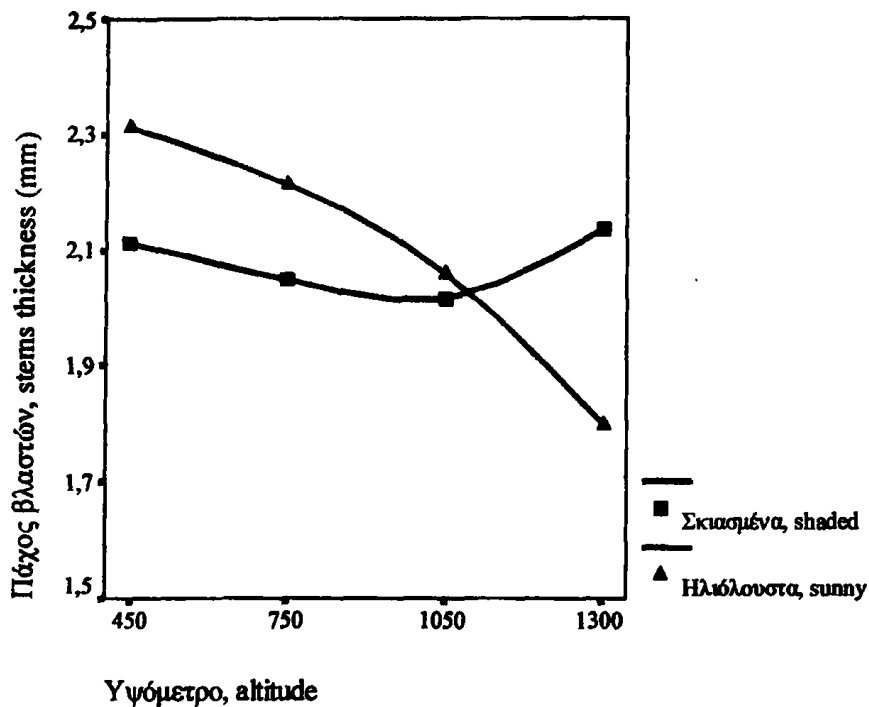
Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στα 450-750m και στα 1300m. Ενώ στα 1050m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσω των όρων (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο).

Υψόμετρο (altitude)	Συνθήκες φωτισμού (light conditions)	
	Ηλιόλουστα φυτά (sunny plants)	Σκιασμένα φυτά (shaded plants)
400m		
700m		
1000m		
1300m		

Εικόνα Δ3. Υψομετρική διαβάθμιση σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού των Βλαστών



Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς



Σχήμα Δ3. Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στο μέσο πάχος των βλαστών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Scheme D3. Effect of altitudinal and lighting variation on mean stem thickness of oregano. (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Πίνακας Δ3 . Μέσο πάχος των βλαστών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

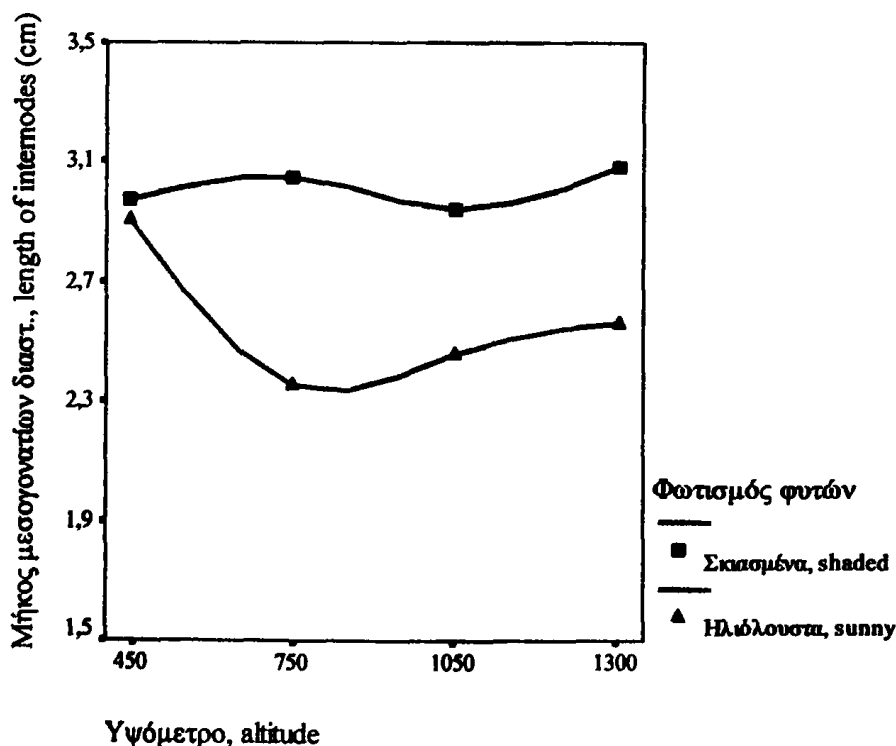
Table D3. Mean stem thickness of oregano at the altitudinal variation and in different light conditions.

Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά (mm) Sunny plants (mm)	Σκιασμένα φυτά (mm) Shaded plants (mm)
1300	60	1,80α	2,13α
1050	60	2,08β	2,01α
750	60	2,21γ	2,04α
450	60	2,31δ	2,11α

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων όλων των σκιασμένων φυτών δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο. Σε αντίθεση με το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων όλων των ηλιόλουστων φυτών, το οποίο εμφανίζει μεγάλη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο (-0,21) (Pearson-correlation).

Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων των σκιασμένων φυτών ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τα φυτά από τις ηλιόλουστες περιοχές σε όλο το υψομετρικό εύρος. Μεγαλύτερα μεσογονάτια διαστήματα μήκους  $2,90 \pm 0,59 \text{cm}$  είχαν τα ηλιόλουστα φυτά στα 450m, ενώ μικρότερα είχαν στα 750m με μήκος  $2,35 \pm 0,48 \text{cm}$ . Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων των σκιασμένων φυτών ήταν το ίδιο σε όλη την υψομετρική διακύμανση και ήταν από 2,94-3,08cm. (σχήμα Δ4). Η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρήθηκε στα 750m και ήταν 29%, ενώ η μικρότερη στα 450m.



**Σχήμα Δ4.** Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στο μέσο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων των βλαστών της ρίγανης (*Origanum vulgare subsp. hirtum*).

**Scheme D4.** Effect of altitudinal and lighting variation on mean length internodes of oregano (*Origanum vulgare subsp. hirtum*).

Στον πίνακα Δ4 φαίνονται οι μέσες τιμές του μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές





συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).

Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους από τα 750-1300m. Ενώ στα 450m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων (ζεύγη δειγμάτων με t-κριτήριο).

**Πίνακας Δ4.** Μέσο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων των βλαστών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

**Table D4.** Mean length internodes of oregano at the altitudinal variation and in different light conditions.

Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά (mm) Sunny plants (mm)	Σκιασμένα φυτά (mm) Shaded plants (mm)
1300	60	2,56β	3,08α
1050	60	2,46αβ	2,94α
750	60	2,35α	3,05α
450	60	2,90γ	2,97α

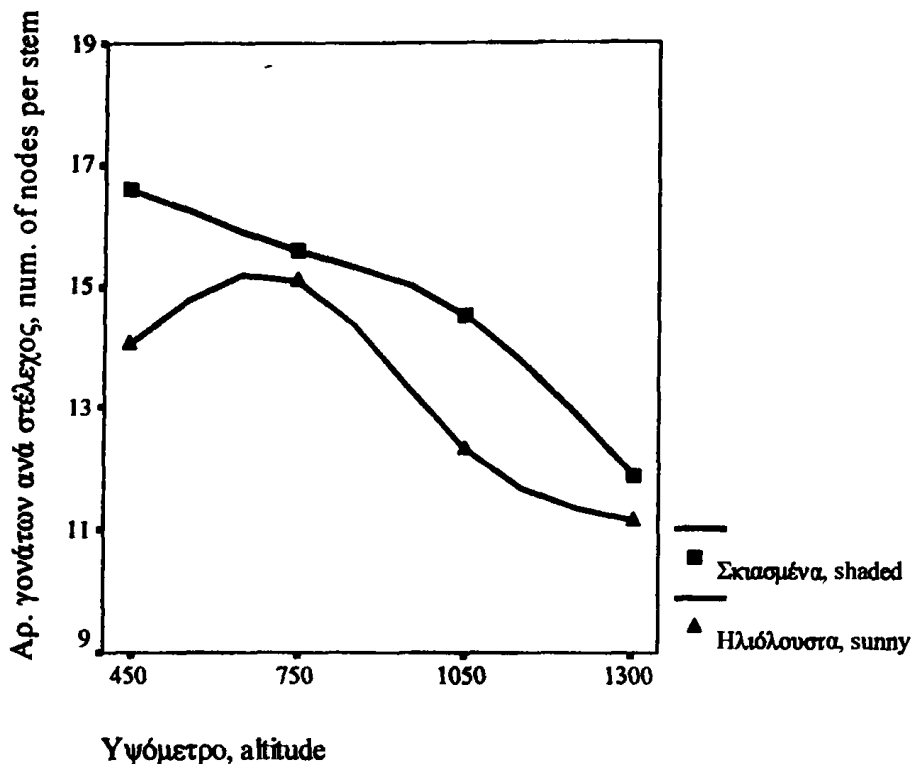
Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Ο μέσος αριθμός γονάτων ανά βλαστό όλων των φυτών εμφανίζει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο. Ο αριθμός γονάτων ανά βλαστό όλων των ηλιόλουστων φυτών, εμφανίζει μεγάλη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο (-0,54) και των σκιασμένων (-0,56) (Pearson-correlation).

Ο μέσος αριθμός γονάτων ανά βλαστό όλων των σκιασμένων φυτών ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με τα φυτά από τις ηλιόλουστες περιοχές στα 450-1050m. Περισσότερα γόνατα είχαν οι βλαστοί των σκιασμένων φυτών στα 450m, με μέσο αριθμό γονάτων  $16,60 \pm 3,1$ . Τα λιγότερα γόνατα είχαν οι βλαστοί των ηλιόλουστων φυτών στα 1300m με μέσο αριθμό γονάτων  $11,15 \pm 1,61$  (σχήμα Δ5).

Στον πίνακα Δ5 φαίνονται οι μέσες τιμές του αριθμού γονάτων ανά βλαστό της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).

Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς



**Σχήμα Δ5.** Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στο μέσο αριθμό γονάτων ανά βλαστό της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D5.** Effect of altitudinal and lighting variation on mean number of nodes per stem of oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στα 450m και στα 1000-1300m. Ενώ στα 750m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων (ζεύγη δειγμάτων με t-κριτήριο).

**Πίνακας Δ5 .** Μέσος αριθμός γονάτων ανά βλαστό της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

**Table D5.** Mean number of nodes per stem of oregano at the altitudinal variation and in different light conditions.

Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά Sunny plants	Σκιασμένα φυτά Shaded plants
1300	60	11,15α	11,87α
1050	60	12,32β	14,52β
750	60	15,108	15,60γ
450	60	14,07γ	16,608

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

### Μορφολογία των φύλλων

Το χρώμα των πλήρων ανεπτυγμένων φύλλων των ηλιόλουστων φυτών ήταν ανοιχτό-πράσινο σε σχέση με τα σκιασμένα φυτά που ήταν πιο σκουρόχρωμα. Η επιφάνεια των σκιασμένων φύλλων ήταν μεγαλύτερη από τα ηλιόλουστα φυτά όπως φαίνεται και στην εικόνα 4. Τα φύλλα των φυτών από τα χαμηλότερα υψόμετρα ήταν μεγαλύτερα για τα σκιασμένα φυτά ενώ στα ηλιόλουστα η επιφάνεια των φύλλων φαίνεται να είναι σχεδόν ίδια σε όλη την υψομετρική διαβάθμιση

Το μήκος των φύλλων όλων των φυτών εμφανίζει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο. Στα ηλιόλουστα φυτά (-0,48) και στα σκιασμένα (-0,77) (Pearson-correlation).

Το μέσο μήκος των φύλλων των ηλιόλουστων φυτών ήταν μικρότερο σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές στα 450-1300m. Πιο επιμήκη φύλλα είχαν τα ηλιόλουστα φυτά με μέσο μήκος 2,18-2,26cm στα 450-1050m, ενώ λιγότερο επιμήκη ήταν τα φύλλα στα 1300m με μέσο μήκος 1,83±0,27cm. Το μεγαλύτερο μέσο μήκος των φύλλων των σκιασμένων φυτών ήταν στα 450m και ήταν 2,83±0,32cm ενώ το μικρότερο ήταν στα 1300m και ήταν 1,72±0,27cm. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 450m και ήταν 25%, ενώ η μικρότερη διαφορά παρατηρήθηκε στα 1300m και ήταν 6%. (σχήμα Δ2).

Στον πίνακα Δ6 φαίνονται οι μέσες τιμές του πάχους των βλαστών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).

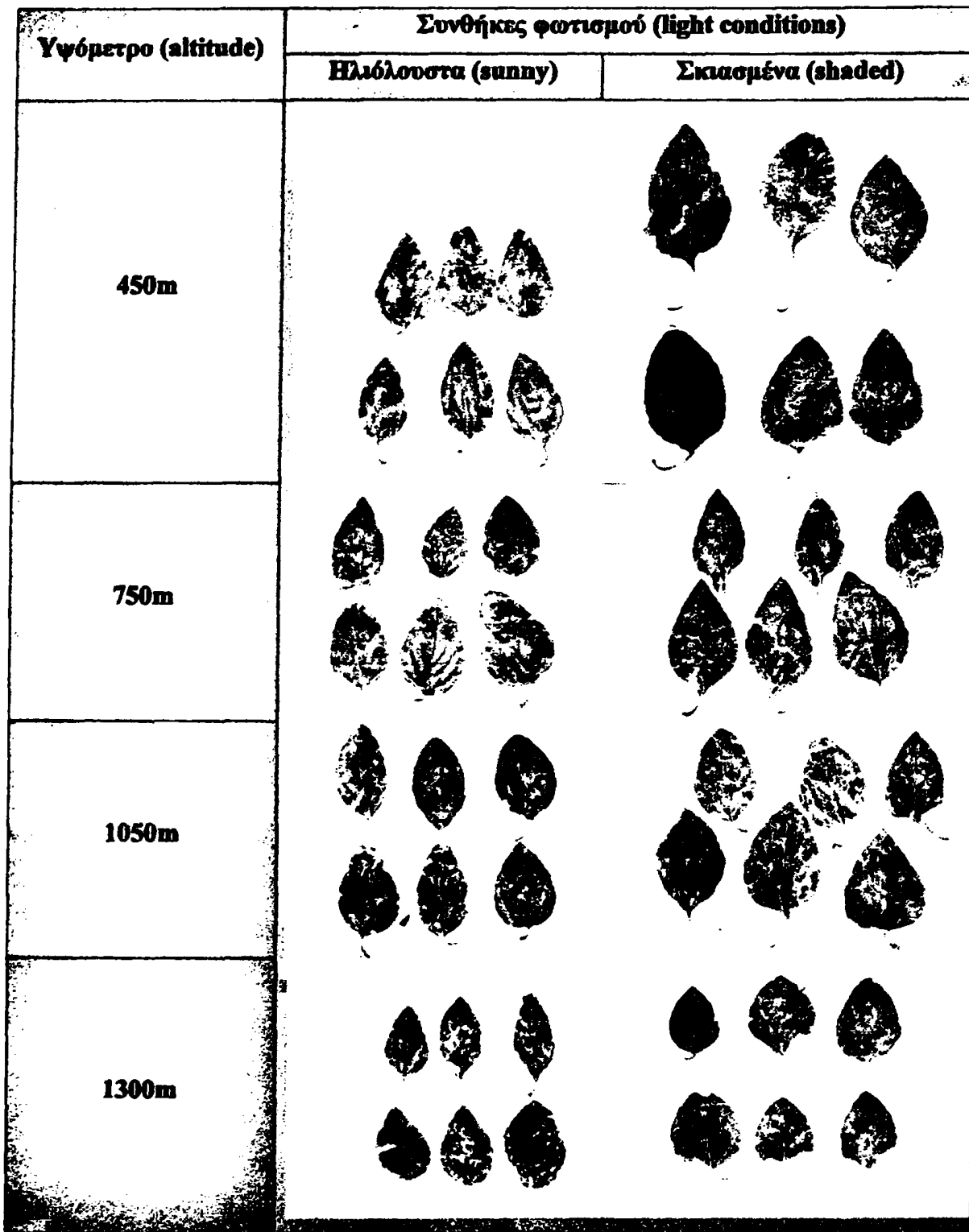
Πίνακας Δ6 . Μέσο μήκος των φύλλων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

Table D6. Mean length of oregano leaves at the altitudinal variation and in different light conditions.

Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά Sunny plants	Σκιασμένα φυτά Shaded plants
1300	30	1,83 $\alpha$	1,72 $\alpha$
1050	30	2,18 $\beta$	2,39 $\beta$
750	30	2,19 $\beta$	2,54 $\beta$
450	30	2,26 $\beta$	2,83 $\gamma$

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$





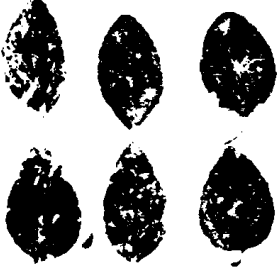

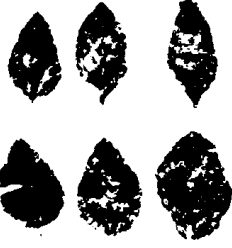
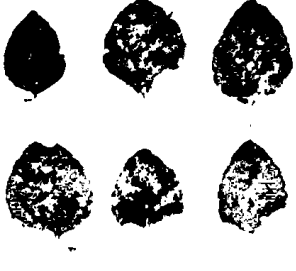




Εικόνα Δ4. Φύλλα της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση σε διαφορετικές συνθήκες σκίασης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

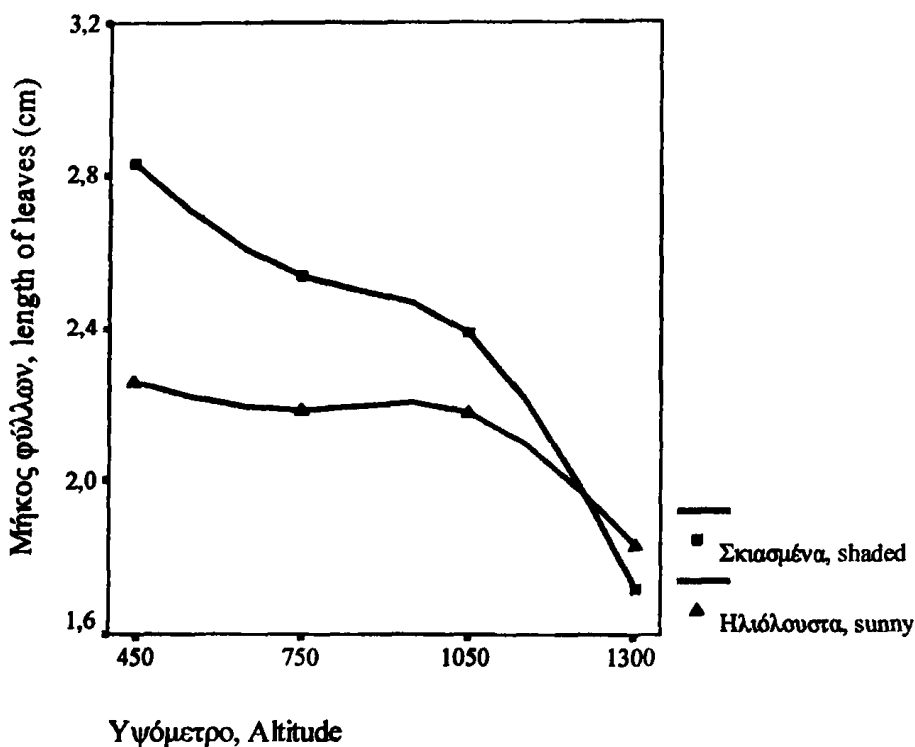
Figure D4. Altitudinal variation in different light conditions of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης  
κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς

Υψόμετρο (altitude)	Συνθήκες φωτισμού (light conditions)	
	Ηλιόλουστα (sunny)	Σκιασμένα (shaded)
450m		
750m		
1050m		
1300m		

Εικόνα Δ4. Φύλλα της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση σε διαφορετικές συνθήκες σκίασης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Figure D4. Altitudinal variation in different light conditions of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).



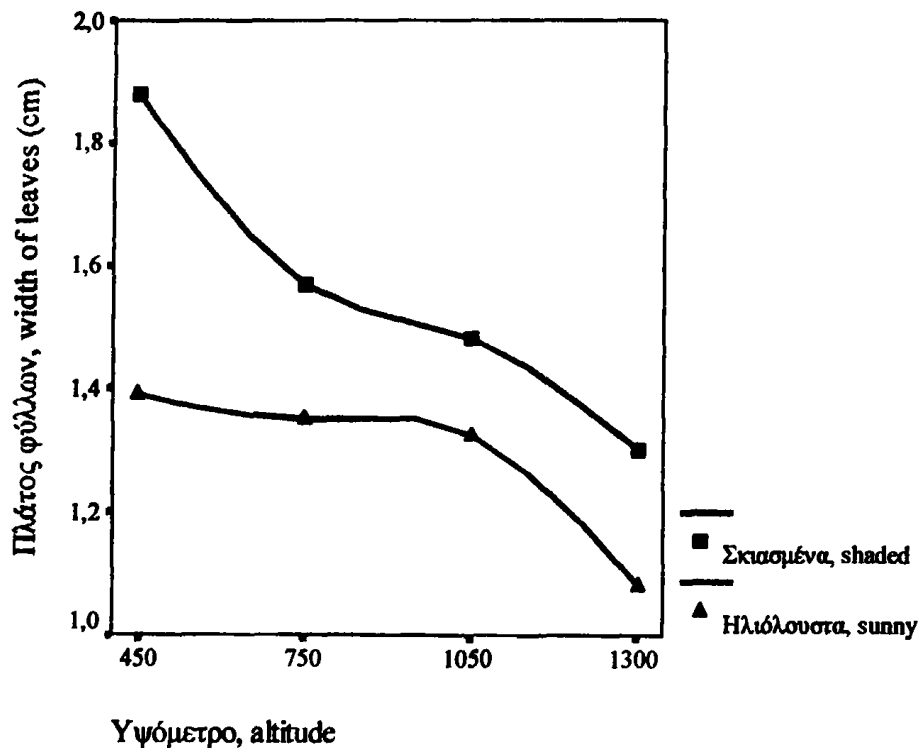
**Σχήμα Δ6.** Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στο μέσο μήκος των φύλλων της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).  
**Scheme D6.** Effect of altitudinal and lighting variation on mean length of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στα 450-1050m. Ενώ στα 1300m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο).

Το πλάτος των φύλλων όλων των φυτών εμφανίζει μεγάλη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο. Στα ηλιόλουστα φυτά (-0,43) και στα σκιασμένα (-0,69) (Pearson-correlation).

Το μέσο πλάτος των φύλλων των ηλιόλουστων φυτών ήταν μικρότερο σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές στα 450-1300m. Πιο πλατιά φύλλα είχαν τα ηλιόλουστα φυτά με μέσο πλάτος 1,32-1,39cm στα 450-1050m, ενώ λιγότερο πλατιά ήταν τα φύλλα στα 1300m με μέσο πλάτος  $1,08 \pm 0,24$ cm. Το μεγαλύτερο μέσο πλάτος των φύλλων των σκιασμένων φυτών ήταν στα 450m και ήταν  $1,88 \pm 0,24$ cm ενώ το μικρότερο ήταν στα 1300m και ήταν  $1,30 \pm 0,23$ cm. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 450m και ήταν 32%, ενώ η μικρότερη διαφορά παρατηρήθηκε στα 1050m και ήταν 12%. (σχήμα Δ2).

Στον πίνακα Δ7 φαίνονται οι μέσες τιμές του πλάτους των φύλλων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).



Σχήμα 7. Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στο μέσο πλάτος των φύλλων της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Scheme D7. Effect of altitudinal and lighting variation on mean width of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Πίνακας Δ7 . Μέσο πλάτος των φύλλων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

Table D7. Mean width of oregano leaves at the altitudinal variation and in different light conditions.

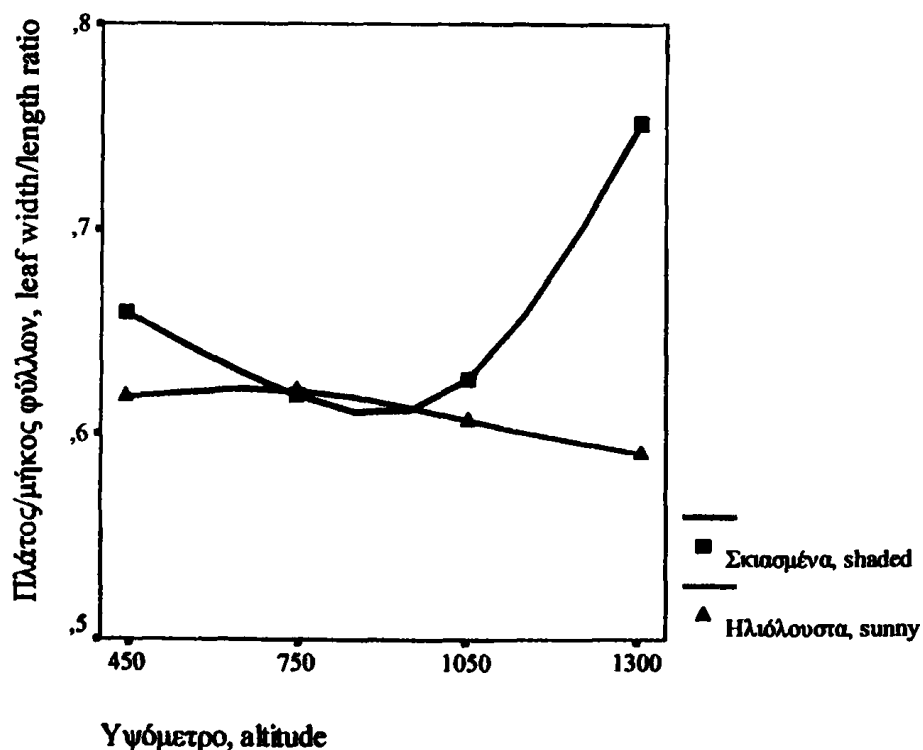
Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά Sunny plants	Σκιασμένα φυτά Shaded plants
1300	30	1,08α	1,30α
1050	30	1,32β	1,48β
750	30	1,35β	1,57β
450	30	1,39β	1,88γ

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Στα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών υπάρχουν μεγάλες στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων σε όλο το υψομετρικό εύρος (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο).

Ο δείκτης πλάτος / μήκος των φύλλων των σκιασμένων φυτών εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο (+0,27). Στα ηλιόλουστα φυτά η συσχέτιση είναι αρνητική αλλά όχι στατιστικώς σημαντική (Pearson-correlation).

Ο δείκτης πλάτος / μήκος των φύλλων των ηλιόλουστων φυτών ήταν μικρότερος σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές στα 450-1300m. Πιο στρογγυλά φύλλα (μεγάλος δείκτης) είχαν τα σκιασμένα φυτά με μέσο δείκτη  $0,75 \pm 0,13$  στα 1350m. Στα ηλιόλουστα φυτά ο δείκτης ήταν  $0,59-0,62$  στα 450-1300m. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 1300m και ήταν 27%, ενώ στα 750m ο δείκτης ήταν ίδιος για όλα τα φυτά (σχήμα Δ8).



**Σχήμα Δ8.** Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στο δείκτη πλάτος / μήκος των φύλλων της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D8.** Effect of altitudinal and lighting variation on mean width / length ratio of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).



Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς

Στον πίνακα Δ8 φαίνονται οι μέσες τιμές του δείκτη πλάτος / μήκος φύλλων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman-Keuls).

Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στα 1300m. Ενώ στα 450-1050m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων (ζεύγη δειγμάτων με t-κριτήριο).

**Πίνακας Δ8.** Μέσος δείκτης πλάτος / μήκος φύλλων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού  
**Table D8.** Mean width / length ratio of oregano leaves at the altitudinal variation and in different light conditions.

Υψόμετρο Altitude	Αριθμός δειγμάτων (N) Sample number	Ηλιόλουστα φυτά Sunny plants	Σκιασμένα φυτά Shaded plants
1300	30	0,59 $\alpha$	0,75 $\beta$
1050	30	0,60 $\alpha$	0,62 $\alpha$
750	30	0,61 $\alpha$	0,61 $\alpha$
450	30	0,62 $\alpha$	0,66 $\alpha$

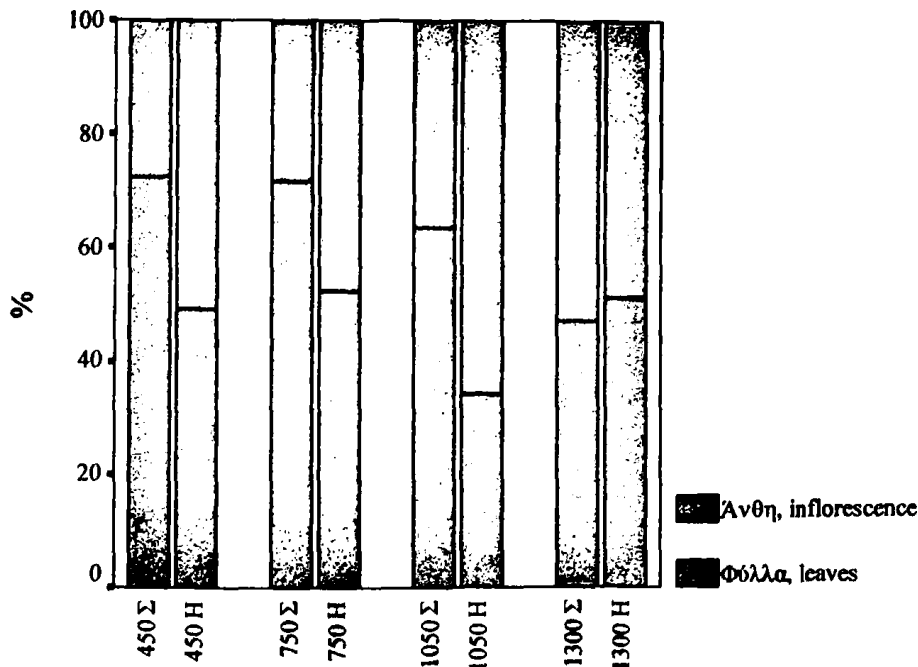
Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

## 2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Η αναλογία φύλλων σε όλο το φυτό (φύλλα και άνθη) στα ηλιόλουστα φυτά ήταν από 35% έως 53% σε όλο το υψομετρικό εύρος αντίστοιχα η αναλογία ανθέων ήταν 47-65%. Στα σκιασμένα φυτά η αναλογία φύλλων ήταν μεγαλύτερη από 48% έως 73%, ενώ η αναλογία ανθέων μικρότερη από 27% έως 52% (σχήμα Δ9).

Η μεγαλύτερη αναλογία φύλλων βρέθηκε στα σκιασμένα φυτά των 450m και ήταν 72,55%. Η μικρότερη στα ηλιόλουστα φυτά των 1050m και ήταν 34,52%. Η μεγαλύτερη αναλογία ανθέων βρέθηκε στα ηλιόλουστα φυτά των 1050m και ήταν 65,48%. Η μικρότερη στα σκιασμένα φυτά των 450m και ήταν 27,45%.

Η αναλογία φύλλων των σκιασμένων φυτών εμφανίζει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο (-0,91), όπως και η αναλογία ανθέων αλλά όχι στατιστικά σημαντικά. Η αναλογία φύλλων των ηλιόλουστων φυτών εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με το υψόμετρο (+0,91), όπως και η αναλογία ανθέων αλλά όχι στατιστικά σημαντική.



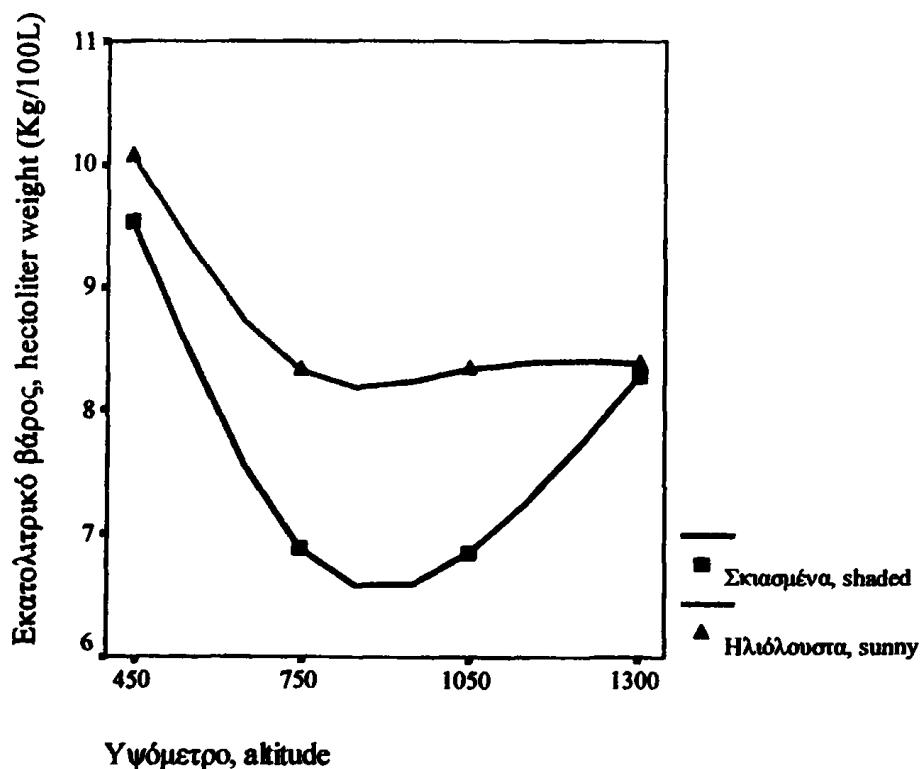
Υψόμετρο, altitude

**Σχήμα Δ9.** Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στην αναλογία φύλλων και ανθέων των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D9.** Effect of altitudinal and lighting variation on leaves and inflorescence ratio of oregano plants (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Τα εκατολιτρικά βάρη εμφανίζουν αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο αλλά όχι στατιστικά σημαντική. Το εκατολιτρικό βάρος των ηλιόλουστων φυτών είναι μεγαλύτερο από αυτό των σκιασμένων φυτών. Οι μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ σκιασμένων και ηλιόλουστων φυτών βρίσκονται στα 750-1050m, και είναι 17%. Ενώ οι μικρότερες στα 450m και 1300m

Το μεγαλύτερο εκατολιτρικό βάρος των ηλιόλουστων φυτών ήταν 10,06Kg/100L, των σκιασμένων φυτών 9,54 Kg/100L και παρατηρήθηκαν στα 450m. Το εκατολιτρικό βάρος των ηλιόλουστων φυτών στα 750-1300m ήταν ίδιο 8,33-8,40Kg/100L. Το μικρότερο εκατολιτρικό βάρος των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 750-1050m και ήταν 6,85-6,89 Kg/100L. (σχήμα Δ10)



Σχήμα Δ10. Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στο εκατολιτρικό βάρος των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Scheme D10. Effect of altitudinal and lighting variation on hectoliter weight of oregano plants (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

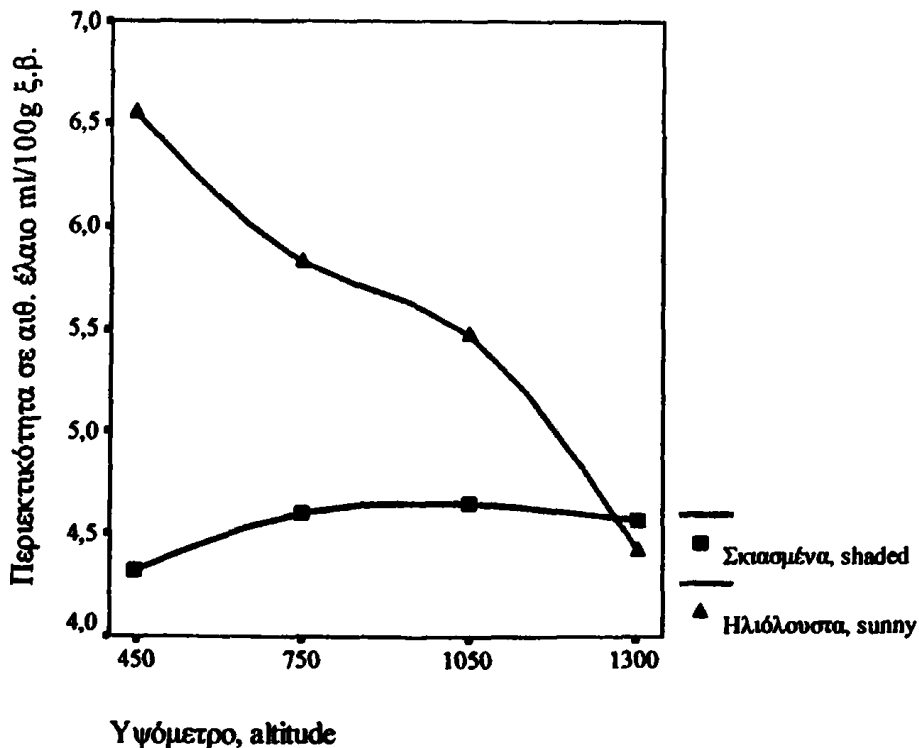
### 3. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

#### Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Η περιεκτικότητα σε αιθέριων έλαια όλων των υπέργειων τμημάτων των ηλιόλουστων φυτών εμφανίζει μεγάλη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση ως προς το υψόμετρο(-0,93) ενώ των σκιασμένων φυτών στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση (+0,41).

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των φύλλων των φυτών στα ηλιόλουστα φυτά παρουσιάζεται μεγάλη στατιστικά σημαντική αρνητική διαφορά (-0,91)ενώ στα σκιασμένα φυτά η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Η περιεκτικότητα των ταξιανθιών σε αιθέριο έλαιο παρουσιάζει μεγάλη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση στα ηλιόλουστα φυτά (-0,93) και στα σκιασμένα (-0,69) (Pearson-correlation).



**Σχήμα Δ11.** Επίδραση της υψομετρική διακόμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στην περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων όλου του υπέργειου τμήματος των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D11.** Effect of altitudinal and lighting variation on essential oil composition of oregano plants (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Η μέση περιεκτικότητα των υπέργειων τμημάτων σε αιθέριο έλαιο των ηλιόλουστων φυτών ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές στα 450-1050m. Πιο πλούσια σε αιθέριο έλαιο ήταν τα ηλιόλουστα φυτά στα 450m με μέση περιεκτικότητα  $6,55 \pm 0,05 \text{ ml } 100\text{g}^{-1}$  ξ.β. ενώ η μικρότερη περιεκτικότητα ήταν στα 1300m με  $4,43 \pm 0,32 \text{ ml } 100\text{g}^{-1}$  ξ.β. Η περιεκτικότητα των σκιασμένων φυτών ήταν ίδια σε όλο το υψομετρικό εύρος και ήταν 4,33-4,65  $\text{ml } 100\text{g}^{-1}$  ξ.β. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 450m και ήταν 34%, ενώ η μικρότερη διαφορά παρατηρήθηκε στα 1050m (σχήμα Δ11).

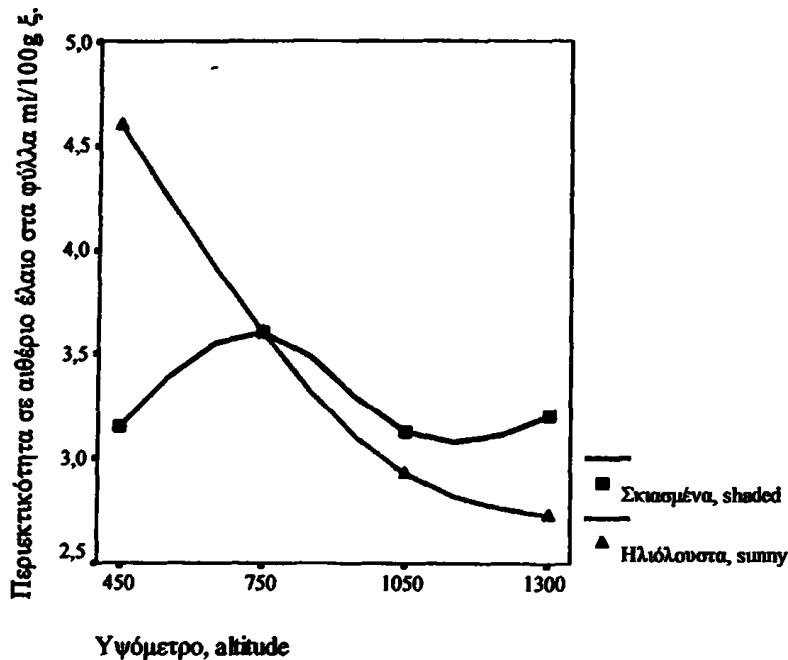
Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στα 450-1050m. Ενώ στα 1300m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο).

Η μέση περιεκτικότητα των φύλλων σε αιθέριο έλαιο των ηλιόλουστων φυτών ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές στα 450m η οποία ήταν  $4,60 \pm 0,10 \text{ ml } 100\text{g}^{-1}$  ξ.β. Ενώ στα 1050-1300m τα φύλλα των σκιασμένων φυτών ήταν πιο πλούσια από τα ηλιόλουστα φυτά με περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου 3,13-3,20  $\text{ml } 100\text{g}^{-1}$  ξ.β. Η μικρότερη περιεκτικότητα των φύλλων των ηλιόλουστων φυτών ήταν στα 1300m με  $2,73 \pm 0,35 \text{ ml } 100\text{g}^{-1}$  ξ.β. Η περιεκτικότητα των σκιασμένων φυτών ήταν σχεδόν ίδια σε όλο το υψομετρικό εύρος και ήταν 3,13-3,60  $\text{ml } 100\text{g}^{-1}$  ξ.β. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 450m και ήταν 31%, ενώ η μικρότερη διαφορά παρατηρήθηκε στα 750m (σχήμα Δ2).

Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους μόνο στα 450m. Ενώ στα 750-1300m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο).

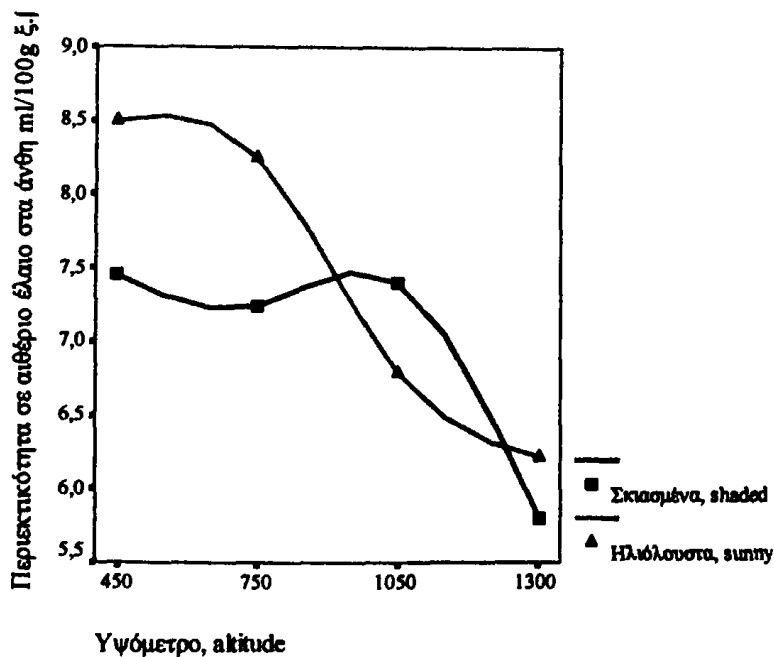


Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς



Σχήμα Δ12. Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στην περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων των φύλλων των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Scheme D12. Effect of altitudinal and lighting variation on essential oil composition of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).



Σχήμα Δ13. Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στην περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων των ταξιανθιών των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Scheme D13. Effect of altitudinal and lighting variation on essential oil composition of oregano inflorescences (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Η μέση περιεκτικότητα των ταξιανθιών σε αιθέριο έλαιο των ηλιόλουστων φυτών ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τα φυτά από τις σκιασμένες περιοχές στα 450-750m και στα 1300m η οποία ήταν 6,23-8,50 ml 100g<sup>-1</sup> ξ.β. Ενώ στα 1050m οι ταξιανθίες των σκιασμένων φυτών ήταν πιο πλούσιες από τα ηλιόλουστα φυτά με περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου 7,41±0,71ml 100g<sup>-1</sup> ξ.β. Η μικρότερη περιεκτικότητα των ταξιανθιών των ηλιόλουστων φυτών ήταν στα 1300m με 6,23±0,59ml 100g<sup>-1</sup> ξ.β. Η περιεκτικότητα των σκιασμένων φυτών ήταν ίδια από τα 450-1050m και ήταν 7,25-7,45ml 100g<sup>-1</sup> ξ.β. Ενώ στα 1300m η περιεκτικότητα είναι η χαμηλότερη και είναι 5,80±0,10 ml 100g<sup>-1</sup> ξ.β. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 450-750m και ήταν 12%, ενώ η μικρότερη διαφορά παρατηρήθηκε στα 1300m (σχήμα Δ13).

Τα ζεύγη ηλιόλουστων-σκιασμένων φυτών διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στα 450-1050m. Ενώ στα 1300m δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την μέθοδο σύγκρισης μέσων όρων (ζεύγη δειγμάτων με t- κριτήριο).

Στον πίνακα Δ9 φαίνονται οι μέσες τιμές των περιεκτικοτήτων σε αιθέρια έλαια των διάφορων τμημάτων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και στις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού με την μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) με το test πολλαπλών συγκρίσεων (Student-Newman- Keuls).

**Πίνακας Δ9.** Μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στα διάφορα τμήματα των φυτών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού  
**Table D9.** Mean essential oil composition of oregano total aerial part, leaves and inflorescence at the altitudinal variation and in different light conditions.

Υψόμετρο	Αριθμός δειγμάτων	Περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου (ml 100g <sup>-1</sup> ξ.β.)					
		σε όλο το υπέργειο μέρος		φύλλα		ταξιανθίες	
		Ηλιόλουστα	Σκιασμένα	Ηλιόλουστα	Σκιασμένα	Ηλιόλουστα	Σκιασμένα
1300	4	4,43α	4,58α	2,73α	3,20α	6,23α	5,80α
1050	4	5,48β	4,65α	2,93α	3,13α	6,80β	7,41β
750	4	5,83β	4,60α	3,60β	3,60β	8,25γ	7,25β
450	4	6,55γ	4,33α	4,60γ	3,15α	8,50γ	7,45β

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας α < 0,05

### *Ποιοτική και ποσοτική σύσταση αιθέριων ελαίων*

Τα αιθέρια έλαια είχαν κιτρινωπό χρώμα. Τα αιθέρια έλαια των φύλλων ήταν πιο σκουρόχρωμα προς πορτοκαλί. Το χρώμα των αιθέριων ελαίων των σκιασμένων φυτών στα 450m ήταν λευκό-κίτρινο.

Στα αιθέρια έλαια ανιχνεύτηκαν 26 συστατικά που αποτελούν το 96,7-100% των αιθέριων ελαίων (Πιν.Δ11). Τα κύρια συστατικά ήταν το π-κυμένιο, το γ-τερπινένιο, η θυμόλη και η καρβακρόλη που στο σύνολο τους συνιστούν το 90% περίπου των συστατικών του αιθέριου ελαίου. Τα παραπάνω κύρια συστατικά υπάρχουν σε όλα τα φυτά της ρίγανης.

Η ποσότητα της καρβακρόλης τόσο στα φύλλα όσο και στις ταξιανθίες των φυτών της ρίγανης ήταν πάνω από 60% (όριο καλής ποιότητας) στα ηλιόλουστα φυτά από τα 750m-1300m. Στα φύλλα από 65,51-80,63% και στις ταξιανθίες από 59,50-76,86%. Στα σκιασμένα δε στα 1050-1300m η ποσότητα της καρβακρόλης στα φύλλα ήταν 68,85-71,65%, στις ταξιανθίες 64,91-73,19%, όπου η σκίαση δεν ήταν έντονη. Στα δε 450m τα φυτά της ρίγανης ήταν φτωχά όσο αναφορά την ποσότητα της καρβακρόλης που ήταν κάτω από 20%. Οι μικρότερες ποσότητες βρέθηκαν στα σκιασμένα φυτά των 450m και ήταν 7,22% στα φύλλα και 9,71% στα άνθη. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 750m. Η καρβακρόλη εμφανίστηκε μειωμένη στις σκιασμένες περιοχές στα φύλλα κατά 67,16% αλλά και στα άνθη κατά 49,90% αντιστοίχως (Πιν. Δ10).

Ο χημειότυπος της καρβακρόλης επικρατεί στις ηλιόλουστες περιοχές αλλά και στις περιοχές με μικρή περιοδική σκίαση στα μεγάλα υψόμετρα πάνω από τα 750m, με φυτά που περιέχουν πάνω από 60% καρβακρόλη στο αιθέριο έλαιο τους και στα φύλλα αλλά και στις ταξιανθίες τους. Αυτός ο χημειότυπος υπάρχει και στα χαμηλότερα υψόμετρα στα 750m αλλά μόνο σε ορισμένες ηλιόλουστες περιοχές. Αντιθέτως η ποσότητα της καρβακρόλης μειώνεται στις σκιασμένες περιοχές του δάσους και στις περιοχές με μικρότερο υψόμετρο.

Η θυμόλη και στα φύλλα και στις ταξιανθίες μόνο στα φυτά των 450m ήταν πάνω από 60%. Η μεγαλύτερη ποσότητα της θυμόλης βρέθηκε στα σκιασμένα φυτά των 400m, και ήταν 67,91% στα φύλλα και 65,08% στις ταξιανθίες. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών παρατηρήθηκε στα 750m. Η



θυμόλη εμφανίστηκε αυξημένη στις σκιασμένες περιοχές στα φύλλα κατά 92,28% αλλ και στα άνθη κατά 88,95% αντιστοίχως (Πιν. Δ.10).

**Πίνακας Δ10.** Μέση περιεκτικότητα των κύριων συστατικών των αιθέρων ελαίων στ φύλλα και τις ταξιανθίες των φυτών της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση κ σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

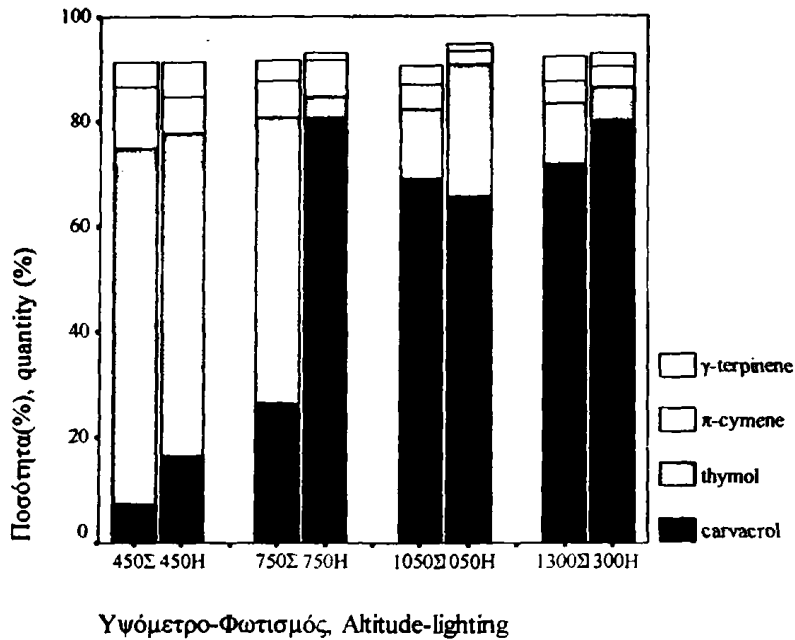
**Table D10.** Mean of the main constituents of oregano oils in leaves and inflorescenc at the altitudinal variation and in different light conditions.

	Υψόμετρο	Αριθμός δειγμάτων	Περιεκτικότητα (%)			
			φύλλα		ταξιανθίες	
			Ηλιόλουστα	Σκιασμένα	Ηλιόλουστα	Σκιασμένα
καρβακρόλη	450	4	16,35	7,22	17,81	9,71
	750	4	80,63	26,48	76,86	38,51
	1050	4	65,51	68,85	59,50	64,91
	1300	4	79,90	71,65	69,24	73,19
θυμόλη	450	4	61,37	67,91	61,70	65,08
	750	4	4,19	54,30	4,78	43,27
	1050	4	25,19	13,44	19,70	17,72
	1300	4	6,51	11,72	3,45	7,63
π-κυμένιο	450	4	7,08	11,42	4,71	5,55
	750	4	6,75	6,93	3,38	3,98
	1050	4	2,54	4,56	3,87	4,26
	1300	4	3,69	4,25	3,80	3,58
γ-τερπινένιο	450	4	6,61	4,71	6,39	8,83
	750	4	1,47	3,84	3,34	4,47
	1050	4	1,46	3,60	7,37	4,22
	1300	4	2,61	4,58	11,72	6,91

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα δεν διαφέρουν για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

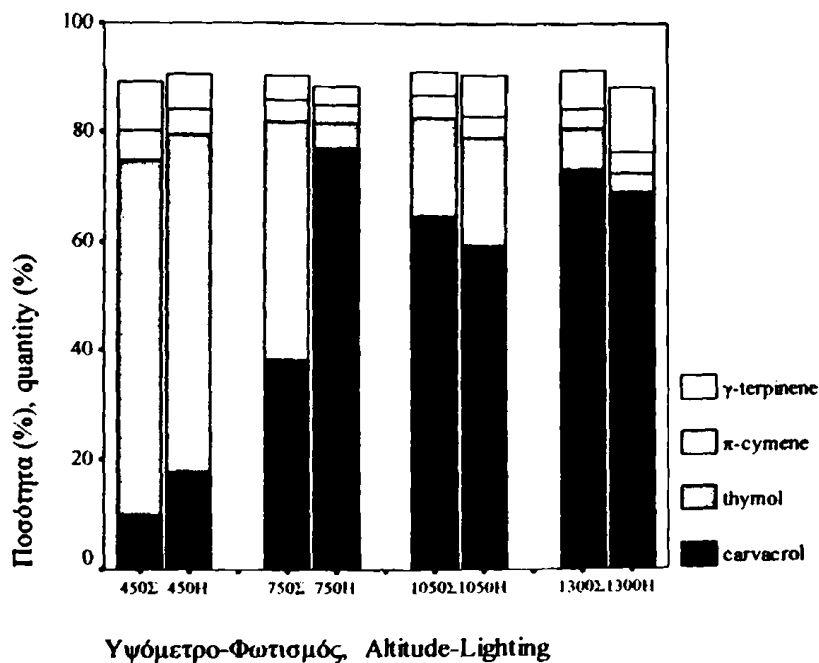


Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς



**Σχήμα Δ14.** Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων των φύλλων των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D14.** Effect of altitudinal and lighting variation on major constituents of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).



**Σχήμα Δ15.** Επίδραση της υψομετρική διακύμανσης σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού στα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων των ταξιανθιών των φυτών της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

**Scheme D15.** Effect of altitudinal and lighting variation on major constituents of oregano inflorescences (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*).

Ο χημειότυπος της θυμόλης επικρατεί στις σκιασμένες περιοχές μέσα στο δάσος στα 450-750m αλλά και στις ηλιόλουστες περιοχές των 450m..

Το π-κυμένιο βρίσκεται αυξημένο στα φύλλα των σκιασμένων φυτών σε όλο το υψομετρικό εύρος, Η μεγαλύτερη ποσότητά του βρέθηκε στα 450m στα φύλλα των σκιασμένων φυτών και ήταν 11,42%. Αντιθέτως η μικρότερη ποσότητα καταγράφηκε στα 1050m στα φύλλα των ηλιόλουστων φυτών και ήταν 2,54%. Στις ταξιανθίες των σκιασμένων φυτών από τα 450-1050m είναι επίσης αυξημένο ενώ μόνο στα 1300m είναι μειωμένο κατά 5,79% (Πιν. Δ.10).

Το γ-τερπινένιο ήταν αυξημένο στα σκιασμένα φυτά, στα φύλλα από τα 750-1300m αλλά και στις ταξιανθίες στα 450-750m. Στα ηλιόλουστα φυτά η μεγαλύτερη απόδοση 11,72% βρέθηκε στις ταξιανθίες των φυτών στα 1300m. Η μικρότερη ποσότητα καταγράφηκε στα ηλιόλουστα φύλλα των 750-1050m και ήταν 1,46%. Στις πολύ έντονα σκιασμένες περιοχές το γ-τερπινένιο ήταν αυξημένο, ενώ στις περιοχές με λιγότερη σκίαση αυξημένες τιμές βρέθηκαν μόνο στα φύλλα των σκιασμένων φυτών (Πιν. Δ.10).

Στα υπόλοιπα συστατικά τις μεγαλύτερες ποσότητες στα άνθη σε σχέση με τα φύλλα είχαν το α-θουγένιο, α-πινένιο, μυρσένιο, α-φελλανδρένιο, α-τερπινένιο, λεμονένιο και το οκιμένιο. Αντίθετα στα φύλλα είχαν περισσότερο το καμφένιο, σαμπινένιο, β-πινένιο και το δ-γερμακρένιο (Πιν. Δ.11).

Στα ηλιόλουστα φυτά και στα άνθη αλλά και στα φύλλα η σινεόλη 1,8 , η α-τερπινεόλη και η λιναλοόλη παρουσιάζονται αυξημένα στα μεγάλα υψόμετρα ενώ στα σκιασμένα φυτά αυτές οι ενώσεις δεν παρουσιάζουν αλλαγές. Αντιθέτως μείωση με την αύξηση του υψομέτρου παρουσιάζουν στα φύλλα των ηλιόλουστων φυτών τα α-θουγένιο, α-πινένιο, καμφένιο, σαμπινένιο, μυρσένιο, α-φελλανδρένιο, α-τερπινένιο, λεμονένιο και τερπινολένιο (Πιν. Δ.11).

**Πίνακας Δ11.** Χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση και σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού.

**Table D11.** Chemical constitution of oregano essential oils, at the altitudinal variation and in different light conditions.

A/A	RT	Συστατικά	450m						750m						1050m						1300m					
			Ανθη		Φύλλα		Ανθη		Φύλλα		Ανθη		Φύλλα		Ανθη		Φύλλα		Ανθη		Φύλλα		Ανθη		Φύλλα	
			Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H	Σ	H
1	9,54	α-thujene	1,39	1,14	0,73	0,43	1,08	1,35	0,37	0,42	1,06	1,25	0,55	0,25	1,09	1,25	0,55	0,25	1,09	1,25	0,55	0,25	1,09	1,25	0,62	0,19
2	9,88	α-pinene	0,68	0,68	0,62	0,46	0,61	0,71	0,36	0,55	0,62	0,62	0,48	0,34	0,58	0,70	0,48	0,34	0,58	0,70	0,48	0,34	0,58	0,70	0,52	0,25
3	10,57	camphene	0,09	0,13	0,13	0,12	0,10	0,11	0,09	0,16	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	0,11	0,08	0,05	0,09	0,11	0,09	0,09	0,11	0,09	0,09	0,04
4	11,85	sabinene	0,30	0,37	0,50	0,74	0,34	0,23	0,47	0,35	0,42	0,34	0,34	0,55	0,39	0,23	0,43	0,39	0,23	0,43	0,39	0,23	0,43	0,39	0,39	0,39
5	12,16	β-pinene	-	0,04	0,08	0,15	0,07	0,02	0,17	0,08	0,08	-	0,10	0,07	-	-	-	0,10	0,07	-	-	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
6	12,42	myrcene	2,09	1,66	1,40	1,14	1,66	1,80	1,00	0,76	1,34	1,83	1,01	0,36	1,55	2,00	1,01	0,36	1,55	2,00	1,01	0,36	1,55	2,00	1,01	0,38
7	13,16	α-phellandrene	0,24	0,20	0,09	0,11	0,20	0,20	0,10	0,06	0,08	0,20	0,02	-	0,14	0,17	0,07	-	0,14	0,17	0,07	-	0,14	0,17	0,07	-
8	13,45	δ3-carene	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,08	0,06	-	0,07	0,08	0,06	-	0,07	0,08	0,06	-	0,07	0,08	0,04	-
9	13,76	α-τερπινένιο	1,76	1,33	0,63	0,91	1,04	0,79	0,61	0,32	0,52	1,25	0,52	0,18	0,92	1,33	0,59	0,21	0,92	1,33	0,59	0,21	0,92	1,33	0,59	0,21
10	14,15	π-cymene	5,55	4,71	11,42	7,08	3,98	3,38	6,93	6,75	4,26	3,87	4,56	2,54	3,58	3,80	4,25	2,54	3,58	3,80	4,25	2,54	3,58	3,80	4,25	3,69
11	14,35	limonene	0,46	0,36	0,39	0,29	0,34	0,34	0,34	0,46	0,22	0,45	0,19	-	0,28	0,33	0,21	-	0,28	0,33	0,21	-	0,28	0,33	0,21	0,06
12	14,48	1,8-cineole	0,03	-	0,08	0,03	-	-	0,01	0,03	0,21	0,11	0,11	0,26	0,04	0,34	0,21	0,26	0,04	0,34	0,21	0,26	0,04	0,34	0,21	0,37
13	15,27	ocimene-trans	0,24	0,06	0,16	0,03	0,06	0,05	-	-	0,51	0,56	0,34	-	0,04	-	-	0,34	-	0,04	-	-	-	-	-	-
14	15,86	γ-terpinene	8,83	6,39	4,71	6,61	4,47	3,34	3,84	1,47	4,22	7,37	3,60	1,46	6,91	11,72	4,58	1,46	6,91	11,72	4,58	1,46	6,91	11,72	4,58	2,61
15	16,30	cis-p-menth-2-en-1-ol	0,67	0,39	0,43	0,40	0,59	0,49	0,36	0,34	0,53	0,56	0,66	0,36	0,58	0,69	0,48	0,66	0,36	0,58	0,69	0,48	0,66	0,36	0,48	0,35
16	17,37	terpinolene	0,07	0,06	0,06	0,03	0,05	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	-	0,03	0,06	0,03	-	0,03	0,06	0,03	-	0,03	0,06	0,03	-
17	17,89	linalool	0,30	0,21	0,30	0,24	0,26	0,22	0,23	0,29	0,23	0,27	0,33	0,27	0,25	0,41	0,27	0,33	0,27	0,25	0,41	0,27	0,33	0,27	0,37	0,37
18	21,39	borneol	0,13	0,24	0,20	0,31	0,15	0,17	0,23	0,39	0,17	0,13	0,18	0,21	0,16	0,41	0,17	0,18	0,21	0,16	0,41	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22
19	21,93	terpinen 4-ol	0,32	0,44	0,36	0,30	0,27	0,31	0,28	0,37	0,17	0,27	0,33	0,36	0,30	0,15	0,17	0,33	0,36	0,30	0,15	0,17	0,33	0,36	0,41	0,41
20	22,58	α-terpineol	0,11	0,08	0,14	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,28	0,16	0,29	0,14	0,05	0,38	0,05	0,29	0,14	0,05	0,38	0,05	0,29	0,14	0,05	0,31
21	27,40	thymol	65,08	61,70	67,91	61,37	43,27	4,78	54,30	4,19	17,72	19,70	13,44	25,19	7,63	3,45	11,72	13,44	25,19	7,63	3,45	11,72	13,44	25,19	6,51	6,51
22	28,10	carvacrol	9,71	17,81	7,22	16,35	38,51	76,86	26,48	80,63	64,91	59,50	68,85	65,51	73,19	69,24	71,65	68,85	65,51	73,19	69,24	71,65	68,85	65,51	71,65	79,99
23	33,46	β-caryophyllene	1,03	0,94	0,59	0,86	1,17	0,83	0,91	0,49	0,39	0,73	1,00	0,62	0,78	1,23	0,74	1,00	0,62	0,78	1,23	0,74	1,00	0,62	0,74	1,07
24	34,96	α-humulene	0,11	0,08	0,06	0,06	0,15	0,04	0,11	-	0,05	0,09	0,13	0,06	0,10	0,12	0,09	0,13	0,06	0,10	0,12	0,09	0,13	0,06	0,10	0,10
25	37,11	δ-germacrene	0,57	0,66	0,86	1,46	1,14	0,30	1,84	0,59	0,49	0,61	1,24	0,97	0,91	0,81	1,36	1,24	0,97	0,91	0,81	1,36	1,24	0,97	1,30	1,30
26	40,42	caryophyllene oxide	0,17	0,24	0,58	0,28	0,20	0,13	0,39	0,39	0,62	0,18	0,48	0,36	0,28	0,48	0,27	0,48	0,36	0,28	0,48	0,27	0,48	0,36	0,27	0,51
		Σύνολο	100,00	100,00	99,73	99,90	99,86	96,66	99,71	99,02	99,53	100,00	99,06	99,95	99,78	99,69	99,66	99,06	99,95	99,78	99,69	99,66	99,06	99,95	99,66	99,47

## Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ

#### *Μορφολογία των φυτών*

Τα φυτά της ρίγανης στα χαμηλότερα υψόμετρα είναι ψηλότερα από αυτά των μεγαλύτερων υψομέτρων. Υπάρχει μείωση του ύψους των φυτών με την κατά την αύξηση του υψομέτρου. Όπως έχει αναφερθεί για το *Origanum vulgare* (Kofidis et al. 2003), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Ξύστρας et al 2006). Αυτό φαίνεται να ισχύει και για άλλα είδη όπως το *Coridothymus capitatus* και *Satureja thymbra* από την (Καρούσου 1995), *Mentha spicata*, *Nepeta nuda*, *Chinopodium vulgare* (Κωφίδης Γ. 2004). Η μείωση του ύψους των φυτών στα μεγαλύτερα υψόμετρα πιθανώς οφείλεται στις μειωμένες θερμοκρασίες και στην μικρή βλαστική περίοδο (Woodward.1979, Graves and Taylor 1986, Woodward and Friend 1988).

Τα σκιασμένα φυτά ήταν ψηλότερα από τα ηλιόλουστα φυτά σε όλο το υψομετρικό εύρος. Το ύψος των σκιασμένων φυτών ήταν μεγαλύτερο από τα ηλιόλουστα φυτά ανάλογα με το υψόμετρο και το είδος της σκίασης. Η περιοδική σκίαση από θάμνους και πόες είχε μικρότερη επίδραση στο ύψος των φυτών με μία αύξηση του ύψους κατά 9%, ενώ στη σκίαση κάτω από τη μεγάλη πυκνότητα κλαδιών διαφόρων δέντρων και τις ηλιοκηλίδες τα φυτά εμφανίζονταν ψηλότερα έως και 25% από τα ηλιόλουστα. Το μεγάλο ύψος των σκιασμένων φυτών οφείλεται στην μειωμένη ένταση του φωτός λόγω της απορρόφησης τους από τις υπερκείμενες κόμεις (Καρατάγλης 1994, Ridge 2005 ).

Τα ηλιόλουστα φυτά είχαν μεγαλύτερες ταξιανθίες από τα σκιασμένα φυτά. Το μήκος των ταξιανθιών των ηλιόλουστων φυτών δεν φαίνεται να επηρεάζεται από το υψόμετρο, ενώ αντίθετα στα σκιασμένα φυτά η ανθοφορία επηρεάζεται θετικά με την αύξηση του υψομέτρου, πιθανώς εξαιτίας της μειωμένης σκίασης στα μεγαλύτερα υψόμετρα.

Η έντονη σκίαση από τα δέντρα με τη μορφή ηλιοκηλίδων στα χαμηλότερα υψόμετρα έχει μεγάλη επίδραση στην ανθοφορία της ρίγανης που εμφανίζεται στα σκιασμένα φυτά με μείωση του μήκους των ταξιανθιών έως και 37%

### **Μορφολογία των βλαστών**

Οι βλαστοί των φυτών που προέρχονταν από τα χαμηλότερα υψόμετρα ήταν πιο κοκκινωποί και των σκιασμένων φυτών πιο σκούροι από τους βλαστούς των ηλιόλουστων φυτών.

Το πάχος των βλαστών των ηλιόλουστων φυτών μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου με αποτέλεσμα οι βλαστοί να είναι παχύτεροι στα χαμηλά υψόμετρα και λεπτότεροι στα μεγαλύτερα υψόμετρα, σε αντίθεση με το πάχος των σκιασμένων φυτών που παραμένει αμετάβλητο με την υψομετρική διαβάθμιση.

Η σκίαση των φυτών φαίνεται να επηρεάζει το πάχος των βλαστών αρνητικά σχεδόν σε όλη την υψομετρική διαβάθμιση, εκτός από τα φυτά στα 1300m όπου οι σκιασμένοι βλαστοί των φυτών εμφανίζονται παχύτεροι υπό την επίδραση περιοδικής σκίασης από πόες. Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω το μειωμένο πάχος των βλαστών οφείλεται στην χαμηλή ένταση του φωτός εξαιτίας των ηλιοκηλίδων από τα υπερκείμενα φυλλώματα των βελανιδιών (Καρατάγλης 1994).

Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων ήταν ίδιο σε όλο το υψομετρικό εύρος για τα σκιασμένα φυτά, ενώ υπήρχε μείωση με την αύξηση του υψομέτρου στα ηλιόλουστα φυτά. Η σκίαση επηρεάζει το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων σε όλο το υψομετρικό εύρος, προκαλώντας την επιμήκυνση του κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες σκίασης. Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων των σκιασμένων φυτών ήταν μεγαλύτερο έως και 29% από αυτό των ηλιόλουστων φυτών στα 750m,

Ο αριθμός των γονάτων των βλαστών ήταν μεγαλύτερος στα χαμηλότερα υψόμετρα από ότι στα μεγαλύτερα υψόμετρα, υπήρχε δηλαδή μείωση του αριθμού γονάτων με την αύξηση του υψομέτρου.

Υπό των διαφόρων συνθηκών σκίασης τα φυτά είχαν περισσότερα γόνατα από τα φυτά που φύονταν στις ηλιόλουστες περιοχές.

### **Μορφολογία των φύλλων**

Τα φύλλα ήταν μεγαλύτερα στα χαμηλότερα υψόμετρα ενώ στα υψηλότερα ήταν μικρότερα και για των ηλιόλουστων αλλά και για τα σκιασμένων φυτών. Το μήκος των φύλλων των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου. Την ίδια εικόνα παρουσιάζουν και άλλα φυτά που φύονται σε μεγάλο



υψομετρικό εύρος (Woodward 1983, Cordell et al., 1998, Kao and Chang 2001). Αυτό φαίνεται να συμβαίνει κυρίως εξαιτίας της χαμηλής θερμοκρασίας του αέρα η οποία όπως έχει βρεθεί επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη των φύλλων (Graves and Taylor 1986).

Το μήκος των φύλλων των σκιασμένων φυτών ήταν μεγαλύτερο σχεδόν σε όλη την υψομετρική διαβάθμιση. Μεγαλύτερες διαφορές υπήρχαν στα χαμηλότερα υψόμετρα με συνθήκες φωτισμού κάτω από έντονη σκίαση από δέντρα. Τα φύλλα σε αυτές τις περιοχές ήταν μακρύτερα από τα ηλιόλουστα φυτά έως και 25%. Ενώ κάτω από την περιοδική σκίαση από θάμνους και πόες η διαφορά ήταν 6%. Το πλάτος των φύλλων των ηλιόλουστων και των σκιασμένων φυτών μειώνεται με την αύξηση του υψόμετρου.

Μεγαλύτερες διαφορές υπήρχαν στα χαμηλότερα υψόμετρα με συνθήκες φωτισμού κάτω από έντονη σκίαση από δέντρα. Τα φύλλα σε αυτές τις περιοχές ήταν πλατύτερα από τα ηλιόλουστα φυτά έως και 32%. Ενώ κάτω από την περιοδική σκίαση από θάμνους και πόες η διαφορά ήταν 12%.

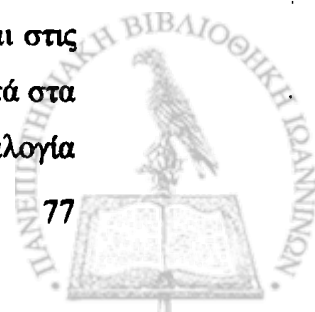
Ο δείκτης πλάτος / μήκος των φύλλων των σκιασμένων φυτών αυξάνεται με την αύξηση του υψόμετρου, ενώ δεν μεταβάλλεται στα ηλιόλουστα φυτά. Πιο στρογγυλά φύλλα (μεγάλος δείκτης) είχαν τα σκιασμένα φυτά ενώ οι μεγαλύτερες διαφορές παρατηρήθηκαν στα άκρα της υψομετρικής διαβάθμισης στα 450m και στα 1300m με διαφορά έως και 27%. Πιο στρογγυλά φύλλα είχαν και τα ανθισμένα φυτά του *Origanum vulgare* στο όρος Παγγαίο στα μεγαλύτερα υψόμετρα, όμως σε κανονικές ηλιόλουστες συνθήκες. (Κωφίδης Γ. 2004)

Το μεγάλο μέγεθος των φύλλων των σκιασμένων φυτών οφείλεται στην μειωμένη φωτοσύνθεση υπό την περιοδική σκίαση και τις ηλιοκηλίδες, με αποτέλεσμα τα φυτά της ρίγανης να αυξάνουν την φυλλική τους επιφάνεια με σκοπό την αύξηση των ρυθμών της φωτοσύνθεσης για την κάλυψη των αναγκών τους σε ενέργεια.

## 2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Η αναλογία φύλλων των σκιασμένων φυτών μειώνεται με την αύξηση του υψόμετρου, αντιθέτως η αναλογία ανθέων αυξάνεται με την αύξηση του υψόμετρου.

Μεγαλύτερη αναλογία ανθέων, είχαν τα φυτά στα υψηλότερα υψόμετρα και στις ηλιόλουστες τοποθεσίες, ενώ αντίθετα μικρότερη αναλογία ανθέων είχαν τα φυτά στα χαμηλότερα υψόμετρα και στις σκιερές τοποθεσίες. Αναλόγως μεγαλύτερη αναλογία



φύλλων, είχαν τα φυτά στα χαμηλότερα υψόμετρα και στις σκιερές τοποθεσίες, ενώ μικρότερη αναλογία φύλλων είχαν τα φυτά στα υψηλότερα υψόμετρα και στις ηλιόλουστες τοποθεσίες. Στα σκιασμένα φυτά πιθανών η μικρή αναλογία ανθέων να είναι αποτέλεσμα της καθυστέρησης της ανθοφορίας εξαιτίας της χαμηλής έντασης του φωτός, όπως παρατηρήθηκε και από τον Dudai et al., (1989) στο *Origanum Syriacum*.

Το εκατολιτρικό βάρος των φυτών είναι μεγαλύτερο στα χαμηλότερα υψόμετρα και στα ηλιόλουστα φυτά σε όλη την υψομετρική διαβάθμιση. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα του μικρότερου βιολογικού κύκλου των φυτών στα μεγαλύτερα υψόμετρα. Τα σκιασμένα φυτά έχουν μικρότερο εκατολιτρικό βάρος έως και 17%. Το μικρότερο εκατολιτρικό βάρος των σκιασμένων φυτών πιθανών να είναι αποτέλεσμα της μειωμένης φωτοσύνθεσης εξαιτίας των ηλιοκηλίδων και της μειωμένης έντασης του φωτός (Dudai et al., 1989). Μειωμένο βάρος στο *Ocimum basilicum* κάτω από συνθήκες σκίασης με χαμηλή ένταση φωτός σε καλλιέργεια βασιλικού σε θερμοκήπιο παρατηρήθηκε και από τους Chang et al. (2008) και στο *Origanum Syriacum* (Dudai et al., 1989).

### 3. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

#### *Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο*

Κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες φωτισμού (έντονη σκίαση, περιοδική σκίαση, ηλιοκηλίδες) και του υψομέτρου (450-1300m) που φύονται τα φυτά του είδους *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* στο όρος Όθρυς παρουσιάζονται διαφορές στις αποδόσεις των αιθέριων ελαίων σε σχέση με τα ηλιόλουστα φυτά.

Η απόδοση όλου του υπέργειου τμήματος των φυτών σε αιθέριο έλαιο των ηλιόλουστων φυτών μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου και παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο. Σε άλλες περιοχές έχει παρατηρηθεί παρόμοια μείωση των αιθέριων ελαίων κατά την υψομετρική διαβάθμιση, και συγκεκριμένα στο είδος *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* από την Vokou et al., (1993), στο γένος *Origanum* του όρους Παγγαίου (Κωφίδης 2004), στα γένη *Origanum* και *Thymus* στον Όλυμπο (Ανδρονής 1989). Αντιθέτως η απόδοση σε αιθέριο έλαιο του υπέργειου μέρους των σκιασμένων φυτών παραμένει σχεδόν σταθερή σε όλο το υψομετρικό εύρος και παρουσιάζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με το υψόμετρο.





Όπως φαίνεται στον συγκεντρωτικό πίνακα E.1 υπό την έντονη σκίαση δέντρων υπάρχει μεγάλη μείωση στην απόδοση των αιθέριων ελαίων έως και 34%. Ενώ κάτω από την περιοδική σκίαση θάμνων και ποών υπάρχει μικρότερη μείωση των αιθέριων ελαίων. Η περιοδική σκίαση από φτέρες και άλλες πόες στα 1300m δεν επηρεάζει την ποσότητα του αιθέριου ελαίου των φυτών της ρίγανης.

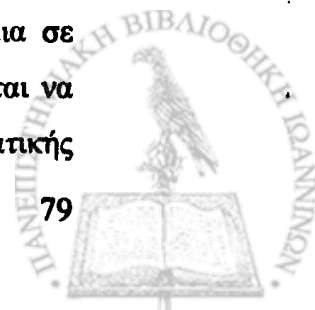
Η περιεκτικότητα των φύλλων των ηλιόλουστων φυτών σε αιθέριο έλαιο μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου ενώ των σκιασμένων φυτών παραμένει αμετάβλητη σε όλο το υψομετρικό εύρος. Υπό την έντονη σκίαση δέντρων υπάρχει μείωση στην απόδοση των αιθέριων ελαίων των φύλλων έως και 31,5%. Ενώ κάτω από την περιοδική σκίαση θάμνων και ποών υπάρχει αύξηση των αιθέριων ελαίων των φύλλων.

Η περιεκτικότητα των ανθέων σε αιθέριο έλαιο των φυτών, μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου. Υπό την έντονη σκίαση δέντρων στα 450-750m και κάτω από την σκίαση ποών στα 1300m, υπάρχει μείωση στην απόδοση των αιθέριων ελαίων των ανθέων έως και 12%. Ενώ κάτω από την περιοδική σκίαση θάμνων και ποών υπάρχει αύξηση των αιθέριων ελαίων των ανθέων στα 1050m.

Πίνακας E1. Επίδραση διαφόρων συνθηκών φωτισμού και του υψομέτρου στην ποσότητα των αιθέριων ελαίων του *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* στο όρος Όθρυς  
Table E1. Influence of different light conditions and altitude on quantity of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* essential oils at Mt. Othrys.

Υψόμετρο	Συνθήκες φωτισμού	Αιθέριο έλαιο		
		Υπέργειο μέρος	φύλλα	Άνθη
450m	Έντονη σκίαση, ηλιοκλιίδες ( <i>Quercus</i> sp.)	-34%	-31,5%	-12,3%
750m		-21%	0	-12,1%
1050m	Περιοδική σκίαση ( <i>Juniperus</i> sp., <i>Pteridium</i> <i>aquilinum</i> )	-15%	+6,8%	+9,0%
1300m		+3%	+17,2%	-6,9%

Κάτω από την έντονη σκίαση βελανιδιών και πουρναριών (*Quercus* sp.), στα 450-750m τα φυτά της ρίγανης παράγουν μικρότερες ποσότητες σε αιθέρια έλαια σε ολόκληρο το υπέργειο μέρος, στα φύλλα και τα άνθη. Η μείωση αυτή φαίνεται να είναι αποτέλεσμα της χαμηλής έντασης του φωτός, της διαφορετικής φασματικής



Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς

σύνθεσης του φωτός κάτω από την φυλλωσιά των δέντρων και των ηλιοκηλίδων. Επιπλέον οι θερμοκρασίες στα σκιερά μέρη είναι χαμηλότερες σε σχέση με τα προσήλια.

Υπό τη περιοδική σκίαση θάμνων και ποών (*Juniperus* sp., *Pteridium aquilinum*), στα 1050-1350m η απόδοση των αιθέριων ελαίων του υπέργειου μέρους των φυτών της ρίγανης ήταν μειωμένη στα 1050m, ενώ δεν επηρεάστηκε στα 1300m. Μείωση του αιθέριου ελαίου παρατηρήθηκε στα φύλλα και στις ταξιανθίες των φυτών στα 1300m ενώ η ποσότητα του αιθέριου ελαίου των ταξιανθιών των φυτών στα 1050m ήταν μεγαλύτερη από τα ηλιόλουστα φυτά.

Η αύξηση της έντασης του φωτός επιδρά θετικά στην παραγωγή των αιθέριων ελαίων στα περισσότερα αρωματικά φυτά. Μείωση του αιθέριου ελαίου στα φύλλα του *Ocimum basilicum* βρήκαν και οι Chang et al. (2008) κάτω από έντονη σκίαση, που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπιο. Επιπροσθέτως, αύξηση της έντασης του φωτός από 10.000-15.000 lux είχε ως αποτέλεσμα αύξηση των αιθέριων ελαίων σε φυτά *Melissa officinalis* και *Nepeta cataria* όπως παρατήρησε ο Manukyan (2004). Παρόλα αυτά όμως σε μερικά είδη παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης του αιθέριου ελαίου με αύξηση της έντασης του φωτός όπως στη *Salvia officinalis* (Manukyan 2004).

Τέλος οι δευτερογενείς μεταβολίτες από τους οποίους αποτελούνται τα αιθέρια έλαια έχουν πολύ στενή σχέση με τον πρωτογενή μεταβολισμό, με αποτέλεσμα όσο περισσότερα προϊόντα παράγονται από την φωτοσύνθεση τόσοι περισσότεροι δευτερογενείς μεταβολίτες συσσωρεύονται (Wink 1999).

### **Ποιότητα των αιθέριων ελαίων**

Το είδος *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* είναι αρκετά σταθερό ως προς τη σύσταση των αιθέριων ελαίων. Μια από της δύο φαινόλες συνήθως υπερτερεί στο αιθέριο έλαιο του φυτού, με αποτέλεσμα να ανήκουν είτε στον χημειότυπο καρβακρόλης με χαρακτηριστική οσμή ρίγανης ή στον χημειότυπο θυμόλης με χαρακτηριστική οσμή θυμαριού. Συμβαίνει όμως οι δυο φαινόλες να βρίσκονται σε ίδια αναλογία στο αιθέριο έλαιο (Jerkonic et al., 2001, Ξύστρας et al 2006). Στα φυτά που μελετήθηκαν βρέθηκαν και οι τρεις περιπτώσεις μέσα στο δάσος (από είδη δρυός, πουρναριών κ.α.) στα 450-750m. Ο χημειότυπος της καρβακρόλης σε ηλιόλουστες περιοχές, ο χημειότυπος της θυμόλης σε ηλιόλουστες και σκιασμένες περιοχές και οι ενδιάμεσες περιπτώσεις σε σκιασμένες περιοχές.



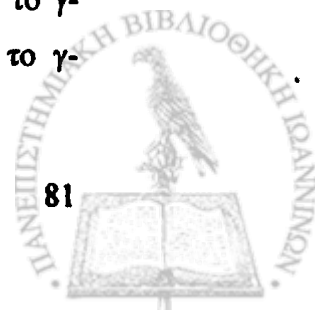
**Πίνακας E2.** Επίδραση διαφόρων συνθηκών φωτισμού και του υψομέτρου στην ποιότητα των αιθέριων ελαίων του *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* στο όρος Όθρυς  
**Table E2.**

Influence of different light conditions and altitude on quality of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* essential oils at Mt. Othrys.

Υψόμετρο	Συνθήκες φωτισμού	Κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων	
		φύλλα	Άνθη
450m	Έντονη σκίαση, περιοδική σκίαση, ηλιοκλιδίες (Κυρίως από το είδος <i>Quercus</i> sp.)	καρβακρόλη ↓	Καρβακρόλη ↓
		θυμόλη ↑	θυμόλη ↑
750m		π-κυμένιο ↑	π-κυμένιο ↑
		γ-τερπινένιο ↓	γ-τερπινένιο ↑
1050m	Περιοδική σκίαση (Από τα είδη <i>Juniperus</i> sp. και <i>Pteridium</i> sp.)	καρβακρόλη ↓	καρβακρόλη ↓
		θυμόλη ↑	θυμόλη ↑
1300m		π-κυμένιο ↑	π-κυμένιο ↑
		γ-τερπινένιο ↑	γ-τερπινένιο ↓

↑=αύξηση της ποσότητας, ↓= μείωση της ποσότητας

Στο όρος Όθρυς η περιοδική σκίαση από ποώδη φυτά και μικρούς θάμνους δεν επηρεάζει τον χημειότυπο των φυτών αν και υπάρχουν αλλαγές στην ποσότητα των κύριων συστατικών στα φύλλα και στα άνθη, αύξηση της καρβακρόλης στα 1050m και μείωση στα 1300m Επιπροσθέτως οι πρόδρομες ουσίες το π-κυμένιο και το γ-τερπινένιο ήταν αυξημένες κυρίως στα φύλλα των φυτών. Στις ταξιανθίες το γ-τερπινένιο ήταν μειωμένο και το π-κυμένιο στα 1300m (Πιν.E2).



Αντιθέτως οι έντονες συνθήκες σκίασης (έντονη σκίαση, ηλιοκηλίδες, περιοδική σκίαση) στα χαμηλότερα υψόμετρα (450-750m) από τα δέντρα φαίνεται ότι μειώνουν την ποσότητα της καρβακρόλης, στα φυτά της ρίγανης ανεξαρτήτου χημειότυπου. Στα μεν φυτά με χημειότυπο καρβακρόλης κατά 67% στα φύλλα και 49,89% στις ταξιανθίες στα 750m, στα δε φυτά με χημειότυπο θυμόλης κατά 55,84% στα φύλλα και 45,48 στις ταξιανθίες στα 450m. Οι πρόδρομες ουσίες το π-κυμένιο και το γ-τερπινένιο σχεδόν σε όλο το υψομετρικό εύρος ήταν αυξημένες στις σκιασμένες περιοχές αυτή η αύξηση μπορεί να χαρακτηριστεί σαν καθυστέρηση στην ωρίμανση των αιθέριων ελαίων, δηλαδή την τελική ποσότητα των δύο φαινολών στο αιθέριο έλαιο. Ο συνδιασμός των έντονων συνθηκών σκίασης του δάσους από είδη *Quercus* sp. που απαντάται στα 450-750m καθυστερεί την ωρίμανση των αιθέριων ελαίων και φαίνεται ότι ευνοεί περισσότερο την βιοσύνθεση της θυμόλης παρά της καρβακρόλης στην περιοχή (Πιν.Ε2).

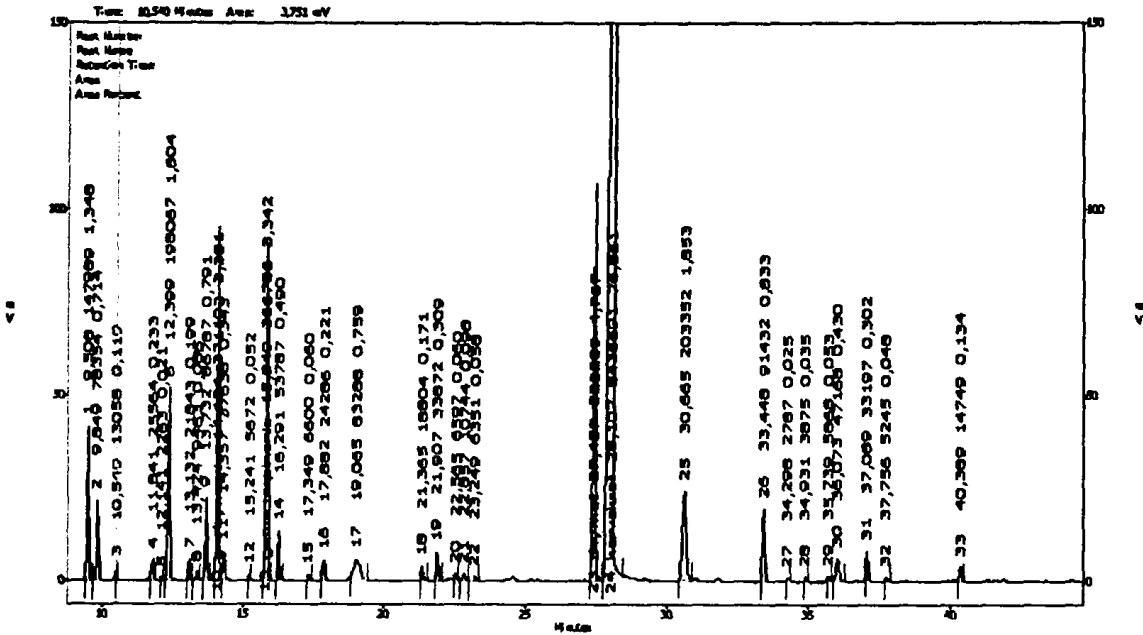
Οι φαινόλες που βρίσκονται στη ρίγανη έχει αποδειχθεί ότι έχουν εντομοκτόνο δράση για παράδειγμα η θυμόλη στα είδη: *Spodoptera litura*, *Acanthoscelides obtectus*, *Odontotermes obesus*, *Blattella germanica* Η καρβακρόλη στα : *Spodoptera litura*, *Acanthoscelides obtectus*, *Drosophila melanogaster*, *Tetranychus urticae* *Blattella germanica*, *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae* (Regnault. et al., 1993, Ahn et al., 1995, Hummelbrunner and Isman 2001, Singh et al., 2002, Jang et al., 2005). Η ρίγανη του όρους Όθρυς θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σύμφωνα με τα παραπάνω και στην καταπολέμηση εντόμων –εχθρών σε πολλές καλλιέργειες σαν βιολογικό μέσο καταπολέμησης.

Τα φυτά του *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* εξαιτίας των σημαντικών του ιδιοτήτων και του αρώματος του αποτελεί ένα από τα πιο εμπορικά είδη. Στο όρος Όθρυς η ρίγανη που αυτούεται χαρακτηρίζεται από εξαιρετικής ποιότητας αιθέρια έλαια , που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως ξηρές δρόγες άριστης ποιότητας πλούσιες σε καρβακρόλη είτε ως αιθέρια έλαια στην αρωματοποιία, τη σαπυνοποιία, τη βιομηχανία τροφίμων, και τη φαρμακευτική. Ακόμα και η ρίγανη με χημειότυπο θυμόλης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην βιολογική καταπολέμηση εντόμων ή ασθενειών κυρίως σε διάφορες καλλιέργειες μέσα σε θερμοκήπια ή και στη μελισσοκομία.

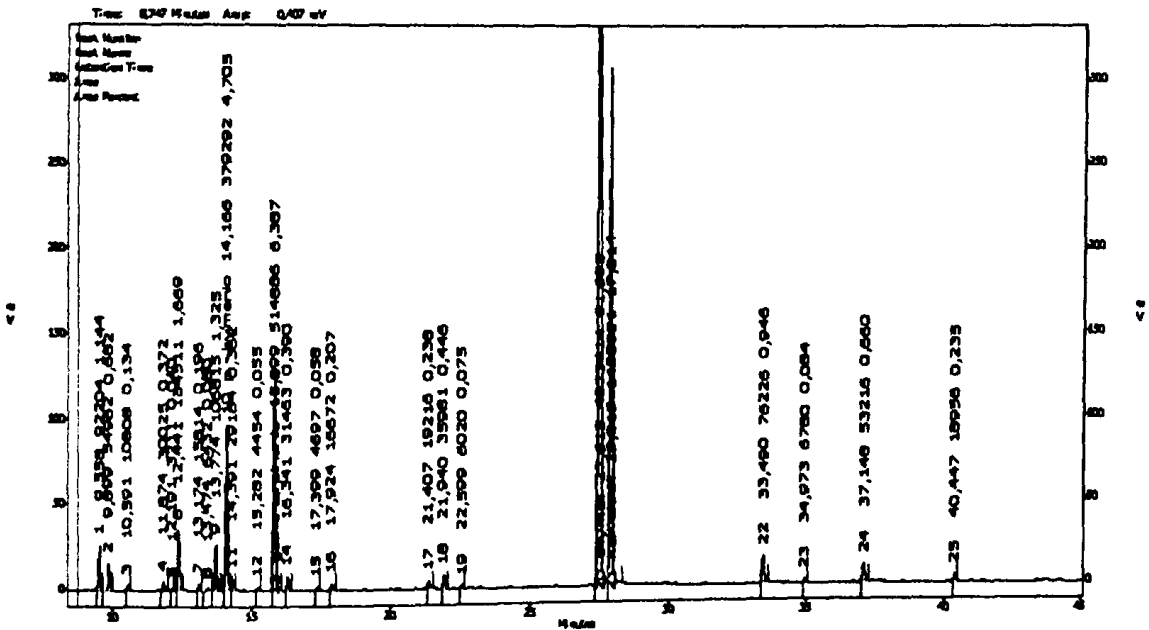
Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας συνεισφέρουν στην κατανόηση της επίδρασης κάποιων αβιοτικών παραγόντων όπως είναι το υψόμετρο και η σκίαση από άλλα φυτά στην ρίγανη και τα αιθέρια έλαια. Οι αβιοτικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια, η υγρασία, το υψόμετρο κ.α. συμβάλουν ουσιαστικά κυρίως σε μικροκλιματικό επίπεδο τόσο στη διαμόρφωση των χημειοτύπων των αρωματικών φυτών όσο και στη περιεκτικότητά τους σε αιθέρια έλαια. Θα πρέπει λοιπόν για την αύξηση της παραγωγής, αλλά και τη διατήρηση ή και τη καλύτερευση της ποιότητας των αιθέριων ελαίων η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών θα πρέπει να γίνεται με επισταμένη επιλογή τόσο του γενετικού υλικού όσο και του οικοσυστήματος της περιοχής που θα καλλιεργηθούν.

ΣΤ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ



Χρωματογράφημα ρίγανης με χημειώτυπο καρβακρόλης.



Χρωματογράφημα ρίγανης με χημειώτυπο θυμόλης.



**Εικόνα ΣΤ1.** Το όρος Όθρυς

**Figure F1.** Othrys mountain.



**Εικόνα ΣΤ2.** Φυτό ρίγανης σε ηλιόλουστη θέση στα 1300m.

**Figure F2.** Oregano plant in sunny place at 1300m.

Ξύστρας Ευστάθιος Μ.

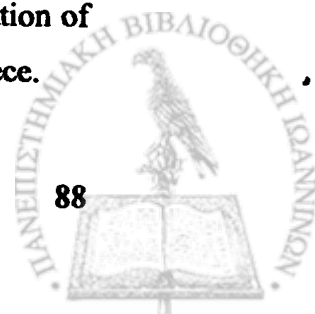
## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AFNOR 1992. Controle de la qualité des produits alimentaires-épices et aromates, 3e ed., AFNOR-DGCCRF, Paris.
- Ahn, Y., Lee, S., Okubo, T., Kim M., 1995. Antignawing factor of crude oil derived from *Thujopsis dolabrata* S. et Z. var. *hondi* sawdust against mice. *J. Chem. Ecol.*, 21, 263-271.
- Bicchi, C. and Joulain, D. 1990. Headspace-gas chromatographic analysis of medicinal and aromatic plants and flowers. *Flav. Fragr. J.* : 131-145
- Boira H., Blanquer A. 1998. Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in *Thymus piperella* L. *Biochemical Systematics and Ecology* 26:811-822
- Bosabalidis, A. M. and Exarchou, F. 1995. Effect of NAA and GA3 on leaves and glandular trichomes of *Origanum X intercedens* Rechh: Morphological and anatomical features. *Int. J. Plant. Sci.* 156(4):488-495.
- Bosabalidis, A. M. and Tsekos, I. 1982. Glandular scale development and essential oil secretion in *Origanum dictamnus* L. *Planta* 156: 496-504
- Bruneton, J. 1993. *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes medicinales. Technique et Documentation (TEC et DOC)*, Lavoisier, Londres-Paris \_New York.
- Burbott A.J. and Loomis W.D. 1967. Effects of Light and Temperature on the Monoterpenes of Peppermint. *Plant Physiol.* 42:20-28.
- Burbott A.J., Loomis W.D. 1967. Effects of light and temperature on the monoterpenes of peppermint. *Plant Physiol.* 42:20-28.
- Chang X., Alderson P.G., Wright C.G., 2008. Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. *Environmental and Experimental Botany* 63: 216–223
- Chang, X., 2004. Effects of light and temperature on volatile oil compounds and growth in basil (*Ocimum basilicum* L.). Ph.D. Thesis, University of Nottingham, UK.



- Circella G., D'Andrea L., Comparative study on biology, growth and productivity of different taxa and ecotypes of genus *Origanum*. Acta Hort. 330:115-121.
- Circella G., Franz Ch., Novak J., Resch H., 1995. Influence of day and leaf insertion on the composition of marjoram essential oil. Flavour Fragr. J.10:371-374.
- Clark R.J., Menary R.C., 1979. Effects of photoperiod on the yield and composition of peppermint oil. Amer. Soc. Hortic. Sci. 104:699-702.
- Clark R.J., Menary R.C., 1980. Environmental effects on peppermint (*M. piperita* L.) I. Effect of daylength, photon flux density, night temperature and day temperature on yield and composition of peppermint oil. Aust. J. Plant Physiol. 7:685-692.
- Cordell S., Goldstein G., Mueller-Dombois D., Webb D., Vitousek PM. 1998. Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an altitudinal gradient: the role of phenotypic plasticity. Oecologia 113:188-196
- Dudai N., Putievsky E., Palevitch D., Halevy A.H. 1989. Environmental factors affecting flower initiation and development in *Majorana syriaca* L. (*Origanum syriacum* var. *syriacum*). Israel J. Bot. 38:229-239.
- Dudai N., Putievsky E., Palevitch D., Halevy A.H., 1989. Environmental factors affecting flower initiation and development in *Majorana Syriaca* L. (= *Origanum syriacum* var. *syriacum*). Israel J. of Bot. 38:229-239.
- Dudai N., Putievsky E., Ravid U., Palevitch D., Halevy A.H. 1992. Monoterpene content in *Origanum syriacum* as affected by environmental conditions and flowering. Physiologia Plantarum 84(3):453
- Firmage D.H. 1981. Environmental Influences on the Monoterpene Variation in *Hedeoma drummondii*. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 9: 53-58.
- Fleisher A. and Sneer N., 1982, Oregano Spices and *Origanum* Chemotypes, J.Sci, Food Agric, 1982, 33, 441-446
- Graves JD, Taylor K., 1986. A comparative study of *Geum rivale* L. and *G. urbanum* L. to determine those factors controlling their altitudinal distribution. I. Growth in controlled and natural environments. New Phytol. 104:681-691

- Halva S., Craker L.E., Simon J.E., Charles D.J., 1992. Light levels, growth, and essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.). J. Herbs Spices Med. Plants.1:
- Jang Y. S., Young-Cheol Yang, Dal-Soon Choi, and Young-Joon Ahn, 2005. Vapor Phase Toxicity of Marjoram Oil Compounds and Their Related Monoterpenoids to *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae). J. Agric. Food Chem., 53, 7892-7898
- Jerkovic I., Mastelic J., Milos M., 2001. The impact of both the season of collection and drying on the volatile constituents of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* growing wild in Croatia. Inter. J. Food Sci. Technol. 36: 649-654.
- Johnson C.B., Kirby J., Naxakis G., Pearson S., 1999. Substantial UV-B-mediated induction of essential oils in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) Phytochemistry 51:507-510
- Kanias,G.D., Souleles, C., Loukis, A. and Panou-Philotheou, E. 1998. Trace elements and essential oil composition in chemotypes of the aromatic plant *Origanum vulgare*. J. Radioanalyt. And nucl. Chem., vol227, Nov. 1-2, 23-29.
- Kao WY. Chang KW. 2001. Altitudinal trends in photosynthetic rate and leaf characteristics of *Miscanthus* populations from central Taiwan. Aust. J. Bot. 49:509-514
- Karousou R., Grammatikopoulos G., Lanaras T., Manetas Y., Kokkini S., 1998. Effects of enhanced UV-B radiation on *Mentha spicata* essential oils. Phytochemistry 49(8):2273-2277.
- Kaufman, P.B., Cseke, L.J.,Warber, S., Duke, J.A., Briemann, H.L (Eds.), 1999. Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Kofidis G, Bosabalidis A.M., Moustakas M. 2003. Contemporary Seasonal and Altitudinal Variations of Leaf Structural Features in Oregano (*Origanum vulgare* L.). Annals of Botany 92:635-645 Woodward FI. 1979
- Kokkini S., Karagiannakidou V., Hanlidou E., Vokou D., 1988. Geographical and altitudinal distribution of the Lamiaceae in Greece. Phytion 28:215-228
- Kokkini S., Vokou, D., Karousou R.1989. Morphological and Chemical Variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. Congress of Delphus 1989 September.Greece.



- Kokkini S., Vokou, D.1989. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flav. Fragr. J.* 4:1-7.
- Kokkini, S., 1996. Oregano: Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy.
- Kokkini, S., 1996. Oregano: Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy.
- Kokkini, S., Karousou, R., Dardioti, R., Krigas, N. and Lanaras, T. 1997. Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry* 44:883-886.
- Kokkini, S., Vokou, D. and Karousou, R. 1991. Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. *Bot. Chron.* 10:337-346
- Larcher W. 2001. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag. Germany.
- Letswaart J.H.A., *Taxonomic Revision of the Genus Origanum (Labiatae)*. In: *Leiden Botanical Series, Vol 4*. Leiden University Press, The Hague, Netherlands (1980).
- Lincoln D.E., Langenheim J.H., 1978. Effect of Light and Temperature on Monoterpenoid Yield and Composition in *Satureja douglasii*. *Biochemical Systematics and Ecology* 6: 21-32.
- Madronich S., 1993. The atmosphere and UV-B radiation at ground level. In: *Environmental UV Photobiology* (Young AR ed.) Plenum Press, New York.
- Maffei M., Canova D., Berteà CM., Scannerini S., 1999. UV-A effects on photomorphogenesis and essential-oil composition in *Mentha piperita*. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* 52 : 105–110
- Marzi V., 1996. Oregano: Agricultural practices for oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy. p.61-67.
- Manukyran A.E., 2004. The productivity and quality of some herbs under controlled environmental conditions: II. Medicinal and aromatic plants. *J.Applied Botany and food quality- Agnewandte Botanik.* 78 (2):104-111.

- Paez, A., Gebre, G.M., Gonzalez, M.E., Tschaplinski, T.J., 2000. Growth, soluble carbohydrates and *aloin* concentration of *Aloe vera* plants exposed to three irradiance levels. *Environ. Exp. Bot.* 44, 133–139.
- Panou H., Ksistras E., Filotheou C., Lazari D., Souleles C., 2006. Investigation of chemotype of aromatic and medicinal plants in the region Kokkoti of Magnesia of Greece. *Fitomed 2006 II<sup>o</sup>, Congresso Intersocietà Sulle Piante Medicinali, Taormina – Messina, 6-8 luglio 2006, Italy*
- Peer, W. A., & Langenheim, J. H. 1998. *Biochemical Systematics and Ecology*, 26:25-34.
- Porter J. W. and Spurgerson S. I. 1981. *Biosynthesis of Isoprenoid Compounds*. John Wiley and Sons, New York.
- Quail, P.H. 1994. Photosensory perception of signal transduction in plants, *Curr. Opin. Genet. Develop.* 4:652–661.
- Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E., Pinel, R., 1993. Insecticidal effect of essential oils from mediterranean plants *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), a pest of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Chem. Ecol.* 19, 1233-1244
- Ruberto G., and Baratta M. T., 2000. Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems “ *Food Chemistry*, Vol. 31, No.2, p167-174
- Russo M., Galletti G.C., Bocchini P., Carnacini A., 1998. Essential Oil Chemical Composition of Wild Populations of Italian Oregano Spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart): A Preliminary Evaluation of Their Use in Chemotaxonomy by Cluster Analysis. 1. Inflorescences. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 3741-3746.
- Saez F. 1995. Essential oil variability of *Thymus zygis* growing wild in south-eastern Spain. *Phytochemistry* 40: 819-825.
- Shahi A.K., Chandra S., Dutt P., Kaul B.L., Tava A., Avato P., 1999. Essential oil composition of *Mentha X piperita* L. from different environments of north India. *Flav. Fragr. J.* 14:5-8

Singh G., Singh O. P, Prasad Y. R., Lampasona M. P. and Catalan C. 2002. Studies on essential oils, Part 33: chemical and insecticidal investigations on leaf oil of *Coleus amboinicus* Lour. *Flavour Fragr. J.* 17: 440–442

SPSS / PC for the IMB / PC. SPSS Inc. 1989-1999

Strid A. 1986. Mountain Flora of Greece, Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge.

Strid A., Kit Tan. 1991. Mountain Flora of Greece, vol. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Tanaka, S., Yamaura, T., Shigemoto, R., & Tabata, M. 1989. *Phytochemistry*, 28: 2955-2957.

Tutin, T.G&al 1972. *Flora Europaea* 3. Cambridge: University Press.

Voirin B., Brun N., Bayet C., 1990. Effects of daylength on monoterpene composition of leaves of *Mentha X piperita*. *Phytochemistry* 29:749-755.

Vokou D., Kokkini s. and Bessiere J.M. 1993. Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) essential oils. *Biochem. Syst. Ecol.* 21:287-295.

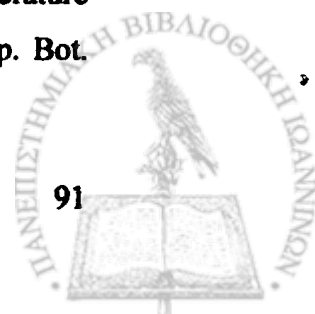
Weith M., Karlsson P.S., 1999. Growth response of altitudinal ecotypes of mountain birch to temperature and fertilization. *Oecologia* 119:16-23.

Wink, M., 1999. *Biochemistry of Plant Secondary Metabolism*. Annual Plant Review, vol. 2. Sheffield Academic Press and CRC Press.

Woodward FI. 1979. The differential temperature responses of the growth of certain plant species from different altitudes. II. Analyses of the control and morphology of leaf extension and specific leaf area of *Phleum bertolonii* D.C. and *P. alpinum* L. *New Phytol.* 82:397-405

Woodward FI. 1983. The significance of interpecific differences in specific leaf area to the growth of selected herbaceous species from different altitudes. *New Phytol.* 95:313-323

Woodward FI., Friend AD. 1988. Controlled environmental studies on the temperature of leaf extension in species of *Poa* with diverse altitudinal ranges. *J. Exp. Bot.* 39:411-420



Yamaura T., Tanaka S., Tabata M., 1989. Light-dependent formation of glandular trichomes and monoterpenes in thyme seeding. *Phytochemistry* 28:741-744.

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

Βελέτζας Αρχιμ. Χερουβείμ, 2000, Το μοναστήρι της Άνω Ξενιάς. Εκδόσεις Ιεράς Μονής Άνω Ξενιάς.

Βώκου Δ., 1983. Τα αιθέρια έλαια και ο ρόλος τους στα φρυγανικά οικοσυστήματα. Διδακτορική διατριβή. Επιστημονική Επετηρίδα Παρ. αριθ. 31 του 22<sup>ου</sup> Τόμου, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών Α.Π.Θ.

Γκόλιαρης Α. 1995. Γενετική μελέτη στο ελληνικό τσάι του βουνού (*Sideritis* L.). Διδακτορική διατριβή. Επιστημονική Επετηρίδα Παρ. αριθ. 3 του 30<sup>ου</sup> Τόμου, Τμήμα Γεωπονίας, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών Α.Π.Θ.

Καρατάγλης Σ. Σ. 1994. Φυσιολογία φυτών. Εκδόσεις Art Of Text. Θεσσαλονίκη.

Καρούσου, Ρ. Β. 1995. Ταξινομική προσέγγιση της οικογένειας Labiatae στην Κρήτη. Εξάπλωση, μορφολογία και αιθέρια έλαια. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών. Α.Π.Θ.

Κοκκίνη-Γκουζκούνη Σ. 1983. Ταξινομικές μελέτες του γένους *Mentha* L. στην Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή. Επιστ. Επετ. της Σχολής Θετικών Επιστημών, Παραρτ. Αρ.16 του 22ου Τόμου. Θεσσαλονίκη.

Κοτίνη-Ζαμπάκα Σ. 1983. Συμβολή στην κατά μήνα μελέτη του κλίματος της Ελλάδας. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.

Κουτσός Θ. Β. 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

Κυπριωτάκης Ζ., Τζανουδάκης Δ., και Τσιουρλής Γ.Μ. 1996. Χάρτης βλάστησης της Κρήτης. Συνέδριο Ελληνικής Βοτανικής Εταιρίας και Βιολογικής Εταιρίας Κύπρου. Κύπρος

Κωφίδης Γ. 2004. Εποχιακές μεταβολές στη δομή, φωτοσύνθεση και τα αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών κατά την υψομετρική διαβάθμιση του Παγγαίου. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.



Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υψομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς

- Μιχαηλίδης Ζ. 2004, Βιομετρία-Γεωργικοί πειραματισμοί. Στατιστική ανάλυση δεδομένων με το SPSS. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης.
- Μποζαμπαλίδης, Α. Μ. 1993. Βοτανική, Μορφολογία και Ανατομία Φυτών. Art of Text. Θεσσαλονίκη.
- Ξύστρας Ε. 2005. Αυτοφυή αρωματικά φυτά της περιοχής Κοκκωτών του Ν. Μαγνησίας. Διπλωματική εργασία. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.
- Ξύστρας Ε., Κατσαντώνης Δ., Τσούργιαννη Ε., Πανταζίδου Μ., Αβραμίδου Π., Πάνου-Φιλοθέου Ε. 2006. Συγκριτική μελέτη της αυτοφυσής ρίγανης κατά την διαβάθμιση του υψομέτρου στην περιοχή Κοκκωτών μαγνησίας. 11ο Πανελλήνιο συνέδριο Γενετική Βελτίωση φυτών & Αγροτική Ανάπτυξη. Ορεστιάδα, 31 Οκτωβρίου 2 Νοεμβρίου 2006.
- Πάνου Ελένη Φιλοθέου, 2000. Τα αρωματικά φυτά ( Καλλιέργεια-Αξιοποίηση ). Διδακτικές σημειώσεις. Α.Τ.Ε.Ι.Θ.
- Πάνου Ελένη Φιλοθέου, 2002. Η τοξικότητα του χαλκού στη ρίγανη ( *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Letswaart). Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη Α.Π.Θ.
- Πάνου-Φιλοθέου Ε., Φασούλας, Α., Bellenot, D. And Orger, J. M. 1997. Επιλογή υψηλοαποδοτικών γενοτύπων ρίγανης [*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) letswaart]. Με τη μέθοδο της κυβελωτής επιλογής. In: «Φαρμακευτικά και Αρωματικά φυτά », Ζ' Τριήμερο Εργασίας, Κύπρος, Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ.
- Σκρουμπής Β. 1998. Αρωματικά Φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Έκδοση ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ ΑΕ.
- Σκρουμπής Β., 1988. Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια. Β' έκδοση. Θεσσαλονίκη.
- Χανλίδου Ε. 1996. Δευτερογενείς μεταβολίτες στη γλωρίδα των διαφορετικών βιοτόπων του Εθνικού Δρυμού Βίκου-Αωού, Χημειοταξινομική προσέγγιση, Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- 2002- Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα. (Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας και Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών) Αθήνα.



**Επίδραση διαφορετικών συνθηκών φωτισμού στη μορφολογία και τα αιθέρια έλαια της ρίγανης κατά την υγομετρική διαβάθμιση του όρους Όθρυς**