

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«Επίδραση άρδευσης και αζωτούχου λίπανσης στην αύξηση και παραγωγικότητα της ρίγανης (*Origanum vulgare*, L., ssp. *hirtum*)»



Τζανής Γεώργιος

Βόλος, 2017

Επίδραση άρδευσης και αζωτούχου λίπανσης στην αύξηση και παραγωγικότητα της
ρίγανης (*Origanum vulgare*, L., ssp. *hirtum*)

Τζανής Γεώργιος

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Νικόλαος Δαναλάτος (Επιβλέπων), Καθηγητής Γεωργίας - Οικολογίας Φυτών
Μεγάλης Καλλιέργειας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Μαρία Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη (Μέλος), Καθηγήτρια Αρδεύσεων -
Στραγγίσεων, Υδραυλικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Αντωνιάδης Βασίλειος (Μέλος), Επίκουρος Καθηγητής Εφαρμοσμένης
Εδαφολογίας με έμφαση στη Χημεία εδάφους, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα
Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Copyright © Τζανής Γεώργιος, 2017.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας έγινε στο πλαίσιο της υλοποίησης του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, «Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος» κατά το ημερολογιακό έτος 2015-2016. Η εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και η επίβλεψή της έγινε από τον Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας κο Νικόλαο Δαναλάτο.

Ολοκληρώνοντας τη συγγραφή θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την εμπιστοσύνη, το αμέριστο ενδιαφέρον και τη συνεχή του καθοδήγηση και παροχή επιστημονικών γνώσεων, οι οποίες συνετέλεσαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερως οφείλω να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κο Βασίλειο Αντωνιάδη και την Καθηγήτρια κα Μαρία Σακελλαρίου - Μαρκαντωνάκη, οι οποίοι συμμετείχαν στην Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή της συγκεκριμένης Μ.Δ.Ε., για τη συμμετοχή και καθοδήγησή τους.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κα Ελπινίκη Σκουφογιάννη, μέλος ΕΔΙΠ, για την υποστήριξή της στις γνωστικές ανάγκες της διατριβής με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύνολο των διδασκόντων του Π.Μ.Σ. για τις γνώσεις που μας μετέδωσαν, καθώς και για τις συμβουλές και παραινέσεις τους κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών. Δεν θα μπορούσα παρά να είμαι ευγνώμων για τις γνώσεις που αποκόμισα κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Παράλληλα, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και στον μεταπτυχιακό φοιτητή Κωνσταντίνο Μαρτίνο, με τον οποίο μοιράστηκα τα στάδια της διεκπεραίωσης της μελέτης, του πειράματος και της συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Τέλος, ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη οφείλω στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχαν κατά την ολοκλήρωση της έρευνας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ρίγανη (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) είναι αιθαλές πολυετές φυτό και θεωρείται ενδημικό στον ελλαδικό χώρο. Το ενδιαφέρον στον τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, και ειδικότερα για το συγκεκριμένο φυτό τα τελευταία χρόνια συνεχώς αυξάνεται. Το μεγάλο εύρος χρήσεων της δρόγης και των αιθερίων ελαίων της ρίγανης, την καθιστούν ως ένα από τα σημαντικά φυτά όσον αφορά την προοπτική της καλλιέργειάς της στην Ελλάδα.

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η επίδραση της άρδευσης και αζωτούχου λίπανσης στην αύξηση και παραγωγικότητα του φυτού κατά το πρώτο έτος της εγκατάστασης της καλλιέργειας. Ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στην αγροτική περιοχή Αερινού του νομού Μαγνησίας, σε υψόμετρο 180 m, και σε έδαφος μέτριας γονιμότητας, αργιλώδους υφής. Εφαρμόστηκε πολυπαραγοντικό σχέδιο διχαζομένων τεμαχίων (split plot design) με δύο επίπεδα στάγδην άρδευσης (I_0 : 0, I_1 : 475 mm) που αποτελούσαν τα κύρια πειραματικά τεμάχια (main plots), και τρία επίπεδα αζώτου (N_0 : 0, N_1 : 2,5, και N_2 : 5 kg N/στρέμμα) που αποτελούσαν τα υποτεμάχια (sub plots), σε τρεις επαναλήψεις συγκροτημάτων (blocks). Η ανάπτυξη και η τελική παραγωγή της καλλιέργειας μετρήθηκε σε δύο καταστρεπτικές κοπές κατά τη διάρκεια του θέρους του 2016. Η συγκομιδή των φυτών έγινε κατά το στάδιο της ανθοφορίας τους, ακολούθησε ξήρανση και μετρήσεις επί των φυτικών χαρακτηριστικών.

Τα αποτελέσματα παρέχουν σαφείς ενδείξεις ότι η άρδευση και η αζωτούχος λίπανση επέδρασαν θετικά στην αύξηση και παραγωγικότητα της ρίγανης αναφορικά με το ύψος φυτού, το χλωρό και ξηρό βάρος βλαστών, φύλλων και ανθέων (δρόγης).

Το τελικό ύψος των φυτών έφτασε τα 55-60 cm για τα αρδευόμενα και λιπασμένα φυτά, κατά 10-15 cm μεγαλύτερο από το ύψος των φυτών του μάρτυρα. Το συνολικό χλωρό βάρος των ξηρικών φυτών ήταν περί τα 220 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης, ενώ στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε σημαντικό ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής έτσι ώστε το συνολικό χλωρό βάρος διαμορφώθηκε στα 200, 360 και 480 kg/στρ., για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N_0 , N_1 και N_2 , αντίστοιχα. Η ξηρή δρόγη των ξηρικών φυτών δεν ξεπέρασε τα 130 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης, ενώ στα αρδευόμενα φυτά, η λίπανση έπαιξε σημαντικότερο ρόλο ώστε το τελικό ξηρό βάρος της δρόγης διαμορφώθηκε στα 80, 155 και 175 kg/στρ., για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N_0 , N_1 και N_2 , αντίστοιχα. Το συνολικό ξηρό βάρος των ξηρικών φυτών ήταν περί τα 125 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης, ενώ στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε

σημαντικό ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής έτσι ώστε το συνολικό ξηρό βάρος διαμορφώθηκε στα 105, 205 και 225 kg/στρ., για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N₀, N₁ και N₂, αντίστοιχα. Επίσης, η ξηρή δρόγη αποτελούσε το 77% του τελικού ξηρού βάρους των φυτών ανεξάρτητα των επιπέδων λίπανσης και άρδευσης.

Οι αποδόσεις της πρώτης χρονιάς είναι ιδιαίτερα χαμηλές και εξηγούνται από το μικρό δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) που δεν ξεπέρασε την τιμή 0,25 ακόμα και στα αρδευόμενα, λιπασμένα πειραματικά τεμάχια, ενώ στους μάρτυρες ήταν ακόμη χαμηλότερος και ίσος με 0,18. Τέτοιες τιμές καταδεικνύουν ανοικτή φυλλοστοιβάδα και πολύ μικρή δέσμευση προσπίπτουσας ακτινοβολίας (10-14%) και μπορούν να εξηγήσουν τις ευρεθείσες διαφορές απόδοσης κατά 30-40% μεταξύ των μεταχειρίσεων που μελετήθηκαν. Προφανώς τις επόμενες χρονιές αναμένονται πολύ υψηλότερες τιμές του LAI, κλειστή φυλλοστοιβάδα αλλά και πολύ μεγαλύτερες αποδόσεις.

Τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να χαρακτηριστούν ως αντιπροσωπευτικά μιας μέσης χρονιάς από άποψη καιρικών συνθηκών (θερμοκρασία αέρα, βροχόπτωση, κ.λπ.), κατά τη διάρκεια της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου της ρίγανης.

Λέξεις - Κλειδιά: Ρίγανη, αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, άρδευση, λίπανση, απόδοση

SUMMARY

Oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) is an evergreen perennial aromatic plant that is considered as endemic in Greece. Oregano receives an increased attention in the last years for a wide range of uses of the dried herbage and the essential oils, so comprising an important commodity for extensive cultivation in Greece in the near future.

The present study focuses on the impact of irrigation and nitrogen dressing on the growth and productivity of the plant in the first year of establishment under field conditions. For that, a field experiment was carried out on a moderately fertile, clay soil in the Aerino agricultural area (Prefecture of Magnesia), at an altitude of 180 m, using a multivariable split-plot design in three blocks. The treatments concern two levels of drip irrigation (main plots: I_0 : 0, I_1 : 475 mm), and three levels of N-fertilization (sub plots: N_0 : 0, N_1 : 25, and N_2 : 50 kg N/ha). The growth and final yield of the harvest was determined in two destructive samplings during the summer of 2016. The plants were finally harvested during anthesis; they dried until equal weights and plant characteristics were subsequently measured.

The results have shown positive effects of both irrigation and N-fertilization on the growth and productivity of oregano, regarding plant height, fresh and dry weight of stems, leaves and final yields.

The final plant height reached 55-60 cm for the irrigated and fertilized plants, being 10-15 cm greater than the height of the control plants. The fresh weight was estimated around 2200 kg/ha, while in irrigated plots, fertilization modified the fresh weights at 2000, 3600 and 4800 kg/ha, respectively for the treatments N_0 , N_1 and N_2 . Similarly, the rainfed crop yielded 1.300 kg/ha, not affected by fertilization, contrary to irrigated crop with yields reaching 1.550 and 1.750 kg/ha for the N_1 and N_2 fertilization treatments, respectively. The total dry weights for the rainfed plants were about 1250 kg/ha, while in irrigated plots, fertilization modified the dry weights at 1050, 2050 and 2250 kg/ha, respectively for the treatments N_0 , N_1 and N_2 . Also, the dry yield comprised 77% of the total dry biomass, independent of fertilization and irrigation rates.

The above yield figures are rather low and are explained by the small growth rates in the first year of crop establishment, reflected by the small leaf area index (LAI) values. Actually, LAI did not exceed 0.25 even under irrigated conditions and N_2 fertilization, whereas it took values of 0.18 in the control plots. Such values indicate

open leaf canopy and thus rather small light interception (10-14%) which in turn may explain the differences in the observed yields among the studied treatments. Obviously, in the following growing years, much higher values of LAI and closed canopies are to be expected, as well as substantially greater yields.

The above results can be considered representative of an average year in terms of weather conditions (temperature, rainfall, etc.), during the first year of oregano cultivation.

Keywords: Oregano, aromatic and medicinal plants, irrigation, fertilization, yield

Εγώ, ο Τζανής Γεώργιος, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) ως προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή του εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον Τζανή Γεώργιο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	III
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	IV
SUMMARY	VI
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	X
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	XII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ	XIII
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Ιστορική αναδρομή.....	1
1.2. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας	2
1.3. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της οικογένειας <i>Lamiaceae</i>	4
1.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά	6
1.3.2. Ταξινόμηση - Περιγραφή	7
1.4. Αιθέρια έλαια.....	8
1.4.1. Βιοσύνθεση των αιθερίων ελαίων.....	9
1.4.2. Τερπένια.....	9
1.5. Χρήσεις της ρίγανης.....	13
1.5.1. Αντιμυκητιακή δράση.....	14
1.5.2. Αντιβακτηριδιακή δράση.....	15
1.5.3. Αντιοξειδωτική δράση.....	15
1.5.4. Εντομοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση.....	16
1.6. Καλλιέργεια της ρίγανης.....	17
1.6.1. Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες	17
1.6.2. Πολλαπλασιασμός της ρίγανης	18
1.6.3. Προετοιμασία αγρού.....	18
1.6.4. Εγκατάσταση φυτείας.....	18
1.6.5. Ζιζανιοκτονία	19
1.6.6. Άρδευση.....	19
1.6.7. Λίπανση	20
1.6.8. Συγκομιδή.....	20
1.6.9. Ξήρανση.....	21
1.7. Προοπτικές των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών για την ελληνική οικονομία	22
1.8. Σκοπός του πειράματος	22
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	24
2.1. Επιλογή πειραματικού αγρού.....	24
2.2. Μετεωρολογικά δεδομένα	24
2.3. Πειραματικό σχέδιο	25

2.4. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	26
2.4.1. Προετοιμασία αγρού και εγκατάσταση των φυτών	26
2.4.2. Άρδευση	27
2.4.3. Λίπανση	29
2.4.4. Αντιμετώπιση ζιζανίων	29
2.5. Δειγματοληψία - Μετρήσεις.....	30
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	33
3.1. Μετεωρολογικά δεδομένα	33
3.2. Αύξηση και παραγωγικότητα.....	34
3.2.1. Ύψος φυτών.....	35
3.2.2. Ειδική φυλλική επιφάνεια και δείκτης φυλλικής επιφάνειας	36
3.2.3. Χλωρό βάρος βλαστών	38
3.2.4. Χλωρό βάρος δρόγης.....	39
3.2.5. Συνολικό χλωρό βάρος.....	40
3.2.6. Λόγος ξηρού / χλωρού βάρους.....	41
3.2.6. Ξηρό βάρος βλαστών	43
3.2.7. Ξηρό βάρος δρόγης	44
3.2.8. Συνολικό ξηρό βάρος	45
3.2.9. Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος	47
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50
Ελληνική βιβλιογραφία.....	50
Ξένη βιβλιογραφία	53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Ελληνική σύντμηση	Ονομασία	Αγγλική σύντμηση	Ονομασία
Π.Θ.	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	ha	hectare
ΕΘΙΑΓΕ	Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας	°C	βαθμοί Celsius
ΙΕΤΕΘ-ΕΚΕΤΑ	Ινστιτούτο Έρευνας και Τεχνολογίας Θεσσαλίας - Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης	pH	Συγκέντρωση κατιόντων υδροξωνίου (H ₃ O ⁺) σε υδατικό διάλυμα
ΓΦΠΑΠ	Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος	m	meter
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή	cm	centimeter
ΥΠ.Α.Α.Τ.	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων	mm	milimeter
Διαγ.	Διάγραμμα	kg	kilogram
Πιν.	Πίνακας	g	gram
Εικ.	Εικόνα	mg	miligram
π.Χ.	προ Χριστού	et al.	et. alii
στρ.	στρέμμα / στρέμματα	ANOVA	Analysis of Variance
κ.ά.	και άλλα / και άλλοι	df	degrees of freedom
κ.λπ.	και λοιπά	SS	Sum of squares
χ.β.	χλωρό βάρος	MS	Mean squares
ξ.β.	ξηρό βάρος	LSD	Least significant difference

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

Τίτλος	σελ.	Περιγραφή
Διαγ. 1.1.	3	Ποσοστιαία κατανομή (%) της καλλιεργούμενης γεωργικής γης στην Ελλάδα κατά κατηγορίες, για το 2013 (ΕΛΣΤΑΤ, 2016).
Διαγ. 3.1.	32	Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος, 1/3/2016 έως 15/9/2016.
Διαγ. 3.2.	33	Διάγραμμα αθροιστικής βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του πειράματος, 1/3/2016 έως 15/9/2016.
Πιν. 1.1.	5	Ταξινόμηση τερπενικών ενώσεων (Καραμπουρνιώτης, 2003).
Πιν. 2.1.	28	Ημερομηνίες και ύψη (mm) βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του πειράματος στην ευρύτερη περιοχή Βελεστίνου Μαγνησίας.
Πιν. 2.2.	29	Ημερομηνίες και δόσεις άρδευσης (mm) στα πειραματικά τεμάχια I ₀ και I ₁ , κατά την περίοδο ανάπτυξης της ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας.
Εικ. 1.1.	6	α. αριστερά: Εξάπλωση του γένους <i>Origanum</i> στην Ευρώπη, Ασία και Αφρική. β. δεξιά: Κατανομή υποειδών της ρίγανης στον ελλαδικό χώρο.
Εικ. 1.2.	10	Αδενώδη τριχώματα (λεπιοειδή) στο εξωτερικό μέρος της στεφάνης άνθους ρίγανης (<i>Origanum vulgare</i>). (Πηγή: Werker, 1993)
Εικ. 2.1.	24	Δορυφορική άποψη της ευρύτερης αγροτικής περιοχής Αερινού Μαγνησίας, στην οποία απεικονίζεται και η θέση του πειραματικού αγρού (Σήμανση) (Πηγή: www.google.com/maps)
Εικ. 2.2.	25	Πειραματικό σχέδιο διχαζομένων τεμαχίων με δύο επίπεδα άρδευσης (κύρια τεμάχια) και 3 επίπεδα λίπανσης (υποτεμάχια) για την καλλιέργεια ρίγανης στο Αερινό την καλλιεργητική περίοδο 2015-2016.
Εικ. 2.3.	26	Σπορόφυτα ρίγανης, πριν τη μεταφύτευσή τους στον πειραματικό αγρό, στο Αερινό Μαγνησίας, 04/12/2015.
Εικ. 2.4.	27	Μεταφύτευση σπορόφυτων ρίγανης στο Αερινό Μαγνησίας, 04/12/2015.
Εικ. 2.5.	30	Ο πειραματικός αγρός στο Αερινό Μαγνησίας, πριν την πρώτη κοπή στις 31/7/2016.
Εικ. 2.6.	31	Κοντινή απεικόνιση φυτών ρίγανης στον πειραματικό αγρό, στο Αερινό Μαγνησίας, πριν την τελική κοπή στις 16/9/2016.
Εικ. 3.1.	35	Το τελικό ύψος φυτών (γ-άξονας σε cm) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.
Εικ. 3.2.	36	Η ειδική φυλλική επιφάνεια SLA (m ² /kg χλωρού φύλλου) στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.
Εικ. 3.3.	37	Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.
Εικ. 3.4.	38	Οι μέσοι όροι του χλωρού βάρους των βλαστών (γ-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.
Εικ. 3.5.	39	Οι μέσοι όροι του χλωρού βάρους της δρόγης (γ-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.
Εικ. 3.6.	40	Συνολικό χλωρό βάρος (γ-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την

		αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.
Εικ. 3.7.	41	Ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους ως προς το συνολικό χλωρό βάρος (γ-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.
Εικ. 3.8.	42	Ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους ως προς το συνολικό χλωρό βάρος (γ-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε μετά την πρώτη κοπή, τον Αύγουστο 2016.
Εικ. 3.9.	43	Οι μέσοι όροι του ξηρού βάρους των βλαστών (γ-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.
Εικ. 3.10.	44	Οι μέσοι όροι της ξηρής δρόγης (γ-άξονας kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.
Εικ. 3.11.	45	Οι μέσοι όροι του συνολικού ξηρού βάρους (γ-άξονας kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.
Εικ. 3.12.	46	Οι μέσοι όροι του συνολικού ξηρού βάρους (γ-άξονας kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε μετά την πρώτη κοπή, τον Αύγουστο 2016.
Εικ. 3.13.	47	Ο λόγος της ξηρής δρόγης ως προς το συνολικό ξηρό βάρος (γ-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε μετά την πρώτη κοπή, τον Αύγουστο 2016.
Εικ. 3.14.	48	Ο λόγος της ξηρής δρόγης ως προς το συνολικό ξηρό βάρος (γ-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία του ανθρώπου είναι συνυφασμένη με τη χρήση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σε μια πληθώρα δραστηριοτήτων. Ως αρωματικά φυτά (aromatic plants) θεωρούνται τα είδη του φυτικού βασιλείου με κοινό χαρακτηριστικό την περιεκτικότητα στα διάφορα όργανά τους (φύλλα, άνθη, κ.λπ.) σε αιθέρια έλαια, ουσίες που όταν ελευθερωθούν, εκλύουν χαρακτηριστική οσμή. Φαρμακευτικά φυτά (medicinal plants) καλούνται τα φυτά που περιέχουν ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά, τα οποία έχουν την ικανότητα να προλάβουν, να ανακουφίσουν ή να θεραπεύσουν ασθένειες (Σαρλής, 1994).

Ο συνεχής πειραματισμός του ανθρώπου με τα φυτά αυτά ανά τους αιώνες, δημιούργησε μεγάλο όγκο εμπειρικής γνώσης, η οποία αφορούσε όχι μόνο τις καθημερινές του διατροφικές ανάγκες αλλά και την ανακούφιση και θεραπεία του σώματος.

Οι ιστορικές αναφορές ξεκινούν από γραπτά και απεικονίσεις των αρχαιότερων πολιτισμένων λαών, των Σουμέριων και Ασσύριων. Ο πειραματισμός και η γνώση πάνω στη χρήση τους συνεχίστηκε και εμπλουτίστηκε από μεταγενέστερους πολιτισμούς, όπως οι Αιγύπτιοι και οι αρχαίοι Έλληνες, γεγονός το οποίο μαρτυράται από καταγραφές του «πατέρα της Ιατρικής» Ιπποκράτη (5^{ος} αιώνας π.Χ.), του Θεόφραστου (4^{ος} αιώνας π.Χ.), του Διοσκουρίδη (1^{ος} αιώνας π.Χ.), και του Γαληνού (2^{ος} αιώνας μ.Χ.) οι οποίοι συνέθεσαν και κατέθεσαν συγγράμματα στα οποία γίνεται αναφορά σε περισσότερα από 400 είδη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών (Πολυσίου, 2002). Τα Ελληνικά και Λατινικά χειρόγραφα του Διοσκουρίδη, του Γαληνού και των μαθητών τους ουσιαστικά αποτέλεσαν τη βάση της Βυζαντινής Ιατρικής.

Οι Ρωμαίοι ασχολήθηκαν με το εμπόριο των αρωματικών φυτών και μπαχαρικών. Στα χρόνια του μεσαίωνα η διακίνησή τους και γενικά το εμπόριο σταδιακά περιορίστηκε. Ως θεραπευτικά μέσα με ευρεία χρήση νοούνταν σκευάσματα που περιείχαν γνωστά βότανα, αλλά και άλλα φάρμακα, πιο δυσπρόσιτα στο ευρύ κοινό λόγω της εξωτικής τους προέλευσης, των οποίων η μεγάλη αξία λειτούργησε ως κινητήριος μοχλός της ανάπτυξης του εμπορίου τα χρόνια της Αναγέννησης. Η ανάπτυξη του Ευρωπαϊκού πολιτισμού οδήγησε στην εξερεύνηση νέων ηπείρων και

στην ανακάλυψη και διακίνηση νέων αρωματικών φυτών και μπαχαρικών, τα οποία εμπλούτισαν την ήδη υπάρχουσα γνώση στο πεδίο της Ιατρικής επιστήμης.

Απότομη αλλαγή στην κοινή πορεία του ανθρώπου με τα βότανα επήλθε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, ως αποτέλεσμα της θεαματικής ανάπτυξης της βιομηχανίας, αλλά και της Οργανικής Χημείας. Η ανάλυση των έως τότε γνωστών ουσιών με σύγχρονα μέσα οδήγησε στην αντικατάσταση μεγάλου μέρους των χρήσεων των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με συνθετικά χημικά υλικά. Στην αλλαγή αυτή συνέβαλε και η σταδιακή στροφή του ανθρώπου προς την αστική ζωή.

Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια η κοινωνία βιώνει μια όλο και αυξανόμενη ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης σε περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως η ορθολογικότερη αξιοποίηση των φυσικών πόρων και η χρήση φυτικών σκευασμάτων έναντι συνθετικών, γεγονός το οποίο οδηγεί την παγκόσμια βιομηχανία φαρμάκων, καλλυντικών, τροφίμων και ποτών να προσαρμοστεί στις νέες απαιτήσεις των καταναλωτών. Ως αποτέλεσμα, τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, καθώς και η έρευνα στο πεδίο αποτελούν αντικείμενο αυξημένου ενδιαφέροντος.

Πλέον τα φαρμακευτικά φυτά είναι μέρος μιας ευρύτερης κατηγορίας φυτών - βοτάνων, και όπως ορίζεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization, WHO), είναι φυτικοί οργανισμοί οι οποίοι περιλαμβάνουν σε κάποιο από τα όργανά τους ουσίες, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε θεραπείες, ή οι οποίες είναι πρόδρομες σε ημι-σύνθεση φαρμακευτικών ειδών.

Το σύγχρονο παγκόσμιο εμπόριο βοτάνων και μπαχαρικών υπολογίζεται σε αξία 2,97 δισ. \$, με την αγορά της ΕΕ να πραγματοποιεί εισαγωγές 520.000 τόνων ετησίως, αξίας 1,8 δισ. €, ενώ η παραγωγή υπολογίζεται στους 135.000 τόνους ετησίως (Marieschi *et al.*, 2009; Crem, 2014).

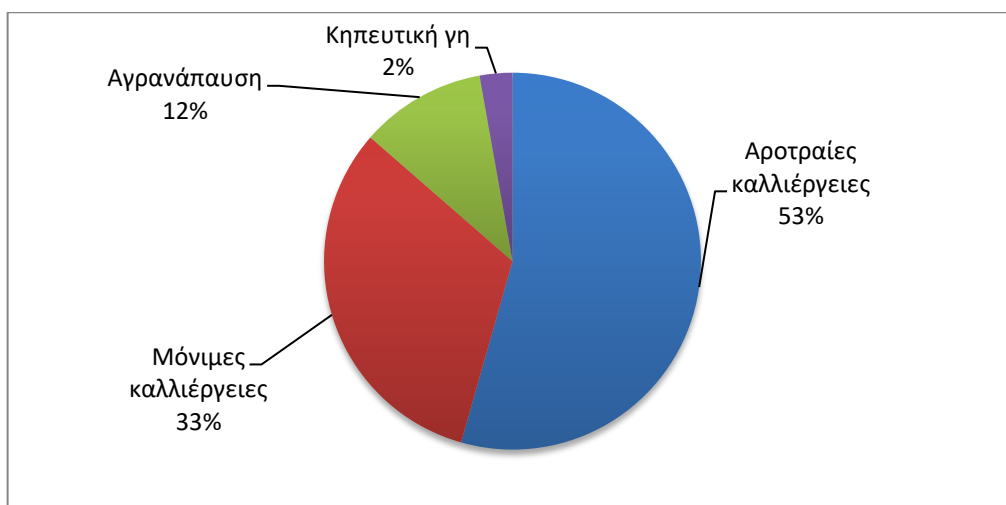
1.2. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποτελούν μια σχετικά μικρή, αλλά ιδιαίτερα εξελιγμένη ομάδα ειδών του φυτικού βασιλείου. Η χλωρίδα της Ελλάδας απαριθμεί περί τα 6.000 είδη ανώτερων φυτών. Από αυτά, τα 500-600 χαρακτηρίζονται ως αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, γεγονός το οποίο φέρει την Ελλάδα σε πλεονεκτική θέση σε σχέση με λοιπές Ευρωπαϊκές χώρες σε συνθήκες παραγωγής τους. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη

αρωματικών φυτών που δίδουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας (Παπαναγιώτου *et al.*, 2001).

Η Ελλάδα διαθέτει ορισμένα από τα πλέον πολύτιμα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Τα κυριότερα εξ' αυτών είναι: ο βασιλικός (*Ocimum basilicum* L.), το γιασεμί (*Jasminum grandiflorum* L.), ο γλυκάνισος (*Pimpinella anisum* L.), η δάφνη (*Laurus nobilis* L.), το δεντρολίβανο (*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 μαντζουράνα (*Origanum majorana* L.), η μαστίχα (*Pistacia lentiscus* 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 damascena* 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).

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ανήκουν στο ευρύτερο ερευνητικό αντικείμενο του Εργαστηρίου Γεωργίας, μαζί με τις αροτραίες καλλιέργειες, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις των οποίων καταλαμβάνουν το 53% της συνολικής γεωργικής γης στην Ελλάδα (33 εκατ. στρ), ακολουθούμενες από τις μόνιμες καλλιέργειες (33%), την γη σε αγρανάπαυση (11,7%) και την κηπευτική γη (2%) (Διάγραμμα 1.1).



Διαγ. 1.1. Ποσοστιαία κατανομή (%) της καλλιεργούμενης γεωργικής γης στην Ελλάδα κατά κατηγορίες, για το 2014 (ΕΛΣΤΑΤ, 2016).

Από τις αροτραίες καλλιέργειες, μόνο το 0,05% καταλαμβάνουν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Συγκεκριμένα, η καλλιεργούμενη έκταση στην Ελλάδα υπολογίστηκε το 2014 περί τα 23.600 στρέμματα, που την κατατάσσουν στην 11^η θέση συγκριτικά με τις Ευρωπαϊκές χώρες όσον αφορά στην παραγωγή αρωματικών φυτών. Ενθαρρυντικό γεγονός αποτελεί η παρούσα αυξητική τάση, με καλλιέργεια άνω των 112 φυτικών ειδών, από τα οποία τα 68 χαρακτηρίζονται ως μελισσοτροφικά (Μαλούπα κ.α., 2013).

Πιο συγκεκριμένα, οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις των αρωματικών φυτών στο σύνολο της χώρας, το 2012, ανέρχονταν σε 1.947 δηλωμένους παραγωγούς και οι καλλιεργούμενες εκτάσεις σε 21.070,6 στρ. (ΕΛΣΤΑΤ, 2016). Στην περιφέρεια της Θεσσαλίας, η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών ανέρχεται σε 1.618 στρέμματα καταλαμβάνοντας την 11^η θέση στα καλλιεργούμενα φυτά της περιφέρειας (ΙΕΤΕΘ, ΕΚΕΤΑ, 2013). Τα τελευταία χρόνια οι καλλιέργειες αρωματικών φυτών και συγκεκριμένα ρίγανης, συνεχώς αυξάνονται με γρήγορους ρυθμούς. Τα σημαντικότερα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα είναι η ρίγανη με καλλιεργούμενες εκτάσεις 8.000 στρ., ο κρόκος με 7.500 στρ., ενώ ακολουθούν τσάι του βουνού, δίκταμος, μάραθος και γλυκάνισος (Δόρδας, 2012).

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Υπ.Α.Α.Τ.), οι κυριότερες χώρες προορισμού των Ελληνικών εξαγωγών σε ρίγανη είναι οι Η.Π.Α. και η Γερμανία. Το κυριότερο προϊόν σε όρους συνολικής αξίας εξαγωγίμων προϊόντων είναι ο κρόκος, ακολουθούμενος από τη ρίγανη, ενώ σε όρους ποσότητας εξαγωγίμων προϊόντων η ρίγανη κατέχει πρωτεύουσα θέση με μεγάλη ποσοστιαία διαφορά, ακολουθούμενη από τον κρόκο, τον κορίανδρο, το κύμινο και το θυμάρι.

1.3. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της οικογένειας *Lamiaceae*

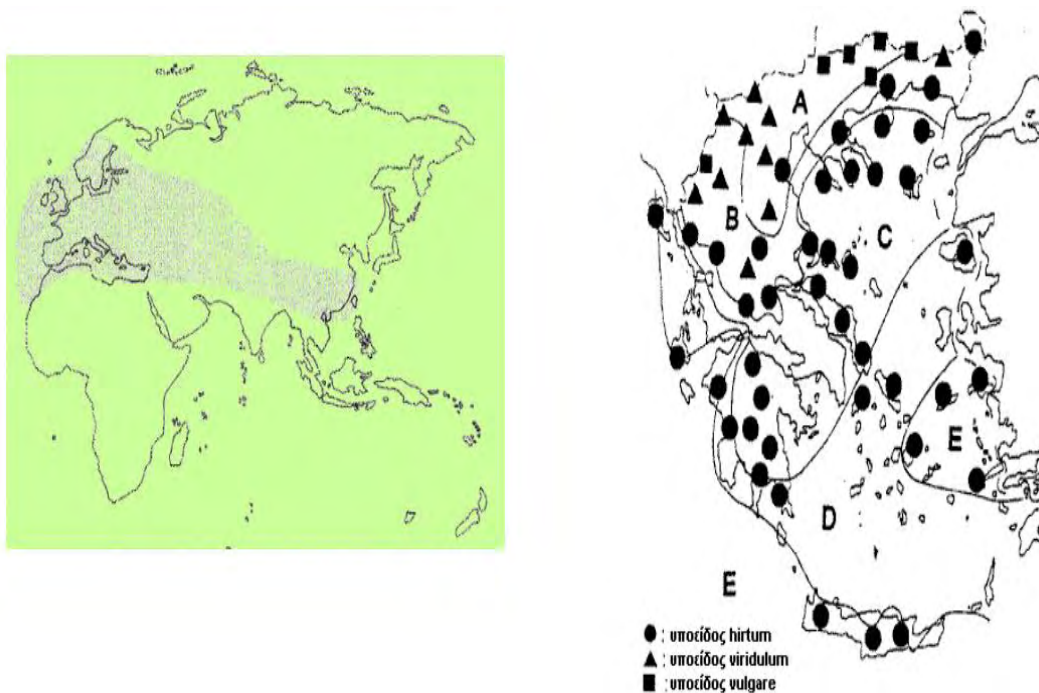
Η οικογένεια *Lamiaceae* υποστηρίζεται ότι είναι από τις πλουσιότερες σε είδη ελληνικές οικογένειες, η δεύτερη πλουσιότερη σε ενδημικά taxa οικογένεια της Ελληνικής χλωρίδας μετά τα *Compositae*, τα μέλη της οποίας απαντώνται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και συμμετέχουν σε όλες τις διαπλάσεις βλάστησης (Καρούσου, 1995). Στη χώρα μας αντιπροσωπεύεται από 320 taxa και 35 γένη. Μπορεί να ειπωθεί πως η εξάπλωση και κατανομή των Ελληνικών *Lamiaceae* στα φυτογεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας ακολουθεί τις κλιματικές μεταβολές.

Η οικογένεια *Lamiaceae* επίσης συμπεριλαμβάνει το γένος *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά είδη «ρίγανης» (Μακρί, 2002). Το όνομα του φυτού προέρχεται από τις λέξεις όρος (βουνό) και γάνος (λαμπρότητα). Το γένος *Origanum* περιλαμβάνει 42 είδη, 49 taxa (είδη και υποείδη) αλλά και φυσικά υβρίδια που απαντώνται σε όλες σχεδόν τις παραμεσόγειες χώρες τις Ευρώπης και της Αφρικής, αλλά και στις εύκρατες ζώνες της Ασίας και της Αμερικής.

Παγκόσμια, τέσσερα είδη χρησιμοποιούνται κυρίως με την ονομασία «Ρίγανη»: η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*), η Ισπανική ρίγανη (*Coridothymus capitatus* L.), η Τούρκικη ρίγανη (*Origanum onites* L.) και η Μεξικάνικη ρίγανη (*Lippia graveolens* HBK) (Lawrence, 1984).

Στην Ελλάδα αναγνωρίστηκαν τέσσερα είδη ρίγανης πλούσια σε καρβακρόλη: το *Coridothymus capitatus* L., το *Satureja thymbra* L., η *Origanum onites* L. και η *Origanum vulgare* L. (Kokkini & Vokou, 1989). Τα ίδια είδη είναι γνωστά και στη Τουρκία και χρησιμοποιούνται με την ονομασία «Κεκικ» και θεωρούνται πλούσια σε καρβακρόλη (Kirimer, 1995).

Όπως φαίνεται στην Εικ. 1.1. στον ελλαδικό χώρο απαντώνται κυρίως τα εξής τρία υποείδη: το *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, το *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* L., και το *Origanum vulgare* ssp. *viridulum*. Τα είδη αυτά ανήκουν στην οικογένεια των Χειλανθών (*Lamiaceae*, *Labiatae*) της τάξης *Lamiales*.



Εικ. 1.1. α. αριστερά: Εξάπλωση του γένους *Origanum* στην Ευρώπη, Ασία και Αφρική.
β. δεξιά: Κατανομή υποειδών της ρίγανης στον ελλαδικό χώρο.

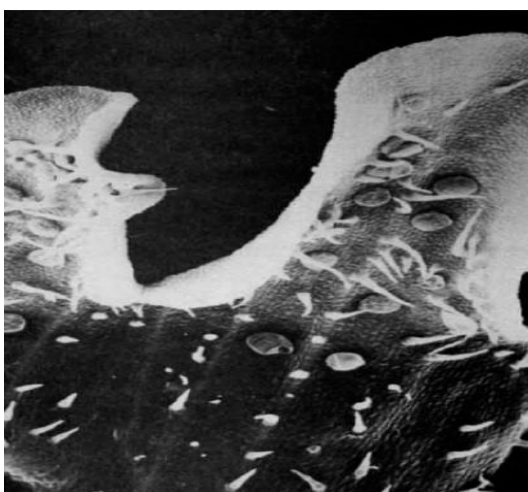
Το είδος *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* είναι διεθνώς γνωστό ως ελληνική ρίγανη, η οποία είναι ιθαγενές φυτό της χώρας μας. Η ελληνική ρίγανη (*O. hirtum*) είναι πολυετής πόα, η οποία εντοπίζεται στη Βαλκανική χερσόνησο, την Τουρκία, τη Κύπρο, την Ιταλία και Σικελία (Siedemann, 2004). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1500 m (Kokkini *et al.*, 2004).

Το είδος αυτό έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία για τη χώρα μας γιατί όταν καλλιεργηθεί δίνει μεγάλη παραγωγή και καλής ποιότητας ρίγανη (Γκόλιαρης & Σκρουμπής, 1992). Για το λόγο αυτό και οι περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις με αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στη χώρα μας καλύπτονται από ρίγανη.

1.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα είδη της οικογένειας *Lamiaceae* είναι ετήσια ή πολυετή ποώδη φυτά ή φρύγανα, καμιά φορά θάμνοι και σπανιότατα δένδρα ή αναρριχώμενα. Τα φυτά αυτά ευδοκιμούν στα θερμά και ξηρά κλίματα και φέρουν αδενώδεις τρίχες.

Τα αιθέρια έλαια, στα οποία οφείλουν τις ιδιότητές τους, παράγονται στις αδενώδεις τρίχες, οι οποίες ανάλογα με το σχήμα τους χαρακτηρίζονται ως δισκοειδείς ή λεπιοειδείς (Δεληβόπουλος, 1994). Κάθε αιθέριο έλαιο έχει χαρακτηριστική οσμή και ξεχωριστές ιδιότητες, που οφείλονται στα συστατικά του (Πολυσίου, 2002). Η ποσότητα των αιθερίων ελαίων και η πυκνότητα των αδενωδών τριχών από τις οποίες παράγονται αυτά στα αρωματικά φυτά της οικογενείας *Lamiaceae*, είναι πολύ μεγαλύτερη στις ταξιανθίες από ότι στα φύλλα. Οι εκκριτικοί μηχανισμοί αυτοί είναι δυνατόν να παράγουν διαφορετικής σύστασης αιθέριο έλαιο στα διάφορα φυτικά τμήματα (Werker *et al.*, 1985).



Εικ. 1.2. Αδενώδη τριχώματα (λεπιοειδή) στο εξωτερικό μέρος της στεφάνης άνθους ρίγανης (*Origanum vulgare*). (Πηγή: Werker, 1993)

Συνήθως οι βλαστοί τους είναι τετράγωνοι και φέρουν αντίθετα φύλλα, σταυρωτά ή κατά σπόνδλους, συνήθως απλά, χωρίς παράφυλλα. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα ή αρρενόστειρα (λειτουργικά θηλυκά), με ή χωρίς βράκτεια και αναπτύσσονται μεμονωμένα ή πολλά μαζί στις μασχάλες των φύλλων (κατά διχάσια) ή επάκρια (κατά βότρες ή στάχεις). Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής ή κωδωνοειδής, αποτελούμενος συνήθως από 5 δόντια ή δίχειλος. Η στεφάνη είναι σωληνοειδής, συμπέταλη, αποτελούμενη από 4-5 λοβούς, δίχειλη, σπάνια μονόχειλη ή ακτινόμορφη. Οι στήμονες είναι συνήθως τέσσερις ή πιο σπάνια δύο, με το οπίσθιο ζεύγος να είναι συνήθως κοντότερο από το πρόσθιο. Η ωοθήκη είναι επιφυής αποτελούμενη από δύο ενωμένα καρπόφυλλα, τα οποία σχηματίζουν τέσσερις ξεχωριστούς χώρους. Σε κάθε χώρο περιέχεται μια ανάτροπη σπερμοβλάστη. Ο στύλος είναι απλός και καταλήγει σε ένα δισχιδές στίγμα. Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο και αποτελείται από τέσσερα μονόσπερμα κάρυα (Βαρδακάκης, 1993).

1.3.2. Ταξινόμηση - Περιγραφή

Το γένος *Origanum* L. περιλαμβάνει μικρούς μονοετείς, διετείς ή πολυετείς θάμνους, οι οποίοι συναντώνται κυρίως σε θερμές και ορεινές εκτάσεις. Η *Origanum vulgare* L. περιλαμβάνει πολυετείς πόες ή μικρούς θάμνους, που μεγαλώνουν άγρια σε ορεινές περιοχές. Έχει πολύ μεγάλο εύρος διασποράς (Spada & Perrino, 1997). Στους άγριους πληθυσμούς της, αλλά και σε καλλιεργούμενους αγρούς, υπάρχει μεγάλη ποικιλία στη μορφολογία των φυτών και των χαρακτηριστικών των αιθερίων ελαίων (Putievsky & Ravid, 1982).

Από τα τρία υποείδη του *O. vulgare* τα οποία απαντώνται στην Ελλάδα, το υποείδος *hirtum* είναι το πλέον διαδεδομένο. Η *O. hirtum* διαχωρίζεται από τα άλλα είδη *Origanum* από τους πυκνούς της στάχεις, οι οποίοι διακρίνονται από τα στελέχη και τους κλάδους, από τους πράσινους κάλυκες με τους πέντε οδόντες και τις λευκές δίχειλες στεφάνες. Επιπλέον, χαρακτηρίζεται από τους εμφανείς, ακόμη και με γυμνό μάτι, αδένες των φύλλων και των καλύκων. Από την άλλη πλευρά, η *O. onites* ξεχωρίζει από την ταξιανθία η οποία αποτελείται από στάχεις κατανεμημένους σε ψευδοκόρυμβο και τους μονόχειλους κάλυκες (Kokkini *et al.*, 2003).

Στην αρχή της ανάπτυξης του φυτού, οι βλαστοί είναι έρποντες τριχωτοί, με φύλλα χρώματος πρασινοσταχτί, σε αντίθετη διάταξη, ωοειδείς, τριχωτοί κυρίως στη κάτω επιφάνεια. Τα τριχίδια είναι άφθονα και μπορεί να είναι αδενικά ή μη, ενώ είναι υπεύθυνα για τη χαρακτηριστική μυρωδιά της ρίγανης. Τα αδενικά τριχίδια της άνω

επιφάνειας των φύλλων είναι αποκλειστικά αρμόδια για τη βιοσύνθεση αιθερίου ελαίου. Οι έρποντες βλαστοί, βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος και αναπτύσσουν επιγενείς ρίζες οι οποίες ριζώνουν.

Αργά την άνοιξη, από τους έρποντες βλαστούς εκπύσσονται πλαγιόκλαδα έως ορθόκλαδα ανθοφόρα στελέχη. Τα άνθη που σχηματίζονται είναι μικρά με δίχειλη, συμπέταλη, λευκή στεφάνη και σωληνοειδή κάλυκα με πέντε οδόντες. Τα άνθη βρίσκονται σε ταξιανθίες στάχυος που καλύπτουν το 1/3 περίπου του άνω μέρους κάθε στελέχους. Το ύψος των στελεχών φθάνει τα 50-80 cm. Οι ανθοφόροι και κατόπιν καρποφόροι βλαστοί ξηραίνονται, αλλά στις αρχές φθινοπώρου τα φυτά αναπτύσσουν νέους έρποντες βλαστούς. Οι σπόροι είναι πολύ μικροί (10.000 σπόροι ανά g), χρώματος καφέ (Δόρδας, 2012). Οι στάχεις κάθε ταξιανθίας δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι, ενώ οι κάτω στάχεις του ανθοφόρου στελέχους έχουν ώριμους σπόρους, οι επάνω στάχεις μπορεί να είναι ακόμη στο στάδιο της ανθοφορίας (Κουτσός, 2006).

1.4. Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια αποτελούν μείγματα πολλών οργανικών ουσιών, των οποίων η ποσοτική και ποιοτική σύσταση εξαρτάται από το γενότυπο του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται στα φύλλα, στους βλαστούς και στα αναπαραγωγικά όργανα (ανθοφόροι οφθαλμοί, άνθη, καρποί και σπόροι). Αποθηκεύονται στα εξωτερικά μέρη των φυτών, κυρίως στην επιδερμίδα και στο μεσόφυλλο, έχουν χαμηλό σημείο ζέσεως, και μπορούν να εξαχθούν με απόσταξη.

Ως αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά, τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν δια αποστάξεως, εκπίεσεως ή ακόμη και με άλλες μεθόδους όπως η εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες. Τα αιθέρια έλαια είναι μείγματα πτητικών οργανικών ενώσεων, σε υγρή μορφή, με ελαιώδη εμφάνιση, και παραλαμβάνονται με φυσικούς τρόπους από το φυτικό υλικό. Δεδομένου ότι είναι πτητικές ενώσεις, τα μόριά τους εξατμίζονται εύκολα και διασκορπίζόμενα στον ατμοσφαιρικό αέρα, έρχονται σε επαφή με τα όργανα όσφρησης, τα οποία και διεγείρουν.

Η ποιότητα καλλιεργούμενων φυτών ρίγανης καθορίζεται κυρίως από την εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και από τη σύσταση αυτού. Η σύσταση του αιθερίου ελαίου στα φυτά ρίγανης φαίνεται να εξαρτάται σε

μεγαλύτερο βαθμό από το γενότυπο, ενώ οι κλιματικές συνθήκες φαίνεται να ευθύνονται για μικρότερο ποσοστό παραλλακτικότητας (Novak *et al.*, 2003).

1.4.1. Βιοσύνθεση των αιθερίων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια, όπως προαναφέρθηκε, αποτελούνται από οργανικά μόρια, τα οποία παράγονται από τους φυτικούς οργανισμούς. Τα οργανικά αυτά μόρια, αρχικά, θεωρήθηκαν ως προϊόντα μεταβολικής δραστηριότητας, η οποία δε σχετίζεται με ζωτικής σημασίας φυσιολογικές λειτουργίες και ως εκ τούτου μπορούσε να θεωρηθεί δευτερεύουσας σημασίας δραστηριότητα. Γι αυτό το λόγο οι ενώσεις αυτές ονομάστηκαν δευτερογενείς μεταβολίτες ή προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού (Καραμπουρνιώτης κ.α., 2012).

Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου των φυτών ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα τερπένια και τα φαινυλ-προπάνια. Η κατάταξή τους γίνεται με βάση τη βιοσυνθετική προέλευση του βασικού ανθρακικού σκελετού και την ιδιαίτερη δομή κάθε μορίου (Buchanan *et al.*, 2000; Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Τα τερπένια είναι αυτά, τα οποία κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στη σύσταση του αιθέριου ελαίου. Τα φαινυλ-προπάνια, όταν είναι παρόντα, προσδίδουν στο έλαιο ιδιαίτερη οσμή και γεύση. Βιογενετικά τα τερπένια και τα φαινυλ-προπάνια προέρχονται από διαφορετικές πρόδρομες ουσίες και παράγονται μέσα από διαφορετικά βιοσυνθετικά μονοπάτια (Sangwan *et al.*, 2001).

Τα φαινυλ-προπάνια δεν είναι συνηθισμένα συστατικά των αιθερίων ελαίων των φυτών. Παρόλα αυτά, ορισμένα φυτά έχουν σε αφθονία στο έλαιό τους αυτά τα συστατικά. Τα κύρια φαινυλ-προπάνια, τα οποία έχουν αναγνωρισθεί στο έλαιο ορισμένων φυτών, είναι η eugenol, elemycin, chavicol, dillapiole, anethole, estragole, ariole κ.α. (Sangwan *et al.*, 2001). Οι ενώσεις αυτές έχουν ως πρόδρομο μόριο τη φαινυλαλανίνη.

1.4.2. Τερπένια

Ο όρος τερπένια προέρχεται από τη γερμανική λέξη *terpentin* (νέφτι), διότι από το προϊόν αυτό απομονώθηκαν τα πρώτα μέλη της ομάδας. Τα τερπένια ή τερπενοειδή αποτελούν την πιο πολυάριθμη ομάδα των αιθερίων ελαίων και προέρχονται από τη συνένωση περισσότερων της μιας δομικών μονάδων με πέντε

άτομα άνθρακα (C₅) που έχουν το διακλαδισμένο ανθρακικό σκελετό του ισοπρενίου ή ισοπεντανίου.

Η ταξινόμηση των τερπενίων γίνεται ανάλογα με τον αριθμό των μονάδων που περιέχουν στο μόριό τους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.1. Τερπένια με 10 άτομα άνθρακα στο μόριό τους ονομάζονται μονοτερπένια, ενώσεις με 3 δομικές μονάδες (15 άτομα άνθρακα) αποτελούν τα σεσκιτερπένια, ενώ ενώσεις με 20 άτομα άνθρακα αποτελούν τα διτερπένια. Μεγαλύτερα μόρια τερπενίων είναι τα τριτερπένια (με 30 άτομα C) τα τετρατερπένια (με 40 άτομα C) και τα πολυτερπένια (με n ισοπρενικές μονάδες (C₅), n>20) (Καράταγλης, 1994).

Πρόκειται για μια εξαιρετικά διαδεδομένη ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών, και συγκεκριμένα λιπιδίων, με σημαντικό ρόλο, αφού μεγάλος αριθμός μονοτερπενίων και παραγώγων τους έχουν τοξική δράση στα έντομα. Ορισμένα μονοτερπένια και διτερπένια αποτελούν τα κύρια συστατικά των αιθερίων ελαίων (Καραμπουρνιώτης, 2003).

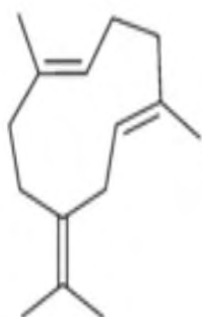
Πιν. 1.1. Ταξινόμηση τερπενικών ενώσεων (Καραμπουρνιώτης, 2003).

Αριθμός ατόμων άνθρακα	Τύπος βασικού ανθρακικού σκελετού	Κατηγορία ενώσεων	Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι
5	C ₅ H ₈	Ισοπρένιο (ημιτερπένια)	Ισοπεντενυλοφωσφορικό
10	C ₁₀ H ₁₆	Μονοτερπένια	Γερανιόλες (μενθόλη, καμφορά, πινένιο)
15	C ₁₅ H ₂₄	Σεσκιτερπένια	Φαρνεζόλες (αμπισισικό, ρυσιτίνη)
20	C ₂₀ H ₃₂	Διτερπένια	Γεραφυλλογερμανιόλες (γυββερίλικό, φουσικοσίνη)
30	C ₃₀ H ₄₈	Τριτερπένια	Σκουαλένια (στεροειδή, σαπωνίνες)
40	C ₄₀ H ₆₄	Τετρατερπένια	Φυτοένιο, καρτενοειδή
n	(C ₅ H ₈) _n	Πολυτερπένια	Κόμμεα, γουαπέρκα

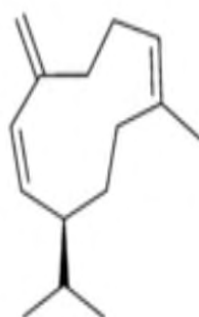
Όλες οι ενώσεις του τύπου αυτού προέρχονται από τη βασική μονάδα του ισοπεντανίου. Η ομάδα περιλαμβάνει πολυάριθμες ενώσεις, με ποικιλία στη μορφή, όπως καρτενοειδή, χλωροφύλλες, γυββερελίνες, τα οποία θεωρούνται πρωτογενείς μεταβολίτες. Με τη συνένωση διαφορετικού αριθμού βασικών μονάδων ισοπεντανίου (2,4,6,8,...,n), δημιουργούνται πολυπλοκότερα μόρια, διαφορετικά μεταξύ τους (Croteau, 1992).

Το αιθέριο έλαιο των φυτών της ρίγανης αποτελείται από καρβακρόλη ή θυμόλη ως κύριο συστατικό και ακολουθούν το γ-τερπινένιο, το π-κυμένιο, η λιναλοόλη, η τερπινεν-4-όλη και το υδροσαβινένιο (Kokkini *et al.*, 1997; D'Antuono *et al.*, 2000; Skoula & Harborne, 2002). Τα μονο- και σεσκι- τερπένια απαντώνται σε περισσότερα από πενήντα οικογένειες φυτών, από την *Pinaceae* και *Orchidaceae* έως τις *Ranunculaceae*, *Asteraceae* και *Lamiaceae*. Ακολουθούν παραδείγματα των κυριότερων συστατικών (μονοτερπενίων και σεσκιτερπενίων) των αιθέριων ελαίων και η μοριακή τους δομή:

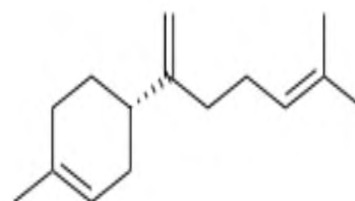
Σεσκιτερπένια



β-Γερμακρένιο



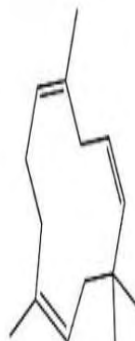
δ-Γερμακρένιο



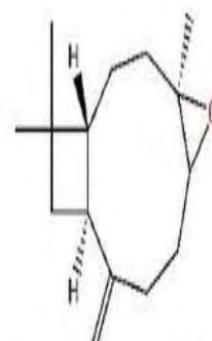
β-Μπισαμπολένιο



Καρυοφυλλένιο



α-Καρυοφυλλένιο



Οξείδιο του Καρυοφυλλενίου

Μονοτερπένια

Α. Υδρογονανθρακικά

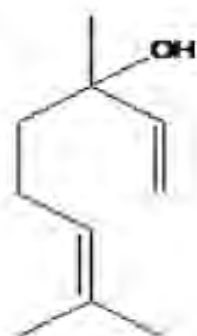


π-Κυμένιο

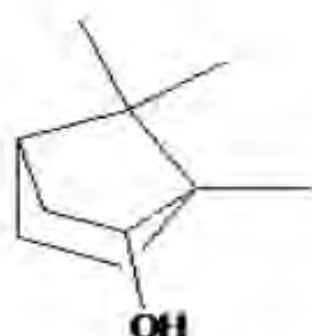


γ-Τερπινένιο

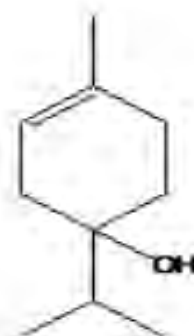
Β. Υδρογονανθρακικές αλκοόλες



Λιναλοόλη

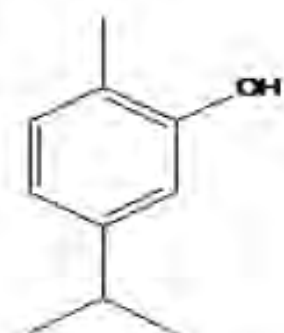


Βορνεόλη

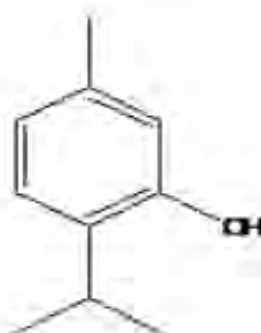


Τερπινεν-4-όλη

Γ. Υδρογονανθρακικές φαινόλες



Καρβακρόλη



Θυμόλη

1.5. Χρήσεις της ρίγανης

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά καλλιεργούνται είτε για τις ξηρές δρόγες τους (αποξηραμένα τμήματα των φυτών όπως φύλλα, βλαστοί, άνθη, ρίζες, καρποί και σπόροι), είτε για τα αιθέρια έλαιά τους. Παράγουν οργανικές ενώσεις οι οποίες συμμετέχουν στην άμυνα των φυτών έναντι φυτοπαθογόνων εντόμων, βακτηρίων, μυκήτων και ιών. Οι ευεργετικές δράσεις αυτών φαίνεται να αποδίδονται στα φαινολικά συστατικά των αιθέριων ελαίων.

Οι ξηρές δρόγες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη παρασκευή ροφημάτων και για τη λήψη ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών όπως τα αλκαλοειδή, τα φλαβονοειδή και οι γλυκοζίτες (Δόρδας, 2012).

Τα περισσότερα αιθέρια έλαια αυτής της οικογένειας αποτελούνται από μονοτερπένια και σεσκιτερπένια (Lewinsohn *et al.*, 2000). Παρουσιάζουν αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί στην περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη και θυμόλη (Bouchra *et al.*, 2003; Baydar *et al.*, 2004; Bozin *et al.*, 2006). Μία από σημαντικότερες ενώσεις είναι η καρβακρόλη, η οποία βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα αιθέρια έλαια της ρίγανης. Η δράση της είναι αντιφλεγμονώδης, αναλγητική, αντιαρθριτική, αντιαλλεργική, αντικαρκινική, αντιδιαβητική, καρδιοπροστατευτική, γαστροπροστατευτική, ηπατοπροστατευτική, και νευροπροστατευτική, μεταβολική και συνεργιστική (Friedman, 2014). Ακόμα χρησιμοποιείται ως πρόσθετο συστατικό στις ζωοτροφές, αλλά και στην εκτροφή μελισσών (Baser, 2008).

Τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται επίσης ευρύτατα στην αρωματοποιία, τη σαπωνοποιία, τη ζαχαροπλαστική, τη μαγειρική, την οδοντοκρεμοποιία, τη βιομηχανία τροφίμων, την ποτοποιία, τη βιομηχανία ζωοτροφών (ριγανέλαιο) και τη φαρμακευτική βιομηχανία. Επίσης σημαντικό ρόλο έχουν στη γεωργία ως φυσικά προστατευτικά μέσα (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Ενδεικτικά, αιθέρια έλαια των φυτών *O. hirtum* και *O. onites*, πλούσια σε καρβακρόλη, έχουν χρησιμοποιηθεί ως φαρμακευτικά στην Τουρκία (Baricevic & Bartol, 2002), ενώ στην Κύπρο χρησιμοποιούνται ακόμη και ως αντιρευματικά αιθέρια έλαια του φυτού *Origanum dubium* (Arnold *et al.*, 1993). Το φυτό *Origanum sipileum* έχει χρησιμοποιηθεί στην Τουρκία για τη θεραπεία γαστρεντερολογικών διαταραχών και του βήχα. Τα αιθέρια έλαια αυτού του φυτού βρέθηκε ότι είναι πλούσια σε γ-τερπινένιο και αρωματικά μονοτερπένια (Baser & Tumen, 1992).

Οι έρευνες στο αντικείμενο της χρήσης των αιθέριων ελαίων της ρίγανης ποικίλουν και φαίνεται πως τα αιθέρια έλαια των φυτών και ιδιαίτερα αυτά που είναι πλούσια σε καρβακρόλη έχουν μια σειρά από ευεργετικές βιολογικές και φαρμακευτικές δράσεις, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

1.5.1. Αντιμυκητιακή δράση

Οι θεραπευτικές ιδιότητες της ρίγανης, καθώς και το έντονο άρωμά της αποδίδονται στις πολυφαινολικές ενώσεις του αιθέριου ελαίου που περιέχει (Zheng & Wang, 2001; Lambert *et al.*, 2001; Novak *et al.*, 2002a; Bernath *et al.*, 2005).

Πληθώρα ερευνών αποδεικνύουν πως από τα φυτά της οικογενείας *Lamiaceae*, τη μεγαλύτερη αντιμικροβιακή, μυκοστατική και μυκητοκτόνο δράση την έχει η ρίγανη, γεγονός το οποίο αποδίδεται στη σημαντική ποσότητα καρβακρόλης (Giampieri *et al.*, 2002; Dadalioglu & Evrendilek 2004; Bozin *et al.*, 2006) και στο μεγάλο ποσοστό αντιοξειδωτικών, ιδιαίτερα φαινολικών συστατικών που περιέχει (Sivropoulou *et al.*, 1996; Dorman *et al.*, 2000; Dorman & Deans, 2000; Lambert *et al.*, 2001; Aligiannis *et al.*, 2001; Capecka *et al.*, 2005; Chami *et al.*, 2005; Dusan *et al.*, 2006; Cristiani *et al.*, 2007). Ανάμεσα δε στα είδη του γένους *Origanum*, το πιο δραστικό αιθέριο έλαιο είναι αυτό της *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Ody, 1994; Karamanoli *et al.*, 2000).

Έχει διαπιστωθεί μυκητοτοξική δράση έναντι των *Aspergillus flavus*, *A. ochraceus* και *A. Niger* με τα αιθέρια έλαια της ρίγανης και του θυμαριού (Paster *et al.*, 1990). Η καρβακρόλη προκαλεί ολική παρεμπόδιση στην ανάπτυξη αποικιών των μυκητών *Penicillium digitatum*, *Fusarium solani* var. *Coeruleum* και *Botrytis cynerea* (Daferera *et al.*, 2000). Τόσο η βλάστηση, όσο και η μυκηλιακή ανάπτυξη του *C. albicans* βρέθηκε να αναστέλλεται από έλαιο ρίγανης και ειδικά της καρβακρόλης. Τα αποτελέσματα της μελέτης ενθαρρύνουν την εξέταση της αποτελεσματικότητας του αιθέριου ελαίου ειδών ρίγανης έναντι άλλων παθογόνων, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που προκαλούν κακοήθειες (Manohar *et al.*, 2001).

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών ερευνών οδήγησαν τους ερευνητές στο να προτείνουν τη χρήση του ριγανέλαιου ως αντιμυκητιακό φάρμακο (Adam *et al.*, 1998; Chami *et al.*, 2005), στην συντήρηση των τροφίμων (Ozkan *et al.*, 2003; Tajkarimi *et al.*, 2010) για την αντιμετώπιση ανθρώπινων ασθενειών (Bozin *et al.*, 2006), ακόμη και ενάντια σε καρκινικά κύτταρα (Conforti *et al.*, 2008; Ghavami *et al.*, 2011).

1.5.2. Αντιβακτηριδιακή δράση

Εξίσου μεγάλος αριθμός εργαστηριακών αλλά και κλινικών ερευνών έχει πραγματοποιηθεί όσον αφορά την αντιβακτηριδιακή δράση του αιθερίου ελαίου της ρίγανης, τόσο σε ζωντανούς οργανισμούς, όσο και στην αντιβακτηριδιακή προστασία μεταποιημένων ή και νωπών τροφίμων (ψάρια, πουλερικά κ.α.).

Η ρίγανη *O. vulgare*, έναντι των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων (*Esherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Yersinia enterocolitica*, *Serratia marcenscens*, *Pseudomonas flourescens* και *Pseudomonas putida*), καθώς και έναντι των θετικών κατά Gram βακτηρίων (*Micrococcus spp.*, *Sarcina flava*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus licheniormis*, *Bacillus thuringiensis* και *Listeria innocua*), έδειξε να παρουσιάζει ισχυρότερη αντιβακτηριδιακή δράση σε σύγκριση με τα αιθέρια ελαίων άλλων φυτών (Marino *et al.* 2001). Τα αιθέρια έλαια των *O. onites* και *O. hirtum* έδειξαν ισχυρή αντιβακτηριδιακή δράση έναντι του *Stenotrophomonas maltophilia*. (Sarac *et al.*, 2009). Αιθέρια έλαια της *Origanum vulgare*, πλούσια σε καρβακρόλη, παρουσίασαν την ίδια δραστικότητα ενάντια στα βακτήρια *E. Coli*, *S. aureus*, *Bacillus megaterium* και *Salomonella badar* (Remmal *et al.*, 1993).

Όμοια με την αντιμυκητιακή, η αντιβακτηριακή δράση των αιθέριων ελαίων των φυτών *Origanum* αποδίδεται κυρίως στην παρουσία των φαινολικών συστατικών τους, καρβακρόλη και θυμόλη, ενώ τα πρόδρομα τους συστατικά, π-κυμένιο και γ-τερπινένιο, χαρακτηρίζονται ως ανενεργά (Pellequer *et al.*, 1980; Gergis *et al.*, 1990; Sivrouroulou *et al.*, 1996).

Η ρίγανη αποτελεί μια ανέξοδη πηγή φυσικών αντιβακτηριδιακών, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τρόφιμα για την πρόληψη της ανάπτυξης βακτηρίων, με σκοπό την επέκταση της διάρκειας ζωής των μεταποιημένων τροφίμων (Chorianopoulos *et al.*, 2004).

1.5.3. Αντιοξειδωτική δράση

Για άλλη μια φορά τα φαινολικά συστατικά είναι αυτά που αναφέρονται ως υπεύθυνα και για την αντιοξειδωτική δράση της ρίγανης (Moure *et al.*, 2001; Stagos *et al.*, 2012; Kaliora *et al.*, 2014). Έρευνες αναφέρουν πως η αντιοξειδωτική δράση του αιθερίου ελαίου της ρίγανης είναι συγκρίσιμη με την α-τοκοφερόλη και το

συνθετικό αντιοξειδωτικό βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT), αν και ασθενέστερη σε σχέση με το ασκορβικό οξύ (Kulisic *et al.*, 2004).

Σε πρόσφατες έρευνες μελετήθηκε η επίδραση της χρήσης ρίγανης ως συμπλήρωμα διατροφής σε πουλερικά και θηλαστικά, με σκοπό να αυξηθεί η αντιοξειδωτική ικανότητα του παραγόμενου γάλακτος και κρέατος (Paraskevakis, 2015; Peng *et al.*, 2016).

1.5.4. Εντομοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση

Τα αρωματικά φυτά λειτουργούσαν από την αρχαιότητα ακόμη ως πηγή προϊόντων φυτοπροστασίας (Μενκίσσογλου, 2014). Από το 1990 έως σήμερα έχει παρατηρηθεί αύξηση του αριθμού δημοσιεύσεων για τα φυτικά εντομοκτόνα (Isman & Grieneisen, 2014).

Ανάμεσα στα διαφορα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, τα αιθέρια έλαια από φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* παρουσιάζουν την ισχυρότερη εντομοκτόνο δράση απέναντι στον εχθρό των φασολιών, *Acanthoscellides obtectus* (Regnault-Roger & Hamraoui, 1993). Έλαια της *O. hirtum*, πλούσια σε καρβακρόλη, παρουσίασαν σε εργαστηριακά πειράματα εντομοκτόνο δράση και ως καπνιστικά και ως εντομοκτόνα επαφής απέναντι στο *Acanthoscellides obtectus* (Baricevic *et al.*, 2001). Εντομοκτόνος δράση αναφέρεται για παρόμοια έλαια και απέναντι στη *Drosophila melanogaster* (Καρρουητσίς *et al.*, 1998) καθώς και απέναντι σε αυγά εντόμων που αναπτύσσονται σε αποθηκευμένα προϊόντα, *Tribolium confusum* και *Ephestia cautella* (Shaaya *et al.*, 1993). Τέλος, έλαιο της *Origanum syriacum* παρουσίασε υψηλή καπνιστική δράση απέναντι σε θηλυκά των *Aphis gossypii* και *Tetranychus cinnabarinus* (Tuns & Sahinkaya, 1998).

Επιβεβαιωμένη δράση έχουν επίσης απέναντι σε νηματώδεις, μια ιδιότητα η οποία φαίνεται ότι θα προσφέρει νέες εφαρμογές στον τομέα της φυτοπροστασίας. Σε εργαστηριακά πειράματα, όπου το χώμα των γλαστρών ανεμείχθη με έλαια των φυτών *Origanum vulgare* και *Origanum syriacum* σε συγκεντρώσεις της τάξης των 200 mg/kg, παρατηρήθηκε μείωση των προσβολών των ριζών σποροφύτων αγγουριού από τον νηματώδη *Meloidogyne javanica*, είτε παρεμποδίζοντας την εκκόλαψη των αυγών (Ramraj *et al.*, 1991; Oka *et al.*, 2000) είτε δρώντας τοξικά σε νεαρά άτομα (Hashim *et al.*, 1999; Oka *et al.*, 2000). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και κατά την εφαρμογή καρβακρόλης και θυμόλης σε συγκέντρωση 150 mg/kg. Τα τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων έχουν αναγνωριστεί από

αρκετούς ερευνητές σαν ανασταλτικά της βλάστησης και της ανάπτυξης (Fischer, 1986; Muller, 1986; Elakovich, 1988). Τα αιθέρια έλαια φυτών τύπου καρβακρόλης (*S. thymbra*, *O. hirtum*, *O. onites* και *C. capitatus*), φαίνεται να παρεμποδίζουν την βλάστηση και την ανάπτυξη σπόρων αγριοβρώμης (Kotoulas *et al.*, 2009).

1.6. Καλλιέργεια της ρίγανης

1.6.1. Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες

Γενικά, η προσαρμογή ενός φυτού σε ένα οικοσύστημα εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες, την πλευρική ετερογένεια του περιβάλλοντος (διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία, θερμοκρασία, pH, υγρασία, κ.α.), την κάθετη ετερογένεια του περιβάλλοντος (διαθέσιμα στοιχεία, διαβάθμιση της ηλιακής ακτινοβολίας) και την αλληλεπίδραση των φυτών στο συγκεκριμένο οικοσύστημα (Harper, 1977). Η προσαρμογή γίνεται μέσω γενετικών τροποποιήσεων, οι οποίες εμφανίζονται σταδιακά μέσω της διαδικασίας επιλογής σε ένα διάστημα αρκετών γενεών.

Η ρίγανη είναι ανθεκτική στην έλλειψη νερού και καλλιεργείται κυρίως σε ξηροθερμικά κλίματα. Δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητική όσο αφορά τα θρεπτικά στοιχεία και έχει μικρές απαιτήσεις σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Είναι φυτό ιδιαίτερα φωτόφιλο. Για να έχει ικανοποιητική απόδοση η καλλιέργειά της προτείνεται σε ηλιόλουστες, ημιορεινές περιοχές με δροσερό καλοκαίρι, σε αγρούς απαλλαγμένους από πολυετή ζιζάνια (Δόρδας, 2012). Το φυσικό οικοσύστημα επιδρά στις αποδόσεις των αιθέριων ελαίων και στη περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη (Kokkini & Vokou, 1993, Karousos *et al.*, 2005). Δεδομένου ότι το αιθέριο έλαιο αποτελεί μεταβολικό προϊόν των φυτικών κυττάρων, τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά επηρεάζονται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η ποικιλομορφία των χημειοτύπων είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο περιβάλλον και στο γονότυπο του αρωματικού φυτού (Burkart & Buhler, 1997).

Όσον αφορά τις *O. hirtum* και *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, τα οποία αντέχουν σε χαμηλές θερμοκρασίες, ευδοκιμούν σε μέσης έως μέτριας σύστασης ημιορεινά εδάφη και είναι λιποδίατα στις κλιματικές συνθήκες (Γκόλιαρης, 1992). Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της *O. hirtum* είναι 18-22 °C, με όρια ανάπτυξης 4-33 °C, ενώ άριστο pH εδάφους είναι το 6,8 αλλά

αναπτύσσεται και σε εδάφη με πολύ υψηλότερες τιμές (Κουτσός, 2006). Από την άλλη πλευρά, η *O. onites* αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες από 6-28 °C και σε εδάφη με pH από 4,9 έως 8,7 (Μακρί, 2002).

1.6.2. Πολλαπλασιασμός της ρίγανης

Τα περισσότερα αρωματικά και φαρμακευτικά πολλαπλασιάζονται εγγενώς με σπόρους. Επειδή όμως πολλά από αυτά είναι πολυετή χρησιμοποιούνται και άλλοι τρόποι πολλαπλασιασμού όπως παραφυάδες, διαίρεση φυτών, κόρμιοι, μοσχεύματα, εμβολιασμός, βολβοί και ριζώματα (Δόρδας, 2012).

Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο είναι κατά πολλούς ο πιο πρακτικός και εύχρηστος τρόπος, με τον οποίο δύναται να πολλαπλασιαστούν σχεδόν όλα τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Βέβαια σε πολλά είδη ο πολλαπλασιασμός με σπόρο δεν ενδείκνυται, γιατί είτε δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα μέθοδος, είτε δεν είναι ομοιόμορφα τα σπορόφυτα που παράγονται και επομένως οι παραγωγοί καταφεύγουν στον αγενή τρόπο πολλαπλασιασμού. Στη περίπτωση της ρίγανης ο καλύτερος τρόπος πολλαπλασιασμού κατά πολλούς θεωρείται πως είναι με μοσχεύματα (Kuris *et al.*, 1981) λόγω του μικρού μεγέθους των σπόρων των φυτών «ρίγανης» (Putievsky *et al.*, 1997).

1.6.3. Προετοιμασία αγρού

Πριν τη φύτευση, ο αγρός προετοιμάζεται καταλλήλως. Αρχικά οργώνεται βαθιά και εν συνέχεια, λίγο πριν τη φύτευση, ακολουθεί ένα ελαφρύτερο όργωμα. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με δισκοσβάρνισμα, ώστε να καλυφθεί το λίπασμα και να καταστραφούν τα ζιζάνια και να διευκολυνθεί το φύτευμα, ιδίως όταν πρόκειται να γίνει με φυτευτικές μηχανές (Γκόλιαρης, 1992).

1.6.4. Εγκατάσταση φυτείας

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

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

1.6.5. Ζιζανιοκτονία

Σημαντικότερη καλλιεργητική εργασία είναι αναμφίβολα η ζιζανιοκτονία για την πλειονότητα των αρωματικών φυτών, ειδικά κατά το πρώτο χρόνο της φύτευσης. Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με σκαλίσματα, τα οποία όμως ανεβάζουν το κόστος παραγωγής.

Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων είναι η συνηθέστερη εναλλακτική αντιμετώπιση. Τέτοιες επεμβάσεις θα πρέπει να γίνονται εφόσον εξασφαλιστεί η μη υπολειμματική δράση στα φυτά και κατ' επέκταση στη βιοσύνθεση των αιθερίων ελαίων τους (Κουτσός, 2006).

Άλλες εναλλακτικές προσεγγίσεις συστήνουν κάλυψη του εδάφους με πριονίδι, άχυρο, φυτικά υπολείμματα ή φύλλα πολυαιθυλενίου. Λόγος γίνεται για τη μέθοδο flaming (χρήση φλόγιστρου με προπάνιο), τη μέθοδο ηλιοαπολύμανσης, κ.α.

1.6.6. Άρδευση

Η έλλειψη νερού και το υδατικό στρες αποτελούν τους κύριους περιοριστικούς παράγοντες αύξησης και παραγωγικότητας πολλών καλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο (Singh & Goswamy, 2000). Ένα οικονομικά βιώσιμο πρόγραμμα αρδεύσεων ξεκινά από την παρατήρηση και αναγνώριση των σταδίων ανάπτυξης του φυτού και της συγκεκριμένης ποικιλίας στις εκάστοτε τοπικές εδαφο-κλιματικές συνθήκες, με σκοπό την αυξημένη παραγωγικότητα και την σωστή χρήση των υδατικών πόρων (Mahal & Sidhu, 2006).

Το αντικείμενο της άρδευσης και το κατά πόσο είναι συμφέρουσα στην καλλιέργεια ρίγανης δεν έχει μελετηθεί επαρκώς αν και έρευνες δείχνουν πως η άρδευση είναι βιώσιμη (Marques *et al.*, 2012). Η καλλιέργεια ρίγανης επιβιώνει και ως ξηρική καθώς παρουσιάζει αντοχή στην ξηρασία ενώ αναφέρεται πως είναι αναγκαία η άρδευση μετά την φύτευση, ενώ συνιστάται η άρδευση επαναληπτικά σε περιόδους ξηρασίας (Κουτσός, 2006; Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010).

1.6.7. Λίπανση

Κύριο θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη και λειτουργία κάθε οργανισμού είναι το άζωτο. Αποτελεί συστατικό των αμινοξέων, πρωτεϊνών, νουκλεοτιδίων, των νουκλεϊκών οξέων, της χλωροφύλλης και των συνενζύμων. Τα φυτά προσλαμβάνουν το άζωτο μέσω του ριζικού συστήματος υπό τη μορφή νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου. Η έλλειψή του μειώνει την αύξηση της φυτικής μάζας και το χρώμα των φυτών μεταβάλλεται σε κιτρινοπράσινο.

Από την άλλη, η περίσσεια αζώτου στο έδαφος αποδεδειγμένα οδηγεί μεταξύ άλλων, σε έντονη φυτική βλάστηση, ευτροφισμό, ευαισθησία σε προσβολή από ασθένειες και παράσιτα, τοξικά φαινόμενα σε ζώα και ανθρώπους και σταδιακή υποβάθμιση του υδροφόρου ορίζοντα (Σιδηράς, 2002; Aulakh & Malhi, 2005; Hanley, 2007).

Η επέμβαση με άζωτο, το οποίο συνήθως επιδρά αυξάνοντας τη φυτική μάζα των φυτών, έχει μελετηθεί σε πολλά φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* και σε περιοχές που αυτά αυτοφύονται. Σημαντικό ρόλο στην επίδραση παίζουν παράγοντες όπως το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, ο χρόνος συγκομιδής, οι περιβαλλοντικές συνθήκες κ.ά. Έμφαση δίνεται εξίσου, ιδιαίτερα στα πειράματα των τελευταίων ετών, στο να χρησιμοποιηθεί η απολύτως αναγκαία ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος για τα φυτά, ώστε να απορροφάται εξ' ολοκλήρου και να αποφεύγεται η ρύπανση του εδάφους και των υπόγειων υδάτων. (Karioti *et al.*, 2003; Sifola & Barbieri 2006, Sotiropoulou & Karamanos, 2010; Karamanos & Sotiropoulou, 2013).

1.6.8. Συγκομιδή

Η συγκομιδή είναι πολύ σημαντική διαδικασία, από την οποία επηρεάζεται η ποιότητα του τελικού προϊόντος. Οι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (π.χ. ανθοφορία, ωρίμανση σπόρου), ο χρόνος κατά την οποίο γίνεται η συγκομιδή (πρωί, απόγευμα), ο βαθμός ξήρανσης, η θερμοκρασία ξήρανσης, η περιεκτικότητα σε υγρασία μετά την ξήρανση, οι συνθήκες αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης πριν την τελική επεξεργασία (απώλεια αιθέριου ελαίου).

Ο ακριβής χρόνος της περιόδου ανάπτυξης προσδιορίζεται κάθε φορά με βάση τη μέγιστη περιεκτικότητα σε δραστικά ή απαιτούμενα συστατικά του φυτικού υλικού. Η συγκομιδή θα πρέπει να γίνεται στο κατάλληλο στάδιο ώστε το φυτό να έχει τη μεγαλύτερη απόδοση αλλά και την καλύτερη κατά περίπτωση ποιότητα, δηλαδή

περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια και δραστικά συστατικά (αλκαλοειδή). Η συγκομιδή των αρωματικών φυτών γίνεται ως επί το πλείστον με μηχανήματα, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις συνεχίζει να γίνεται χειρωνακτικά (Δόρδας, 2012).

1.6.9. Ξήρανση

Πρόκειται για μια από τις συνηθέστερες μεθόδους, μαζί με την αφυδάτωση, συντήρησης των φυτικών υλικών. Η γρήγορη απομάκρυνση του νερού από τα κύτταρα προλαμβάνει την αποικοδόμηση των κυτταρικών συστατικών, ενώ αποφεύγεται και ο κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών που δύνανται να οδηγήσουν στην καταστροφή μέρους του αρωματικού φυτού. Για την αναστολή κάθε είδους διεργασίας που θα οδηγήσει πιθανότατα σε αλλοίωση του φυτού επιβάλλεται η μείωση του νερού σε μέγιστο ποσοστό 10%.

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

Άλλη μέθοδος είναι η ξήρανση με θέρμανση. Χρησιμοποιείται σε βιομηχανικό επίπεδο όπου η απομάκρυνση της υγρασίας γίνεται με την παροχέτευση θερμού αέρα από γεννήτριες. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι γύρω στους 50°C, η ξήρανση διαρκεί 24-36 ώρες και στο προϊόν παραμένει 5 - 10% υγρασία. Η διάρκεια συντήρησης του προϊόντος που προκύπτει είναι 1 με 2 χρόνια.

Τέλος, η λυοφυλίωση είναι μια εναλλακτική μορφή τεχνητής ξήρανσης που χρησιμοποιείται αρκετά από τη βιομηχανία τροφίμων και είναι αποτελεσματική στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Το προϊόν ψύχεται και εν συνεχεία αποξηραίνεται με εξάχνωση του πάγου σε κενό. Σε αυτή τη μέθοδο η υγρασία του προκύπτοντος προϊόντος είναι 1-2% και η διάρκεια συντήρησής του απεριόριστη. Πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός πως δεν τροποποιούνται καθόλου οι φωτοχημικές ιδιότητες του φυτικού υλικού. Αντιθέτως, σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί το υψηλό κόστος της μεθόδου.

1.7. Προοπτικές των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών για την ελληνική οικονομία

Στη χώρα μας η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών θεωρείται πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια, αποτελώντας ιδανική λύση για την αξιοποίηση μειονεκτικών, ορεινών και ημιορεινών εκτάσεων, συμβάλλοντας στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, στην αύξηση του εισοδήματος των παραγωγών και στην ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων στις περιοχές αυτές. Λόγω της μεγάλης προστιθέμενης αξίας τους, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποκτούν ολοένα και περισσότερο ενδιαφέρον (Δόρδας, 2012).

Σήμερα, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά παρουσιάζουν παγκόσμιο ενδιαφέρον και αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στην Ελληνική γεωργία, ως κύριο ή και συμπληρωματικό εισόδημα για τους γεωργούς, αποτελώντας μια αξιοσημείωτη εναλλακτική λύση για τους Έλληνες παραγωγούς, η οποία επιτρέπει την αξιοποίηση αγροτεμαχίων σε ορεινές περιοχές, όπου τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά εντάσσονται και ευδοκιμούν πολύ καλύτερα σε σχέση με άλλα καλλιεργήσιμα είδη φυτών (Goliaris, 1997). Θα μπορούσαν επίσης να συντελέσουν στην ευρύτερη αναδιάρθρωση των αροτραίων καλλιεργειών της χώρας μας (Πετρόπουλος *et al*, 1994).

1.8. Σκοπός του πειράματος

Από τα παραπάνω καθίσταται φανερό ότι η ρίγανη μπορεί να αποτελέσει μια νέα, λίαν ενδιαφέρουσα εναλλακτική καλλιέργεια με σημαντικά οφέλη για τον Έλληνα παραγωγό και την γεωργική ανάπτυξη της χώρας.

Σε μια προσπάθεια εμπλουτισμού των σχετικά λίγων δεδομένων ως προς την αύξηση και παραγωγικότητα του φυτού στη χώρα μας, η παρούσα εργασία εστιάζει στην εγκατάσταση μιας νέας καλλιέργειας ρίγανης (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) υπό μορφή πειραματικού αγρού στην Κ. Ελλάδα (περιοχή Αερινού Μαγνησίας) και τη μελέτη των καλλιεργητικών πρακτικών για την βέλτιστη εγκατάσταση και ανάπτυξη της καλλιέργειας όσον αφορά την προετοιμασία του αγρού, τη φύτευση, την ζιζανιοκτονία, την άρδευση, τη λίπανση, κ.λπ. Έμφαση δίνεται στην επίδραση της άρδευσης στην αύξηση και ανάπτυξη της ρίγανης συγκριτικά με ξηρικές συνθήκες κατά το πρώτο έτος εγκατάστασης της καλλιέργειας, σε συνδυασμό με διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης, λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη βιβλιογραφία

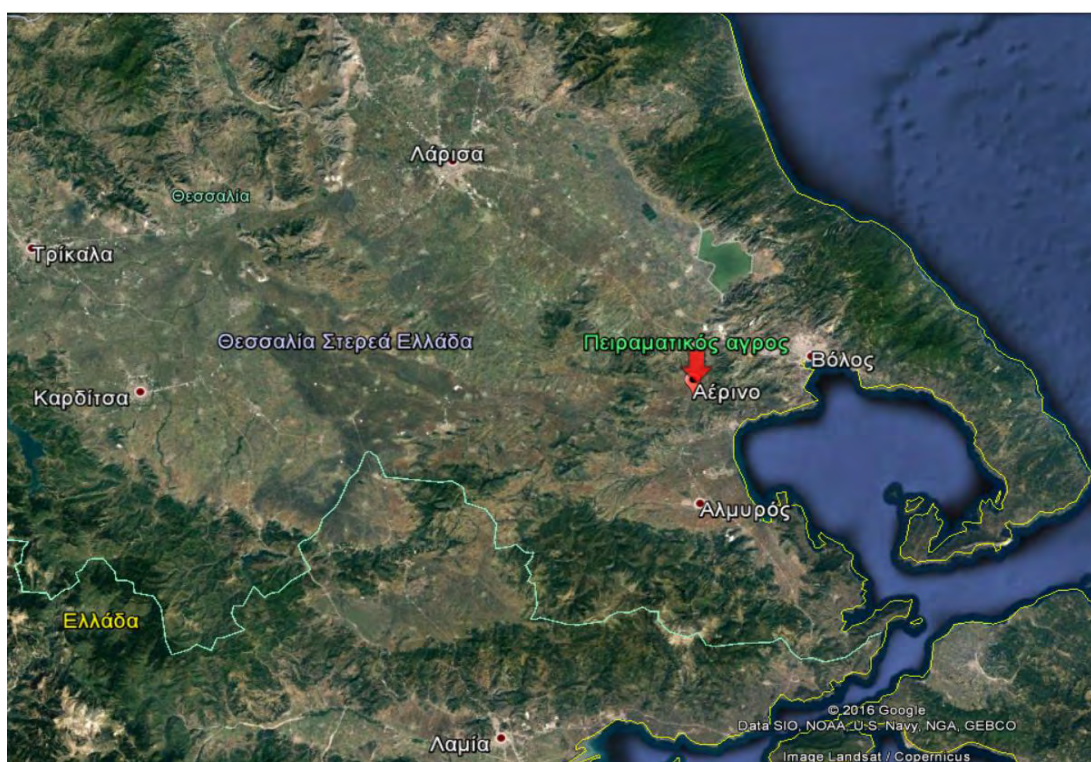
(παρ. 1.6.6, 1.6.7) και τις συνθήκες του πρώτου έτους εγκατάστασης της φυτείας. Η μελέτη των εισροών κατά το πρώτο έτος ανάπτυξης μιας πολυετούς καλλιέργειας είναι σημαντική εφόσον οι εισροές αυτές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την φυσική και οικονομική αξιολόγηση χρήσεων γης.

Επιπλέον στόχος της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός του δυναμικού παραγωγής της ρίγανης κατά το πρώτο έτος του βιολογικού κύκλου ζωής της νέας αυτής εναλλακτικής καλλιέργειας υπό βέλτιστες και μειωμένες εισροές σε σχέση με τις επικρατούσες εδαφο-κλιματικές συνθήκες. Δεδομένου πως η διάθεση του προϊόντος μπορεί να γίνει είτε σε μικρά δεμάτια (ματσάκια), σε χλωρή ή σε ξηρή μορφή, είτε ως ξηρή δρόγη, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ενδιαφέρον τόσο για τα χλωρά όσο και για τα ξηρά βάρη.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Επιλογή πειραματικού αγρού

Το πείραμα διεξήχθη σε ιδιόκτητο αγρόκτημα στην αγροτική περιοχή Αερινού Βελεστίνου Μαγνησίας ($39^{\circ}33'5\text{B}$, $22^{\circ}76'6\text{N}$), δυτικά του Βόλου, όπως φαίνεται στην Εικ. 2.1. Η περιοχή έχει υψόμετρο περί τα 180 m, ιδανικό για την ανάπτυξη των φυτών και των αιθέριων ελαίων της ρίγανης (Vokou et al, 1993). Το έδαφος του πειραματικού αγρού είναι ελαφρώς κεκλιμένο, μέτριας γονιμότητας, αργιλώδους υφής, πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο και ταξινομείται ως Calcixerollic Xerochrept (Soil Survey Staff, 2014).



Εικ. 2.1. Δορυφορική άποψη της ευρύτερης αγροτικής περιοχής Αερινού Μαγνησίας, στην οποία απεικονίζεται και η θέση του πειραματικού αγρού.
(Πηγή: www.google.com/maps)

2.2. Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα ελήφθησαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του Π.Θ., ο οποίος βρίσκεται στο Βελεστίνο, σε απόσταση 5 km από τον πειραματικό αγρό. Τα δεδομένα αυτά αφορούν σε μέσες ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας αέρα και

βροχόπτωσης κατά την περίοδο της ανάπτυξης των φυτών, για την καλλιεργητική περίοδο 2015-2016.

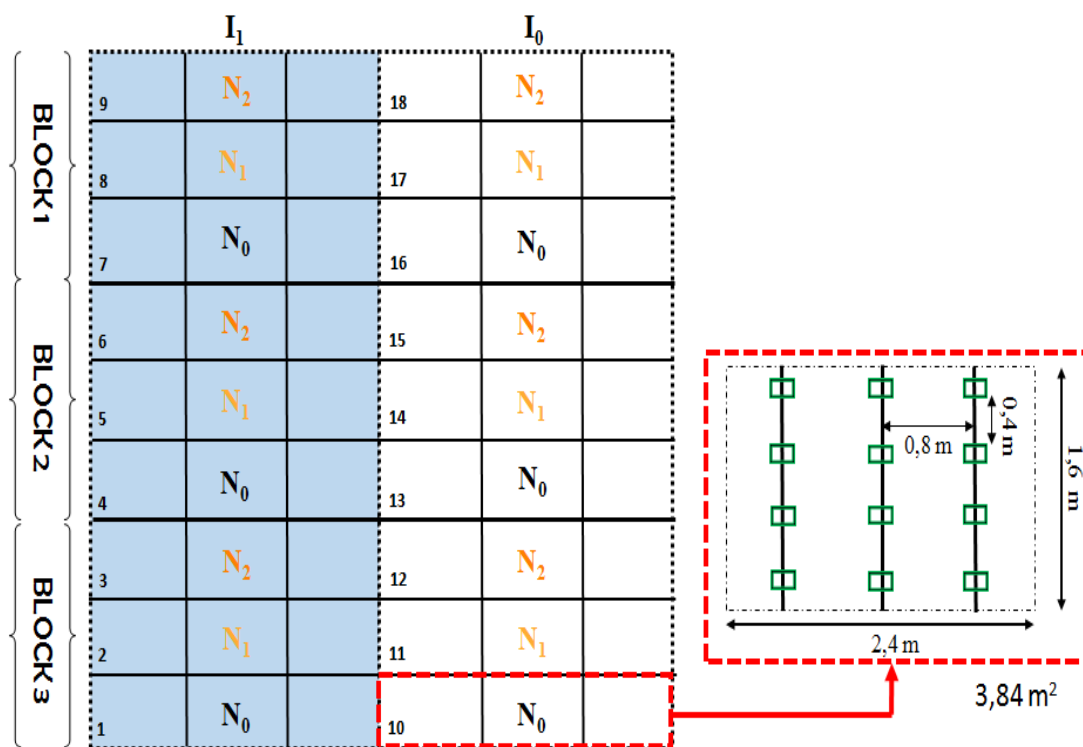
2.3. Πειραματικό σχέδιο

Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο διχαζομένων τεμαχίων (split-plot design) σε τρεις επαναλήψεις συγκροτημάτων (blocks).

Τα κύρια τεμάχια (main plots) ορίστηκαν με βάση την άρδευση σε δύο επίπεδα, I_0 : ξηρική καλλιέργεια, I_1 : αρδευόμενη καλλιέργεια με ρυθμούς άρδευσης όπως περιγράφονται παρακάτω.

Τα υποτεμάχια (sub plots) ορίστηκαν με βάση την αζωτούχο λίπανση σε τρία επίπεδα εφαρμογής αζώτου, N_0 : μάρτυρας, N_1 : 2,5 kg N/στρ., και N_2 : 5 kg N/στρ. Όπως φαίνεται στην Εικ. 2.2, κάθε υποτεμάχιο περιείχε 12 φυτά ρίγανης σε τρεις σειρές, με 4 φυτά ανά σειρά, σε αποστάσεις 80 cm μεταξύ των σειρών και 40 cm επί των σειρών, και εμβαδόν 3,84 m².

Το εμβαδόν των κύριων τεμαχίων ήταν 3 x 3,84 = 11,52 m², των συγκροτημάτων 23,04 m² και του πειραματικού αγρού 69,12 m². Με βάση τα ανωτέρω ο πληθυσμός των φυτών ήταν περί τα 3.125 φυτά ανά στρέμμα.



Εικ. 2.2. Πειραματικό σχέδιο διχαζομένων τεμαχίων με δύο επίπεδα άρδευσης (κύρια τεμάχια) και 3 επίπεδα λίπανσης (υποτεμάχια) για την καλλιέργεια ρίγανης στο Αερινό την καλλιεργητική περίοδο 2015-2016.

2.4. Καλλιεργητικές φροντίδες

2.4.1. Προετοιμασία αγρού και εγκατάσταση των φυτών

Περί τα τέλη Νοεμβρίου του 2015, έλαβε χώρα ελαφρύ όργωμα και ψιλοχωμάτισμα, ώστε το έδαφος να αποκτήσει την επιθυμητή δομή για να εγκατασταθούν τα νεαρά μοσχεύματα. Τον Δεκέμβριο του 2015 έγινε προμήθεια έρριζων σπορόφυτων ρίγανης (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) ηλικίας 2 μηνών από τοπικό φυτώριο, ύψους περί των 5 cm, με ομοιόμορφη ανάπτυξη, τα οποία μεταφυτεύθηκαν με τη χρήση σπαρτικής μηχανής στις προαναφερθείσες αποστάσεις φύτευσης (Κουτσός, 2006; Κατσιώτη & Χατζοπούλου, 2010).



Εικ. 2.3. Σπορόφυτα ρίγανης πριν τη μεταφύτευσή τους στον πειραματικό αγρό, στο Αερινό Μαγνησίας, 04/12/2015.



Εικ. 2.4. Μεταφύτευση σπορόφυτων ρίγανης στο Αερινό Μαγνησίας, 04/12/2015.

2.4.2. Άρδευση

Τον Μάιο 2016 εγκαταστάθηκε αρδευτικό σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελούμενο από σταλακτηφόρους σωλήνες $\Phi 20$, οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε κάθε σειρά φυτών με σταλακτήρες σταθερής παροχής νερού 2 l/h ανά σπορόφυτο. Η άρδευση εφαρμοζόταν μια φορά την εβδομάδα, με διάρκεια δυόμιση ωρών ανά άρδευση. Οι ημερομηνίες των αρδεύσεων, καθώς και τα ύψη της βροχόπτωσης συνοψίζονται στους πίνακες 2.1 και 2.2 αντίστοιχα, ενώ οι συνολικές ποσότητες νερού που δέχθηκαν τα πειραματικά τεμάχια ήταν περί τα 171 και 475 mm νερού για τα ξηρικά (I_0) και τα αρδευόμενα (I_1) τεμάχια αντίστοιχα, συνυπολογιζόμενων των βροχοπτώσεων (με συνολικό ύψος 171,4 mm).

Πιν. 2.1. Ημερομηνίες και ύψη (mm) βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του πειράματος στην ευρύτερη περιοχή Βελεστίνου Μαγνησίας.

Ημερομηνία	mm βροχόπτωσης
3/3/2016	0,6
4/3/2016	1,6
9/3/2016	7,8
10/3/2016	9,2
11/3/2016	2,2
12/3/2016	10,4
13/3/2016	18,0
14/3/2016	10,0
15/3/2016	4,2
16/3/2016	4,4
17/3/2016	0,2
18/3/2016	5,4
19/3/2016	3,2
24/3/2016	2,0
25/3/2016	3,6
27/3/2016	4,0
8/4/2016	1,6
9/4/2016	0,2
10/4/2016	0,4
29/4/2016	0,8
2/5/2016	2,4
3/5/2016	0,2
4/5/2016	2,6
7/5/2016	0,6
12/5/2016	1,2
20/5/2016	3,0
21/5/2016	27,6
22/5/2016	5,8
5/6/2016	0,4
6/6/2016	1,4
7/6/2016	1,0
8/6/2016	5,2
9/6/2016	0,2
28/6/2016	0,6
29/6/2016	0,2
9/8/2016	0,2
18/8/2016	3,0
23/8/2016	1,6
2/9/2016	18,4
6/9/2016	1,6
7/9/2016	1,0
8/9/2016	3,0
14/9/2016	0,4
ΣΥΝΟΛΟ	171,4

Πιν. 2.2. Ημερομηνίες και δόσεις άρδευσης (mm) στα πειραματικά τεμάχια I₀ και I₁, κατά την περίοδο ανάπτυξης της ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας.

Ημερομηνία	I ₀ (mm)	I ₁ (mm)
30/05/2016	0,0	16,0
06/06/2016	0,0	16,0
13/06/2016	0,0	16,0
20/06/2016	0,0	16,0
27/06/2016	0,0	16,0
04/07/2016	0,0	16,0
11/07/2016	0,0	16,0
18/07/2016	0,0	16,0
25/07/2016	0,0	16,0
01/08/2016	0,0	16,0
08/08/2016	0,0	16,0
15/08/2016	0,0	16,0
22/08/2016	0,0	16,0
29/08/2016	0,0	16,0
16/08/2016	0,0	16,0
23/08/2016	0,0	16,0
30/08/2016	0,0	16,0
05/09/2016	0,0	16,0
12/09/2016	0,0	16,0
ΣΥΝΟΛΟ	0,0	304,0

2.4.3. Λίπανση

Μετά τον εγκλιματισμό των φυτών στον αγρό και την ανάπτυξη ριζικού συστήματος και φυλλώματος, εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση στις 6/6/2016 χρησιμοποιώντας ουρία με ποσοστό αζώτου 42%. Η λίπανση έγινε με χειρωνακτική διασπορά του κοκκώδους περιμετρικά των ριζικών συστημάτων του κάθε φυτού. Πιο συγκεκριμένα εφαρμόστηκαν 0, 1,9 g, και 3,81 g λιπάσματος ανά φυτό στα υποτεμάχια των μεταχειρίσεων N₀, N₁ και N₂ αντίστοιχα, οι οποίες αντιστοιχούν σε 0, 2,5 και 5 μονάδες N / στρέμμα για τις ανωτέρω μεταχειρίσεις.

2.4.4. Αντιμετώπιση ζιζανίων

Στη φυτεία δεν έγινε χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών. Η αντιμετώπιση των ζιζανίων έγινε αποκλειστικά με τη χρήση καλλιεργητή αναρτημένου σε γεωργικό ελκυστήρα καθώς και με σκάλισμα και τσάπισμα γύρω από κάθε φυτό. Πραγματοποιήθηκαν δύο μηχανικές επεμβάσεις, η πρώτη στις 28/4/2016 και η δεύτερη στις 17/6/2016, ακολουθούμενες από χειρωνακτική επέμβαση, όπως προαναφέρθηκε, για την πλήρη αντιμετώπιση του προβλήματος. Τα σκαλίσματα επαναλαμβάνονταν ανά 15 ημέρες.

Τα ζιζάνια που καταγράφηκαν σε πλειοψηφία στον πειραματικό αγρό ήταν: η τσουκνίδα (*Urtica urens*), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), η μολόχα (*Malva spp.*), ο ζωχός (*Sonchus oleranceus*), η αγριάδα (*Cynodon dactylon*), το λόλιο (*Lolium perenne*), ο βίκος (*Vicia sativa*) και ο "Γερμανός" (*Solanum elaeagnifolium*).

Η πιο κρίσιμη καλλιεργητική εργασία για την πλειονότητα των αρωματικών φυτών, κυρίως κατά το πρώτο έτος της φυτείας, είναι η ζιζανιοκτονία. Η καταπολέμηση με τα προαναφερθέντα μέσα ανεβάζει κατακόρυφα το κόστος παραγωγής και στρέφει τους παραγωγούς στην εξεύρεση κατάλληλων ζιζανιοκτόνων.

2.5. Δειγματοληψία - Μετρήσεις

Για τη ρίγανη, καλύτερη εποχή συγκομιδής θεωρείται εκείνη κατά την οποία τα φυτά είναι ανθισμένα τουλάχιστον κατά 80%. Και οι δύο δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε περίοδο όπου πάνω από 80% των φυτών ήταν ανθισμένα. Πραγματοποιήθηκαν δύο καταστρεπτικές δειγματοληψίες - κοπές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, στις 31/7/2016 και στις 16/9/2016 (τελική συγκομιδή) με βάση το πειραματικό πλάνο.



Εικ. 2.5. Ο πειραματικός αγρός στο Αερινό Μαγνησίας, πριν την πρώτη κοπή στις 31/7/2016.



Εικ. 2.6. Κοντινή απεικόνιση φυτών ρίγανης στον πειραματικό αγρό, στο Αερινό Μαγνησίας, πριν την τελική κοπή στις 16/9/2016.

Πρωτίστως μετρήθηκε το ύψος των φυτών με τη χρήση μετροταινίας. Μετρήθηκε ο υψηλότερος βλαστός του δείγματος.

Στη μεσαία σειρά κάθε υποτεμαχίου κόπηκαν οι εναέριοι βλαστοί του αντιπροσωπευτικού φυτού σε ύψος 5 cm από το επίπεδο του εδάφους με τη χρήση κλαδευτήρα. Τα 18 δείγματα τοποθετήθηκαν σε αριθμημένη χάρτινη σακούλα και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών του Τμήματος ΓΦΠΑΠ του Π.Θ. Έπειτα τα φυτά διαχωρίστηκαν προσεκτικά στα επιμέρους τμήματα. Έλαβε χώρα ενδελεχής διαχωρισμός των δειγμάτων σε άνθη, φύλλα και βλαστούς, και προσδιορίστηκε το νωπό τους βάρος με τη χρήση ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

Στο Εργαστήριο προσδιορίστηκε η φυλλική επιφάνεια του κάθε δείγματος με τη χρήση μιλιμετρέ επιφάνειας και χάρακα. Ο υπολογισμός της ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA) έγινε μέσω της συσχέτισης του χλωρού βάρους και της επιφάνειας των φύλλων, και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) μέσω της επιφάνειας των φύλλων και της επιφάνειας που καταλάμβανε το κάθε φυτό στον αγρό, με αναγωγή στο στρέμμα.

Στη συνέχεια τα δείγματα αφέθηκαν να ξεραθούν υπό σκιά σε καλά αεριζόμενο χώρο. Αφού ολοκληρώθηκε η ξήρανση ζυγίστηκαν τα άνθη, τα φύλλα και οι βλαστοί και πάλι με τη χρήση ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε και για τις δύο κοπές.

Τέλος, στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος ΓΦΠΑΠ έγιναν αναλύσεις εδάφους σε δείγματα που ελήφθησαν από τον πειραματικό αγρό από βάθος 0-30 cm. Οι αναλύσεις αφορούν στην κοκκομετρική σύσταση του εδάφους, την περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) και στον προσδιορισμό του pH. Με βάση τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης, το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αργιλώδες (άμμος 16%, ιλύς 36%, άργιλος 48%), η περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) ήταν 15,2% και το pH υπολογίστηκε στο 7,6 (Brady & Weil, 1999).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Μετεωρολογικά δεδομένα

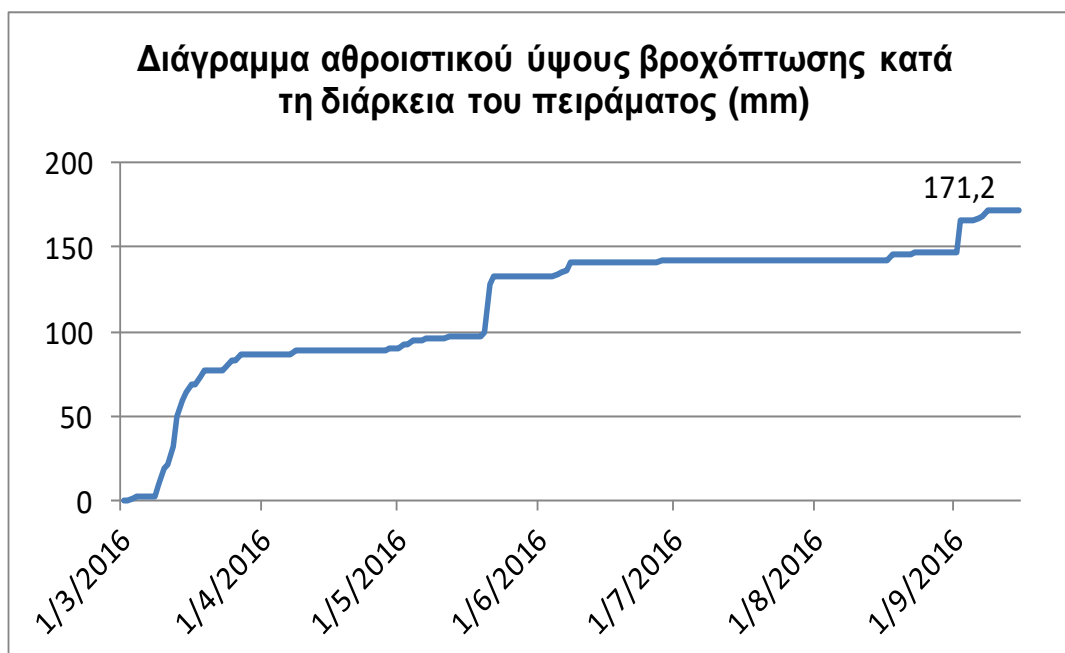
Για την καλλιεργητική περίοδο του πειράματος, οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες και το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 3.1 και 3.2 αντίστοιχα.

Οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος κυμάνθηκαν από 7 έως 29 °C. Ως γενικό συμπέρασμα προκύπτει πως κατά την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος υπήρχαν φυσιολογικές κλιματικές συνθήκες για την ευρύτερη περιοχή Βελεσίνου και δεν παρατηρήθηκαν ακραία φαινόμενα ξηρασίας ή αποκλίσεις από τις μέσες συνθήκες των τελευταίων ετών, με εξαίρεση τις εκτεταμένες βροχοπτώσεις του Μαρτίου.



Διαγ. 3.1. Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος, 1/3/2016 έως 15/9/2016.

Το συνολικό ύψος των βροχοπτώσεων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, ήταν 171 mm. Όπως φαίνεται στο Διαγ. 3.2, οι σημαντικές βροχοπτώσεις σημειώθηκαν τον μήνα Μάρτιο (81 mm) και δευτερευόντως την τρίτη εβδομάδα του Ιουνίου.



Διαγ. 3.2. Διάγραμμα αθροιστικής βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του πειράματος, 1/3/2016 έως 15/9/2016.

Γενικά, οι μετεωρολογικές συνθήκες κατά την καλλιεργητική περίοδο της ρίγανης στην περιοχή μελέτης κυμάνθηκαν γύρω από τις φυσιολογικές κλιματικές συνθήκες των τελευταίων ετών, σύμφωνα με τα στοιχεία του Εργαστηρίου Γεωργίας, που προκύπτουν από τον αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο πειραματικό αγρόκτημα του Π.Θ. στο Βελεστίνο.

3.2. Αύξηση και παραγωγικότητα

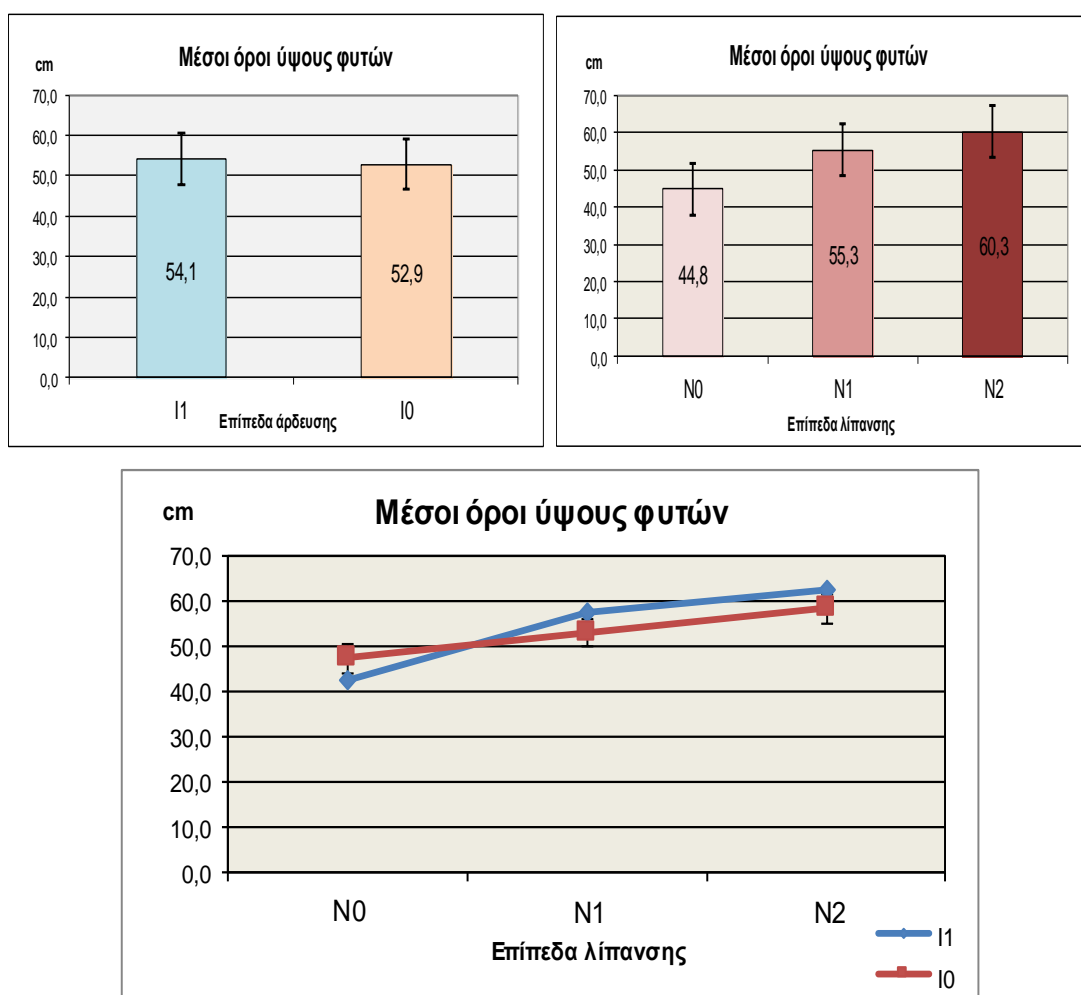
Στους Πίνακες 3 και 4 του Παρατήματος εμφανίζονται συνοπτικά οι μετρήσεις της πρώτης και της τελικής κοπής, όσον αφορά τα χλωρά και ξηρά βάρη, καθώς και τους λόγους των επιμέρους τμημάτων των φυτών (άνθη, φύλλα, βλαστοί). Τα βάρη των πινάκων αναφέρονται σε g.

Δίνεται έμφαση στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων που ελήφθησαν από τις μετρήσεις της τελικής κοπής, τον Σεπτέμβριο 2016, ενώ παρουσιάζονται μετρήσεις από την πρώτη κοπή, τον Αύγουστο 2016, στα κεφάλαια όπου μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα από συγκρίσεις.

3.2.1. Ύψος φυτών

Στην Εικ. 3.1. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα όσον αφορά στο ύψος των φυτών όπως αυτά μετρήθηκαν κατά την τελική συγκομιδή στις 16/9/2016. Όπως φαίνεται στην Εικ., το μέγιστο ύψος των φυτών έφτασε τα 60 cm στα τεμάχια της λίπανσης N₂. Όπως φαίνεται επίσης στην Εικ. 3.1, δεν προέκυψε διαφορά στο ύψος των φυτών για τις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης, προφανώς διότι και στην ξηρική καλλιέργεια τα φυτά αναπτύχθηκαν με σχετικά μεγάλους ρυθμούς και τελικά έφτασαν σε ύψος τα αρδευόμενα φυτά.

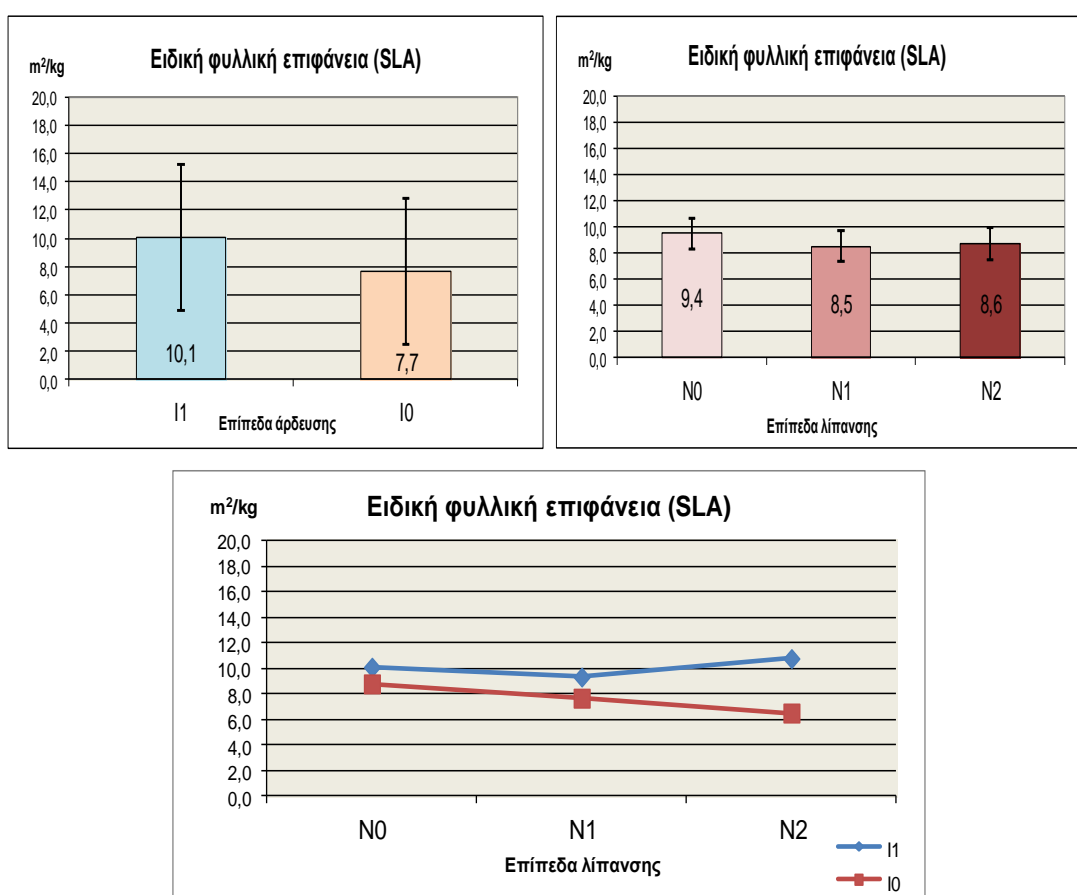
Αντίθετα με την άρδευση, η λίπανση φαίνεται να έχει επιδράσει στο τελικό ύψος των φυτών, παρά το γεγονός ότι οι διαφορές δεν αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές (P=0,05), με τον μάρτυρα να φθάνει μόνο τα 45 cm ενώ τα τεμάχια των μεταχειρίσεων N₁ και N₂ έφθασαν τα 55-60 cm, αντίστοιχα.



Εικ. 3.1. Το τελικό ύψος φυτών (γ-άξονας σε cm) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.

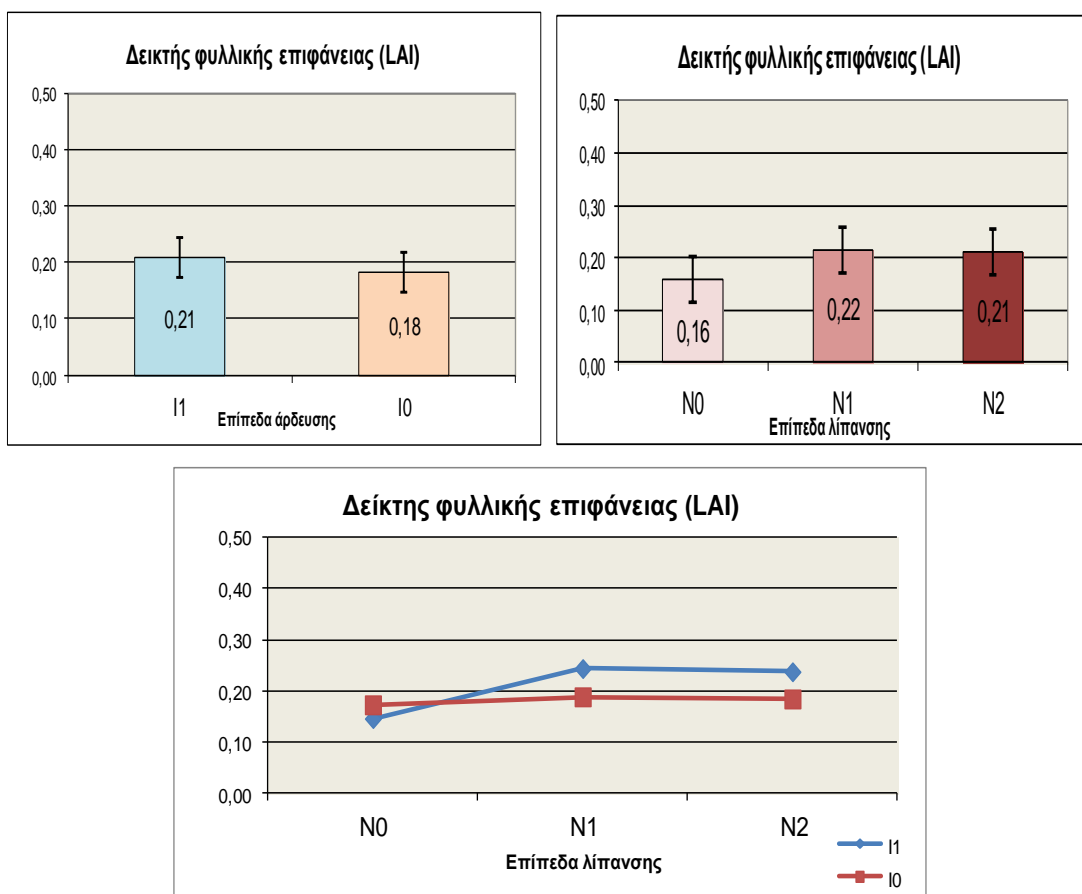
3.2.2. Ειδική φυλλική επιφάνεια και δείκτης φυλλικής επιφάνειας

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA, m^2/kg ξηρού φύλλου) είναι μορφολογικό χαρακτηριστικό του φυτού. Για ένα συγκεκριμένο είδος, η τιμή του αλλάζει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την ηλικία του φυτού. Εξαρτάται από τον ρυθμό φωτοσυνθετικών παραγώγων που επενδύονται για την παραγωγή νέων φύλλων, καθώς και την αναλογία της φυλλικής επιφάνειας που παράγεται ανά μονάδα ξηρού φύλλου. Αποτελεί σημαντικό δείκτη για τη δέσμευση του φωτός και τη φωτοσύνθεση. Αρκετοί συγγραφείς απέδειξαν πως η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης του φωτός (Gmeling Meyling, 1973; Danalatos *et al.*, 1994).



Εικ. 3.2. Η ειδική φυλλική επιφάνεια SLA (m^2/kg χλωρού φύλλου) στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) λειτουργεί ως βασικός δείκτης για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών ανάπτυξης μια καλλιέργειας, αφού όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός αύξησης της βιομάζας μιας καλλιέργειας εξαρτάται από το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Kvet *et al.*, 1971).



Εικ. 3.3. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.

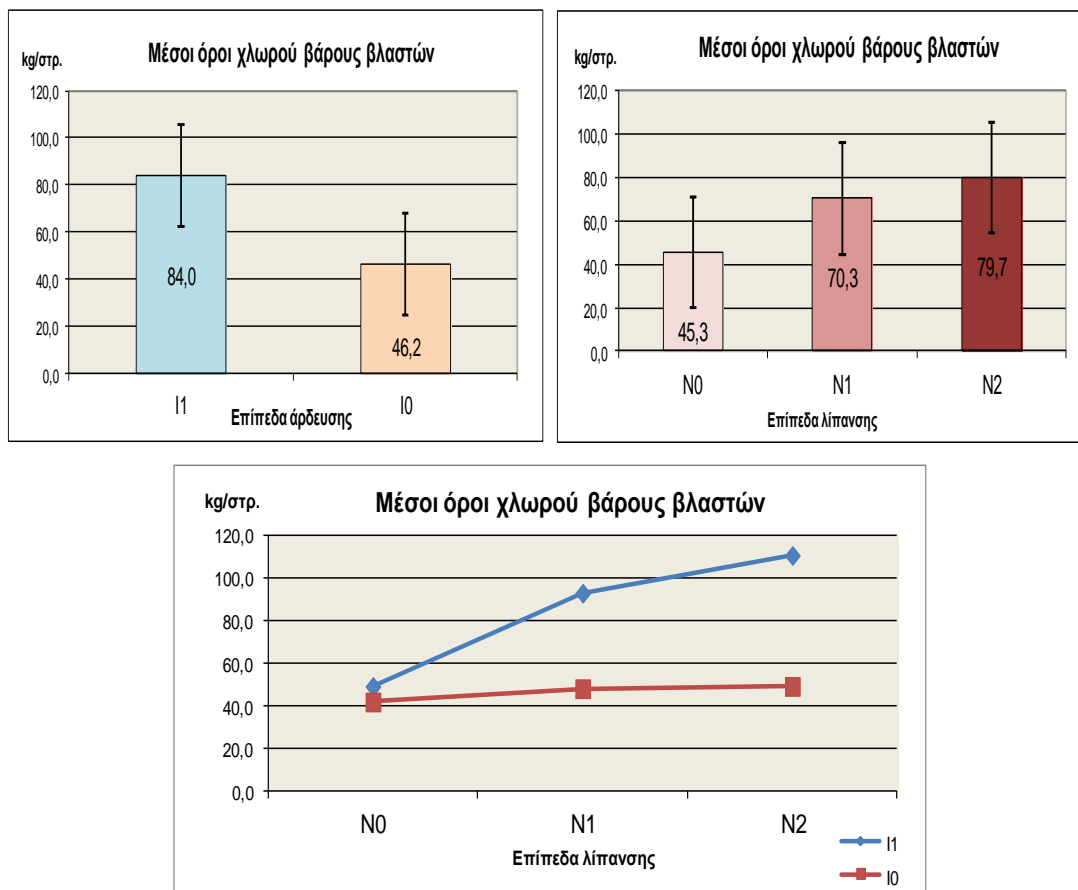
Όπως διακρίνεται στην Εικ. 3.2, η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) της ρίγανης, κατά το τελικό στάδιο ανάπτυξης, κυμάνθηκε περί τα 9 m²/kg χλωρού φύλλου, ανεξάρτητα από τα επίπεδα άρδευσης και λίπανσης που εφαρμόστηκαν.

Λόγω του γεγονότος ότι βρισκόμαστε στο πρώτο έτος της εγκατάστασης της καλλιέργειας, οι τιμές του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) ήταν εξαιρετικά χαμηλές (<0,3), που σημαίνει μικρή φυλλοστοιβάδα, η οποία ακόμα και κατά την περίοδο της συγκομιδής παρέμεινε ανοικτή. Όμως, αντίθετα με την SLA, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) φάνηκε να επηρεάστηκε (μη στατιστική διαφορά) από την άρδευση και τη λίπανση έτσι ώστε τα τεμάχια που δέχθηκαν άρδευση και λίπανση ανέπτυξαν μεγαλύτερο LAI κατά 20% περίπου και πλησίασαν την τιμή 0,25, έναντι των μη αρδευόμενων φυτών, όπου ο LAI παρέμεινε περί του 0,18 (Εικ. 3.3). Τόσο χαμηλές τιμές του LAI αντιστοιχούν σε ποσοστό δέσμευσης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας περί του 14% και 10% αντίστοιχα, βασιζόμενοι στον τύπο διεύθυνσης της ηλιακής ακτινοβολίας, $1 - e^{-ke \cdot LAI}$; Danalatos *et al.*, 1993; Danalatos *et al.*, 2000), όπου ke είναι ο συντελεστής διεύθυνσης της ακτινοβολίας, ο οποίος ελήφθη ίσος με 0,6 κατά τον παραπάνω προσδιορισμό. Οι παραπάνω χαμηλές τιμές του LAI προδιαθέτουν για

γενικά χαμηλές παραγωγικότητες κατά την πρώτη χρονιά της φυτείας, αλλά και υπαρκτή διαφορά παραγωγικότητας μεταξύ των μεταχειρίσεων άρδευσης και λίπανσης που δύναται να φτάσει και το 30-40%.

3.2.3. Χλωρό βάρος βλαστών

Στην Εικ. 3.4. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με το χλωρό βάρος των βλαστών, όπως μετρήθηκαν κατά την συγκομιδή στις 15/9/2016.



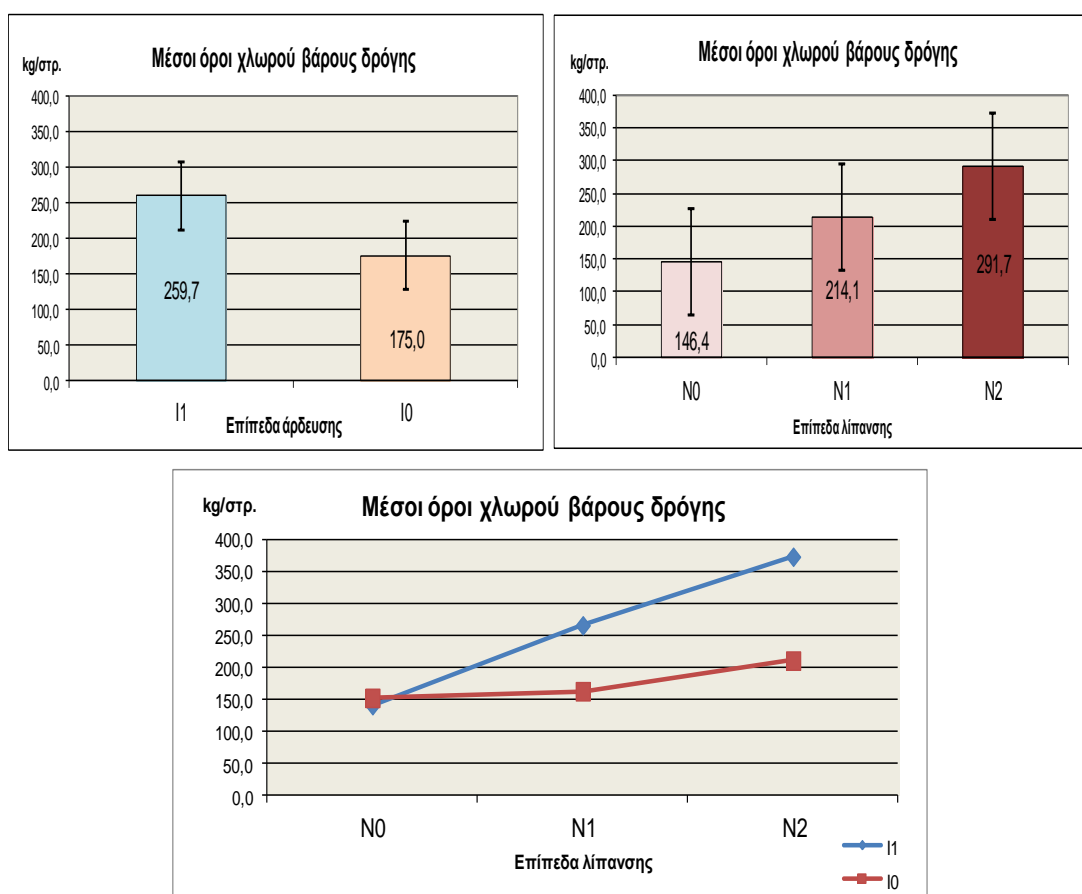
Εικ. 3.4. Οι μέσοι όροι του χλωρού βάρους των βλαστών (y-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.

Όπως φαίνεται καθαρά στην Εικ. 3.4α,β, τόσο η άρδευση όσο και η αζωτούχος λίπανση επηρέασαν το χλωρό βάρος βλαστών, αν και οι διαφορές δεν αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές ($P=0,05$). Πιο συγκεκριμένα, οι βλαστοί των ξηρικών φυτών δεν ξεπέρασαν τα 45-50 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης. Αντίθετα, στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε σημαντικότερο ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής της τάξης των 45 kg/στρ. και 65 kg/στρ. για τις μεταχειρίσεις N_1 και N_2 , αντίστοιχα. Τα τελικά βάρη διαμορφώθηκαν σε

45, 90 και 110 kg/στρ., για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N₀, N₁ και N₂, αντίστοιχα (Εικ. 3.4γ).

3.2.4. Χλωρό βάρος δρόγης

Στην Εικ. 3.5. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με το χλωρό βάρος της δρόγης, όπως μετρήθηκαν κατά την συγκομιδή στις 15/9/2016.



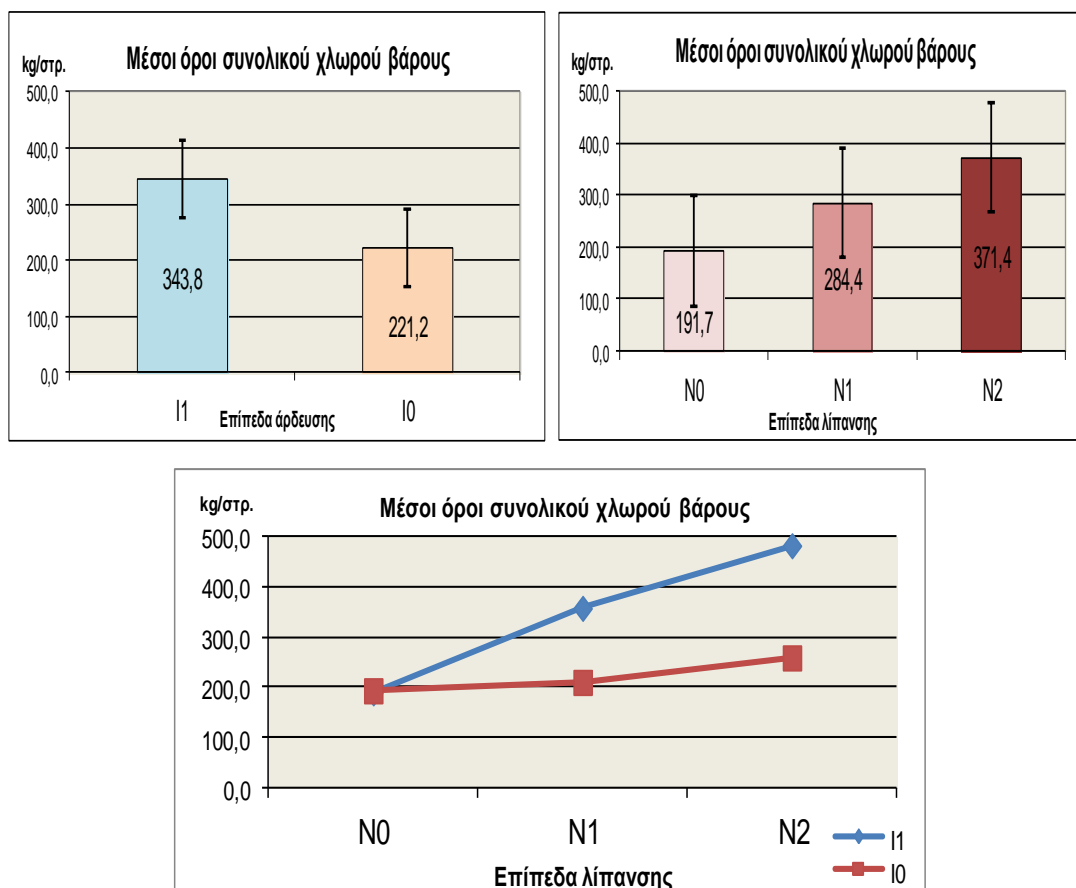
Εικ. 3.5. Οι μέσοι όροι του χλωρού βάρους της δρόγης (γ-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.

Όπως φαίνεται καθαρά στην Εικ. 3.5α,β, τόσο η άρδευση όσο και η αζωτούχος λίπανση επηρέασαν το χλωρό βάρος της δρόγης, αλλά όπως και στην περίπτωση των βλαστών, οι διαφορές αυτές δεν αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές ($P=0,05$). Πιο συγκεκριμένα, η δρόγη των ξηρικών φυτών δεν ξεπέρασε τα 175 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης. Αντίθετα, στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε σημαντικό ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής της τάξης των 110 kg/στρ. και 220 kg/στρ. για τις μεταχειρίσεις N₁ και N₂, αντίστοιχα. Έτσι, το τελικό χλωρό βάρος της δρόγης διαμορφώθηκε στα

150, 260 και 370 kg/στρ., για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N₀, N₁ και N₂, αντίστοιχα (Εικ. 3.5γ).

3.2.5. Συνολικό χλωρό βάρος

Στην Εικ. 3.6. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους μέσους όρους παραγωγής των φυτών σε συνολικό χλωρό βάρος (βλαστών και δρόγης), όπως μετρήθηκαν κατά την συγκομιδή στις 15/9/2016.

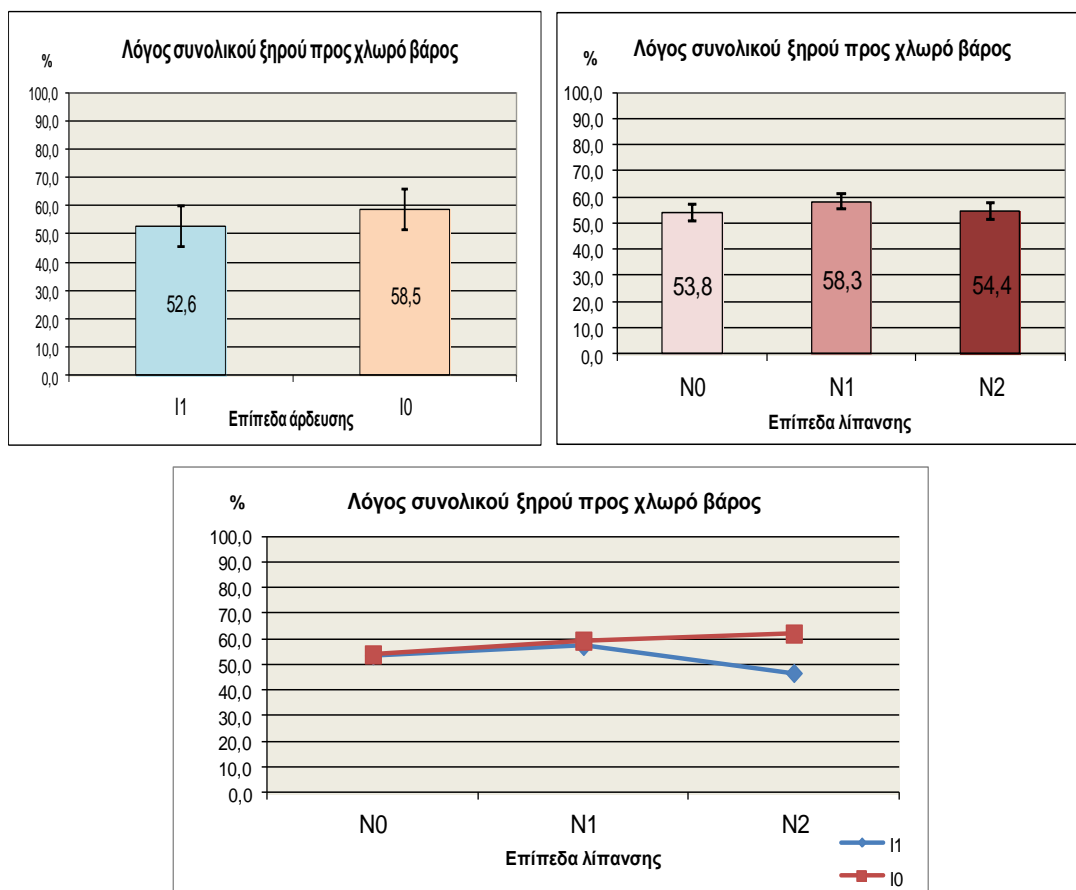


Εικ. 3.6. Συνολικό χλωρό βάρος (γ-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω δεξιά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), στον πειραματικό αγρό ρίγανης, στο Αερινό Μαγνησίας, τον Σεπτέμβριο 2016.

Όμοια με την περίπτωση των βλαστών και της δρόγης, τόσο η άρδευση όσο και η αζωτούχος λίπανση επηρέασαν το συνολικό χλωρό βάρος, αλλά οι διαφορές αυτές δεν αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές ($P=0,05$). Τα ξηρικά φυτά έδωσαν περί τα 220 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης, ενώ στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε σημαντικό ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής έτσι ώστε το συνολικό χλωρό βάρος διαμορφώθηκε στα 200, 360 και 480 kg/στρ., για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N₀, N₁ και N₂, αντίστοιχα (Εικ. 3.6).

3.2.6. Λόγος ξηρού / χλωρού βάρους

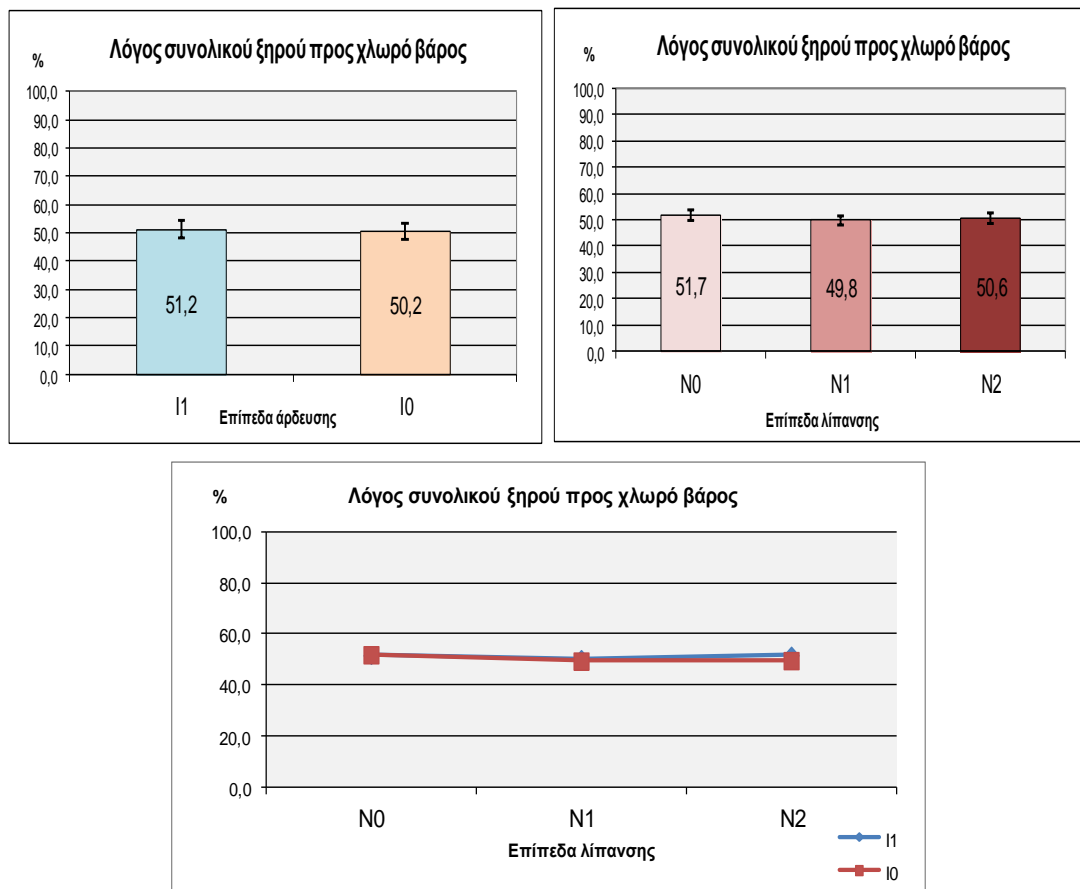
Ο λόγος συνολικού ξηρού ως προς το χλωρό βάρος είναι χρήσιμος σε πολλές περιπτώσεις για τον έμμεσο προσδιορισμό του ξηρού βάρους του φυτού από μετρήσεις συνολικού χλωρού βάρους. Στην Εικ. 3.7. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους λόγους του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, όπως μετρήθηκαν μετά την τελική συγκομιδή και ξήρανση τον Οκτώβριο 2016.



Εικ. 3.7. Ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους ως προς το συνολικό χλωρό βάρος (y-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.

Όπως διακρίνεται στην Εικ. 3.7, ο λόγος του συνολικού ξηρού ως προς το χλωρό βάρος δεν επηρεάστηκε από την άρδευση και την λίπανση, έτσι ώστε μπορεί να ληφθεί ως γενικός μέσος όρος του λόγου ξηρού/χλωρού βάρους κατά την συγκομιδή ίσος με 56%.

Στην Εικ. 3.8., παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους λόγους του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, όπως μετρήθηκαν μετά τη πρώτη συγκομιδή και ξήρανση τον Αύγουστο 2016.

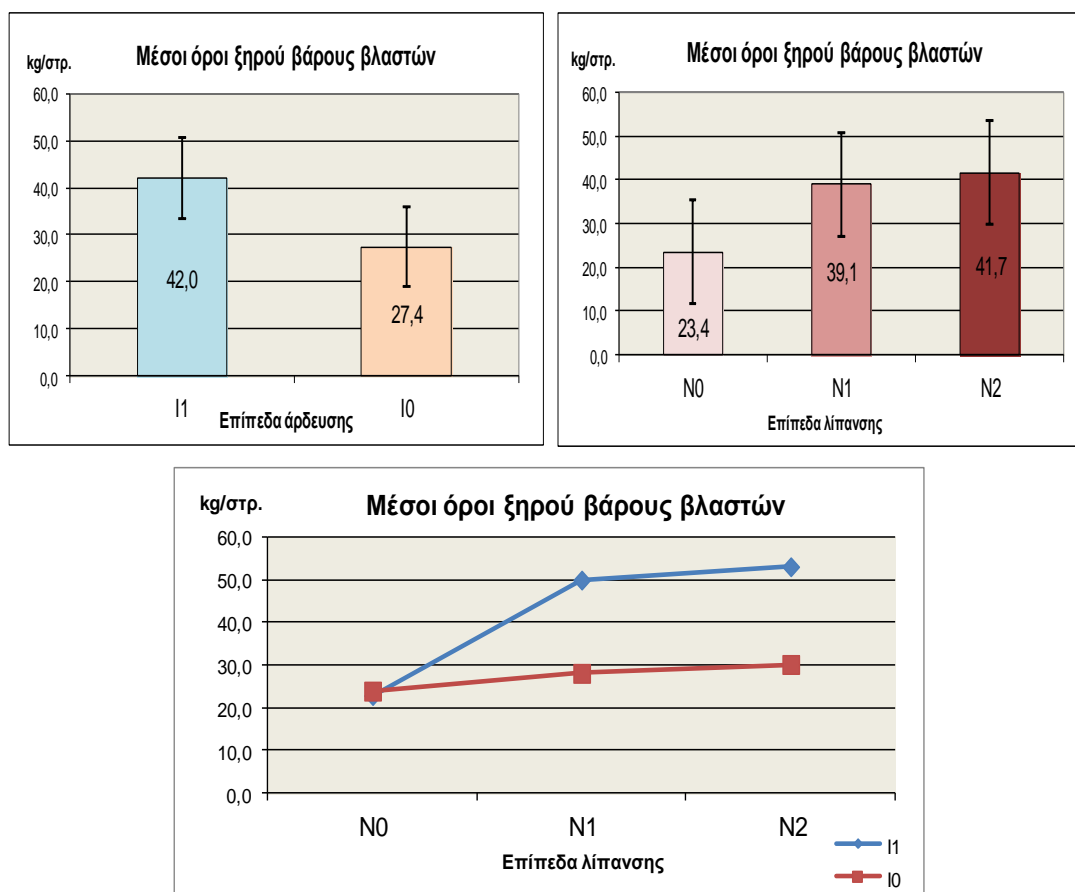


Εικ. 3.8. Ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους ως προς το συνολικό χλωρό βάρος (y-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε μετά την πρώτη κοπή, τον Αύγουστο 2016.

Όπως διακρίνεται στην Εικ. 3.8γ, και κατά την πρώτη κοπή τον Αύγουστο 2016, ο λόγος του συνολικού ξηρού ως προς το χλωρό βάρος έμεινε ανεπηρέαστος από την άρδευση και την λίπανση, έτσι ώστε μπορεί να ληφθεί ως γενικός μέσος όρος του λόγου ξηρού/χλωρού βάρους ίσος με 51%.

3.2.6. Ξηρό βάρος βλαστών

Στην Εικ. 3.9. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους μέσους όρους παραγωγής βλαστών σε ξηρό βάρος, όπως μετρήθηκαν τον Οκτώβριο του 2016.

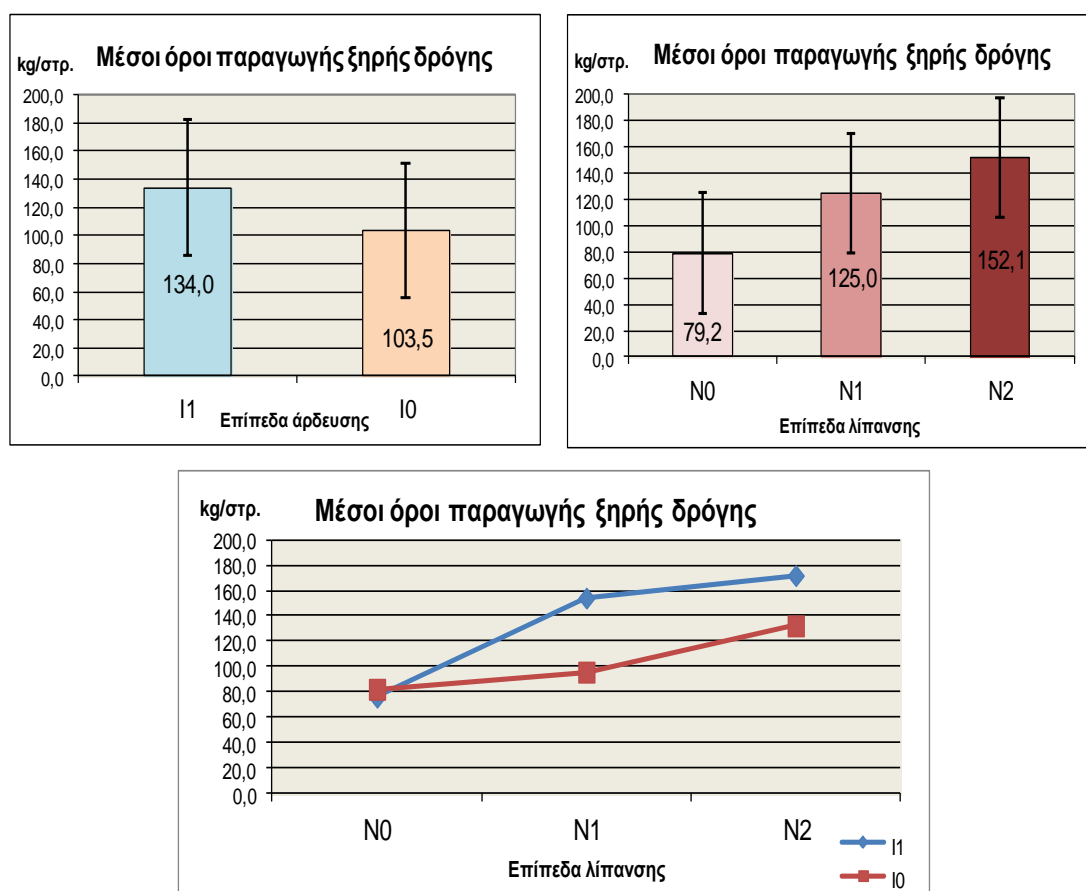


Εικ. 3.9. Οι μέσοι όροι του ξηρού βάρους των βλαστών (γ-άξονας σε kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.

Όπως φαίνεται καθαρά στην Εικ. 3.9α,β, τόσο η άρδευση όσο και η αζωτούχος λίπανση επηρέασαν το ξηρό βάρος βλαστών, αν και οι διαφορές δεν αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές ($P=0,05$). Πιο συγκεκριμένα, οι βλαστοί των ξηρικών φυτών δεν ξεπέρασαν τα 25-30 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης. Αντίθετα, στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε σημαντικότερο ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής της τάξης των 25 kg/στρ. και 30 kg/στρ. για τις μεταχειρίσεις N_1 και N_2 αντίστοιχα. Τα τελικά βάρη διαμορφώθηκαν σε 25, 50 και 53 kg/στρ. αντίστοιχα για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N_0 , N_1 και N_2 (Εικ. 3.9γ).

3.2.7. Ξηρό βάρος δρόγης

Στην Εικ. 3.10. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα των μέσων όρων παραγωγής των φυτών σε ξηρή δρόγη, όπως μετρήθηκαν τον Οκτώβριο του 2016.

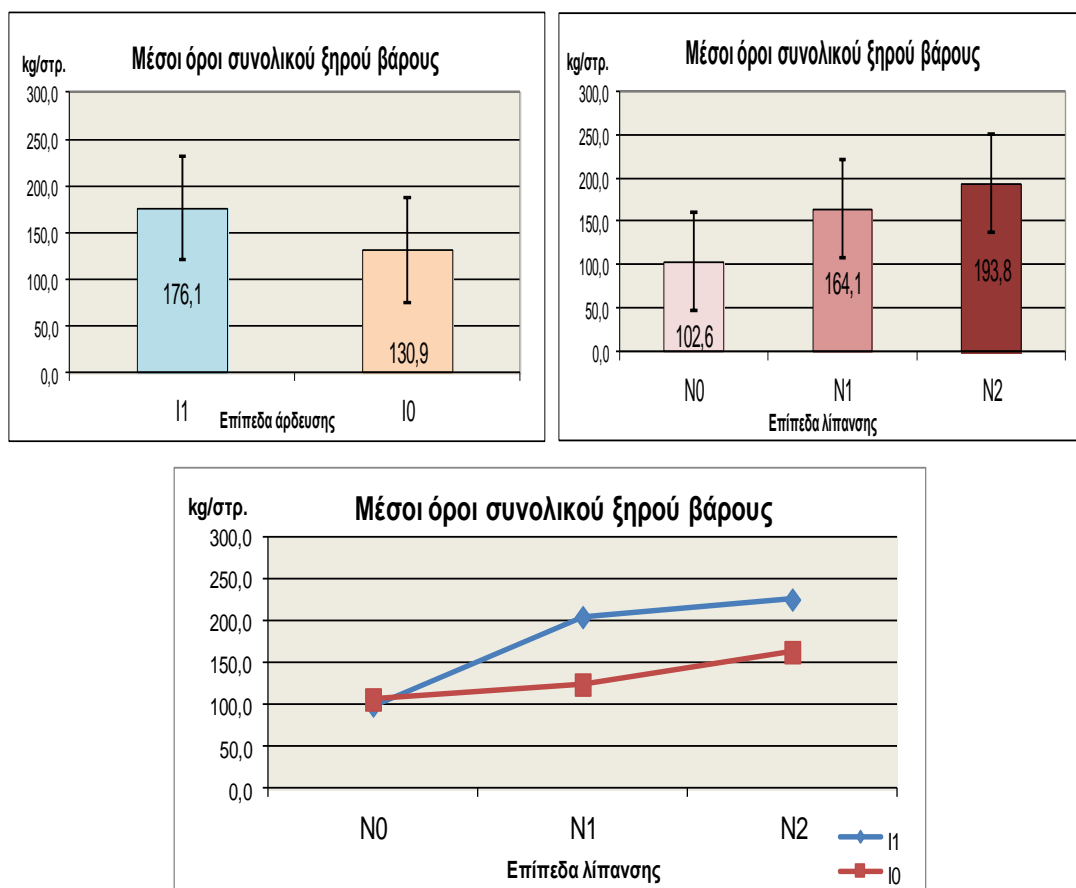


Εικ. 3.10. Οι μέσοι όροι της ξηρής δρόγης (y-άξονας kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.

Όπως φαίνεται στην Εικ. 3.10α,β, τόσο η άρδευση όσο και η αζωτούχος λίπανση επηρέασαν το ξηρό βάρος της δρόγης, αλλά όπως και στην περίπτωση των βλαστών, οι διαφορές αυτές δεν αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές ($P=0,05$). Πιο συγκεκριμένα, η δρόγη των ξηρικών φυτών δεν ξεπέρασε τα 130 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης. Αντίθετα, στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε σημαντικότερο ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής της τάξης των 75 kg/στρ. και 95 kg/στρ. για τις μεταχειρίσεις N_1 και N_2 αντίστοιχα. Έτσι, το τελικό ξηρό βάρος της δρόγης διαμορφώθηκε στα 80, 155 και 175 kg/στρ. αντίστοιχα για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N_0 , N_1 και N_2 (Εικ. 3.10γ).

3.2.8. Συνολικό ξηρό βάρος

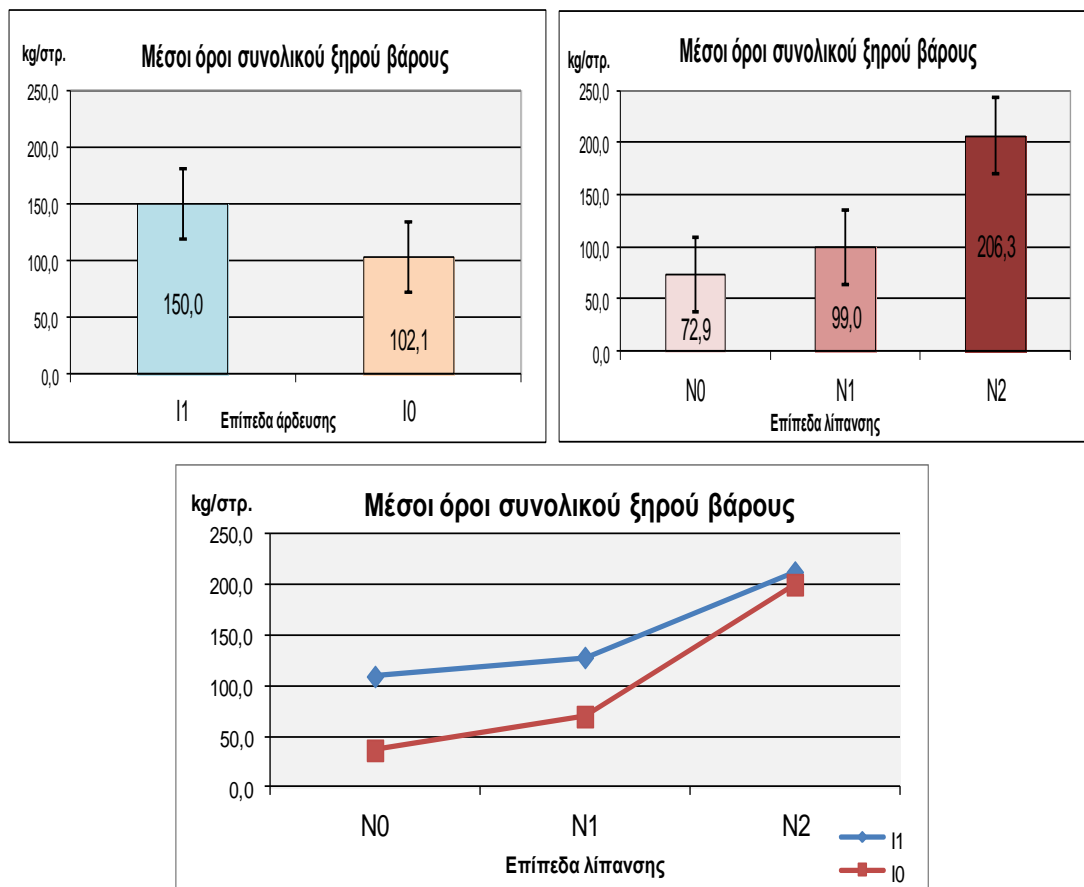
Στην Εικ. 3.11. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα των μέσων όρων παραγωγής των φυτών σε συνολικό ξηρό βάρος (δρόγης και βλαστών), όπως μετρήθηκαν τον Οκτώβριο του 2016.



Εικ. 3.11. Οι μέσοι όροι του συνολικού ξηρού βάρους (γ-άξονας kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.

Όπως φαίνεται στην Εικ. 3.11γ, την πρώτη χρονιά το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών έφτασε περί τα 225 kg/στρ. στην περίπτωση της μέγιστης άρδευσης και λίπανσης. Όμοια με την περίπτωση των βλαστών και της δρόγης, τόσο η άρδευση όσο και η αζωτούχος λίπανση επηρέασαν το συνολικό ξηρό βάρος, αλλά οι διαφορές αυτές δεν αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές ($P=0,05$). Τα ξηρικά φυτά έδωσαν περί τα 125 kg/στρ., ανεξάρτητα της λίπανσης, ενώ στα αρδευόμενα τεμάχια, η λίπανση έπαιξε σημαντικό ρόλο σε συνδυασμό με την άρδευση, παρουσιάζοντας αύξηση παραγωγής έτσι ώστε το συνολικό ξηρό βάρος διαμορφώθηκε στα 105, 205 και 225 kg/στρ., για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N_0 , N_1 και N_2 , αντίστοιχα (Εικ. 3.11γ).

Στην Εικ. 3.12. παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους μέσους όρους παραγωγής των φυτών σε συνολικό ξηρό βάρος (δρόγης και βλαστών), όπως μετρήθηκαν μετά την πρώτη συγκομιδή και ξήρανση τον Αύγουστο 2016.

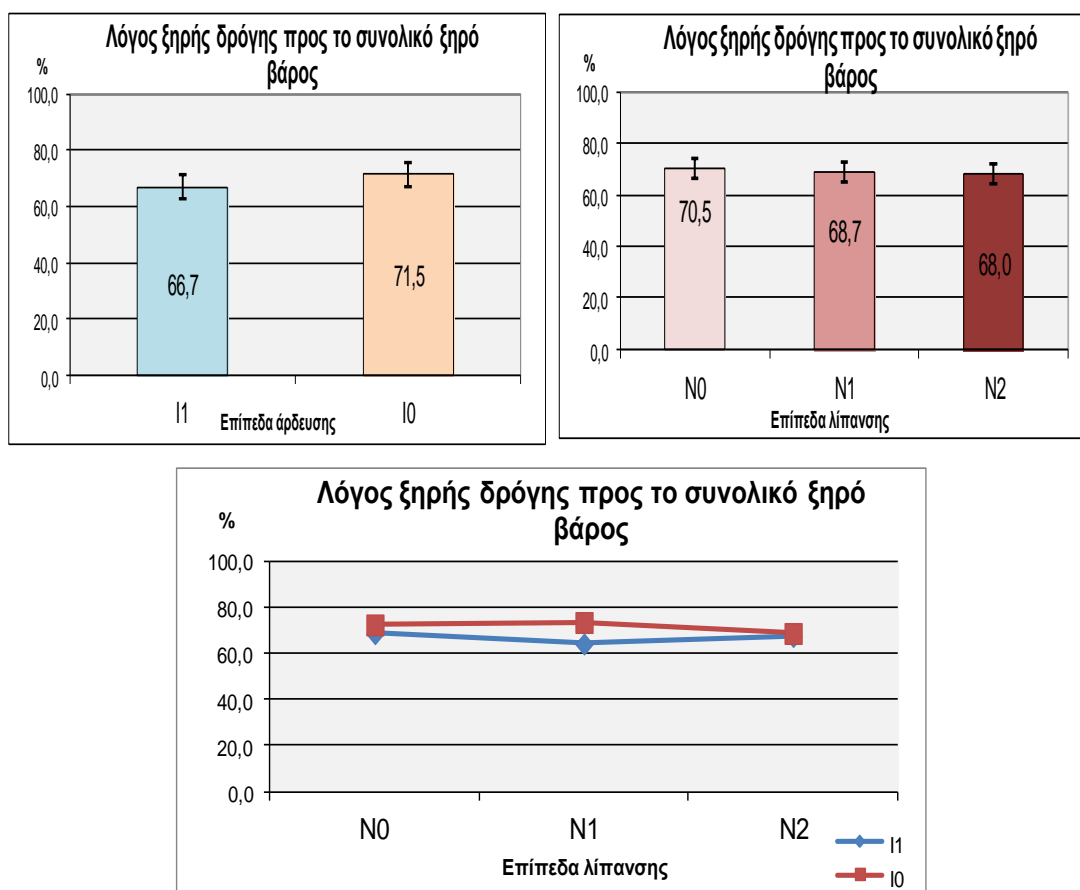


Εικ. 3.12. Οι μέσοι όροι του συνολικού ξηρού βάρους (γ-άξονας kg/στρ.) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε μετά την πρώτη κοπή, τον Αύγουστο 2016.

Παρόμοια επίδραση της λίπανσης και άρδευσης διαφαίνεται και κατά την πρώτη κοπή του Αυγούστου. Όπως φαίνεται στην Εικ. 3.12γ, στην πρώτη κοπή το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών είχε φτάσει τα 210 kg/στρ. στην περίπτωση της άρδευσης και μέγιστης λίπανσης. Όμοια με τις μετρήσεις της τελικής κοπής, το συνολικό ξηρό βάρος επηρεάστηκε από την άρδευση (μη σημαντικά σε $P=0,05$), αλλά κυρίως από την αζωτούχο λίπανση η οποία αύξησε σημαντικά τις αποδόσεις των N_2 επεμβάσεων κατά 100 kg/στρ. και 160 kg/στρ. για τα ξηρικά και τα αρδευόμενα φυτά, αντίστοιχα. Οι μετρήσεις έδειξαν αύξηση παραγωγής έτσι ώστε το συνολικό ξηρό βάρος διαμορφώθηκε στα 110, 130 και 210 kg/στρ. αντίστοιχα για τις αρδευόμενες μεταχειρίσεις N_0 , N_1 και N_2 (Εικ. 3.12γ).

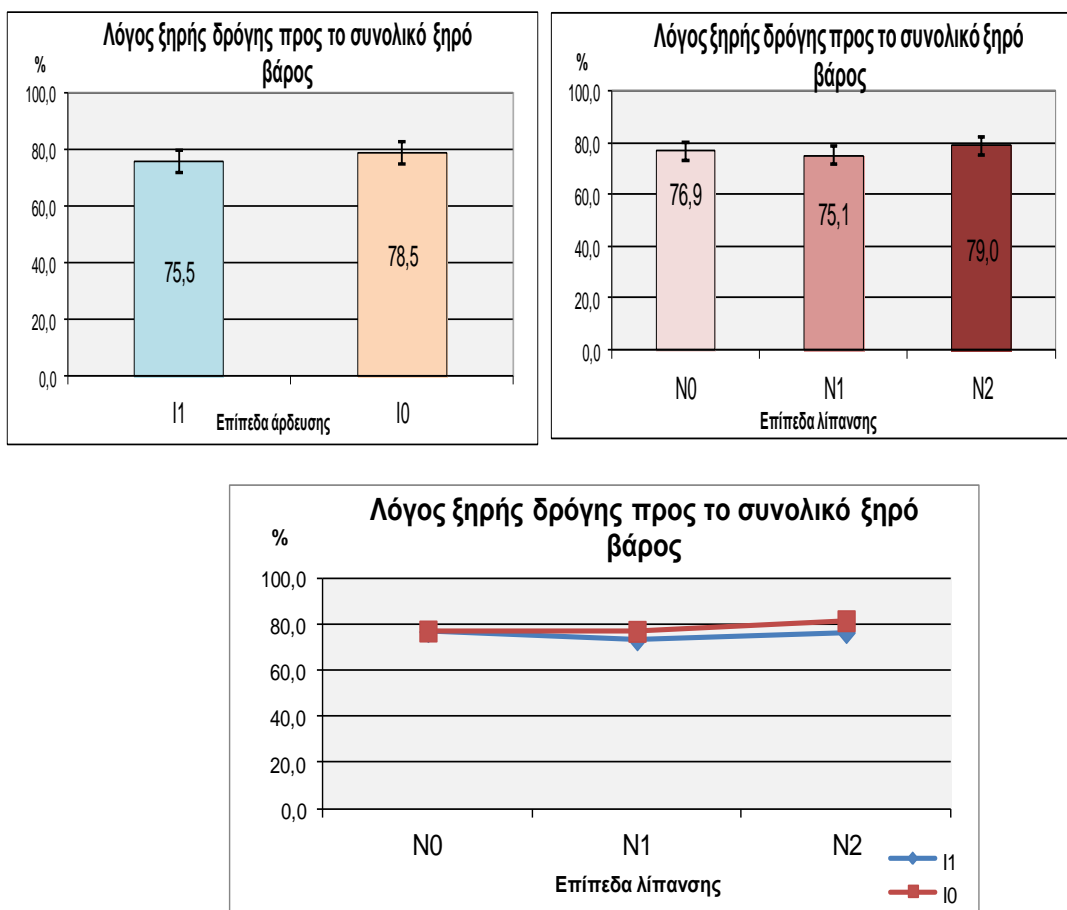
3.2.9. Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος

Στις Εικόνες 3.13 και 3.14 παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με το λόγο της ξηρής δρόγης των φυτών ως προς το συνολικό ξηρό βάρος, όπως μετρήθηκαν κατά την πρώτη και τελική κοπή, τον Αύγουστο και Οκτώβριο του 2016, αντίστοιχα.



Εικ. 3.13. Ο λόγος της ξηρής δρόγης ως προς το συνολικό ξηρό βάρος (y-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε μετά την πρώτη κοπή, τον Αύγουστο 2016.

Όπως φαίνεται στην Εικ. 3.13γ, ο λόγος κυμάνθηκε περί το 70% ανεξάρτητα μεταχείρισης για την πρώτη κοπή, ενώ οι παραπάνω διαφορές ήταν στατιστικά μη σημαντικές ($P=0,05$).



Εικ. 3.14. Ο λόγος της ξηρής δρόγης ως προς το συνολικό ξηρό βάρος (y-άξονας %) για 2 επίπεδα άρδευσης (α. επάνω αριστερά) και 3 επίπεδα λίπανσης (β. επάνω αριστερά) και την αλληλεπίδρασή τους (γ. κάτω), όπως μετρήθηκε τον Οκτώβριο 2016.

Στους επόμενους δύο μήνες, ο λόγος αυτός αυξήθηκε κατά 7%, και όπως φαίνεται στην Εικ. 3.14γ, κυμάνθηκε περί το 77% ανεξάρτητα μεταχείρισης, με την εξαίρεση των φυτών που δέχτηκαν πλήρη λίπανση, στα οποία ήταν ελαφρά αυξημένος και έφτασε το 82%, ενώ οι παραπάνω διαφορές ήταν στατιστικά μη σημαντικές ($P=0,05$).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, από την παρούσα εργασία προκύπτουν σαφείς ενδείξεις ότι η άρδευση επηρέασε θετικά την αύξηση και παραγωγικότητα της ρίγανης, ήδη από το πρώτο έτος της εγκατάστασης της καλλιέργειας, κυρίως όμως για τα τεμάχια που δέχθηκαν N₂ λίπανση.

Πραγματικά φάνηκε ότι η άρδευση με 304 mm νερού (συνολικά 475 mm συμπεριλαμβανομένων των βροχοπτώσεων) αύξησε το συνολικό χλωρό βάρος κατά 160 και 280 kg/στρ. για τις μεταχειρίσεις N₁ και N₂, που έφτασαν τελικά τα 375 και 480 kg/στρ., αντίστοιχα. Για τον μάρτυρα (N₀) δεν προέκυψε η θετική επίδραση της άρδευσης. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα ως προς τους χλωρούς βλαστούς και τη χλωρή δρόγη.

Αντίστοιχη επίδραση της άρδευσης σημειώθηκε και στο βάρος της ξηρής δρόγης με αύξηση της απόδοσης κατά 75 και 95 kg/στρ. για τις μεταχειρίσεις N₁ και N₂, αντίστοιχα που έφτασε τελικά τα 155 και 175 kg/στρ. αντίστοιχα, ενώ στην μηδενική λίπανση, η ξηρή δρόγη δεν ξεπέρασε τα 80 kg/στρ. ανεξάρτητα της άρδευσης. Ως ποσοστό επί του συνολικού ξηρού βάρους των φυτών, η ξηρή δρόγη αποτελούσε το 77%, ανεξάρτητα των επιπέδων λίπανσης και άρδευσης.

Η επίδραση της άρδευσης στο συνολικό ξηρό βάρος ήταν εξίσου σημαντική, παρουσιάζοντας αυξήσεις παραγωγής της τάξης των 100 και 120 kg/στρ. για τις μεταχειρίσεις N₁ και N₂, αντίστοιχα, που έφτασαν τελικά τα 205 και 225 kg/στρ., αντίστοιχα. Και πάλι η επίδραση της άρδευσης στα μη λιπασμένα τεμάχια δεν ήταν ορατή και παρέμεινε στα 105 kg/στρ. ανεξάρτητα της άρδευσης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να χαρακτηρισθούν ως αντιπροσωπευτικά μιας μέσης χρονιάς από άποψη μετεωρολογικών συνθηκών (θερμοκρασία αέρα, βροχόπτωση, κ.λπ.) για το υπό μελέτη έδαφος.

Εν κατακλείδι, συνιστάται ως πλέον συμφέρουσα για τον παραγωγό η άρδευση της καλλιέργειας ρίγανης, και κυρίως σε περιόδους ξηρασίας, σε συνδυασμό με λίπανση σε ποσότητες της τάξης των 5 kg/στρ., ώστε να επιτευχθεί από την πρώτη χρονιά αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας, αλλά και προκειμένου να διασφαλιστεί ο βέλτιστος εγκλιματισμός των φυτών στον αγρό, δεδομένου πως η εκμετάλλευση της καλλιέργειας θα συνεχιστεί για τουλάχιστον οκτώ-εννέα έτη.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Βαρδακάκης, Μ. 1993. *Συστηματική Βοτανική (Κρυπτόγαμα - Σπερματοφύτα)*. Τόμος 1, 4η Έκδοση. Εκδόσεις Δ.Κ. Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη, σελ. 811.

Βογιατζή-Καμβούκου Κ.Ε., 2004. *Επιλογή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών*. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. σελ. 15-22

Γκόλιαρης, Α. & Β. Σκρουμπής 1992. *Νέοι κλώνοι ρίγανης*. Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Έρευνας (Πρακτικά). Τόμος Α'. Θεσσαλονίκη. σελ. 201-203.

Δεληβόπουλος, Γ.Σ. 1994. *Μορφολογία και ανατομία φυτών*. Εκδόσεις Α. Σιμώνη - Σ. Χατζηπάντου Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, σελ. 335.

Δόρδας, Χ. 2012. *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 65-75.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, *Εκμεταλλεύσεις και εκτάσεις σε βιομηχανικά φυτά κατά τάξεις μεγέθους εκτάσεων ετήσιων καλλιεργειών* (2005, 2007). Πηγή: <http://www.statistics.gr/>

ΙΕΤΕΘ, ΕΚΕΤΑ (2013). Έργο ΚΡΗΠΙΣ: *Ευφυής Πόλος Εξειδίκευσης και Ανάπτυξης Θεσσαλίας: Έρευνα, Καινοτομία, Στρατηγικές -Στρατηγικό σχέδιο για την ανάπτυξη του Αγροδιατροφικού τομέα στην Περιφέρεια Θεσσαλίας ενόψει της περιόδου 2014-2020*, Βόλος.

Παπαναγιώτου, Ε., Κ. Παπανικολάου και Σ. Ζαμανίδης, 2001. *Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα*, σελ. 36-42.

Πετρόπουλος, Γ., Ανδρεδάκος Ι., Φωτόπουλος Χ. 1994. *Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ως εναλλακτική προσπάθεια αναδιάρθρωσης των αροτραίων καλλιεργειών*. Εισ: Πρακτικά 5ου Συνεδρίου «Βελτίωση Φυτών: Συμβολή στην

αντιμετώπιση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και του φάσματος της πείνας», σελ. 243-247.

Πολυσίου, Μ. (επιμέλεια) 2002. *Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα*, Υ.Ε.Ο. Γ.Π.Α., Αθήνα. σελ. 218.

Κουτσός, Θ.Β., 2006. *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ. 349.

Καραμπουρνιώτης, Α. Γ., 2003. *Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών. Οι λειτουργίες των φυτών κάτω από αντίξοες συνθήκες*. Εκδόσεις Έμβρυο. Αθήνα. σελ.: 24-26.

Καραμπουρνιώτης, Α. Γ., Λιακόπουλος Γ. και Νικολόπουλος Δ., 2012. *Φυσιολογία καταπονήσεων των Φυτών. Οι λειτουργίες των φυτών κάτω από αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος*. Έκδοση 3η. Εκδόσεις Έμβρυο. σελ.: 207-217.

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

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

Μαλούπα Ε., Γρηγοριάδου Κ., Λαζάρη Δ., Κρίγκας Ν. 2013. *Καλλιέργεια μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών φαρμακευτικών φυτών*, Εκδόσεις Γ. Κ. Λουπελης, Καβάλα, σελ. 88.

Μενκισσογλού Σ., 2014. *Γεωργικά φάρμακα φυτικής προέλευσης στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών & ασθενειών*. Σημειώσεις από το Σεμινάριο Μεταπτυχιακού Προγράμματος ΓΠΑ.

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

Σιδηράς, Ν., 2002. *Εδαφικό περιβάλλον*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας. Αθήνα. σελ. 329.

Σκρουμπής, Β. 1998. *Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας*. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ. 256.

Τσόγκας, Μ. 2005. Προοπτικές προώθησης του κλάδου των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα. Πρόταση ενός ολοκληρωμένου μοντέλου εφαρμογής. *Γεωργία – Κτηνοτροφία*. 8: 24-28.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2016). Πηγή: <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/aromfita/farmakeytikafyta>

World Health Organization, 1977. *Ψήφισμα – Προβολή και Ανάπτυξη της Εκπαίδευσης και της Έρευνας στην Παραδοσιακή Ιατρική*. Αριθμός εγγράφου 30-49.

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

Ξένα βιβλιογραφία

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

Aligiannis, N, E. Kalpoutzakis, S. Mitaku & I. B. Chinou 2001. Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* spices. *J. Agric. food chem.* 49(9): 4168-4170.

Arnold, N., B. Bellomaria, G. Valentini and H.J. Arnold 1993. Comparative study of the essential oils from three species of *Origanum* growing wild in the eastern Mediterranean region. *J. Essent. Oil Res.* 5(1): 71-77.

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.

Baydar, H., O. Sagdis, G. Ozkan, T. Karadogan 2004. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *J. Food Control.* 15(3): 169-172.

Baricevic, D., L. Milevoj and J. Borstnic 2001. Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) on the dry bean weevil (*Acanthoscellides obtectus*). *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*, Taylor and Francis, London and New York, pp. 177-213.

Baser, K.H.C. and G. Tumen 1992. Composition of the Essential Oil of *Origanum sipileum* of Turkish origin. *J. Essent. Oil Res.* 4: 139-142

Baser, C. K.H. 2008. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. *Curr. Pharm. Des.* 14(29): 3106-19.

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

Bouchra, C., M. Achouri, L. M. I. Hassani, M. Hmamouchi 2003. Chemical composition and antifungal activity of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea*. *J. Ethnopharm.* 89(1): 165-169.

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

Brady N. and R. Weil 1999. *The Nature and Properties of Soils*, 12th Edition. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

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

Burkart, R.M. and Buhler D.D. 1997. A regional framework for analyzing weed species and assemblage distributions using a geographic information system. *Weed Sci.* 45: 455-462.

Capecka, E., A. Mareczek & M. Leja 2005. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chem.* 93(2): 223-226.

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

Chorianopoulos N., Kalpoutzakis E., Aligiannis N., Mitaku S., Nychas G.-J. and Haroutounian S. A. 2004. Essential Oils of *Satureja*, *Origanum*, and *Thymus*

Species: Chemical Composition and Antibacterial Activities Against Foodborne Pathogens. *J. Agric. Food Chem.* 52(26): 8261–8267.

Conforti, F., Ioele, G., Statti, G.A., Marrelli, M., Ragno, G., Menichini, F., 2008. Antiproliferative activity against human tumor cell lines and toxicity test on Mediterranean dietary plants. *Food Chem. Toxicol.* 46: 3325–3332.

Crem, B.V. 2014. *CBI Trade Statistics, Spices and Herbs*. CBI Market Information Database, CBI Ministry of foreign affairs.

Cristiani, M., M. D'Arrigo, G. Mandalari, F. Castelli, M. G. Sarpietro, D. Micieli, V. Venuti, G. Bisignano, A. Saija & D. Trombetta 2007. Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: implications for their antibacterial activity. *J. Agric. Food Chem.* 55(15): 6300-6308.

Croteau, R. 1992. Biochemistry of Monoterpenes and Sesquiterpenes of the Essential Oils. In: L. Craker and J. Simon, eds, *Herbs Spices and Medicinal Plants*, Vol. 1, Food Products Press, N.Y. pp. 81-133.

Daferera, D.J., B.N. Ziogas and M.G. Polissiou 2000. GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.* 48(6): p. 2576-2581.

Danalatos, N.G., C.S. Kosmas, N. Moustakas, B. Tsatiris, Ch. Kallianou and N. Yassoglou, 1993. The impacts of parent material and landscape position on biomass production of wheat under semi-arid conditions. *J. Soil Technology*, Vol. 6, pp. 337-349.

Danalatos, N.G., C.S. Kosmas, P.M. Driessen, and N. Yassoglou, 1994. Estimation of the draining soil moisture characteristic from standard data as recorded in routine soil surveys. *J. Geoderma* 64: 155-165.

Danalatos, N.G., S. Galanopoulou and D. Bartzialis, 2000. *Towards a low-input sustainable cotton production in Greece*. Accepted as oral presentation in the International Cotton Research Conference, held in Nagpur, India.

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). *J. Ann. Bot.* 86: 471–478.

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.

Dorman, H. J. D., P. Surai & S. G. Deans 2000. In vitro antioxidant activity of plant essential oils and phytoconstituents. *J. ess. oil Res.* 12(2): 241-248.

Dorman, H. J. D., S. G. Deans 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88(2): 308-316.

Dusan, F., M. Sabol, K. Domaracka & D. Bujnakova 2006. Essential oils- their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and effect on intestinal cell viability. *Toxicology in Vitro.* 20(8): 1435-1445.

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

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*, Wiley-Interscience, New York. pp. 203-218

Friedman M., 2014. Chemistry and multibeneficial bioactivities of carvacrol (4-isopropyl-2-methylphenol), a component of essential oils produced by aromatic plants and spices. *J. Agric. Food Chem.* 62(31): 7652-70.

Gergis, V., V. Spiliotis and C. Poulos 1990. Antibacterial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie* 45: 70.

Ghavami, G., Sardari, S., Shokrgozar, M., 2011. Cheminformatics-based selection and synergism of herbal extracts with anticancer agents on drug resistance tumor cells – ACHN and A2780/CP cell lines. *Comput. Biol. Med.* 41: 665–674.

Gmelig Meyling, H.D., 1973. Effect of light intensity, temperature and daylength on the rate of leaf appearance of maize. *Neth. J. Agric. Sci.* 21: 68-76.

Goliaris, A. 1997. Research and production of medicinal and aromatic plants in Greece. *Med. Plant Rep.* 4(4): 1-10.

Hanley, N. 2007. The economics of nitrate pollution. *Eur. Rev. Agric. Econ.* 17(2): 129-151.

Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London. p. 892.

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

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

Isman M.B. and M.L. Grieneisen 2014. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends in Plant Science.* 19(3): 140-145.

Kaliora, A.C., Kogiannou, D.A.A., Kefalas, P., Issidora, S., Papassideri, I.S., Kalogeropoulos, N., 2014. Phenolic profiles and antioxidant and anticarcinogenic activities of Greek herbal infusions; balancing delight and chemoprevention. *J. Food Chem.* 142: 233–241.

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

Karamanos, A.J. and D. Sotiropoulou 2013. Field studies of nitrogen application on Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oil during two cultivation seasons, *J. Industrial Crops and Products.* 46: 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., Koureas D. N. and Kokkini S. 2005. Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *J. Phytochemistry.* 66(22): 2668–2673.
- Karpouhtsis, I., E. Pardali, E. Feggou, S. Kokkini, Z.G. Scouras and P. Mavragani-Tsipidou 1998. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 46(3): 1111-1115.
- Kirimer, N., K.H. Baser and G. Tumen 1995. Carvacrol rich plants in Turkey. *J. Chem. Nat. Comp.* 31(1): 37-41.
- Kokkini, S. and D. Vokou 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. *J. Flav. Fragr.* 4: 1-7.
- Kokkini, S. and Vokou D. 1993. The hybrid *Origanum X intercedens* from the Island of Nisyros (SE Greece) and its parental taxa; comparative study of essential oils and distribution. *J. 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., Karousou, R. and Hanlidou, E. 2003. Herbs of the Labiatae. In: B. Caballero, L. Trugo and P. Finglass, eds, *Encyclopedia of food science and nutrition*, second ed., pp. 3082-3090, Academic press, London.
- Kokkini, S., Karousou, R., Hanlidou, E. and Lanaras, T. 2004. Essential oil composition of Greek (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) and Turkish (*O. onites*) oregano: A tool for their distinction. *J. Essential Oil Res.* 16(4): 334-338.

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.

Kulisic T., Radonic A., Katalinic V. and Milos M. 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *J. Food Chemistry*. 85: Issue 4. 633–640.

Kvet, J., J.P. Ondok, J. Necas, P.G. Jarvis, 1971. Methods of Growth Analysis. In: Z. Sestak. J. Catsky, P.G. Jarvis, eds, *Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods*. Dr. W. Junk. The Hague, pp. 343-391.

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

Lawrence, B.M., 1984. The botanical and chemical aspects of Oregano. *J. Perfum. flavor.* 9: 41-51.

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. *J. Plant Sci.* 160(1): 27-35.

Mahal S.S., Sidhu A.S. 2006. Effect of Different Irrigation Schedules and Nitrogen Levels on Growth, Yield Attributes and Seed Yield of Hybrid Canola (*Brassica napus* L.). *J. Environmental Ecology*. 24S. 4: 1108-1111.

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

Manohar V., Ingram C., Gray J., Talpur N.A., Echard B.W., Bagchi D. and Preuss H. G. 2001. Antifungal activities of origanum oil against *Candida albicans*. *J. SpringerLink*. 228: Issue 1-2. 111-117.

Marieschi, M., Torelli, A., Poli, F., Sacchetti, G., & Bruni, R. (2009). RAPD-based method for the quality control of Mediterranean oregano and its contribution to pharmacognostic techniques. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 1835–1840.

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

Marques, P.A., Bernardi F.L. and Frizzone J.A. 2012. Economic analysis for oregano under irrigation considering economic risk factors. *J. Horticultura Brasileira*. 30: 234-239.

Moure, A., Cruz J.M., Franco D., Dominguez J.M., Sineiro J., Dominguez H., Nunez M.J. and Parajo J.C. 2001. Natural antioxidants from residual sources. *J. 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.

Nakiatini N and Kikuzaki M. 1987. A new antioxidative glycoside isolated from oregano (*Origanum vulgare* L.). *J. Agricultural and Biological Chemistry*. 51: 2727-32.

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

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.). *J. Flav. Fragr*. 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 rootknot nematode. *Phytopathology* 90(7): 710-715.

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

Paraskevakis, N. 2015. Effects of dietary dried Greek Oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) supplementation on blood and milk enzymatic antioxidant indices, on milk total antioxidant capacity and on productivity in goats. *J. Animal Feed Science and Technology*. 209: 90–97.

Paster N., Juven B. J., Shaaya E., Menasherov M., Nitzan R., Weisslowicz H. and Ravi U. 1990. Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on moulds and food borne bacteria. *Letters in Applied Microbiology*. 11: Issue 1. 33–37.

Pellequer, J., M. Jacob, M.S. Buochberg and J. Allegrini 1980. Therapeutic value of the cultivated mountain savory (*Satureja Montana* L.: Labiateae). *J. Acta Hort.* 96(187): 35-39.

Peng Q.Y., J.D. Li, Z. Li, Z.Y. Duan and Y.P. Wu 2016. Effects of dietary supplementation with oregano essential oil on growth performance, carcass traits and jejunal morphology in broiler chickens. *J. Animal Feed Science and Technology*. 214: 148-153.

Putievsky, E. & U. Ravid 1982. Variations in yield parameters in a wild population of *Origanum vulgare* L. In: *Aromatic Plants: Basic and Applied Aspects* (eds. N. Margaris, A. Koedam, D. Vokou), Martinous Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, London, p. 237-248.

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.

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.

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.

Sarac N., Ugur A., Duru M.E. and Varol O. 2009. Antimicrobial activity, antioxidant activity and chemical composition of *Origanum onites* L. and *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* from Mugla (Turkey). *J. Acta Hort.* (ISHS) 826: 397-404.

Seidemann J., 2004. *World Spice Plants*. Springer. pp.: 264, 266, 336, 365.

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. *J. 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. *J. Hort. Sci.* 108(4): 408-413.

Singh, K.K. and Goswami T.K. (2000). Thermal properties of cumin seed, *Journal of Food Engineering*. 45(4): 181-187.

Sivropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, T. Lanaras & M. Arsenakis 1996. Antimicrobial and Cytotoxic Activities of *Origanum* Essential Oils. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1202-1205.

Skoula, M. and J.B. Harborne 2002. The taxonomy and chemistry of *Origanum*. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano the genera Origanum and Lippia*, Taylor and Francis, London and New York, pp. 67-108

Soil Survey Staff, 2014. Twelfth edition. *Keys to soil taxonomy*. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.

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

Spada, P. & P. Perrino 1997. Conservation of oregano species in national and international collections: an assessment. In: (ed. Padulosi S.) *Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano* (8-12 May 1996, Valenzano, Bari), pp: 14-23, IPGRI, Rome.

Stagos, D., Portesis, N., Spanou, C., Mossialos, D., Aligiannis, N., Chaita, E., Panagoulis, C., Reri, E., Skaltsounis, L., Tsatsakis, A.M., Kouretas, D., 2012. Correlation of total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic Lamiaceae species. *J. Food Chem. Toxicol.* 50: 4115–4124.

Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A., Cliver, D.O., 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *J. Food Control*, 21: 1199–1218.

Tuns, I. and S. Sahinkaya, 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Entomol. Exp. et Appl.* 86(2): 183-187.

Vokkou D., Kokkini S. and Bessiere J.-M. 1993. Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochemical Systematics and Ecology*. 21(2): 287-295.

Werker, E., E. Putievsky & U. Ravid 1985. The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. *J. Ann. Bot.* 55(11): 793-801.

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

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

Πιν. 3. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων όσον αφορά στα βάρη (σε g) και τους λόγους των επιμέρους τμημάτων των φυτών (άνθη, φύλλα, βλαστοί), όπως αυτά μετρήθηκαν στην πρώτη κοπή στις 31/7/2016 και μετά την ξήρανσή τους.

Χλωρό βάρος				Ξηρό βάρος				Λόγος Ξηρού βάρους / Χλωρό				Λόγοι Ξηρού βάρους							
#	Βλαστός	Φύλλα	Άνθη	Σύνολο	#	Βλαστός	Φύλλα	Άνθη	Σύνολο	#	Βλαστός	Φύλλα	Άνθη	Σύνολο	#	Βλαστός/Σύνολο	Φύλλα/Σύνολο	Άνθη/Σύνολο	Δρόση/Σύνολο
1.	11	10	12	33	1.	7	5	6	18	1.	0,64	0,50	0,50	0,55	1.	0,39	0,28	0,33	0,61
2.	8	7	15	30	2.	5	3	7	15	2.	0,63	0,43	0,47	0,50	2.	0,33	0,20	0,47	0,67
3.	26	11	71	108	3.	16	5	33	54	3.	0,62	0,45	0,46	0,50	3.	0,30	0,09	0,61	0,70
4.	25	43	43	111	4.	15	20	20	55	4.	0,60	0,47	0,47	0,50	4.	0,27	0,36	0,36	0,73
5.	26	16	41	83	5.	16	7	19	42	5.	0,62	0,44	0,46	0,51	5.	0,38	0,17	0,45	0,62
6.	28	40	54	122	6.	17	19	25	61	6.	0,61	0,48	0,46	0,50	6.	0,28	0,31	0,41	0,72
7.	15	27	21	63	7.	9	13	10	32	7.	0,60	0,48	0,48	0,51	7.	0,28	0,41	0,31	0,72
8.	39	29	63	131	8.	24	13	29	66	8.	0,62	0,45	0,46	0,50	8.	0,36	0,20	0,44	0,64
9.	59	43	60	162	9.	36	25	28	89	9.	0,61	0,58	0,47	0,55	9.	0,40	0,28	0,31	0,60
10.	6	7	18	31	10.	4	3	8	15	10.	0,67	0,43	0,44	0,48	10.	0,27	0,20	0,53	0,73
11.	7	13	12	32	11.	4	6	6	16	11.	0,57	0,46	0,50	0,50	11.	0,25	0,38	0,38	0,75
12.	13	26	28	67	12.	8	12	13	33	12.	0,62	0,46	0,46	0,49	12.	0,24	0,36	0,39	0,76
13.	2	3	2	7	13.	1	2	1	4	13.	0,50	0,67	0,50	0,57	13.	0,25	0,50	0,25	0,75
14.	13	19	21	53	14.	8	8	10	26	14.	0,62	0,42	0,48	0,49	14.	0,31	0,31	0,38	0,69
15.	30	29	57	116	15.	18	13	26	57	15.	0,60	0,45	0,46	0,49	15.	0,32	0,23	0,46	0,68
16.	9	6	17	32	16.	5	3	8	16	16.	0,56	0,50	0,47	0,50	16.	0,31	0,19	0,50	0,69
17.	11	16	24	51	17.	6	8	11	25	17.	0,55	0,50	0,46	0,49	17.	0,24	0,32	0,44	0,76
18.	64	55	84	203	18.	39	25	38	102	18.	0,61	0,45	0,45	0,50	18.	0,25	0,25	0,37	0,62
	392	400	643	1435		238	190	298	726		0,60	0,48	0,47	0,51		0,30	0,28	0,41	0,69

Πιν. 4. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων όσον αφορά στα βάρη (σε g) και τους λόγους των επιμέρους τμημάτων των φυτών (άνθη, φύλλα, βλαστοί), όπως αυτά μετρήθηκαν στην τελική κοπή στις 16/9/2016 και μετά την ξήρανσή τους.

Χλωρό βάρος				Ξηρό βάρος				Λόγος Ξηρού βάρους / Χλωρό				Λόγοι Ξηρού βάρους							
#	Βλαστός	Φύλλα	Άνθη	Σύνολο	#	Βλαστός	Φύλλα	Άνθη	Σύνολο	#	Βλαστός	Φύλλα	Άνθη	Σύνολο	#	Βλαστός/Σύνολο	Φύλλα/Σύνολο	Άνθη/Σύνολο	Δρόση/Σύνολο
1.	8	9	8	25	1.	3	4	5	12	1.	0,38	0,44	0,63	0,48	1.	0,25	0,33	0,42	0,75
2.	52	52	106	210	2.	26	39	55	120	2.	0,50	0,75	0,52	0,57	2.	0,22	0,33	0,46	0,78
3.	29	38	52	119	3.	14	13	31	58	3.	0,48	0,34	0,60	0,49	3.	0,24	0,22	0,53	0,76
4.	9	11	26	46	4.	6	6	18	30	4.	0,67	0,55	0,69	0,65	4.	0,20	0,20	0,60	0,80
5.	21	8	29	58	5.	13	4	19	36	5.	0,62	0,50	0,66	0,62	5.	0,36	0,11	0,53	0,64
6.	42	20	123	185	6.	21	9	57	87	6.	0,50	0,45	0,46	0,47	6.	0,24	0,10	0,66	0,76
7.	30	11	70	111	7.	13	4	36	53	7.	0,43	0,36	0,51	0,48	7.	0,25	0,08	0,68	0,75
8.	16	10	50	76	8.	9	5	26	40	8.	0,56	0,50	0,52	0,53	8.	0,23	0,13	0,65	0,78
9.	35	16	109	160	9.	16	4	51	71	9.	0,46	0,25	0,47	0,44	9.	0,23	0,06	0,72	0,77
10.	5	15	17	37	10.	4	6	9	19	10.	0,80	0,40	0,53	0,51	10.	0,21	0,32	0,47	0,79
11.	18	25	26	69	11.	11	10	17	38	11.	0,61	0,40	0,65	0,55	11.	0,29	0,26	0,45	0,71
12.	12	20	43	75	12.	7	9	24	40	12.	0,58	0,45	0,56	0,53	12.	0,18	0,23	0,60	0,83
13.	20	12	57	89	13.	10	7	34	51	13.	0,50	0,58	0,60	0,57	13.	0,20	0,14	0,67	0,80
14.	13	12	25	50	14.	7	7	18	32	14.	0,54	0,58	0,72	0,64	14.	0,22	0,22	0,56	0,78
15.	18	10	56	84	15.	10	7	36	53	15.	0,56	0,70	0,64	0,63	15.	0,19	0,13	0,68	0,81
16.	15	14	31	60	16.	9	6	17	32	16.	0,60	0,43	0,55	0,53	16.	0,28	0,19	0,53	0,72
17.	15	11	57	83	17.	9	7	33	49	17.	0,60	0,64	0,58	0,59	17.	0,18	0,14	0,67	0,82
18.	17	15	58	90	18.	12	11	40	63	18.	0,71	0,73	0,69	0,70	18.	0,17	0,63	0,81	0,81
	375	309	943	1627		200	158	526	884		0,56	0,50	0,59	0,56		0,23	0,21	0,59	0,77

Πιν. 5. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του ύψους των φυτών.

Δείγμα	Ύψος φυτού (cm)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0			
			N0	N1	N2	N0	N1	N2	
1	24,0	870,3							
2	60,0	42,3	Block1	24,0	60,0	50,0	30,0	55,0	63,0
3	50,0	12,3	Block2	51,0	59,0	75,0	57,0	52,0	62,0
4	51,0	6,3	Block3	52,0	54,0	62,0	55,0	52,0	50,0
5	59,0	30,3							53,5
6	75,0	462,3							
7	52,0	2,3							
8	54,0	0,3							
9	62,0	72,3							
10	30,0	552,3							
11	55,0	2,3							
12	63,0	90,3							
13	57,0	12,3							
14	52,0	2,3							
15	62,0	72,3							
16	55,0	2,3							
17	52,0	2,3							
18	50,0	12,3							
		2246,5							
Block1	47,0	42,3							
Block2	59,3	34,0							
Block3	54,2	0,4							
		76,7							
I1	54,1	0,4							
I0	52,9	0,4							
		0,7							
N0	44,8	75,1							
N1	55,3	3,4							
N2	60,3	46,7							
		125,2							
B1*I1	44,7	78,0							
B2*I1	61,7	66,7							
B3*I1	56,0	6,3							
B1*I0	49,3	17,4							
B2*I0	57,0	12,3							
B3*I0	52,3	1,4							
		181,9							
I1*N0	42,3	124,7							
I1*N1	57,7	17,4							
I1*N2	62,3	78,0							
I0*N0	47,3	38,0							
I0*N1	53,0	0,3							
I0*N2	58,3	23,4							
		281,7							
	N0	N1	N2						
I1	42,3	57,7	62,3						
I0	47,3	53,0	58,3						

ANOVA							
	dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
Main plots		545,8					
Blocks	2	460,3	230,2	5,8	19,0		
Irrigation	1	6,7	6,7	0,2	18,51	12,7	6,4
Error 1	2	78,8	39,4				
Fertilization	2	751,0	375,5	3,5	8,83	13,8	6,9
Irr*Fertil	2	87,4	43,7	0,4	8,83	19,5	9,8
Error 2	8	862,2	107,8				
Total	17	2246,5					

Μέσοι όροι ύψους φυτών

cm

I1 Επίπεδα άρδευσης I0

Μέσοι όροι ύψους φυτών

cm

N0 N1 N2

Επίπεδα λίπανσης

Μέσοι όροι ύψους φυτών

cm

N0 N1 N2

Επίπεδα λίπανσης

I1 I0

Πιν. 6. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί της ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA).

Δείγμα	SLA	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0				
			N0	N1	N2	N0	N1	N2		
1	8,0	0,7								
2	3,1	33,5								
3	6,2	7,3	Block1	8,0	3,1	6,2	10,0	6,6	5,6	
4	9,5	0,4	Block2	9,5	10,5	8,7	7,7	7,9	6,7	
5	10,5	2,7	Block3	12,8	14,4	17,5	8,7	8,6	7,3	
6	8,7	0,0							8,9	
7	12,8	15,5	ANOVA							
8	14,4	30,6		dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
9	17,5	74,6	Main plots		154,1					
10	10,0	1,3	Blocks	2	75,4	37,7	1,4	19,0		
11	6,6	5,1	Irrigation	1	26,0	26,0	1,0	18,51	10,4	5,2
12	5,6	10,9	Error 1	2	52,7	26,4				
13	7,7	1,3	Fertilization	2	3,1	1,6	0,5	8,83	2,5	1,2
14	7,9	1,0	Irr*Fertil	2	7,8	3,9	1,1	8,83	3,5	1,7
15	6,7	4,6	Error 2	8	27,3	3,4				
16	8,7	0,0	Total	17	192,4					
17	8,6	0,1								
18	7,3	2,5								
		192,4								
Block1	6,6	5,3								
Block2	8,5	0,1								
Block3	11,5	7,1								
		12,6								
I1	10,1	1,4								
I0	7,7	1,4								
		2,9								
N0	9,4	0,3								
N1	8,5	0,1								
N2	8,6	0,0								
		0,5								
B1*I1	5,7	9,7								
B2*I1	9,6	0,5								
B3*I1	14,9	36,4								
B1*I0	7,4	2,2								
B2*I0	7,4	2,1								
B3*I0	8,2	0,5								
		51,4								
I1*N0	10,1	1,5								
I1*N1	9,3	0,2								
I1*N2	10,8	3,6								
I0*N0	8,8	0,0								
I0*N1	7,7	1,4								
I0*N2	6,5	5,5								
		12,3								
	N0	N1	N2							
I1	10,1	9,3	10,8							
I0	8,8	7,7	6,5							

Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA)

cm

I1 Επίπεδα άρδευσης I0

Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA)

m²/kg

N0 N1 N2

Επίπεδα λίπανσης

Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA)

m²/kg

N0 N1 N2

Επίπεδα λίπανσης

I1 I0

Πιν. 7. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI).

Δείγμα	LAI	Διαφ Τετραγώνων	I1			I0			
			N0	N1	N2	N0	N1	N2	
1	0,10	0,01							
2	0,38	0,03	Block1	0,10	0,38	0,25	0,19	0,21	0,16
3	0,25	0,00	Block2	0,18	0,13	0,24	0,17	0,17	0,15
4	0,18	0,00	Block3	0,16	0,23	0,22	0,16	0,19	0,25
5	0,13	0,00						0,20	
6	0,24	0,00							
7	0,16	0,00							
8	0,23	0,00							
9	0,22	0,00							
10	0,19	0,00							
11	0,21	0,00							
12	0,16	0,00							
13	0,17	0,00							
14	0,17	0,00							
15	0,15	0,00							
16	0,16	0,00							
17	0,19	0,00							
18	0,25	0,00							
		0,06							
Block1	0,21	0,00							
Block2	0,17	0,00							
Block3	0,20	0,00							
		0,00							
I1	0,21	0,00							
I0	0,18	0,00							
		0,00							
N0	0,16	0,00							
N1	0,22	0,00							
N2	0,21	0,00							
		0,00							
B1*I1	0,24	0,00							
B2*I1	0,18	0,00							
B3*I1	0,20	0,00							
B1*I0	0,18	0,00							
B2*I0	0,16	0,00							
B3*I0	0,20	0,00							
		0,00							
I1*N0	0,15	0,00							
I1*N1	0,24	0,00							
I1*N2	0,24	0,00							
I0*N0	0,17	0,00							
I0*N1	0,19	0,00							
I0*N2	0,18	0,00							
		0,01							
	N0	N1	N2						
I1	0,15	0,24	0,24						
I0	0,17	0,19	0,18						

ANOVA							
	dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
Main plots		0,0					
Blocks	2	0,0	0,0	1,9	19,0		
Irrigation	1	0,0	0,0	2,6	18,51	0,1	0,0
Error 1	2	0,0	0,0				
Fertilization	2	0,0	0,0	1,4	8,83	0,1	0,0
Irr*Fertil	2	0,0	0,0	0,8	8,83	0,1	0,1
Error 2	8	0,0	0,0				
Total	17	0,1					

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)

Επίπεδα άρδευσης: I1 (0,21), I0 (0,18)

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)

Επίπεδα λίπανσης: N0 (0,16), N1 (0,22), N2 (0,21)

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)

Επίπεδα λίπανσης: N0, N1, N2

Επίπεδα άρδευσης: I1 (blue line), I0 (red line)

Πιν. 8. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του χλωρού βάρους των βλαστών.

Δείγμα	χ.β. βλαστών (kg/στρ.)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0		
			NO	N5	N10	NO	N5	N10
1	25,0	1608,3						
2	162,5	9485,9						
3	90,6	651,3						
4	28,1	1367,5						
5	65,6	0,3						
6	131,3	4375,3						
7	93,8	820,6						
8	50,0	228,1						
9	109,4	1959,9						
10	15,6	2448,2						
11	56,3	78,4						
12	37,5	762,0						
13	62,5	6,8						
14	40,6	599,2						
15	56,3	78,4						
16	46,9	332,3						
17	46,9	332,3						
18	53,1	143,5						
		25278,3						
Block1	64,6	0,3						
Block2	64,1	1,1						
Block3	66,7	2,4						
		3,8						
I1	84,0	358,1						
I0	46,2	358,1						
		716,2						
NO	45,3	391,7						
N5	70,3	27,1						
N10	79,7	212,7						
		631,5						
B1*I1	92,7	762,0						
B2*I1	75,0	97,9						
B3*I1	84,4	371,4						
B1*I0	36,5	820,6						
B2*I0	53,1	143,5						
B3*I0	49,0	260,7						
		2456,1						
I1*NO	49,0	260,7						
I1*N5	92,7	762,0						
I1*N10	110,4	2053,2						
I0*NO	41,7	549,3						
I0*N5	47,9	295,4						
I0*N10	49,0	260,7						
		4181,3						
			NO	N5	N10			
I1			49,0	92,7	110,4			
I0			41,7	47,9	49,0			

ANOVA							
	dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
Main plots		7368,2					
Blocks	2	22,8	11,4	0,0	19,0		
Irrigation	1	6445,9	6445,9	14,3	18,51	43,0	21,5
Error 1	2	899,5	449,8				
Fertilization	2	3789,1	1894,5	1,3	8,83	51,2	25,6
Irr*Fertil	2	2309,0	1154,5	0,8	8,83	72,3	36,2
Error 2	8	11812,1	1476,5				
Total	17	25278,3					

Μέσοι όροι χλωρού βάρους βλαστών

Επίπεδα άρδευσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
I1	84,0
I0	46,2

Μέσοι όροι χλωρού βάρους βλαστών

Επίπεδα λίπανσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
NO	45,3
N5	70,3
N10	79,7

Μέσοι όροι χλωρού βάρους βλαστών

Επίπεδα λίπανσης	I1 (kg/στρ.)	I0 (kg/στρ.)
NO	49,0	41,7
N5	92,7	47,9
N10	110,4	49,0

Πιν. 9. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του χλωρού βάρους της δρόγης.

Δείγμα	χ.β. δρόγης (kg/στρ.)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0			
			N0	N1	N2	N0	N1	N2	
1	53,1	26973,5							
2	493,8	76390,8	Block1	53,1	493,8	281,3	100,0	159,4	196,9
3	281,3	4081,8	Block2	115,6	115,6	446,9	215,6	115,6	206,3
4	115,6	10350,2	Block3	253,1	187,5	390,6	140,6	212,5	228,1
5	115,6	10350,2							217,4
6	446,9	52676,6							
7	253,1	1279,1							
8	187,5	891,7							
9	390,6	30020,4							
10	100,0	13773,6							
11	159,4	3362,4							
12	196,9	419,7							
13	215,6	3,0							
14	115,6	10350,2							
15	206,3	123,5							
16	140,6	5888,4							
17	212,5	23,6							
18	228,1	115,9							
		247074,7							
Block1	214,1	10,9							
Block2	202,6	217,8							
Block3	235,4	326,0							
		554,7							
I1	259,7	1794,5							
I0	175,0	1794,5							
		3588,9							
N0	146,4	5042,0							
N1	214,1	10,9							
N2	291,7	5521,3							
		10574,2							
B1*I1	276,0	3443,4							
B2*I1	226,0	75,4							
B3*I1	277,1	3566,7							
B1*I0	152,1	4261,2							
B2*I0	179,2	1458,8							
B3*I0	193,8	557,5							
		13363,0							
I1*N0	140,6	5888,4							
I1*N1	265,6	2329,4							
I1*N2	372,9	24197,5							
I0*N0	152,1	4261,2							
I0*N1	162,5	3009,7							
I0*N2	210,4	48,2							
		39734,5							
			N0	N1	N2				
I1			140,6	265,6	372,9				
I0			152,1	162,5	210,4				

Μέσοι όροι χλωρού βάρους δρόγης

Y-axis: kg/στρ. (0.0 to 350.0)

X-axis: Επίπεδα άρδευσης (I1, I0)

Data: I1 = 259,7; I0 = 175,0

Μέσοι όροι χλωρού βάρους δρόγης

Y-axis: kg/στρ. (0.0 to 400.0)

X-axis: Επίπεδα λίπανσης (N0, N1, N2)

Data: N0 = 146,4; N1 = 214,1; N2 = 291,7

Μέσοι όροι χλωρού βάρους δρόγης

Y-axis: kg/στρ. (0.0 to 400.0)

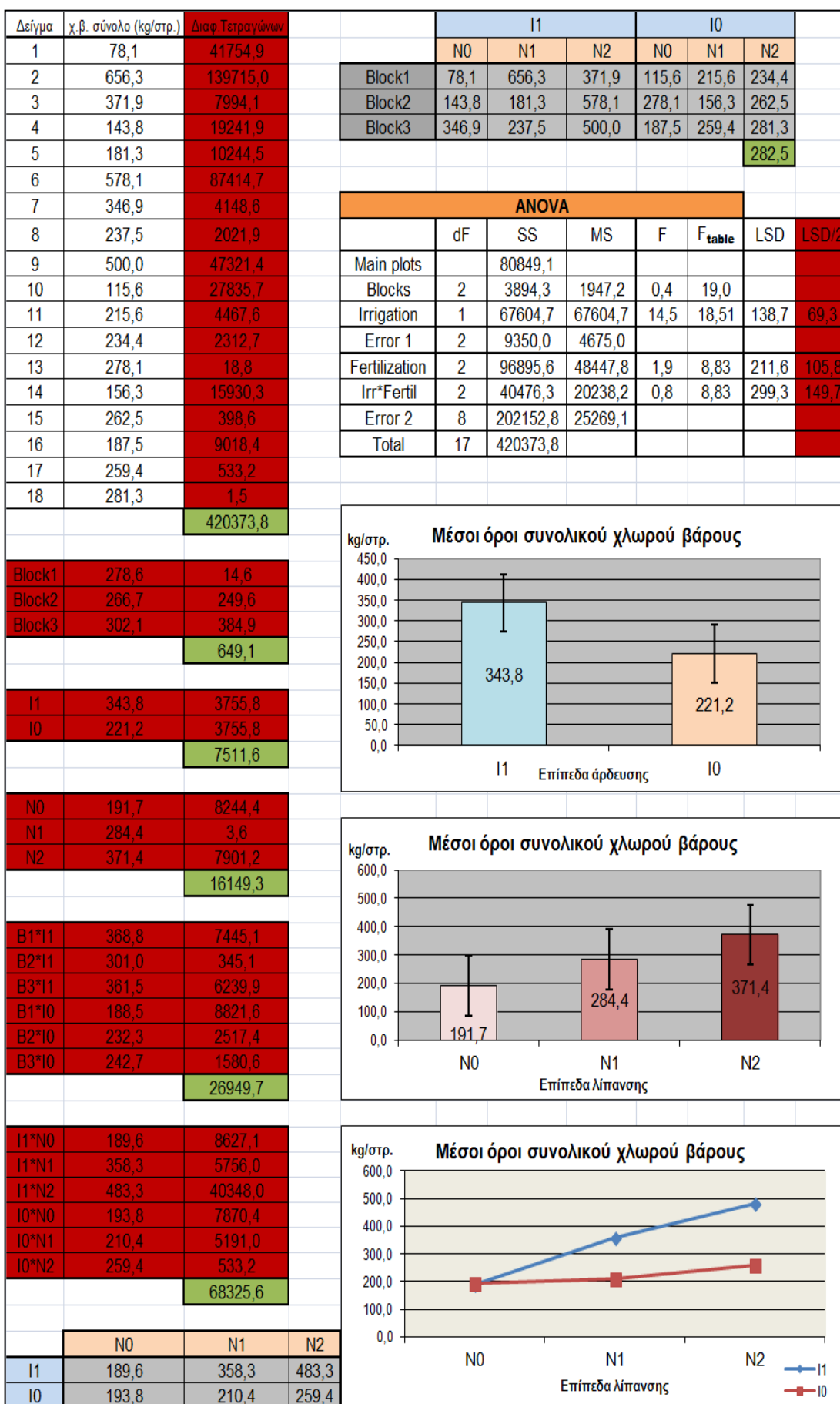
X-axis: Επίπεδα λίπανσης (N0, N1, N2)

Legend: I1 (blue line with diamonds), I0 (red line with squares)

Data points (approximate):

Επίπεδο Λίπανσης	I1 (kg/στρ.)	I0 (kg/στρ.)
N0	140,6	152,1
N1	265,6	162,5
N2	372,9	210,4

Πιν. 10. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του συνολικού χλωρού βάρους.



Πιν. 11. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του λόγου (%) του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, από την πρώτη κοπή.

Δείγμα	Λόγος ξ.β. / χλωρό (%)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0		
			N0	N1	N2	N0	N1	N2
1	54,5	14,6						
2	50,0	0,5						
3	50,0	0,5						
4	49,5	1,4						
5	50,6	0,0						
6	50,0	0,5						
7	50,8	0,0						
8	50,4	0,1						
9	54,9	17,7						
10	48,4	5,5						
11	50,0	0,5						
12	49,3	2,2						
13	57,1	41,2						
14	49,1	2,8						
15	49,1	2,5						
16	50,0	0,5						
17	49,0	2,9						
18	50,2	0,2						
		93,8						
Block1	50,4	0,1						
Block2	50,9	0,0						
Block3	50,9	0,0						
		0,2						
I1	51,2	0,2						
I0	50,2	0,2						
		0,5						
N0	51,7	1,0						
N1	49,8	0,8						
N2	50,6	0,0						
		1,8						
B1*I1	51,5	0,6						
B2*I1	50,1	0,5						
B3*I1	52,0	1,7						
B1*I0	49,2	2,3						
B2*I0	51,8	1,1						
B3*I0	49,8	0,9						
		7,1						
I1*N0	51,6	0,8						
I1*N1	50,3	0,2						
I1*N2	51,6	0,8						
I0*N0	51,8	1,2						
I0*N1	49,4	1,9						
I0*N2	49,5	1,4						
		6,3						
			N0	N1	N2			
I1			51,6	50,3	51,6			
I0			51,8	49,4	49,5			

ANOVA							
	dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
Main plots		21,4					
Blocks	2	1,2	0,6	0,1	19,0		
Irrigation	1	4,1	4,1	0,5	18,51	5,8	2,9
Error 1	2	16,2	8,1				
Fertilization	2	10,9	5,5	0,8	8,83	3,6	1,8
Irr*Fertil	2	4,0	2,0	0,3	8,83	5,0	2,5
Error 2	8	57,4	7,2				
Total	17	93,8					

Λόγος συνολικού ξηρού προς χλωρό βάρος

Επίπεδα άρδευσης	Λόγος (%)
I1	51,2
I0	50,2

Λόγος συνολικού ξηρού προς χλωρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	Λόγος (%)
N0	51,7
N1	49,8
N2	50,6

Λόγος συνολικού ξηρού προς χλωρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	I1 (%)	I0 (%)
N0	51,6	51,8
N1	50,3	49,4
N2	51,6	49,5

Πιν. 12. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του λόγου (%) του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, από την τελική κοπή.

Δείγμα	Λόγος ξ.β. / χλωρό (%)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0				
			NO	N1	N2	NO	N1	N2		
1	48,0	56,6								
2	57,1	2,6	Block1	48,0	57,1	48,7	51,4	55,1	53,3	
3	48,7	46,1	Block2	65,2	62,1	47,0	57,3	64,0	63,1	
4	65,2	93,9	Block3	47,7	52,6	44,4	53,3	59,0	70,0	
5	62,1	42,8						55,5		
6	47,0	72,2								
7	47,7	60,5								
8	52,6	8,4	ANOVA							
9	44,4	124,4		dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
10	51,4	17,4	Main plots		436,9					
11	55,1	0,2	Blocks	2	178,4	89,2	1,8	19,0		
12	53,3	4,8	Irrigation	1	159,5	159,5	3,2	18,51	14,3	7,1
13	57,3	3,2	Error 1	2	99,1	49,5				
14	64,0	71,8	Fertilization	2	71,6	35,8	1,6	8,83	6,2	3,1
15	63,1	57,3	Irr*Fertil	2	204,3	102,2	4,6	8,83	8,8	4,4
16	53,3	4,8	Error 2	8	176,0	22,0				
17	59,0	12,3	Total	17	888,8					
18	70,0	209,5								
		888,8								
Block1	52,3	10,6								
Block2	59,8	18,1								
Block3	54,5	1,0								
		29,7								
I1	52,6	8,9								
I0	58,5	8,9								
		17,7								
NO	53,8	2,9								
N1	58,3	7,8								
N2	54,4	1,2								
		11,9								
B1*I1	51,3	17,9								
B2*I1	58,1	6,6								
B3*I1	48,3	52,9								
B1*I0	53,3	5,2								
B2*I0	61,5	35,3								
B3*I0	60,8	27,7								
		145,6								
I1*NO	53,7	3,5								
I1*N1	57,3	3,1								
I1*N2	46,7	77,7								
I0*NO	54,0	2,3								
I0*N1	59,4	14,8								
I0*N2	62,1	43,8								
		145,1								
			NO	N1	N2					
I1	53,7		53,7	57,3	46,7					
I0	54,0		54,0	59,4	62,1					

Λόγος συνολικού ξηρού προς χλωρό βάρος

Επίπεδα άρδευσης	Μέση τιμή (%)
I1	52,6
I0	58,5

Λόγος συνολικού ξηρού προς χλωρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	Μέση τιμή (%)
N0	53,8
N1	58,3
N2	54,4

Λόγος συνολικού ξηρού προς χλωρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	I1 (%)	I0 (%)
N0	53,7	54,0
N1	57,3	59,4
N2	46,7	62,1

Πιν. 13. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του ξηρού βάρους των βλαστών.

Δείγμα	ξ.β. βλαστών (kg/στρ.)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0		
			N0	N1	N2	N0	N1	N2
1	9,4	642,5						
2	81,3	2164,8						
3	43,8	81,5						
4	18,8	255,1						
5	40,6	34,8						
6	65,6	955,0						
7	40,6	34,8						
8	28,1	43,5						
9	50,0	233,4						
10	12,5	493,8						
11	34,4	0,1						
12	21,9	165,1						
13	31,3	12,1						
14	21,9	165,1						
15	31,3	12,1						
16	28,1	43,5						
17	28,1	43,5						
18	37,5	7,7						
		5388,5						
Block1	33,9	0,8						
Block2	34,9	0,0						
Block3	35,4	0,5						
		1,3						
I1	42,0	53,2						
I0	27,4	53,2						
		106,3						
N0	23,4	127,3						
N1	39,1	18,8						
N2	41,7	48,2						
		194,4						
B1*I1	44,8	101,4						
B2*I1	41,7	48,2						
B3*I1	39,6	23,6						
B1*I0	22,9	139,4						
B2*I0	28,1	43,5						
B3*I0	31,3	12,1						
		368,2						
I1*N0	22,9	139,4						
I1*N1	50,0	233,4						
I1*N2	53,1	338,7						
I0*N0	24,0	115,9						
I0*N1	28,1	43,5						
I0*N2	30,2	20,4						
		891,2						
			N0	N1	N2			
I1			22,9	50,0	53,1			
I0			24,0	28,1	30,2			

ANOVA							
	dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
Main plots		1104,6					
Blocks	2	7,6	3,8	0,1	19,0		
Irrigation	1	957,0	957,0	13,7	18,51	17,0	8,5
Error 1	2	140,0	70,0				
Fertilization	2	1166,4	583,2	1,8	8,83	23,9	11,9
Irr*Fertil	2	550,1	275,1	0,9	8,83	33,7	16,9
Error 2	8	2567,3	320,9				
Total	17	5388,5					

Μέσοι όροι ξηρού βάρους βλαστών

Επίπεδα άρδευσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
I1	42,0
I0	27,4

Μέσοι όροι ξηρού βάρους βλαστών

Επίπεδα λίπανσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
N0	23,4
N1	39,1
N2	41,7

Μέσοι όροι ξηρού βάρους βλαστών

Επίπεδα λίπανσης	I1 (kg/στρ.)	I0 (kg/στρ.)
N0	22,9	24,0
N1	50,0	28,1
N2	53,1	30,2

Πιν. 14. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του ξηρού βάρους της δρόγης.

Δείγμα	Ξηρή δρόγη (kg/στρ.)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0				
			N0	N1	N2	N0	N1	N2		
1	28,1	8212,9								
2	293,8	30625,0	Block1	28,1	293,8	137,5	46,9	84,4	103,1	
3	137,5	351,6	Block2	75,0	71,9	206,3	128,1	78,1	134,4	
4	75,0	1914,1	Block3	125,0	96,9	171,9	71,9	125,0	159,4	
5	71,9	2197,3							118,8	
6	206,3	7656,3								
7	125,0	39,1								
8	96,9	478,5	ANOVA							
9	171,9	2822,3		dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
10	46,9	5166,0	Main plots		9049,5					
11	84,4	1181,6	Blocks	2	351,6	175,8	0,1	19,0		
12	103,1	244,1	Irrigation	1	4201,4	4201,4	1,9	18,51	96,2	48,1
13	128,1	87,9	Error 1	2	4496,5	2248,3				
14	78,1	1650,4	Fertilization	2	16302,1	8151,0	1,7	8,83	91,9	45,9
15	134,4	244,1	Irr*Fertil	2	3311,6	1655,8	0,3	8,83	129,9	65,0
16	71,9	2197,3	Error 2	8	38094,6	4761,8				
17	125,0	39,1	Total	17	66757,8					
18	159,4	1650,4								
		66757,8								
Block1	115,6	9,8								
Block2	115,6	9,8								
Block3	125,0	39,1								
		58,6								
I1	134,0	233,4								
I0	103,5	233,4								
		466,8								
N0	79,2	1566,8								
N1	125,0	39,1								
N2	152,1	1111,1								
		2717,0								
B1*I1	153,1	1181,6								
B2*I1	117,7	1,1								
B3*I1	131,3	156,3								
B1*I0	78,1	1650,4								
B2*I0	113,5	27,1								
B3*I0	118,8	0,0								
		3016,5								
I1*N0	76,0	1824,0								
I1*N1	154,2	1254,3								
I1*N2	171,9	2822,3								
I0*N0	82,3	1329,2								
I0*N1	95,8	525,2								
I0*N2	132,3	183,4								
		7938,4								
			N0	N1	N2					
I1	76,0	154,2	171,9							
I0	82,3	95,8	132,3							

Μέσοι όροι ξηρού βάρους δρόγης

kg/στρ.

I1 Επίπεδα άρδευσης I0

Μέσοι όροι ξηρού βάρους δρόγης

kg/στρ.

N0 N1 N2

Επίπεδα λίπανσης

Μέσοι όροι ξηρού βάρους δρόγης

kg/στρ.

N0 N1 N2

Επίπεδα λίπανσης

I1 I0

Πιν. 15. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του συνολικού ξηρού βάρους, από την πρώτη κοπή.

Δείγμα	ξ.β. σύνολο (kg/στρ.)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0				
			N0	N1	N2	N0	N1	N2		
1	56,3	4870,9								
2	46,9	6267,4	Block1	56,3	46,9	168,8	46,9	50,0	103,1	
3	168,8	1824,0	Block2	171,9	131,3	190,6	12,5	81,3	178,1	
4	171,9	2100,7	Block3	100,0	206,3	278,1	50,0	78,1	318,8	
5	131,3	27,1							126,0	
6	190,6	4171,0								
7	100,0	678,2								
8	206,3	6433,4	ANOVA							
9	278,1	23129,3		df	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
10	46,9	6267,4	Main plots		38313,8					
11	50,0	5782,3	Blocks	2	26097,0	13048,5	13,8	19,0		
12	103,1	525,2	Irrigation	1	10332,0	10332,0	11,0	18,51	62,3	31,1
13	12,5	12891,7	Error 1	2	1884,8	942,4				
14	81,3	2006,3	Fertilization	2	59934,9	29967,4	10,1	8,83	72,4	36,2
15	178,1	2712,7	Irr*Fertil	2	2981,8	1490,9	0,5	8,83	102,4	51,2
16	50,0	5782,3	Error 2	8	23671,9	2959,0				
17	78,1	2296,0	Total	17	124902,3					
18	318,8	37136,5								
		124902,3								
Block1	78,6	2246,4								
Block2	127,6	2,4								
Block3	171,9	2100,7								
		4349,5								
I1	150,0	574,0								
I0	102,1	574,0								
		1148,0								
N0	72,9	2822,3								
N1	99,0	733,5								
N2	206,3	6433,4								
		9989,1								
B1*I1	90,6	1254,3								
B2*I1	164,6	1485,5								
B3*I1	194,8	4726,6								
B1*I0	66,7	3525,4								
B2*I0	90,6	1254,3								
B3*I0	149,0	525,2								
		12771,3								
I1*N0	109,4	277,8								
I1*N1	128,1	4,3								
I1*N2	212,5	7475,0								
I0*N0	36,5	8025,2								
I0*N1	69,8	3164,1								
I0*N2	200,0	5469,8								
		24416,2								
				N0	N1	N2				
I1				109,4	128,1	212,5				
I0				36,5	69,8	200,0				

Μέσοι όροι συνολικού ξηρού βάρους

Επίπεδα άρδευσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
I1	150,0
I0	102,1

Μέσοι όροι συνολικού ξηρού βάρους

Επίπεδα λίπανσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
N0	72,9
N1	99,0
N2	206,3

Μέσοι όροι συνολικού ξηρού βάρους

Επίπεδα λίπανσης	I1 (kg/στρ.)	I0 (kg/στρ.)
N0	109,4	36,5
N1	128,1	69,8
N2	212,5	200,0

Πιν. 16. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του συνολικού ξηρού βάρους, από την πρώτη κοπή.

Δείγμα	ξ.β. σύνολο (kg/στρ.)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0			
			N0	N1	N2	N0	N1	N2	
1	37,5	13452,1							
2	375,0	49069,6	Block1	37,5	375,0	181,3	59,4	118,8	125,0
3	181,3	773,8	Block2	93,8	112,5	271,9	159,4	100,0	165,6
4	93,8	3562,1	Block3	165,6	125,0	221,9	100,0	153,1	196,9
5	112,5	1679,6						153,5	
6	271,9	14022,5							
7	165,6	146,8							
8	125,0	811,3							
9	221,9	4680,8							
10	59,4	8851,7							
11	118,8	1202,9							
12	125,0	811,3							
13	159,4	35,0							
14	100,0	2860,5							
15	165,6	146,8							
16	100,0	2860,5							
17	153,1	0,1							
18	196,9	1885,0							
		106852,5							
Block1	149,5	15,9							
Block2	150,5	8,7							
Block3	160,4	48,1							
		72,6							
I1	176,1	509,5							
I0	130,9	509,5							
		1019,0							
N0	102,6	2587,4							
N1	164,1	112,0							
N2	193,8	1622,7							
		4322,2							
B1*I1	197,9	1975,8							
B2*I1	159,4	35,0							
B3*I1	170,8	301,0							
B1*I0	101,1	2747,5							
B2*I0	141,7	139,6							
B3*I0	150,0	12,1							
		5211,1							
I1*N0	99,0	2972,1							
I1*N1	204,2	2568,8							
I1*N2	225,0	5119,4							
I0*N0	106,3	2229,4							
I0*N1	124,0	871,2							
I0*N2	162,5	81,3							
		13842,2							
			N0	N1	N2				
I1	99,0	204,2	225,0						
I0	106,3	124,0	162,5						

Μέσοι όροι συνολικού ξηρού βάρους

Επίπεδα άρδευσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
I1	176,1
I0	130,9

Μέσοι όροι συνολικού ξηρού βάρους

Επίπεδα λίπανσης	Μέσοι όροι (kg/στρ.)
N0	102,6
N1	164,1
N2	193,8

Μέσοι όροι συνολικού ξηρού βάρους

Επίπεδα λίπανσης	I1 (kg/στρ.)	I0 (kg/στρ.)
N0	99,0	106,3
N1	204,2	124,0
N2	225,0	162,5

Πιν. 17. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του λόγου (%) της ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος, από την πρώτη κοπή.

Δείγμα	ξ.β. δρόγης/σύνολο (%)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0				
			NO	N1	N2	NO	N1	N2		
1	61,11	63,3								
2	66,67	5,8								
3	70,37	1,7	Block1	61,1	66,7	70,4	73,3	75,0	75,8	
4	72,73	13,4	Block2	72,7	61,9	72,1	75,0	69,2	68,4	
5	61,90	51,3	Block3	71,9	63,6	59,6	68,8	76,0	61,8	
6	72,13	9,4							69,1	
7	71,88	7,9	ANOVA							
8	63,64	29,5		dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
9	59,55	90,6	Main plots		181,7					
10	73,33	18,2	Blocks	2	41,8	20,9	1,2	19,0		
11	75,00	35,2	Irrigation	1	104,1	104,1	5,8	18,51	8,6	4,3
12	75,76	44,7	Error 1	2	35,7	17,9				
13	75,00	35,2	Fertilization	2	19,2	9,6	0,3	8,83	7,5	3,8
14	69,23	0,0	Irr*Fertil	2	50,9	25,4	0,8	8,83	10,7	5,3
15	68,42	0,4	Error 2	8	256,3	32,0				
16	68,75	0,1	Total	17	508,1					
17	76,00	48,0								
18	61,76	53,3								
		508,1								
Block1	70,4	1,7								
Block2	69,9	0,7								
Block3	66,9	4,6								
		7,0								
I1	66,7	5,8								
I0	71,5	5,8								
		11,6								
NO	70,5	2,0								
N1	68,7	0,1								
N2	68,0	1,1								
		3,2								
B1*I1	66,0	9,1								
B2*I1	68,9	0,0								
B3*I1	65,0	16,4								
B1*I0	74,7	31,7								
B2*I0	70,9	3,3								
B3*I0	68,8	0,1								
		60,6								
I1*NO	68,6	0,2								
I1*N1	64,1	25,0								
I1*N2	67,4	3,0								
I0*NO	72,4	10,8								
I0*N1	73,4	18,9								
I0*N2	68,6	0,2								
		58,1								
			NO	N1	N2					
I1	68,6		64,1	67,4						
I0	72,4		73,4	68,6						

Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος

Επίπεδα άρδευσης	Λόγος (%)
I1	66,7
I0	71,5

Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	Λόγος (%)
N0	70,5
N1	68,7
N2	68,0

Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	I1 (%)	I0 (%)
N0	68,6	72,4
N1	64,1	73,4
N2	67,4	68,6

Πιν. 18. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) για τις μετρήσεις επί του λόγου (%) της ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος, από την τελική κοπή.

Δείγμα	Ξ.β. δρόγης/σύνολο (%)	Διαφ. Τετραγώνων	I1			I0		
			N0	N1	N2	N0	N1	N2
1	75,00	4,0						
2	78,33	1,8						
3	75,86	1,3						
4	80,00	9,0						
5	63,89	171,9						
6	75,86	1,3						
7	75,47	2,3						
8	77,50	0,3						
9	77,46	0,2						
10	78,95	3,8						
11	71,05	35,4						
12	82,50	30,3						
13	80,39	11,5						
14	78,13	1,3						
15	81,13	17,1						
16	71,88	26,3						
17	81,63	21,5						
18	80,95	15,6						
		354,7						
Block1	76,9	0,0						
Block2	76,6	0,2						
Block3	77,5	0,2						
		0,4						
I1	75,5	2,3						
I0	78,5	2,3						
		4,6						
N0	76,9	0,0						
N1	75,1	3,7						
N2	79,0	3,9						
		7,5						
B1*I1	76,4	0,4						
B2*I1	73,3	14,1						
B3*I1	76,8	0,0						
B1*I0	77,5	0,3						
B2*I0	79,9	8,3						
B3*I0	78,2	1,3						
		24,3						
I1*N0	76,8	0,0						
I1*N1	73,2	14,1						
I1*N2	76,4	0,4						
I0*N0	77,1	0,0						
I0*N1	76,9	0,0						
I0*N2	81,5	20,5						
		35,0						
			N0	N1	N2			
I1			76,8	73,2	76,4			
I0			77,1	76,9	81,5			

ANOVA							
	dF	SS	MS	F	F _{table}	LSD	LSD/2
Main plots		73,0					
Blocks	2	2,5	1,3	0,1	19,0		
Irrigation	1	41,2	41,2	2,8	18,51	7,8	3,9
Error 1	2	29,3	14,7				
Fertilization	2	45,0	22,5	0,8	8,83	6,9	3,5
Irr*Fertil	2	18,9	9,5	0,3	8,83	9,8	4,9
Error 2	8	217,7	27,2				
Total	17	354,7					

Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος

Επίπεδα άρδευσης	Λόγος (%)
I1	75,5
I0	78,5

Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	Λόγος (%)
N0	76,9
N1	75,1
N2	79,0

Λόγος ξηρής δρόγης προς το συνολικό ξηρό βάρος

Επίπεδα λίπανσης	I1 (%)	I0 (%)
N0	76,8	76,9
N1	73,2	76,9
N2	76,4	81,5