



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΣΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ
ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Θέμα: «Αξιολόγηση της επίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια της ρίγανης (*Origanum x intercedens*) ως προς τα μορφολογικά, αποδοτικά και χημειοτυπικά χαρακτηριστικά των αιθέριων ελαίων. Παρακολούθηση της φυτείας με χρήση Γεωγραφικών και Πληροφοριακών Συστημάτων.»

Ανδριάνα Κ. Καραχάλιου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Οικονόμου Γαρυφαλιά – Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Αθήνα
2020

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Θέμα: «Αξιολόγηση της επίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια της ρίγανης (*Origanum x intercedens*) ως προς τα μορφολογικά, αποδοτικά και χημειοτυπικά χαρακτηριστικά των αιθέριων ελαίων. Παρακολούθηση της φυτείας με χρήση Γεωγραφικών και Πληροφοριακών Συστημάτων.»

Title: “Evaluation of the effect of different levels of nitrogen fertilization on oregano cultivation (*Origanum x intercedens*) concerning morphological, quantitative and chemotypic characteristics of essential oils. Monitoring of the plantation using Geographic and Information Systems.”

Ανδριάνα Κ. Καραγάλιου

Εξεταστική επιτροπή

Επιβλέπουσα

Οικονόμου Γαρυφαλιά – Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Μέλη

Ταραντίλης Πέτρος – Καθηγητής Γ.Π.Α.

Καλύβας Διονύσιος – Καθηγητής Γ.Π.Α.

Αθήνα
2020

Στην οικογένειά μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διατριβής αυτής αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν σε αυτή την προσπάθεια.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια Οικονόμου Γαρυφαλιά, για την εμπιστοσύνη της στην ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, καθώς επίσης για την καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και την επίβλεψή της στην τελική μορφή της διατριβής.

Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή Γενικής Χημείας Ταραντίλη Πέτρο για τη βοήθειά του στην ανάλυση των αιθέριων ελαίων, το χημειοτυπικό προφίλ καθώς και για την παραχώρηση του εργαστηριακού εξοπλισμού για τις αναλύσεις. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Δαφερέρα Δήμητρα, μέλος ΕΔΙΠ του εργαστηρίου Γενικής Χημείας για την καθοδήγησή της στη μεθοδολογία ανάλυσης των δειγμάτων.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον καθηγητή Καλύβα Διονύσιο από το εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας για τη συμβολή του και την αμέριστη βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής. Οι συμβουλές του ήταν πραγματικά πολύτιμες. Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα Κατσίκη Ιωάννη για την βοήθεια του στις χωρικές αναλύσεις.

Σημαντικό ρόλο για την πορεία των πειραμάτων και της συγγραφής της μεταπτυχιακής μου διατριβής έπαιξαν ο Μεταδιδάκτορας Βαχαμίδης Πέτρος, η Υποψήφια Διδάκτορας Γαβριήλ Ελισάβετ και ο Υποψήφιος Διδάκτορας Ασσυριωτάκης Αλέξανδρος που με στήριξαν και με συμβούλευαν από την αρχή μέχρι το τέλος του μεταπτυχιακού μου.

Χωρίς όμως την οικογένεια μου που ήταν διαρκώς δίπλα μου δεν θα τα είχα καταφέρει. Η ψυχολογική τους υποστήριξη και η αμέριστη υπομονή τους ήταν απαραίτητη. Για αυτό, τους ευχαριστώ πολύ που με εμπυχώνουν σε ότι αποφασίσω και είναι πάντα δίπλα μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου που με βοηθούν και με στηρίζουν. Ιδιαίτερα, ένα μεγάλο ευχαριστώ στη Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια Λόντου Κωνσταντίνα, για όλη τη στήριξή της σε επαγγελματικό και προσωπικό επίπεδο.

Σας ευχαριστώ!
Ανδριάννα Καραχάλιου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα ευνοούν την καλλιέργεια των Φαρμακευτικών και Αρωματικών Φυτών (ΦΑΦ). Μία από τις κυριότερες οικογένειες των ΦΑΦ είναι η οικογένεια *Lamiaceae*, η οποία αντιπροσωπεύεται από περίπου 3000 φυτικά είδη με σημαντικότερα αυτά του γένους *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά φυτά ρίγανης.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της επίδρασης τεσσάρων διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια της ρίγανης *Origanum x intercedens* ως προς τα χαρακτηριστικά ανάπτυξής της, τα αποδοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, καθώς και η παρακολούθηση της φυτείας με χρήση μεθόδων τηλεπισκόπησης.

Χρησιμοποιήθηκε πιστοποιημένο φυτικό υλικό από την Ικαρία, το οποίο πολλαπλασιάστηκε με αγενή πολλαπλασιασμό. Η εγκατάσταση της φυτείας έγινε στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα Σπάτα. Εφαρμόστηκαν τέσσερις επεμβάσεις λίπανσης σύμφωνα με το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων με τρεις επαναλήψεις. Μετρήθηκε το ύψος των φυτών και η επιφάνεια κάλυψής τους από την εγκατάσταση έως τη συγκομιδή. Η συγκομιδή των φυτών έγινε στο στάδιο της πλήρους άνθισης. Ακολούθησαν μορφολογικές μετρήσεις που αφορούσαν στο βλαστό, τα φύλλα και την ταξιανθία. Το φυτικό υλικό μετά τη συγκομιδή αποξηράνθηκε με φυσικό τρόπο. Με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης και με τη χρήση της συσκευής Clevenger έγινε η παραλαβή των αιθέριων ελαίων. Για τον έλεγχο της ποιότητας των αιθέριων ελαίων που παρελήφθησαν χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας μάζας (GC-MS). Πραγματοποιήθηκε παρακολούθηση της φυτείας με UAV (Unmanned Aerial Vehicle) εξοπλισμένο με πολυφασματικό αισθητήρα Parrot Sequoia με τέσσερα κανάλια (Green, Red, Red-edge, Near Infra-Red) και δημιουργία ορθομωσαϊκών στο πρόγραμμα Pix4d mapper. Με βάση αυτά τα κανάλια έγινε εξαγωγή του δείκτη βλάστησης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Τα δεδομένα εισήχθησαν σε περιβάλλον GIS για δημιουργία χαρτών και για περαιτέρω επεξεργασία.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος του φυτού και στην επιφάνεια κάλυψης των φυτών σε καμία από τις τέσσερις διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο μεγαλύτερος αριθμός απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία παρατηρήθηκε στον

μάρτυρα με στατιστικά σημαντικές διαφορές. Κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης, υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο εμφάνισαν τα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος με 6,38% και ακολούθησαν εκείνα που δέχθηκαν 4 μονάδες λιπάσματος με 6,17%. Μικρότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 12 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη εμφάνισαν τα αιθέρια έλαια των φυτών που δέχθηκαν 0, 4 και 8 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος. Ισχυρά θετική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ του νωπού και ξηρού βάρους φυτών και της επιφάνειας κάλυψης με τον δείκτη NDVI. Αρνητική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ του NDVI και του αριθμού φύλλων ανά βλαστό. Ο δείκτης βλάστησης NDVI αποδείχθηκε αξιόπιστος δείκτης για την παρακολούθηση της φυτείας ΦΑΦ αντικατοπτρίζοντας την ευρωστία των φυτών και παράλληλα απεικόνισε την αρνητική σχέση των διαφορετικών χαρακτηριστικών ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Συμπερασματικά, λοιπόν, διαπιστώνεται ότι το υβρίδιο *Origanum x intercedens* αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο είδος για την βιομηχανία των Φαρμακευτικών και Αρωματικών φυτών με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, αιθέριο έλαιο και υψηλή συγκέντρωση καρβακρόλης, σημαντικής ουσίας για τη φαρμακοβιομηχανία.

Λέξεις κλειδιά: *Origanum x intercedens*, λίπανση, αιθέριο έλαιο, καρβακρόλη, GIS, NDVI

ABSTRACT

Soil and climatic conditions in Greece favor the cultivation of Medicinal and Aromatic Plants (MAPs). *Lamiaceae* is one of the main MAP families, which is represented by approximately 3,000 plant species. The most prominent of these are the genus *Origanum*, from which the most famous oregano plants are derived.

The purpose of this study is to evaluate the effect of four different levels of nitrogen fertilization on the cultivation of *Origanum x intercedens* in terms of its growth characteristics, quantitative and qualitative characteristics, as well as monitoring of plantation using remote sensing methods.

Certified plant material from Ikaria was used, which was multiplied by vegetative propagation. The plantation was installed on the farm of the Agricultural University of Athens in Spata. Four fertilization treatments were applied according to the Randomized Complete Block design with three replications. The height of the plants and their canopy from installation to harvest were measured. The plants were harvested at full blooming stage. Moreover, morphological characteristics for shoot, leaf and inflorescence were measured. The post-harvest plant material was naturally dried. Hydro-distillation and the Clevenger device were used for taking the essential oils. The method was used to check the quality of the essential oils that were obtained was Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC – MS). In addition, the plantation was monitored using UAV (Unmanned Aerial Vehicle) equipped with a multi-spectral sensor Parrot Sequoia with four channels (Green, Red, Red-edge, Near Infra-Red) and orthomosaic in Pix4d mapper were created. From these channels, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) was extracted. Data was imported into a GIS environment for mapping and further editing.

According to the measurements, there were no statistically significant differences in plant height and canopy in any of the four different fertilization treatments. It is worth noting that the largest number of simple inflorescences per complex inflorescence was observed in the control group with statistically significant differences. During the full blooming stage, plants with 8 nitrogen fertilization units had the highest essential oil content (6.38%), followed by those that received 4 units (6.17%). The lowest essential oil content was observed in plants receiving 12 units of nitrogen fertilizer, with statistically significant difference from the other treatments. In terms of quality characteristics, higher carvacrol content was found in the essential

oils of plants receiving 0, 4 and 8 units of nitrogen fertilization. Strong positive correlation was observed between NDVI and fresh and dry plant weight, as well as between NDVI and canopy. Negative correlation was observed between NDVI and the number of leaves per shoot. NDVI proved to be a reliable indicator for monitoring the MAPs' plantation reflecting robustness of plants and reflected the negative relationship of different growth characteristics of the crop.

In conclusion, it is found that the *Origanum x intercedens* is a promising species for the pharmaceutical and aromatic plants industry with high yield in biomass, essential oil and high concentration of carvacrol, an important substance for the pharmaceutical industry.

Keywords: *Origanum x intercedens*, fertilization, essential oil, carvacrol, GIS, NDVI

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά	11
1.1.1 Ιστορικά στοιχεία.....	11
1.1.2 Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά της Ελλάδας : Υφιστάμενη κατάσταση.....	13
1.1.3 Αξιοποίηση φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών	14
1.1.4 Οικογένεια Lamiales.....	15
1.1.5 Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά πλούσια σε καρβακρόλη	17
1.2 Χρήσεις φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών	21
1.2.1 Αντιμυκητιακή δράση	21
1.2.2 Αντιβακτηριδιακή δράση	22
1.2.3 Αντιοξειδωτική δράση	22
1.2.4 Εντομοκτόνος, νηματοδοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση.....	22
1.3 Η καλλιέργεια των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών	23
1.3.1 Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις.....	23
1.3.2 Αζωτούχος Λίπανση.....	25
1.3.3 Πολλαπλασιασμός.....	27
1.3.4 Τεχνικός σχεδιασμός για την εγκατάσταση και την καλλιέργεια των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών	28
1.4 Αιθέρια έλαια.....	33
1.4.1 Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά	33
1.4.2 Παραγωγή αιθέριου ελαίου	34
1.4.3 Παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα φυτά.....	35
1.4.4 Παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων	37
1.5 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων	39
1.5.1 Φασματομετρία μαζών.....	41
1.6 Χωρική αποτύπωση φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών	43
1.6.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ).....	44
1.6.2 Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού θέσης (GPS)	46
1.6.3 Παρακολούθηση φυτειών με χρήση δεικτών βλάστησης	47
1.7 Σκοπός της μελέτης.....	50
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	51
2.1 Περιοχή Μελέτης: Σπάτα Αττικής.....	51
2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	52

2.3	Περιοχή προέλευσης φυτικού υλικού	52
2.4	Επιλογή Φυτικού Υλικού	53
2.5	Εγκατάσταση πειραματικών αγρών	54
2.5.1	Στοιχεία για τον πειραματικό αγρό	55
2.5.2	Καλλιεργητικές φροντίδες του πειραματικού αγρού	56
2.6	Μετρήσεις πριν τη συγκομιδή	56
2.7	Μετρήσεις μετά τη συγκομιδή.....	60
2.8	Παραλαβή Αιθέριων Ελαίων	61
2.9	Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση αιθέριων ελαίων	62
2.10	Στατιστική ανάλυση.....	64
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	65
3.1	Μετεωρολογικά δεδομένα.....	65
3.2	Φυτικά χαρακτηριστικά.....	67
3.2.1	Πριν τη συγκομιδή.....	67
3.2.2	Μετά τη συγκομιδή.....	69
3.2.3	Ρυθμοί ανάπτυξης.....	80
3.3	Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.....	82
3.4	Ανάλυση κύριων συνιστωσών.....	83
3.5	Ποιοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων.....	85
3.5.1	Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη.....	88
3.5.2	Περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο	88
3.5.3	Περιεκτικότητα σε π-κυμένιο	89
3.6	Παρακολούθηση φυτείας με γεωχωρικές τεχνολογίες (GIS και τηλεπισκόπηση).....	91
3.6.1	Αναλύσεις διατοπικά.....	91
3.6.2	Αναλύσεις διαχρονικά.....	98
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	99
4.1	Μορφολογικά χαρακτηριστικά	99
4.2	Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.....	100
4.3	Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων.....	100
4.4	Αξιολόγηση των γεωχωρικών τεχνολογιών	103
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	105
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	106
7.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	123

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά

Η ομάδα των αγγειωδών φυτικών ειδών περιλαμβάνει σχεδόν 350.000 διαφορετικά είδη, με τα αρωματικά φυτά να αποτελούν μια σχετικά μικρή ομάδα 18.000 ειδών περίπου (Σκρουμπής, 1985). Στην Ελλάδα 500 – 600 είδη από το σύνολο των ανώτερων φυτών χαρακτηρίζονται ως αρωματικά (Δόρδας, 2012).

Ως **αρωματικά φυτά (aromatics)** ορίζονται τα είδη του φυτικού βασιλείου με κοινό χαρακτηριστικό την περιεκτικότητα στα διάφορα μέρη τους σε αιθέρια έλαια, δηλαδή ουσίες οι οποίες όταν ελευθερώνονται εκλύουν χαρακτηριστική οσμή.

Ως **φαρμακευτικά φυτά (medicinal, therapeutical)** ορίζονται τα φυτά που περιέχουν ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά τα οποία έχουν την ικανότητα να προλαμβάνουν, ανακουφίζουν ή θεραπεύσουν ασθένειες (Σαρλής, 1994).

Στη διεθνή ορολογία τα φυτά αυτά αναφέρονται ως “Medicinal and Aromatic Plants” (MAPs), ενώ στην Ελλάδα αναφέρονται ως «*Φαρμακευτικά και Αρωματικά Φυτά*» (*ΦΑΦ*). Όλα τα αρωματικά φυτά είναι και φαρμακευτικά, ενώ μερικά φαρμακευτικά φυτά δεν είναι αρωματικά, όπως η ξυνίθα, το λιθόσπαστο, η μολόχα, το βαλσαμόχορτο, η μπελαντόνα κ.α. (Κουτσός, 2006)

1.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Τα αρωματικά φυτά φαίνεται να χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα καθώς αποτελούσαν το «αρχαιότερο φάρμακο» του κόσμου. Τα πρώτα ιστορικά στοιχεία για τη χρήση φαρμακευτικών φυτών βρίσκονται στον πρωτόγονο άνθρωπο, ο οποίος τα χρησιμοποιούσε σε θρησκευτικές τελετές, στη διατροφή ως καρυκεύματα τροφίμων και ποτών καθώς και για τη διατήρηση των τροφίμων. Στην αρχαιότητα τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνταν για την παρασκευή φαρμάκων, δηλητηρίων, αρωμάτων και φυτικών βαφών. Καταγραφές για χρήση των αρωματικών φυτών λόγω των πολύτιμων ιδιοτήτων τους γίνεται το 6000 π.Χ. από τους Σουμέριους και τους Ασσύριους. Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνταν ευρέως και στους πρώτους πολιτισμούς Κινέζων, Ασσύριων, Βαβυλώνιων και Αιγύπτιων. Ο άνηθος, ο μάραθος, ο κορίανδρος, το κύμινο, το θυμάρι, η μέντα, ο κρόκος, η ρίγανη και το σουσάμι ήταν τα κύρια φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά που χρησιμοποιούνταν στους αρχαίους πολιτισμούς. Στην αρχαία Αίγυπτο η χρήση φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών χρονολογείται από το 2000

π.Χ. (Castioglioni, 1958). Η χρήση των φαρμακευτικών φυτών ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένη λόγω των ευεργετικών τους ιδιοτήτων στην περιποίηση μαλλιών, στη λεύκανση δοντιών και στην ενδυνάμωση των ούλων, ενώ ιδιαίτερη ήταν η χρήση τους στην ταρίχευση νεκρών. Αγγεία και αμφορείς από την αρχαία Αίγυπτο και τη Μεσοποταμία μαρτυρούν τη χρήση φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών στις θρησκευτικές τελετές, στην παρασκευή αρωμάτων και φαρμάκων.

Στην Ελλάδα και τη Ρώμη, κάποια βασικά φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά (άνηθος, μάραθος, κορίανδρος, κύμινο, θυμάρι, μέντα, κρόκος, ρίγανη, πιπέρι, σινάπι, δάφνη, βασιλικός, μαντζουράνα, σκόρδο, κρεμμύδι) χρησιμοποιούνταν στη διατροφή, στην ιατρική, στη φαρμακευτική, στις γιορτές, στα συμπόσια, καθώς και ως μέσο καλλωπισμού. Το 460 π.Χ. ο Ιπποκράτης αναφέρει σε σύγγραμμά του περίπου 400 φυτά εκ των οποίων η πλειοψηφία είναι φαρμακευτικά και αρωματικά, ενώ ο Θεόφραστος (Πατέρας της Βοτανικής, 347 π.Χ.) και ο Διοσκουρίδης (1ος αιώνας π.Χ.) αναφέρουν μεγάλο αριθμό φαρμακευτικών φυτών. Πολυάριθμες είναι οι αναφορές της Παλαιάς Διαθήκης στις οποίες τονίζεται η αξία των αρωματικών φυτών (συγκαταλέγονται ανάμεσα σε προϊόντα μεγάλης αξίας όπως ο χρυσός και οι πολύτιμοι λίθοι). Ανάλογες περιγραφές αρωματικών φυτών υπάρχουν και στη Βίβλο. Οι Ρωμαίοι εμπορεύονταν τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά στην Ινδία και στην Αίγυπτο. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα έως και πριν την αναγέννηση το εμπόριο μειώθηκε. Ωστόσο, καθώς ο ευρωπαϊκός πολιτισμός άρχισε να αναπτύσσεται, η ζήτηση για μπαχαρικά ήταν το κλειδί για την ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου. Κατά τον 18^ο αιώνα τα αιθέρια έλαια μπήκαν δυναμικά στην επιστήμη της ιατρικής. Οι συνταγές για αρωματικά σκευάσματα στο βιβλίο με τίτλο «Συνταγολόγιο» του Salmon, είναι ένα μείγμα αγνών φυτικών φαρμάκων και κομπογιαννίτικων μέσων που απεικονίζουν ξεκάθαρα την κατάσταση εκείνης της εποχής. Την περίοδο εκείνη τα φαρμακευτικά φυτά έχασαν τη μεγάλη τους υπόληψη (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013). Σε μελέτη των Fleisher & Fleisher (1988) διαπιστώθηκε ότι το φυτό ύσσωπος είναι ο χημειότυπος καρβακρόλης του φυτού *Origanum syriacum* L. και η χρήση του ήταν τόσο φαρμακευτική όσο και ενισχυτική γεύσης (καρύκευμα). Παρόμοια σύσταση ελαίου με αυτή του ύσσωπου έχει και η *Origanum vulgare* L. (Baricevic & Bartol, 2002).

Η καλλιέργεια φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών ως πρώτη ύλη για τις βιομηχανίες αρωμάτων, καλλυντικών καθώς και τροφίμων και ποτών ξεκίνησε τον 19^ο αιώνα. Ωστόσο, αργότερα η χρήση τους περιορίστηκε λόγω της παρασκευής

συνθετικών χημικών υλικών τα οποία μπορούσαν να αντικαταστήσουν τα αιθέρια έλαια που παράγονταν από αυτά τα φυτά και στα οποία οφείλονται οι ιδιότητές τους.

1.1.2 Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά της Ελλάδας : Υφιστάμενη κατάσταση

Παγκοσμίως χρησιμοποιούνται περίπου 50000 – 70000 φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά, περίπου 3000 είδη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών εμπορεύονται διεθνώς, ενώ περίπου 15000 είδη αυτών ενδέχεται να κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 6000 είδη ανώτερων φυτών. Από αυτά τα 500 – 600 είναι φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα ευνοούν την ανάπτυξη αρωματικών φυτών τα οποία δίνουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας (Παπαναγιώτου κ.α., 2001). Η ελληνική χλωρίδα είναι πλουσιότατη σε είδη και περιλαμβάνει έναν πολύ σημαντικό αριθμό σπάνιων ειδών που απαντώνται μόνο στον ελλαδικό χώρο (Πολυσίου, 2002).

Τα κυριότερα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά που υπάρχουν στην Ελλάδα είναι ο βασιλικός (*Ocimum basilicum L.*), το γιασεμί (*Jasminum Grandiflorum L.*), ο γλυκάνισος (*Pimpinella anisum L.*), η δάφνη (*Laurus nobilis L.*), το δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis L.*), ο δίκταμος (*Origanum dictamnus L.*), τα εσπεριδοειδή (*Citrus sp.*), ο ευκάλυπτος (*Eucalyptus spp.*), το θυμάρι (*Thymus sp.*), η κάππαρη (*Capparis spinosa L.*), ο κορίανδρος (*Coriandrum sativum L.*), ο κρίνος (*Lilium candidum L.*), ο κρόκος (*Crocus sativus L.*), το κύμινο (*Cuminum cyminum L.*), η λεβάντα (*Lavandula sp.*), οι λειχήνες (*Evernia prunastri*), ο μάραθος (*Foeniculum vulgare Mill.*), η μαντζουρανα (*Origanum majorana L.*), το μελισσόχορτο (*Melissa officinalis L.*), η μέντα (*Mentha piperita L.*), η ρίγανη (*Origanum sp.*), η σάλβια σκλάρεα (*Salvia sclarea L.*), το σπάρτο (*Spartium junceum L.*), η τριανταφυλλιά (*Rosa damascene Mill.*), το τσάι του βουνού (*Sideritis sp.*), ο ύσσωπος (*Hyssopus officinalis L.*), το φασκόμηλο (*Salvia officinalis L.*), η φλαμουριά (*Tilia cordata Mill.*) και το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla L.*) (Σκρουμπής, 1998).

Σύμφωνα με στοιχεία του Οργανισμού Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ), βάσει των δηλώσεων ΟΣΔΕ, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις των ΦΑΦ στην Ελλάδα το 2014 ανέρχονταν σε 29.000 στρέμματα τα οποία έως σήμερα έχουν αυξηθεί τουλάχιστον κατά 30%. Από αυτά την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνει η καλλιέργεια της ρίγανης (11.000 στρέμματα) (Πίνακας 1) (Υπ.Α.Α.Τ., 2014).

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπ.Α.Α.Τ. (2007) οι κυριότερες χώρες προορισμού των ελληνικών εξαγωγών είναι η Κύπρος (γλυκάνισος, μάραθος, κορίανδρος), η Αλβανία (κορίανδρος, θυμάρι), η Βουλγαρία (κύμινο), η Ισπανία, η Ιταλία (κρόκος), οι Φιλιππίνες (δάφνη), οι Η.Π.Α. (ρίγανη) και η Γερμανία (ρίγανη, φασκόμηλο). Αντίστοιχα, οι κυριότερες χώρες προέλευσης των ελληνικών εισαγωγών είναι η Τουρκία (γλυκάνισο, μάραθο, θυμάρι, δάφνη, ρίγανη), η Βουλγαρία (κορίανδρος, ρίγανη), η Συρία, η Ινδία (κύμινο), η Αλβανία (ρίγανη, θυμάρι), η Αυστρία και η Ισπανία (κρόκος). Το κύριο εξαγωγίμο προϊόν είναι ο κρόκος με ποσοστό συμμετοχής 51% επί του συνόλου της αξίας των εξαγωγίμων προϊόντων και ακολουθεί η ρίγανη με ποσοστό 19%. Σε όρους ποσότητας εξαγωγών η ρίγανη κατέχει πρωτεύουσα θέση με ποσοστό 63% και ακολουθεί ο κρόκος με ποσοστό 2% και ο κορίανδρος, το κύμινο και το θυμάρι με ποσοστά 1%.

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

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

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Διεύθυνση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης), Τμήμα Αγροτικής Στατιστικής

1.1.3 Αξιοποίηση φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα ευνοούν την καλλιέργεια φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών. Για μεγάλο μέρος των διαθέσιμων φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών δεν είναι γνωστές τόσο οι χρήσεις τους όσο και η εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών μεθόδων που απαιτούνται για κάθε είδος φυτού. Ωστόσο, παρατηρείται συστηματική εκμετάλλευση με άμεση αξιοποίηση των θετικών επιδράσεών τους για τα φυτά που έχει αποδειχθεί η σημασία τους και οι χρήσεις τους. Υπολογίζεται ότι περίπου το

50% των φυτών που εμπορεύονται παγκοσμίως χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων, το 25% στην παραγωγή καλλυντικών, το 20% στις φαρμακοβιομηχανίες και το 5% σε άλλες εφαρμογές (π.χ. παραγωγή εντομοκτόνων). Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνται στις φαρμακοβιομηχανίες, στις βιομηχανίες καλλυντικών και στη βιομηχανία τροφίμων.

Στον τομέα της **φαρμακευτικής** τα αρωματικά φυτά αξιοποιούνται λόγω των αιθέριων ελαίων που περιέχουν. Χρησιμοποιούνται στην παρασκευή καλλυντικών, στη σαπωνοποιία και στην παρασκευή φυτικών προϊόντων και φαρμάκων με ξεχωριστές ιδιότητες (Σκρουμπής 1988).

Στις **βιομηχανίες καλλυντικών** χρησιμοποιούνται κυρίως τα αιθέρια έλαια των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών. Μέσω της χρήσης των αρωματικών φυτών στις βιομηχανίες καλλυντικών επιτυγχάνεται η παραγωγή καλλυντικών υψηλών προδιαγραφών και ποιότητας.

Στη **βιομηχανία τροφίμων** χρησιμοποιούνται τα ξηρά φύλλα (δρόγες) των αρωματικών φυτών για την παρασκευή ροφημάτων και την παραγωγή κονσερβών. Τα αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνται είτε φρεσκοκομμένα, είτε ξερά ή αλεσμένα στη μαγειρική και την ζαχαροπλαστική και προσδίδουν ξεχωριστό άρωμα στα φαγητά. Τα κυριότερα αρωματικά φυτά που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες τροφίμων είναι ο μαϊντανός, ο βασιλικός, η μαντζουράνα, το κρεμμύδι, η ρίγανη, το σκόρδο και το φασκόμηλο (Σκρουμπής 1988, Σαρλής 1994, Kokkini, 1994).

Τέλος, ορισμένες φυτικές χρωστικές ουσίες οι οποίες παραλαμβάνονται από τα αρωματικά φυτά, όπως τα φλαβονοειδή και τα καροτενοειδή, χρησιμοποιούνται για τη **βαφή διαφόρων τροφίμων** αντικαθιστώντας τις συνθετικές χρωστικές.

1.1.4 Οικογένεια Lamiaceae

Η οικογένεια των Lamiaceae αντιπροσωπεύεται από περίπου 3000 φυτικά είδη. Περιλαμβάνει ποώδη ή θαμνώδη φυτά, τα οποία συνήθως παράγουν αιθέρια έλαια. Τα είδη της οικογένειας Lamiaceae είναι ετήσια ή πολυετή ποώδη φυτά ή φρύγανα, θάμνοι και πιο σπάνια δένδρα ή αναρριχώμενα. Τα φυτά της οικογένειας αυτής ευδοκίμουν σε θερμά και ξηρά κλίματα και φέρουν αδενώδεις τρίχες, οι οποίες εκκρίνουν αιθέρια έλαια. Οι βλαστοί των φυτών αυτών είναι συνήθως τετράγωνοι και φέρουν φύλλα αντίθετα, σταυρωτά ή κατά σπόνδυλους, συνήθως απλά, χωρίς παράφυλλα. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα ή αρρενόστερα (λειτουργικά θηλυκά), με ή χωρίς βράκτια και φέρονται μεμονωμένα ή πολλά μαζί στις μασχάλες των φύλλων

(κατά διχάσια) ή επάκρια (κατά βότρες ή στάχεις). Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής ή κωδωνοειδής αποτελούμενος συνήθως από πέντε δόντια ή δίχειλος. Η στεφάνη είναι σωληνοειδής, συμπέταλη και αποτελείται από 4 – 5 λοβούς. Είναι, επίσης, δίχειλη και πιο σπάνια μονόχειλη ή ακτινόμορφη. Οι στήμονες είναι συνήθως τέσσερις (σπάνια δύο) με το οπίσθιο ζεύγος να είναι συνήθως κοντότερο από το πρόσθιο. Η ωθήκη είναι επιφυής αποτελούμενη από δύο ενωμένα καρπόφυλλα, τα οποία σχηματίζουν τέσσερις ξεχωριστούς χώρους. Σε κάθε χώρο περιέχεται μια ανάτροπη σπερμοβλάστη. Ο στύλος είναι απλός και καταλήγει σε ένα δισχιδές στίγμα. Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο και αποτελείται από τέσσερα μονόσπερμα κάρυα (Βαρδακάκης, 1993). Ο γενικός ανθικός τύπος της οικογένειας είναι: $K_{(5)}\Sigma_{(5)}A_{(2)}$ ή $2+2\Gamma_{(2)}$. Η επικονίαση των φυτών της οικογένειας Lamiales επιτυγχάνεται με τα έντομα (Καρούσου, 1995).

Σύμφωνα με τον Turrill (1929) η οικογένεια Lamiales είναι από τις πλουσιότερες σε είδη οικογένειες, απαντάται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και συμμετέχει σε όλες τις διαπλάσεις βλάστησης, ενώ ο Rechinger (1965) θεώρησε την οικογένεια Lamiales ως τη δεύτερη πλουσιότερη σε ενδημικά taxa της ελληνικής χλωρίδας μετά των αντίστοιχων της οικογένειας Asteraceae (Compositae).

Η οικογένεια Lamiales περιλαμβάνει αρωματικά, φαρμακευτικά και αρτυματικά φυτά καθώς και καλλωπιστικά και μελισσοτροφικά φυτά (Ζερλέντης, 1981, Βαρδακάκης, 1993). Η οικογένεια αυτή θεωρείται από τις σημαντικότερες της Μεσογείου, διότι τα περισσότερα μέλη της έχουν τη δυνατότητα να παράγουν αιθέρια έλαια, είναι ικανά να εγκλιματίζονται και να εξαπλώνονται σε διαφορετικές κλιματικά περιοχές και αποτελούν ενδημικά είδη. Αντιπροσωπευτικά γένη για την Ελλάδα αποτελούν τα *Teucrium*, *Mentha*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Sideritis*, *Satureja*, *Origanum*, *Thymus* (Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999).

Πολλά μέλη της οικογένειας Lamiales καλλιεργούνται για τη χρήση τους ως βότανα και πηγή αιθέριων ελαίων. Τα περισσότερα αιθέρια έλαια της οικογένειας αυτής αποτελούνται από μονοτερπένια και σεσκιτερπένια (Lewinsohn et al. 2000). Έχουν αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση, η οποία αποδίδεται στην περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη και θυμόλη (Baydar et al. 2004, Bozin et al. 2006) και παρουσιάζουν μεγάλη βιοδραστικότητα έναντι ορισμένων εντόμων τα οποία προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα. Η ανθεκτικότητα των παθογόνων μικροοργανισμών έναντι των χημικών ουσιών καθώς και η επικινδυνότητα των τοξικών (π.χ. φωσφίνη και βρωμιούχο μεθύλιο) καθιστούν το λάδι των φυτών της

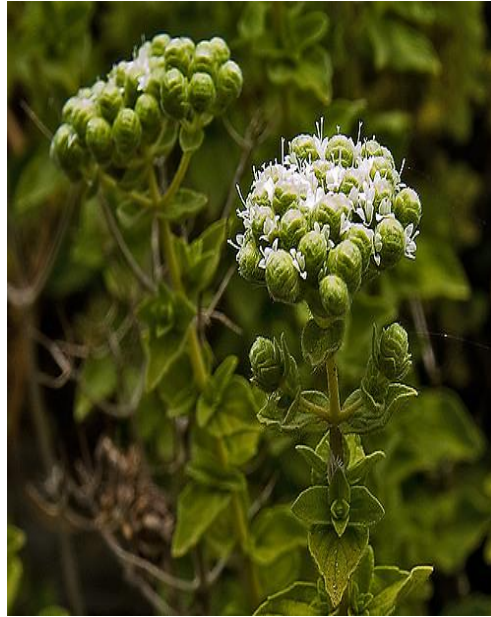
οικογένειας Lamiaceae σημαντικό στη συντήρηση αποθηκευμένων προϊόντων και στη μείωση του κινδύνου που συνδέεται με τη χρήση τοξικών (Shaayaetal, 1997, Lamirieta, 2001). Η ποσότητα αιθέριων ελαίων και η πυκνότητα των αδενωδών τριχών από τις οποίες παράγονται είναι πολύ μεγαλύτερα στις ταξιανθίες από ότι στα φύλλα (Werkeretal, 1985).

1.1.5 Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά πλούσια σε καρβακρόλη

Με τον όρο «Ρίγανη» αναφέρονται τουλάχιστον 61 είδη από 17 γένη 6 οικογενειών. Η οικογένεια Lamiaceae είναι η πιο σημαντική καθώς περιέχει το γένος *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά φυτά Ρίγανης (Ελληνική και Τούρκικη) (Makri, 2002). Ο όρος «Ρίγανη» αναφέρεται στο χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση που έχουν τα φυτά των οποίων το αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά καρβακρόλης (Kokkini et al., 2003). Με τον όρο «Ρίγανη» περιγράφονται η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare ssp hirtum (Link) Ietswaart*), η Ισπανική ρίγανη (*Coridothymus capitatus L.*), η Τούρκικη ρίγανη (*Origanum onites L.*) και η Μεξικάνικη ρίγανη (*Lippia graveolens HBK*) (Lawrence, 1984). Στην Ελλάδα έχουν αναγνωρισθεί τέσσερα είδη «Ρίγανης» πλούσια σε καρβακρόλη, το *C. capitatus (L.) Reichenb. Fil* (Εικόνα 4), το *S. thymbra L.* (Εικόνα 3), η *O. onites L.* (Εικόνα 2) και η *O. vulgare L.* (Εικόνα 1) (Kokkini & Vokou, 1989).



Εικόνα 1: *Origanum vulgare ssp. hirtum*



Εικόνα 2: *Origanum onites*



Εικόνα 3: *Satureja thymbra*



Εικόνα 4: *Coridothymus capitatus* L.

1.1.5.1 Βοτανική περιγραφή – Γεωγραφική ταξινόμηση

Origanum x intercedens

Το υβρίδιο *Origanum x intercedens* έχει προκύψει από την σταυρεπικονίαση των ειδών *Origanum vulgare ssp. hirtum* (Link) Ietswaart και *Origanum onites* (Kokkini και Vokou, 1993). Το *Origanum x intercedens* έχει βρεθεί στην Εύβοια, τη Λέσβο, τη Μύκονο, τη Νίσυρο (Kokkini & Vokou, 1993) καθώς και στη Δυτική, Ανατολική και Κεντρική Κρήτη (Gounaris *et al.*, 2002, Καρούσου, 1995). Φύεται σε

αιθαλείς μεσογειακούς θαμνώνες, φρύγανα, ελαιώνες ή ασβεστολιθικές βραχώδεις θέσεις σε υψόμετρα 100-400 μέτρα. Στις περισσότερες περιπτώσεις λίγα, υβριδικής προελεύσεως, άτομα εντοπίστηκαν σε μικτούς πληθυσμούς των γονικών taxa. Εξαιρέση αποτελούν η Νίσυρος, όπου το *O. intercedens* βρέθηκε ανάμεσα σε πληθυσμό *O. onites* και η Μύκονος, όπου το υβρίδιο εντοπίστηκε ανάμεσα σε άτομα *O. vulgare ssp. hirtum*.

Στα νησιά αυτά το δεύτερο από τα γονικά taxa δεν έχει αναφερθεί. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί είτε στην εξαφάνιση του ενός γονέα ή, πιθανότερα, στην έλλειψη πληροφορίας σχετικά με την παρουσία των γονικών ειδών.

Το *Origanum x intercedens* είναι πολυετής αρωματικός θάμνος, όρθιας ανάπτυξης και το ύψος του κυμαίνεται συνήθως από 30 – 80 εκατοστά (Εικόνα 6). Τα φύλλα είναι σχετικά μικρά σε σύγκριση με αυτά της *O. vulgare ssp. hirtum* με έντονες νευρώσεις στην κάτω επιφάνεια του φύλλου. Είναι αντίθετα, έμμισχα, ωοειδούς σχήματος και τριχωτά κυρίως στην άνω επιφάνειά τους. Η ταξιανθία είναι βοτρυοειδής, παρόμοια με εκείνη της ελληνικής ρίγανης με τη διαφορά ότι οι στάχεις της ταξιανθίας είναι πιο επιμήκεις από τους αντίστοιχους της *O. vulgare ssp. hirtum*, συχνά φέρει τρίχωμα παρόμοιο με αυτό του *O. onites*, οι κάλυκες είναι δίχειλοι, με τρεις οδόντες στο ανώτερο χείλος και δύο στο κατώτερο. Η έναρξη της ανθοφορίας λαμβάνει χώρα από τέλη Μαΐου – αρχές Ιουνίου, ενώ μπορεί να διαρκέσει μέχρι αρχές Ιουλίου. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το υπέργειο τμήμα του φυτού ξεραίνεται, ενώ το υπόγειο διατηρείται και αναβλαστάνει την άνοιξη. Συνήθως παρατηρείται παραλλακτικότητα μεταξύ ή ακόμα και στους ίδιους ανθοφόρους βλαστούς, με τα άνθη να μην ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι, μπορεί το κάτω μέρος του στάχυ να φέρει σπόρους, ενώ το πάνω μέρος να βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της πλήρους άνθισης (Kokkini *et al.*, 2003). Φύλλα και κάλυκες ξεχωρίζουν για τα εμφανή – ακόμα και με γυμνό μάτι – αδενικά τριχίδια που είναι αποκλειστικά υπεύθυνα για τη βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου (Δόρδας, 2012).

Η εκατοστιαία απόδοση του υβριδίου σε αιθέριο έλαιο βρίσκεται ανάμεσα στα γονικά του είδη πλησιάζοντας περισσότερο την ελληνική ρίγανη (*O. vulgare ssp. hirtum*) με ποσοστά από 4,5 – 7,25 % (Gounaris Y. *et al.*, 2002). Όσον αφορά στις περιεχόμενες ουσίες του αιθέριου ελαίου, το *Origanum x intercedens* θεωρείται σαν υψηλής ποιότητας έλαιο εξαιτίας την υψηλής περιεκτικότητας σε καρβακρόλη (Bosabalidis A. *et al.*, 1997) που μπορεί να φτάσει και το 97% σε ορισμένες περιπτώσεις.



Εικόνα 6: *Origanum x intercedens*

1.2 Χρήσεις φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά καθώς και τα αιθέρια έλαιά τους έχουν τις ακόλουθες χρήσεις (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010) :

- **Μαγειρική:** Χρησιμοποιούνται ως φρέσκα ή αποξηραμένα αρτύματα, ως βότανα, ως καρυκεύματα και μπαχαρικά.
- **Ζαχαροπλαστική, ποτοποιία, βιομηχανία τροφίμων:** Χρησιμοποιούνται ως αρωματικά και βελτιωτικά.
- **Αρωματοποιία:** Χρησιμοποιούνται είτε απευθείας, είτε σαν πρώτες ύλες για την εκχύλιση και τη σύνθεση ειδικών αρωματικών ουσιών σε καλλυντικά και προϊόντα προσωπικής υγιεινής.
- **Ιατρική, Κτηνιατρική:** Χρησιμοποιούνται ως συστατικά σκευασμάτων.
- **Γεωργία:** Χρησιμοποιούνται ως φυσικά προστατευτικά μέσα.

1.2.1 Αντιμυκητιακή δράση

Η αντιμυκητιακή δράση των αιθέριων ελαίων σχετίζεται με τον τύπο του ελαίου, δηλαδή με τα συστατικά που περιέχει καθώς και τη συγκέντρωσή τους (Deans & Svoboda, 1990; Biondi et al., 1993). Θεωρείται ότι οι φαινόλες έχουν μεγαλύτερη αντιμικροβιακή δράση σε σύγκριση με τις αλκοόλες, τις κετόνες, τους αιθέρες και τους υδρογονάνθρακες (Bullerman, 1977; Hitokoto et al., 1980; Hussein,

1990, Daw et al., 1994; Charai et al., 1996). Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης μειώνει την αναπνευστική δραστηριότητα του *Saccharomyces cerevisiae*, καθώς παρατηρήθηκε μείωση παραγωγής CO₂ και αιθανόλης (Conner et al., 1984).

1.2.2 Αντιβακτηριδιακή δράση

Η αντιβακτηριδιακή δράση των αιθέριων ελαίων των φυτών *O.hirtum* και *O.dictamnus* αποδίδεται κυρίως στην παρουσία των φαινολικών συστατικών που περιέχουν, της καρβακρόλης και της θυμόλης αντίστοιχα (Pellequer et al., 1980; Gergis et al., 1990; Sivropoulou et al., 1996). Τα αιθέρια έλαια πλούσια σε καρβακρόλη της *O. vulgare* παρουσιάζουν αντιβακτηριδιακή δράση έναντι στα *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus megaterium* και *Salmonella badar* (Remmal et al., 1993).

1.2.3 Αντιοξειδωτική δράση

Οι μελέτες που διερευνούν την αντιοξειδωτική δράση των αιθέριων ελαίων είναι περιορισμένες. Από τις διαθέσιμες στη βιβλιογραφία μελέτες διαπιστώνεται ότι τα φαινολικά συστατικά είναι εκείνα που οφείλονται στην αντιοξειδωτική δράση των ελαίων (Madsen et al., 1997; Moure et al. 2001). Σύμφωνα με τους Moure et al. (2001) τα πολυφαινολικά συστατικά παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σύγκριση με τα φαινολικά συστατικά.

1.2.4 Εντομοκτόνος, νηματοδοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά αποτελούν δυνητική πηγή νέων εντομοκτόνων. Τα αιθέρια έλαια των φυτών της οικογένειας Lamiaceae παρουσιάζουν καλύτερη εντομοκτόνο δράση έναντι του *Acanthoscellides obtectus* (εχθρού των φασολιών) (Regnault – Roger & Hamraoui, 1993). Τα έλαια της *O. hirtum* τα οποία είναι πλούσια σε καρβακρόλη παρουσιάζουν εντομοκτόνο δράση επαφής, καθώς και καπνιστική δράση στο *Acanthoscellides obtectus* (Baricevic et al., 2001) και στη *Drosophila melanogaster* (Karpouhtsis et al., 1998) καθώς και έναντι των ωών εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων *Tribolium confusum* και *Ephestia cautella* (Shaaya et al., 1993).

Η ανθεκτικότητα και τοξικότητα των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών έναντι των νηματωδών είναι μια ιδιότητα, η οποία θα προσφέρει νέες εφαρμογές στον

τομέα της φυτοπροστασίας και ιδιαίτερα για τις ανθεκτικές ποικιλίες ή για τις καλλιέργειες εκείνες για τις οποίες δεν υπάρχουν νηματοδοκτόνα (Barisevic & Bartol, 2002). Σε πειράματα εργαστηρίων τα αιθέρια έλαια των *Origanum vulgare*, *Origanum majorana* και *Origanum syriacum* επηρέασαν την εξάπλωση του γένους *Meloidogyne* είτε παρεμποδίζοντας την εκκόλαψη ωών (Ramraj et al. 1991, Oka et al. 2000) είτε δρώντας σε νεαρά άτομα τοξικά (Hashim et al, 1999, Oka et al, 2000).

Τα τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων θεωρούνται ανασταλτικά της βλάστησης και της ανάπτυξης (Fischer, 1986, Muller, 1986, Elakovich, 1988). Σύμφωνα με τους Kotoulas et al. (2009), τα αιθέρια έλαια των φυτών *O. hirtum* και *O. onites* φαίνεται να παρεμποδίζουν τη βλάστηση και την ανάπτυξη σπόρων αγριοβρώμης.

1.3 Η καλλιέργεια των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

1.3.1 Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις

Κάθε είδος φυτού έχει διαφορετικές εδαφοκλιματικές απαιτήσεις, επομένως η γνώση για την ανάπτυξη των φυτών έχει ιδιαίτερη σημασία. Το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος μιας περιοχής έχουν καίρια σημασία στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Σε γενικές γραμμές, η καλλιέργεια της ρίγανης μπορεί να γίνει σε όλους τους τύπους εδάφους. Προσαρμόζεται αρκετά καλά ακόμα και σε ξηρά εδάφη, αλλά έχει καλύτερη ανάπτυξη στα ασβεστούχα. Η *O. hirtum* και η *O. onites* αναπτύσσονται σε διάφορα υψόμετρα τόσο σε παραθαλάσσιες όσο και σε ορεινές περιοχές, καθώς και σε εδάφη επικλινών, άγονων, μέτριας και μέσης γονιμότητας περιοχών. Πρόκειται για ιδιαίτερα ανθεκτικά φυτά, αφού αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες, ευδοκμούν σε μέσης μέχρι μέτριας σύστασης ημιορεινά εδάφη και είναι λιτοδίαιτα στις κλιματικές συνθήκες (Γκόλιαρης, 1992). Η άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της *O. hirtum* είναι 18 – 22° C με όρια ανάπτυξης 4 – 33° C, ενώ το ριζικό της σύστημα σε καλά ανεπτυγμένα φυτά με ηλικία πλέον του ενός έτους αντέχει σε θερμοκρασίες αέρα -25 έως +42°C. Άριστο pH εδάφους είναι το 6,8 αλλά αναπτύσσεται και σε εδάφη με υψηλότερες τιμές (Κουτσός, 2006).

Για την εγκατάσταση της καλλιέργειας γίνονται διάφορες κατεργασίες στο έδαφος. Το καλοκαίρι εφαρμόζεται στο έδαφος βαθιά άροση, ενώ στις αρχές του φθινοπώρου γίνεται μια ελαφρότερη κατεργασία με φρέζα ή δισκοσβάρνα. Όσον

αφορά στην λίπανση, πριν την εγκατάσταση της φυτείας προστίθεται χωνεμένη κοπριά. Κατά την ετήσια προσθήκη λιπάσματος, προτείνεται η προσθήκη 12 ως 15 μονάδων αζώτου (N), 8 ως 10 μονάδων P₂O₅ και 10 ως 12 μονάδων K₂O. Η προσθήκη του αζώτου πρέπει να χωριστεί σε 2 δόσεις, η πρώτη στο ξεκίνημα της βλάστησης και η δεύτερη μετά την πρώτη κοπή. Όσον αφορά στην άρδευση, παρόλο που η ρίγανη είναι ξηρική καλλιέργεια, το πότισμα συντελεί στην αύξηση της χορτομάζας και είναι αναγκαία κατά την φύτευση και την πρώτη κοπή. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η εξέλιξη της καλλιέργειας ρίγανης στην Ελλάδα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Εξέλιξη της καλλιέργειας ρίγανης στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2004 - 2009

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΤΟΝΟΙ)	ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (ΚΙΛΑ/ΣΤΡ.)	ΤΙΜΗ (€/ΚΙΛΟ)	ΑΚΑΘ. ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (€)	ΑΥΤΟΦΥΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΤΟΝΟΙ)
2004	7.395	836	113	1,36	1.136	200
2005	7.913	990	125	1,27	1.258	180
2006	7.583	893	118	1,27	1.134	210
2007	6.765	755	112	1,39	1.049	215
2008	6.948	833	120	1,59	1.324	
2009	9.160	848	93			

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Διεύθυνση Αγροτικής Πολιτικής και Τεκμηρίωσης.

Το φυτικό υλικό της ρίγανης μετά την συγκομιδή, πρέπει να πληροί συγκεκριμένες προδιαγραφές, οι οποίες καθορίζονται από την AFNOR (Πίνακας 3). Σύμφωνα με αυτές, η ξηρή δρόγη πρέπει να μην έχει καφέ φύλλα αλλά ούτε και πολύ νεαρά φύλλα και να συμπεριλαμβάνει και τρίμμα. Το επιθυμητό χρώμα των ξερών φύλλων πρέπει να είναι πράσινο καθαρό ή πράσινο γκρι. Η οσμή πρέπει να είναι αρωματική, δυνατή, με το τυπικό άρωμα που είναι ζεστό, ευωδιαστό, πικάντικο αλλά και λίγο πικρό στη γεύση. Η ένταση της μυρωδιάς ποικίλλει και επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες (π.χ. πολύ καλής ποιότητας υλικό προκαλεί μούδιασμα στη γλώσσα). Τα είδη που αναπτύσσονται σε βορειότερα κλίματα συνήθως δεν παρουσιάζουν ικανοποιητικό άρωμα (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

Πίνακας 3: Γενικές Προδιαγραφές Ποιότητας της Ρίγανης

	ΡΙΓΑΝΗ ΣΕ ΦΥΛΛΑ	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗ ΡΙΓΑΝΗ	ΜΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗ ΡΙΓΑΝΗ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ % (B/B) ΜΕΓΙΣΤΟ	10	10	12
ΟΛΙΚΗ ΤΕΦΡΑ % (B/B) ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΥ	10	12	12
ΤΕΦΡΑ ΑΔΙΑΛΥΤΗ ΣΤΑ ΟΞΕΑ % (B/B) ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟ	2	2	2
ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ml/100g	1.8	1.5	1

Πηγή: Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010

1.3.2 Αζωτούχος Λίπανση

1.3.2.1 Αζωτούχος λίπανση και περιβάλλον

Η πράσινη επανάσταση η οποία ξεκίνησε τη δεκαετία του 1970, έσωσε πολλές χώρες της Ασίας από τη λιμοκτονία. Βασίστηκε στην αύξηση της παραγωγής με άρδευση και εντατική χρήση λιπασμάτων (Pimentel, 2004). Οι εντατικές καλλιέργειες στις οποίες χρησιμοποιούνται ανόργανα λιπάσματα συχνά οδηγούν σε μη σταθερή παραγωγή και απειλούν την υγεία του εδάφους (Anwar et al., 2005). Επίσης, η παραγωγή αυτή δεν μπορεί να είναι σταθερή όταν οι εισροές είναι ανεπαρκείς και όχι σταθερές (Saroa & Lal, 2006). Οι Kawashima et al., (1997) είχαν επισημάνει ότι, ο παγκόσμιος πληθυσμός εξακολουθεί να αυξάνεται και ότι θα απαιτηθεί μεγαλύτερη παραγωγή τροφίμων. Επειδή είναι δύσκολο να αυξηθεί η καλλιεργήσιμη γη χωρίς την καταστροφή των δασών, θα αυξηθούν οι ανάγκες για λίπασμα. Η οικονομική και περιβαλλοντική αειφορία των γεωργικών συστημάτων εξαρτάται από την προσεκτική επιλογή των εισροών, όπως οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων (Zheljazkon, 2005).

Το πιο σημαντικό θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη και λειτουργία κάθε οργανισμού είναι το άζωτο. Αποτελεί συστατικό των αμινοξέων, πρωτεϊνών, νουκλεοτιδίων, νουκλεϊκών οξέων, χλωροφύλλης και συνενζύμων. Τα φυτά προσλαμβάνουν το άζωτο με τις ρίζες υπό μορφή νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου. Η έλλειψή του μειώνει την αύξηση της φυτικής μάζας και το χρώμα του φυτού μεταβάλλεται σε κιτρινοπράσινο.

Η περίσσεια αζώτου στο έδαφος οδηγεί μεταξύ άλλων, σε έντονη φυτική βλάστηση, ευαισθησία σε προσβολή από ασθένειες και παράσιτα και μείωση της αποθηκευτικής ικανότητας των προϊόντων. Επίσης, νιτρικά σε μεγάλες συγκεντρώσεις στα φύλλα των φυτών προκαλούν τοξικά φαινόμενα σε ζώα και ανθρώπους (Σιδηράς, 2002; Aulakh & Malhi, 2005; Hanley, 2007). Οι μεγάλες δόσεις αζωτούχου λίπανσης συνδέονται με μεγαλύτερη έκπλυση αζώτου, που σημαίνει υποβάθμιση της ποιότητας του νερού (Σιδηράς, 2002; Aulakh & Malhi, 2005) και ευτροφισμό (Hanley, 2007). Για το λόγο αυτό θα πρέπει οι ποσότητες αζώτου που ρίχνουμε στην καλλιέργεια να ταυτίζονται με αυτές των αναγκών της. Ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής του λιπάσματος είναι κρίσιμοι παράγοντες για τη μείωση των απωλειών.

Μειώνοντας τις απώλειες σε άζωτο όχι μόνο προστατεύουμε τα υπόγεια νερά από τη ρύπανση, αλλά γίνεται και εξοικονόμηση χρημάτων (Davis, 1994; Rice et al., 1995).

Αναφέρονται περιπτώσεις σε όλο τον κόσμο όπου, η χρήση αζωτούχου λίπανσης δημιούργησε προβλήματα στο περιβάλλον, στην υγεία αλλά και αυξημένη οικονομική επιβάρυνση του παραγωγού. Δεδομένου ότι τα αζωτούχα λιπάσματα είναι παράγωγα του πετρελαίου, του οποίου τα αποθέματα εξαντλούνται, η λύση για την αύξηση της παραγωγής ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις η γεωργική πολιτική προς τη αειφόρο γεωργία και τη βιώσιμη ανάπτυξη (Kumazawa, 2002). Γενικότερα, η ήπια χρήση λιπασμάτων βοηθά στη διατήρηση ή στη ρύθμιση της γονιμότητας του εδάφους και στη προμήθεια σε λίπασμα των φυτών σε άριστο επίπεδο για αειφόρο παραγωγή και για ελαχιστοποίηση των απωλειών των λιπασμάτων στο περιβάλλον. Η ήπια χρήση λιπασμάτων αφορά στη χρήση οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων (Choudhury & Kennedy, 2005; Singh et al., 2006). Ο Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής της ΕΕ αφορά οδηγίες ώστε οι γεωργοί εξασφαλίζουν την βέλτιστη εκμετάλλευση του αζώτου και της άρδευσης, με φιλικές προς το περιβάλλον τεχνικές. (Karyotis et al., 2006).

1.3.2.2 Αζωτούχος λίπανση φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

Λόγω των ιδιοτήτων τους, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά έχουν αποτελέσει αντικείμενο πειραμάτων, τα οποία αποβλέπουν στην αύξηση της παραγωγής της φυτικής τους μάζας και της περιεκτικότητάς τους σε αιθέριο έλαιο. Η επέμβαση με άζωτο, το οποίο συνήθως αυξάνει τη φυτική μάζα των φυτών,

ερευνήθηκε πολλές φορές. Τα περισσότερα πειράματα έγιναν με φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* και σε περιοχές που αυτά αυτοφύονται. Σε κάθε περίπτωση φάνηκε να αυξάνεται η φυτική μάζα και η συγκέντρωση των αιθέριων ελαίων. Η ποσότητα των αιθέριων ελαίων αυξήθηκε είτε ως αποτέλεσμα της αύξησης της περιεκτικότητάς τους στο φυτό, είτε ως συνέπεια της αύξησης της φυτικής μάζας (Clark & Menary 1980; Kothari & Singh 1995; Ram et al., 1995; Ram et al., 1995/1996; Mitchell & Farris 1996; Ram & Kumar 1997; Omer, 1999; Patra et al., 2002; Markiewicz et al., 2002; Amr et al., 2003; Baranauskien et al., 2003; Kiran & Patra 2003a; Kiran & Patra 2003b; Karioti et al., 2003; Ozguven et al., 2006; Ram et al., 2006; Sifola & Barbieri 2006). Σημαντικό ρόλο έπαιξε το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, ο χρόνος συγκομιδής, οι περιβαλλοντικές συνθήκες κ.ά. Σε όλες τις περιπτώσεις ερευνήθηκε η καταλληλότερη ποσότητα λιπάσματος με την οποία επιτυγχάνεται η καλύτερη απόδοση σε νωπό και ξηρό βάρος, όπως επίσης και σε αιθέριο έλαιο. Στα περισσότερα, ιδίως στα πιο πρόσφατα πειράματα δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην προστασία του περιβάλλοντος (Ram & Kumar 1997; Omer, 1999; Patra et al., 2002; Kiran & Patra 2003a; Kiran & Patra 2003b; Amr et al., 2003; Baranauskien et al., 2003). Εκτιμήθηκε η αναγκαία ποσότητα του αζωτούχου λιπάσματος για τα φυτά, ώστε να απορροφάται όλο και να μη ρυπαίνεται το έδαφος και τα υπόγεια νερά. Παράλληλα, εξετάστηκε και η περίπτωση συνδυασμού ανόργανης και οργανικής αζωτούχου λίπανσης ή αντικατάστασης της πρώτης από τη δεύτερη, ώστε να μειωθούν οι εισροές από ανόργανα αζωτούχα λιπάσματα, τα οποία εκτός των όσων προαναφέρθηκαν, είναι υπεύθυνα για προβλήματα υγείας στον άνθρωπο και στα ζώα, όπως επίσης αυξάνουν το κόστος της παραγωγής.

Παρόμοια πειράματα έχουν γίνει με αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά άλλων οικογενειών τα οποία έδωσαν ανάλογα αποτελέσματα. (Singh, 2000; Singh, 2001; Singh et al., 2002; Rao, 2001; Ram et al., 2003; Ram et al., 2006).

1.3.3 Πολλαπλασιασμός

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

1.3.3.1 Εγγενής

Ο εγγενής πολλαπλασιασμός γίνεται με σπορά στο σπορείο ή απευθείας στο χωράφι και χρησιμοποιείται μόνο για είδη που πολλαπλασιάζονται δύσκολα αγενώς. Ο εγγενής πολλαπλασιασμός γίνεται σπάνια, διότι τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά δεν έχουν μελετηθεί και βελτιωθεί όπως τα άλλα καλλιεργούμενα φυτά, με αποτέλεσμα η χρήση σπόρου να οδηγεί σε φυτείες με ανομοιόμορφα φυτά. Επιπλέον, το προϊόν που συγκομίζεται δεν παρουσιάζει σταθερές ιδιότητες τόσο ως προς τα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του όσο και ως προς την περιεκτικότητά του σε αιθέρια έλαια.

1.3.3.2 Αγενής

Πρόκειται για τη μέθοδο εκείνη που εφαρμόζεται περισσότερο συχνά στα αρωματικά φυτά, διότι είναι πιο εύκολη και οικονομική μέθοδος σε σύγκριση με τον πολλαπλασιασμό με σπόρο, καθώς επίσης δίνει τη δυνατότητα λήψης φυτών τελείως ίδιων με το μητρικό. Οι συνηθέστεροι τρόποι αγενούς πολλαπλασιασμού που εφαρμόζονται είναι οι ακόλουθοι: 1) Χρήση παραφυάδων, 2) Διαίρεση φυτών, 3) Μοσχεύματα, 4) Μικροπολλαπλασιασμός. (Κουτσός, 2006, Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010)

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

1.3.4 Τεχνικός σχεδιασμός για την εγκατάσταση και την καλλιέργεια των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

1.3.4.1 Προετοιμασία αγρού

Πριν γίνει η φύτευση, ο αγρός πρέπει να έχει την κατάλληλη προετοιμασία. Αρχικά, γίνεται ένα βαθύ όργωμα στον αγρό. Στη συνέχεια και λίγο πριν από τη φύτευση ακολουθεί ένα πιο ελαφρύ όργωμα και η διαδικασία ολοκληρώνεται με δισκοσβάρνισμα, προκειμένου να καλυφθεί το λίπασμα, να καταστραφούν τα ζιζάνια

και να διευκολυνθεί η φύτευση, κυρίως όταν πρόκειται να γίνει με φυτευτικές μηχανές (Γκόλιαρης, 1992).

1.3.4.2 Εγκατάσταση φυτείας

Το φθινόπωρο (Οκτώβριος – Νοέμβριος) και η άνοιξη (Φεβρουάριος – Μάρτιος) θεωρούνται οι ιδανικότερες εποχές για τη φύτευση της ρίγανης. Για τις ελληνικές συνθήκες η καταλληλότερη εποχή είναι το φθινόπωρο, μετά τις πρώτες βροχές. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 60 – 80cm μεταξύ των γραμμών και 30 – 40cm επί των γραμμών (Κουτσός, 2006, Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010).

1.3.4.3 Έλεγχος ζιζανίων

Η σημαντικότερη καλλιεργητική εργασία για την πλειοψηφία των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών κατά τον πρώτο χρόνο της φύτευσης είναι η ζιζανιοκτονία, η οποία γίνεται με τα σκαλίσματα. Τα σκαλίσματα ανεβάζουν το κόστος παραγωγής, επομένως χρειάζονται επιπλέον προσπάθειες για την εύρεση κατάλληλων ζιζανιοκτόνων. Το πρόβλημα που δημιουργείται από τη χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων και των παρασίτων στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά προέρχεται από τον εξειδικευμένο χαρακτήρα των καλλιεργειών αυτών. Επομένως, οι χημικές ουσίες που πρέπει να επιλεγούν επιβάλλεται να μην αφήνουν υπολείμματα στα αιθέρια έλαια ούτε να επηρεάζουν τη βιοσύνθεσή τους στο φυτό.

1.3.4.4 Συγκομιδή αρωματικών φυτών

Ειδική περίοδος ωρίμανσης

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά συγκομίζονται κατά την ειδική περίοδο ωρίμανσης στην οποία το φυτό έχει την καλύτερη ποιότητα, όσον αφορά στην απόδοση ή στις απαιτούμενες συγκεντρώσεις (ποιοτικές/ποσοτικές) ορισμένων δευτερογενών μεταβολιτών του (δραστικά συστατικά, αιθέρια έλαια κλπ). Η συγκομιδή πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα υψηλής τεχνολογίας (θεριστικές/κοπτικές με μαχαίρια, θεριζοαλωνιστικές, εκσκαφείς ριζών κλπ), ενώ η χειρωνακτική συγκομιδή περιορίζεται μόνο σε πολύ μικρούς κλήρους (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010). Το φυτικό υλικό χωρίζεται σε δεμάτια και καθαρίζεται από διάφορα φυτικά υπολείμματα και ξένα σώματα (σκόνες, χώμα, έντομα κ.α.). Το συγκομισμένο υλικό ξεραίνεται στο χωράφι, σε υπόστεγα ή σε ειδικά ξηραντήρια.

Παρακολούθηση καλλιεργειών

Ο ακριβής χρόνος της ειδικής περιόδου ωρίμανσης προσδιορίζεται με βάση τη μέγιστη περιεκτικότητα σε δραστικά ή απαιτούμενα συστατικά του φυτικού υλικού. Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά σε όλες τις φάσεις ανάπτυξης τους και να πραγματοποιείται ποιοτική και ποσοτική ανάλυσή τους, με στόχο τον προσδιορισμό του κατάλληλου χρόνου συγκομιδής (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010).

1.3.4.5 Ξήρανση

Η ξήρανση αποτελεί μία από τις πιο συνήθεις μεθόδους συντήρησης των φυτικών υλικών, μαζί με την αφυδάτωση. Η γρήγορη απομάκρυνση του νερού από τα κύτταρα προλαμβάνει, σε μεγάλο βαθμό, την αποικοδόμηση των κυτταρικών συστατικών και παράλληλα αποφεύγεται ο κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών που δύνανται να οδηγήσουν στην καταστροφή μέρους του αρωματικού φυτού. Για την αναστολή κάθε είδους διεργασίας που μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση του φυτού απαιτείται μείωση νερού σε ποσοστό 10%. Η επίτευξη του στόχου αυτού επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της ξήρανσης. Οι κυριότερες μορφές ξήρανσης που δύνανται να χρησιμοποιηθούν είναι οι παρακάτω (Demos et al., 1998) :

1. **Ξήρανση με έκθεση στον αέρα:** Αναφέρεται στην πιο απλή μορφή, σύμφωνα με την οποία το υλικό απλώνεται σε λεπτές στρώσεις, με καλό αερισμό, προκειμένου να διευκολύνεται η διαδικασία της ξήρανσης. Η απευθείας έκθεση στον ήλιο ή η παραμονή στη σκιά επιλέγεται με κριτήριο την ευαισθησία των συστατικών στο φως. Όταν επιλέγεται ξήρανση σε σκιά, δηλαδή σε δωμάτια, η διαδικασία επιτυγχάνεται με αύξηση της θερμοκρασίας και δημιουργία ρεύματος αέρα για την απομάκρυνση των υδρατμών.
2. **Ξήρανση με θέρμανση:** Χρησιμοποιείται σε βιομηχανικό επίπεδο στο οποίο η απομάκρυνση υγρασίας γίνεται με τη βοήθεια θερμού αέρα που εκπέμπεται από γεννήτριες. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι γύρω στους 50°C, τότε η ξήρανση διαρκεί 24 – 36 ώρες και στο προϊόν παραμένει 5 – 10% υγρασία. Η διάρκεια διατήρησης είναι 1 με 2 χρόνια.
3. **Λυοφιλίωση:** Αποτελεί μορφή τεχνητής ξήρανσης, χρησιμοποιείται συχνά στη βιομηχανία τροφίμων και είναι αποτελεσματική στα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά. Στη λυοφιλίωση, το προϊόν παγώνει μέσω του ψύχους και στη

συνέχεια αποξηραίνεται με την εξάχνωση του πάγου σε κενό. Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν τροποποιούνται καθόλου οι φωτοχημικές ιδιότητες του φυτικού υλικού και το κύριο μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος της μεθόδου. Σε αυτή τη μέθοδο η υγρασία του προϊόντος είναι 1 – 2% και η διάρκεια συντήρησης απεριόριστη.

Εκτός από τις προαναφερόμενες υπάρχουν κι άλλες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ξήρανση των αρωματικών φυτών, οι οποίες ωστόσο δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες, όπως η ξήρανση σε κυλίνδρους, η χρήση χημικών ουσιών, τα μικροκύματα κ.λπ.

1.3.4.6 Προβλήματα και προοπτικές καλλιέργειας φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

Προβλήματα:

Οι προσπάθειες για καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών δεν είχε καμία επιτυχία στην Ελλάδα έως σήμερα. Οι κύριοι λόγοι αυτής της κατάστασης είναι οι παρακάτω (Υπ.Α.Α.Τ, 2007):

- Έλλειψη πιστοποιημένων σπόρων, πολλαπλασιαστικού υλικού και κατάλληλου εξοπλισμού για την ανάπτυξη της καλλιέργειας.
- Ανεπαρκής ενημέρωση αγροτών για τα τεχνικά ζητήματα και τις δυνατότητες αυτού του είδους καλλιέργειας.
- Έλλειψη σύνδεσης πρωτογενούς παραγωγής και βιομηχανιών τυποποίησης/συσκευασίας ή παραγωγής αιθέριων ελαίων.
- Συγκέντρωση των κυριότερων βιομηχανικών μονάδων συσκευασίας και τυποποίησης φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών σε συγκεκριμένες περιοχές της Ελλάδας (Αθήνα, Μακεδονία, Κρήτη).
- Ανεπαρκής προώθηση της καλλιέργειας μέσω καινοτόμων συσκευασιών και αξιοποίησης τους από τη βιομηχανία ή τη βιοτεχνία παραγωγής αιθέριων ελαίων.
- Η καλλιέργεια φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών αποτελεί μικρό κλάδο για το σύνολο της αγροτικής οικονομίας και μικρό μερίδιο στο διεθνές εμπόριο.
- Υποτυπώδης τυποποίηση των συγκεκριμένων προϊόντων.
- Διασπορά των αγροτικών εκμεταλλεύσεων.
- Έλλειψη εμπειρίας στις διαδικασίες συγκομιδής, ξήρανσης, αποθήκευσης και μεταφοράς.

Προοπτικές:

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά καθώς και τα προϊόντα τους παρουσιάζουν μεγάλη ζήτηση στη διεθνή αγορά λόγω των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών τους. Επιπλέον, στα φυτά αυτά είναι εύκολη η καθετοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας (πρωτογενής, δευτερογενής και τριτογενής τομέας παραγωγής), χωρίς μεγάλες επενδύσεις από μικρά εταιρικά σχήματα, συνεταιρισμούς και οικογενειακές εκμεταλλεύσεις (Πολυσίου, 2002). Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η παρουσία φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών στην ελληνική μελισσοκομία (Σκρουμπής, 1985).

Η καλλιέργεια φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών στην Ελλάδα θεωρείται δυναμική, καθώς αποτελεί ιδανική λύση για την αξιοποίηση μειονεκτικών, ορεινών ή ημιορεινών εκτάσεων, στις οποίες τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά ευδοκιμούν περισσότερο σε σύγκριση με άλλα είδη φυτών (Goliaris, 1997). Σύμφωνα με τον Πετρόπουλο και συν. (1994) τα αρωματικά φυτά θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών στην Ελλάδα.

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά έχουν ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον λόγω της μεγάλης προστιθέμενης αξίας τους και θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην αύξηση του εισοδήματος των παραγωγών και στην ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων σε μειονεκτικές περιοχές, με αποτέλεσμα τη συγκράτηση του πληθυσμού στην ύπαιθρο (Τσόγκας, 2005). Ακόμη, η καλλιέργεια αυτή θα μπορούσε να δώσει μια ώθηση στον αγροτουρισμό προκειμένου να οργανωθούν επισκέψεις σε περιοχές με μεγάλη παραγωγή αρωματικών φυτών καθώς και στις μονάδες επεξεργασίας τους (Πολυσίου, 2002).

Παράλληλα, τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά έχουν ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό, φυτοφάρμακα και λιπάσματα, συμβάλλοντας στην αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι με την καλλιέργεια φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών μπορεί να σταματήσει η αλόγιστη συλλογή και εκμετάλλευση των αυτοφυών φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών.

1.4 Αιθέρια έλαια

Ως αιθέρια έλαια ορίζονται τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά και τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν μέσω απόσταξης, εκπίεσης ή με άλλες μεθόδους, όπως η εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες. Ως αιθέριο έλαιο ορίζεται το πτητικό μείγμα οργανικών ενώσεων που παραλαμβάνονται με φυσικούς τρόπους από ένα φυτικό υλικό (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2010). Εφόσον τα αιθέρια έλαια περιέχουν πτητικές ενώσεις, τα μόριά τους εξατμίζονται εύκολα και διασκορπίζονται στον ατμοσφαιρικό αέρα, έρχονται σε επαφή με τα όργανα όσφρησης, τα διεγείρουν και οδηγούν σε μια ευχάριστη αίσθηση χαρακτηριστική για το κάθε είδος. Η κύρια μέθοδος παραλαβής αιθέριων ελαίων είναι η υδροαπόσταξη. Η ποιότητα του ελαίου εξαρτάται από την επιδεξιότητα του χειριστή τόσο στη διαχείριση του αποστακτήρα όσο και στην επιλογή και προετοιμασία του φυτικού ελαίου. Το ακατέργαστο αιθέριο έλαιο πιθανόν να χρειάζεται περαιτέρω διεργασία πριν την αποθήκευση και τη μεταφορά του, όπως διήθηση (για την απομάκρυνση νερού) ή ραφινάρισμα (για τη μείωση ανεπιθύμητων συστατικών).

Η ποιότητα των αιθέριων ελαίων φυτών τύπου «Ρίγανης» καθορίζεται από την ποσοστιαία περιεκτικότητα και τη χημική σύστασή τους. Οι παράγοντες αυτοί παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα ανάλογα με τους γονότυπους των ειδών, τις κλιματικές συνθήκες και τη λίπανση με θρεπτικά στοιχεία κατά την καλλιέργεια (D' Antuono et al., 2000; Novak et al., 2003), με τη σύσταση του αιθέριου ελαίου φυτών ρίγανης να εξαρτάται κυρίως από τον γονότυπο (Novak et al., 2003).

Τα αιθέρια έλαια εντοπίζονται στα φύλλα των φυτών (ευκάλυπτος, δάφνη), στα σπέρματα των φυτών (μοσχοκάρυδο), στα άνθη (γαρδένια, τριανταφυλλιά), στο φλοιό (κανέλλα), στους καρπούς (κάρδαμο) και στις ρίζες (καρότα, τζίντζερ). Τα αιθέρια έλαια των φυτών τύπου «Ρίγανης» εντοπίζονται κυρίως στα φύλλα και στις ταξιανθίες.

1.4.1 Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά

Τα μονοτερπένια και σεσκιτερπένια παλαιότερα θεωρούνταν μη λειτουργικά «άχρηστα μεταβολικά προϊόντα» (Paech, 1950; Sandermann, 1962). Ωστόσο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο ως ενδιάμεσα των αλληλεπιδράσεων των φυτών με το περιβάλλον (Croteau, 1992). Σύμφωνα με τους

Κατσιώτης και Χατζοπούλου (2010), οι δευτερογενείς μεταβολίτες χρησιμεύουν στα φυτά ως μέσα προσαρμογής στις διακυμάνσεις θερμοκρασίας και φωτός, σε συνθήκες καταπόνησης, μόλυνσης ή κατά των φυτοφάγων ζώων.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι ρόλοι των αιθέριων ελαίων είναι οι παρακάτω:

- Προστασία των φυτών από τα έντομα και τα παράσιτα, διότι λόγω του αρώματός τους εμποδίζουν την εγκατάστασή τους στα φυτικά όργανα (Σκρουμπής, 1985, Werker, 1993, Mahmoud & Croteau, 2002).
- Προστασία των φυτών από υψηλές θερμοκρασίες, διότι λόγω εξάτμισης αυτών η θερμοκρασία ελαττώνεται (Σκρουμπής, 1985).
- Αποφυγή σήψης φυτικών ιστών από το ρητινώδες περιεχόμενο πολλών αειθαλών φυτών που καλύπτουν τις πληγές του φλοιού (Σκρουμπής, 1985).
- Επίτευξη καλύτερης γονιμοποίησης και διασταύρωσης των μη αυτογονιμοποιούμενων φυτών, αφού το άρωμα των ανθέων που διαχέεται στο περιβάλλον προσελκύει τα έντομα (Σκρουμπής, 1985, Mahmoud & Croteau, 2002).
- Επίδραση στη βλάστηση και στην εδραίωση άλλων φυτών γύρω τους (Σκρουμπής, 1985, Mahmoud & Croteau, 2002).

Ωστόσο, από όλες τις διαθέσιμες θεωρίες δε δίδεται σαφής απάντηση για το ρόλο των αιθέριων ελαίων στα φυτά. Ο ρόλος τους πιθανόν να είναι ο συνδυασμός όλων των παραπάνω (Σκρουμπής, 1985).

1.4.2 Παραγωγή αιθέριου ελαίου

Όλα τα εναέρια μέρη και κυρίως τα φύλλα των φυτών της οικογένειας *Lamiaceae* έχουν μεγάλο αριθμό αδενωδών και μη αδενωδών τριχών. Οι μη αδενώδεις τρίχες βρίσκονται στα βλαστικά και τα αναπαραγωγικά μέρη του φυτού (Werker et al., 1985b). Βρίσκονται και στις δύο επιφάνειες των φύλλων με την πλειοψηφία τους να είναι στην κάτω επιφάνεια του φύλλου (Bosabalidis, 2002).

Οι αδενώδεις τρίχες είναι επιδερμικά προσαρτήματα με πολύπλοκη ανατομική και λειτουργική δομή (Bosabalidis, 2002) και υπεύθυνες για την παραγωγή αιθέριου ελαίου (Gershenzon et al., 1989). Ο αριθμός των αδενωδών τριχών στα φύλλα σχετίζεται άμεσα με την παραγωγή αιθέριου ελαίου (Bosabalidis & Kokkini, 1997;

Gavalas et al., 1998). Οι αδενώδεις τρίχες βρίσκονται κυρίως στα φύλλα, αλλά απαντώνται σε όλα τα εναέρια μέρη των φυτών της οικογένειας Lamiaceae, όπως στον κάλυκα, στη στεφάνη, στους στήμονες και στα καρπόφυλλα (Modenesi et al., 1984; Werker et al., 1985b; Servettaz et al., 1994). Πρωτεύοντα ρόλο στην παραγωγή αιθέριου ελαίου έχει η πυκνότητα των αδενωδών τριχών στα φύλλα (Bosabalidis, 2002).

Υπάρχουν δύο είδη αδενωδών τριχών στα φυτά της οικογένειας Lamiaceae, οι κεφαλοειδείς ή μικρής διάρκειας (capitates hairs) και οι ασπιδοειδείς ή μακράς διάρκειας (peltate hairs). Στις ασπιδοειδείς τρίχες τα αιθέρια έλαια παράγονται σταδιακά και συσσωρεύονται προκειμένου να προφυλάξουν τα ώριμα όργανα του φυτού ενώ στις κεφαλοειδείς η παραγωγή των αιθέριων ελαίων ξεκινά και σταματά ταχύτατα προκειμένου να προστατευθούν τα νεαρά όργανα των φυτών (Russo et al., 1998). Οι τρίχες αυτές αποτελούνται από μία βάση, ένα στέλεχος και μία κεφαλή. Μέρος των αδενωδών τριχών είναι και τα επιδερμικά κύτταρα, τα οποία περιβάλλουν τη βάση των τριχών και συνεισφέρουν στη δέσμευση των φωτοσυνθετικών προϊόντων από το χλωροεγχευματικό μεσόφυλλο και τη μεταφορά τους στη βάση των τριχών (Bosabalidis, 2002).

1.4.3 Παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα φυτά

Η μέθοδος που ακολουθείται για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την διασφάλιση της ποιότητάς του. Σκοπός της επιλογής μεταξύ των μεθόδων είναι το τελικό προϊόν να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά σε σύσταση με το αιθέριο έλαιο του φυτού. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζονται ήπιες συνθήκες απομόνωσης δηλαδή χαμηλή πίεση και θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της μεθόδου. Η χρήση διαλυτών καθώς και οι υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες ενδεχομένως να αλλάξουν τη μοριακή δομή των ενώσεων, να καταστρέψουν τις φαρμακευτικές ιδιότητες και το άρωμα του αιθέριου ελαίου. Για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου χρειάζεται να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

- Το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού,
- Η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο,
- Η αξία του αιθέριου ελαίου,
- Η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου.

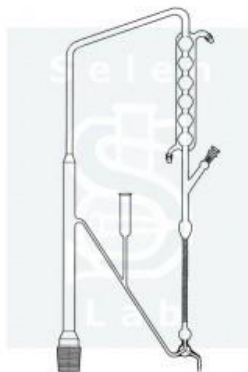
1.4.3.1 Απόσταξη

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από το αντίστοιχο φυτικό υλικό (φύλλα, κορμός, κλαδιά, ρίζες, άνθη) με τις παρακάτω τεχνικές απόσταξης (Σκουμπής, 1985, Man, J.,2001, Caverio,1989, Raman G, 2002):

- Απόσταξη με υδρατμούς (Steam Distillation – SD),
- Υδροαπόσταξη (Hydrodistillation – HD),
- Μικροαπόσταξη με υδρατμούς εκχύλισης με οργανικό διαλύτη (Microsteam Distillation – MSDE),
- Απόσταξη με κενό (Vacuum Head Space Distillation – VHSD) και
- Μικροκύματα (Microwave Assisted Extraction – MAE).

Η υδροαπόσταξη χρησιμοποιείται κυρίως ως εργαστηριακή μέθοδος. Η υδροαπόσταξη είναι μέθοδος που πραγματοποιείται με τη χρήση της συσκευής που δημιούργησε ο Clevenger το 1928. Κατά την απόσταξη με νερό το φυτικό υλικό που είναι τοποθετημένο σε γυάλινη φιάλη θέρμανσης βρίσκεται σε άμεση επαφή με το νερό που βράζει (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε εργαστήρια και σε βιομηχανίες.

Η συσκευή Clevenger (Εικόνα 7) αποτελείται από το κύριο μέρος που περιέχει ένα γυάλινο κατακόρυφο σωλήνα και ψυκτήρα που είναι συνδεδεμένος με ένα βαθμονομημένο σωλήνα (4ml x 0,05ml) με στρόφιγγα. Ένας σωλήνας επιστροφής της υδατικής φάσης του αποστάγματος συνδέει το κάτω μέρος του βαθμονομημένου σωλήνα με τον κατακόρυφο σωλήνα. Το δείγμα τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη η οποία θερμαίνεται.



Εικόνα 7: Συσκευή Clevenger

Η διαδικασία της υδροαπόσταξης αρχίζει με την θέρμανση της φιάλης όπου το νερό και οι πτητικές ουσίες που αποτελούν το αιθέριο έλαιο περνούν στην αέρια

φάση και υγροποιούνται στον ψυκτήρα, ο οποίος βρίσκεται στο πάνω άκρο της συσκευής. Οι υγροποιημένοι υδρατμοί με το αιθέριο έλαιο σχηματίζουν δύο στοιβάδες μέσα στον βαθμονομημένο σωλήνα. Η υπερκείμενη στοιβάδα είναι το αιθέριο έλαιο, ενώ η υποκείμενη είναι ως επί το πλείστον υδατική περιέχοντας μικρή ποσότητα ουσιών του αιθέριου ελαίου με κάποια διαλυτότητα στο νερό. Η υδατική στοιβάδα επιστρέφει στην φιάλη, ώστε να συνεχιστεί η διαδικασία της απόσταξης μέχρι να σταθεροποιηθεί η ποσότητα του ελαίου στην κορυφή του βαθμονομημένου σωλήνα. Στο σημείο αυτό έχει επιτευχθεί ο αξιόπιστος ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων του φυτού. Σύμφωνα με τους αναφερθέντες μελετητές (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2008) η διαδικασία της υδροαπόσταξης διαρκεί τουλάχιστον τρεις ώρες, απαιτεί μεγάλες ποσότητες δείγματος και κατά τη διάρκειά της λαμβάνουν χώρα υψηλές θερμοκρασίες. Για αυτόν τον λόγο υπάρχει ο κίνδυνος να υποστεί οξείδωση το δείγμα μας, με αποτέλεσμα να παραλάβουμε απόσταγμα με σύσταση διαφορετική από την πραγματική. Η ταχύτητα απόσταξης ρυθμίζεται από την ένταση της θέρμανσης, η αύξηση της οποίας επιφέρει τη διάσπαση των διαφόρων συστατικών του αιθέριου ελαίου και την υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

1. Απλή χρήση
2. Μικρό κόστος της αποστακτικής συσκευής
3. Εύκολη μεταφορά της συσκευής
4. Είναι κατάλληλη και για υλικά όπως ρίζες, ξύλο και καρπούς

Μειονεκτήματα της μεθόδου

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

1.4.4 Παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων

Η παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών έχει περιγραφεί από αρκετούς ερευνητές. Τα φυτά με το εμπορικό

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

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

Οι Aminzadeh et al. (2010) αναφέρουν ότι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως το υψόμετρο, το ανθρακικό ασβέστιο, το κάλιο και το pH, παίζουν σημαντικό ρόλο

στην περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και τη χημική σύσταση αυτού. Ως σημαντικός παράγοντας για τη σύσταση του αιθέριου ελαίου αναφέρονται και τα ιχνοστοιχεία, καθώς είναι γνωστό ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των φυτών (Bonner & Varner, 1975).

1.5 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων

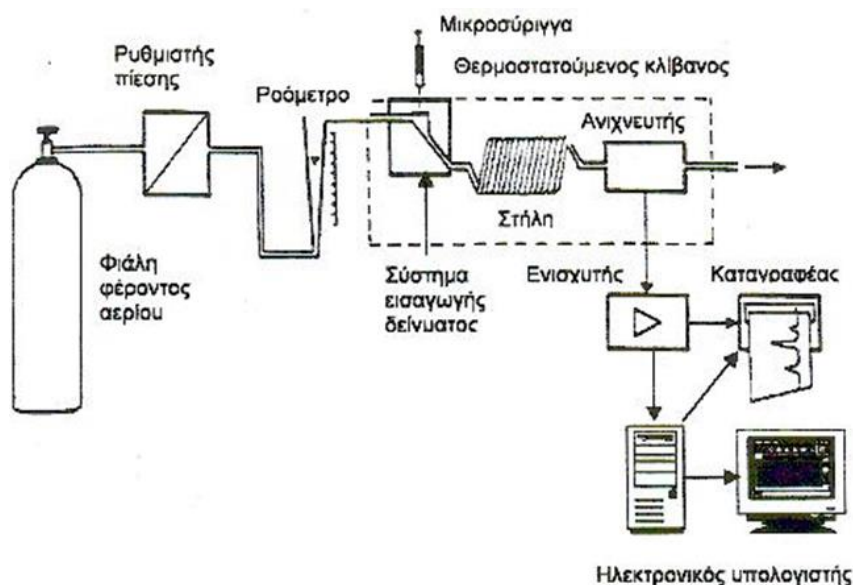
Τα αιθέρια έλαια είναι μείγματα πολλών και διαφορετικών συστατικών, με αποτέλεσμα να είναι σημαντικός ο διαχωρισμός ή/και η ταυτοποίησή τους (Huie, 2002; Kaufmann & Christen, 2002).

Η χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων γίνεται συνήθως με την χρήση αέριας χρωματογραφίας (Gas Chromatography - GC) (ποιοτική ανάλυση) (Keravis, 1997). Οι Marston και Hostettmann (2009) αναφέρουν ότι η αέρια χρωματογραφία είναι κατάλληλη για πτητικά συστατικά και ιδανική για σύνθετα μείγματα όπως αυτά των αιθέριων ελαίων.

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

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

- Το είδος της στήλης. Συνήθως χρησιμοποιούνται τριχοειδείς στήλες στις οποίες η υγρή στατική φάση μπορεί να είναι πολική, μετρίως πολική ή μη πολική.
- Το είδος του ανιχνευτή που χρησιμοποιείται. Ο ποσοτικός προσδιορισμός γίνεται συνήθως με την χρήση ανιχνευτών ιονισμού φλόγας (FID) ή φασματομετρίας μαζών (MS).



Εικόνα 8: Η διάταξη ενός αέριου χρωματογράφου

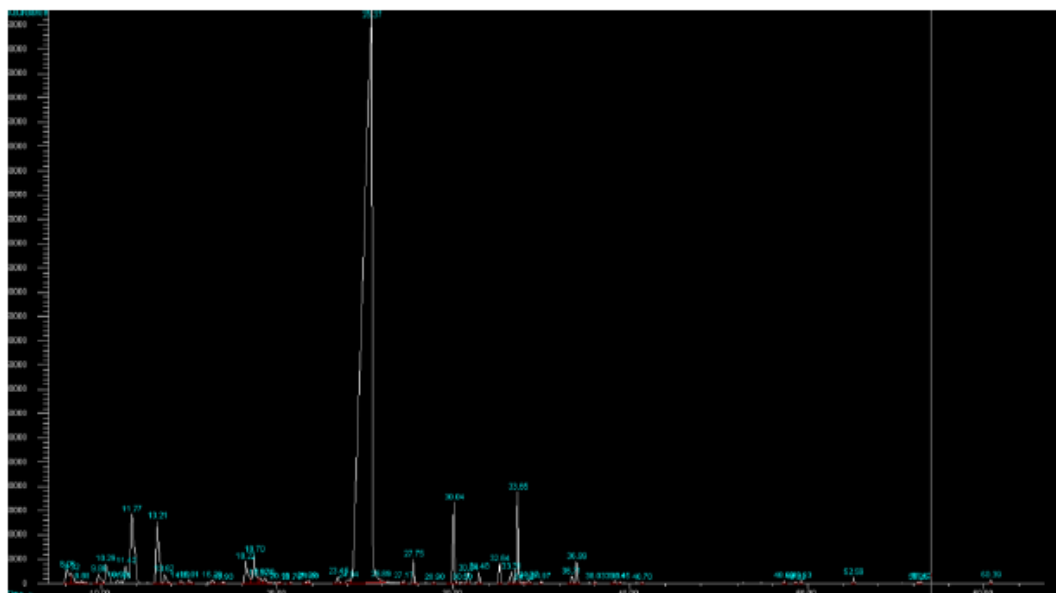


Εικόνα 9: Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS)

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

Η ταυτοποίηση των συστατικών γίνεται με τη χρησιμοποίηση του χρόνου συγκράτησης και τη σύγκριση των φασμάτων μάζας, με σύγκριση είτε με τα φάσματα

των προτύπων μορίων ή με τη σύγκριση με δεδομένα κάποιας αξιόπιστης βιβλιοθήκης. Πολλές φορές η ταυτοποίηση των συστατικών πρέπει να επιβεβαιώνεται με τη χρησιμοποίηση του δείκτη συγκράτησης Kovats (συγκράτηση του χρόνου συγκράτησης t_{Rx} της άγνωστης ουσίας με το t_{RA} προτύπων αλκανίων) σε δυο στήλες διαφορετικής πολικότητας (Lahlou, 2003) ή στην ίδια στήλη με διαφορετικές θερμοκρασίες (Denayer & Tilquin, 1994).



Εικόνα 10: Χρωματογράφημα που αποκτήθηκε με εφαρμογή αέριας χρωματογραφίας GC-MS.

1.5.1 Φασματομετρία μαζών

Η αναλυτική τεχνική ταυτοποίησης και προσδιορισμού της αρχικής ουσίας από τις πληροφορίες που παρέχει το φάσμα μαζών της, ονομάζεται φασματομετρία μαζών (mass spectrometry, MS) και δεν αποτελεί φασματοσκοπική τεχνική. Η μορφή του φάσματος μαζών, που λαμβάνεται κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες, είναι χαρακτηριστική της αρχικής ουσίας και χρησιμοποιείται για την ταυτοποίησή της.

Η φασματομετρία μαζών μπορεί να συνδυασθεί με την αέρια χρωματογραφία (GC) ή την υγρή χρωματογραφία (LC) και παρέχει στον αναλυτή τις ονομαζόμενες “συνδυασμένες τεχνικές GC/MS ή LC/MS”, που σήμερα αποτελούν τις συνηθέστερες τεχνικές για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση εξαιρετικά πολύπλοκων μειγμάτων οργανικών ενώσεων (Εικόνες 14,15,16) (Χατζηγιάννου και Κουμπάρης, 1990).



Εικόνα 11: Σύστημα φασματομετρίας απλού τετραπόλου σε συνδυασμό με υγρή (Agilent) (κάτω) και με αέρια χρωματογραφία (πάνω).

Τα κύρια τμήματα των φασματομέτρων μαζών είναι:

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

1.6 Χωρική αποτύπωση φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά είναι τυπικά της Μεσογειακής χλωρίδας, προσαρμοσμένα όμως σε ένα μεγάλο εύρος κλιματικών συνθηκών (Bernath, 1997). Ο Mashaly (2006) διατύπωσε την άποψη ότι οι εδαφικές παράμετροι που καθορίζουν την κατανομή και αφθονία ενός είδους σε μια περιοχή είναι η μηχανική σύσταση (άμμος, ιλύς και άργιλος), το πορώδες του εδάφους, η εδαφική υγρασία, τα κατιόντα νατρίου, καλίου και ασβεστίου, η οργανική ουσία, το ανθρακικό ασβέστιο, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα θειικά και ανθρακικά άλατα. Για παράδειγμα, σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Τουρκία αναφέρεται ότι η *O. onites* φαίνεται να προτιμά αμμοπηλώδη εδάφη (Gonuz & Ozorgucu, 1998). Το *Thymus pulegioides* φαίνεται να προτιμά εδάφη με μικρή περιεκτικότητα σε CaCO_3 , αλλά εμφανίζεται ακόμη και σε εδάφη που χαρακτηρίζονται ως ασβεστολιθικά (Martonfi et al., 1994).

Η παραλλακτικότητα των φυτών αυτών τόσο στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο, όσο και στη χημική σύσταση αυτού είναι δεδομένη (Kokkini & Vokou, 1989; Kirimer et al., 1995). Μάλιστα έχει αναφερθεί διακύμανση στην περιεκτικότητα της καρβακρόλης στο αιθέριο έλαιο φυτών *Origanum vulgare* στην Ελλάδα από ίχνη έως 95% (Kokkini et al., 1991). Η παραλλακτικότητα αυτή στην χημική σύσταση (διαφορετικοί χημειότυποι) αποδίδεται στη αλληλεπίδραση του τύπου της αρωματικής βλάστησης και αρκετών περιβαλλοντικών παραγόντων (Burkart & Buhler, 1997). Οι Gouyon et al. (1986) αναφέρουν ότι η εμφάνιση φαινολικών ή μη χημειοτύπων σε φυτά *Thymus vulgaris* εξαρτάται από το περιβάλλον. Σύμφωνα με τους Figueiredo et al. (2008), ο τύπος και η σύσταση του εδάφους θεωρούνται παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν την συγκέντρωση και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι η εμφάνιση τόσο των ίδιων των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών όσο και των διάφορων χημειοτύπων τους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Παραδοσιακά, η χωρική παραλλακτικότητα εδαφικών ή άλλων δεδομένων αποτυπωνόταν με τη χρήση χαρτών, οι οποίοι δεν ήταν εύκολα επεξεργάσιμοι και απέκρυπταν πληροφορίες, καθώς τα δεδομένα συνοψίζονταν σε ομάδες π.χ. εδαφικοί χάρτες. Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) μπορούν να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο στην

καλύτερη κατανόηση αυτής της παραλλακτικότητας, καθώς αποτελούν ένα λογισμικό εργαλείο κατάλληλης αρχιτεκτονικής σχεδίασης για τη συλλογή, αποθήκευση, ενημέρωση, επεξεργασία, ανάλυση και παρουσίαση όλων των τύπων των γεωκωδικοποιημένων πληροφοριών (Burrough 1986, Maguire, 1991).

1.6.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)

Τα Γεωγραφικά Πληροφορικά Συστήματα (ΣΓΠ ή GIS – Geographic Information System) είναι συστήματα αυτόματης γεωγραφικής επεξεργασίας που περιγράφουν αντικείμενα του πραγματικού κόσμου σε σχέση με: α) τη θέση τους ως προς ένα σύστημα συντεταγμένων, β) παραμέτρους που δεν έχουν σχέση με τη γεωγραφική τους θέση και γ) τους τοπολογικούς συνδέσμους που έχουν με άλλα αντικείμενα. Τα ΣΓΠ δεν είναι απλά συστήματα σχεδίασης με Η/Υ (Computer Graphics). Τεχνικές αυτόματης σχεδίασης χρειάζονται οπωσδήποτε σε ένα καλό ΣΓΠ αλλά στα ΣΓΠ μεγάλη σπουδαιότητα έχουν παράλληλα με τις χωρικές και οι μη χωρικές πληροφορίες (Κόλλια Β. κ.α, 2013).

1.6.1.1 Γεωγραφικές πληροφορίες

Οι γεωγραφικές πληροφορίες διακρίνονται σε χαρτογραφικές και σε περιγραφικές.

Οι χαρτογραφικές πληροφορίες αναφέρονται:

- σε πληροφορίες που αφορούν στη θέση και στο σχήμα ενός φαινομένου στη γη (γεωμετρία του χώρου), κάνοντας δηλαδή δυνατό τον εντοπισμό ενός φαινομένου στο έδαφος, αποδίδοντας ταυτοχρόνως και το σχήμα του ή την έκτασή του π.χ. υδρογραφικό δίκτυο μιας περιοχής (σχήμα, μήκος), τις κλίσεις και εκθέσεις των εδαφών.
- σε πληροφορίες που περιγράφουν την τοπολογία του χώρου, δηλαδή τις σχέσεις (σύνδεση, συνέχεια, γειτνίαση) που αναπτύσσονται μεταξύ των δομικών στοιχείων του χώρου, π.χ. παραπόταμοι ενός ποταμού.

Οι χαρτογραφικές πληροφορίες αποθηκεύονται σε γεωγραφική βάση δεδομένων. Κυριότερο χαρακτηριστικό που καταγράφεται είναι οι συντεταγμένες.

Οι περιγραφικές πληροφορίες αφορούν χαρακτηριστικά, ποιοτικά ή ποσοτικά, των φαινομένων που συμβαίνουν στο χώρο. Για παράδειγμα, ο χαρακτηρισμός μιας χρήσης γης είναι μια ποιοτική περιγραφική πληροφορία, ενώ η έκταση της είναι μια ποσοτική περιγραφική πληροφορία. Οι περιγραφικές πληροφορίες αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων, οι οποίες συνδέονται με τις προηγούμενες βάσεις των χαρτογραφικών δεδομένων.

1.6.1.2 Χαρακτηριστικά των ΣΓΠ

Τα ΣΓΠ διακρίνονται σε διανυσματικά και πλεγματικά. Η διάκριση οφείλεται στον τρόπο αποθήκευσης των χαρτογραφικών πληροφοριών. Στα διανυσματικά (vector) ΣΓΠ η αποθήκευση γίνεται χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες των δομικών στοιχείων (σημείο, γραμμή, πολύγωνο). Στα πλεγματικά (raster) η περιοχή χωρίζεται, με τη βοήθεια ενός νοητού κανάβου, σε κυψέλες, συνήθως τετράγωνα. Κάθε κυψέλη ανάλογα εάν έχει δεδομένα ή όχι, παίρνει μια τιμή.

Βασικό χαρακτηριστικό – δυνατότητα (της οποίας όμως πρέπει να γίνει σωστή χρήση κατά την ανάπτυξη ενός ΣΓΠ μιας περιοχής) είναι η διαστρωμάτωση των γεωγραφικών πληροφοριών (Καλύβας & Παπαευσταθίου 1995, Maguire, 1991). Αυτή αναφέρεται στην οργάνωση της πληροφορίας, χωρικής ή περιγραφικής, σε επίπεδα (layers) ομοιογενών πληροφοριών.

Ένα ΣΓΠ μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τα εξής υποσυστήματα:

- Συλλογή και κωδικοποίηση των δεδομένων. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε ένα ΣΓΠ προέρχονται από διάφορες πηγές (π.χ. χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, πίνακες, κλπ.), αναφέρονται σε διαφορετικές θέσεις και χρονικές στιγμές και μπορεί να βρίσκονται σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή.
- Αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων. Η διαχείριση γενικά των χωροχρονικών δεδομένων ενός ΣΓΠ γίνεται με τη χρήση ενός Συστήματος Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, Σχισιακών ή μη (Data Base Management System, DBMS, Relational or not), που επιτρέπει γρήγορο εντοπισμό τους από το χρήστη για ανάλυση, ακριβή αναβάθμιση και διόρθωση.
- Χειρισμός και επεξεργασία των δεδομένων. Μερικές από τις επεξεργασίες είναι: Μετατροπές στις δομές των δεδομένων, γεωμετρικές πράξεις στα χωρικά δεδομένα (στροφή υπό κάποια γωνία, αλλαγή της κλίμακας, αλλαγή του συστήματος συντεταγμένων, κλπ.), τοπογραφική ανάλυση των δεδομένων

(γειτονικά χαρακτηριστικά, σύνδεσμοι, λανθασμένα χαρακτηριστικά, κλπ.), στατιστική ανάλυση και γεωστατιστική ανάλυση, αλληλοσυσχέτιση επιπέδων, σύνθεση, μετρήσεις γραμμών και τόξων, ανάκτηση χωρικών και μη δεδομένων, κλπ.

- Παρουσίαση των δεδομένων. Ταυτόχρονη παρουσίαση/επίθεση των αποτελεσμάτων των επεξεργασιών σε χάρτες ή και πίνακες σε μια ποικιλία από μέσα, όπως χαρτί, διαφάνειες, οθόνες, μαγνητικά μέσα, με χρήση συσκευών όπως εκτυπωτές ακίδων, laser, inkjet, plotters.

1.6.2 Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS)

Η τεχνολογία που παρέχεται από τα GPS είναι απαραίτητη για τη διαχείριση των γεωργικών και φυσικών πόρων. Το GPS είναι ένα σύστημα πλοήγησης, που αξιοποιεί δορυφορικά σήματα προκειμένου να στείλει πληροφορίες σε ένα δέκτη σχετικά με τη θέση που βρίσκεται. Οι πληροφορίες που μπορεί να λάβει ο χρήστης από το δορυφορικό σήμα αφορούν κυρίως το γεωγραφικό πλάτος και μήκος (συντεταγμένες), το υψόμετρο που βρίσκεται, την ταχύτητα με την οποία κινείται, την κατεύθυνση της κίνησης, την απόσταση που έχει διανυθεί κτλ. Το GPS συνδέεται στενά με τα GIS προκειμένου να παρουσιαστούν τα δεδομένα με έναν κατανοητό και χρηστικό τρόπο (Lass & Callihan, 1993).

1.6.2.1 Εφαρμογές των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης

Οι τεχνολογίες των GIS και GPS μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό ανάλογα με το στόχο που θέτει ο εφαρμοστής και την πολυπλοκότητα του προβλήματος που θέλει να επιλύσει. Τα τελευταία χρόνια τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται από διάφορες επιστήμες, όπως η οικολογία, η γεωργία, η εδαφολογία και γενικά από γεωτεχνικές επιστήμες.

Κάποιες εφαρμογές στον τομέα της γεωργίας είναι οι εξής: καθορισμός δειγματοληπτικών περιοχών, δημιουργία χαρτών χρήσης γης, μελέτη της κατανομής των τύπων του εδάφους, μελέτη της κατανομής της βλάστησης κτλ.

Ο συνδυασμός των δυο μεθόδων έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορες μελέτες όπως για τη χωρική αποτύπωση του *Hippophae rhamnoides* στα Ιμαλάια (Roy et al.,

2001) και για τη χαρτογράφηση βιοτόπων στην Τουρκία (Yilmaz et al., 2010). Οι Pirbalouti et al. (2008) χρησιμοποίησαν τα GIS για να διερευνήσουν τη δυνατότητα χρήσης περιοχών του βορειοδυτικού Ιράν για καλλιέργεια κανόλας (*Brassica napus*). Τα GIS έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί και για τη διερεύνηση της παραλλακτικότητας του *Thymus daenensis* στο κεντρικό και δυτικό Ιράν (Pirbalouti et al., 2011) και για τη μελέτη της χωρικής επιρροής στη σύσταση του αιθέριου ελαίου του μαύρου πιπεριού (*Piper nigrum*) στην Ινδία (Parthasarathy et al., 2008). Στην Ελλάδα οι γεωχωρικές τεχνολογίες έχουν χρησιμοποιηθεί για την χωρική αποτύπωση των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών των γενών *Origanum*, *Satureja* και *Corydothymus* της νήσου Ικαρίας καθώς και για την χωρική κατανομή των Ιπποκράτειων φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών στην Κω.

1.6.3 Παρακολούθηση φυτειών με χρήση δεικτών βλάστησης

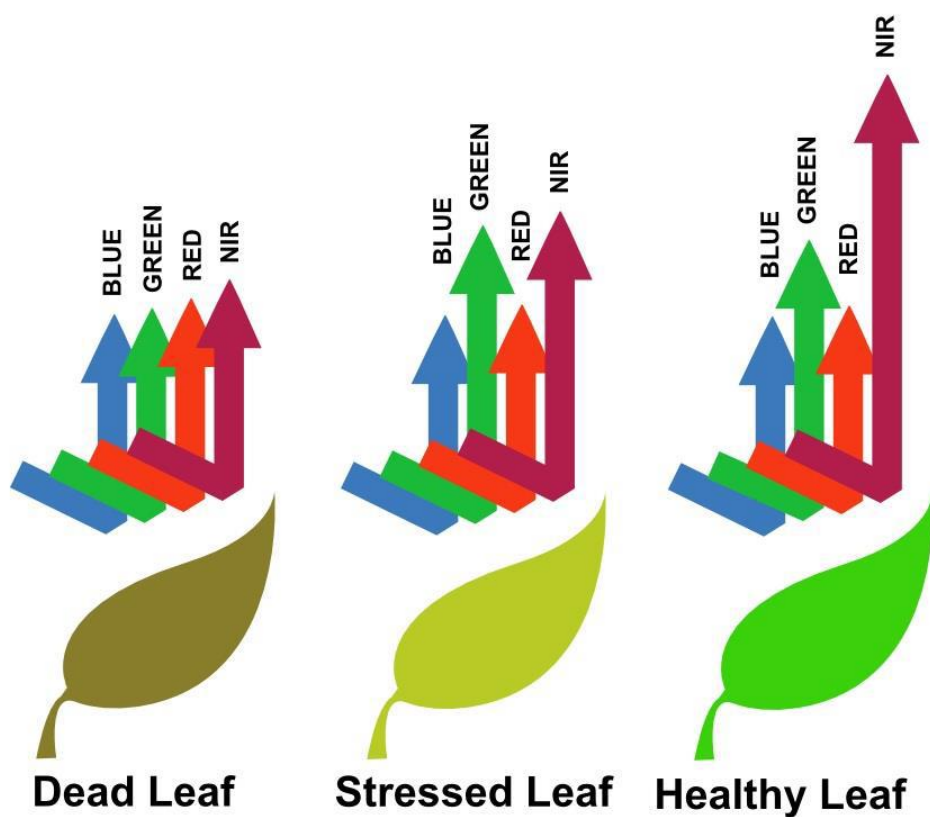
Οι δείκτες βλάστησης είναι συνήθως ο συνδυασμός σημάτων από κανάλια του ραδιομέτρου. Αυτοί οι δείκτες παρέχουν καλύτερες πληροφορίες από τα ανεξάρτητα κανάλια σε φυτικούς παραμέτρους όπως είναι η έκταση της φυτομάζας, η βρεγμένη και υγρή βιομάζα, το ύψος του φυτού και η περιεκτικότητα του φύλλου σε νερό. Επομένως, οι μεταβολές των φασματικών χαρακτηριστικών της βλάστησης ως συνάρτηση της κατάστασης της υγείας της έχουν ιδιαίτερη σημασία (Μαρκογιάννη, Β., 2010).

Οι δείκτες βλάστησης χρησιμοποιούνται ευρέως ως δείκτες ανάλυσης των διακυμάνσεων της φυτοκάλυψης μιας περιοχής, μεταξύ της βλάστησης αυτής και άλλων παραγόντων. Ο δείκτης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) θεωρείται βασικό εργαλείο παρακολούθησης των εποχιακών αλλαγών της βλάστησης και βασίζεται στις ιδιότητες ανάκλασης των περιοχών βλάστησης σε σύγκριση με τα σύννεφα, το νερό, το χιόνι από τη μία πλευρά, τους βράχους και τα γυμνά εδάφη από την άλλη. Τα τρία στοιχεία της βλάστησης που επηρεάζουν τη φασματική ποσότητα και ποιότητα της ηλιακής αντανακλώμενης ακτινοβολίας που δέχονται οι δορυφόροι είναι η αφθονία, η σύνθεση και η κατάσταση στην οποία βρίσκεται (Μαρκογιάννη, Β., 2010).

Μια μέθοδος φασματικής ενίσχυσης είναι ο δείκτης βλάστησης NDVI, ο οποίος όχι μόνο αναδεικνύει τις περιοχές που έχουν βλάστηση στην εικόνα, αλλά

δίνει πληροφορίες σχετικά με το πόσο υγιή είναι τα φυτά. Ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης αποτελεί μια συνηθισμένη και απαραίτητη παράμετρο για την παρακολούθηση της βλάστησης και έχει αποδειχθεί πως είναι ένας σημαντικός και αποτελεσματικός δείκτης. Συνήθως χρησιμοποιείται στην παρακολούθηση της φυτοκάλυψης, στην οικολογική παρακολούθηση και την εκτίμηση της βιομάζας, στην παρακολούθηση της παραγωγικότητας, στον υπολογισμό της γεωργικής παραγωγικότητας, στην υποβάθμιση του εδάφους καθώς και σε άλλες δραστηριότητες παρακολούθησης (Μαρκογιάννη, Β., 2010).

Η βασική αρχή για το NDVI έγκειται στο γεγονός ότι, τα φύλλα εξαιτίας της σπογγώδους κάτω επιφάνειας τους, ανακλούν πολύ περισσότερο φως στην περιοχή της εγγύς ερυθράς ακτινοβολίας. Όταν όμως το φυτό βρίσκεται υπό υδατική καταπόνηση ή κάποιου άλλου είδους στρες, αυτή η σπογγώδης επιφάνεια αρχίζει να καταρρέει και το φύλλο ανακλά όλο και λιγότερο εγγύς ερυθρά ακτινοβολία, χωρίς όμως να μεταβληθεί η ανάκλαση στο ορατό φάσμα. Επομένως συνδυάζοντας αυτά τα 2 στοιχεία, είναι δυνατό να διαφοροποιηθούν φυτά από αλλά αντικείμενα μη-φυτά, καθώς και υγιή από καταπονημένα φυτά (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Ανάκλαση φωτός για ένα νεκρό, υπό καταπόνηση και υγιές φύλλο

Ο δείκτης βλάστησης NDVI δημιουργήθηκε για πρώτη φορά από τη δορυφορική εικόνα Landsat-1 (Kriegler et al., 1969), με γεωμετρική διόρθωση. Παίρνει τιμές από το -1 έως το 1 και υπολογίζεται από τη διαφορά του υπέρυθρου και του ερυθρού διαιρούμενων με το άθροισμα αυτών. Οι αρνητικές τιμές δηλώνουν θάλασσα ενώ οι τιμές θετικές και μικρότερες από 0,1 φανερώνουν γυμνό έδαφος.

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{red}}}{\rho_{\text{nir}} + \rho_{\text{red}}}$$

Όπου:

NDVI = κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης

ρ_{nir} = Εγγύς υπέρυθρο κανάλι του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

ρ_{red} = Ερυθρό κανάλι του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

1.7 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της επίδρασης τεσσάρων διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια της ρίγανης *Origanum x intercedens* ως προς τα χαρακτηριστικά ανάπτυξής της, τα αποδοτικά και χημειοτυπικά χαρακτηριστικά, καθώς και η παρακολούθηση της φυτείας με χρήση γεωχωρικών τεχνολογιών και μεθόδων χωρικής ανάλυσης.

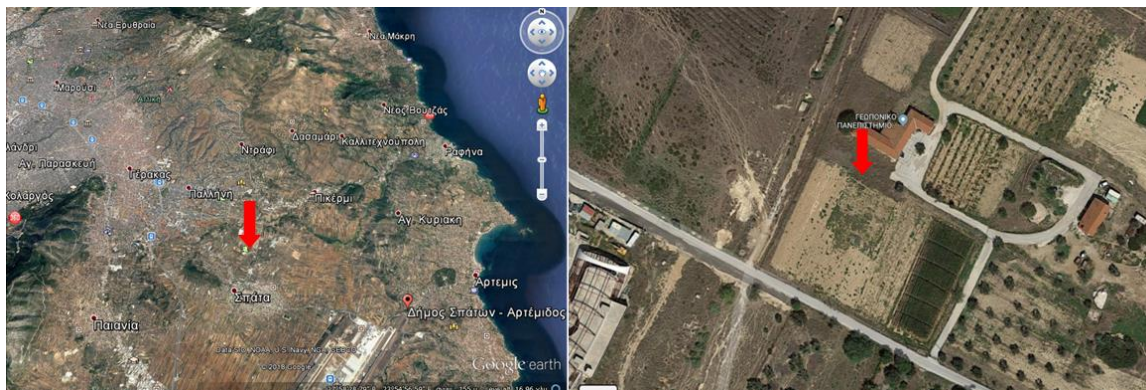
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή Μελέτης: Σπάτα Αττικής

Η Αττική βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της κεντρικής Ελλάδος με συντεταγμένες 38°4'59.88"N, 23°30'0"E και καλύπτει έκταση 383km² (Katsoulis, 1987).

Στη νότια και νοτιοδυτική πλευρά της επικοινωνεί με τον Σαρωνικό κόλπο, ενώ η υπόλοιπη περιβάλλεται από βουνά. Το κλίμα των Αθηνών χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με μέση ετήσια θερμοκρασία 18°C. Τα καλοκαίρια είναι ζεστά και ξηρά, με μέση ημερήσια θερμοκρασία 25,8°C και μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία τους 31°C. Οι χειμώνες είναι ήπιοι, με μέση ημερήσια θερμοκρασία τους 9,4°C, ενώ η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία τους χειμερινούς μήνες σπανίως πέφτει κάτω από τους 0°C (Katsoulis, 1988; Katsoulis, 1987; Koutsoyiannis and Baloutsos, 2000). Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι της τάξεως των 400mm και εμφανίζεται κυρίως από τον Οκτώβριο έως τον Φεβρουάριο (Katsoulis, 1988). Το λεκανοπέδιο της Αττικής αποτελείται από Μεσοζωικά (γκρίζο ασβεστόλιθο, αργιλικό σχιστόλιθο και ασβεστολιθικές μάργες) και καινοζωικά (αργιλικά και μαργώδη καθιζήματα, μάργες) στρώματα (Lepsius, 1893). Η βιοποικιλότητα της Αθήνας είναι εξαιρετικά πλούσια και αποτελείται από 1.084 φυτικά είδη (Sarlis, 1994).

Η έρευνα εκπονήθηκε στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, ο οποίος ανήκει στο Δήμο Σπάτων-Αρτέμιδος και εκτείνεται από την πεδιάδα των Μεσογείων (που οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους της Πεντέλης, του Υμηττού και της Μερέντας) και την Αττική Μεσογειακή γη έως και τα παράλια του Ν. Ευβοϊκού (Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Απεικόνιση περιοχής πειραματικού αγρού

2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προήλθαν από τους σταθμούς του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών (ΕΑΑ) (<http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>). Παρατίθενται διαγραμματικά η ελάχιστη, η μέγιστη και η μέση θερμοκρασία ανά 10 ημέρες, καθώς και το ύψος βροχόπτωσης ανά 10 ημέρες από τον Ιανουάριο 2019 (μήνας εγκατάστασης της φυτείας) έως και τον Ιούνιο του 2019 (τέλος βιολογικού κύκλου των φυτών) για την περιοχή των Σπάτων.

2.3 Περιοχή προέλευσης φυτικού υλικού

Η Ικαρία είναι το δυτικότερο ελληνικό νησί του ανατολικού Αιγαίου. Έχει έκταση 255 km² και ορθογώνιο σχήμα (40 km μήκος και 9 km μέγιστο πλάτος). Ολόκληρο το νησί καταλαμβάνεται από το βουνό Αθήρας το οποίο χαρακτηρίζεται από μια απότομη νότια πλευρά και μια πιο ομαλή Βόρεια (Christodoulakis, 1996).

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

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

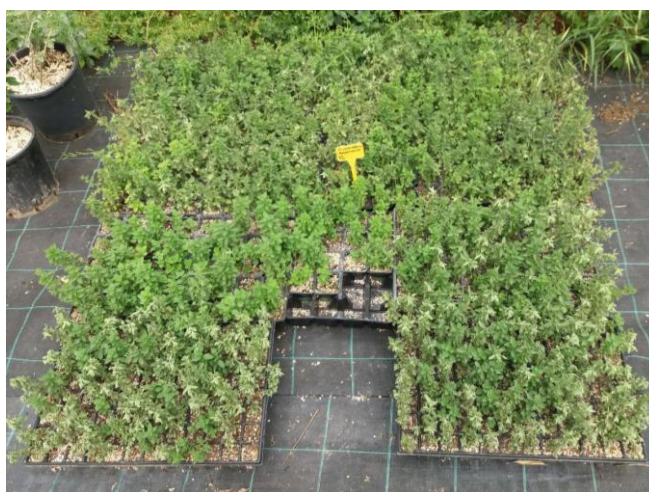
Η χλωρίδα της νήσου Ικαρίας συνίσταται από 829 taxa από 92 οικογένειες και 401 γένη. Περίπου το ένα τρίτο των taxa που υπάρχουν στην Ικαρία ανήκουν σε τρεις οικογένειες (Fabaceae, Asteraceae και Poaceae). Οι οικογένειες Caryophyllaceae,

Cruciferae, Lamiaceae και Umbelliferae εκπροσωπούνται ικανοποιητικά. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *Origanum onites* και *Origanum vulgare ssp. hirtum* απαντώνται στη νήσο Ικαρία (Cristodoulakis, 1996).

2.4 Επιλογή Φυτικού Υλικού

Το φυτικό είδος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν το υβρίδιο *Origanum x intercedens*, το οποίο έχει προκύψει από διασταύρωση της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare ssp. hirtum* L. και της νησιώτικης ρίγανης *Origanum onites* L.. Το παραπάνω είδος προήλθε από τη νήσο Ικαρία μετά από αξιολόγηση ως προς την απόδοσή του σε αιθέριο έλαιο και την περιεκτικότητά του σε καρβακρόλη, για τις ανάγκες προηγούμενης διατριβής, όπου είχε εγκατασταθεί μητρική φυτεία στο αγρόκτημα του Γ.Π.Α.

Προκειμένου να επιτευχθεί ομοιομορφία στην καλλιέργεια των ειδών, χρησιμοποιήθηκε ο αγενής πολλαπλασιασμός των φυτών, κόβοντας τους πλάγιους βλαστούς από τα μητρικά φυτά που υπήρχαν στο Γ.Π.Α. δημιουργώντας έτσι μοσχεύματα τα οποία τοποθετήθηκαν σε θερμαινόμενο θάλαμο υδρονέφωσης, εντός υποστρώματος τύρφης και περλίτη (1:1) μετά από εμβάπτιση τους σε ορμόνη ριζοβολίας (IBA συγκέντρωσης 1000ppm) για 1 λεπτό. Έπειτα από 15 ημέρες τα μοσχεύματα είχαν ριζοβολήσει (ποσοστό επιτυχίας 95 – 100 %) και τοποθετήθηκαν για εγκλιματισμό με σταδιακή έκθεσή τους σε συνθήκες περιβάλλοντος (Εικόνα 14).



Εικόνα 14: Δημιουργία μοσχευμάτων *Origanum x intercedens*

2.5 Εγκατάσταση πειραματικών αγρών

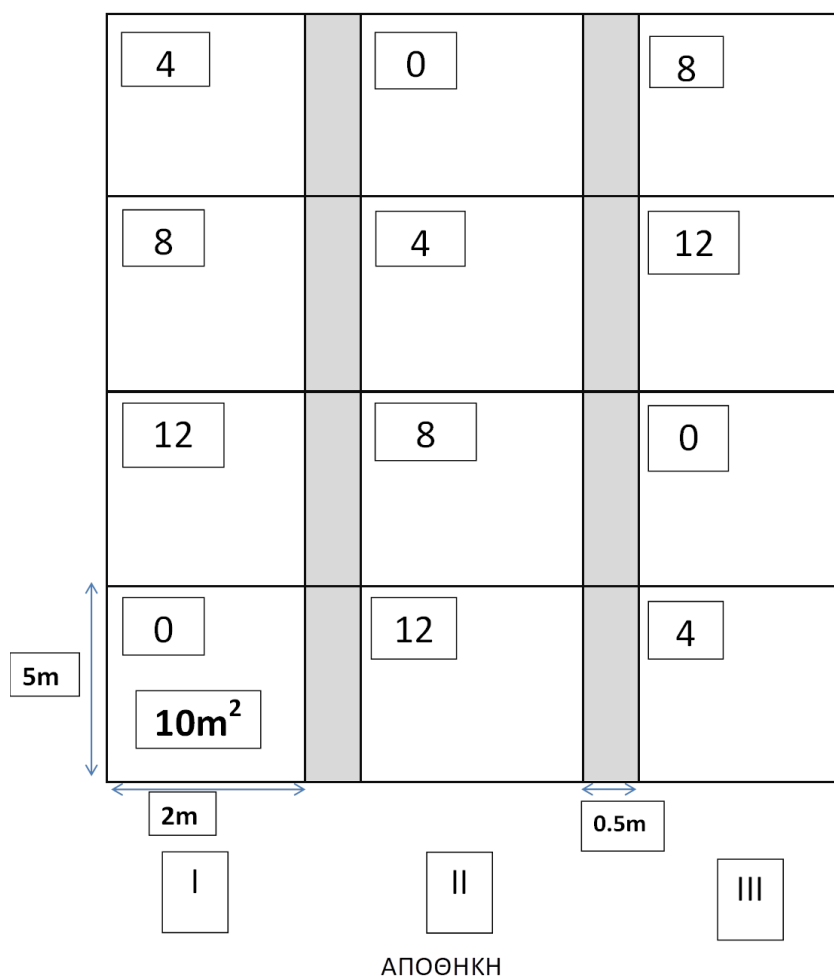
Η εγκατάσταση της φυτείας πραγματοποιήθηκε στις 22 Ιανουαρίου 2019 στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα Σπάτα Αττικής. Οι αποστάσεις φύτευσης που εφαρμόστηκαν είναι 70 εκ. μεταξύ των γραμμών και 40 εκ. επί της γραμμής. Οι διαστάσεις του πειραματικού αγρού που χρησιμοποιήθηκε ήταν 7μ. x 20μ (Εικόνα 15).



Εικόνα 15: Απεικόνιση πειραματικού αγρού

Στις 18 Απριλίου 2019 χωρίστηκαν τα πειραματικά τεμάχια και εφαρμόστηκαν οι τέσσερις επεμβάσεις λίπανσης σύμφωνα με το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο.) με 3 επαναλήψεις όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 16. Δημιουργήθηκαν 12 πειραματικά τεμάχια διαστάσεων 2μ x 5μ το καθένα. Το κάθε τεμάχιο περιείχε περίπου 30 φυτά. Οι επεμβάσεις λίπανσης που εφαρμόστηκαν ήταν: 0,4,8 και 12 μονάδες αζώτου. Χρησιμοποιήθηκε νιτρική αμμωνία (33,5 – 0 – 0).

ΔΡΟΜΟΣ ΓΙΑ ΑΤΤΙΚΟ ΖΩΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΡΚΟ



Εικόνα 16: Σχηματική απεικόνιση επεμβάσεων λίπανσης

2.5.1 Στοιχεία για τον πειραματικό αγρό

Δειγματοληψία εδάφους πραγματοποιήθηκε πριν την εφαρμογή λίπανσης στον αγρό καθώς και μετά τη συγκομιδή. Πριν εφαρμοστεί η λίπανση συλλέχθηκε δείγμα εδάφους από 5 σημεία στην κάθε επανάληψη για εδαφική ανάλυση. Το βάθος συλλογής ήταν 20 – 30 εκ.. Στην δεύτερη δειγματοληψία συλλέχθηκε έδαφος από 3 σημεία στην κάθε επέμβαση λίπανσης (0, 4, 8, 12). Η δειγματοληψία αυτή πραγματοποιήθηκε την ημέρα της συγκομιδής.

Από την ανάλυση δειγμάτων του εδάφους από τον πειραματικό αγρό των Σπάτων προέκυψε ότι το έδαφος είναι πηλώδες (μέσης σύστασης), ελαφρά αλκαλικό

με υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο και πολύ χαμηλή οργανική ουσία. Παρατηρήθηκαν πολύ χαμηλά ποσοστά σε ολικό άζωτο, υπήρχε επάρκεια φωσφόρου, καλίου, νατρίου και μαγνησίου ενώ βρέθηκε υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο.

2.5.2 Καλλιεργητικές φροντίδες του πειραματικού αγρού

Η καλλιέργεια της ρίγανης *Origanum x intercedens* πραγματοποιήθηκε υπό ξηρικές συνθήκες, καθώς άρδευση εφαρμόστηκε μόνο την πρώτη εβδομάδα της εγκατάστασης. Στην φυτεία δεν έγινε χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών στην προσπάθεια αξιολόγησης της παραγωγικότητας και ευρωστίας της φυτείας χωρίς τη βοήθεια εξωγενών παραγόντων. Η καταπολέμηση των ζιζανίων έγινε αποκλειστικά με καλλιεργητικά μέσα (σκάλισμα 2 -3 φορές το μήνα). Τα ζιζάνια που καταγράφηκαν στον αγρό ήταν: η μολόχα (*Malva sylvestris*), η αγριοβρώμη (*Avena barbata*), το λόλιο (*Lolium perenne*), η τσουκνίδα (*Urtica urens*), το αγριοσίναπο (*Sinapis arvensis*), το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*), ο γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*), το χαμομήλι (*Chamomilla recutita*), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), ο τάτουλας (*Datura stramonium*) και το γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum* L).

2.6 Μετρήσεις πριν τη συγκομιδή

Κατά την εξέλιξη και ανάπτυξη των φυτειών πραγματοποιήθηκαν μορφολογικές μετρήσεις του υπέργειου μέρους των φυτικών ειδών. Επιλέχθηκαν πέντε εύρωστα φυτά τα οποία σημάνθηκαν σε κάθε plot έτσι ώστε οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών να είναι αντιπροσωπευτικές. Η σήμανση είχε ως σκοπό οι μετρήσεις να γίνονται πάντα στα ίδια φυτά έτσι ώστε να φαίνεται η πρόοδος στην ανάπτυξη.

Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα φυτά πριν την συγκομιδή ήταν οι εξής: Ύψος φυτού (cm) και επιφάνεια κάλυψης των φυτών (cm²) (Εικόνα 17). Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιούνταν κάθε 15 - 20 ημέρες. Πιο συγκεκριμένα οι μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών ξεκίνησαν στις 10/03/2019 και ολοκληρώθηκαν στις 27/06/2019.



Εικόνα 17: Μέτρηση μήκους και πλάτους φυτού

Εκτός από τις μετρήσεις πεδίου, πραγματοποιήθηκε και παρακολούθηση της φυτείας με γεωχωρικές τεχνολογίες (τηλεπισκόπηση, GIS). Πραγματοποιήθηκαν πτήσεις παρακολούθησης της φυτείας με μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) εξοπλισμένο με πολυφασματικό αισθητήρα ειδικά σχεδιασμένο για εφαρμογές στη γεωργία Parrot sequoia. Διαθέτει τέσσερα κανάλια:

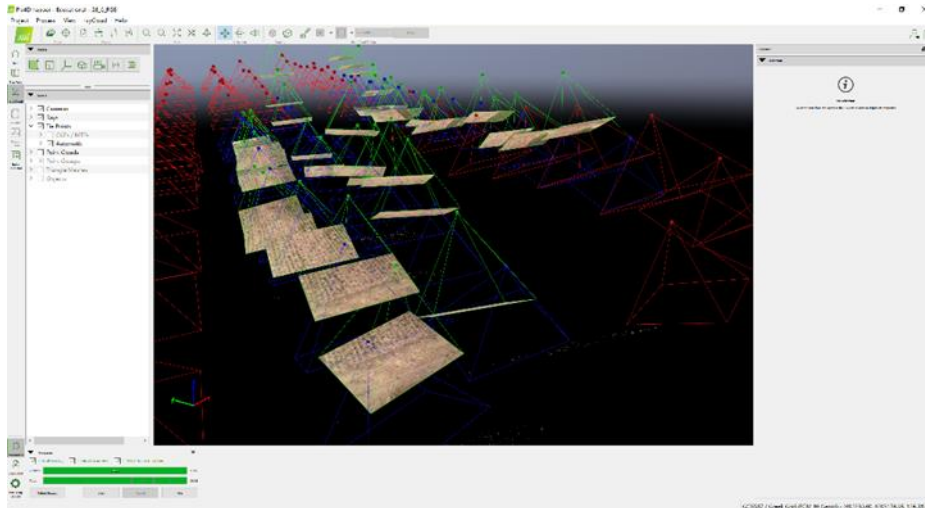
- Green (μήκους κύματος 550nm, 40nm bandwidth)
- Red (μήκους κύματος 660nm, 40nm bandwidth)
- Red edge (μήκους κύματος 735nm, 10nm bandwidth)
- Near Infra Red (μήκους κύματος 790nm, 40nm bandwidth) (Εικόνα 18).



Εικόνα 18: UAV εξοπλισμένο με πολυφασματικό αισθητήρα Parrot Sequoia (a) και φωτογραφία κατά την πτήση του UAV σύμφωνα με το προκαθορισμένο σχέδιο πτήσης στον αγρό ενδιαφέροντος στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα Σπάτα Αττικής.

Με βάση τα κανάλια αυτά έγινε εξαγωγή του δείκτη βλάστησης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), δημιουργήθηκαν ορθομωσαϊκά στο πρόγραμμα Pix4D Mapper Version 4.3. (Εικόνα 19), τα οποία, στη συνέχεια, εισήχθησαν σε περιβάλλον GIS (ArcMap 10.5.1, ESRI). Επίσης διαθέτει έναν αισθητήρα ορατού φωτός (RGB) ανάλυσης 16 Mp. Πριν από τις πτήσεις δημιουργήθηκε σχέδιο πτήσης προσαρμοσμένο στις ανάγκες του πειράματος και τις συνθήκες του περιβάλλοντα χώρου στο πρόγραμμα Pix4D Capture (Εικόνα 18). Οι πτήσεις με το UAV πραγματοποιήθηκαν στις 03/05/2019, 13/06/2019 και στις 28/06/2019 η οποία ήταν η μέρα της συγκομιδής. Έγινε εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα Pix4D Mapper για την δημιουργία ορθομωσαϊκών και στη συνέχεια έγινε εξαγωγή του δείκτη βλάστησης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Τα δεδομένα αυτά εισήχθησαν σε περιβάλλον GIS, συγκεκριμένα στο πρόγραμμα ArcMap 10.5.1, και έγινε επεξεργασία σε επίπεδο φυτού (σημειακά) με σκοπό την εξάλειψη της επίδρασης του εδάφους στον δείκτη βλάστησης NDVI. Το υψόμετρο ορίστηκε στα 20m από την επιφάνεια του εδάφους, η επικάλυψη (overlap) ορίστηκε

στο 80%, η ταχύτητα του UAV στα 4/6, ενώ η ταχύτητα λήψης φωτογραφιών ορίστηκε κάθε 1sec (Εικόνα 20). Η έναρξη της άνθισης σημειώθηκε στις 12/06/2019. Το στάδιο της πλήρους άνθισης εκτιμάται στο 80% της άνθισης των βλαστών των φυτών (Γκόλιαρης, 1992).



Εικόνα 19: Απεικόνιση της κατανομής των φωτογραφιών στον χώρο στο λογισμικό Pix4d Mapper για τον αγρό ενδιαφέροντος.



Εικόνα 20: Απεικόνιση του σχεδίου πτήσης στο λογισμικό Pix4D Capture στον αγρό ενδιαφέροντος στα Σπάτα Αττικής.

2.7 Μετρήσεις μετά τη συγκομιδή

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από ζωνρά, εύρωστα φυτά που ήταν αντιπροσωπευτικά του είδους. Η συλλογή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της πλήρους άνθισης των φυτών, όπου η συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο μεγιστοποιείται. Τα φυτά συλλέχθηκαν και από το καθένα επιλέχθηκαν τρεις βλαστοί όπου πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις: Μήκος κεντρικού βλαστού (cm), Μήκος σύνθετης ταξιανθίας (cm), Μήκος Απλής Ταξιανθίας (cm), Αριθμός μεσογονάτιων διαστημάτων (cm), Αριθμός πλάγιων βλαστών, Αριθμός φύλλων, Εμβαδόν φύλλου (cm²), Αριθμός ανθέων ανά μονάδα στάχεως, Αριθμός μονάδων στάχεως ανά σύνθετη ταξιανθία, Νωπό και ξηρό βάρος των φυτών (g) και νωπό και ξηρό βάρος (Kg/στρέμμα) (Εικόνα 22).



Εικόνα 21: Μέτρηση αριθμού απλών ταξιανθιών, μήκους βλαστού, μήκους και πλάτους φύλλου

Οι μετρήσεις αυτές για το νωπό βάρος πραγματοποιήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η απώλεια νερού και να ελαχιστοποιηθεί η υδατική καταπόνηση του φυτικού υλικού. Το ξηρό βάρος μετρήθηκε 15 ημέρες μετά την συγκομιδή όπου τα δείγματα ήταν απλωμένα υπό σκιά σε καλά αεριζόμενο χώρο. Στις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν μέτρο σε εκατοστά (cm) και ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mattler B502 του εργαστηρίου.

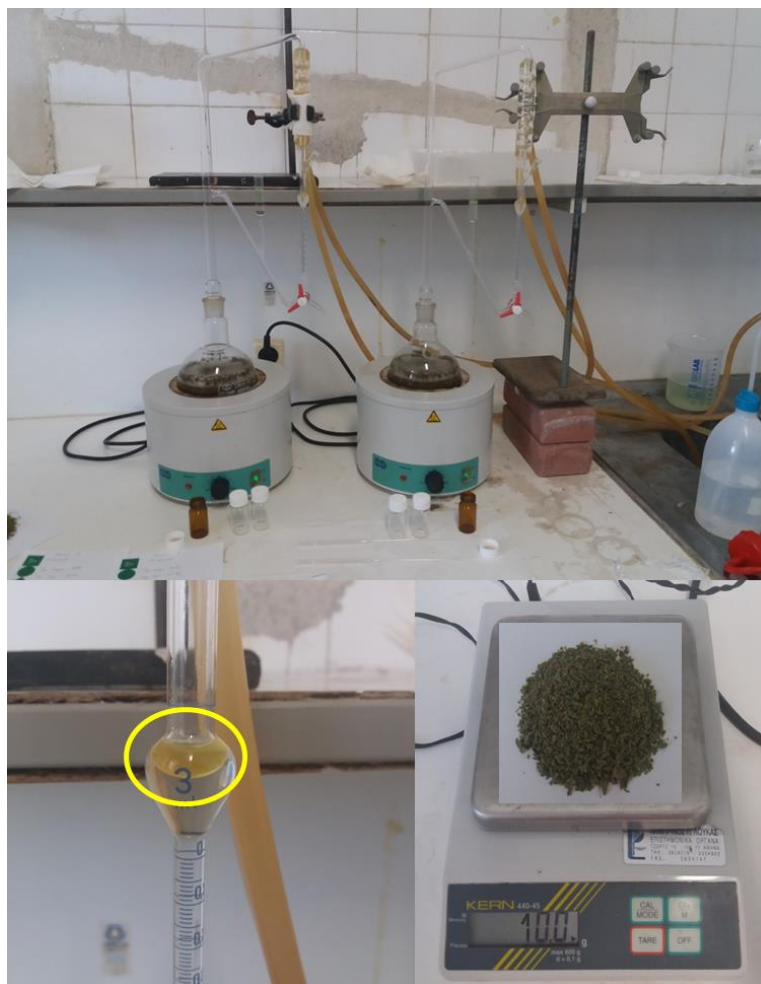
2.8 Παραλαβή Αιθέριων Ελαίων

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

Φύλλα και άνθη από κάθε φυτικό δείγμα κονιορτοποιήθηκαν και 10 g ξηρού φυτικού υλικού χρησιμοποιούνταν για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με συσκευή Clevenger για 4 ώρες (Εικόνα 24). Το κονιορτοποιημένο φυτικό υλικό τοποθετήθηκε σε σφαιρική φιάλη και προστέθηκε απιονισμένο νερό τόσο ώστε να καλύπτει το δείγμα (περίπου 300 mL). Χαρακτηριστικό της απόσταξης αυτής είναι ότι το προς απόσταξη φυτικό υλικό βρίσκεται σε άμεση επαφή με το νερό (Καλλαϊτζάκης, 1995). Κατά την διάρκεια της απόσταξης αποφεύχθηκε η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού που οδηγεί σε αλλοίωση των διαφόρων συστατικών του ελαίου. Επιπλέον, η ταχύτητα της απόσταξης πρέπει να είναι μικρή έτσι ώστε να λαμβάνεται το μέγιστο ποσοστό αιθέριου ελαίου. Η έναρξη της απόσταξης γινόταν τη χρονική στιγμή που άρχισαν να συμπυκνώνονται υδρατμοί στον ψυκτήρα και να πέφτει η πρώτη σταγόνα αιθέριου ελαίου. Τα πτητικά συστατικά του δείγματος συγκεντρώνονταν στο σωλήνα του κύριου μέρους της συσκευής, ενώ η υδατική φάση (υδατικό εκχύλισμα), μετά από ανακύκλωση επέστρεφε στη φιάλη με το φυτικό υλικό. Το αιθέριο έλαιο αποτελούσε την υπερκείμενη φάση στο σωλήνα του κυρίως σώματος της συσκευής λόγω της χαμηλότερης πυκνότητάς του σε σχέση με το νερό. Η ποσότητα του παραγόμενου ελαίου μετράται άμεσα με mL διαβάζοντας τη βαθμονομημένη κλίμακα που φέρει η συσκευή Clevenger.

Το έλαιο συλλέχθηκε με πιπέτες τύπου Pasteur σε ειδικά γυάλινα φιαλίδια (των 20 mL) τα οποία σηματοδοτήθηκαν με τις απαραίτητες πληροφορίες, αφού

πρώτα προστέθηκε άνυδρο $MgSO_4$ ως απορροφητικό της υπολειπόμενης υγρασίας. Με την ολοκλήρωση της συλλογής, το φιαλίδιο με το αιθέριο έλαιο τοποθετήθηκε σε καταψύκτη σταθερής θερμοκρασίας στους $-18^{\circ}C$.



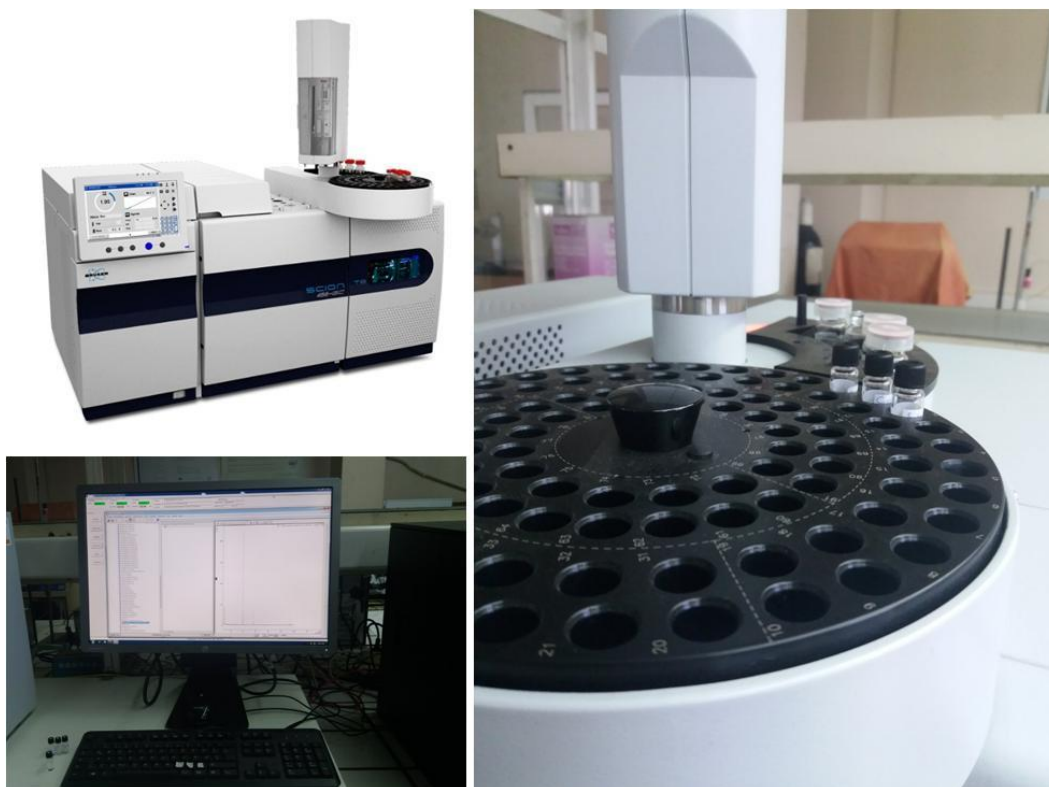
Εικόνα 22: Απόσταξη με τη χρήση της συσκευής Clevenger

2.9 Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση αιθέριων ελαίων

Η ανάλυση του αιθερίου ελαίου, για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των συστατικών που το απαρτίζουν, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση αέριου χρωματογράφου συζευγμένου με φασματομέτρο μάζας (Gas Chromatography – Mass Spectrometry, GC-MS) της εταιρείας Bruker (σύστημα SCION) που φέρει αυτόματο δειγματολήπτη CP-8400 και τριχοειδή στήλη (Rxi-5Sil MS, 30m, 0.25mm ID, 0.25 μ m film thickness) (Εικόνα 25). Το φέρον αέριο ήταν το ήλιο (He) με ροή

1mL/min. Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν 60°C και αύξανε σταδιακά έως τους 250°C με ρυθμό 3°C/min. Η συνολική διάρκεια της μεθόδου ήταν 63,33 min. Για την ανίχνευση των συστατικών το φασματοόμετρο μάζας χρησιμοποιεί πηγή ηλεκτρονικού ιονισμού με δέσμη υψηλής ενέργειας ηλεκτρονίων (70 eV). Οι θερμοκρασίες στον εισαγωγέα και στην πηγή ιονισμού ήταν 220°C και 230°C, αντίστοιχα.

Τα προς ανάλυση αιθέρια έλαια αραιώθηκαν με ακετόνη (99,8% GC-MS) και η περιεκτικότητά τους στο διάλυμα ήταν 1/10.000 (v/v). Ο ποιοτικός προσδιορισμός των συστατικών βασίζεται στο χρόνο έκλουσής τους σε συνδυασμό με το φάσμα μάζας τους, κατόπιν σύγκρισή τους με αντίστοιχα δεδομένα των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών Nist98 και Wiley275, καθώς και με τη χρήση δημοσιευμένων δεδομένων (Adams 2007). Μετά την ταυτοποίηση των συστατικών που περιείχονταν στα αιθέρια έλαια που εξετάστηκαν και αφού είχε προηγηθεί ζύγιση γνωστού όγκου ελαίου σε ζυγαριά ακριβείας για τον προσδιορισμό των πυκνοτήτων των εξεταζόμενων αιθέριων ελαίων, έγινε αναγωγή των ποσοστών των διαφόρων συστατικών σε g ανά 100 g ξηρού φυτικού υλικού. Στο παράρτημα παρουσιάζονται τα χρωματογραφήματα για κάθε επέμβαση με 3 επαναλήψεις καθώς και οι πίνακες που προκύπτουν από την ταυτοποίηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου.



Εικόνα 23: Απεικόνιση αέριου χρωματογράφου

2.10 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία και την παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα STATGRAPHICS Centurion XVI.I και το Microsoft Office Excel 2007. Η πειραματική διάταξη των τεμαχίων και ανάλυση των δεδομένων ακολούθησε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων. Διενεργήθηκαν αναλύσεις των διασπορών (ANOVA) στο σύνολο των μελετούμενων χαρακτηριστικών για την αξιολόγηση των στατιστικά σημαντικών διαφορών των μέσων μεταξύ των επεμβάσεων. Για την επεξεργασία των εικόνων που λήφθηκαν μέσω του UAV χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ArcMap 10.5.1. Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Με τη χρήση του STATGRAPHICS Centurion XVI.I έγινε και η ανάλυση κύριων συνιστωσών (Principal Component Analysis).

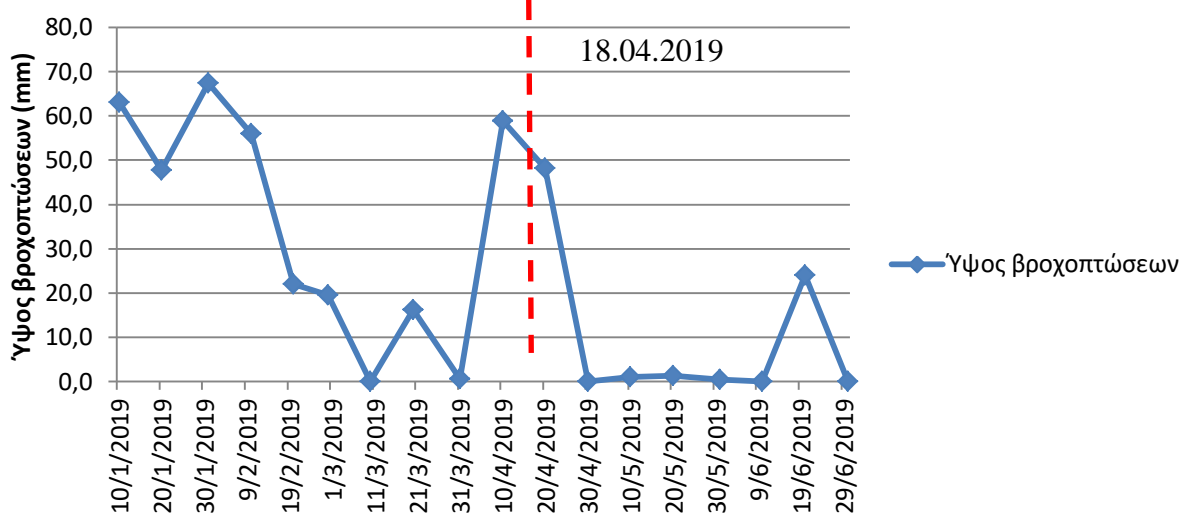
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής των Σπάτων (περιοχή: Γιαλός) όπου εγκαταστάθηκε η καλλιέργεια της *Origanum x intercedens*. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι ελάχιστες θερμοκρασίες, οι μέσες και οι μέγιστες θερμοκρασίες κάθε 10 ημέρες καθώς και το ύψος των βροχοπτώσεων. Τα δεδομένα αφορούν την περίοδο από Ιανουάριο έως και Ιούνιο του 2019. Οι πληροφορίες ελήφθησαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ) (<http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>).

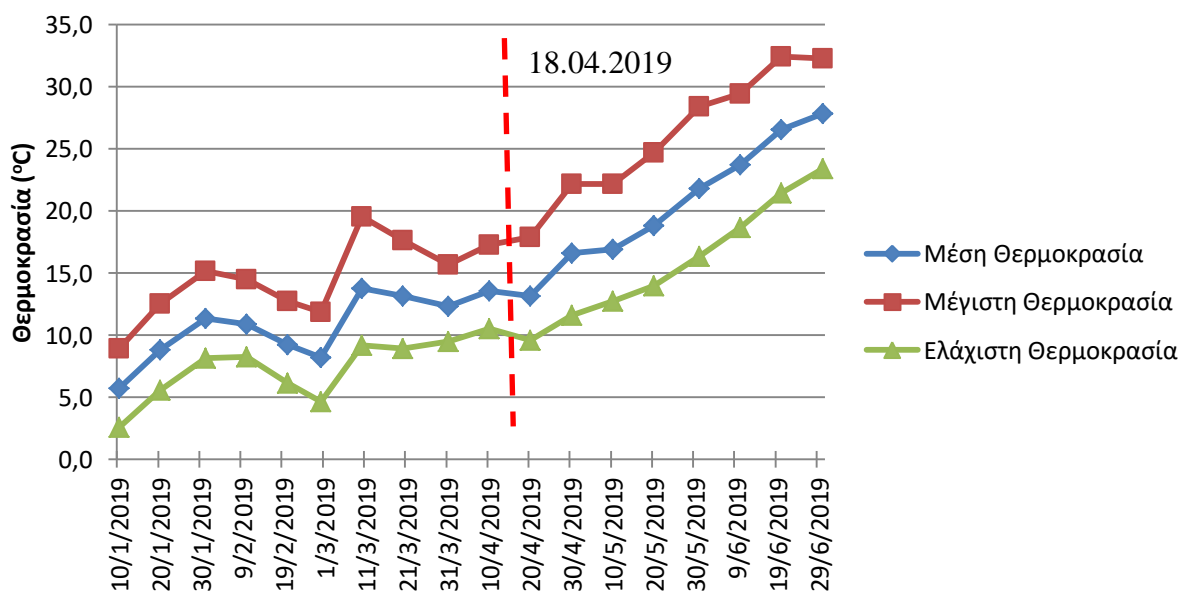
Από το διάγραμμα των βροχοπτώσεων παρατηρούμε αρχικά ότι το μήνα Ιανουάριο όπου εγκαταστάθηκε η φυτεία είχαμε το μέγιστο ύψος των βροχοπτώσεων (67,4 mm) το τρίτο δεκαπενθήμερο και έτσι ευνοήθηκε η κατεργασία του εδάφους πριν την εγκατάσταση της φυτείας στις 22 Ιανουαρίου. Στη συνέχεια, καθώς τον μήνα Φεβρουάριο και Μάρτιο οι βροχοπτώσεις ήταν λιγότερες, από τις 12 Απριλίου μέχρι το τέλος Απριλίου έχουμε υψηλές για την εποχή βροχοπτώσεις, με πιθανή αρνητική επιρροή στη βιολογική ανάπτυξη των φυτών καθώς η *Origanum x interedens* βρίσκεται στην έναρξη της ανθοφορίας και οι βροχές ίσως να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στις τελικές αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο και στα ποιοτικά της χαρακτηριστικά (Διάγραμμα 1). Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 28 Ιουνίου. Την ημέρα της συγκομιδής παρατηρήθηκε πτώση μερικών ανθέων λόγω ισχυρών ανέμων που είχαν προηγηθεί 2-3 μέρες πριν τη συγκομιδή.

Ύψος βροχοπτώσεων



Διάγραμμα 1: Το ύψος των βροχοπτώσεων από τον Ιανουάριο 2019 έως τον Ιούνιο 2019 για την περιοχή των Σπátων.

Όσον αφορά στις θερμοκρασίες ήταν απόλυτα φυσιολογικές για το κλίμα της περιοχής με την υψηλότερη να σημειώνεται το τρίτο δεκαήμερο του Ιουνίου με μέση θερμοκρασία τους 27,82°C και την ελάχιστη μέση θερμοκρασία το τελευταίο δεκαήμερο του Φεβρουαρίου στους 8,2°C (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2: Η μέγιστη, η ελάχιστη και η μέση θερμοκρασία από τον Ιανουάριο 2019 έως τον Ιούνιο 2019 για την περιοχή των Σπátων.

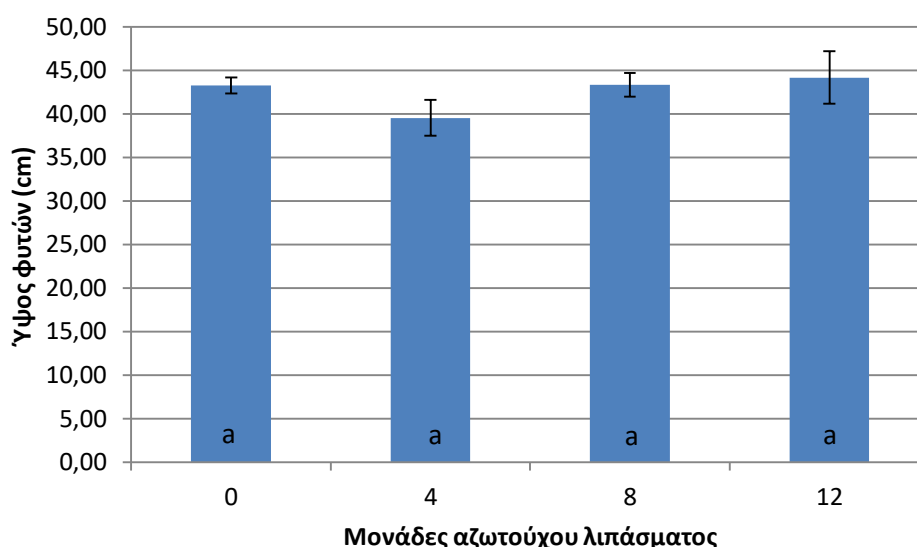
3.2 Φυτικά χαρακτηριστικά

Για την μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών του είδους *O.intercedens* μελετήθηκαν τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

3.2.1 Πριν τη συγκομιδή

3.2.1.1. Ύψος φυτού

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του τελικού ύψους της ρίγανης *Origanum x intercedens* προέκυψε ότι τα φυτά που δέχθηκαν 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης εμφάνισαν μέσο ύψος 44,17cm (Εικόνα 26). Ακολούθησαν τα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες λίπανσης, ο μάρτυρας και χαμηλότερο ύψος παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης. Σε καμία από τις 4 επεμβάσεις όμως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στο μέσο ύψος των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.

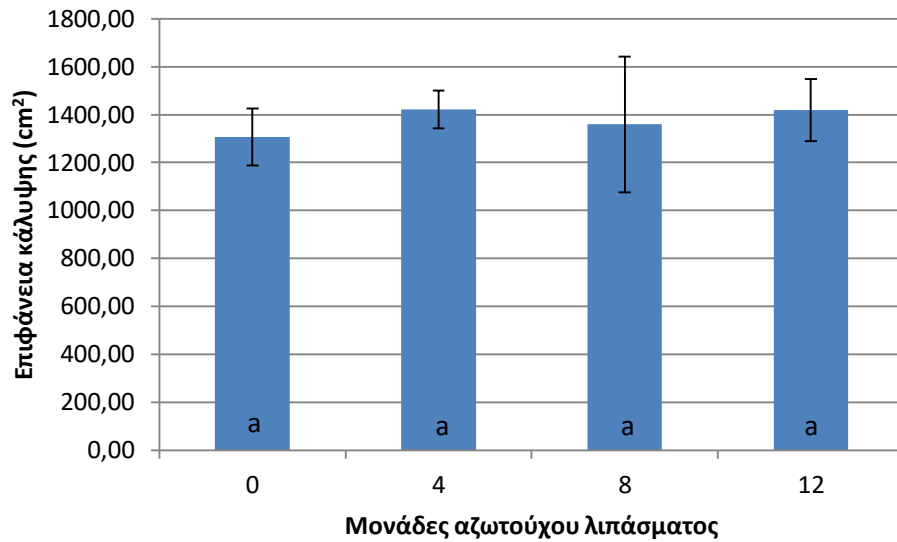


Εικόνα 24: Μέτρηση του ύψους της ρίγανης *Origanum x intercedens*.

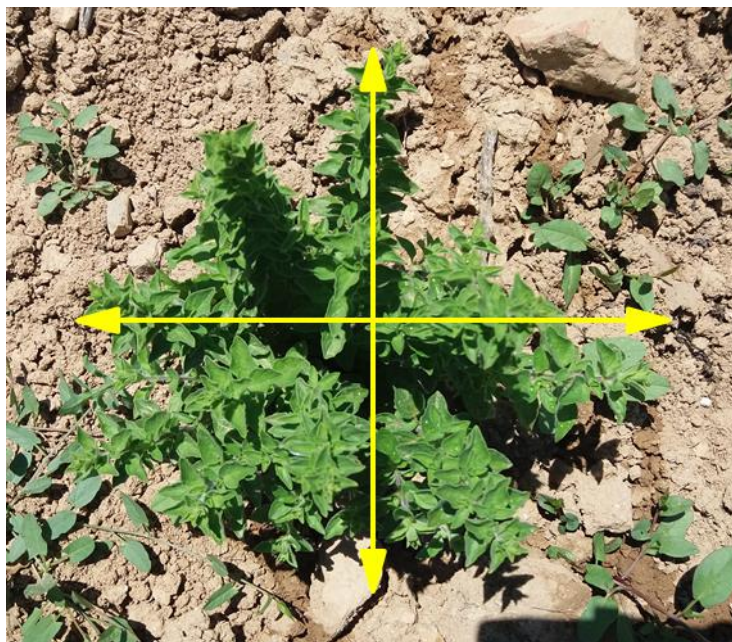
3.2.1.2. Επιφάνεια κάλυψης του φυτού

Για τον προσδιορισμό της επιφάνειας κάλυψης του φυτού μετρήθηκαν οι διάμετροι της επιφάνειας του φυτού (εικόνα 27). Θεωρώντας το σχήμα της κόμης ως έλλειψη και χρησιμοποιώντας τον τύπο του εμβαδού της έλλειψης $E = \pi * r_1 * r_2$ (όπου, $\pi = 3,14$, r_1 και r_2 : οι ακτίνες της έλλειψης) υπολογίστηκε το εμβαδόν του φυτού.

Επομένως, από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του εμβαδού κάλυψης της κόμης του φυτικού είδους προέκυψε ότι η μεγαλύτερη επιφάνεια κάλυψης παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης, ενώ η μικρότερη στα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στην επιφάνεια κάλυψης των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.



Εικόνα 25: Μέτρηση μήκους και πλάτους της ρίγανης *Origanum x intercedens*.

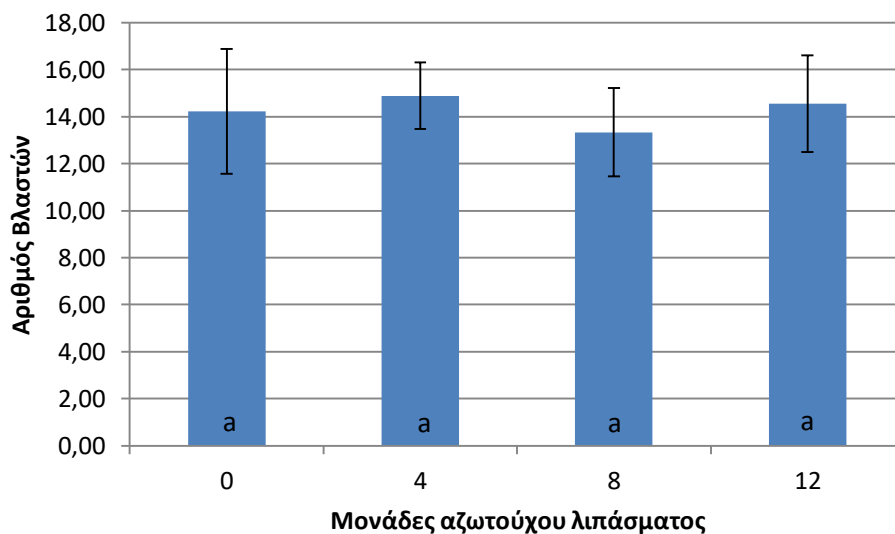
3.2.2 Μετά τη συγκομιδή

3.2.2.1. Ανάπτυξη βλαστού

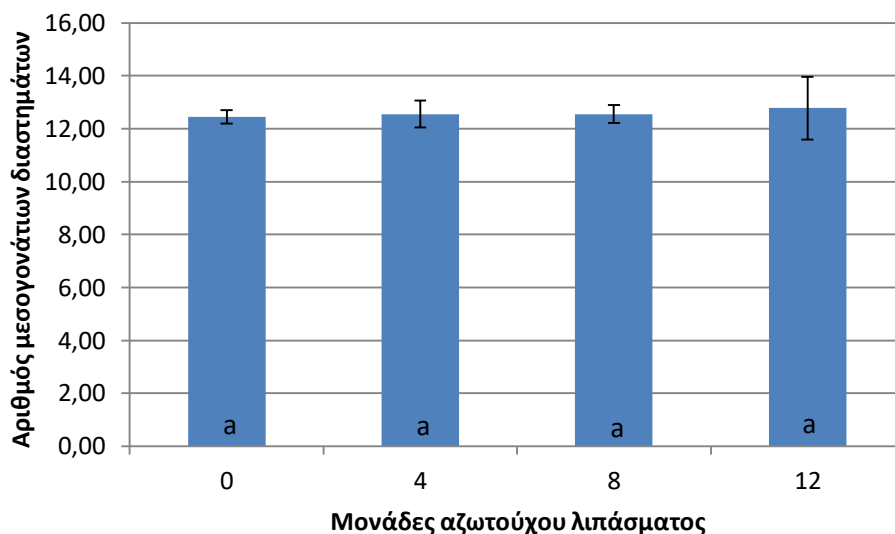
Μετά τη συγκομιδή στο στάδιο της πλήρους άνθισης, μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός βλαστών και από τον κεντρικό βλαστό του φυτού ο οποίος κόπηκε από την επιφάνεια του εδάφους μετρήθηκε ο αριθμός των μεσογονατίων διαστημάτων.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι περισσότερους βλαστούς εμφάνισαν τα φυτά που δέχθηκαν 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης, ενώ λιγότερους τα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης (Διάγραμμα 5).

Όσον αφορά στον αριθμό μεσογονατίων διαστημάτων, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης (Διάγραμμα 6).



Διάγραμμα 5: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στον αριθμό βλαστών των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.

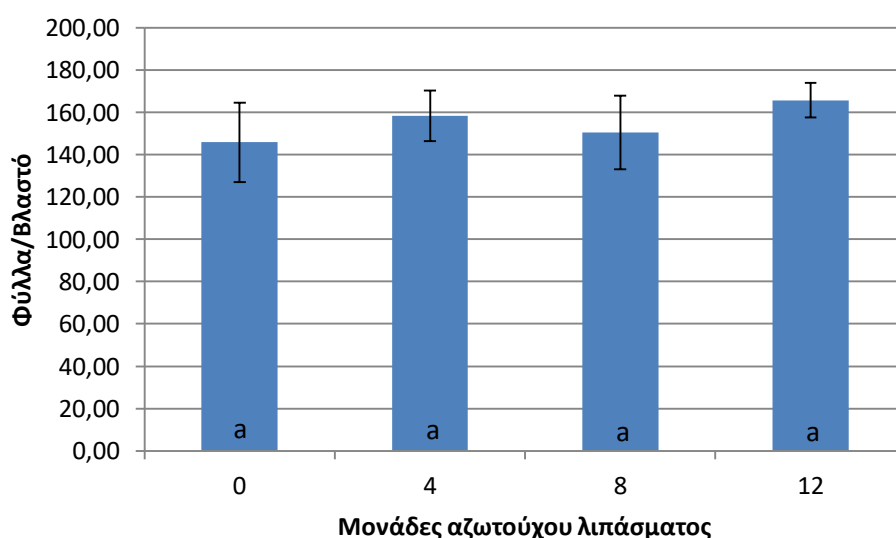


Διάγραμμα 6: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στον αριθμό μεσογονατίων των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.

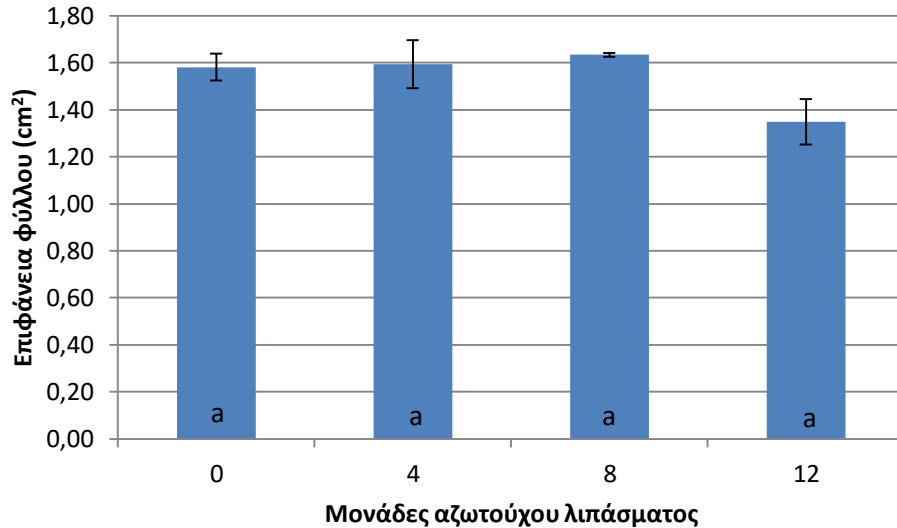
3.2.2.2. Ανάπτυξη φύλλων

Μετά τη συγκομιδή στο στάδιο της πλήρους άνθισης, μετρήθηκε επιπλέον ο συνολικός αριθμός φύλλων ανά βλαστό κι η επιφάνεια του φύλλου (Εικόνα 28). Για τον προσδιορισμό του εμβαδού φύλλου, που βασίστηκε στην ανάλυση εικόνας (Image analysis), πραγματοποιήθηκε scanning 4 φύλλων ανά επέμβαση και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Delta – T SCAN Image Analysis (Delta-t devices Ltd.)

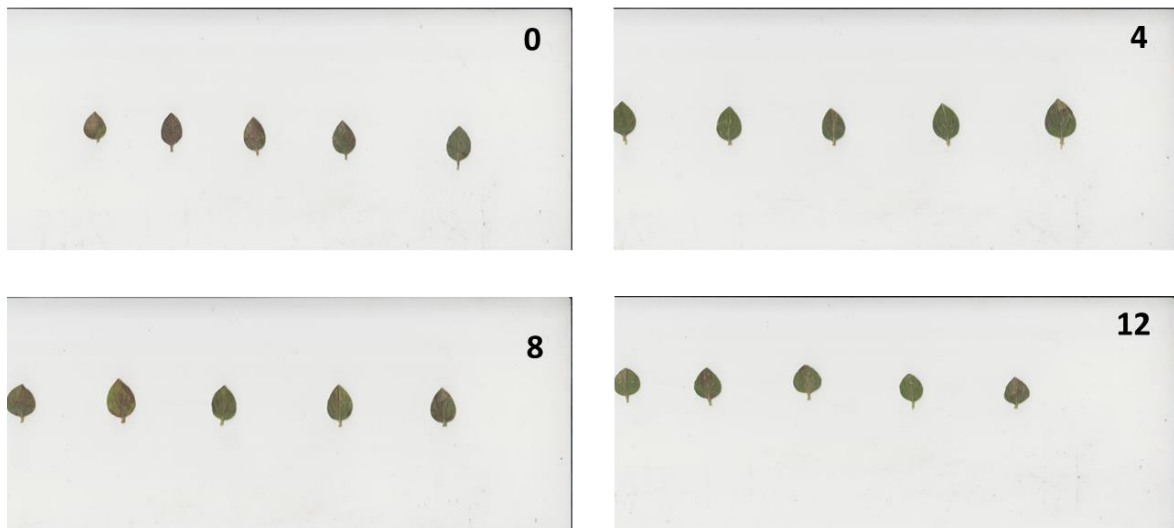
Μεγαλύτερος αριθμός φύλλων ανά βλαστό παρατηρήθηκε ύστερα από εφαρμογή 12 μονάδων αζώτου, με τα αποτελέσματα ωστόσο να μην είναι στατιστικά σημαντικά (Διάγραμμα 7). Μεγαλύτερη επιφάνεια φύλλου παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζώτου χωρίς το αποτέλεσμα να αγγίζει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας (Διάγραμμα 8).



Διάγραμμα 7: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στον αριθμό φύλλων ανά βλαστό των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.



Διάγραμμα 8: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στην επιφάνεια φύλλου των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.

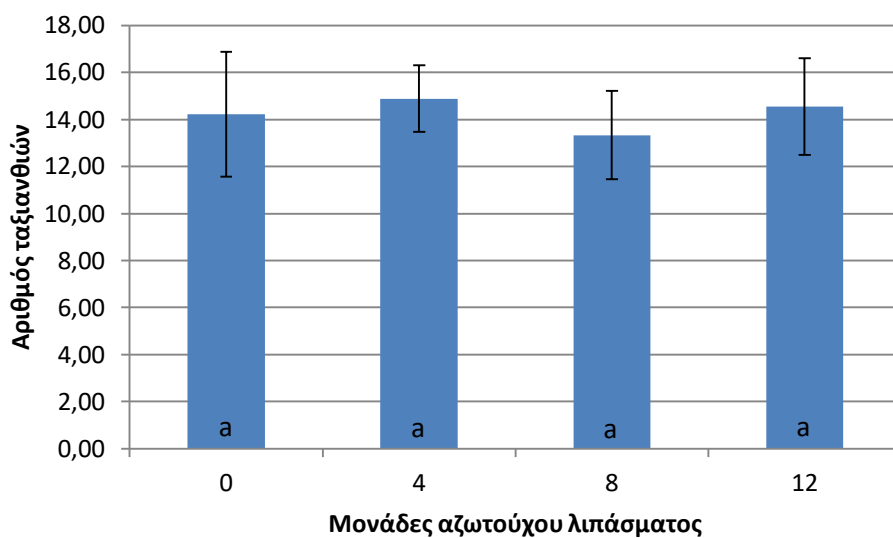


Εικόνα 26: Απεικόνιση φύλλων της *Origanum x intercedens* που έχουν δεχθεί 0, 4, 8 και 12 μονάδες αζώτου.

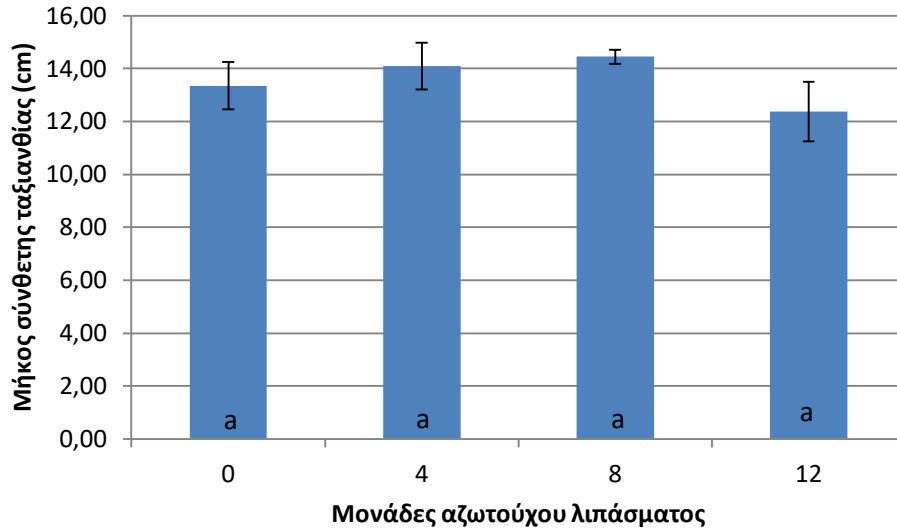
3.2.2.3. Ανάπτυξη ταξιανθίας

Το σημαντικότερο μέρος του φυτού για την παραγωγή αιθέριου ελαίου αποτελεί η ταξιανθία, έτσι είναι απαραίτητη η σύγκριση του μεγέθους της ταξιανθίας ανάμεσα στις 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στο υβρίδιο της ρίγανης. Αξιολογήθηκαν ο αριθμός ταξιανθιών, το μήκος σύνθετης ταξιανθίας, το μήκος απλής ταξιανθίας και ο αριθμός απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία κι ο αριθμός ανθέων ανά απλή ταξιανθία (Εικόνα 29).

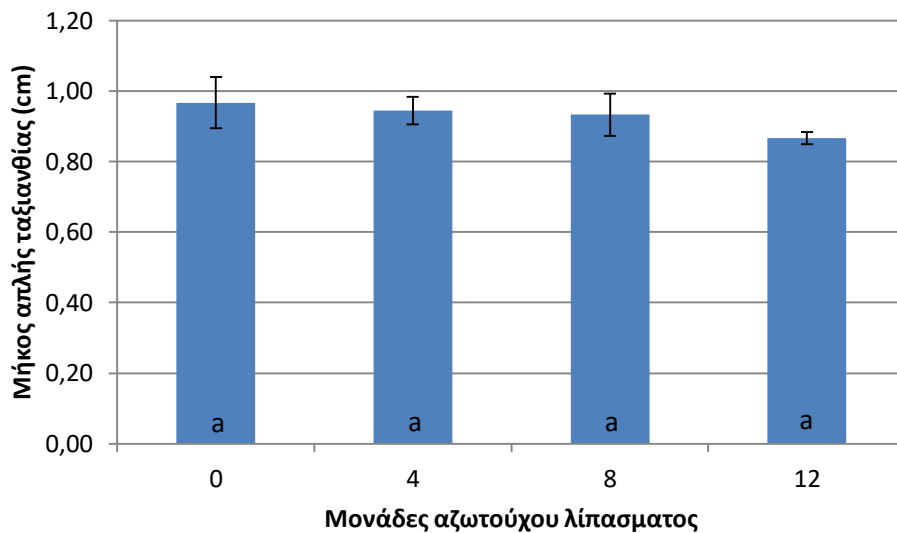
Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός ταξιανθιών είναι κατά μέσο όρο 14,25, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων (Διάγραμμα 9). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μήκος σύνθετης και απλής ταξιανθίας και στον αριθμό ανθέων ανά απλή ταξιανθία (Διαγράμματα 10, 11, 13). Μεγαλύτερος αριθμός απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία παρατηρήθηκε στα φυτά που δεν δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα φυτά που δέχθηκαν 4 και 12 μονάδες αζώτου. Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στα φυτά που έλαβαν 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης (Διάγραμμα 12).



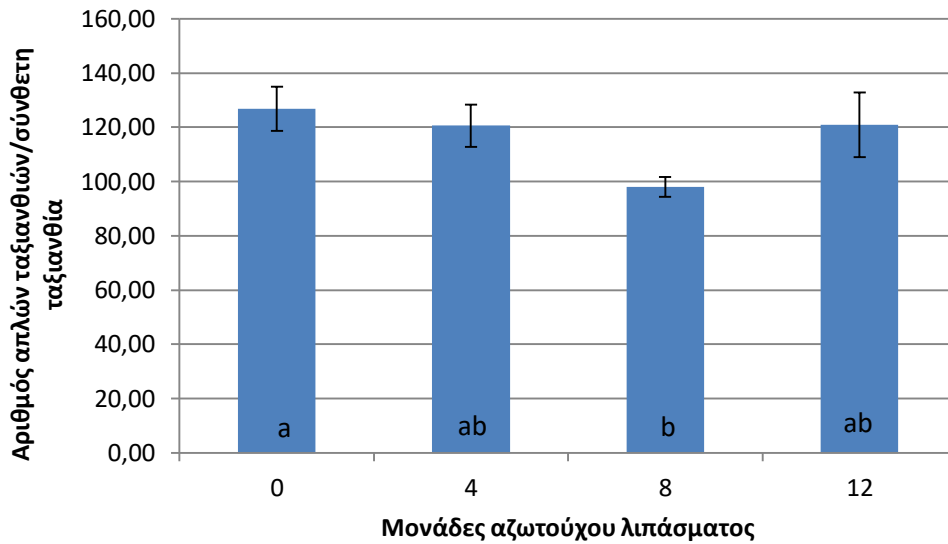
Διάγραμμα 9: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στον αριθμό ταξιανθιών των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.



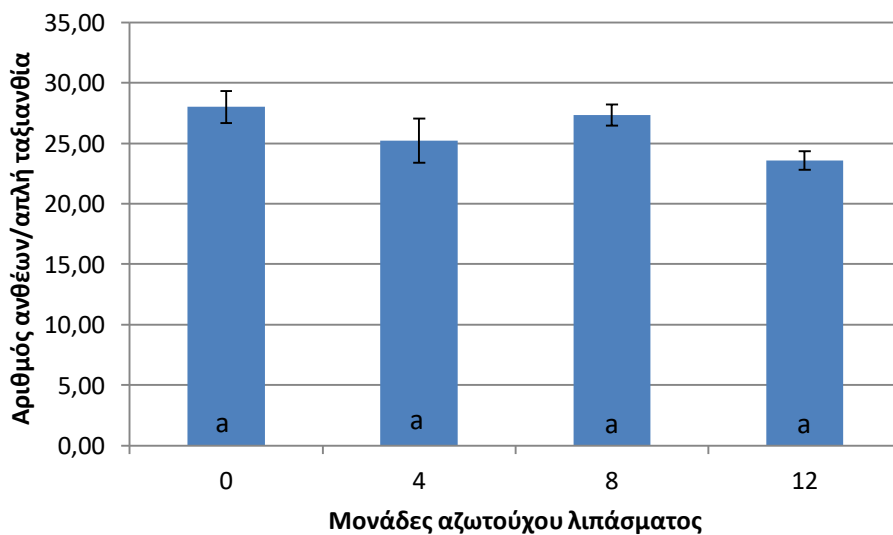
Διάγραμμα 10: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στο μήκος σύνθετης ταξιανθίας των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.



Διάγραμμα 11: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στο μήκος απλής ταξιανθίας των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.



Διάγραμμα 12: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στον αριθμό απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.



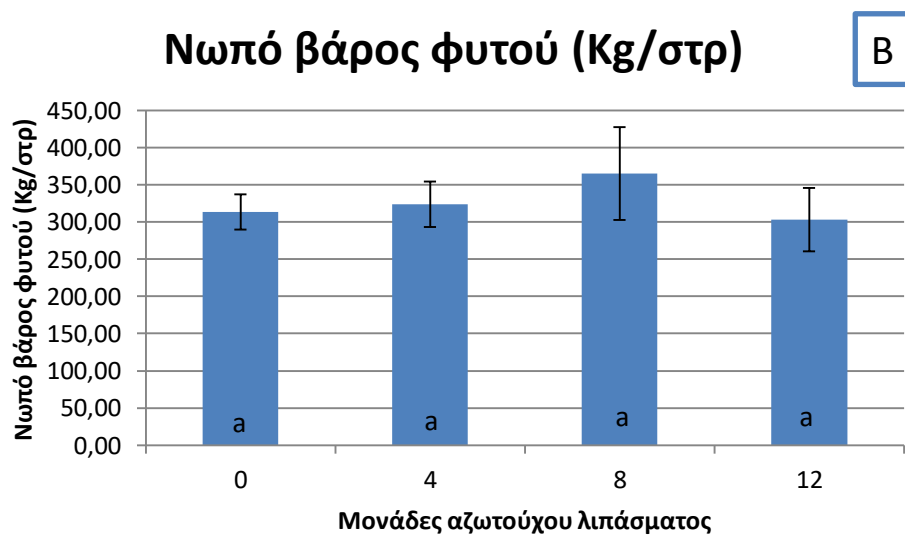
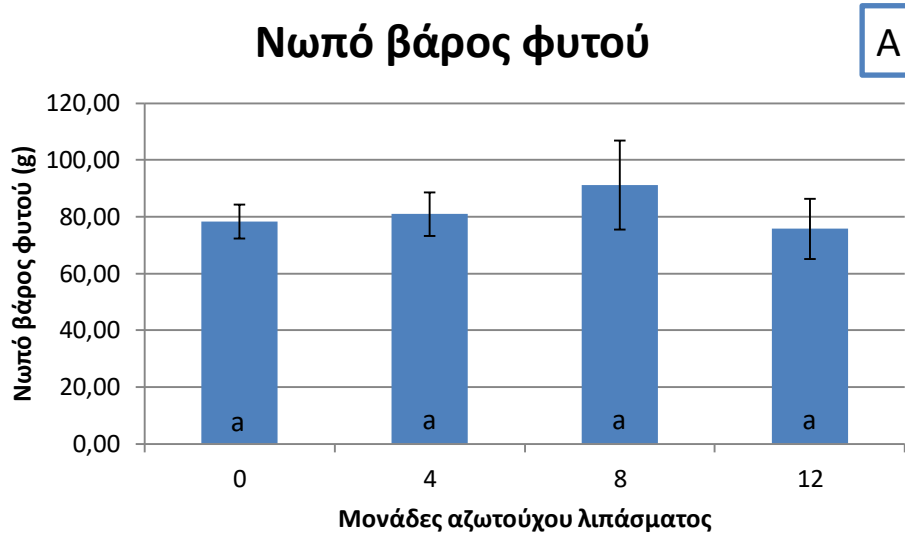
Διάγραμμα 13: Επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αζώτου στον αριθμό ανθέων ανά απλή ταξιανθία των φυτών της ρίγανης *O. intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha = 0,05$.



Εικόνα 27: Απεικόνιση απλής, σύνθετης ταξιανθίας και ανθέων της ρίγανης *Origanum x intercedens*.

3.2.2.4. Νωπό βάρος

Αμέσως μετά τη συγκομιδή έγιναν οι επιμέρους μετρήσεις του νωπού βάρους για την λιγότερη απώλεια υγρασίας από το φυτικό υλικό. Ο λόγος για τον οποίο παρουσιάζεται το νωπό βάρος είναι επειδή είναι ένας σημαντικός παράγοντας που μας δείχνει την ευρωστία του φυτού για την κάθε επέμβαση λίπανσης (Εικόνα 30). Μετρήθηκε το νωπό βάρος φυτού και έγινε αναγωγή σε κιλά/στρέμμα. Μεγαλύτερο νωπό βάρος παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων στα μετρούμενα χαρακτηριστικά (Διάγραμμα 14). Κάτι αντίστοιχο παρατηρήθηκε και στο νωπό βάρος των φυτών κάνοντας αναγωγή σε κιλά ανά στρέμμα.



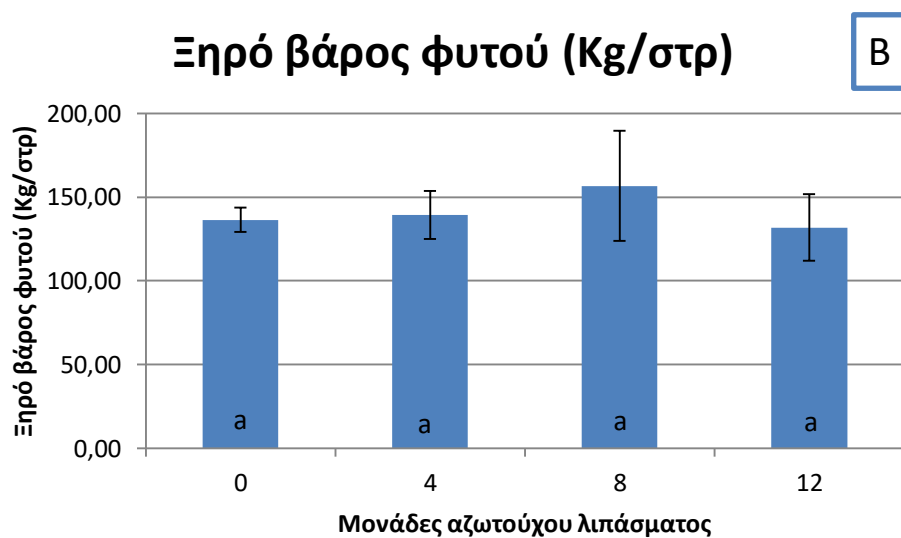
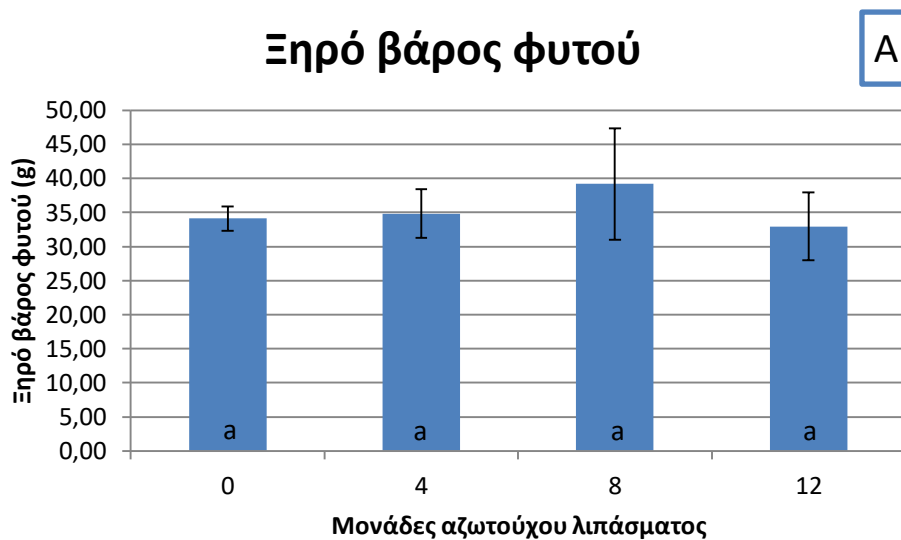
Διάγραμμα 14: Διαφοροποίηση του νωπού βάρους Α) του φυτού, Β) του φυτού εκφρασμένο σε Kg/στρέμμα, για τη ρίγανη *Origanum x intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.



Εικόνα 28: Απεικόνιση του νωπού βάρους της *Origanum x intercedens* για τις 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης.

3.2.2.5. Ξηρό βάρος

Αντίστοιχες μετρήσεις και στα ίδια φυτικά δείγματα με αυτά του νωπού βάρους έγιναν και μετά το πέρας 15 ημερών από τη συγκομιδή όπου τα δείγματα είχαν τοποθετηθεί για αποξήρανση (Εικόνα 31). Μετρήθηκε το ξηρό βάρος φυτού και έγινε αναγωγή σε κιλά/στρέμμα. Μεγαλύτερο ξηρό βάρος παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων στα μετρούμενα χαρακτηριστικά (Διάγραμμα 15). Κάτι αντίστοιχο παρατηρήθηκε και στο νωπό βάρος των φυτών κάνοντας αναγωγή σε κιλά ανά στρέμμα.



Διάγραμμα 15: Διαφοροποίηση του ξηρού βάρους A) του φυτού, B) του φυτού εκφρασμένο σε Kg/στρέμμα για τη ρίγανη *Origanum x intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

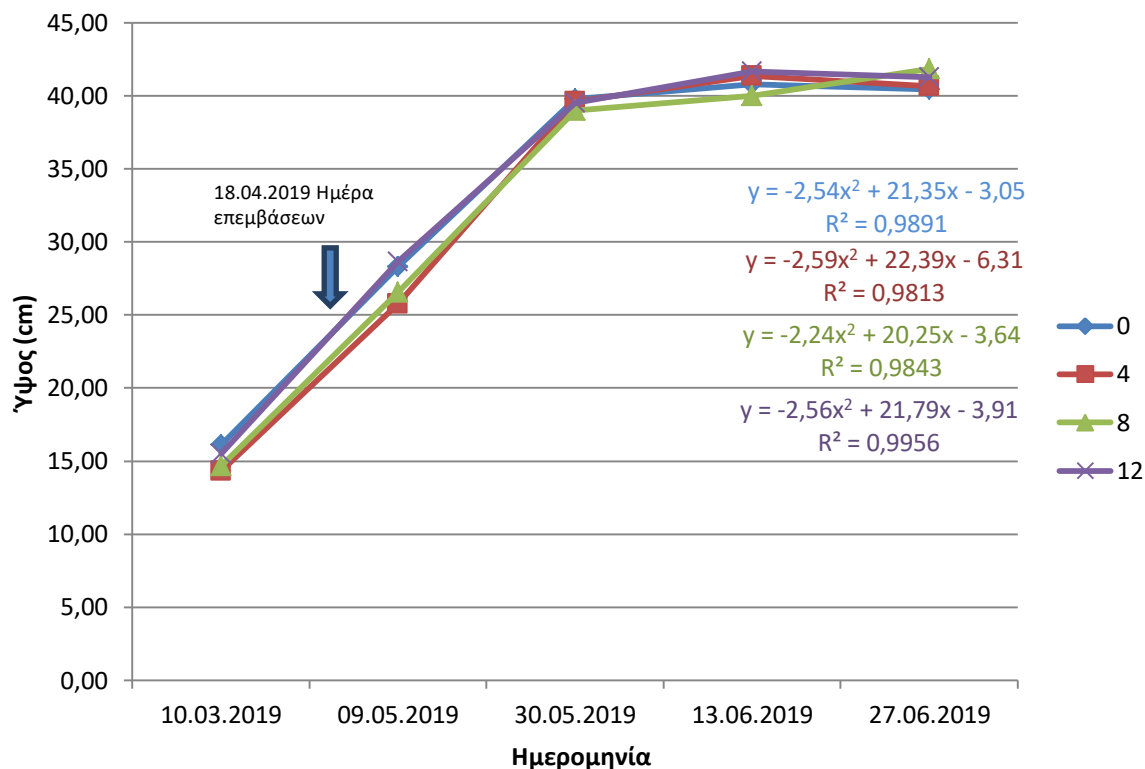


Εικόνα 29: Απεικόνιση του ξηρού βάρους της *Origanum x intercedens* για τις 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης.

3.2.3 Ρυθμοί ανάπτυξης

3.2.3.1. Ρυθμός Αύξησης του Ύψους

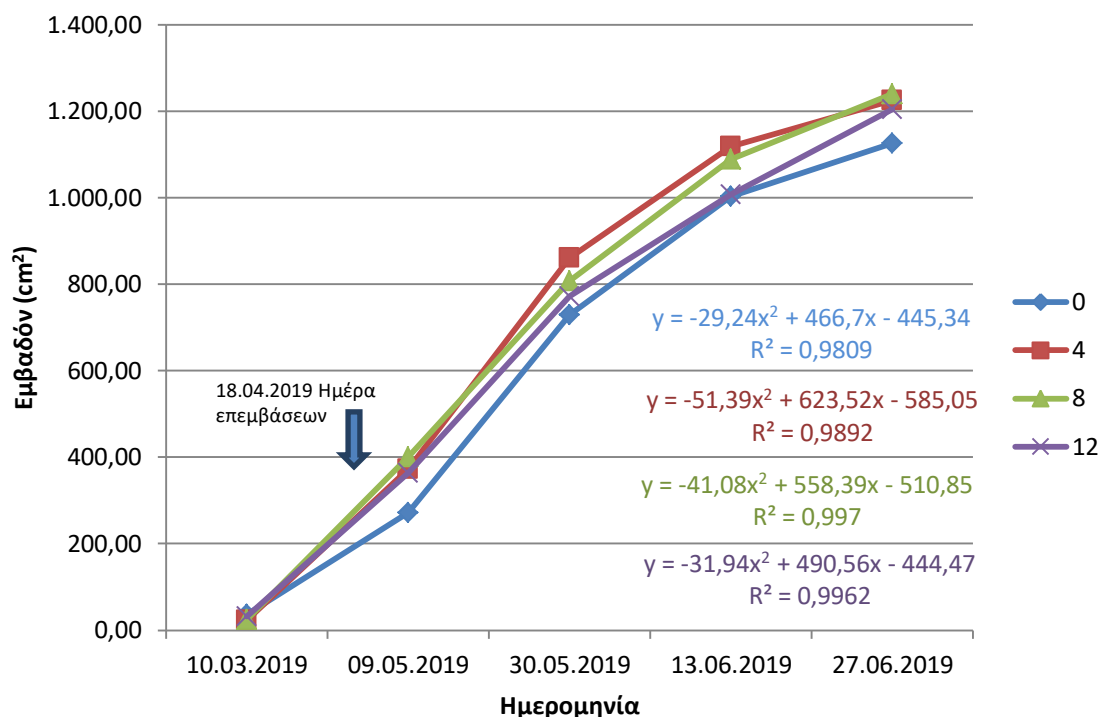
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι τέσσερις ρυθμοί αύξησης του ύψους για τα τέσσερα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης για την ρίγανη *Origanum x intercedens*, καθώς και οι πολυωνυμικές τους εξισώσεις. Παρατηρούμε ότι μετά την ημερομηνία των επεμβάσεων αυξάνεται το ύψος των φυτών μέχρι ένα σημείο όπου σχεδόν σταθεροποιείται. Στο σημείο αυτό σταματάει η βλαστική ανάπτυξη και ξεκινάει η ανθοφορία (Διάγραμμα 16).



Διάγραμμα 16: Διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης του ύψους της ρίγανης *Origanum x intercedens* για τις 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

3.2.3.2. Ρυθμός Αύξησης της Επιφάνειας Κάλυψης των φυτών

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι τέσσερις ρυθμοί αύξησης της επιφάνειας κάλυψης για τα τέσσερα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης για την ρίγανη *Origanum x intercedens*, καθώς και οι πολυωνμικές τους εξισώσεις. Παρατηρούμε ότι μετά την ημερομηνία των επεμβάσεων αυξάνεται η επιφάνεια κάλυψης των φυτών (Διάγραμμα 17).

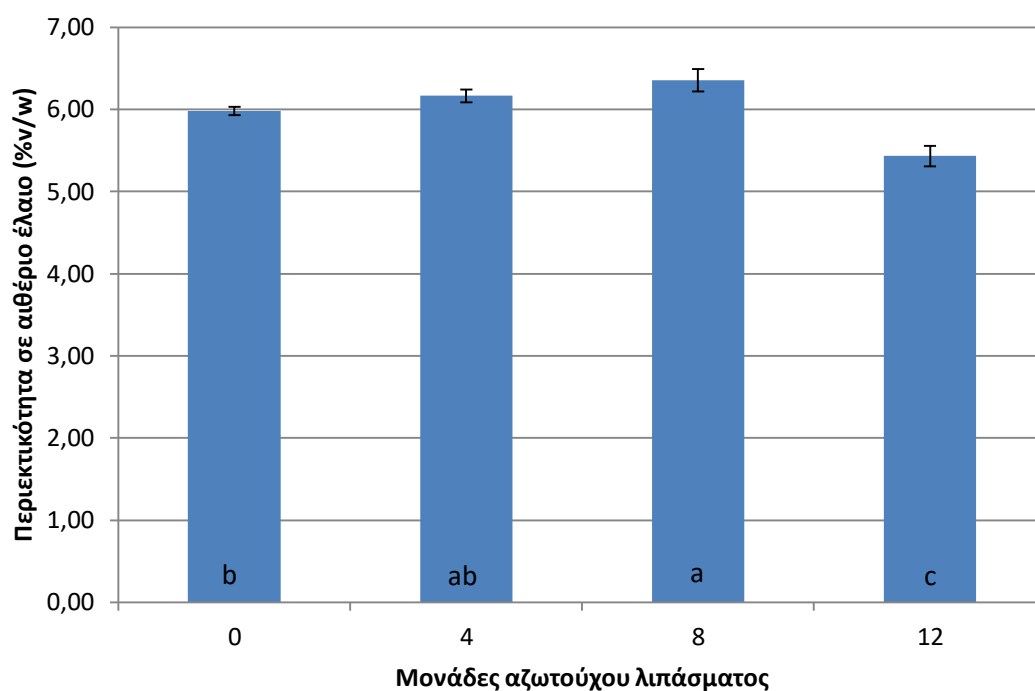


Διάγραμμα 17: Διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης της επιφάνειας κάλυψης της ρίγανης *Origanum x intercedens* για τις 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

3.3 Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων της εκατοστιαίας περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου του φυτικού είδους πραγματοποιήθηκαν 3 υδροαποστάξεις των 10 g ξηρής δρόγης για κάθε μια επέμβαση λίπανσης στο στάδιο της πλήρους άνθισης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται παρακάτω. Υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο παρατηρήθηκε στο δείγμα του δέχθηκε 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης (6,36%). Ακολούθησε το δείγμα στο οποίο εφαρμόστηκαν 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 6,17% χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζώτου καθώς και από τον μάρτυρα. Χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο εντοπίστηκε στο δείγμα με τις 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης (5,43%) με στατιστικά σημαντικές διαφορές από όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Διάγραμμα 18).

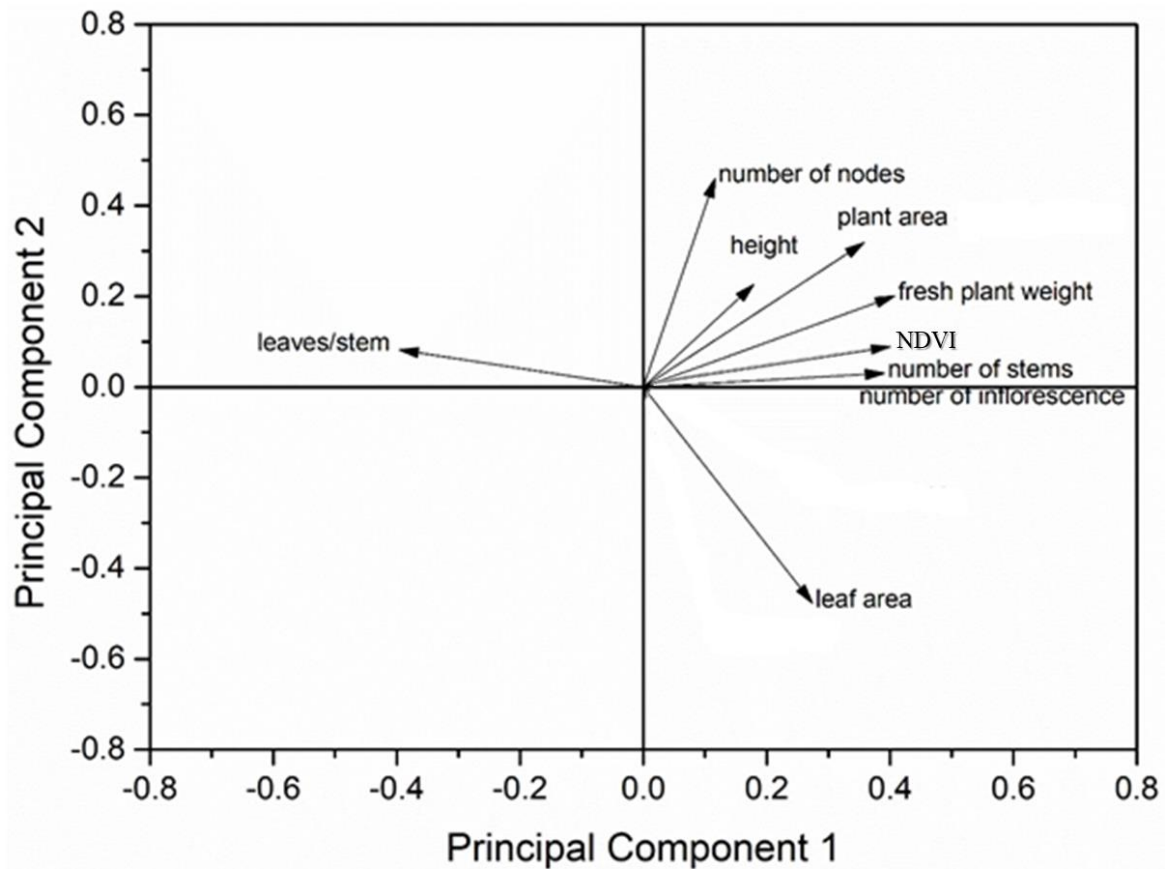
Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο



Διάγραμμα 18: Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου της *Origanum x intercedens* σε καθεμία από τις 4 επεμβάσεις λίπανσης. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4 Ανάλυση κύριων συνιστωσών

Από την ανάλυση κύριων συνιστωσών παρατηρούμε ότι με την πρώτη συνιστώσα συσχετίζονται τα εξής χαρακτηριστικά: επιφάνεια κάλυψης, αριθμός βλαστών, αριθμός φύλλων ανά βλαστό, αριθμός ταξιανθιών, το νωπό βάρος του φυτού και ο NDVI. Με την δεύτερη συνιστώσα συσχετίζεται το ύψος του φυτού, ο αριθμός μεσογονατίων διαστημάτων και η επιφάνεια φύλλου. Όσο μικρότερη είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ δύο διανυσμάτων τόσο πιο θετική συσχέτιση έχουν μεταξύ τους τα δύο χαρακτηριστικά. Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των βλαστών, μειώνεται ο αριθμός των φύλλων ανά βλαστό. Επίσης όσο αυξάνεται ο αριθμός των φύλλων ανά βλαστό, αυξάνεται και η επιφάνεια κάλυψης των φυτών. Τέλος, όσο αυξάνεται ο αριθμός των φύλλων, μειώνεται το μέγεθός τους (Εικόνα 32).



Εικόνα 30: Ανάλυση κύριων συνιστωσών για τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά της *O. intercedens*.

Στον πίνακα βλέπουμε ότι οι δύο συνιστώσες εξηγούν το 68,99% της ολικής παραλλακτικότητας (Πίνακας 4).

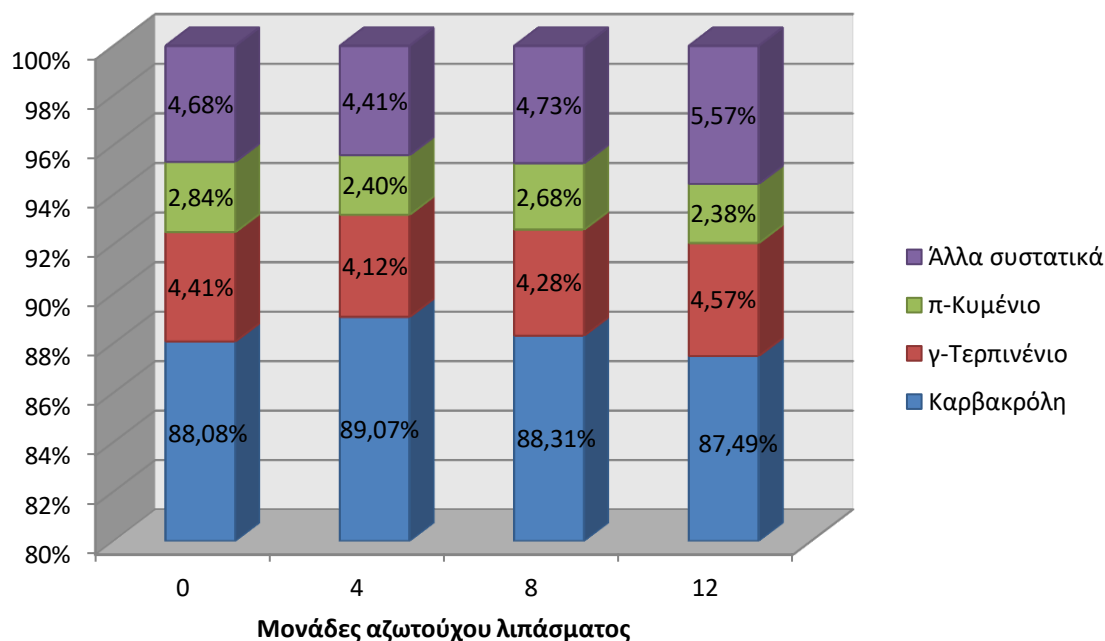
Πίνακας 4: Πίνακας των κύριων συνιστωσών

	Eigenvalue	Ποσοστό διακύμανσης	Αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης
1	4,37954	43,80%	43,80%
2	2,51956	25,20%	68,99%
3	1,58382	15,84%	84,83%
4	0,55335	5,53%	90,36%
5	0,40767	4,08%	94,44%
6	0,3514	3,51%	97,95%
7	0,19363	1,94%	99,89%
8	0,01007	0,10%	99,99%
9	9,71E-04	0,01%	100,00%
10	0	0,00%	100,00%

3.5 Ποιοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων

Ο προσδιορισμός των χημειοτυπικών προφίλ της *Origanum x intercedens* πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μαζών (GC-MS). Η τελική ταυτοποίηση των συστατικών έγινε με βάση τις βιβλιοθήκες Adams07, Wiley275 και Nist98. Στη συνέχεια παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα για κάθε εξεταζόμενη επέμβαση λίπανσης για το είδος *Origanum x intercedens* για τα τρία κυρίαρχα συστατικά του αιθέριου ελαίου τους: καρβακρόλη, γ-τερπινένιο και π-κυμένιο.

Το υβρίδιο *Origanum x intercedens* εμφάνισε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στην επέμβαση με 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης φτάνοντας στο 89,07%. Χαμηλότερο ποσοστό καρβακρόλης παρατηρήθηκε στο αιθέριο έλαιο των φυτών που δέχθηκαν 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με ποσοστό 87,49%. Όσον αφορά στο γ-τερπινένιο παρατηρήθηκε μεγαλύτερο ποσοστό στην επέμβαση με 12 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος φτάνοντας το 4,57% με χαμηλότερο εκείνο στις 4 μονάδες με ποσοστό 4,12%. Τα επίπεδα περιεκτικότητας του π-κυμενίου κυμάνθηκαν μεταξύ 2,38% στις 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης και 2,84% στο αιθέριο έλαιο των φυτών που δεν δέχθηκαν λίπανση. Καταγράφηκαν και άλλα συστατικά του αιθέριου ελαίου όπως β-καρνοφυλλένιο, τερπινέν-4-όλη, βορνεόλη, cis-υδροσαβινένιο, θυμόλη, α-τερπινένιο, α-θουγένιο, α-πινένιο και άλλα, αλλά το ποσοστό τους ήταν αρκετά χαμηλό και απεικονίζονται όλα μαζί (Διάγραμμα 19).



Διάγραμμα 19: Διαφοροποίηση των επιμέρους συστατικών του αιθέριου ελαίου της *O.intercedens* για όλες τις εξεταζόμενες επεμβάσεις λίπανσης.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα συστατικά των αιθερίων ελαίων για τα φυτά που δέχθηκαν 0, 4, 8 και 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης. Εμφανίζεται ο χρόνος έκλουσης του κάθε συστατικού, η ονομασία του, το ποσοστό επί του συνόλου καθώς και τα γραμμάρια του συστατικού στα 100 γραμμάρια φυτικού υλικού (Πίνακες 5, 6, 7, 8).

Πίνακας 5: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 0 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,433	Δεν προσδιορίστηκε	0,384	0,022
2	5,723	α - θουγένιο	0,625	0,036
3	5,929	α-πινένιο	0,236	0,013
4	7,166	1-Οκτεν-3-όλη & β-Πινένιο	0,124	0,007
5	7,465	β-Μυρκένιο	0,635	0,036
6	8,043	δ-3 καρένιο	0,179	0,010
7	8,399	α-Τερπινένιο	0,783	0,045
8	8,647	π-κυμένιο	3,172	0,181
9	8,841	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,168	0,010
10	9,861	γ-Τερπινένιο	4,118	0,236
11	10,311	cis-Υδροσαβινένιο	0,611	0,035
12	10,887	Τερπινολένιο	0,057	0,003
13	11,499	trans-Υδροσαβινένιο	0,206	0,012
14	14,374	Βορνεόλη	0,237	0,014
15	14,747	Τερπινέν - 4 - ολη	0,382	0,022
16	15,357	α-Τερπινεόλη	0,122	0,007
17	19,433	Θυμόλη	0,137	0,008
18	19,783	Καρβακρόλη	87,471	5,003
19	24,837	β-Καρυοφυλλένιο	0,237	0,014
20	28,460	β-Μπισαμπολένιο	0,118	0,007

Πίνακας 6: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,434	Δεν προσδιορίστηκε	0,632	0,039
2	5,727	α - θουγένιο	0,525	0,033
3	7,470	β-Μυρκένιο	0,594	0,037
4	8,403	α-Τερπινένιο	0,679	0,042
5	8,650	π-κυμένιο	2,287	0,142
6	8,832	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,164	0,010
7	9,863	γ-Τερπινένιο	3,896	0,242
8	10,313	cis-Υδροσαβινένιο	0,660	0,041
9	11,504	trans-Υδροσαβινένιο	0,159	0,010

10	14,378	Βορνεόλη	0,198	0,012
11	14,750	Τερπινέν – 4 - ολη	0,327	0,020
12	15,359	α-Τερπινεόλη	0,122	0,008
13	19,435	Θυμόλη	0,129	0,008
14	19,782	Καρβακρόλη	89,291	5,548
15	24,840	β-Καρουοφυλλένιο	0,256	0,016
16	28,464	β-Μπισαμπολένιο	0,077	0,005

Πίνακας 7: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,435	Δεν προσδιορίστηκε	0,433	0,026
2	5,716	α - θουγένιο	0,571	0,034
3	7,170	1-Οκτεν-3-όλη & β-Πινένιο	0,119	0,007
4	7,463	β-Μυρκένιο	0,626	0,037
5	8,042	δ-3 καρένιο	0,186	0,011
6	8,398	α-Τερπινένιο	0,730	0,043
7	8,645	π-κυμένιο	2,819	0,166
8	8,841	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,179	0,011
9	9,859	γ-Τερπινένιο	3,671	0,216
10	10,310	cis-Υδροσαβινένιο	0,638	0,038
11	11,501	trans-Υδροσαβινένιο	0,183	0,011
12	14,374	Βορνεόλη	0,217	0,013
13	14,746	Τερπινέν – 4 - ολη	0,380	0,022
14	19,432	Θυμόλη	0,134	0,008
15	19,780	Καρβακρόλη	88,713	5,227
16	24,836	β-Καρουοφυλλένιο	0,268	0,016
17	28,458	β-Μπισαμπολένιο	0,131	0,008

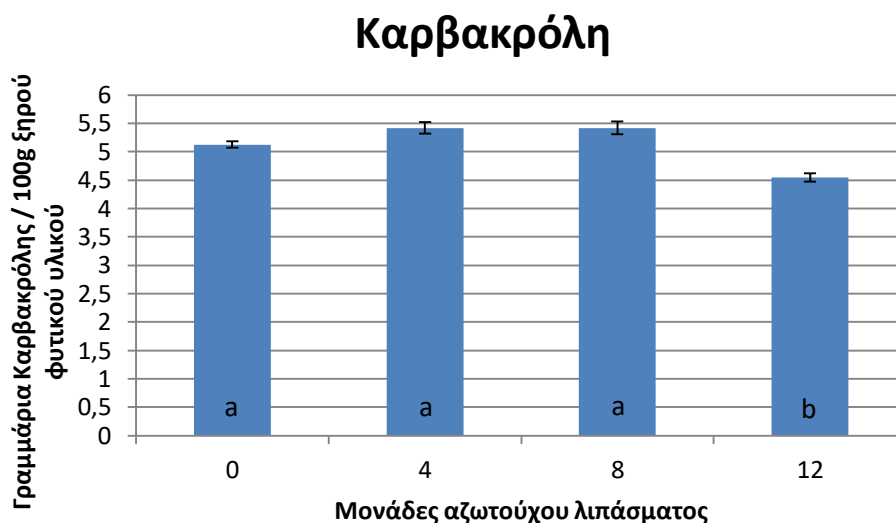
Πίνακας 8: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,432	Δεν προσδιορίστηκε	0,352	0,018
2	5,722	α - θουγένιο	0,668	0,035
3	5,936	α – πινένιο	0,243	0,013
4	7,464	β-Μυρκένιο	0,653	0,034
5	8,399	α-Τερπινένιο	0,837	0,043
6	8,645	π-κυμένιο	2,346	0,121
7	8,837	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,178	0,009
8	9,859	γ-Τερπινένιο	4,591	0,237
9	10,309	cis-Υδροσαβινένιο	0,490	0,025
10	11,497	trans-Υδροσαβινένιο	0,157	0,008

11	14,374	Βορνεόλη	0,181	0,009
12	14,747	Τερπινέν – 4 - ολη	0,301	0,016
13	15,358	α- Τερπινεόλη	0,049	0,003
14	19,434	Θυμόλη	0,114	0,006
15	19,785	Καρβακρόλη	88,642	4,585
16	24,836	β-Καρνοφυλλένιο	0,197	0,010

3.5.1 Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου των τεσσάρων επεμβάσεων αζωτούχου λίπανσης της ρίγανης σε καρβακρόλη. Υψηλότερη ποσότητα καρβακρόλης περιέχεται στο αιθέριο έλαιο των φυτών που δέχθηκαν 4 και 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με 5,42g χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές από την επέμβαση με 0 μονάδες αζώτου. Χαμηλότερη ποσότητα σε καρβακρόλη και με στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στο αιθέριο έλαιο των φυτών που δέχθηκαν 12 μονάδες αζώτου με 4,55g (Διάγραμμα 20).

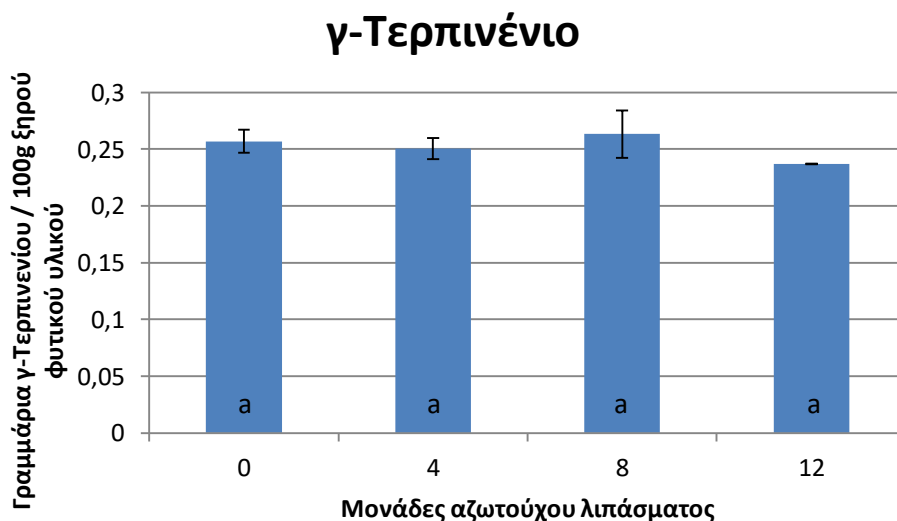


Διάγραμμα 20: Διαφοροποίηση της ποσότητας σε καρβακρόλης στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων επεμβάσεων στη ρίγανη *Origanum x intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.5.2 Περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου των τεσσάρων επεμβάσεων αζωτούχου λίπανσης της ρίγανης σε γ-τερπινένιο. Υψηλότερη ποσότητα γ-τερπινενίου περιέχεται στο αιθέριο έλαιο των φυτών που δέχθηκαν 8 μονάδες

αζωτούχου λίπανσης με 0,26g χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Διάγραμμα 21).

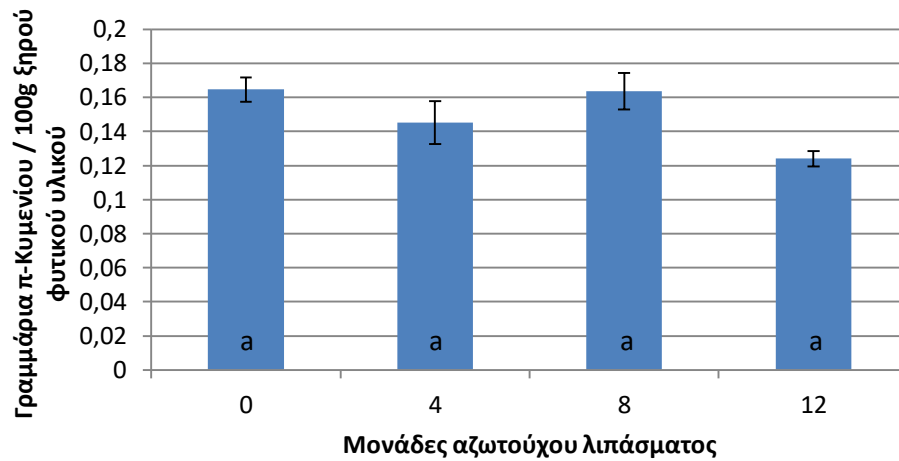


Διάγραμμα 21: Διαφοροποίηση της ποσότητας σε γ-τερπινένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων επεμβάσεων στη ρίγανη *Origanum x intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.5.3 Περιεκτικότητα σε π-κυμένιο

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου των τεσσάρων επεμβάσεων αζωτούχου λίπανσης της ρίγανης σε π-κυμένιο. Υψηλότερη ποσότητα π-κυμενίου περιέχεται στο αιθέριο έλαιο των φυτών που δέχθηκαν 0 και 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με 0,16g χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Διάγραμμα 22).

π-Κυμένιο

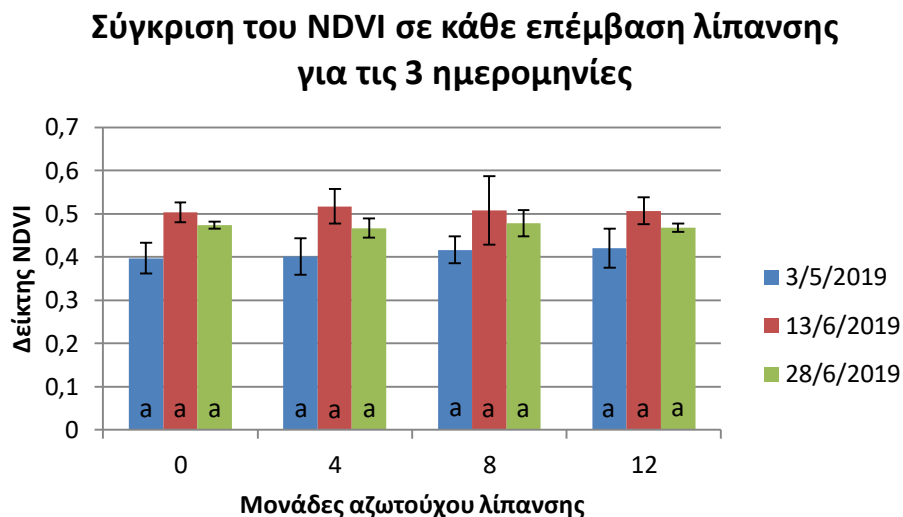


Διάγραμμα 22: Διαφοροποίηση της ποσότητας σε π-κυμένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων επεμβάσεων στη ρίγανη *Origanum x intercedens*. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.6 Παρακολούθηση φυτείας με γεωχωρικές τεχνολογίες (GIS και τηλεπισκόπηση)

3.6.1 Αναλύσεις διατοπικά

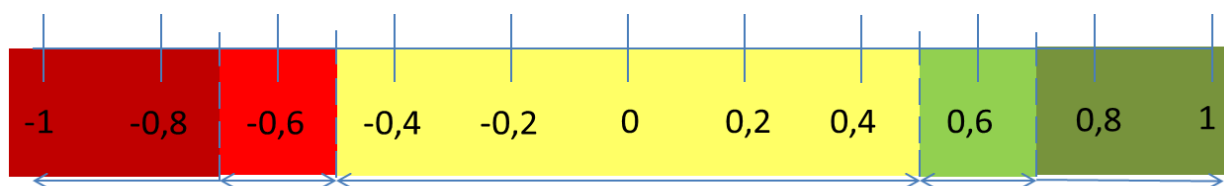
Από την ανάλυση των δεδομένων από τις τρεις ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκε πτήση με το UAV προέκυψε ότι σε καμία ημερομηνία δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του δείκτη βλάστησης NDVI και των τεσσάρων διαφορετικών επεμβάσεων λίπανσης. Δηλαδή, παρατηρώντας τις μπλε στήλες που αντιστοιχούν στην ημερομηνία 03/05/2019 παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης. Κάτι αντίστοιχο φαίνεται να ισχύει και στις υπόλοιπες ημερομηνίες (Διάγραμμα 23).



Διάγραμμα 23: Διαφοροποίηση του μέσου δείκτη βλάστησης NDVI της *Origanum x intercedens* σε καθεμία από τις 4 επεμβάσεις λίπανσης για τις 3 εξεταζόμενες ημερομηνίες. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ του μέσου δείκτη NDVI με το ύψος και την επιφάνεια κάλυψης των φυτών (μορφολογικά χαρακτηριστικά) για όλες τις επεμβάσεις για τις χρονικές στιγμές πριν τη συγκομιδή (03/05/2019, 13/06/2019) (Πίνακες 9, 10). Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ του μέσου NDVI (στήλη) και των δύο παραπάνω μορφολογικών χαρακτηριστικών (γραμμές). Με βάση την παρακάτω χρωματική κλίμακα, με σκούρο πράσινο χρώμα παρουσιάζονται οι ισχυρά θετικές συσχετίσεις, με ανοιχτό πράσινο χρώμα οι θετικές συσχετίσεις, με κίτρινο η ασθενώς θετική ή αρνητική συσχέτιση, με κόκκινο χρώμα οι αρνητικές συσχετίσεις και με σκούρο

κόκκινο οι ισχυρά αρνητικές συσχετίσεις. Με αστερίσκο σημειώνονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (Εικόνα 33).



Εικόνα 31: Χρωματική κλίμακα για την απεικόνιση των συσχετίσεων του δείκτη βλάστησης NDVI με τα διάφορα χαρακτηριστικά.

Πίνακας 9: Πίνακας συσχετίσεων του μέσου NDVI με το ύψος και την επιφάνεια κάλυψης για την ημερομηνία 03.05.2019

03.05.2019 Συντελεστής συσχέτισης r ή ρ	Μέσος NDVI
Ύψος	0,818*
Επιφάνεια κάλυψης	0,793*

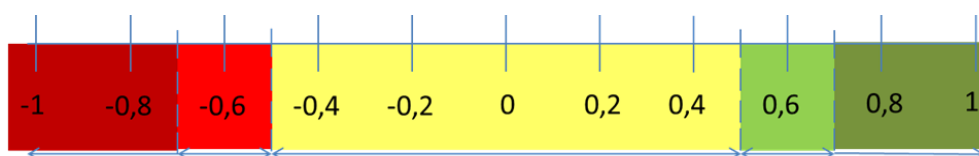
Πίνακας 10: Πίνακας συσχετίσεων του μέσου NDVI με το ύψος και την επιφάνεια κάλυψης για την ημερομηνία 13.06.2019

13.06.2019 Συντελεστής συσχέτισης r ή ρ	Μέσος NDVI
Ύψος	0,698*
Επιφάνεια κάλυψης	0,804*

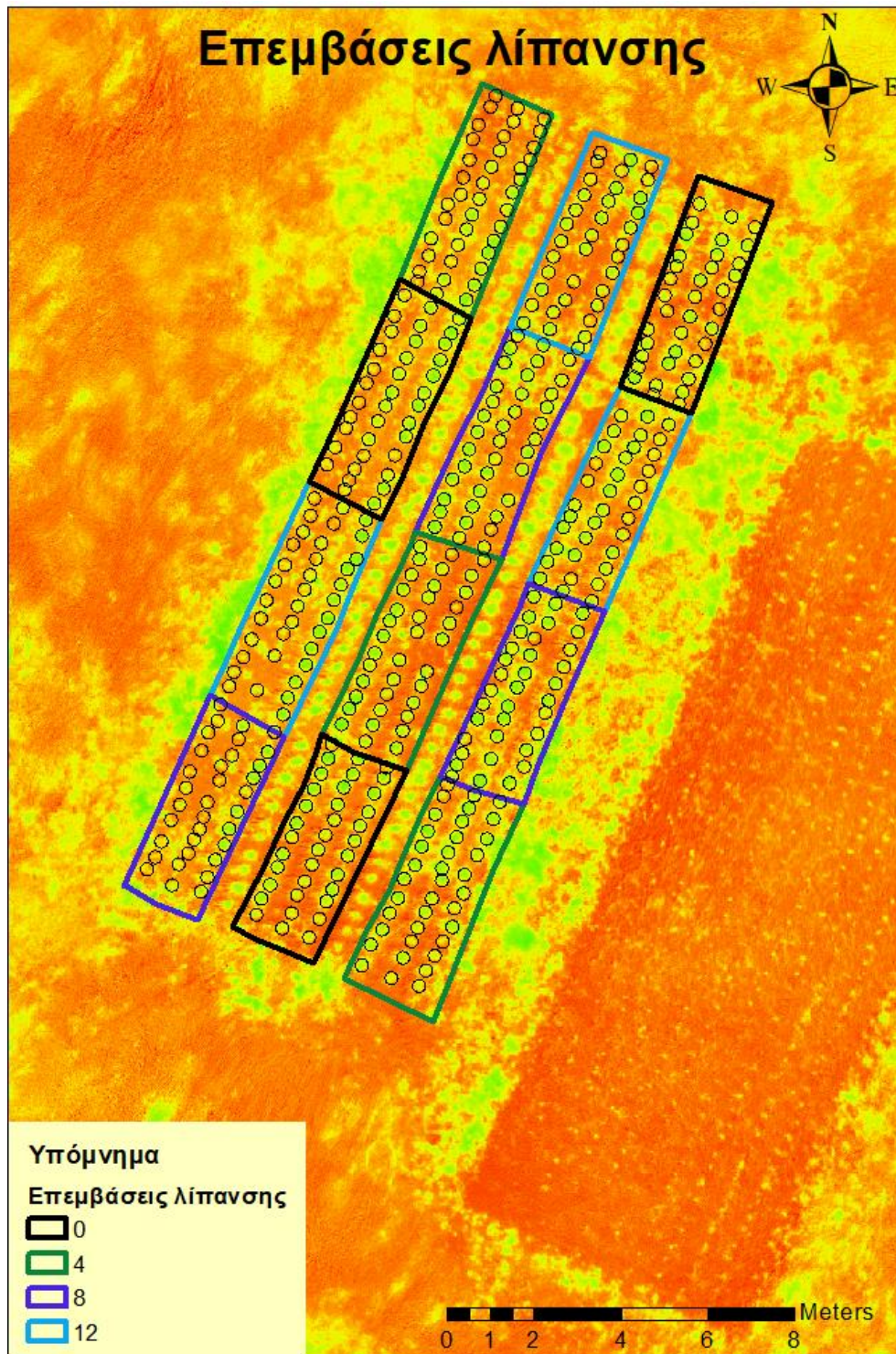
Τέλος, πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ του μέσου δείκτη NDVI και όλων των μορφολογικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών για όλες τις επεμβάσεις για τη χρονική στιγμή μετά τη συγκομιδή (28/06/2019) (Πίνακας 11). Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ του μέσου NDVI (στήλη) και όλων των παραπάνω χαρακτηριστικών (γραμμές).

Πίνακας 11: Πίνακας συσχετίσεων του μέσου NDVI με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά για την ημερομηνία 28.06.2019 και απεικόνιση της χρωματικής κλίμακας.

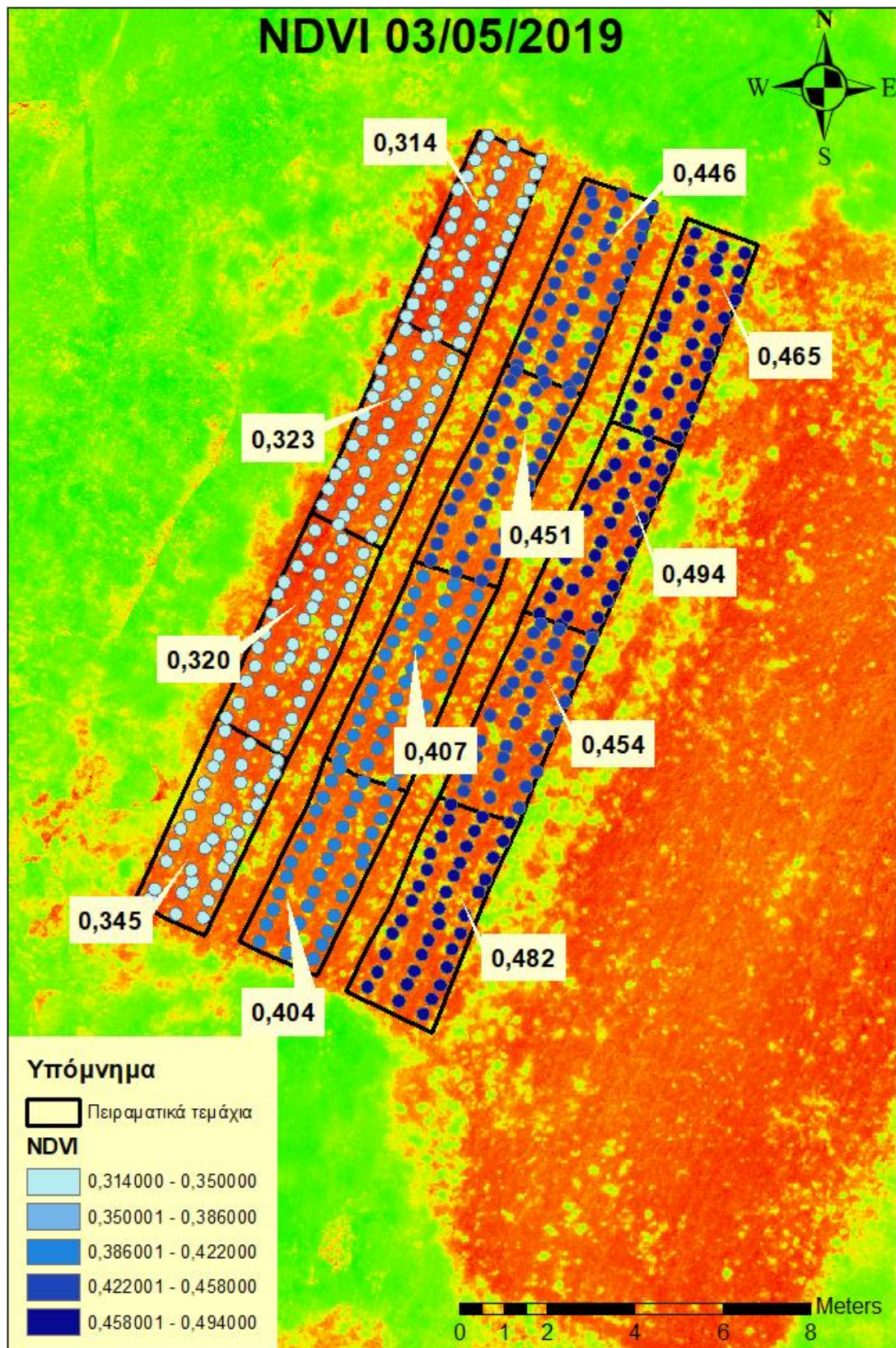
28.06.2019 Συντελεστής συσχέτισης r ή ρ	Μέσος NDVI
Ύψος	0,311
Επιφάνεια κάλυψης	0,708*
Αριθμός βλαστών	0,463
Αριθμός φύλλων/βλαστό	-0,748*
Αριθμός ταξιανθιών	0,463
Αριθμός μεσογονατίων διαστημάτων	0,427
Αριθμός απλών ταξιανθιών/ σύνθετη ταξιανθία	0,152
Αριθμός ανθέων/ απλή ταξιανθία	-0,330
Μήκος σύνθετης ταξιανθίας	0,252
Μήκος απλής ταξιανθίας	-0,512
Επιφάνεια φύλλου	-0,110
Νωπό βάρος φυτού	0,804*
Νωπό βάρος φύλλου	-0,461
Νωπό βάρος ταξιανθίας	-0,429
Νωπό βάρος βλαστού	-0,513
Ξηρό βάρος φυτού	0,815*
Ξηρό βάρος φύλλου	-0,481
Ξηρό βάρος ταξιανθίας	-0,167
Ξηρό βάρος βλαστών	-0,474
Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο	-0,235



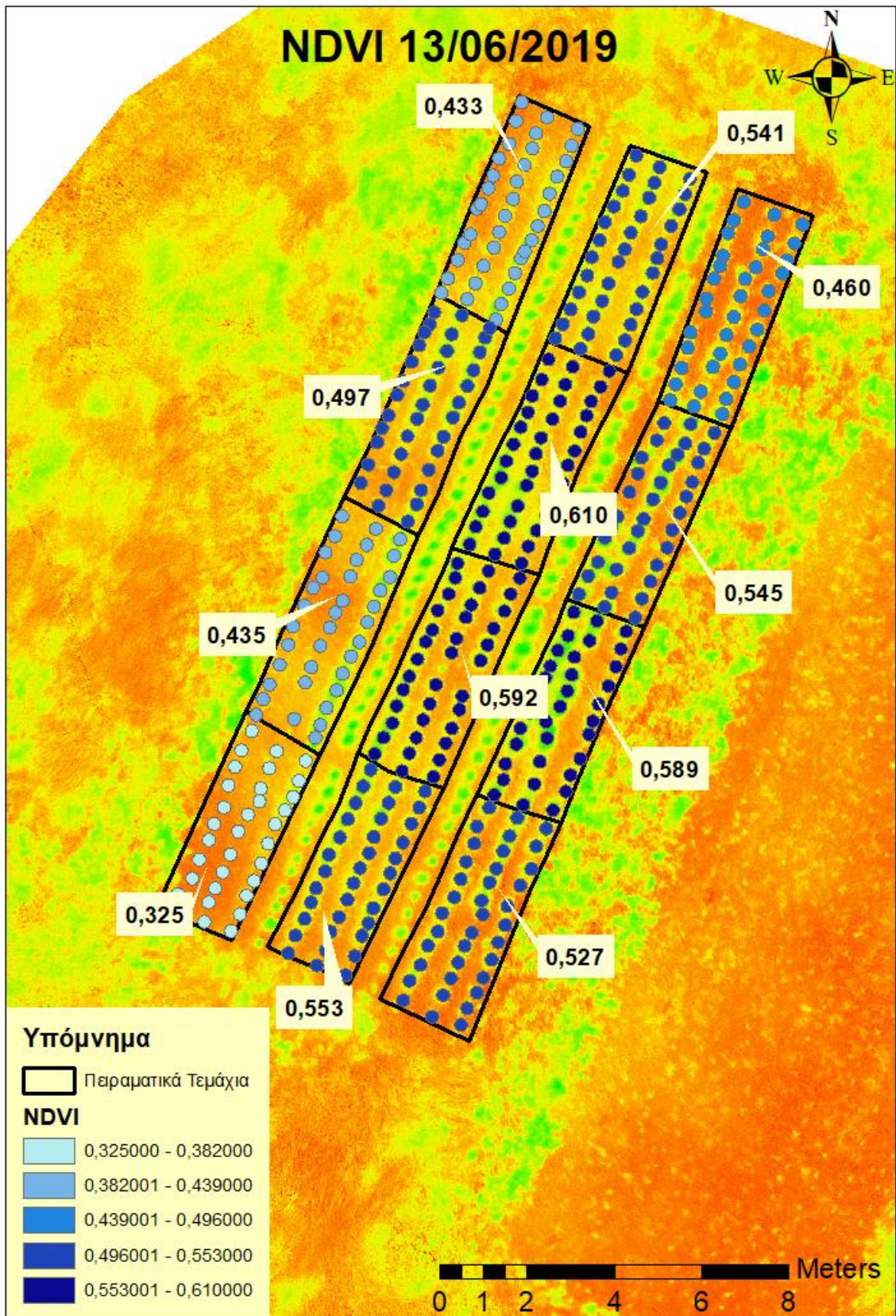
Επιπλέον, δημιουργήθηκαν χάρτες απεικόνισης των επεμβάσεων στον πειραματικό αγρό (Εικόνα 34) καθώς και του δείκτη NDVI για κάθε πειραματικό τεμάχιο σε κάθε ημερομηνία πτήσης (Εικόνα 35, 36, 37). Οι χάρτες αυτοί απεικονίζονται παρακάτω:



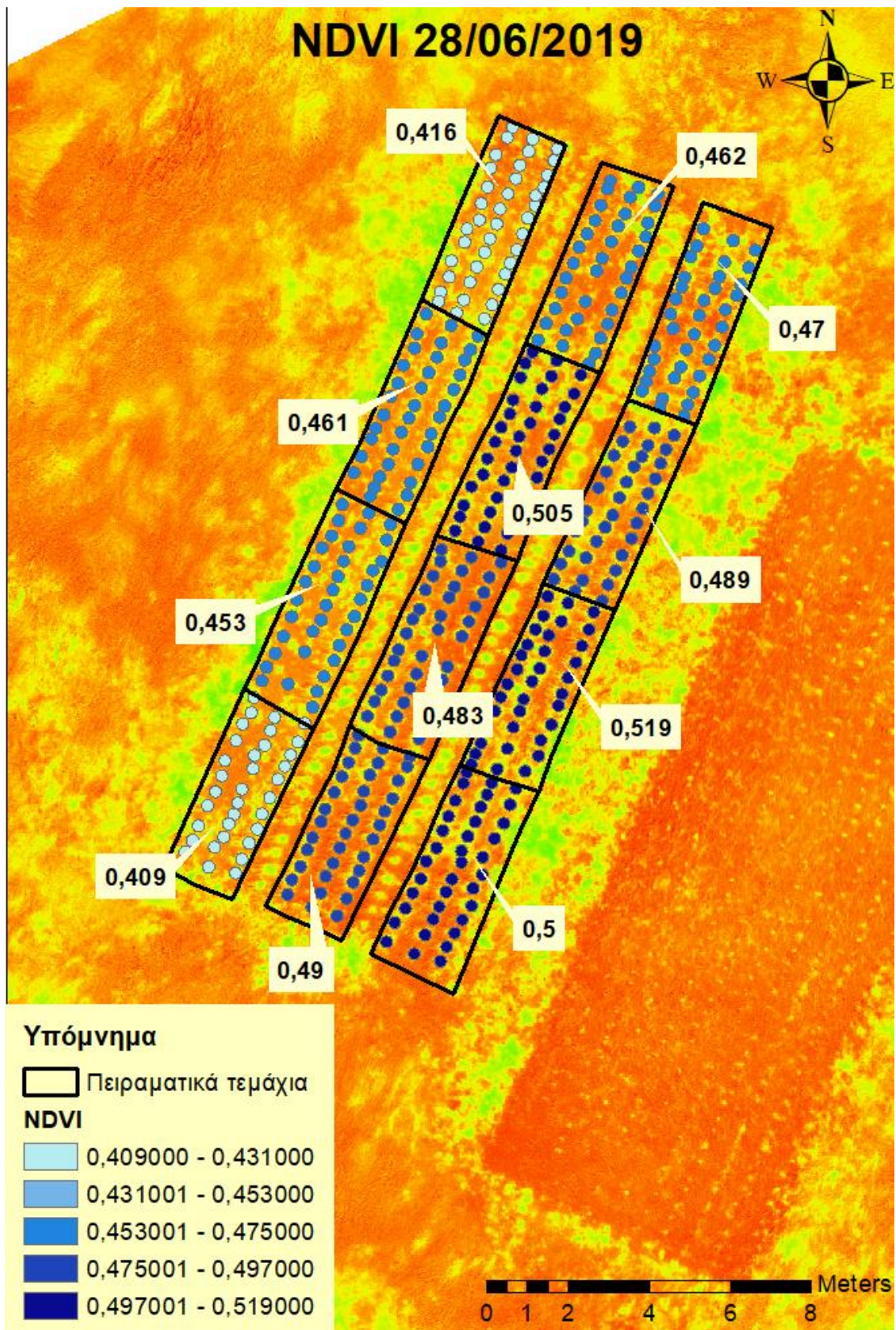
Εικόνα 32: Χάρτης απεικόνισης των επεμβάσεων λίπανσης στον πειραματικό αγρό των Σπάτων Αττικής.



Εικόνα 33:Χάρτης απεικόνισης του μέσου δείκτη βλάστησης NDVI σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για την ημερομηνία 03.05.2019.



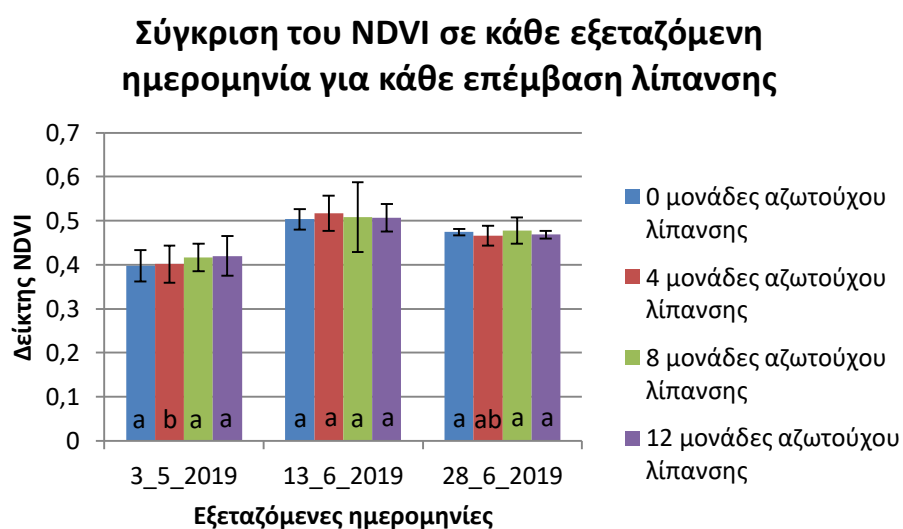
Εικόνα 34: Χάρτης απεικόνισης του μέσου δείκτη βλάστησης NDVI σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για την ημερομηνία 13.06.2019.



Εικόνα 35: Χάρτης απεικόνισης του μέσου δείκτη βλάστησης NDVI σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για την ημερομηνία 28.06.2019.

3.6.2 Αναλύσεις διαχρονικά

Εκτός από τις διατοπικές αναλύσεις μελετήθηκε και η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης διαχρονικά. Από το παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του δείκτη NDVI ανάμεσα στις 3 ημερομηνίες για τις επεμβάσεις που δέχθηκαν 0, 8 και 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης (μπλε, πράσινη και μωβ στήλη). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στα φυτά που δέχθηκαν 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με μεγαλύτερο μέσο NDVI στις 13/06/2019. Μικρότερο NDVI παρατηρήθηκε στις 03/05/2019 με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις 13/06/2019 (Διάγραμμα 27).



Διάγραμμα 24: Διαφοροποίηση του μέσου δείκτη βλάστησης NDVI της *Origanum x intercedens* στην επέμβαση με 0, 4, 8 και 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης για τις τρεις ημερομηνίες. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκαν τέσσερις επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης σε φυτά του είδους *Origanum x intercedens* με 0, 4, 8 και 12 μονάδες αζώτου, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος και στην επιφάνεια κάλυψης του φυτού σε καμία από τις επεμβάσεις λίπανσης. Παρόμοια αποτελέσματα αναφορικά με το ύψος του φυτού επιβεβαιώνονται και από άλλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στο είδος *Origanum vulgare spp hirtum* μιας και δεν υπάρχουν διαθέσιμες μελέτες στη βιβλιογραφία για το υβρίδιο *Origanum x intercedens* (Sotiropoulou et.al, 2010). Για τα υπόλοιπα μορφολογικά χαρακτηριστικά δεν υπάρχουν διαθέσιμες μελέτες στη βιβλιογραφία που να εξετάζουν την επίδραση διαφορετικών επεμβάσεων αζωτούχου λίπανσης στο υβρίδιο *Origanum x intercedens*.

Επιπλέον, μετά τη συγκομιδή δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη βλαστών, φύλλων, στο νωπό και ξηρό βάρος. Ωστόσο, σε μελέτη των Sotiropoulou et.al (2010) παρατηρήθηκε ότι η αζωτούχος λίπανση επηρεάζει τη βιομάζα αυξανόμενη της ποσότητας της λίπανσης, με μέγιστη απόδοση στα 8 kg N/στρ. Οι διαφορές της παρούσας μελέτης με αυτήν των Sotiropoulou et.al. (2010) μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε κατά την πρώτη χρονιά εγκατάστασης των φυτών, ενώ στην μελέτη των Sotiropoulou et.al. (2010) μελετήθηκαν τρεις καλλιεργητικές περιόδους. Επιπλέον, μπορεί να οφείλεται στη μεταφυτευτική καταπόνηση (stress) που υπέστησαν τα φυτά κατά τους πρώτους μήνες εγκατάστασής τους στον αγρό του Γ.Π.Α. στα Σπάτα (Hughes et al., 1989; Beemnet et al., 2014).

Όσον αφορά στην ανάπτυξη της ταξιανθίας, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στον αριθμό απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία. Ειδικότερα, μεγαλύτερος αριθμός απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία βρέθηκε στα φυτά που δεν δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση, ενώ μικρότερος αριθμός απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες επεμβάσεις λίπανσης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά βρίσκονταν στο πρώτο έτος καλλιέργειας που είναι το έτος εγκατάστασης και εγκλιματισμού των φυτών και όχι στην εφαρμογή αζωτούχου λιπάσματος.

Όσον αφορά στην ανάλυση κύριων συνιστωσών, τα αποτελέσματα ήταν αναμενόμενα καθώς είναι απόλυτα λογικό με την αύξηση του αριθμού των βλαστών να παρατηρείται μείωση των φύλλων ανά βλαστό. Αντίστοιχα, με αύξηση του αριθμού των φύλλων ανά βλαστό είναι λογικό να αυξηθεί η επιφάνεια κάλυψης των φυτών. Τέλος, όσο αυξάνεται ο αριθμός των φύλλων, μειώνεται το μέγεθός τους.

4.2 Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Όπως είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία και ισχύει για όλα τα πολυετή φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά, η εκατοστιαία απόδοση κάθε είδους φτάνει στο μέγιστο όταν η καλλιέργεια βρίσκεται στο τρίτο έτος από την εγκατάσταση. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης εξετάστηκε η περιεκτικότητα στο πρώτο έτος της εγκατάστασης του εξεταζόμενου είδους *Origanum x intercedens* στον αγρό του Γ.Π.Α. στα Σπάτα Αττικής κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης για τις τέσσερις διαφορετικές επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης. Στην παρούσα μελέτη υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 4 και 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με 6,17% (v/w) και 6,36% (v/w), αντίστοιχα, ενώ χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στα φυτά που δέχθηκαν 12 μονάδες λίπανσης με 5,43% (v/w). Δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες στη βιβλιογραφία για την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του υβριδίου (*O.intercedens*), καθώς δεν έχει μελετηθεί αρκετά. Σύμφωνα με τους Kokkini *et al.*, (1993), στο νησί της Νισύρου σε αυτοφυείς πληθυσμούς της *O.intercedens* χωρίς επέμβαση λίπανσης η περιεκτικότητα ήταν στο 4,5% (v/w), ενώ σύμφωνα με τον Ασσαριωτάκη (2018), στον αγρό που Γ.Π.Α. η περιεκτικότητα του υβριδίου έφτασε στο 5,4% (v/w). Στην παρούσα μελέτη στον αγρό των Σπάτων η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των φυτών που δεν δέχθηκαν λίπανση έφτασε το 5,98% (v/w) το οποίο αποδεικνύει την άριστη προσαρμογή του είδους σε συνθήκες καλλιέργειας, υπό τις δεδομένες εδαφοκλιματικές συνθήκες.

4.3 Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων

Από την ανάλυση των αιθέριων ελαίων των φυτών ρίγανης *Origanum x intercedens* προέκυψαν ορισμένα συστατικά σε συγκέντρωση μεγαλύτερη του 0,01% (v/v). Τα περισσότερα από αυτά όπως α-θουγένιο, α-πινένιο, 1-οκτεν-3-όλη, β-πινένιο, β-μυρκένιο, α-τερπινένιο, π-κυμένιο, γ-τερπινένιο, cis-υδροσαβινένιο, τερπινολένιο, βορνεόλη, τερπινεν-4-

όλη, α-τερπινεόλη, θυμόλη, καρβακρόλη και β-καρυοφυλλένιο ταυτίζονται με τα συστατικά αιθέριων ελαίων φυτών *Origanum ssp* που αναφέρονται σε άλλες μελέτες (Vokou et al., 1993; Sezik et al., 1993; Baser et al., 1994; Novak et al., 2002b; Sivropoulou et al., 1996; Russo et al., 1998; Chalchat & Pasquier 1998; Skoula et al., 1999; D' Omer, 1999; Daferera et al., 2000; D' Antuono et al., 2000; Boydag et al., 2003; Belhattab et al., 2004; Ivask et al., 2005; Figueredo et al., 2005; Hazzit et al., 2006; Sari et al., 2006; Figueredo et al., 2006a; Figueredo et al., 2006b; Unlu et al., 2007; Cetin et al., 2007). Η ποσοστιαία χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων, διαφέρει σε κάθε περίπτωση και εξαρτάται από την τοποθεσία, τις κλιματικές συνθήκες και την εποχή συγκομιδής των φυτών (Kokkini et al., 1977; Russo et al., 1998).

Από τις αναλύσεις προέκυψε ότι τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων ήταν η καρβακρόλη, το γ-τερπινένιο και το π-κυμένιο κάτι που επιβεβαιώνεται και από την βιβλιογραφία (Economou et al., 2011, Said-Al et al.,2009, Karamanos et al.,2013). Η περιεκτικότητα σε **καρβακρόλη** κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα στις επεμβάσεις με 0, 4 και 8 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος φτάνοντας το 89,07% (v/v). Πιο συγκεκριμένα, μέγιστη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη βρέθηκε στα φυτά που δέχθηκαν 4 μονάδες αζώτου με 89,07% (v/v), ακολούθησαν τα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζώτου με 88,31% (v/v) και τα φυτά που δεν δέχθηκαν άζωτο με 88,08% (v/v). Αυτά αντιστοιχούν σε 5,418g, 5,420g και 5,124g καρβακρόλης στα 100g ξηρού φυτικού υλικού. Η υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη υποδεικνύει μια ρίγανη υψηλής ποιότητας, με χαρακτηριστική οσμή. Δεν υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες μελέτες στη βιβλιογραφία που να μελετούν τα συστατικά των αιθερίων ελαίων του υβριδίου *Origanum x intercedens*. Σε επισκόπηση που πραγματοποιήθηκε από τους Economou *et al.* (2014) σε διαφορετικούς βιότυπους στο νησί της Ικαρίας σε δυο είδη ρίγανης παρατηρήθηκε ότι η καρβακρόλη για την *O.onites* κυμάνθηκε από 72,56% έως 84,98% και για την *O.hirtum* από 70,15% έως 86,24%. Σε παλαιότερες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτοφυείς πληθυσμούς στη Νίσυρο από τους Kokkini and Vokou (1993) τα ποσοστά της καρβακρόλης των μελετούμενων ειδών ήταν χαμηλότερα, καθώς η *O.onites* δεν ξεπέρασε το 63,8% (v/v) και η *O.hirtum* το 87,5% (v/v). Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη σε σχέση με τα δεδομένα που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, η οποία αποδίδεται στις διαφορετικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Τέλος, δεν υπάρχουν μελέτες που να διερευνούν την περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου αναγοντάς την σε γραμμάρια συστατικού ανά 100 γραμμάρια ξηρού φυτικού υλικού.

Το γ-τερπινένιο και το π-κυμένιο είναι οι βιοσυνθετικοί πρόδρομοι της καρβακρόλης και της θυμόλης (Poulose & Croteau, 1978), κάτι που ισχύει για την *Origanum vulgare ssp hirtum* (Vokou et al., 1993). Σύμφωνα δε με το πόσο αυξανόταν η μία ουσία παράλληλα μειωνόταν η άλλη φάνηκε ότι το βιοσυνθετικό μονοπάτι είναι: γ-τερπινένιο>π-κυμένιο>θυμόλη ή καρβακρόλη (Omer, 1999). Όσον αφορά στο σύνολο των δεδομένων, αυτά ταυτίζονται σε μεγάλο βαθμό με αντίστοιχες παλαιότερες μελέτες, οι οποίες υποστηρίζουν ότι και κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στο π-κυμένιο και στην καρβακρόλη (Vokou et al., 1993; Bendahou et al., 2008; Azizi et al., 2009).

Όσον αφορά στο **γ-τερπινένιο**, η περιεκτικότητα που καταγράφηκε ήταν από 4,12% έως 4,57%. Σύμφωνα με τους Karamanos et al (2013) σε μελέτη που έγινε στην *Origanum vulgare ssp. hirtum*, βρέθηκε χαμηλότερο ποσοστό γ-τερπινενίου κατά την δεύτερη καλλιεργητική περίοδο, ενώ αυξήθηκε κατά την τρίτη καλλιεργητική περίοδο. Σε παλαιότερη έρευνα στο στάδιο της πλήρους άνθισης η περιεκτικότητα της *O.onites* σε γ-τερπινένιο είχε φτάσει το 6,3% (v/v), ενώ η *O.hirtum* μόλις το 1,1% (v/v) (Kokkini and Vokou, 1993). Όπως παρατηρούμε η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε γ-τερπινένιο της *Origanum x intercedens* όπως προσδιορίστηκε στην παρούσα μελέτη ήταν ενδιάμεση των τιμών που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Στην παρούσα μελέτη το **π-κυμένιο** κυμαίνεται από 2,38% έως 2,84%. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Karamanos et.al. (2013) βρέθηκε ότι το π-κυμένιο είχε αρκετά μεγαλύτερη περιεκτικότητα και στην δεύτερη και στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο. Σε μελέτη των Kokkini and Vokou (1993) η *Origanum x intercedens* εμφάνισε 3,1% περιεκτικότητα σε π-κυμένιο σε αυτοφυείς πληθυσμούς στη Νίσυρο. Σύμφωνα με τους Economidou et al, η *Origanum vulgare ssp hirtum* εμφάνισε 1,62% - 4,56% περιεκτικότητα σε π-κυμένιο ενώ η *Origanum onites* 1,43% - 6%. Όπως παρατηρούμε η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε π-κυμένιο της *Origanum x intercedens* όπως προσδιορίστηκε στην παρούσα μελέτη ήταν ενδιάμεση των τιμών που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Σε αντίθεση με την καρβακρόλη, η θυμόλη βρέθηκε σε πολύ μικρή περιεκτικότητα στο αιθέριο έλαιο. Αυτό συμφωνεί και με άλλες μελέτες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην *Origanum vulgare ssp. hirtum* (Karamanos A.J et al., 2013).

Η αζωτούχος λίπανση φάνηκε να επηρεάζει μόνο την ποσότητα της καρβακρόλης στα 100 γραμμάρια ξηρού φυτικού υλικού καθώς όταν εφαρμόστηκαν 12 μονάδες λιπάσματος παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο stress που δημιουργήσε η υπερβολική αζωτούχος λίπανση στα φυτά

που δέχθηκαν 12 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος. Σύμφωνα με τους Karamanos et.al (2013) η αζωτούχος λίπανση δεν επηρέασε τη συγκέντρωση των τριών κύριων συστατικών του αιθέριου ελαίου.

Η παρούσα μελέτη αποτελεί την πρώτη μελέτη που διερεύνησε την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών επεμβάσεων αζωτούχου λίπανσης στο υβρίδιο *Origanum x intercedens*.

4.4 Αξιολόγηση των γεωχωρικών τεχνολογιών

Στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια απεικόνισης της φυτείας με χρήση UAV με σκοπό την παρακολούθηση της φυτείας. Αρχικά αξιολογήθηκαν οι διαφορές του δείκτη βλάστησης NDVI για τις 4 διαφορετικές επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης σε τρεις ημερομηνίες. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον NDVI σε καμία επέμβαση για κάθε ημερομηνία. Αυτό εξηγείται καθώς ο NDVI είναι ένας δείκτης βλάστησης που αξιολογεί την ανάπτυξη των φυτών και είναι λογικό να μην υπάρχουν διαφορές καθώς δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ούτε στα μορφολογικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν για κάθε επέμβαση αζωτούχου λίπανσης.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των μορφολογικών χαρακτηριστικών και του δείκτη βλάστησης NDVI για κάθε μία από τις μελετούμενες ημερομηνίες. Αρχικά, για τις δύο πρώτες ημερομηνίες (03/05/2019, 13/06/2019) παρατηρήθηκαν θετικές συσχετίσεις μεταξύ του ύψους των φυτών και του δείκτη NDVI καθώς και μεταξύ της επιφάνειας κάλυψης και του δείκτη NDVI. Στην τρίτη ημερομηνία, η οποία είναι η μέρα της συγκομιδής, παρατηρήθηκαν θετικές συσχετίσεις μεταξύ του δείκτη NDVI και της επιφάνειας κάλυψης των φυτών καθώς και του νωπού και ξηρού βάρους των φυτών, ενώ αρνητική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ του δείκτη NDVI και του αριθμού φύλλων ανά βλαστό. Πιο συγκεκριμένα, ήταν αναμενόμενη η θετική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη βλάστησης και της επιφάνειας κάλυψης καθώς και του νωπού και ξηρού βάρους. Με βάση αυτές τις συσχετίσεις, επιβεβαιώνονται τα αποτελέσματα που εμφανίστηκαν στην Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA). Στην PCA παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού φύλλων ανά βλαστό με τα υπόλοιπα μορφολογικά χαρακτηριστικά, κάτι που αποτυπώθηκε και επιβεβαιώθηκε στην απεικόνιση με τη χρήση γεωχωρικών τεχνολογιών.

Αρνητική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ του NDVI και του αριθμού φύλλων ανά βλαστό. Αυτό εξηγείται καθώς ο δείκτης βλάστησης NDVI δεν μπορεί να αποτυπώσει με

ακρίβεια τον αριθμό φύλλων στους βλαστούς καθώς υπάρχουν φύλλα που αλληλεπικαλύπτονται, επομένως δεν εντοπίζονται από τον αισθητήρα.

Εκτός από διατοπικές συγκρίσεις πραγματοποιήθηκαν και διαχρονικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φυτά που δέχθηκαν 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης παρουσίασαν αυξημένο δείκτη NDVI στις 13/06/2019. Ακολούθησε η ημερομηνία 28/06/2019 και τέλος η ημερομηνία 03/05/2019. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά στις 03/05/2019 ήταν στην αρχή της ανάπτυξής τους, στις 13/06/2019 είχαν αναπτυχθεί πλήρως, ενώ στις 28/06/2019 τα φυτά ήταν στο στάδιο της πλήρους άνθισης. Όσον αφορά στις υπόλοιπες επεμβάσεις λίπανσης, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών εξεταζόμενων ημερομηνιών. Ωστόσο, παρατηρείται μία τάση αύξησης του δείκτη NDVI από τις 03/05/2019 στις 13/06/2019 και μετά μία μικρή πτώση του, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική.

Για όλα τα παραπάνω δεν υπάρχουν διαθέσιμες μελέτες στη βιβλιογραφία. Γενικότερα, η παρακολούθηση της φυτείας με UAV αποσκοπεί στον καθορισμό των αναγκών σε άζωτο και στη λήψη απόφασης για λίπανση μέσω της μελέτης της κατανομής της βλάστησης με τη χρήση των δεικτών βλάστησης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση τεσσάρων διαφορετικών επεμβάσεων αζωτούχου λίπανσης στην *Origanum x intercedens* στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα Σπάτα Αττικής. Η μελέτη αυτή αποτελεί την πρώτη μελέτη που εξετάζει το υβρίδιο *Origanum x intercedens* ως προς τα μορφολογικά, ποσοτικά, ποιοτικά χαρακτηριστικά καθώς και ως προς την αντιοξειδωτική του ικανότητα.

Όσον αφορά στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, βρέθηκαν διαφορές στον αριθμό απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία με τα φυτά που δέχθηκαν 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης να εμφανίζουν τον μικρότερο αριθμό με στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Το ύψος των φυτών της καλλιέργειας δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης. Επιπλέον, στα ποσοτικά χαρακτηριστικά διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή 4 και 8 μονάδων αζώτου αύξησε σημαντικά την ολική ποσότητα αιθέριου ελαίου / στρέμμα.

Όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη εμφάνισαν τα αιθέρια έλαια των φυτών που δέχθηκαν 0, 4 και 8 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος.

Τέλος, η παρούσα μελέτη αποτελεί την πρώτη μελέτη που παρακολούθησε τη φυτεία με τη χρήση μεθόδων τηλεπισκόπησης. Παρατηρήθηκε, λοιπόν, ότι ο δείκτης βλάστησης NDVI αποδείχθηκε αξιόπιστος δείκτης για την παρακολούθηση της φυτείας ΦΑΦ αντικατοπτρίζοντας την ευρωστία των φυτών και παράλληλα απεικόνισε την αρνητική σχέση των διαφορετικών χαρακτηριστικών ανάπτυξης της καλλιέργειας. Θα μπορούσαν μελλοντικά να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο φυτού και άλλοι δείκτες βλάστησης όπως NDRE, GNDVI .

Φαίνεται, λοιπόν, ότι η εφαρμογή 4 και 8 μονάδων αζωτούχου λίπανσης αύξησε την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Δεδομένου ότι τα αιθέρια έλαια των δύο αυτών επεμβάσεων εμφανίστηκαν εξίσου αυξημένης ποιότητας, προτιμάται η λίπανση με τέσσερις μονάδες αζωτούχου λιπάσματος.

Συμπερασματικά, λοιπόν, διαπιστώνεται ότι το υβρίδιο *Origanum x intercedens* αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο είδος για την βιομηχανία των Φαρμακευτικών και Αρωματικών φυτών με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, αιθέριο έλαιο και υψηλή συγκέντρωση καρβακρόλης, σημαντικής ουσίας για τη φαρμακοβιομηχανία.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ασσαριωτάκης Α., 2018. Παραλλακτικότητα των Φαρμακευτικών και Αρωματικών ειδών, *Origanum vulgare ssp. hirtum L.*, *Origanum onites L.* και *Origanum x intercedens*, σε συνθήκες καλλιέργειας ως προς τα μορφολογικά, αποδοτικά και χημειοτυπικά τους χαρακτηριστικά., Αθήνα.
- Βαρδακάκης, Μ. 1993. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ (ΚΡΥΠΤΟΓΑΜΑ - ΣΠΕΡΜΑΤΟΦΥΤΑ) Τόμος 1, 4η Έκδοση. Εκδόσεις: Δ.Κ. Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη. 811 σελ.
- Βουτσά, Δ., Εργαστηριακές Σημειώσεις, Τοξικές Οργανικές Ενώσεις σε Περιβαλλοντικά Δείγματα, Α.Π.Θ., 2001-2002, σελ. 27.
- Γκόλιαρης, Α. 1992. Η καλλιέργεια της ρίγανης. Γεωργία και ανάπτυξη 2: 39 – 42.
- Δόρδας, Χ. 2012. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ. 358.
- Ζερλέντης, Κ. 1981. Συστηματική Βοτανική Μέρος 2ον (Αγγειόσπερμα). Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών – Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Αθήνα
- Καλλαϊτζάκης Ι., 1995. Υδατάνθρακες και δευτερογενή φυτικά προϊόντα, Αθήνα.
- Καλύβας Δ. και Ν. Παπαευσταθίου 1995. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Πυρφόρος 20: 26-31.
- Καρούσου Ρ., 1995. Ταξινομική προσέγγιση της οικογένειας Labiatae στην Κρήτη. Εξάπλωση, μορφολογία και αιθέρια έλαια. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Κατσιώτης, Σ. και Π. Χατζοπούλου 2010. *Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια*. Εκδόσεις: Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη. 973 σελ.
- Κατσιώτης, Σ. και Π. Χατζοπούλου 2013. *Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια*. Εκδόσεις: Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Κόλλια Β., Καλύβας Δ., Τριαντακωνσταντής Δ. 2013. Γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα. Εκδόσεις Έμβρυο.
- Κουτσός, Θ.Β. 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. 349 σελ.
- Μαρκογιάννη, Β., 2010. Χωροχρονικές μεταβολές βλάστησης και χρήσεων γης σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης της τεχνητής Λ. Πλαστήρα με χρήση GIS και δεδομένων Τηλεπισκόπησης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

- Παπαναγιώτου, Ε., Κ. Παπανικολάου και Σ. Ζαμανίδης 2001. Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Γεωργία – Κτηνοτροφία 1:36-42.
- Πετρόπουλος, Γ., Ι. Ανδρεαδάκος και Χ. Φωτόπουλος 1994. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ως εναλλακτική προσπάθεια αναδιάρθρωσης των αροτραίων καλλιεργειών. Εισ: Πρακτικά 5^{ου} Συνεδρίου «Βελτίωση Φυτών: Συμβολή στην αντιμετώπιση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και του φάσματος της πείνας». σ: 243 – 247.
- Πολυσίου, Μ. (επιμέλεια) 2002. Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Υ.Ε.Ο., Γ.Π.Α., Αθήνα. 218 σελ.
- Πολυσίου, Μ. Γ. και Π.Α. Ταραντίλης 2007. *Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα Ενόργανη Ανάλυση*. Εκδόσεις Γ.Π.Α, Αθήνα. 72 σελ.
- Πολυσίου Μ.Γ., Ταραντίλης Π.Α., 2008. Ενόργανη Ανάλυση Φυσικών Προϊόντων. Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Σαρλής, Γ. 1994. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις : Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.
- Σιδηράς, Ν., 2002. ΕΛΛΑΦΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ. ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ , Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας. Αθήνα.329 σ.
- Σκρουμπής, Β. Γ. 1985. Αρωματικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια. Εκδόσεις: OFFSET. Γιαχούδη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη. 349 σελ.
- Σκρουμπής, Β. 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Εκδόσεις: Αγρότυπος, Αθήνα. 256 σελ.
- Στεφανάκη – Νικηφοράκη Μαρία. 1999. «Συστηματική Βοτανική» Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Τσόγκας, Μ. 2005. Προοπτικές προώθησης του κλάδου των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα. Πρόταση ενός ολοκληρωμένου μοντέλου εφαρμογής. Γεωργία – Κτηνοτροφία. 8: 24 – 28.
- Υπ.Α.Α.Τ., 2007. Προοπτικές ανάπτυξης τομέα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών (Με βάση προτάσεις & συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ).
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Στρατηγικό Σχέδιο ανάπτυξης για την καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα. Αθήνα, Μάιος 2017.
http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Aromatika_Fyta/stratighko_sxedio_aff260218.pdf

Ξένη Βιβλιογραφία

- Aminzadeh, M., F. Amiri, A.E. Abadi, K. Mahdevi and Sh. Fadai 2010. Factors Affecting on Essential Chemical Composition of *Thymus kotschyanus* in Iran. World Appl. Sci. J. 8(7): 847-856.
- Amr, E. E., A. Shalaby & H. M. Fabel 2003. Effect of organic agriculture practices on the volatile aroma components of some essential oil plants growing in Egypt II: sweet Marjoram (*Origanum majorana L.*) essential oil. Flav. Frag. J. 18: 345-351
- Antolovich, M., Prenzler, P.D., Patsalides, E., McDonald, S., & Robards, K. (2001). Methods for testing antioxidant activity. Analyst, 127, 183-198.
- Anwar, M., D. D. Patra, S. Chand, K. Alpesk, A. A. Naqvi, S. P. S. Khanuja 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Com. soil sci. plant anal.. 36(13-14):1737-1746
- Ariga, T., Koshiyama, I., & Fukushima, U.S. (1989). Patent, 4,797,421
- Arrebola, M. L. 1992. PH.D. Thesis, University of Granada, Spain.
- Aulakh, M. S., & S. S. Malhi 2005. Interactions of nitrogen with other nutrients and water: Effect on crop yield and quality, nutrient use efficiency, carbon sequestration, and environmental pollution. Adv. Agron.. 86: 341-409
- Azizi, A., F. Yan and B. Honermeier. 2009. Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare L.*) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. Ind. Crops Prod. 29: 554–561.
- Baranauskien R., P. R. Venskutonis, P. Viskelis & E. Dambrauskien 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). J. Agric. Food Chem., 51(26): 7751-7758.
- Baricevic, D., 1997. Experiences with oregano (*Origanum ssp.*) in Slovenia. In: S. Padulosi, ed., Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, pp. 110 – 120, 8 – 12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Baricevic, D., L. Milevoj and J. Borstnic 2001. Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare ssp. Hirtum Ietswaart*) on the dry bean weevil (*Acanthoscellides obtectus Say.*) Int. J. Horticultural Sci. 7(2): 84 – 88.
- Baricevic, D. and T. Bartol 2002. The biological / pharmacological activity of the *Origanum* Genus. In: S.E. Kintzios, ed., Oregano, the genera *Origanum* and *Lippia*, pp. 177 – 213, Taylor and Francis, London and New York.
- Baser, K. H. C., T. Ozek, M. Kurkcuoglu & G. Tumen 1994. The Essential Oil of *Origanum vulgare subsp. hirtum* of Turkish origin. J. Essent. Oil Res. 6: 31-36

- Baydar H., Sagdic O., Ozkan G. and Karadogan T., 2004. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*. 1:169 – 172.
- Beemnet, M. K., Samuel, T., Zewdinesh, D. Z., Zinash, T., Mihret, M. and Bekri, M. 2014. Morpho-agronomic Characteristics, Essential Oil Content and Essential Oil Yield of Oregano (*Origanum vulgare* L.) in Ethiopia. *Scholarly Journal of Agricultural Science* Vol. 4(12), pp. 565-571.
- Belhattab, R., L Larous, A.C.Figueiredo, P.A.G.Santos, J.G.Barroso & L.G.Pedro 2004. *Origanum glandulosum* Desf. grown wild in Algeria: essential oil composition and glycosidic bound volatiles. *Flav. Frag. J.* 20:209-212
- Bendahou, M., Muselli, A., Grignon-Dubois, M., Benyoucef, M., Desjobert J.M., Bernardini, A.F., Costa, J. 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. essential oil and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation. *Food Chemistry*, 106: 132-139.
- Bernath, J. 1997. Some scientific and practical aspects of production and utilization of oregano in central Europe. In: S. Padulosi, ed., *Oregano*. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, pp. 78–93, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Biondi, D., P. Cianci, C. Geraci, G. Ruberto and M. Piattelli 1993. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flav. Frag. J.* 8(6): 331 – 337.
- Bonner, J. and A.J. Varner 1975. *Plant Biochemistry*, Academic Press, New York, London.
- Bosabalidis, A.M. and S. Kokkini 1997. Intraspecific variation of leaf anatomy in *Origanum vulgare* grown wild in Greece. *Bot. J. Linn. Soc.* 123: 353 – 362.
- Bosabalidis, A.M. 2002. Structural features of *Origanum* sp. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 11 – 64, Taylor and Francis, London and New York.
- Boydag, I., M. Kurkcoglu, T. Ozek & K. H. C. Baser 2003. Isolation of some soluble and dispersed materials of oregano water. *Chem. Nat. Comp.* 39(5): 465-469
- Bozin B., Mimica – Dukie Nn, Simin N., Anackov G., 2006. Characterization of the volatile composition of essential oil of some Lamiaceae species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. *J Agri. Food Chem* 54.
- Brand-Williams W., M.E Cuvelier and C. Berset; Use of a Free Radical method to evaluate Antioxidant Activity- *Lebensm.-Wiss. U Technol.* 28, 25-30, 1995.
- Bullerman, B., F.Y. Lieu and S.A. Seier 1977. Inhibition of growth and aflatoxin production in cinnamon and clove oils. Cinnamic aldehyde and eugenol. *J. Food Sci.* 42: 1107 – 1109.

- Burkart, R.M. and D.D. Buhler 1997. A regional framework for analyzing weed species and assemblage distributions using a geographic information system. *Weed Sci.* 45: 455–462.
- Burrough, P.A. 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford University Press, New York. 193 p.
- Cano, A. Acosta, M. Arnao, M. B; A method to measure antioxidant activity in organic media: application to lipophilic vitamins.- *Redox Report* 2000, 5, 365-370.
- CASTIGLIONI, ARTURO [E.B. KRUMHAAR - TRANSL.], A History of Medicine. Published by New York, Alfred A. Knopf. (1958).
- Caverio, A.A., Matos, F.J.A., Alena, J.W., and Plumel. M.M., *Flavor and Fragrance J.*, 1989, 4, 43-44.
- Cetin, H., F. Erler & A. Yanikoglou 2007. A comparative evaluation of *Origanum onites* essential oil and its four major components as larvicides against the pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *Pest. Manag. Sci* 63: 830-833
- Chalchat, J. C & B. Pasquier 1998. Morphological and chemical studies of *Origanum* Clones : *Origanum vulgare L. ssp. vulgare*. *J. Essent. Oil. Res.* 10: 119-125
- Charai, M., M. Mosaddak and M. Faid 1996. Chemical composition and antimicrobial activity of two aromatic plants: *Origanum majorana L.* and *Origanum compactum Benth.* *J. Essent. Oil Res.* 8(6): 657 – 664.
- Choudhury, A. T. M. A., I. R. Kennedy 2005. Nitrogen fertilizer losses from rice soils and control of environmental pollution problems. *Com. Soil Sci. Plant Anal.* 36(11-12):1625-1639
- Clark, R. J. & C. Menary 1980. The effect of irrigation and nitrogen as the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita L.*). *Austral. J. agric. Res.* 31(3): 489-498
- Conner, D.E., L.R. Beuchat, R.E. Worthington and H.L. Hitchcock 1984. Effects of essential oils and oleoresins of plants on ethanol production, respiration and sporulation of yeasts. *Int. J. Food Microbiol.* 1(2): 63 – 74.
- Croteau, R. 1992. *Biochemistry of Monoterpenes and Sesquiterpenes of the Essential Oils*. In *Herbs, Spices and Medicinal Plants Vol. 1*. L. Cracer and J. Simon Editors, Food Products Press, N.Y.
- D' Antuono, L.F., G.C. Galleti and P. Bocchini 2000. Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare L.* Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy). *Ann. Bot.-Lond.* 86: 471 – 478.
- Daferera, J. D., B. Ziogas & M. Polissiou 2000. GC – MS Analysis of Essential Oils from Some Greek Aromatic Plants and Their Fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.* 48(6): 2576-2581

- Davis, G. J. 1994. Managing plant nutrients for optimum water efficiency and water conservation. *Adv. Agron.* 53: 85-120 1
- Daw, Z.Y., G.E. El – Baroty and A.M. Ebtessam 1994. Inhibition of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production by some essential oils. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 16(5/6): 129 – 135.
- Deans, S.G. and K.P. Svoboda 1990. The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana L.*) volatile oil. *Flav. Frag. J.* 5(3): 187 – 190
- Demos, A., C. Petrakis, P. Kefalas and D. Boskou 1998. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Res. Int.* 31(5): 351-354.
- Denayer R. and B. Tilquin 1994. Détermination des indices de rétention de composants d'huiles essentielles. *Rivista Italiana*: 13: 7–12.
- Economou, G., Panagopoulos, G., Tarantilis, P., Kalivas, D., Kotoulas, V., Travlos, I.S., Polysiou, M., Karamanos, A. 2011. Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum L.*, *Origanum onites L.*, *Coridothymus capitatus (L.)* and *Satureja thymbra L.* populations from the Greek island Ikaria. *Industrial Crops and Products.* 33: 236-241.
- Economou, G., Panagopoulos G., Karamanos A., Tarantilis P., Kalivas D., Kotoulas V. 2014. An assessment of behavior of carvacrol – rich wild Lamiaceae species from the eastern Aegean under cultivation in two different environments. *Industrial Crops and Products.* 54: 62-69.
- Elakovich, S.D. 1988. Terpenoids as models for new agrochemicals. In: H.G. Cutler, ed., *Biologically Active Natural Products – Potential Use in Agriculture*, pp. 250 – 261, American Chemical Society, Washington, D.C.
- Erickson, R.E. 1976. The industrial importance of monoterpenes and essential oils. *Lloydia* 39: 8-19.
- Figueredo, G., J-C. Chalchat & B. Pasquier 2006a. Studies of Mediterranean oregano populations. IX: Chemical composition of essential oils of seven species of oregano of various origins. *J. Essent. Oil Res.* 18: 411-415
- Figueredo, G., P. Cabassu & J-C. Chalchat 2006b. Studies of Mediterranean oregano populations. VII: Chemical composition of essential oils of carvacrol –rich Oregano of various origins. *J. Essent. Oil Res.* 18: 244-249.
- Figueredo, G., P. Cabassu, J-C. Chalchat & B. Pasquier 2005. Studies of Mediterranean oregano populations- V. Chemical composition of essential oils of oregano: *Origanum syriacum L. var. bevanii (Holmes) Ietswart*, *O. syriacum L. var. sinaicum (Boiss.) Ietswaart*, and *O. syriacum L. var. syriacum* from Lebanon and Israel. *Flav. Frag. J.* 20: 164-168

- Figueiredo, A.C., J.G. Barroso, L.G. Pedro and J.J.C. Scheffer 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flav. Fragr. J.* 23: 213-226.
- Fischer, N. H. 1986. The function of mono and sesquiterpenes as plant germination and growth regulators. In: A.R. Putnam and C.S. Tang, eds, *The science of Allelopathy*, pp. 203 – 218, Wiley – Interscience, New York.
- Fleisher, A. and Z. Fleisher 1988. Identification of Biblical Hyssop and origin of the traditional use of oregano-group herbs in the Mediterranean region. *Econ. Bot.* 42(2): 232 – 241.
- Gavalas, N., A.M. Bosabalidis and S. Kokkini 1998. Comparative study of leaf anatomy and essential oils of the hybrid *Mentha X villosa – nervata* and its parental species *M. longifolia* and *M. spicata*. *Isr. J. Plant Sci.* 46: 27 – 33.
- Gergis, V., V. Spiliotis and C. Poulos 1990. Antibacterial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie* 45: 70
- Gonuz, A. and B. Ozorgucu 1998. An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Tr. J. of botany.* 23: 19 – 32.
- Gershenzon, J., M. Maffei and R. Croteau 1989. Biochemical and historical localization of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of spearmint (*Mentha spicata*). *Plant Physiol.* 89: 1351 – 1357.
- Goliaris, A. 1997. Research and production of medicinal and aromatic plants in Greece. *Med. Plant Rep.* 4(4): 1 – 10.
- Gonuz, A. and B. Ozorgucu 1998. An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Tr. J. of botany.* 23: 19-32.
- Gounaris Y., Skoula M., Fournaraki C., Drakakaki G., Makris A., (2002), Comparison of essential oils and genetic relationship of *Origanum x intercedens* to its parental taxa in the island of Crete. *Biochem. System. Ecol.* 30(3): 249-258
- Gouyon, P. H., P.H. Vernet, J.L. Guillerm and G. Valdeyron 1986. Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. *Heredity* 57: 59-66.
- Hanley, N. 2007. The economics of nitrate pollution. *Eur. Rev. Agric. Econ.* 17(2): 129-151
- Hashim, E.F., K.A.A. Seham and A.A. Kheir 1999. Nematicidal activity of some labiateaceous plant extracts on *Meloidogyne incognita*. *Ann. Agric. Sci. Cairo* 44(1): 447 – 457.
- Hazzit, M., A. Baaliouamer, M. L. Faleiro & M. G. Miguel 2006. Composition of the essential oils of *Thymus* and *Origanum* species in Algeria and their antioxidant and antimicrobial activities. *J. agric. food chem.* 54 (17): 6314 – 21

- Hitokoto, H., S. Morozumi, T. Wauke, S. Sakai and H. Kurata 1980. Inhibitory effects of spices on growth and toxin production of toxigenic fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 39: 818 – 822.
- Horwath, A.B., R.G. Geayer, D.M. Keith-Lukas and M.S.J. Simmonds 2008. Chemical characterisation of wild populations of *Thymus* from different climatic regions in southeast Spain. *Biochem. Syst. Ecol.* 36:117–133.
- Hughes, S.G., J.A. Bryant and N. Smirnoff 1989. Molecular biological application to studies of stress tolerance. In: G.J. Hamlyn, T.J. Flowers and M.B. Jones, eds, *Plants under stress*, pp. 131-135, Cambridge Univ. Press, New York.
- Huie C.W. 2002. A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medical plants. *Anal. Bioanal. Chem.* 373: 23-30.
- Hussein, A.S.M. 1990. Antibacterial and antifungal activities of some Lybian aromatic plants. *Planta medica* 56: 644 – 645.
- Igarashi, K., Yoshida, T., & Suzuki, E. (1993). *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 40, 138.
- Igarashi, K., Takanashi, K., Makino, M., & Yasui, T. (1989). *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 36, 852.
- Ivask, K., T. Kailas, A. Raal, E. Arak, U. Paaver 2005. Composition of the essential oil from wild marjoram (*Origanum vulgare L. ssp. vulgare*) cultivated in Estonia. *J. ess. oil Res.* 17(4): 384-387
- Karamanos A.J, Sotiropoulou D.E, 2013. Field studies of nitrogen application on Greek oregano (*Origanum vulgare ssp. hirtum (Link) Ietswaart*) essential oil during two cultivation seasons. *Industrial Crops and Products* 46 (2013) 246– 252
- Karioti, A., H. Skaltsa, C. Demetzos & D. Perdetzoglou 2003. Effect of Nitrogen Concentration of the Volatile Constituents of Leaves of *Salvia fruticosa Mill.* in Solution Culture. *J. Agric. Food Chem.*, 51(22):6505-6508
- Karousou, R., D.N. Koureas and S. Kokkini 2005. Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Phytochem.* 66: 2668–2673.
- Karpouhtsis, I., E. Pardali, E. Feggou, S. Kokkini, Z.G. Scouras and P. Mavragani – Tspidou 1998. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils *Agric. Food Chem.* 46(3): 1111 – 1115.
- Karyotis, T., A. Panagopoulos, J. Alexiou, D. Kalfountzos, D. Pateras, G. Argyropoulos, A. Panoras 2006. Nitrates pollution in a vulnerable zone of Greece. *Com Biometry Crop Sci.* 1(2): 72-78
- Katsoulis B.D., 1988. Some Meteorological Aspects of Air Pollution in Athens, Greece. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 39: 203-212.

- Katsoulis, B.D. 1987. Indications of change of climate from the analysis of air temperature time series in Athens, Greece. *Climatic Change* 10: 67-79.
- Kaufmann B. and Christen P. 2002. Recent Techniques for Natural Products: Microwave assisted Extraction and Pressurised Solvent Extraction. *Phytochem. Anal.* 13: 105-113.
- Kawashima, H., M. J. Bazin & J. M. Lynch 1997. A modeling study of world protein supply and nitrogen fertilizer demand in the 21st century. *Environ. Conserv.* 24(1): 50-56
- Keravis G. 1997. Spectrométrie de masse et chromatographie dans l'analyse des plantes aromatiques et huiles essentielles. In: B. Benjilali, M. Ettalibi, M. Ismaili-Alaoui and S. Zrira, eds., *Proceedings of the Intern. Congr. Arom. Medicinal Plants & Essential Oils*, pp. 379-384, Actes Editions, Rabat, Morocco.
- Kiran, U. & D.D. Patra 2003a. Medicinal and aromatic plant materials as nitrification inhibitors for augmenting yield and nitrogen uptake of Japanese mint (*Mentha arvensis* L. *Piperascens*). *Biores. Technol.* 86(3): 267-276.
- Kiran, U. & D.D. Patra 2003b. Influence of natural essential oils and their by-products as nitrification retarders in regulating nitrogen utilization for Japanese mint in sandy loam soils of subtropical central India. *Agric, Ecosystems & Environ.* 94(2); 237-245
- Kirimer, N., K.H. Baser and G. Tumen 1995. Carvacrol rich plants in Turkey. *Chem. Nat. Comp.* 31(1): 37-41.
- Kokkini, S., R. Karousou and E. Hanlidou 2003. Herbs of the Labiatae. In: B. Caballero, L. Trugo and P. Finglas, eds, *Encyclopedia of food science and nutrition*, second ed., pp. 3082 – 3090, Academic press, London.
- Kokkini, S., R. Karousou & D. Vokou 1994. Pattern of geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochem. Syst. Ecol.* 22: 517-528.
- Kokkini, S., Vokou, D. 1989. Carvacrol – rich plants in Greece. *Flavour. Frag. J.* 4, 1-7.
- Kokkini, S., D. Vokou and R. Karousou 1991. Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. *Botanica Chronica.* 10: 337-346.
- Kokkini, S., and D. Vokou, 1993: The hybrid *Origanum x intercedens* from the island of Nisyros (SE Greece) and its parental taxa; comparative study of essential oils and distribution. *Biochem. Syst. Ecol.* 21, 397—403.
- Kokkini, S. 1997. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 2–12, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome
- Kokkini, S., R. Karousou, A. Dardiotis, N. Krigas & T. Lanaras 1997. Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry.* 44: 883-886.

- Kothari, S.K. & U.B. Singh 1995. The effect of row spacing and nitrogen fertilization on Scotch spearmint (*Mentha gracillis* Sole). *J. ess. oil Res.* 7(3): 287-297
- Kotoulas, V.E., G.N. Panagopoulos, V. Skouras, G. Economou and A. Karamanos 2009. Studies on the role of aromatic shrubs in the inhibition of adjacent vegetation. In: B. Rubin and G. Economou, eds, *Proceedings of the 2nd International Conference of EWRS on Novel and sustainable weed management in arid and semi – arid agro – ecosystems*, p. 16, September 7 – 10, Santorini, Greece.
- Koutsoyiannis D. and Baloutsos. G., 2000. Analysis of a Long Record of Annual Maximum Rainfall in Athens, Greece, and Design Rainfall Inferences. *Natural Hazards*, 29:29-48.
- Kozłowska, H., Naczka, M. (1990). *Production, Chemistry, Nutrition, and Processing Technology* (F. Shahidi, Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York, p. 193.
- Kriegler, F.J., W.A. Malila, R.F. Nalepka, and W. Richardson. 1969. Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment*. Ann Arbor, Michigan, USA: *Remote Sensing of Environment* 1, 97–131.
- Kumazawa, K. 2002. Nitrogen fertilization and nitrate pollution in groundwater in Japan: Present status and measures for sustainable agriculture. *Nutr. Cycl. Agroecosystems*. 63: 129-137
- Kuris, A., A. Altman and E. Putiinsky 1980. Rooting and initial establishment of stem cutting of oregano, peppermint and balm. *Scientia Hort.* 13: 53 – 59.
- Kuris, A., A. Altman and E. Putiinsky 1981. Root formation in oregano (*Origanum vulgare* L.) stem cuttings. *Scientia Hort.* 14: 151 – 156.
- Lahlou M. 2003. Composition and molluscicidal properties of essential oils of five Moroccan Pinaceae. *Pharm. Biol.* 41: 207–210.
- Lamiri A., Lhaloui S., Benjilali B. & Berrada M., 2001. Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola Destructor* (Say). *Field Crops Res.*, 71, 9-15.
- Lass, L. W. and R. H. Callihan. 1993. GPS and GIS for weed surveys and management. *Weed Technol.* 7: 249-254.
- Lepsius R., 1893. *Geologie von Attika. Ein Beitrag zur Lehre von Metamorphismus der Gesteine*, Berlin. *Zeitschr. f. partkt. Geol.*, 4:592.
- Lewinsohn, E., I. Ziv-Raz, N. Dudai, Y. Tadmor, E. Lastochkin, O. Larkov, D. Chaimovitch, U. Ravid, E. Putievsky, E. Pichersky & Y. Shoham 2000. Biosynthesis of estragole and methyl-eugenol in sweet basil (*Ocimum basilicum* L). Developmental and chemotypic association of allylphenol O- methyltransferase activities. *Plant Sci.* 160 (1): 27-35

- Lawrence, B.M., 1984. The botanical and chemical aspects of Oregano. *Perfum. Flavor.* 9: 41 – 51.
- Letellier, M., and Budzinski, H., *Analisis*, 1999, 27, 259-271.
- Madsen, H.L., G.Brtelsen and L.H. Skibsted 1997. Antioxidative activity of spices and spice extracts. In: S.J. Risch and C.T. Ho, eds, *Flavour chemistry and antioxidant properties, Spices*, pp. 176 – 187, American Chemical Society, Washington DC.
- Maguire, D.J. 1991. An overview and definition of GIS. In D.J. Maguire et al. (ed.) *Geographical information systems: Principles and applications*, pp. 9-20, Longman Scientific & Technical, London.
- Mahmoud, S. S. and R. B. Croteau 2002. Strategies for transgenic manipulation of monoterpene biosynthesis in plants. *Trends Plant Sci.* 7(8): 366 – 373.
- Makri, O. 2002. Cultivation of Oregano. In: S.e. Kintzios, ed., *Oregano, the genera *Origanum* and *Lippia**, pp. 153-162, Taylor and Francis, London and New York.
- Man, J., *Users Manual, Micro – Steam – Distillation – Extraction of Biosynthesis*, 2001.
- Marinova G and Batchvarov; Evaluation methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH- Institute of Cryobiology and food Technologies, BG, 2011.
- Markiewicz., B, A. Golcz & E. Kozik 2002. Effect of nitrogen fertilization and harvest term on the yield, content of essential oil and nitrogen in the herb of two cultivars of sweet basil (*Ocimum basilicum L.*). *Ogrodnictwo.* 35: 19-24
- Marston, A. and K. Hostettmann 2009. Natural Product Analysis over the Last Decades. *Planta Med.* 75: 672–682.
- Martonfi, P., A. Grejtovsky and M. Repcak 1994. Chemotype pattern differentiation of *Thymus pulegioides* on different substrates. *Biochem. Syst. Ecol.* 22(8): 819-825.
- Mashaly, A.I. 2006. Vegetation-Soil Relationships in Lake Borollus Protected Area. Egypt. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 1 (3): 229-238. ISSN: 1818-6769.
- Mc Murry, J. 2010. *Οργανική Χημεία. Τόμος I & II. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτη.* σ. 1525.
- Meunier, M.T., Duroux, E., Bastide, P. (1990). *Plantes Medicine Phytotherapie*, 23(4), 267.
- Miller, H., F. Rigelhof, L. Marquart, A. Prakash and M. Kanter; Antioxidant Content of Whole Grain Breakfast Cereals, Fruits and Vegetables- *Journal of the American College of Nutrition*, 19 (3): 312S-319S, 2000
- Mitchell, A. R. & N. A. Farris 1996. Peppermint response to nitrogen fertilizer in an arid climate. *J. Plant nutr.* 19(6): 955-967.

- Modenesi, P., G. Serrato – Valenti and A. Bruni, 1984. Development and secretion of clubbed trichomes in *Thymus vulgaris* L. *Flora* 175: 211 – 219.
- Moure, A., J.M. Cruz, D.Franco, J.M. Dominguez, J. Sineiro, H. Dominguez, M.J. Nunez and J.C. Parajo 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem.* 72(2): 145 – 171.
- Muller, W. H. 1986. Allelochemical mechanisms in the inhibition of herbs by chaparral shrubs. In: A.R. Putnam and C.S. Tang, eds, *The Science of Allelopathy*, pp. 189 – 199, Wiley – Interscience, New York.
- Novak, J., J.Langbehn, F.Pank & C.M.Franz 2002b. Essential oil compounds in a historical sample of marjoram (*Origanum majorana* L.,Lamiaceae). *Flav.Frag.J.* 17:175-180
- Novak, J., H. Grausgruber, F. Pank, J. Langbehn, W.D. Blüthner, C. Vender, L.V. Niekerk, W. Junghanns and C. Franzl 2003. Stability of Hybrid combinations of Marjoram (*Origanum majorana* L.). *Flav. Fragr. J.* 18: 401 – 406.
- Oka, Y., S. Nacar, E. Putievsky, U. Ravid, Z. Yaniv and Y. Spiegel 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root – knot nematode. *Phytopathology* 90(7): 710 – 715 Paech, K., 1950. *Biologie und Physiologie der Sekundären Pflanzenstoffe*. Springer – Verlag, Berlin.
- Omer, A. E. 1999. Response of Wild Egyptian Oregano to Nitrogen Fertilization in a Sandy Soil. *J. plant nutr.* 22(1): 103 – 114.
- Omer E.A., H.E. Ouda and S.S. Ahmed 1994. Cultivation of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) in newly reclaimed lands of Egypt. *J. Herbs, Spices Med. Plants* 2(2): 9–15.
- Omer E.A. 1998. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in sandy soil. *Egypt J. Hort.* 25(3): 295–307.
- Ozer E.O., *Can. J. Chem. Eng.*, 1996, 74, 920-928.
- Ozguven, M., F. Ayanoglu & A. Ozel 2006. Effects of nitrogen rates and cutting times on the essential oil yield and components of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii*. *J. Agron .* 5: 101-105.
- Paech, K. 1950. *Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Parthasarathy, U., G. R. Asish, T. J. Zachariah, K.V. Saji, G.K. Johnson, K. Jayarajan, P.A. Mathew and V.A. Parthasarathy 2008. Spatial influence on the important volatile oils of *Piper nigrum* leaves. *Current Sci.* 94(12): 1632-1635.
- Patra, D. D., M. Anwar, S. Chand, U. Kiran, D.K. Rajput & S. Kumar 2002. Nimin and *Mentha spicata* oil as nitrification inhibitors for optimum yield of Japanese mint. *Commun. Soil sci. Plant anal.* 33 (3&4): 451-460.

- Pavlov, A., P. Kovatcheva, V. Georgiev and I. Koleva; Biosynthesis and Radical Scavenging Activity of Betalains during the Cultivation of Red Beet (*Beta vulgaris*) Hairy Root Cultures- Zeitschrift für Naturforschung, 57:640-644, 2002.
- Pellequer, J., M. Jacob, M.S. Buochberg and J. Allegrini 1980. Therapeutic value of the cultivated mountain savory (*Satureja Montana L.*: Labiateae). Acta Hort. 96(187): 35 – 39.
- Pérez-Jiménez, J., S. Arranz., M. Taberner, M. E. Diaz-Rubio, J. Serrano., I. Goñi and F. Saura-Calixto; Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. Food Research International, 41 (3): 274-285, 2008.
- Piccaglia, R. and M. Marotti. 1993. Characterization of several aromatic plants grown in Italy Flav. Fragr. J. 8: 115-117
- Pimentel, D. 2004. Sustainable Agriculture: Economic Indicator. Encyclopedia of Plant and Crop Science. 1195-1197 201
- Pirbalouti, A.J., Gh. Normohammadi, Gh.A. Kamali, A. Ayeneh Band, J. Porhemmat, Kh. Abdollahi and A.R. Golparvar 2008. Integrating Some of the Ecological Factors in Order Sustainable Canola Production Using GIS in Southwest Iran. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4(1): 68-71.
- Pirbalouti, A.J., A. Karimi, M. Yousefi, S. Enteshari and A.R. Golparvar 2011. Diversity of *Thymus daenensis Celak* in Central and West of Iran. J. Med. Plants Res. 5(4): 319-323.
- Poludennij, L.V. and Ju.P. Zhuravlev 1989. *Medicinal Plants i the Home Garden*, Moskovskij Rabotchij, Moscow.
- Poulose, A.J. and R. Croteau 1978. Biosynthesis of aromatic monoterpenes. Conversion of terpinene to p-cymene and thymol in *Thymus vulgaris L.* Arch. Biochem. Biophys. 187: 307-314
- Putievsky, E. 1983. Temperature and day – length influences on the growth and germination of sweet basil and oregano. J. Hort. Sci. 58: 583 – 587.
- Putievsky, E., D. Nativ and R. Uzi 1997. Cultivation, selection and conservation of oregano species in Israel. In: S. Padulosi, ed., Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, pp. 103 – 110, 8 – 12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Pyrzynska Krystyna, Anna Pekal; Application of free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) to estimate the antioxidant capacity of food samples -Analytical Methods ISSU 17, 2013.
- Ram, D., M. Ram & S. K. Roy 2003. Influence of an organic mulching on fertilizer nitrogen use efficiency and herb and essential oil yields in geranium (*Pelargonium graveolens*). Biores. Technol.. 87(3): 273-278

- Ram, D., M. Ram & S. Singh 2006. Optimization of water and nitrogen application to menthol mint (*Mentha arvensis L.*) through sugarcane trash mulch in a sandy loam soil of semi-arid subtropical climate. *Biores. Technol.* 97: 886-893.
- Ram, M. & S. Kumar 1997. Yield improvement in regenerated and transplanted mint *Mentha arvensis* by recycling the organic wastes and manures. *Biores. Technol.* 59: 141-149.
- Ram, M., D. D. Patra & D. V. Singh 1995/1996. Effect of nitrification inhibitors on herb and essential oil yield of Japanese mint on sandy soil. *Fertil. res.* 44(1): 17-21
- Ram, M., D. Ram & S. Singh 1995. Irrigation and nitrogen requirements of Bergamot mint on a sandy loam soil under sub-tropical conditions. *Agr. Water Manage.* 27: 45-54.
- Raman, G., and Gaikar, V.G., *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2002, 41, 2521-2528.
- Ramraj, P., K. Alagumalai and C.S.S. Hepziba 1991. Effect of leaf extract of *Origanum vulgare* (Fam. Lamiaceae) on the hatching eggs of *Meloidogyna incognita*. *Indian J. Nematology* 21(2): 156 – 157.
- Rao, B. R. R 2001. Biomass and essential oil yields of rainfed palmarosa (*Cymbopogon martini (Roxb.) Wats. Var. moti Burk*) supplied with different levels of organic manure and fertilizer nitrogen in semi-arid tropical climate. *Ind. Crops Prod.* 14(3): 171-178(8)
- Rechinger, K. H. fil. 1965. *Flora Aegaea*. *Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturwiss. Kl., Denkscht:*105(1), 531 – 532.
- Regnault – Roger, C. and A. Hamraoui 1993. Influence d'huiles essentielles aromatiques sur *Acanthoscellides obtectus* SAYS, Bruche du haricot (*Phaseolus vulgaris L.*). *Acta Bot. Gallica* 140(2): 217 – 222.
- Remmal, A., T. Bouchikhi, K. Rhayour, M. Ettayeb and A. Tantaoui – Elaraki 1993. Improved method for the determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. *J. Essent. Oil Res.* 5(2): 179 – 184.
- Rice, C. W., J. L. Havlin, S. J. Schepers 1995. Rational nitrogen fertilization in intensive cropping systems. *Fertil. Res.* 42(1/3): 89-97
- Roberta Re, Nicoletta Pellegrini, Anna Proteggente, Ananth Pannala, Miniavang, Catherine Rice-Evans; Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay- *Free Radical Biology & Medicine*, Vol. 26, Nos. 9/10, pp. 1231–1237, 1999.
- Roy, P. S., M.C. Porwal and L. Sharma 2001. Mapping of *Hippophae rhamnoides* Linn. in the adjoining areas of Kaza in Lahul and Spiti using remote sensing and GIS. *Current Sci.* 80(9): 1107-1111.
- Russo, M., G.C. Galletti, P. Bocchini and A. Carnacini 1998. Essential oil chemical composition of wild population of Italian Oregano spice (*Origanum vulgare ssp.*

- Hirtum (Link) Ietswaart*): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. J. Agric. Food Chem 46: 3741 – 3746.
- Said-Al Ahl, H.A.H., E.A. Omer and N.Y. Naguib 2009a. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. Int. AgropHysics 23: 269-275.
- Sandermann, W. 1962. Terpenoids: Structure and Distribution. In: M. Florkin and H.S. Mason, eds, Comparative Biochemistry, Vol. 3, Part A, pp. 503 – 590, Academic Press, N.Y.
- Sangwan, N.S., A.H.A. Farooqi, F. Shabih and R.S. Sangwan. 2001. Regulation of essential oil production in plants. J. Plant Growth Regul. 34: 3-21.
- Sari, M., D.M.Biondi, M.Kaabeche, G.Mandalari, M.D'Arrigo, G.Bisignano, A.Saija, C.Daquino & G. Ruberto 2006. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of several populations of Algerian *Origanum glandulosum Desf.* Flav. Frag. J. 21: 890-898
- Sarlis G.P. 1994. Contribution to the study of the flora of Attica (Greece). Lagascalia 17:229-256.
- Saroa, G. S, R. Lal 2006. Sustainability and Integrated Nutrient Management. Encyclopedia Soil Sci. 1732-1736
- Schery, R.W. 1972. Plants for man. 2ed, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. Sell C.S. 2003. A fragrant introduction to terpenoid chemistry. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Scientific Park, Milton Road, Cambridge, UK. pp. 410.
- Servettaz, O., A. Pinneti, F. Bellesia and L. Bini – Maleci 1994. Micromorphological and phytochemical research on *Teucrium scorodonia* and *teucrium siculum* from the Italian flora. Acta Bot. 107: 416 – 421.
- Sezik, E., G. Tumen, N. Kirimer, T. Ozek & K. H. Baser 1993. Essential Oil Composition of Four *Origanum vulgare* subspecies of Anatolian Origin. J. Essent. Oil Res. 5:425-431
- Shaaya, E., Kostjukovsky, M., Eilberg, J., Sukprakarn, C. 1997. Plants oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored – product insects. Journal of Stored Products Research 33, 7-15.
- Shaaya, E., U. Ravid, N. Paster, M. Kostjukovsky, M. Menasherov and S. Plotkin 1993. Essential oils and their components as active fumigants against several species of stored product insects and fungi. Acta Hort. 344: 131 – 137.
- Sifola, M. I. & G. Barbieri 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Hort. Sci.. 108(4): 408-413.
- Singh, B. R., R. C. Dalal, R. Lal 2006. Integrated Nutrient Management. Encyclopedia Soil Sci 906-911 .

- Singh, M. 2000. Herbage and oil yield of geranium influenced by irrigation, nitrogen and organic mulch grown on alfisol. *J. Hort. Sci. Biotechn.* 75(5); 528-532
- Singh, M. 2001. Long –term studies on yield, quality and soil fertility of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) in relation to nitrogen application. *J. Hort. Sci. Biotechn.* 76(2): 180-182(3)
- Singh, M., S. Sharma, S. Ramesh 2002. Herbage, oil yield and oil quality of patchouli [*Pogostemon cablin (Blanco) Benth.*] influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi- arid tropical climate. *Ind. Crops and Prod.* 16(2): 101-107 (7)
- Sivropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, T. Lanaras and M. Arsenakis 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 44(5): 1202 – 1205.
- Skoula, M., P. Gotsiou, G. Naxakis & C. B. Johnson 1999. A chemosystematic investigation on the mono- and sesquiterpenoids in the genus *Origanum* (Labiatae). *Phytochemistry* 52: 649-657
- Skoula, M. and J.B. Harborne. 2002. The taxonomy and chemistry of *Origanum*. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano the genera Origanum and Lippia*, pp. 67-108, Taylor and Francis, London and New York.
- Sotiropoulou D.E., Karamanos A.J., 2010. Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare ssp. hirtum (Link) Ietswaart*). *Industrial Crops and Products* 32 (2010) 450–457
- Tsuda, T., Ohshima, K., Kawakishi, S., Osawa, T. (1994) *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 248.
- Turrill, W.B. 1929. *The plant life of the Balkan Peninsula. A phytogeographical study.* Clarendon Press, Oxford.
- Unlu, G.V., M. Unlu, E. Donmez & N. Vural 2007. Chemical composition and in vitro antimicrobial activity of the essential oil of *Origanum minutiflorum* O Schwarz & PH Davis. *J Sci Food Agric.* 87: 255-259
- Vernet, Ph., Gouyon, H.P. & Valdeyron G. 1986. Genetic control of the oil content in *Thymus vulgaris L.*: a case of polymorphism in a biosynthetic chain. *Genetica*, 69, 227 – 231.
- Vokou, D., S. Kokkini, and J.M. Bessiere 1993. Geographic variation of Greek Oregano (*Origanum vulgare ssp. hirtum*) essential oils. *Biochem. Syst. Ecol.* 21(2): 287–295.
- Werker, E., E. Putievsky and U. Ravid. 1985b. The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare L.* *Ann. Bot.* 55:793-801.

- Werker, E., U. Ravid and E. Putievsky. 1985a. Structure of glandular hairs and identification of the main components of their secreted material in the same species of the Labiateae. *Isr. J. Bot.* 34: 31-45.
- Werker, E. 1993. Function of essential oil secreting glandular hairs in aromatic plants of Lamiaceae – a review. *Flav. Fragr. J.* 8: 249 – 255.
- Yilmaz, B., S. Gulez and L.F. Kaya 2010. Mapping of biotopes in urban areas: A case study of the city of Bartın and its environs, Turkey. *Scientific Res. Essays* 5(4): 352-365.
- Zheljazkov, V. D. 2005. Assessment of wool waste and hair waste as soil amendment and nutrient source. *J. env. qual.* 34(6):2310-2317

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο συγκεκριμένο μέρος παρατίθενται αναλυτικά οι πίνακες ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για όλα τα μελετούμενα χαρακτηριστικά.

Φυτικά Χαρακτηριστικά

Πριν τη Συγκομιδή

Πίνακας 1. Αποτελέσματα της ANOVA για το ύψος των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	38,4952	3	12,8317	0,73	0,5726
Επανάληψη	23,1542	2	11,5771	0,65	0,5530
Σφάλμα	106,063	6	17,6772		
Σύνολο (διορθωμένο)	167,713	11			

Πίνακας 2. Αποτελέσματα της ANOVA για την επιφάνεια κάλυψης των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	26973,3	3	8991,12	0,07	0,9720
Επανάληψη	206219,	2	103109,	0,84	0,4752
Σφάλμα	732574,	6	122096,		
Σύνολο (διορθωμένο)	965766	11			

Μετά τη συγκομιδή

Πίνακας 3. Αποτελέσματα της ANOVA για τον αριθμό των βλαστών των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	4,03389	3	1,34463	0,06	0,9773
Επανάληψη	7,39447	2	3,69723,	0,17	0,8441
Σφάλμα	127,219	6	21,2032		
Σύνολο (διορθωμένο)	138,647	11			

Πίνακας 4. Αποτελέσματα της ANOVA για τον αριθμό των μεσογονατίων των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,175758	3	0,0585861	0,07	0,9737
Επανάληψη	9,71945	2	4,85973	5,84	0,0391
Σφάλμα	4,99322	6	0,832203		
Σύνολο (διορθωμένο)	14,8884	11			

Πίνακας 5. Αποτελέσματα της ANOVA για τον αριθμό φύλλων ανά βλαστό των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	695,201	3	231,734	0,43	0,7370
Επανάληψη	3774,89	2	1887,44	3,53	0,0970
Σφάλμα	3209,08	6	534,847		
Σύνολο (διορθωμένο)	7679,17	11			

Πίνακας 6. Αποτελέσματα της ANOVA για την επιφάνεια φύλλου των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,155425	3	0,0518083	1,69	0,2664
Επανάληψη	0,0020667	2	0,00103333	0,03	0,9669
Σφάλμα	0,1834	6	0,0305667		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,340892	11			

Πίνακας 7. Αποτελέσματα της ANOVA για τον αριθμό των ταξιανθιών των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	4,03389	3	1,34463	0,06	0,9773
Επανάληψη	7,39447	2	3,69723	0,17	0,8441
Σφάλμα	127,219	6	21,2032		
Σύνολο (διορθωμένο)	138,647	11			

Πίνακας 8. Αποτελέσματα της ANOVA για το μήκος σύνθετης ταξιανθίας των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	7,58269	3	2,52756	1,08	0,4245
Επανάληψη	9,14832	2	4,57416	1,96	0,2210
Σφάλμα	13,9859	6	2,33098		
Σύνολο (διορθωμένο)	30,7169	11			

Πίνακας 9. Αποτελέσματα της ANOVA για το μήκος απλής ταξιανθίας των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,0165583	3	0,00551944	0,72	0,5765
Επανάληψη	0,04055	2	0,020275	2,64	0,1507
Σφάλμα	0,0461167	6	0,00768611		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,103225	11			

Πίνακας 10. Αποτελέσματα της ANOVA για τον αριθμό απλών ταξιανθιών ανά σύνθετη ταξιανθία των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	1450,64	3	483,547	2,79	0,1318
Επανάληψη	1212,11	2	606,057	3,50	0,0985
Σφάλμα	1040,32	6	173,387		
Σύνολο (διορθωμένο)	3703,08	11			

Πίνακας 11. Αποτελέσματα της ANOVA για τον αριθμό ανθέων ανά απλή ταξιανθία των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	37,0591	3	12,353	2,30	0,1772
Επανάληψη	19,7299	2	9,86493	1,84	0,2386
Σφάλμα	32,2221	6	5,37035		
Σύνολο (διορθωμένο)	89,011	11			

Πίνακας 12. Αποτελέσματα της ANOVA για το νωπό βάρος των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
------------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------	---------

Επέμβαση	410,454	3	136,818	0,36	0,7840
Επανάληψη	1326,84	2	663,419	1,75	0,2521
Σφάλμα	2275,77	6	379,295		
Σύνολο (διορθωμένο)	4013,06	11			

Πίνακας 13. Αποτελέσματα της ANOVA για το ξηρό βάρος των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	66,6937	3	22,2312	0,30	0,8271
Επανάληψη	416,12	2	208,06	2,77	0,1403
Σφάλμα	450,045	6	75,0075		
Σύνολο (διορθωμένο)	932,859	11			

Πίνακας 14. Αποτελέσματα της ANOVA για το νοπό βάρος των φυτών ρίγανης σε κιλά/στρέμμα σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	6568,6	3	2189,53	0,36	0,7839
Επανάληψη	21229,6	2	10614,8	1,75	0,2521
Σφάλμα	36412,5	6	6068,74		
Σύνολο (διορθωμένο)	64210,7	11			

Πίνακας 15. Αποτελέσματα της ANOVA για το ξηρό βάρος των φυτών ρίγανης σε κιλά/στρέμμα σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	1066,79	3	355,595	0,30	0,8272
Επανάληψη	6659,84	2	3329,92	2,77	0,1402
Σφάλμα	7200,61	6	1200,1		
Σύνολο (διορθωμένο)	14927,2	11			

Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Πίνακας 16. Αποτελέσματα της ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	1,42643	3	0,475478	17,41	0,0023
Επανάληψη	0,1784	2	0,0892	3,27	0,1097

Σφάλμα	0,163867	6	0,0273111
Σύνολο (διορθωμένο)	1,7687	11	

Ανάλυση κύριων συνιστωσών

Πίνακας 17: Πίνακας συνιστωσών (Table of Component weights)

	Συντελεστές της κύριας συνιστώσας 1	Συντελεστές της κύριας συνιστώσας 2
Ύψος	0,17896	0,22588
Επιφάνεια κάλυψης	0,35799	0,31826
Αριθμός βλαστών	0,3907	0,03006
Αριθμός φύλλων / βλαστό	-0,39593	0,08206
Αριθμός ταξιανθιών	0,3907	0,03006
Αριθμός μεσογονατίων διαστημάτων	0,11598	0,46043
Μήκος φύλλου	0,1224	-0,54262
Πλάτος φύλλου	0,32916	-0,25392
Επιφάνεια φύλλου	0,27388	-0,47726
Νωπό βάρος φυτού	0,40738	0,20116

Ποιοτικός Προσδιορισμός του Αιθέριου Ελαίου

Πίνακας 18: Αποτελέσματα από την ANOVA για την ποσότητα του αιθέριου ελαίου σε γραμμάρια καρβακρόλης / 100g ξηρού φυτικού υλικού στο στάδιο της πλήρους άνθισης για τις εξεταζόμενες επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	1,50866	3	0,502886	12,28	0,0057
Επανάληψη	0,00818717	2	0,00409358	0,10	0,9064
Σφάλμα	0,245725	6	0,0409541		
Σύνολο (διορθωμένο)	1,76257	11			

Πίνακας 19: Αποτελέσματα από την ANOVA για την ποσότητα του αιθέριου ελαίου σε γραμμάρια γ-τερπινενίου / 100g ξηρού φυτικού υλικού στο στάδιο της πλήρους άνθισης για τις εξεταζόμενες επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,00114067	3	0,00038022	0,54	0,6715
Επανάληψη	0,000806	2	0,000403	0,57	0,5916
Σφάλμα	0,00421533	6	0,00070255		

Σύνολο (διορθωμένο)	0,006162	11
---------------------	----------	----

Πίνακας 20: Αποτελέσματα από την ANOVA για την ποσότητα του αιθέριου ελαίου σε γραμμάρια π-κυμενίου / 100g ξηρού φυτικού υλικού στο στάδιο της πλήρους άνθισης για τις εξεταζόμενες επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,00329492	3	0,00109831	3,31	0,0991
Επανάληψη	0,000776167	2	0,00038808	1,17	0,3729
Σφάλμα	0,00199383	6	0,0003323		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,00606492	11			

ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

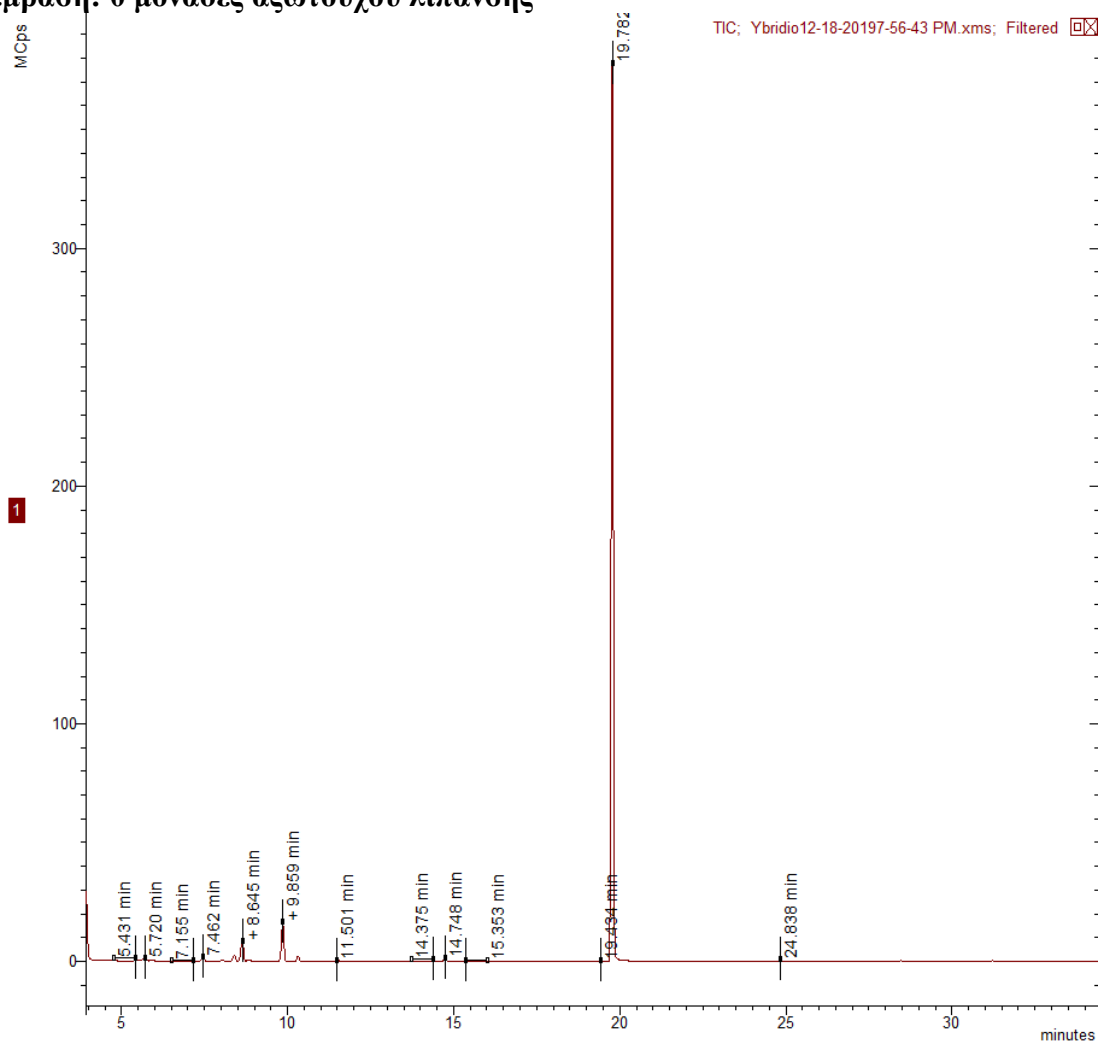
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 0 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 21: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 0 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,431	Δεν προσδιορίστηκε	0,479	0,028
2	5,720	α - θουγένιο	0,616	0,036
3	7,155	1-Οκτεν-3-όλη & β-πινένιο	0,123	0,007
4	7,462	β-Μυρκενίο	0,628	0,037
5	8,397	α-Τερπινένιο	0,767	0,045
6	8,645	π-κυμένιο	2,644	0,154

7	8,835	Λεμονένιο & β-φελλανδρένιο	0,169	0,010
8	9,859	γ-Τερπινένιο	4,450	0,259
9	10,310	cis-Υδροσαβινένιο	0,550	0,032
10	11,501	trans-Υδροσαβινένιο	0,165	0,010
11	14,375	Βορνεόλη	0,192	0,011
12	14,748	Τερπινέν – 4 - ολή	0,394	0,023
13	15,353	α-Τερπινεόλη	0,060	0,003
14	19,434	Θυμόλη	0,137	0,008
15	19,782	Καρβακρόλη	88,380	5,142
16	24,838	β-Καρυοφυλλένιο	0,246	0,014

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

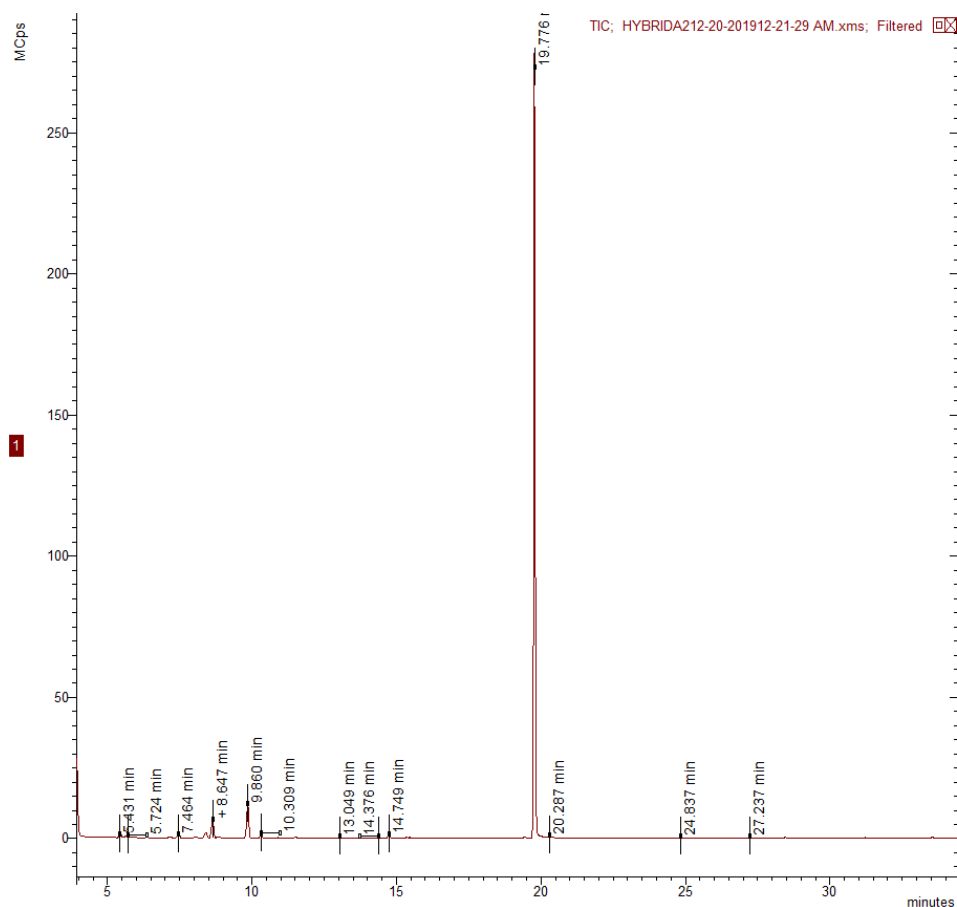
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Ανθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 0 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 22: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 0 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,431	Δεν προσδιορίστηκε	0,643	0,038
2	5,724	α - θουγένιο	0,633	0,037
3	7,464	β-Μυρκένιο	0,688	0,041
4	8,400	α-Τερπινένιο	0,848	0,050
5	8,647	π-κυμένιο	2,690	0,159
6	9,860	γ-Τερπινένιο	4,673	0,276
7	10,309	cis-Υδροσαβινένιο	0,574	0,034
8	14,376	Βορνεόλη	0,178	0,011
9	14,749	Τερπινέν - 4 - ολη	0,425	0,025
10	19,776	Καρβακρόλη	88,377	5,229
11	24,837	β-Καρουφυλλένιο	0,271	0,016

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

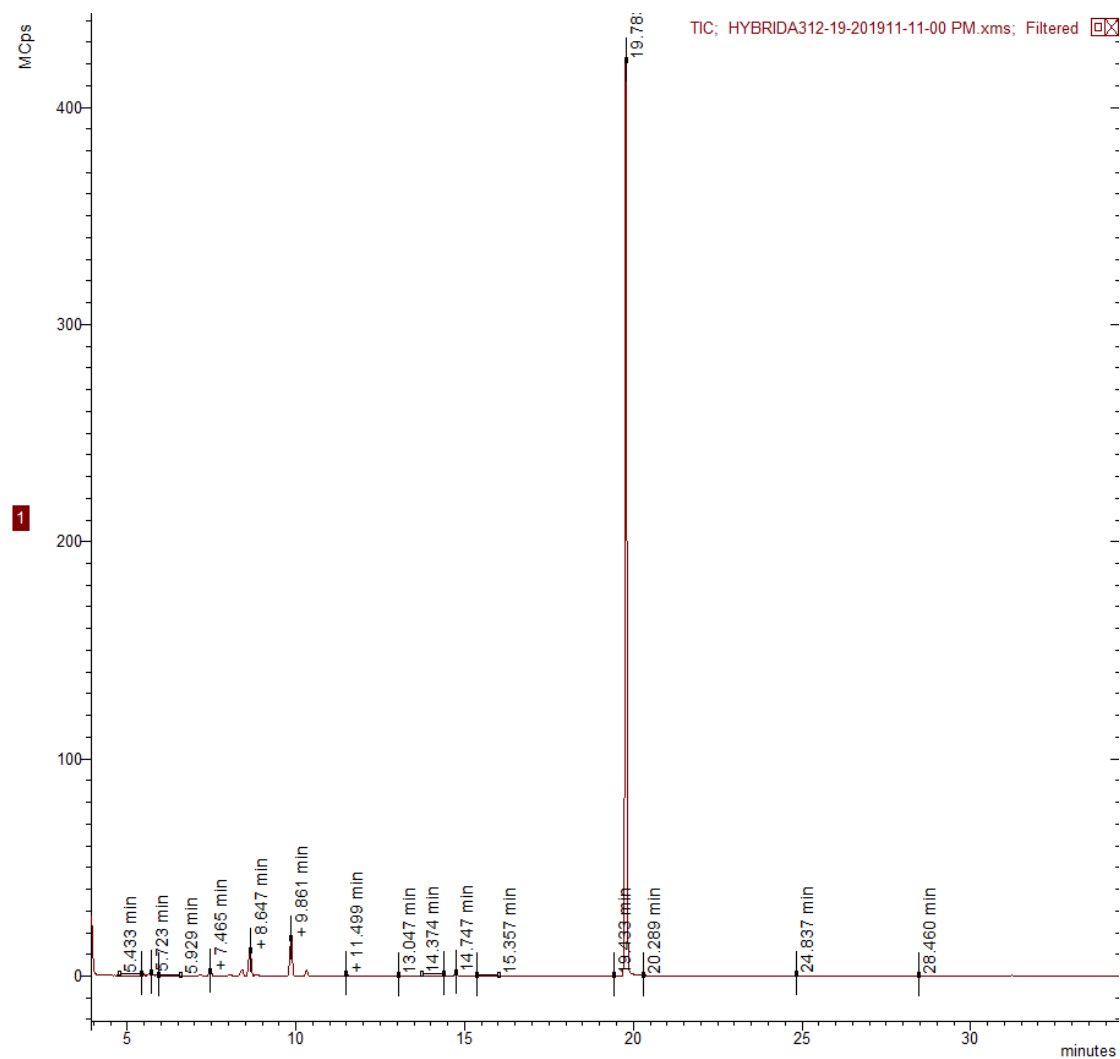
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 0 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 23: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 0 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,433	Δεν προσδιορίστηκε	0,384	0,022
2	5,723	α - θουγένιο	0,625	0,036
3	5,929	α-πινένιο	0,236	0,013
4	7,166	1-Οκτεν-3-όλη & β-Πινένιο	0,124	0,007
5	7,465	β-Μυρκενίο	0,635	0,036
6	8,043	δ-3 καρένιο	0,179	0,010
7	8,399	α-Τερπινένιο	0,783	0,045

8	8,647	π-κυμένιο	3,172	0,181
9	8,841	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,168	0,010
10	9,861	γ-Τερπινένιο	4,118	0,236
11	10,311	cis-Υδροσαβινένιο	0,611	0,035
12	10,887	Τερπινολένιο	0,057	0,003
13	11,499	trans-Υδροσαβινένιο	0,206	0,012
14	14,374	Βορνεόλη	0,237	0,014
15	14,747	Τερπινέν – 4 - ολη	0,382	0,022
16	15,357	α-Τερπινεόλη	0,122	0,007
17	19,433	Θυμόλη	0,137	0,008
18	19,783	Καρβακρόλη	87,471	5,003
19	24,837	β-Καρυφυλλένιο	0,237	0,014
20	28,460	β-Μπισαμπολένιο	0,118	0,007

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

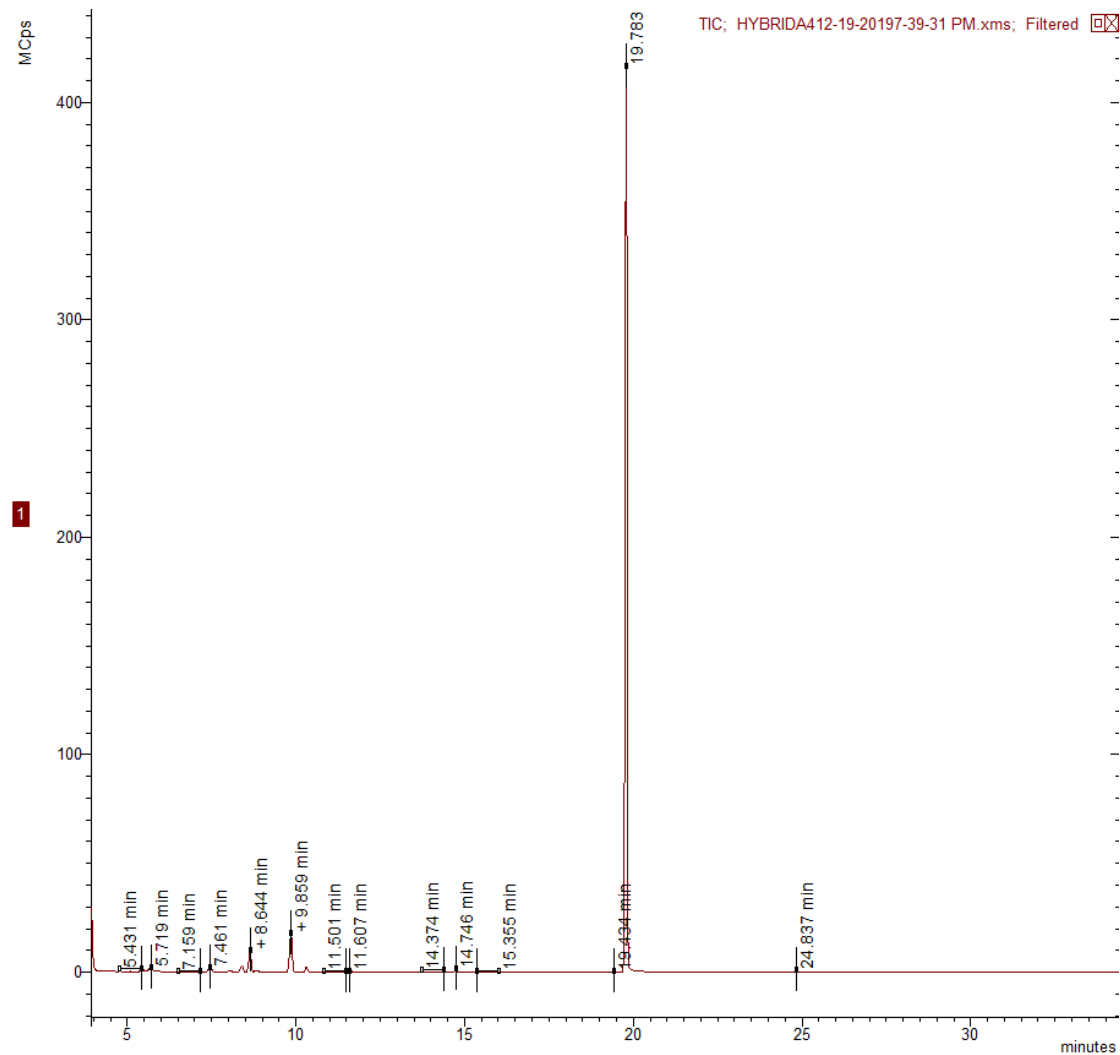
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 24: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,431	Δεν προσδιορίστηκε	0,426	0,025
2	5,719	α - θουγένιο	0,670	0,040
3	7,159	1-Οκτεν-3-όλη & β-Πινένιο	0,123	0,007
4	7,461	β-Μυρκένιο	0,735	0,043
5	8,047	δ-3 καρένιο	0,195	0,012
6	8,398	α-Τερπινένιο	0,852	0,050
7	8,644	π-κυμένιο	2,913	0,172

8	8,836	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,200	0,012
9	9,859	γ-Τερπινένιο	4,589	0,272
10	10,310	cis-Υδροσαβινένιο	0,547	0,032
11	11,501	trans-Υδροσαβινένιο	0,145	0,009
12	14,374	Βορνεόλη	0,210	0,012
13	14,746	Τερπινέν - 4 - ολη	0,319	0,019
14	15,355	α-Τερπινεόλη	0,116	0,007
15	19,434	Θυμόλη	0,108	0,006
16	19,783	Καρβακρόλη	87,633	5,186
17	24,837	β-Καροφυλλένιο	0,218	0,013

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

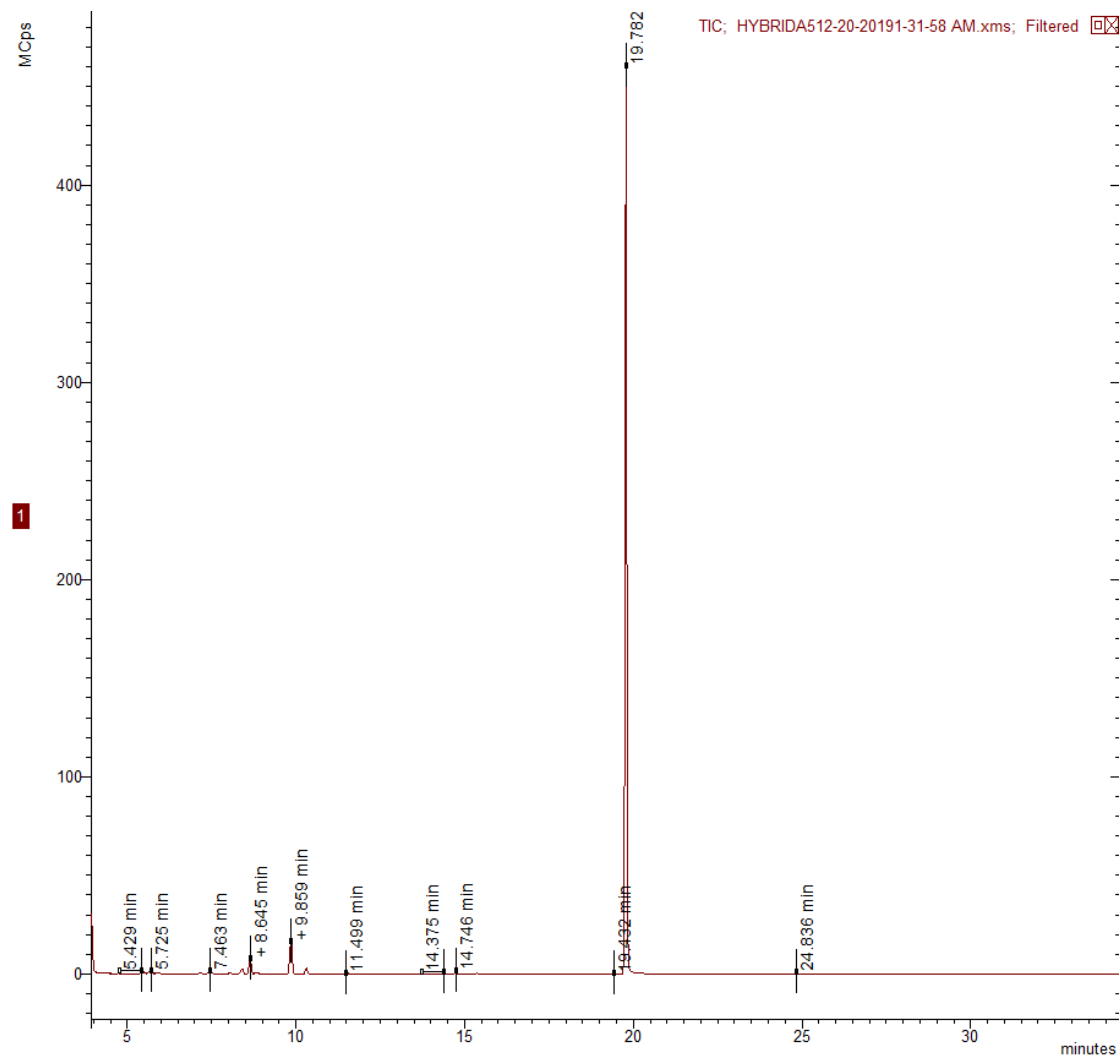
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 25: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάτια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,429	Δεν προσδιορίστηκε	0,392	0,024
2	5,725	α - θουγένιο	0,501	0,031
3	7,463	β-Μυρκένιο	0,558	0,034
4	8,397	α-Τερπινένιο	0,678	0,041
5	8,645	π-κυμένιο	1,997	0,122
6	9,859	γ-Τερπινένιο	3,889	0,238
7	10,309	cis-Υδροσαβινένιο	0,610	0,037

8	11,499	trans-Υδροσαβινένιο	0,193	0,012
9	14,375	Βορνεόλη	0,189	0,012
10	14,746	Τερπινέν – 4 - ολή	0,332	0,020
11	19,432	Θυμόλη	0,120	0,007
12	19,782	Καρβακρόλη	90,279	5,521
13	24,836	β-Καρυοφυλλένιο	0,261	0,016

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

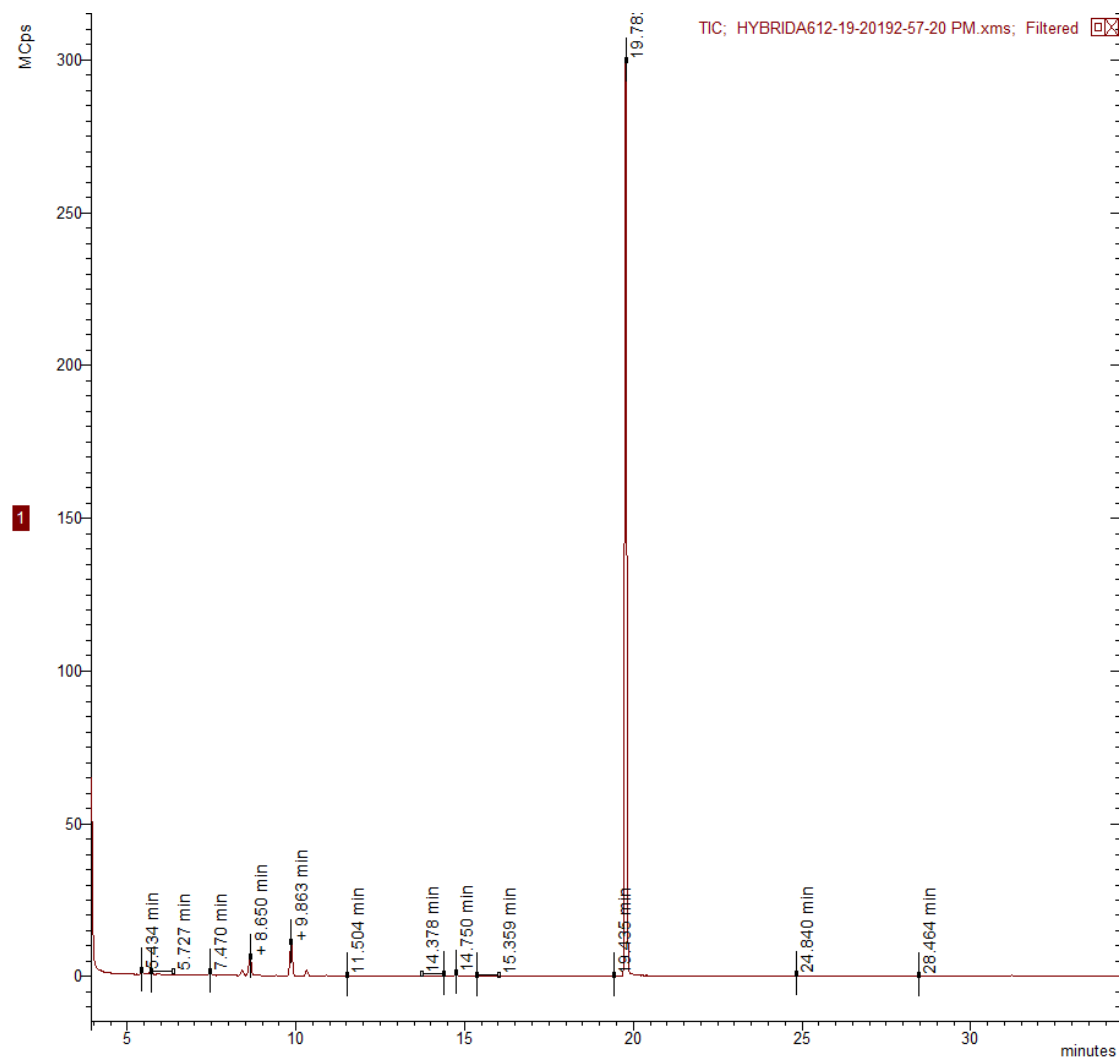
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 26: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 4 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,434	Δεν προσδιορίστηκε	0,632	0,039
2	5,727	α - θουγένιο	0,525	0,033
3	7,470	β-Μυρκένιο	0,594	0,037
4	8,403	α-Τερπινένιο	0,679	0,042

5	8,650	π-κυμένιο	2,287	0,142
6	8,832	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,164	0,010
7	9,863	γ-Τερπινένιο	3,896	0,242
8	10,313	cis-Υδροσαβινένιο	0,660	0,041
9	11,504	trans-Υδροσαβινένιο	0,159	0,010
10	14,378	Βορνεόλη	0,198	0,012
11	14,750	Τερπινέν – 4 - ολη	0,327	0,020
12	15,359	α-Τερπινεόλη	0,122	0,008
13	19,435	Θυμόλη	0,129	0,008
14	19,782	Καρβακρόλη	89,291	5,548
15	24,840	β-Καρυοφυλλένιο	0,256	0,016
16	28,464	β-Μπισαμπολένιο	0,077	0,005

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

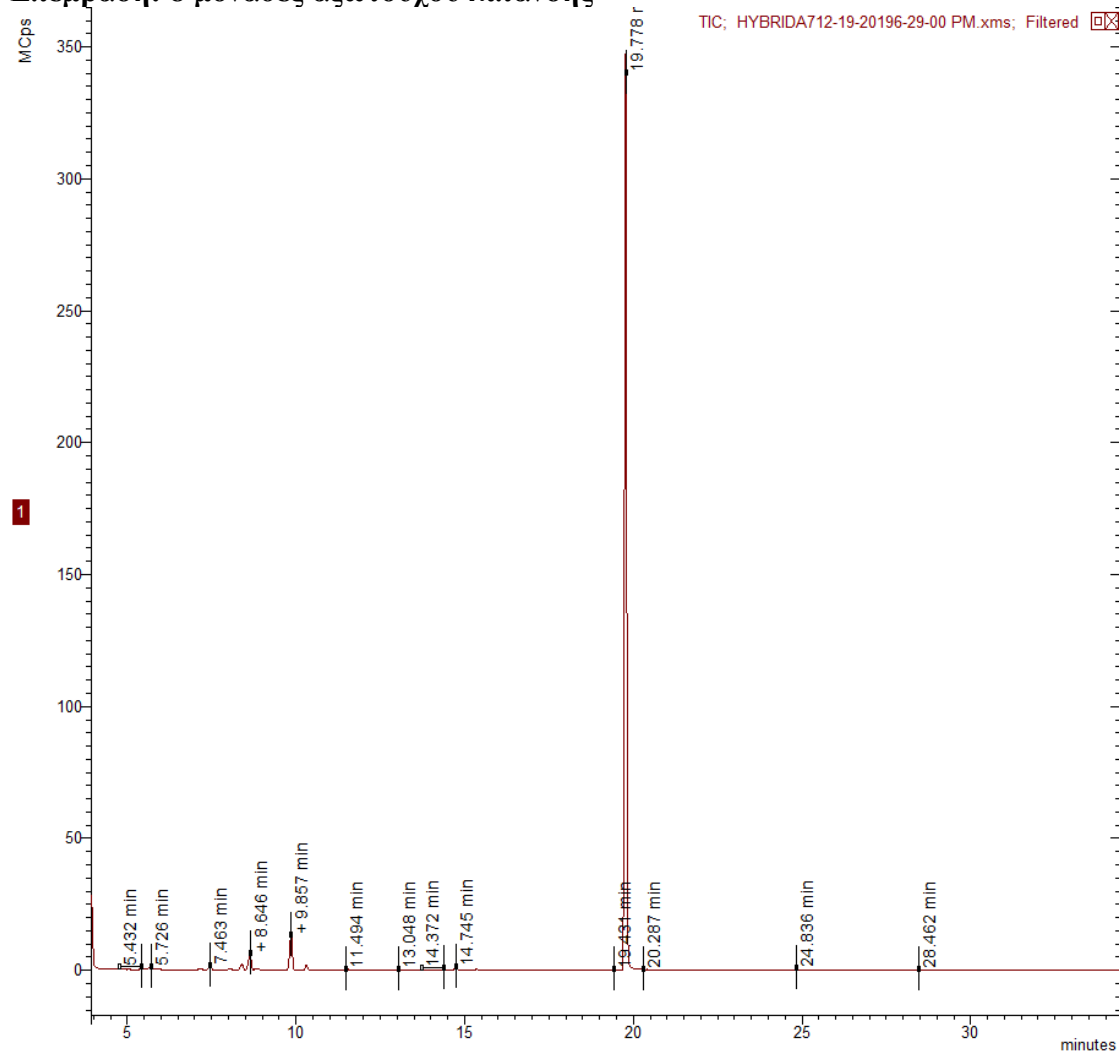
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 27: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,432	Δεν προσδιορίστηκε	0,485	0,031
2	5,726	α - Θουγένιο	0,516	0,033
3	7,463	β-Μυρκένιο	0,606	0,038
4	8,397	α-Τερπινένιο	0,750	0,048
5	8,646	π-κυμένιο	2,221	0,141
6	8,829	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,167	0,011
7	9,857	γ-Τερπινένιο	4,373	0,278
8	10,307	cis-Υδροσαβινένιο	0,566	0,036
9	14,372	Βορνεόλη	0,213	0,014

10	14,745	Τερπινέν – 4 - ολη	0,386	0,025
11	19,431	Θυμόλη	0,110	0,007
12	19,778	Καρβακρόλη	89,265	5,671
13	24,836	β-Καρυοφυλλένιο	0,273	0,017
14	28,462	β-Μπισαμπολένιο	0,069	0,004

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

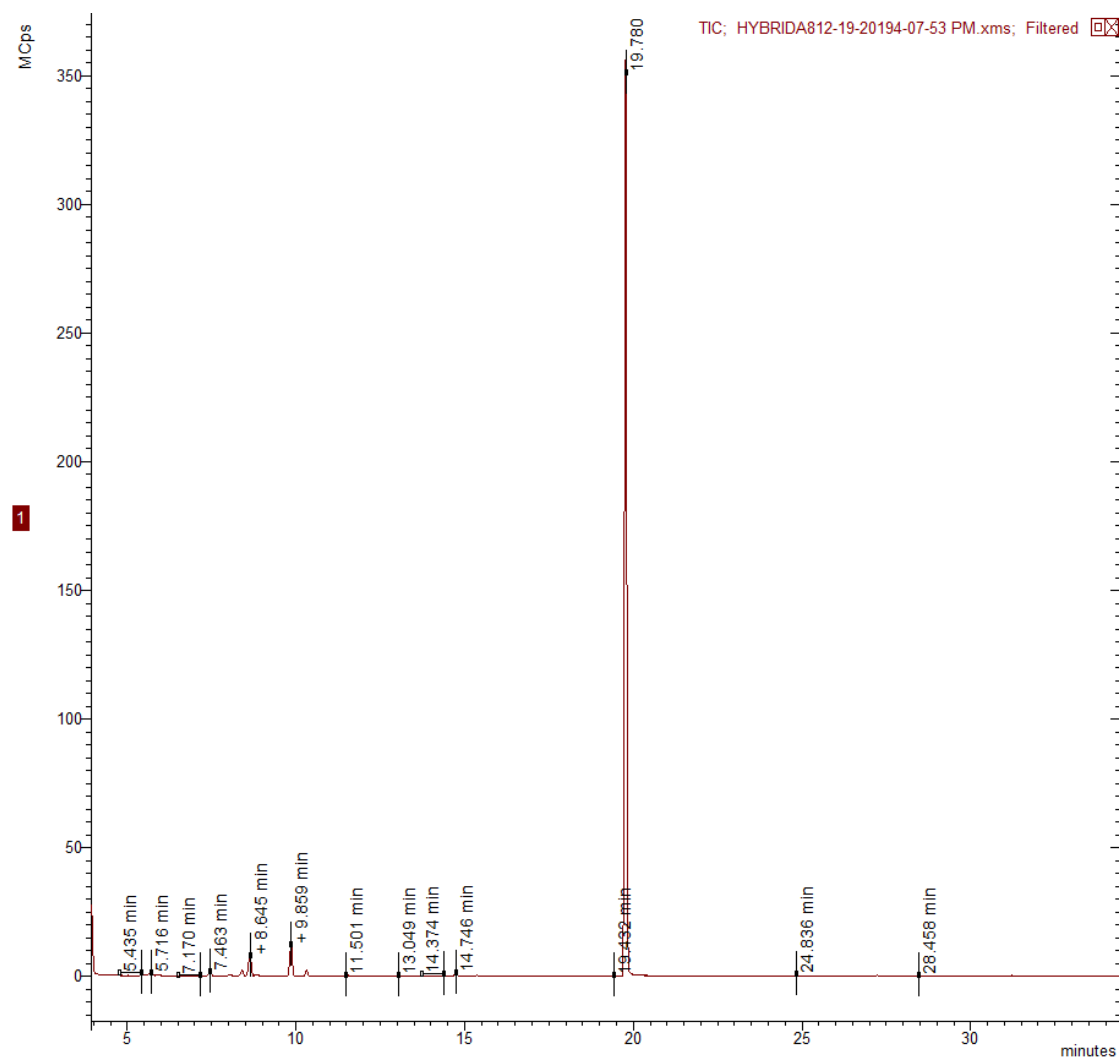
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 28: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,435	Δεν προσδιορίστηκε	0,433	0,026
2	5,716	α - θουγένιο	0,571	0,034
3	7,170	1-Οκτεν-3-όλη & β-Πινένιο	0,119	0,007
4	7,463	β-Μυρκένιο	0,626	0,037
5	8,042	δ-3 καρένιο	0,186	0,011
6	8,398	α-Τερπινένιο	0,730	0,043
7	8,645	π-κυμένιο	2,819	0,166

8	8,841	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,179	0,011
9	9,859	γ-Τερπινένιο	3,671	0,216
10	10,310	cis-Υδροσαβινένιο	0,638	0,038
11	11,501	trans-Υδροσαβινένιο	0,183	0,011
12	14,374	Βορνεόλη	0,217	0,013
13	14,746	Τερπινέν – 4 - ολη	0,380	0,022
14	19,432	Θυμόλη	0,134	0,008
15	19,780	Καρβακρόλη	88,713	5,227
16	24,836	β-Καρυοφυλλένιο	0,268	0,016
17	28,458	β-Μπισαμπολένιο	0,131	0,008

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

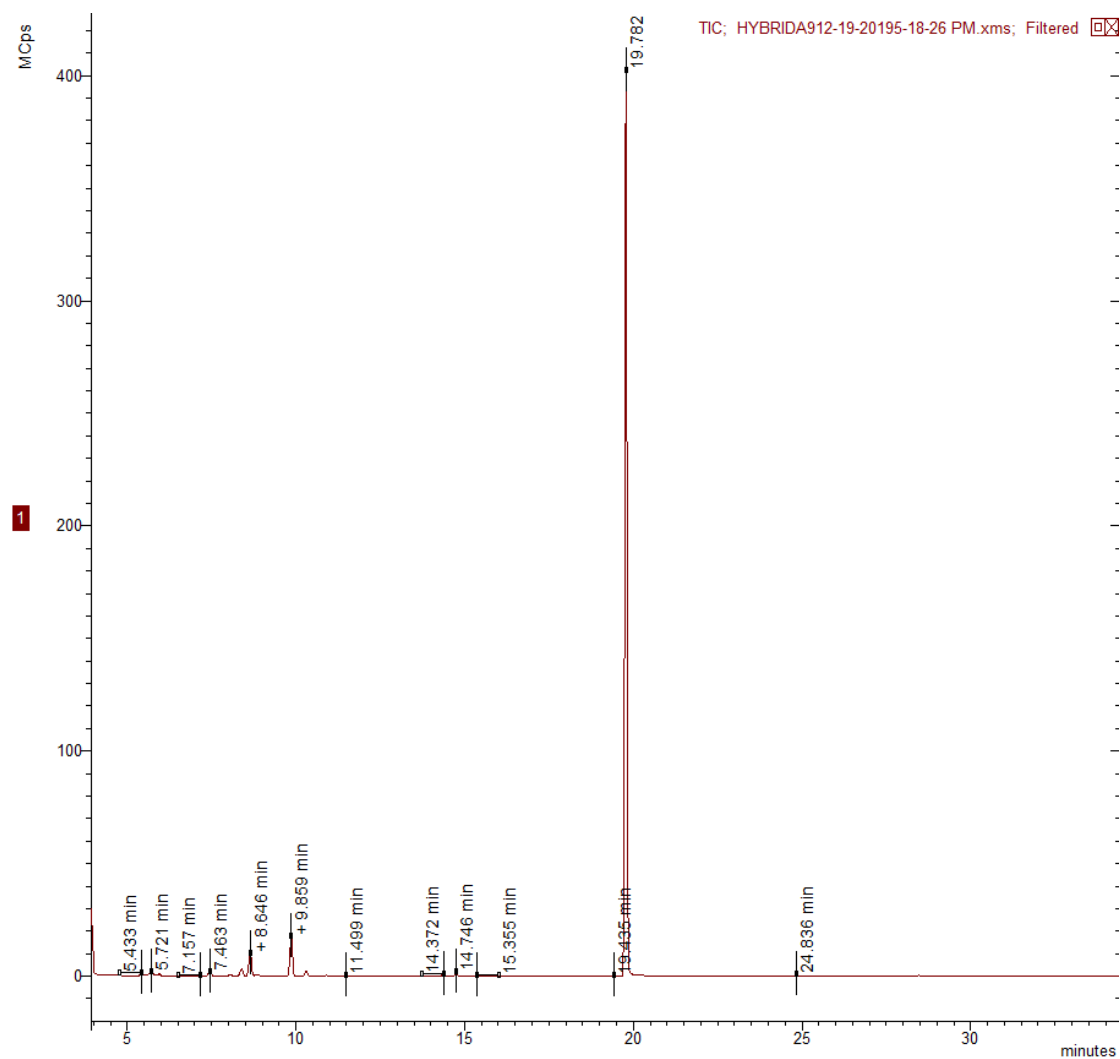
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 29: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,433	Δεν προσδιορίστηκε	0,436	0,027
2	5,721	α - θουγένιο	0,646	0,040
3	7,157	1-Οκτεν-3-όλη & β-Πινένιο	0,145	0,009
4	7,463	β-Μυρκένιο	0,731	0,045
5	8,052	δ-3 καρένιο	0,189	0,012
6	8,398	α-Τερπινένιο	0,879	0,054
7	8,646	π-κυμένιο	2,987	0,184
8	8,839	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,197	0,012

9	9,859	γ-Τερπινένιο	4,800	0,296
10	10,308	cis-Υδροσαβινένιο	0,605	0,037
11	11,499	trans-Υδροσαβινένιο	0,199	0,012
12	14,372	Βορνεόλη	0,237	0,015
13	14,746	Τερπινέν – 4 - ολη	0,438	0,027
14	15,355	α- Τερπινεόλη	0,131	0,008
15	19,435	Θυμόλη	0,154	0,009
16	19,782	Καρβακρόλη	86,957	5,364
17	24,836	β-Καρυοφυλλένιο	0,269	0,017

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

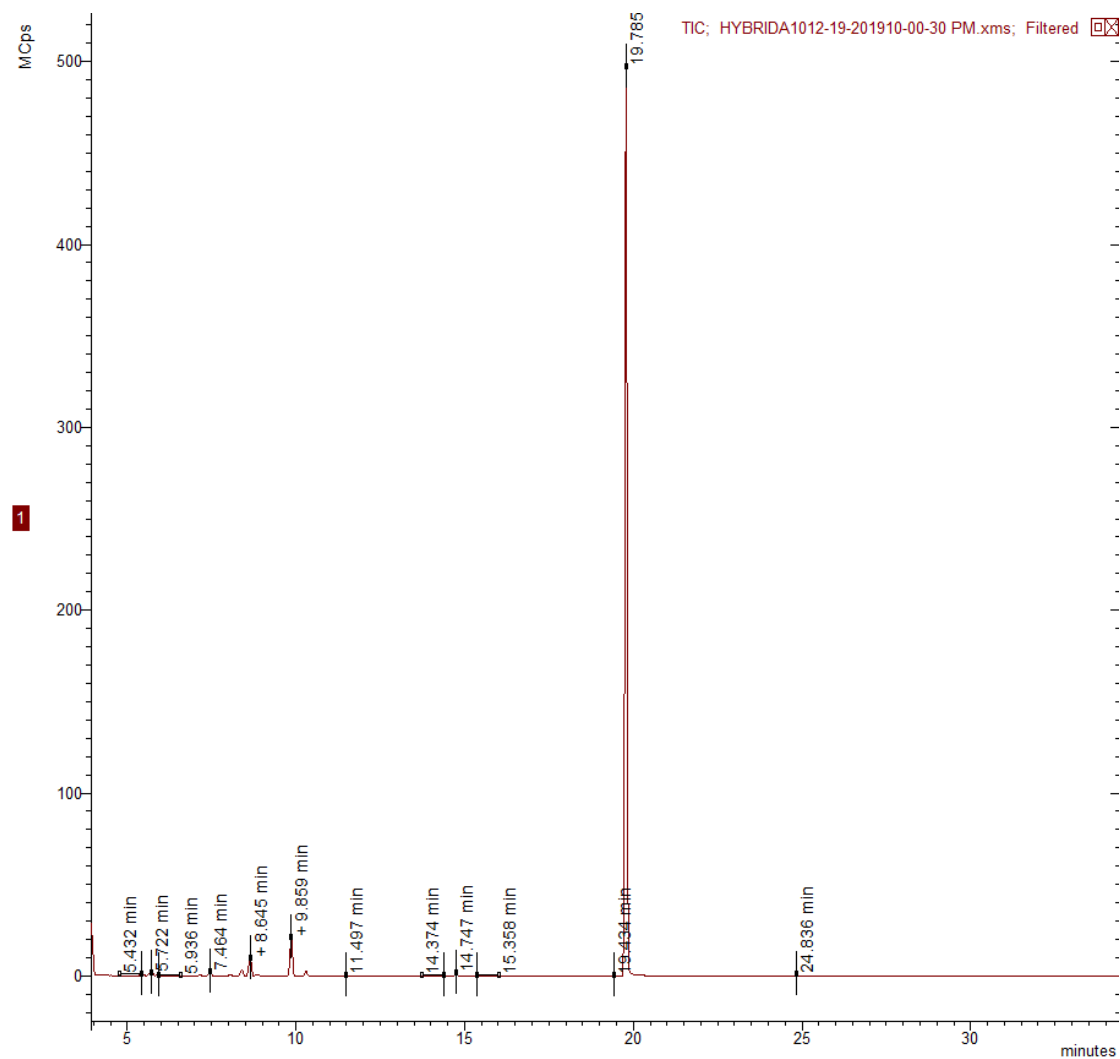
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 30: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,432	Δεν προσδιορίστηκε	0,352	0,018
2	5,722	α - θουγένιο	0,668	0,035
3	5,936	α – πινένιο	0,243	0,013
4	7,464	β-Μυρκένιο	0,653	0,034
5	8,399	α-Τερπινένιο	0,837	0,043
6	8,645	π-κυμένιο	2,346	0,121

7	8,837	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,178	0,009
8	9,859	γ-Τερπινένιο	4,591	0,237
9	10,309	cis-Υδροσαβινένιο	0,490	0,025
10	11,497	trans-Υδροσαβινένιο	0,157	0,008
11	14,374	Βορνεόλη	0,181	0,009
12	14,747	Τερπινέν - 4 - ολη	0,301	0,016
13	15,358	α- Τερπινεόλη	0,049	0,003
14	19,434	Θυμόλη	0,114	0,006
15	19,785	Καρβακρόλη	88,642	4,585
16	24,836	β-Καρυοφυλλένιο	0,197	0,010

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

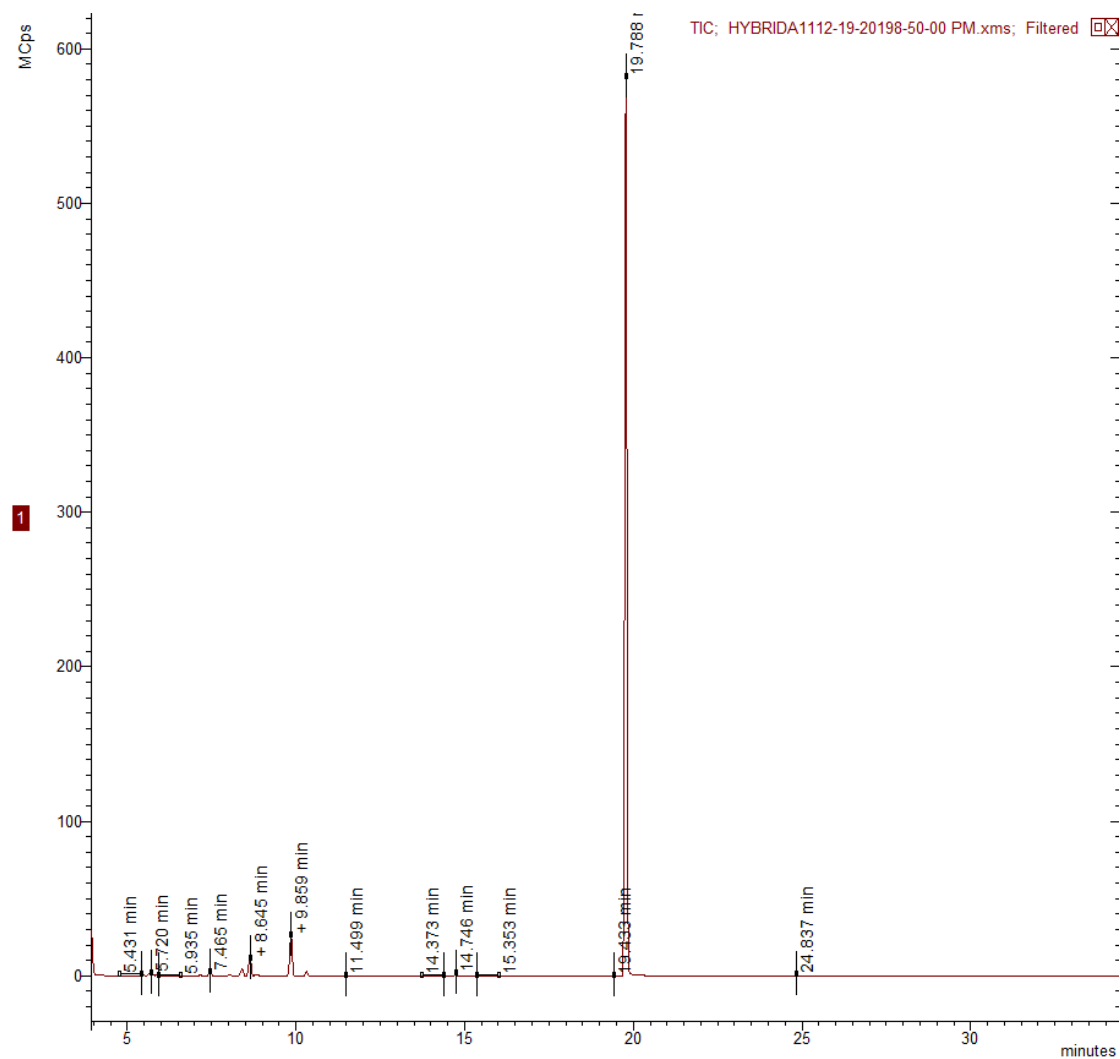
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 31: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,431	Δεν προσδιορίστηκε	0,321	0,016
2	5,720	α - θουγένιο	0,726	0,036
3	5,935	α - πινένιο	0,267	0,013
4	7,465	β-Μυρκένιο	0,705	0,035
5	8,041	δ-3 καρένιο	0,166	0,008
6	8,398	α-Τερπινένιο	0,864	0,043
7	8,645	π-κυμένιο	2,348	0,117

8	8,836	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,204	0,010
9	9,859	γ-Τερπινένιο	4,745	0,236
10	10,309	cis-Υδροσαβινένιο	0,505	0,025
11	11,499	trans-Υδροσαβινένιο	0,167	0,008
12	14,373	Βορνεόλη	0,165	0,008
13	14,746	Τερπινέν – 4 - ολη	0,312	0,016
14	15,353	α- Τερπινεόλη	0,049	0,002
15	19,433	Θυμόλη	0,117	0,006
16	19,788	Καρβακρόλη	88,140	4,390
17	24,837	β-Καρυοφυλλένιο	0,199	0,010

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

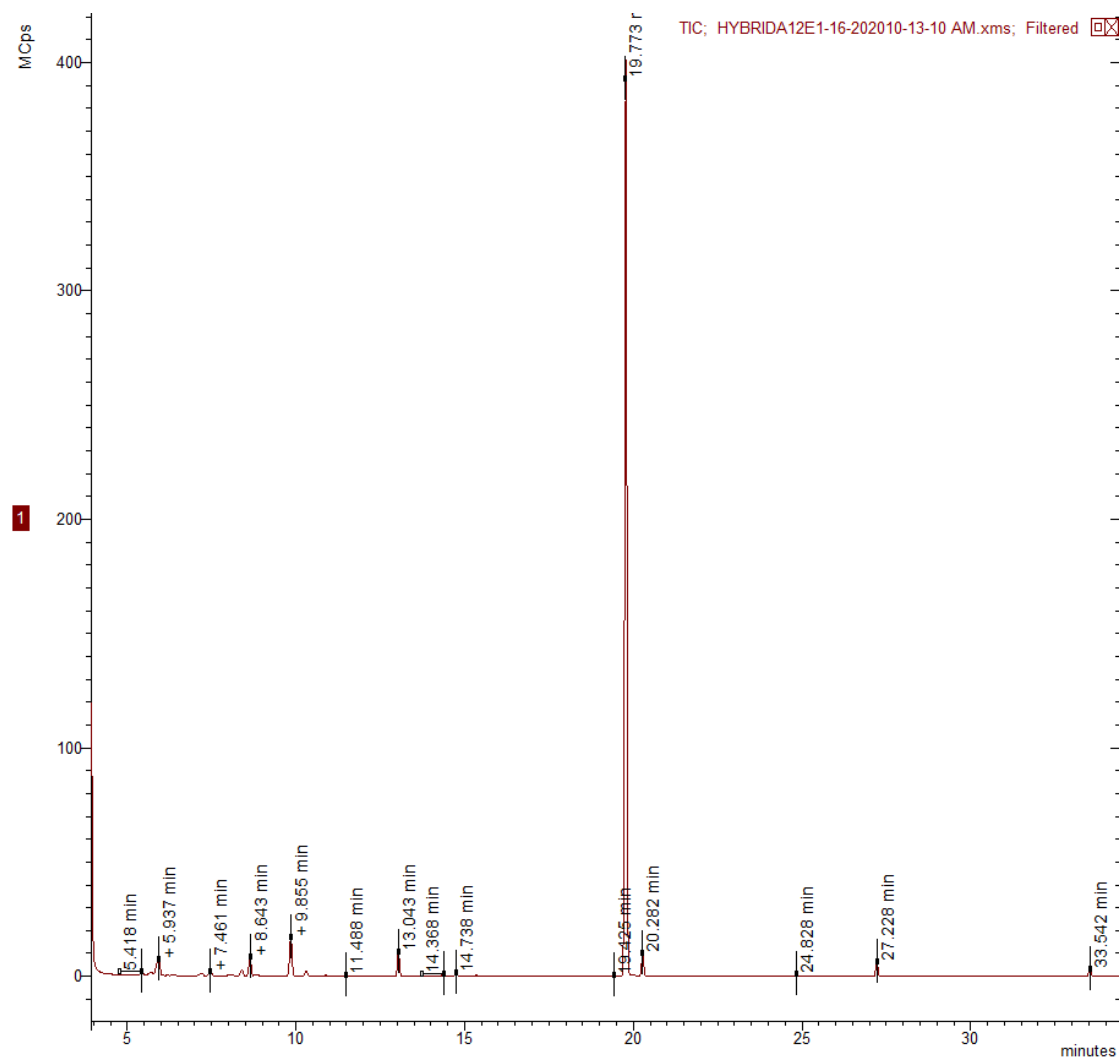
Ηλικία φυτείας: 1 έτος εγκατάστασης

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Επέμβαση: 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης



Πίνακας 32: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.intercedens* στο στάδιο της πλήρους άνθισης για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης.

Κορυφή	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Συστατικά	% επί του συνόλου	Γραμμάρια συστατικού / 100g φυτικού υλικού
1	5,418	Δεν προσδιορίστηκε	0,567	0,031
2	5,725	α - θουγένιο	0,602	0,033
3	5,937	α - πινένιο	2,684	0,147
4	7,202	1-Οκτεν-3-όλη & β-Πινένιο	0,418	0,023
5	7,461	β-Μυρκένιο	0,653	0,036
6	8,396	α-Τερπινένιο	0,770	0,042
7	8,643	π-κυμένιο	2,450	0,134

8	8,832	Λεμονένιο & β-Φελλανδρένιο	0,204	0,011
9	9,855	γ-Τερπινένιο	4,361	0,238
10	10,303	cis-Υδροσαβινένιο	0,487	0,027
11	11,488	trans-Υδροσαβινένιο	0,173	0,009
12	14,368	Βορνεόλη	0,181	0,010
13	14,738	Τερπινέν – 4 - ολη	0,391	0,021
14	19,425	Θυμόλη	0,126	0,007
15	19,773	Καρβακρόλη	85,681	4,678
16	24,828	β-Καρυοφυλλένιο	0,252	0,014

Επισκόπηση της φυτείας με τεχνολογίες GIS

Πίνακας 33. Αποτελέσματα της ANOVA για το μέσο NDVI των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων για την ημερομηνία 03/05/2019.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,0011	3	0,00037	1,03	0,4452
Επανάληψη	0,0459	2	0,0229	62,08	0,0001
Σφάλμα	0,00222	6	0,00037		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,0493	11			

Πίνακας 34. Αποτελέσματα της ANOVA για το μέσο NDVI των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων για την ημερομηνία 13/06/2019.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,00031	3	0,000106	0,02	0,9945
Επανάληψη	0,0486	2	0,02431	5,45	0,0447
Σφάλμα	0,0267	6	0,0044		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,0757	11			

Πίνακας 35. Αποτελέσματα της ANOVA για το μέσο NDVI των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης στον αγρό των Σπάτων για την ημερομηνία 28/06/2019.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,000225	3	0,000075	0,12	0,9430
Επανάληψη	0,00801	2	0,004008	6,59	0,0306
Σφάλμα	0,00365	6	0,000608		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,01189	11			

Πίνακας 36. Αποτελέσματα της ANOVA για το μέσο NDVI των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές ημερομηνίες στον αγρό των Σπάτων για την επέμβαση με 0 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,0179742	2	0,00898711	3,54	0,1303
Επανάληψη	0,00485489	2	0,00242744	0,96	0,4577
Σφάλμα	0,0101524	4	0,00253811		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,0329816	8			

Πίνακας 37. Αποτελέσματα της ANOVA για το μέσο NDVI των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές ημερομηνίες στον αγρό των Σπάτων για την επέμβαση με 4 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,0204029	2	0,0102014	6,58	0,0543
Επανάληψη	0,0246896	2	0,0123448	7,96	0,0403
Σφάλμα	0,00620178	4	0,00155044		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,0512942	8			

Πίνακας 38. Αποτελέσματα της ANOVA για το μέσο NDVI των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές ημερομηνίες στον αγρό των Σπάτων για την επέμβαση με 8 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,0130036	2	0,00650178	2,00	0,2506
Επανάληψη	0,0523816	2	0,0261908	8,04	0,0397
Σφάλμα	0,0130351	4	0,00325878		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,0784202	8			

Πίνακας 39. Αποτελέσματα της ANOVA για το μέσο NDVI των φυτών ρίγανης σε 4 διαφορετικές ημερομηνίες στον αγρό των Σπάτων για την επέμβαση με 12 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Επέμβαση	0,011394	2	0,005697	3,73	0,1219
Επανάληψη	0,0185247	2	0,00926233	6,06	0,0616
Σφάλμα	0,00611333	4	0,00152833		
Σύνολο (διορθωμένο)	0,036032	8			