



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

*«Η επίδραση των βιοδιεγερτών στην καλλιέργεια της λεβάντας κατά το
2^ο έτος της καλλιέργειας στο Βελεστίνο»*



ΤΟΣΙΛΙΑΝΗ ΔΗΜΗΤΡΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 2024

«Η επίδραση των βιοδιεγερτών στην καλλιέργεια της λεβάντας κατά το 2^ο έτος της καλλιέργειας στο Βελεστίνο»

«The effect of biostimulants on the cultivation of lavender during the 2nd growing year in Velestino»

ΤΟΣΙΛΙΑΝΗ ΔΗΜΗΤΡΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων: Γιαννούλης Κυριάκος, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πετρόπουλος Σπυρίδων, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μπαρτζιάλης Δημήτριος, ΕΔΙΠ, Μέλος, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ».

Τοσιλιάνη Δήμητρα Δέσποινα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας, τον κ. Γιαννούλη Κυριάκο, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος, την επιστημονική καθοδήγηση και τις εύστοχες υποδείξεις του.

Θερμές ευχαριστίες στον κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη, μέλος ΕΔΙΠ του εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών και τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του Τμήματος, κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο, για τη συμμετοχή τους στην Τριμελή επιτροπή.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Καναλιώτη Χρήστο, Διοικητικό Προσωπικό στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη βοήθεια που απλόχερα μου παραχώρησε όταν τη χρειαζόμουν.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους μου για τη βοήθεια και την πίστη τους σε μένα.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ θέλω να το δώσω στους γονείς μου, Γιώργο και Μαρίνα, για τη στήριξη και τη συμπαράστασή τους όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λεβάντα η στενόφυλλος (*Lavandula angustifolia* Miller) ανήκει στην οικογένεια των Χειλανθών (Lamiaceae) και είναι ένας μικρός, αρωματικός, αειθαλής θάμνος. Αποτελεί ένα από τα πιο κοινά φαρμακευτικά και αρωματικά είδη που καλλιεργούνται στη Μεσογειακή Λεκάνη, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, όπου το κλίμα χαρακτηρίζεται από δροσερούς, υγρούς χειμώνες και θερμά, ξηρά καλοκαίρια και η καλλιέργειά της προτιμάται για την παραγωγή της δρόγης αλλά και του αιθέριου ελαίου της. Ειδικά το έλαιο της *L. angustifolia* Mill. αποτελεί ένα πολύτιμο αγαθό, καθώς παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της εκτεταμένης εμπορικής του χρήσης. Η λεβάντα έχει ανάγκη από άφθονο ηλιακό φως για να αναπτυχθεί και να αποδώσει άριστα. Το μεγάλο πλεονέκτημα της καλλιέργειας είναι η ικανότητα προσαρμογής της, τόσο σε συνθήκες έντονης ξηρασίας, όσο και σε διαβρωμένα εδάφη, στα οποία συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητάς τους. Επομένως, μπορεί να αναπτυχθεί και να αποδώσει άριστα απουσία λιπασμάτων, καθώς είναι ένα φυτό με μικρές απαιτήσεις σε υψηλή εδαφική γονιμότητα και συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων.

Στο πείραμα που έλαβε χώρα στο αγρόκτημα του Τ.Γ.Φ.Π.Α.Π. του Π.Θ., στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας, την καλλιεργητική περίοδο 2022-2023, διερευνήθηκε η επίδραση των διαφορετικών σκευασμάτων βιοδιεγερτών στην ποσότητα της δρόγης και τη στρεμματική απόδοση του αιθέριου ελαίου στην καλλιέργεια λεβάντας 2^{ου} έτους και η οικονομική απόδοση των επιλεχθέντων βιοδιεγερτών για την καλλιέργεια λεβάντας. Σε πειραματικό αγρό, αποτελούμενο από τρεις επαναλήψεις (blocks) και έξι επίπεδα εφαρμογής βιοδιεγερτών [C: μάρτυρας (απουσία βιοδιεγέρτη), A: βιοδιεγέρτης από εκχύλισμα φυκών *Ascophyllum nodosum*, S: βιοδιεγέρτης από φυτικά αμινοξέα (με κυρίαρχα τα γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ), A+S: συνδυασμός των δύο προηγούμενων, K: βιοδιεγέρτης από εκχύλισμα φυκών του είδους *Ecklonia maxima* και PLUS: βιοδιεγέρτης που περιέχει ασβέστιο ευκόλως αφομοιώσιμο, για την επίτευξη της φυσιολογικής ισορροπίας των φυτών], πραγματοποιήθηκαν όλες οι αναγκαίες καλλιεργητικές εργασίες και δύο συγκομιδές, η πρώτη τον Ιούνιο (απουσία άρδευσης) και η δεύτερη το Σεπτέμβριο (παρουσία άρδευσης), για τον υπολογισμό της στρεμματικής απόδοσης τόσο σε δρόγη όσο και σε αιθέριο έλαιο.

Στη στρεμματική απόδοση του ξηρού βάρους των ανθέων της λεβάντας, κατά το σύνολο των κοπών, βρέθηκε πως οι βιοδιεγέρτες K και A αυξάνουν σημαντικά την παραγωγή, με τον βιοδιεγέρτη K να σημειώνει τη μεγαλύτερη αύξηση (259,9 kg/στρ).

Όσον αφορά τη συνολική απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ), η συμβολή του βιοδιεγέρτη Α στην αύξηση της στρεμματικής απόδοσης του ελαίου, είναι η υψηλότερη (8,73kg/στρ) από το σύνολο των υπόλοιπων σκευασμάτων βιοδιεγερτών και έπεται ο βιοδιεγέρτης Κ (7,66kg/στρ). Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, αξιοσημείωτα είναι τα αποτελέσματα των σκευασμάτων Α και Κ, τα οποία προσδίδουν στην καλλιέργεια λεβάντας τη μέγιστη παραγωγή τόσο σε δρόγη, όσο και σε έλαιο.

Ως προς την οικονομική απόδοση, και μάλιστα στην περίπτωση καλλιέργειας της λεβάντας για δρόγη, ο βιοδιεγέρτης που δίνει το βέλτιστο αποτέλεσμα είναι ο Κ (αύξηση κατά 16,5%). Στην περίπτωση της καλλιέργειας λεβάντας για παραγωγή αιθέριου ελαίου, αλλά και για την συνδυαστική παραγωγή δρόγης και αιθέριου ελαίου, με παράλληλη αύξηση του κέρδους, προκύπτει πως ο βιοδιεγέρτης που δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα είναι ο Α (αύξηση 32% και 29,10%, αντίστοιχα). Από το σύνολο των σκευασμάτων βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν στην καλλιέργεια λεβάντας 2^{ου} έτους, προκύπτει πως τα σκευάσματα που περιείχαν τα φύκη, είναι τα πιο προσοδοφόρα, καθώς αποφέρουν μεγιστοποίηση της στρεμματικής απόδοσης της δρόγης και του ελαίου, αλλά και αύξηση του συνολικού κέρδους της καλλιέργειας.

Εν κατακλείδι, η καλλιέργεια λεβάντας φαίνεται να αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια με μακροπρόθεσμες προοπτικές για ολοένα και αυξανόμενες αποδόσεις τόσο σε δρόγη, όσο και σε αιθέριο έλαιο, με παράλληλη μεγιστοποίηση του κέρδους της, εφόσον εφαρμοστούν, ύστερα από έρευνα, οι κατάλληλοι βιοδιεγέρτες, που αποτελούν σύγχρονη τάση στις καλλιέργειες.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ: Λεβάντα, βιοδιεγέρτες, δρόγη, αιθέριο έλαιο, απόδοση, κέρδος

ABSTRACT

Narrow-leaved lavender (*Lavandula angustifolia* Miller) belongs to the Lamiaceae family and is a small, aromatic, perennial shrub. It is one of the most common medicinal and aromatic species cultivated in the Mediterranean Region, including Greece, where the climate is characterized by cool, wet winters and hot, dry summers and its cultivation is preferred to produce dried lavender but also its essential oil. Especially, the essential oil of *L. angustifolia* Mill is a valuable commodity, as it is of great interest due to its extensive commercial use. Lavender needs plenty of sunlight to grow and perform well. The great advantage of the crop is its ability to adapt, both to conditions of intense drought, and to eroded soils, in which it contributes to the improvement of their quality.

The experiment took place on the farm of D.A.C.P.R.E. of Uth, in Velestino Magnesia, in the 2023-2024 growing season. The effect of different biostimulant formulations on the production of dry weight of lavender flowers as well as their essential oil yield per hectare in the 2nd year of lavender crop was examined. In addition, it was evaluated whether the formulations of the selected biostimulants were economically acceptable or unprofitable for lavender cultivation and which one or which of them contribute to the maximization of the total acre yield and profit. In an experimental field, consisting of three repetitions (blocks) and six levels of application of biostimulants [C: control (absence of biostimulant), A: biostimulant from *Ascophyllum nodosum* algae extract, S: biostimulant from plant amino acids (predominantly glutamic and aspartic acid), A+S: combination of the previous two, K: biostimulant from algae extract of species *Ecklonia maxima* and PLUS: biostimulant containing easily absorbable calcium, to achieve the physiological balance of plants], all the necessary cultivation operations were carried out, resulting in two harvests, which were carried out, the first in June (absence of irrigation) and the second in September (presence of irrigation), where the dry drogue yield and the essential oil production were calculated.

In the case of yield (per hectare) of the dry weight of lavender flowers, including all cuttings, it was found that the biostimulators K and A significantly increase the production, with the biostimulator K showing the greatest increase (2599 kg/ha). Regarding the total yield of the essential oil (kg/ha), the contribution of biostimulator

A to the increase of the hectare yield of the oil is the highest (87,3kg/ha) of all the other biostimulator formulations, followed by biostimulator K (76,6kg/ha). In both cases, the results of the formulations A and K are remarkable, as they give to the lavender cultivation the maximum production both in dried flowers and in oil yield.

In addition, in the context of this experiment, the economic data of the cultivation was recorded. In the case of lavender cultivation for maximum dried flower yield, but also to increase profit, the biostimulant that gives the best result is K (16.5% increase). In the case of lavender cultivation for the maximum production of essential oil, but also for the combined production of dried flower and essential oil, with a parallel increase in profit, it turns out that the biostimulator that gives the optative results is A (increase of 32% and 29.10%, respectively). From all the biostimulant formulations applied to the lavender crop 2nd year, it appears that the formulations containing the algae are the most profitable, as they maximize the hectare yield of dried flowers and essential oil, but also increase the total profit of the crop.

In conclusion, the cultivation of lavender promises long-term prospects for ever-increasing yields, both in dried lavender flowers and in essential oil, while maximizing its profit, if, after research, the appropriate biostimulants are applied., which are a modern trend in crops.

KEY WORDS: Lavender, biostimulants, dried flowers, essential oil, yield, profit, value profit yield

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	14
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1 Ιστορική αναδρομή	15
1.2 Ταξινόμηση - Βοτανική περιγραφή	17
1.3 Άρδευση	20
1.4 Λίπανση	22
1.5 Στοιχεία καλλιέργειας.....	23
1.5.1 Κλίμα.....	23
1.5.2 Έδαφος	23
1.5.3 Τρόποι πολλαπλασιασμού	24
1.5.4 Καλλιέργεια λεβάντας στον αγρό	25
1.5.5 Αποστάσεις φύτευσης.....	26
1.6 Συγκομιδή	27
1.7 Βιοδιεγέρτες	28
1.7.1 Εφαρμογές και ορισμοί βιοδιεγερτών	28
1.7.2 Πηγές βιοδιεγερτών που προέρχονται από θαλάσσια φύκη	29
1.8 Χρήσεις	30
1.9 Απόδοση	32
1.10 Παγκόσμια Παραγωγή Αιθέριου Ελαίου Λεβάντας	33
1.11 Οικονομικά Στοιχεία	35
1.12 Σκοπός	36
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	38
2.1 Τοποθεσία πειραματικού αγρού	38
2.2 Πειραματικό Σχέδιο	39
2.3 Επιλογή της καλλιέργειας.....	39
2.4 Αντιμετώπιση ζιζανίων	40
2.5 Βιοδιεγέρτες	42
2.6 Άρδευση	44

2.7 Συγκομιδή - Μετρήσεις	45
2.8 Απόσταση.....	47
2.9 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	48
2.10 Στατιστική Ανάλυση	48
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	49
3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	49
3.2 Χλωρό βάρος	51
3.3 Ξηρό βάρος.....	54
3.4 Αιθέριο έλαιο	57
3.5 Οικονομικά στοιχεία.....	62
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

Τίτλος	Περιγραφή	Σελίδες
Πίνακας 1.1.	Κατάταξη της <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	19
Εικόνα 1.1.	Άνθη της <i>L. angustifolia</i>	20
Εικόνα 1.2.	Μορφολογικά χαρακτηριστικά της <i>L. angustifolia</i>	20
Εικόνα 1.3.	Πλήρης ανθοφορία της <i>L. angustifolia</i> , 07/06/2023	27
Εικόνα 1.4.	Αποξηραμένη λεβάντα, 26/10/2023	32
Εικόνα 1.5.	Παγκόσμια παραγωγή αιθέριου ελαίου λεβάντας, Giray (2017).	35
Εικόνα 2.1.	Δορυφορική εικόνα για τον προσδιορισμό της ευρύτερης περιοχής του Βελεστίνου Μαγνησίας (Πηγή: https://earth.google.com/web)	39
Εικόνα 2.2.	Δορυφορική εικόνα για τον προσδιορισμό του αγροκτήματος του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Πηγή: https://earth.google.com/web)	40
Εικόνα 2.3.	Καλλιέργεια λεβάντας πριν την αντιμετώπιση των ζιζανίων στο αγρόκτημα της σχολής στο Βελεστίνο Μαγνησίας, 09/11/2022	41
Εικόνα 2.4.	Καλλιέργεια λεβάντας μετά την αντιμετώπιση των ζιζανίων στο	41

	αγρόκτημα της σχολής στο Βελεστίνο Μαγνησίας, 09/11/2022	
Εικόνα 2.5.	Καλλιέργεια μετά την αντιμετώπιση των ζιζανίων, 05/05/2023	42
Εικόνα 2.6.	Καλλιέργεια με έντονη παρουσία χειμερινών ζιζανίων, τόσο μεταξύ των γραμμών, όσο και επί των γραμμών, 05/05/2023	42
Εικόνα 2.7.	<i>L. angustifolia</i> μετά τη διαχείριση ζιζανίων, 18/05/2023	43
Εικόνα 2.8.	<i>L. angustifolia</i> μετά τη διαχείριση ζιζανίων, 07/06/2023	43
Εικόνα 2.9.	Καλλιέργεια λεβάντας πριν την εφαρμογή βιοδιαθεγερτών, 13/05/2023	43
Εικόνα 2.10.	Εφαρμογή βιοδιαθεγερτών με χρήση ψεκαστήρα μπαταρίας ακριβείας, 13/05/2023.	43
Εικόνα 2.11	Σκεύασμα βιοδιαθεγερτών από εκχυλίσματα φυκών <i>Ascophyllum nodosum</i> , 13/05/2023	44
Εικόνα 2.12.	Σκεύασμα βιοδιαθεγερτών από φύκια <i>Ecklonia maxima</i> , 13/05/2023	44
Εικόνα 2.13	Σκεύασμα βιοδιαθεγερτών από πυκνό διάλυμα αμινοξέων, 13/05/2023	44
Εικόνα 2.14	Σκεύασμα βιοδιαθεγερτών με ασβέστιο ευκόλως αφομοιώσιμο, 13/05/2023	44
Εικόνα 2.15.	Καλλιέργεια λεβάντας απουσία άρδευσης, αμέσως μετά την πρώτη κοπή, 21/06/2023	46
Εικόνα 2.16.	Καλλιέργεια της <i>L. angustifolia</i> μετά τη δεύτερη συγκομιδή, 22/09/2023	46
Εικόνα 2.17.	Μέτρηση χλωρού βάρους, 21/06/2023 Λεβάντες σε χάρτινες σακούλες, 21/06/2023	46
Εικόνα 2.18.	Λεβάντες σε χάρτινες σακούλες, 21/06/2023	46

Εικόνα 2.19.	Κοπή αντενών από όλα τα φυτά του πειραματικού αγρού, 03/07/2023	47
Εικόνα 2.20.	Μέτρηση χλωρού βάρους κατά τη δεύτερη κοπή, 22/09/2023	47
Εικόνα 2.21.	Αποξηραμένα άνθη <i>L. angustifolia</i> της καλλιέργειας που δέχθηκε άρδευση, 25/10/2023	47
Εικόνα 2.22.	Αποστακτήρες, 13/07/2023	48
Εικόνα 2.23.	Ζύγιση της μεταχείρισης στα 25g, 21/06/2023	48
Εικόνα 2.24.	Τεμαχισμένα άνθη λεβάντας σε 500mL νερό, 10/07/2023	48
Εικόνα 2.25.	Αιθέριο έλαιο <i>L. angustifolia</i> στο σωλήνα της συσκευής απόσταξης “Clevenger”, 26/10/2023	49
Εικόνα 2.26.	Αιθέριο έλαιο <i>L. angustifolia</i> , 27/10/2023	49
Γράφημα 3.1.	Θερμοκρασία (°C) και Ύψος Βροχής (mm) κατά το χρονικό διάστημα Μαρτίου 2023 έως Σεπτεμβρίου 2023.	51
Πίνακας 3.1.	Μέσοι όροι των μεταχειρίσεων του χλωρού βάρους των ανθέων (kg/στρ)	52
Γράφημα 3.2.	Χλωρά βάρη των ανθέων (kg/στρ) για τις έξι διαφορετικές μεταχειρίσεις (C, A, S, A+S, PLUS και K) κατά την 1 ^η και τη 2 ^η κοπή και στο σύνολό τους.	53
Πίνακας 3.2.	Μέσοι όροι των μεταχειρίσεων του ξηρού βάρους των ανθέων (kg/στρ)	55
Γράφημα 3.3.	Ξηρά βάρη των ανθέων (kg/στρ) για τις έξι διαφορετικές μεταχειρίσεις (C, A, S, A+S, PLUS και K) κατά την 1 ^η και τη 2 ^η κοπή και το σύνολό τους.	56
Πίνακας 3.3.	Μέσοι όροι των μεταχειρίσεων του αιθέριου ελαίου των ανθέων σε περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο και σε απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ).	58

Γράφημα 3.4.	Μεταβολή της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο (kg/στρ) μεταξύ των ξηρών ανθέων της 1 ^{ης} και της 2 ^{ης} κοπής, αλλά και τη συνολική παραγωγή σε αιθέριο έλαιο	60
Γράφημα 3.5.	Μεταβολή της περιεκτικότητας (%) σε αιθέριο έλαιο ανάμεσα στα ξηρά άνθη της 1 ^{ης} κοπής και τα ξηρά άνθη της 2 ^{ης} κοπής	61
Πίνακας 3.4.	Συνολικά έξοδα της καλλιέργειας της <i>L. angustifolia</i>	63
Γράφημα 3.6.	Ποσοστό εξόδων εγκατάστασης της καλλιέργειας	64
Γράφημα 3.7.	Ποσοστό ετήσιων εξόδων της καλλιέργειας	64
Γράφημα 3.8.	Συνολικό ποσοστό εξόδων της καλλιέργειας κατά την 1 ^η χρονιά	65
Γράφημα 3.9.	Ποσοστιαίο σύνολο εξόδων ολοκλήρωσης της καλλιέργειας (1 ^η – 7 ^η χρονιά)	65
Πίνακας 3.5.	Συγκεντρωτικός πίνακας οικονομικών στοιχείων καλλιέργειας	66
Πίνακας 3.6.	Οικονομικά στοιχεία βιοδιαθεγερτών για δρόγη	67
Πίνακας 3.7.	Οικονομικά στοιχεία βιοδιαθεγερτών για αιθέριο έλαιο	68
Πίνακας 3.8.	Οικονομικά στοιχεία βιοδιαθεγερτών για δρόγη και αιθέριο έλαιο	69
Γράφημα 3.10.	Απόδοση κέρδους αξίας (%) για τις διαφορές των βιοδιαθεγερτών A-C, S-C, (A+S)-C, PLUS-C και K-C στην περίπτωση παραγωγής δρόγης και ελαίου	70
Γράφημα 3.11.	Απόδοση κέρδους αξίας (%) για τις διαφορές των βιοδιαθεγερτών A-C, S-C, (A+S)-C, PLUS-C και K-C, στην περίπτωση της παραγωγής δρόγης, ελαίου, αλλά και στο σύνολο της παραγωγής τους	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Ελληνική σύντμηση	Ονομασία	Αγγλική σύντμηση	Ονομασία
Π.Θ.	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Uth	University of Thessaly
Τ.Γ.Φ.Π.Α.Π.	Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος	D.A.C.P.R.E.	Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment
π.Χ.	πρo Χριστού	pH	Συγκέντρωση κατιόντων υδροξωνίου (H ₃ O ⁺) σε υδατικό διάλυμα
μ.Χ.	μετά Χριστόν	m	Μέτρα
στρ.	στρέμματα	cm	Εκατοστά
		mm	Χιλιοστόμετρο
		kg	Κιλά
		g	Γραμμάρια
		ha	Εκτάρια
		°C	Βαθμοί Κελσίου
		€	ευρώ
		h	Ώρες
		et al.	et. alii (και άλλοι)
		mL	Μικρόλιτρα
		L	Λίτρα
		m ²	Τετραγωνικά μέτρα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η λεβάντα με έδρα καταγωγής τις χώρες της νότιας Ευρώπης και της Μεσογείου, είναι ένα φυτό που πλέον έχει εξαπλωθεί και καλλιεργείται σε ευρεία κλίμακα περιοχών ανά τον κόσμο (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019). Οι κύριες χώρες στις οποίες καλλιεργείται περισσότερο η λεβάντα είναι η Γαλλία και η Βουλγαρία, ενώ καλλιεργείται και σε μικρότερη κλίμακα στην Ισπανία, το Μαρόκο, την Ουγγαρία, τις πρώην δημοκρατίες της Γιουγκοσλαβίας, τη Ρουμανία, την Ουκρανία, τη Ρωσία, την Ιταλία, την Τουρκία και άλλες (Zheljazkov *et al.*, 2012a). Το γένος *Lavandula* είναι ευρέως διαδεδομένο λόγω του οικονομικού και βοτανικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν ορισμένα από τα είδη του (Chaytor, 1937). Το πιο δημοφιλές είδος λεβάντας είναι η *Lavandula angustifolia* Miller, καθώς αποτελεί το πιο μελετημένο και κοινό είδος και το αιθέριο έλαιό της χρησιμοποιείται για φαρμακευτικούς, και όχι μόνο, σκοπούς. Οι κοινές ονομασίες της *Lavandula angustifolia* Mill. είναι ‘κοινή λεβάντα’, ‘αγγλική λεβάντα’ και ‘λεβάντα η αληθινή’ (Pokajewicz *et al.*, 2023). Το όνομα “*angustifolia*” είναι ταυτόσημο με το επίθετο “στενόφυλλη” (Charles D., 2012).

Η λεβάντα έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην παραδοσιακή ιατρική στην Ασία, την Ευρώπη, την αρχαία Ελλάδα και τη Ρώμη και έχει γίνει αναφορά του συγκεκριμένου φυτού στη βίβλο, καθώς επίσης και σε αρχαία εβραϊκά κείμενα (Hancianu *et al.*, 2013; Stojanov, 1973; Tonutti & Liddle, 2010). Χαρακτηριστικό παράδειγμα των ευεργετικών ιδιοτήτων της λεβάντας στην παραδοσιακή βουλγαρική ιατρική, αποτελεί η χρήση εκχυλίσματος νερού από άνθη λεβάντας, το οποίο λειτουργεί ως αντισηπτικό, ως αφέψημα με αναζωογονητικούς σκοπούς, αλλά και ως κατευναστικό νεύρων (Zheljazkov *et al.*, 2012b). Στην αρχαία Ελλάδα η λεβάντα κατείχε το όνομα “νάρδος” ή “ναρδόσταχυ”, το οποίο προέρχεται από την πόλη της Συρίας Naarda και έπειτα οι Ρωμαίοι ονόμασαν το φυτό “asarum” (Κατσιώτης Σ. & Χατοπούλου Π., 2019; Κουτσός Θ., 2006). Το γένος *Lavandula* ήταν διαδεδομένο από τα πρώιμα χρόνια σε βοτανολόγους συγγραφείς και ο Έλληνας φιλόσοφος Θεόφραστος (370-285 π.Χ.), ήταν ο πρώτος που απέδωσε σε γραπτό λόγο το συγκεκριμένο γένος (Charles D., 2012). Όπως υποδηλώνει και το όνομά της (αγγλικά: lavender), το οποίο εναποθέτει τις ρίζες του στο λατινικό ρήμα *lavare* (πλένω, καθαρίζω), το φυτό αυτό, και συγκεκριμένα τα άνθη του, χρησιμοποιήθηκαν από τους Ρωμαίους στα λουτρά, τόσο για να προσδίδουν

το χαρακτηριστικό άρωμα και μυρωδιά στα νερά τους, όσο και για την εξυγίανση του σώματος και του πνεύματος (Gul S. *et al.*, 2015; Κουτσός Θ., 2006). Επιπλέον, ο Γάλλος επιστήμονας Rene Gattefosse υπήρξε πρωτοπόρος στην ανακάλυψη της πολύτιμης σημασίας της καθαρής (αμιγούς) λεβάντας για το δέρμα, όταν υπέστη σοβαρά εγκαύματα στο χέρι του, κατά τη διεξαγωγή ενός εργαστηριακού πειράματος (Charles D., 2012).

Η πρώτη θεραπευτική χρήση της *L. angustifolia* Mill. χρονολογείται στους Ρωμαϊκούς και Ελληνιστικούς χρόνους (Eveleigh T., 1994). Το φυτό της λεβάντας έγινε ένα σημαντικό φαρμακευτικό είδος γύρω στο 77μ.Χ. όταν ο Έλληνας γιατρός, φαρμακολόγος και βοτανολόγος Διοσκουρίδης ο Πεδάνιος (40-90μ.Χ.) σημείωσε την παρουσία της στα νησιά Stoechades στη Γαλλική Ακτή (Lis-Balchin M., 2002). Όπως αναφέρει ο Festing S. (1989), ο Διοσκουρίδης περιέγραψε τις αναζωογονητικές και καθαρτικές ιδιότητες της λεβάντας. Ο Ρωμαίος γιατρός, χειρουργός και φιλόσοφος Γαληνός (129-199μ.Χ.) κατέταξε τη λεβάντα μεταξύ των antidotes που χρησιμοποιούνται κατά των δηλητηριάσεων και των δαγκωμάτων από έντομα (Festing S., 1989). Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79μ.Χ) έκανε τη διάκριση μεταξύ της *Lavandula stoechas* και *Lavandula vera* (σήμερα γνωστή ως *Lavandula angustifolia*) (Pohrib E.-L. & Nistor E., n.d.). Ο Άραβας γιατρός Αβικέννας (980-1037) απέδειξε ότι η ουσία της λεβάντας δρα σαν ισχυρό ναρκωτικό, δηλαδή η συνετή χρήση της μειώνει την ευαισθησία και απαλύνει τον πόνο (Favre E., 2005). Το είδος *Lavandula angustifolia* αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον Γερμανό πολυμαθή Hildegard von Bingen (1098-1179) (Pohrib E.-L. & Nistor E., n.d.). Το 1837, στην αυλή του Καρόλου VI, βασιλιά της Γαλλίας, γέμιζαν τα μαξιλάρια με λεβάντα, τόσο για τον καλύτερο αρωματισμό τους, όσο και για την απομάκρυνση των εντόμων (Houdret J., 1999). Το έλαιο της λεβάντας ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά τον 16^ο αιώνα (Muntean L., *et.al.*, 2007; Pohrib E.-L. & Nistor E., n.d.-b). Ο Gluhov, το 1955, υποστήριξε πως η λεβάντα ανήκει ανάμεσα στα είδη που παρέχουν πολύ εκλεκτό μέλι., ενώ ο Radoev, το 1955 απέδειξε ότι η παραγωγή μελιού, που λαμβάνεται από ένα εκτάριο λεβάντας μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 116 και 128kg (Coiciu E., 1962). Τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκαν από την Barbier E.C., το 1956, έδειξαν ότι φυτά της λεβάντας που επισκέπτονταν από μέλισσες, παρήγαγαν μεγαλύτερη ποσότητα πτητικού ελαίου σε σύγκριση με τα απομονωμένα φυτά (Coiciu E., 1962).

Από τα αρχαία χρόνια είναι γνωστό πως η λεβάντα είναι αποτελεσματική για τη θεραπεία της φλεγμονής, της κατάθλιψης, του στρες και του πονοκεφάλου (Charles D., 2012). Επίσης, το αιθέριο έλαιο της λεβάντας χρησιμοποιήθηκε για τις αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές του ιδιότητες (Cavanagh H. & Wilkinson J., 2002). Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, στην Αγγλία, η αξία της καλλιέργειας της λεβάντας εκτιμήθηκε από μοναχούς και γιατρούς, οι οποίοι συνέδεσαν το άρωμά της με την καθαριότητα, την αγνότητα και την προσωπική φροντίδα (Lorimer H., 2023). Μέχρι και τον 18^ο αιώνα, τα αγροκτήματα λεβάντας ήταν μια εντυπωσιακή εικόνα στα αγροτικά τοπία του Surrey στη νότια Αγγλία (Lis-Balchin M., 2002 ;Festing S., 1989). Το χωριό Mitcham φημιζόταν για τις εκτάσεις του που γινόταν μωβ στα τέλη της άνοιξης και τις αρχές του καλοκαιριού. Η θέση της λεβάντας ως ένα από τα πιο αγαπημένα αρώματα του 19^{ου} αιώνα οφείλεται στη βασίλισσα Βικτώρια, καθώς υπήρξε το πιο περιζήτητο άρωμα για πλάκες σαπουνιού στον βασιλικό οίκο, ενώ στον γενικό πληθυσμό πιστεύεται ότι η χρήση της κατείχε θεραπευτικές ιδιότητες, χρησιμοποιούνταν ως απωθητικό σκόρου σε ντουλάπες και συρτάρια, ήταν αποτελεσματική θεραπεία για τις ψείρες και προσέδιδε ένα ευχάριστο άρωμα στα φρεσκοπλυμένα κλινοσκεπάσματα (Lorimer H., 2023). Κατά τη διάρκεια του Α' Παγκοσμίου Πολέμου υπήρξε αύξηση της ζήτησης για αποσταγμένο εκχύλισμα λεβάντας: βρύα σφάγνου εμποτισμένα με λεβάντα χρησιμοποιούνταν ως αντισηπτικός επίδεσμος για την επούλωση τραυμάτων και την αποστείρωση ιατρικού εξοπλισμού (Harrison M., 2016). Σήμερα, η λεβάντα καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο και η χρήση της βρίσκει εφαρμογή σε διάφορους θεραπευτικούς και καλλυντικούς σκοπούς (Basch *et al.*, 2004).

1.2 Ταξινόμηση - Βοτανική περιγραφή

Σύμφωνα με το ITIS (Integrated Taxonomic Information System), η λεβάντα η στενόφυλλος (*Lavandula angustifolia* Miller) ανήκει στην οικογένεια των Χειλανθών (Lamiaceae), της τάξης των Lamiales. Η οικογένεια Lamiaceae διακρίνεται για τους μίσχους τετραγωνικής διατομής, με φύλλα αντίθετα και αφαλατωμένα και υποδιαιρείται σε 7 υποοικογένειες, συμπεριλαμβανομένης της υποοικογένειας Nepetoideae που περιλαμβάνει τα είδη της λεβάντας (Héral *et al.*, 2021). Οι Upson και Andrews κατάφεραν να περιγράψουν σε ικανοποιητικό βαθμό την ταξινόμηση του γένους *Lavandula* (Upson & Andrews, 2004). Αποτελείται από περισσότερα από 39

είδη και 79 ενδοειδικά taxa και υβρίδια, επιτρέποντας την ταξινόμηση σύμφωνα με τους Upson T., Andrews S. (2004) σε 3 υπογένη (*Fabricia*, *Sabaudia* και *Lavandula*) και 8 τμήματα (*Lavandula*, *Dentatae*, *Stoechas*, *Pterostoechas*, *Subnuda*, *Chaetostachys*, *Hasikenses*, *Sabaudia*). Είναι, επομένως, προφανές, πως το είδος *L. angustifolia* ανήκει στο υπογένος *Lavandula* και στο τμήμα *Lavandula* (Πίνακας 1.). Τα είδη της ομάδας *Lavandula* παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα έναντι δυσμενών αβιοτικών και βιοτικών παραγόντων και τα αιθέρια έλαια που προκύπτουν από αυτά είναι υψηλότερης αξίας από τις λεβάντες των υπόλοιπων ομάδων (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019) Η *L. angustifolia* αποτελεί ένα από τα πιο κοινά φαρμακευτικά και αρωματικά είδη που καλλιεργούνται στη μεσογειακή λεκάνη (Castro-Vázquez et al., 2014). Η καλλιέργεια του συγκεκριμένου είδους προτιμάται για την παραγωγή αιθέριου ελαίου και γενικά πολλές ποικιλίες του έχουν προτιμηθεί για το σκοπό αυτό (Κουτσός Θ., 2006).

Πίνακας 1.1. Κατάταξη της *Lavandula angustifolia* Mill.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ <i>L. ANGUSTIFOLIA</i> MILL.	
Τομέας	Λατινική ονομασία
Βασίλειο	Plantae
Διαίρεση	Tracheophyta
Κλάση	Magnoliopsida
Τάξη	Lamiales Bromhead
Οικογένεια	Lamiaceae Martinov
Γένος	<i>Lavandula</i> L.
Τμήμα	<i>Lavandula</i> (=Spica Ging.)
Είδος	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.

(Πηγή: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Lamiaceae/Lavandula/>)

Η *L. angustifolia* είναι ένας μικρός και έντονα αρωματικός, ορθόκλαδος, ποώδης, πολυετής θάμνος που μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 30-60 cm (Pokaiewicz et al., 2023). Τα φύλλα είναι αντίθετα, άμισχα, γραμμοειδή-λογχοειδή, επιμήκη, στενά με σπειροειδείς-κυρτές άκρες, μήκους 2-6cm, γκρίζα ή ωχροπράσινα στα νεότερα φυτά και πράσινα στα παλαιότερα, και φέρουν λίγο χνούδι (Fakhriddinova et al., 2020; Héral et al., 2021; Pokaiewicz et al., 2023). Η ρίζα είναι ξυλώδης, διακλαδισμένη στο πάνω μέρος. Οι κατώτεροι λιγνινοποιημένοι βλαστοί είναι πολύ διακλαδισμένοι,

ανυψωμένοι και φέρουν πολυάριθμους νεαρούς βλαστούς: ανθοφόροι τετραγωνικοί βλαστοί με μακρύ άνω μεσογονάτιο διάστημα, οι οποίοι καταλήγουν σε ταξιανθία τύπου στάχειος (Fakhriddinova *et al.*, 2020). Όπως αναφέρει και ο Κουτσός Θ. (2006) οι βλαστοί, οι οποίοι είναι τετραγωνικής διατομής, γρήγορα γίνονται ξυλώδεις. Η δομή της ταξιανθίας είναι οργανωμένη σε κορυφαίες διχοτομικές συστάδες ανθέων, το οποίο σημαίνει πως συνίσταται από έναν κύριο άξονα με τουλάχιστον δύο δευτερεύοντες άξονες (Héral *et al.*, 2021). Οι κορυφές της ταξιανθίας της *L. angustifolia* προεκτείνονται πάνω από τα φύλλα και μπορούν να ποικίλουν σε χρώμα από λιλά και μπλε έως μωβ (Εικόνα 1.1.). Επιπρόσθετα, η ταξιανθία της έχει ένα μη διακλαδισμένο μίσχο, μήκους περίπου 10-25cm με συμπαγή και κοντή κορυφή (Pokaiewicz *et al.*, 2023). Ένα τυπικό άνθος λεβάντας αποτελείται από πέντε ενωμένα πέταλα (στεφάνη), πέντε ενωμένα σέπαλα (κάλυκας), τέσσερις στήμονες και έναν ύπερο που περιέχει μια τετράχωρη ωοθήκη, η οποία προέρχεται από δύο ενωμένα καρπόφυλλα (Wells *et al.*, 2020). Ο κάλυκας και η στεφάνη είναι σωληνοειδείς και συνήθως καταλήγουν σε 5 λοβούς (Pokaiewicz *et al.*, 2023). Η στεφάνη είναι διπλοσχιδής, περίπου 1cm μήκους, συνήθως γαλαζωπού μωβ χρώματος, χνουδωτή. (Fakhriddinova *et al.*, 2020). Οι μίσχοι των ανθέων της *L. angustifolia* στερούνται διακλαδώσεων και υπάρχει μία αδιάσπαστη ανθοκεφαλή σε κάθε μίσχο (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019). Τα άνθη είναι πυκνά κατανεμημένα στις κορυφές των στάχειων των βλαστών και έχουν χρώμα ιόχρους-μπλε ή μωβ-μπλε (Εικόνα 1.2.) (Wells *et al.*, 2020). Τα βράκτια είναι πλατιά, ωοειδή-ρομβοειδή έως ωοειδή (Pokaiewicz *et al.*, 2023). Ο καρπός αποτελείται από τέσσερις σπόρους που περικλείονται μέσα στο εναπομείναν κύπελλο. (Fakhriddinova *et al.*, 2020).



Εικόνα 1.1. (αριστερά). Άνθη της *L. angustifolia* και **Εικόνα 1.2. (δεξιά).** Μορφολογικά χαρακτηριστικά της *L. angustifolia* (Πηγή: <https://vhm.dk/urtehaven/lavendel/>)

1.3 Άρδευση

Η άρδευση αποτελεί μία σημαντική διεργασία για την καλλιέργεια της λεβάντας, καθώς εξασφαλίζει την απορρόφηση της κατάλληλης ποσότητας νερού και άρα τα φυτά της λεβάντας λαμβάνουν, μέσω της κίνησης του νερού, τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την υγιή ανάπτυξη και εξέλιξή τους. Επιπλέον, η άρδευση συμβάλλει στη διατήρηση του χαρακτηριστικού έντονου αρώματος της καλλιέργειας της λεβάντας.(Jigău *et al.*, 2022). Πληθώρα μελετών που έχουν διαξαχθεί σε διαφορετικές εδαφοκλιματικές συνθήκες, τονίζουν την σπουδαιότητα της άρδευσης στην απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της *L. angustifolia* (Karamzadeh, 2003). Ωστόσο, αξίζει να τονιστεί πως η λεβάντα είναι ένα φυτό το οποίο παρουσιάζει αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και την καταπόνηση και γι αυτό είναι δυνατή η επιβίωσή του με το ελάχιστο δυνατό πότισμα (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019; Şmuleac *et al.*, 2020). Παρόλο που όπως προαναφέρθηκε, η λεβάντα είναι ανθεκτική στην ξηρασία, απαιτεί επιπρόσθετη άρδευση για άριστη εγκατάσταση και μέγιστη παραγωγή (Kimbrough & Swift, 2009). Σε γενικές γραμμές, τόσο η απόδοση, όσο και η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο σε διάφορα αρωματικά φυτά, συμπεριλαμβανομένης και της λεβάντας, επηρεάζονται από την ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού (Aqeel *et al.*, 2023). Η μειωμένη εδαφική υγρασία είναι συνυφασμένη με μείωση του αριθμού των φύλλων, της επιφάνειάς τους, καθώς επίσης και των φρέσκων και ξηρών βαρών των βλαστών σε δύο διαφορετικές ποικιλίες της *L. angustifolia* (Zhen & Burnett, 2015). Όπως αναφέρουν οι Salata *et al.*, (2020), σε αρδευόμενη καλλιέργεια λεβάντας παρατηρήθηκε αύξηση της απόδοσης των φρέσκων και αποξηραμένων ταξιανθιών του φυτού και της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο. Γενικά, η ποσότητα του αρδευτικού νερού που προστίθεται σε μια καλλιέργεια λεβάντας εξαρτάται από περιβαλλοντικούς και κλιματολογικούς παράγοντες. Βέβαια, είναι σημαντικό να σημειωθεί η καθοριστική συμβολή της άρδευσης στην καλλιέργειες της λεβάντας αμέσως μετά τη συγκομιδή, η οποία επιφέρει το πλεονέκτημα της άμεσης και γρήγορης αύξησης των βλαστών, οι οποίοι θα ανθίσουν την επόμενη βλαστική περίοδο.(Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019). Η λεβάντα χρειάζεται άφθονο πότισμα κατά τα δύο πρώτα χρόνια της ζωής της, το οποίο συμβάλλει στην ομαλή ανάπτυξή της και κατά τα επόμενα χρόνια. Το πότισμα πρέπει να γίνεται συχνά στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού, ειδικά στο στάδιο του σχηματισμού των ανθέων, το οποίο είναι το στάδιο εκείνο στη ζωή του φυτού, από

το οποίο εξαρτάται το ποσοστό των αιθέριων ελαίων που λαμβάνονται από αυτό. Γίνεται αντιληπτό πως κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης της λεβάντας, απαιτείται σταθερή εδαφική υγρασία, καθώς σε συνθήκες πλήρους έλειψης νερού επηρεάζεται η ποιότητα και η παραγωγή της καλλιέργειας (AKÇAY *et al.*, 2023). Η άρδευση μπορεί να αυξήσει την παραγωγή λαδιού σε ώριμες καλλιέργειες λεβάντας (AL-Garallaa, K., 2021). Οι μέθοδοι άρδευσης που εφαρμόζονται στην καλλιέργεια της λεβάντας είναι οι εξής:

- Στάγδην άρδευση: Η συγκεκριμένη μέθοδος περιλαμβάνει ένα σύστημα από σωλήνες ή λαστιχα που μεταφέρουν νερό απευθείας στο ριζικό σύστημα του φυτού. Με αυτό τον τρόπο, όλη η ποσότητα του διαθέσιμου αρδευτικού νερού συγκεντρώνεται στην περιοχή των ριζών, εκεί όπου πραγματικά υπάρχει ανάγκη και έτσι δεν σπαταλάται ποσότητα νερού, εξασφαλίζοντας την εξοικονόμησή του (Jigāu *et al.*, 2022). Συνίσταται η στάγδην άρδευση, καθώς βοηθά στη μείωση της υγρασίας του στελέχους, και άρα την αποφυγή ανάπτυξης ασθενειών στα φυτά της λεβάντας, και συμβάλλει στον έλεγχο της ανάπτυξης ζιζανίων (Akgül *et al.*, 2019).
- Μικροάρδευση: Παρόμοιος τρόπος άρδευσης με την στάγδην άρδευση. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί μικρούς πομπούς χαμηλής πίεσης για τη μεταφορά του νερού απευθείας στο ριζόστρωμα. Είναι κατάλληλο για φυτά λεβάντας που καλλιεργούνται σε υπερυψωμένα υποστρώματα ή δοχεία.
- Άρδευση με τεχνητή βροχή(πότισμα με καταιονισμό): Όπως υποδηλώνει και το όνομα της μεθόδου, ένα σύστημα ψεκαστήρων διασκορπίζει το νερό στον αέρα με σκοπό να προσομειάσει τις βροχοπτώσεις. Αυτή η μέθοδος άρδευσης είναι λιγότερο αποτελεσματική από τις δύο προαναφερθείσες, διότι επιφέρει εξάτμιση και επιφανειακή απορροή του αρδευτικού νερού με αποτέλεσμα την απώλεια μεγάλων ποσοτήτων του.
- Επιφανειακή άρδευση: Η μέθοδος αυτή βρίσκει εφαρμογή σε καλλιέργεια λεβάντας μεγάλης κλίμακας και περιλαμβάνει την κατάκλυση μιας έκτασης λεβάντας με αρδευτικό νερό (Jigāu *et al.*, 2022).

Η επιλογή βελτιωμένων μεθόδων άρδευσης, οι οποίες ανταποκρίνονται στις κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες της κάθε περιοχής και βασίζονται στην παρακολούθηση της καλλιέργειας, διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο σε ένα σύστημα ολοκληρωμένης άρδευσης (AKÇAY *et al.*, 2023). Τέλος, το υπερβολικό πότισμα μπορεί να οδηγήσει σε

αύξηση της ευαισθησίας των φυτών σε διάφορες ασθένειες, συμπεριλαμβανομένης της σήψης ριζών. (Kramer P. J. & Boyer J. S., 1995; Nelson P., 2012). Γενικά, συνίσταται άρδευση μία ή δύο φορές την εβδομάδα σε φυτά λεβάντας, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και τον εκάστοτε εδαφικό τύπο (Jigău *et al.*, 2022).

1.4 Λίπανση

Η λεβάντα μπορεί να ανπτυχθεί και να αποδώσει άριστα απουσία λιπασμάτων, καθώς είναι ένα φυτό με μικρές απαιτήσεις σε υψηλή εδαφική γονιμότητα και συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (Salehi *et al.*, 2018). Παρόλα αυτά, είναι γνωστό πως το άζωτο (N), ο φώσφορος (P) και το κάλιο (K) συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη και τη σύνθεση των αιθέριων ελαίων στα αρωματικά φυτά (Chrysargyris *et al.*, 2016). Συγκεκριμένα, η υπερβολική αζωτούχος λίπανση έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη υδαρών και μαλακών φυτών, με χαμηλή περιεκτικότητα σε έλαια (Geisel *et al.*, 2004). Επιπλέον, η προσθήκη πλεονάζουσας ποσότητας αζώτου μειώνει την απόδοση της λεβάντας σε έλαιο, καθιστώντας το φυτό μη υγιές και με έντονη την εμφάνιση ζιζανίων (Salehi *et al.*, 2018). Παρόλο που η εφαρμογή των λιπασμάτων γίνεται κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας, η υψηλή γονιμότητα ενδέχεται να συμβάλλει στη διάσπαση των φυτών της λεβάντας στο κέντρο (Geisel *et al.*, 2004). Όμως, όπως τονίζεται από τους Κατσιώτης και Χατζοπούλου (2019), η εφαρμογή πρόσθετου αζώτου μπορεί να έχει θεαματικά αποτελέσματα στην εγκατάσταση νέων καλλιεργειών, καθώς ευνοεί την γρηγορότερη ανάπτυξη των φυτών στα μετέπειτα στάδια. Οι απαιτήσεις σε φώσφορο και κάλιο είναι μικρές και διαφοροποιούνται σύμφωνα με τον τύπο του εδάφους και τη διαθεσιμότητά του σε θρεπτικά στοιχεία (Salehi *et al.*, 2018). Συνίσταται να εφαρμόζεται 100kg αζώτου ανά εκτάριο, 40kg φωσφόρου ανά εκτάριο και 40kg καλίου ανά εκτάριο, κάθε τρεις έως τέσσερις φορές καθ' όλη της διάρκειας της καλλιεργητικής περιόδου (Gupta R., 2010). Η ασβέστωση ανά τακτά χρονικά διαστήματα είναι αναγκαία για τη διατήρηση του pH στην τιμή 6,0 ή σε υψηλότερη τιμή. Τέλος, είναι σημαντικό να αποφευχθεί η λίπανση κατά τη φάση της ανθοφορίας της καλλιέργειας (Salehi *et al.*, 2018).

1.5 Στοιχεία καλλιέργειας

1.5.1 Κλίμα

Όπως προαναφέρθηκε, η λεβάντα ενδημεί στη Μεσογειακή Λεκάνη, όπου το κλίμα χαρακτηρίζεται από δροσερούς, υγρούς χειμώνες και θερμά, ξηρά καλοκαίρια (Geisel *et al.*, 2004 ; Salehi *et al.*, 2018). Η λεβάντα χρειάζεται τη μέγιστη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμότητας για την ανάπτυξή της, επομένως είναι σημαντικό η εγκατάσταση της καλλιέργειας να γίνεται σε περιοχές που δέχονται άφθονο ηλιακό φως (AL-Garallaa, 2021). Αντέχει στις παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας και τις υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, καθώς αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την επιβίωση και τη μέγιστη απόδοση του φυτού στις Μεσογειακές ζώνες (Sierra *et al.*, 2012). Αυτό το πλεονέκτημα της λεβάντας οφείλεται στο καλά αναπτυγμένο ριζικό σύστημα του φυτού (Pisulewska *et al.*, 2009). Βέβαια, παρουσιάζει ευαισθησία στις ακραίες μεταβολές θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας, ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του φυτού, την περίοδο της άνοιξης (Pisulewska *et al.*, 2004). Οι ποικιλίες της *L. angustifolia* παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και είναι δυνατόν να καλλιεργηθούν και σε μεγάλα υψόμετρα (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019).

1.5.2 Έδαφος

Η λεβάντα αναπτύσσεται σε καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη και απαιτεί pH εδάφους που κυμαίνεται μεταξύ 6 και 8 για άριστη ανάπτυξή της (Geisel *et al.*, 2004). Τα κακώς αποστραγγιζόμενα εδάφη, που συγκρατούν μεγάλη ποσότητα πλεονάζουσας υγρασίας, αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για την ομαλή ανάπτυξη της καλλιέργειας, καθώς προκαλούν ασθένειες στα φυτά της λεβάντας, ακόμα και το θάνατό τους (Geisel *et al.*, 2004 ; Salehi *et al.*, 2018). Σε περίπτωση βραδείας αποστράγγισης, είναι σημαντική η ύπαρξη αναχωμάτων για την απομάκρυνση της περίσσειας νερού από τον λαιμό της ρίζας (Geisel *et al.*, 2004). Η λεβάντα προσαρμόζεται άριστα σε ελαφρά, αμμώδη ή αργιλοαμμώδη ή χαλικώδη εδάφη με χαμηλή εδαφική γονιμότητα και ελάχιστη οργανική ουσία (Kimbrough & Swift, 2009). Επίσης σύμφωνα με τους Adam & Rittenhouse (2018), η καλλιέργεια εγκαθίστανται καλύτερα σε αμμοπηλώδη εδάφη. Πιο συγκεκριμένα, η *L. angustifolia* αποδίδει ικανοποιητικότερα σε αλκαλικά εδάφη, ενώ οι υπόλοιπες ποικιλίες λεβάντας απαιτούν ελαφρώς πιο όξινα εδάφη. Το μεγάλο πλεονέκτημα της καλλιέργειας της λεβάντας είναι η δυνατότητα προσαρμογής της ακόμα και σε εδάφη τα οποία έχουν υποστεί διάβρωση και δεν είναι πλούσια σε

θρεπτικά συστατικά (Salehi *et al.*, 2018). Και αυτό γιατί τα αρωματικά φυτά, μεταξύ των οποίων και η λεβάντα, συμβάλλουν στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και αυξάνουν τη βελτίωση της ποιότητάς του (Durán Z. *et al.*, 2008). Τα βαριά εδάφη είναι απαραίτητο να διορθωθούν πριν από την εγκατάσταση της καλλιέργειας για την εξασφάλιση καλής αποστράγγισης. Ακόμα και η προσθήκη της μικρότερης ποσότητας υλικού εδαφοκάλυψης που προέρχεται από ξερό φλοιό δέντρων λειτουργεί εξαιρετικά ως εδαφοβελτιωτικό. Στην καλλιέργεια της λεβάντας στο χωράφι, συνίσταται η χρήση υφάσματος εδαφοκάλυψης που λειτουργεί ως φραγμός στην ανάπτυξη ζιζανίων. Επίσης, η χρήση υφάσματος εδαφοκάλυψης μειώνει σημαντικά τις απαιτήσεις σε νερό (Kimbrough & Swift, 2009). Σύμφωνα με τον AL-Garallaa (2021), δεν υπάρχουν σοβαρά προβλήματα παρασίτων ή ασθενειών κατά την περίοδο της ανθοφορίας. Η υπερβολική άρδευση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η κακή αποστράγγιση και η υπερβολική υγρασία είναι οι κύριες αιτίες εμφάνισης σήψης της ρίζας, του λαιμού της ρίζας και του στελέχους. Για το λόγο αυτό συνίσταται η ορθολογική άρδευση, καθώς επίσης και η εναλλαγή καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι (Geisel *et al.*, 2004).

1.5.3 Τρόποι πολλαπλασιασμού

Ο πολλαπλασιασμός της λεβάντας πραγματοποιείται κυρίως με σπόρους, μοσχεύματα στελεχών, καταβολάδες και ιστοκαλλιέργεια (Andrade *et al.*, 1999 ; Salehi *et al.*, 2018). Ο πλέον συνήθης τρόπος πολλαπλασιασμού της λεβάντας είναι με μοσχεύματα μαλακού ξύλου, τα οποία είναι σημαντικό να προέρχονται από υγιή και εύρωστα φυτά (Salehi *et al.*, 2018). Ο πολλαπλασιασμός μέσω μοσχευμάτων ξυλωδών στελεχών είναι αργός, με φτωχή ριζοβολία και ενέχει κινδύνους τροποποίησης των μορφολογικών και χημικών χαρακτηριστικών με επαναλαμβανόμενο βλαστικό πολλαπλασιασμό (Moutet, 1980; Panizza and Tognoni, 1991). Τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου λαμβάνονται αρχές της άνοιξης, ενώ τα μοσχεύματα ημίσκληρου ξύλου τέλη καλοκαιριού με φθινόπωρο, πριν από τον πρώτο παγετό, αποκόπτοντας τη βλάστηση του προηγούμενου έτους (Geisel *et al.*, 2004). Ακολουθεί εφαρμογή ορμονών ριζοβολίας (π.χ. ινδολο-3-βουτυρικό οξύ) στα μοσχεύματα, με στόχο την επίτευξη υψηλότερου ποσοστού ριζοβολίας και την ύπαρξη περισσότερων ριζών (Kumar *et al.*, 1996). Έπειτα, τοποθετούνται σε κατάλληλο μέσο φύτευσης απουσία χώματος, όπως χοντρή άμμος, περλίτης ή βερμικουλίτης και η ριζοβολία των μοσχευμάτων πραγματοποιείται σε περίπου 4-6 εβδομάδες (Geisel *et al.*, 2004). Στο διάστημα αυτό, είναι απαραίτητη η

ύπαρξη ενός συστήματος υδρονέφωσης για τη διατήρηση των επιθυμητών επιπέδων υγρασίας στα φύλλα της λεβάντας (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019). Ο πολλαπλασιασμός μέσω σπόρων εμφανίζει χαμηλό ποσοστό βλάστησης και τα φυτά παρουσιάζουν διακύμανση ως προς το ρυθμό ανάπτυξης και τη σύσταση των αιθέριων ελαίων (Gonçalves & Romano, 2013; Takano, 1993). Επίσης, ο τρόπος πολλαπλασιασμού με σπόρο έχει σαν συνέπεια την ανομοιομορφία των φυτών ως προς την εμφάνιση (χρώμα και μέγεθος), το άρωμα και την ποιότητά τους (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019). Επομένως, για την εξασφάλιση της γενετικής ομοιομορφίας των φυτών της λεβάντας, δεν προτιμάται ο πολλαπλασιασμός τους με σπόρο. Ο πολλαπλασιασμός με καταβολάδες περιλαμβάνει την επιλογή ενός ιγιού, εύκαμπτου στελέχους του φυτού, το οποίο κάμπτεται κάτω στο έδαφος και την αφαίρεση 10-15cm φυλλώματος, αφήνοντας 10cm φυλλώματος στο άκρο του κλαδιού. Το μέρος του κλαδιού που έχει υποστεί αποφύλλωση, καλύπτεται με υγρό χώμα και ύστερα αναπτύσσει ρίζες στο επίπεδο του εδάφους (Salehi *et al.*, 2018). Με την έναρξη της ριζοβολίας, τα νέα φυτά λεβάντας αποκόπτονται από το μητρικό φυτό και είναι έτοιμα για μεταφύτευση μετά από 6-12 εβδομάδες. Τέλος, η ιστοκαλλιέργεια, αποτελεί την πιο ακριβή μέθοδο πολλαπλασιασμού και βασίζεται στη λήψη ιστών από φυλλοφόρους οφθαλμούς της λεβάντας (Salehi *et al.*, 2018 ; Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019).

1.5.4 Καλλιέργεια λεβάντας στον αγρό

Η φύτευση της λεβάντας μπορεί να πραγματοποιηθεί από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο, και λόγω του πολυετούς χαρακτήρα της, η απόδοση των ανθέων του έτους εγκατάστασης είναι χαμηλότερη συγκριτικά με τα επόμενα χρόνια (Sönmez *et al.*, 2018a). Επίσης, είναι γνωστό πως η εγκατάσταση της καλλιέργειας το φθινόπωρο εξασφαλίζει την παραγωγή περισσότερων ανθέων την επόμενη βλαστική περίοδο (Crişan *et al.*, 2023). Επομένως, προτιμάται η φύτευση το φθινόπωρο στις περισσότερες περιοχές. Από την άλλη, η φύτευση κατά την περίοδο της άνοιξης εξασφαλίζει την επιτυχημένη εξέλιξη της καλλιέργειας, όμως προϋποθέτει την εγκατάσταση ενός αποτελεσματικού συστήματος άρδευσης για την αντιμετώπιση του ξηροθερμικών συνθηκών της περιόδου αυτής (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019). Είναι σημαντική η κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, για την διασφάλιση μιας επιτυχημένης παραγωγής (Colţun, 2016). Η χρήση βελτιωτικών εδάφους, όπως ο γύψος για βαριά αργιλώδη εδάφη, η προσθήκη οργανικής ουσίας, τόσο σε αργιλώδη, όσο και σε αμμώδη εδάφη και η επίστρωση με

χαλίκια ή ροκανίδια, μπορούν να επιφέρουν θεαματικά αποτελέσματα όσον αφορά τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους (Crişan *et al.*, 2023). Οι εμπορικές καλλιέργειες λεβάντας ευνοούνται σε εδάφη με ήπια έως μέτρια κλίση, για την αποφυγή συσσώρευσης πλεονάζοντος νερού (Crişan *et al.*, 2023 ; Mason, 2014). Η ανθοφορία της λεβάντας λαμβάνει χώρα τον Μάιο και Ιούνιο (Εικόνα 1.3.) και επαναλαμβάνεται το φθινόπωρο (Μαλούπα *et al.*, 2013). Γενικά, προτιμάται να φυτεύεται λεβάντα σε συνθήκες αγρού, γιατί οι καλλιέργειες λεβάντας έχουν θετική επίδραση στη διατήρηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό, μειώνοντας την εξάτμισή του (σε βάθος μεταξύ 5 και 20cm) και συμβάλλουν στη μείωση φαινομένων διάβρωσης και επιφανειακής απορροής (Pleguezuelo *et al.*, 2009).



Εικόνα 1.3. Πλήρης ανθοφορία της *L. angustifolia*, 07/06/2023

1.5.5 Αποστάσεις φύτευσης

Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών εξαρτώνται από τη διαθέσιμη εδαφική υγρασία, το μέγεθος της ποικιλίας, την τελική χρήση του παραγόμενου προϊόντος και τη μέθοδο συγκομιδής (Salehi *et al.*, 2018). Καθώς για την παγκόσμια παραγωγή λεβάντας εφαρμόζεται μηχανικός τρόπος συγκομιδής, τόσο οι αποστάσεις μεταξύ των σειρών, όσο και οι αποστάσεις επί των σειρών καθορίζονται από τις διαστάσεις της εκάστοτε θεριστικής μηχανής. Ενδεικτικά, οι αποστάσεις φύτευσης κυμαίνονται από 1,20 έως 1,80 m μεταξύ των γραμμών και 0,45 έως 0,95 m επί των γραμμών (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019). Όπως αναφέρουν και οι Μαλούπα *et al.* (2013), η πυκνότητα φύτευσης ισούται με 8.500-1.100 φυτά / στρέμμα, για αποστάσεις φύτευσης 1,20 έως 1,50 m μεταξύ των σειρών και 0,80 έως 1,00 m πάνω στις σειρές. Προκύπτει επίσης,

πως όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της ποικιλίας της λεβάντας, τόσο πιο αραιή φύτευση απαιτείται (Κατσιώτης Σ. & Χατζοπούλου Π., 2019).

1.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή της λεβάντας ξεκινάει κατά το δεύτερο έτος της καλλιέργειας, όταν τα φυτά βρίσκονται στην πλήρη ανθοφορία τους, η οποία λαμβάνει χώρα τον Ιούνιο έως τον Ιούλιο. Σε συνθήκες υψηλής παραγωγικότητας της καλλιέργειας, η συγκομιδή πραγματοποιείται κάθε χρόνο για διάστημα 12 έως 15 ετών (Muntean *et al.*, 2016). Όπως αναφέρουν οι Giannoulis *et al.* (2020), η πλήρης παραγωγικότητα της καλλιέργειας της λεβάντας, παρατηρείται κατά το δεύτερο και τρίτο έτος μετά την εγκατάστασή της. Παρατηρείται διαφοροποίηση τόσο της περιόδου, όσο και της διάρκειας της ανθοφορίας της καλλιέργειας, η οποία εξαρτάται από τη γεωγραφική περιοχή. Για παράδειγμα, σε ψυχρότερες περιοχές, η ανθοφορία λαμβάνει χώρα αργότερα, συγκριτικά με τις περιοχές στις οποίες επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες (Muntean *et al.*, 2016). Η συγκομιδή των φυτών που προορίζονται για αιθέριο έλαιο, πραγματοποιείται κατά το στάδιο της πλήρους ανθοφορίας της καλλιέργειας της λεβάντας (Hassiotis *et al.*, 2014 ; Iriti *et al.*, 2006 ; Vârbănuș *et al.*, 2022). Συγκεκριμένα, διάφοροι ερευνητές αναφέρουν ότι, για την επίτευξη υψηλότερης απόδοσης αιθέριου ελαίου, η συγκομιδή της λεβάντας πρέπει να γίνεται όταν το 50% των ανθέων έχουν ανθίσει (Muntean *et al.*, 2016), όταν το 60% των ανθέων έχουν ανθίσει (Hassiotis *et al.*, 2014), όταν το 75% των ανθέων έχουν ανθίσει (Coltun, 2016) ή προς το τέλος της ανθοφορίας (Détár, 2021). Από την άλλη, στην καλλιέργεια που προορίζεται για παραγωγή δρόγης, η συγκομιδή της πραγματοποιείται όταν αρχίσουν να ‘ανοίγουν’ τα πρώτα άνθη. Η καταλληλότερη ώρα συγκομιδής είναι μετά τις 10 το πρωί και έως το μεσημέρι ή μετά το μεσημέρι (Hassiotis *et al.*, 2014 ; Muntean *et al.*, 2016). Κατά τη διαδικασία της συγκομιδής είναι σημαντικό να επικρατεί ξηρός, ηλιόλουστος και απάνεμος καιρός (Dobrevă *et al.*, 2023). Η συγκομιδή γίνεται με κοπή, σε όχι περισσότερο από 10-12cm του τελευταίου σπονδυλώματος από το έδαφος. Γίνεται είτε χειρωνακτικά (με δρεπάνι), είτε μηχανικά, χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους μηχανών (Muscalu *et al.*, 2017). Η μηχανική συγκομιδή αφορά, ως επί το πλείστο, τις μεγάλες εκτάσεις καλλιεργειών λεβάντας, που προορίζονται για παραγωγή αιθέριου ελαίου (Χατζοπούλου & Κατσιώτης, 2019).

1.7 Βιοδιεγέρτες

1.7.1 Εφαρμογές και ορισμοί βιοδιεγερτών

Για δεκαετίες, η αλλόγοιστη χρήση συνθετικών λιπασμάτων για την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των καλλιεργειών τροφίμων, οδήγησε στη ρύπανση του νερού, του εδάφους και της ατμόσφαιρας (Kumar *et al.*, 2019). Η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων κατέχει κεντρικό ρόλο στον τομέα της γεωργίας, με στόχο την κάλυψη των αναγκών ενός διαρκώς αυξανόμενου παγκόσμιου πλυθισμού. Ωστόσο, λόγω των τοξικών επιδράσεών τους, οι υψηλές συγκεντρώσεις χημικών ουσιών που ανιχνεύονται στο περιβάλλον, αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, τους οργανισμούς μη στόχους και ολόκληρο το οικοσύστημα (Mandal *et al.*, 2023). Για το λόγο αυτό, οι βιοδιεγέρτες παίζουν σπουδαίο ρόλο στη βιώσιμη γεωργία, καθώς η εφαρμογή τους συμβάλλει στην ενεργοποίηση διαφόρων φυσιολογικών διεργασιών, που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα χρήσης θρεπτικών ουσιών, διεγείροντας την ανάπτυξη των φυτών και επιτρέποντας τη μείωση της χρήσης λιπασμάτων (Kunicki *et al.*, 2010). Οι βιοδιεγέρτες είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα ενός αποτελεσματικού σχεδίου, για την αντιμετώπιση της αυξανόμενης ζήτησης για εναλλακτικά προϊόντα που έχουν ως βάση τη βιολογική δραστηριότητά τους, τις σχεδόν ανύπαρκτες αρνητικές επιπτώσεις σε οργανισμούς μη-στόχους και το χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα (Kocira *et al.*, 2020; Lau *et al.*, 2022; Pahalvi *et al.*, 2021). Πρόσφατα, η χρήση βιοδιεγερτών στα φυτά έχει διαδοθεί παγκοσμίως ως μια οικολογικά αποδεκτή και εναλλακτική λύση στη βιώσιμη γεωργική παραγωγή και η παγκόσμια αγορά τους “ανθίζει” θεαματικά, καθώς διεξάγεται περαιτέρω έρευνα για τη διεύρυνση του εύρους των διαθέσιμων προϊόντων τους (Mandal *et al.*, 2023).

Οι βιοδιεγέρτες ορίζονται από το EBIC (European Biostimulant Industry Council) ως “μια ουσία ή ένας μικροοργανισμός που, όταν εφαρμόζεται σε σπόρους, φυτά ή στη ριζόσφαιρα διεγείρει φυσικές διεργασίες για την ενίσχυση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, την αποτελεσματικότητα χρήσης τους, την αντοχή στις αβιοτικές καταπονήσεις ή τη βελτίωση της ποιότητας και της απόδοσης της καλλιέργειας” (EBIC, 2019). Ένας βιοδιεγέρτης μπορεί να οποιαδήποτε ουσία ή μείγμα ουσιών φυσικής προέλευσης ή μικροοργανισμού που προκαλεί θετικές μεταβολές στην καλλιέργεια, χωρίς να έχει την ελάχιστη αρνητική επίπτωση σε αυτή (du Jardin, 2015). Αξίζει να σημειωθεί πως, δεν πρέπει να συγχέονται οι βιοδιεγέρτες με τα βιολιπάσματα, καθώς οι πρώτοι δεν παρέχουν θρεπτικά στοιχεία άμεσα στις καλλιέργειες, αλλά διευκολύνουν την πρόσληψή τους, τροποποιώντας τη ριζόσφαιρα και το μεταβολισμό των φυτών.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση χρήσης θρεπτικών συστατικών, την αντοχή στο αβιοτικό στρες και τη βελτίωση της ποιότητας των καλλιεργειών (Drobek *et al.*, 2019). Άλλωστε, η υψηλή διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών δεν είναι πάντα συνυφασμένη με την υψηλότερη ποιότητα των γεωργικών προϊόντων (Bulgarî *et al.*, 2015). Οι βιοδιεγέρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση των καταπονήσεων των φυτών και βρίσκουν εφαρμογή στη βιώσιμη γεωργία (Zamljen *et al.*, 2023). Οι βιοδιεγέρτες περιλαμβάνουν πεπτίδια, φαινολικές ενώσεις, ορμόνες, σακχαρίτες, ελεύθερα αμινοξέα, χουμικές και φουλβικές ενώσεις και άλλα οργανικά συστατικά, που προέρχονται από υδρολυμένες πρωτεΐνες, θαλάσσια φύκη ή μικροοργανισμούς (Abou Chehade *et al.*, 2018; Distefano *et al.*, 2022; Szparaga *et al.*, 2018). Η χρησιμότητά τους όταν εφαρμόζονται στα φυτά ή στο έδαφος αντικατοπτρίζεται μέσω της αυξημένης απορρόφησης και κατανομής των θρεπτικών συστατικών, της αντοχής στις περιβαλλοντικές καταπονήσεις και της βελτιωμένης ποιότητας των φυτικών προϊόντων (Mandal *et al.*, 2023).

1.7.2 Πηγές βιοδιεγερτών που προέρχονται από θαλάσσια φύκη

Τα σκευάσματα βιοδιεγερτών αποτελούνται από φυσικά συστατικά (Drobek *et al.*, 2019). Πιο συγκεκριμένα, στα σκευάσματα βιοδιεγερτών που παρασκευάζονται από θαλάσσια φύκη, συναντώνται με μεγάλη συχνότητα, πεπτίδια χαμηλού μοριακού βάρους, αμινοξέα, βιταμίνες, ένζυμα, φυτοορμόνες, υδατάνθρακες και αντιοξειδωτικά. Όλα τα παραπάνω, συμβάλλουν σε ανατομικές και μορφολογικές μεταβολές της δομής των φυτών, διεγείροντας την ανάπτυξη των ριζών (Mandal *et al.*, 2023). Για αρκετό καιρό, τα θαλάσσια μακροφύκη (φύκια) έχουν χρησιμοποιηθεί σε εμπορική κλίμακα, για την παραγωγή σκευασμάτων βιοδιεγερτών, με στόχο τη διασφάλιση της απόδοσης και της ποιότητας των καλλιεργειών σε συνθήκες καταπόνησης, λόγω δυσμενών περιβαλλοντικών παραγόντων. Οι βιοδιεγέρτες από εκχυλίσματα μικροφυκών ανήκουν στην ομάδα των μη μικροβιακών βιοδιεγερτών των φυτών (CFP6-B) και περιέχουν συστατικά όπως φυτά, μέρη φυτών ή φυτικά εκχυλίσματα (Sánchez-Quintero *et al.*, 2023). Οι μη μικροβιακοί βιοδιεγέρτες περιλαμβάνουν εκχυλίσματα μακροφυκών, χουμικές ουσίες και υδρολύματα πρωτεϊνών (Karoor *et al.*, 2021). Τα φύκη είναι ικανά να παράγουν βιοενεργά μόρια με βιοδιεγερτικό δυναμικό για τα φυτά, όπως φυτοορμόνες, ολιγοσακχαρίτες και φαινολικές ενώσεις (Dmytryk & Chojnacka, 2018). Τα μικροφύκη είναι μια καλλιέργεια χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις, παρουσιάζουν υψηλό ρυθμό φωτοσύνθεσης και αναπτύσσονται με γοργούς ρυθμούς σε έκταση γης, που σε άλλη περίπτωση, δε θα ήταν κατάλληλη για άλλους τύπους καλλιέργειας τροφίμων

(Ferreira Carraro *et al.*, 2022; Kapoor *et al.*, 2021; Navarro-López *et al.*, 2020). Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί η κεντρική θέση που κατέχουν στο πρόγραμμα της βιωσιμότητας και της κυκλικής οικονομίας καθώς είναι, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί (συνεισφέρουν το 50% περίπου της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας στη Γη), επομένως έχουν την δυνατότητα δέσμευσης του CO₂ (Ajeng *et al.*, 2022a ; Gualtieri & Barsanti, 2022 ; Xu *et al.*, 2023). Όπως προαναφέρθηκε, τα μικροφύκη μπορούν να αναπτύσσονται σε περιβάλλοντα μη ευνοϊκά για άλλους ζωντανούς οργανισμούς, όπως σε λύματα, χρησιμοποιώντας τα θρεπτικά συστατικά αυτών και βιοσυνθέτοντας βιοενεργά μόρια, λόγω χάρη πρωτεΐνες, βιταμίνες, πολυφαινόλες, εξωπολυσακχαρίτες ή πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ παράλληλα εμφανίζουν βιοενεργό και βιοδιασπώμενο χαρακτήρα (Abdelfattah *et al.*, 2023 ; Ajeng *et al.*, 2022b; Calicioglu & Demirer, 2022 ; Levasseur *et al.*, 2020 ; Tan *et al.*, 2021). Τα μικροφύκη σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως στη γεωργία, κυρίως επειδή περιέχουν πολλά ενδιαφέροντα βιοενεργά μόρια για τις καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με βιοδιεγερτικά αποτελέσματα όπως οι φυτοορμόνες, πολυσακχαρίτες ή φαινολικές ενώσεις (Alvarez *et al.*, 2021 ; A. L. Gonçalves, 2021). Αυτά τα μόρια παρουσιάζουν ενδιαφέρον επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως για τις φυτοορμόνες, είναι δομικά πανομοιότυπα στα μικροφύκη και στα ανώτερα φυτά, και βιοσυντίθενται χρησιμοποιώντας σχετικά παρόμοιες βιοσυνθετικές οδούς (Lu & Xu, 2015). Τα παράγωγα φυκών έχει επιβεβαιωθεί πως παρέχουν στις καλλιέργειες θρεπτικά συστατικά, αυξάνουν την παραγωγή της βιομάζας και ενεργοποιούν τη φυσική ικανότητα των φυτών να ανταποκρίνονται σωστά σε παράγοντες στρες. Μεταξύ των φυκών, τα καστανά φύκη, συμπεριλαμβανομένων των *Ascophyllum sp.*, *Ecklonia sp.*, *Fucus sp.*, *Sargassum fusiforme*, *Ishige okamurae*, *Saccharina japonica*, *Sargassum thunbergii* και *Undaria pinnatifida* αποδείχθηκε ότι περιέχουν φαινολικά συστατικά που ορίζονται με την κοινή ονομασία φλωροταννίνες (Dmytryk & Chojnacka, 2018).

1.8 Χρήσεις

Το είδος *Lavandula angustifolia* είναι ευρέως γνωστό ως ένα ισχυρό αρωματικό και φαρμακευτικό βότανο (Hajhashemi *et al.*, 2003). Το αιθέριο έλαιο της λεβάντας παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της εκτεταμένης εμπορικής του χρήσης (An *et al.*, 2001). Βρίσκει εφαρμογή ως προϊόν καθαρισμού οικιακής χρήσης και αποσμητικό χώρου, σε προϊόντα προσωπικής υγιεινής, όπως σαπούνια και σαμπουάν,

χρησιμοποιείται στο χώρο της αρωματοποιίας, αλλά και για καλλυντικούς σκοπούς. Είναι αντιμικροβιακό, αντιμυκητιασικό, μυοχαλαρωτικό, έχει ηρεμιστική δράση, και είναι αποτελεσματικό για εγκαύματα και δαγκώματα εντόμων (Basch *et al.*, 2004b ; Cavanagh & Wilkinson, 2002). Επιπλέον, έχει αντιβακτηριδιακή, αντιοξειδωτική και ανοσοδιεγερτική δράση (Adaszyńska-Skwirzyńska & Szczerbińska, 2017, 2019; Yarmohammadi Barbarestani *et al.*, 2020). Η αποξηραμένη λεβάντα (Εικόνα 1.4.) χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα στα ντουλάπια ως απωθητικό σκώρου (Pistelli *et al.*, 2017). Στη μέθοδο της αρωματοθεραπείας εφαρμόζονται τα εκχυλίσματα λεβάντας για μείωση της κόπωσης, του στρες, της ναυτίας και της υπέρτασης (Ju *et al.*, 2013 ; Kenner & Requena, 2001 ; Peirce, 1999). Σύμφωνα με μια μελέτη των Woronuk *et al.* (2011), παρατηρήθηκε αύξηση του ενδιαφέροντος για τη χρήση του αιθέριου ελαίου της λεβάντας ως εναλλακτική μέθοδο θεραπείας διαφόρων παθήσεων. Το έλαιο της *Lavandula angustifolia* Mill. αποτελεί ένα πολύτιμο αγαθό στον κλάδο της φαρμακευτικής, καθώς διακρίνεται για τις αντικαταθληπτικές και αντιεμετικές του ιδιότητες (Babatabar Darzi *et al.*, 2020). Σύμφωνα με τους Smallwood *et al.* (2001), το αιθέριο έλαιο της λεβάντας παίζει καθοριστικό ρόλο στη θεραπεία της άνοιας. Πρόσφατα, η χρήση του έχει επεκταθεί και στη βιομηχανία τροφίμων ως φυσικό άρωμα για ποτά, παγωτά, γλυκά, αρτοσκευάσματα και τσίχλες (Da Porto *et al.*, 2009). Ο αντιμικροβιακός χαρακτήρας της λεβάντας αξιοποιείται αποτελεσματικά στην αποφυγή μικροβιακής αλλοίωσης διαφόρων τροφίμων (Crișan *et al.*, 2023). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση του αιθέριου ελαίου της για τη συντήρηση του κρέατος (Radu Luroae *et al.*, 2020). Τέλος, παρατηρείται αυξανόμενο βιομηχανικό ενδιαφέρον προς το αιθέριο έλαιο της λεβάντας για την εφαρμογή του ως βιοσυντηρητικό (Tardugno *et al.*, 2019).



Εικόνα 1.4. Αποξηραμένη λεβάντα, 26/10/2023

1.9 Απόδοση

Σύμφωνα με τους Giannoulis *et al.* (2020), η απόδοση σε χλωρά βάρη του φυτού της *L. angustifolia* για το έτος 2018 (έκτο έτος καλλιέργειας) ήταν 442 kg/στρ και για το έτος 2019 ήταν 229 kg/στρ (δηλαδή σχεδόν η μισή παραγόμενη απόδοση σε σχέση με το 2018), σε πείραμα που διεξήχθη στο Μικρόκαστρο Κοζάνης στο δήμο Βοΐου. Σε μία άλλη έρευνα που έλαβε χώρα στην Τουρκία, δηλαδή σε παρόμοιες κλιματικές συνθήκες με το παραπάνω πείραμα, βρέθηκε ότι η ετήσια απόδοση κυμαινόταν μεταξύ 397,5 και 1499 kg/στρ (Ceylan *et al.*, 1996, Arabaci and Bayram, 2005; Sönmez *et al.*, 2018b). Η μέση απόδοση των φρέσκων ανθέων της *L. angustifolia*, σε πείραμα του Sönmez *et al.* (2018b), ήταν 54,84g ανά φυτό για το έτος 2015 (1^ο έτος καλλιέργειας) και 83,26g ανά φυτό για το έτος 2016 (2^ο έτος καλλιέργειας). Σύμφωνα με τους Arabaci & Bayram (2005), η τιμή της απόδοσης των φρέσκων ανθέων της λεβάντας υπολογίστηκε μεταξύ 557 και 1499 kg/στρ, και σε άλλη μελέτη του Ceylan *et al.* (1997), μεταξύ 789 και 1252 kg/στρ, στις κλιματολογικές συνθήκες της Τουρκίας.

Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο για το έτος 2018 ήταν 7,3kg/στρ (περιεκτικότητα 3,3%) και για το έτος 2019 ήταν 2,6kg/στρ (περιεκτικότητα 2,3%) (Giannoulis *et al.*, 2020). Σύμφωνα με τους Zheljazkov *et al.* (2012c), η περιεκτικότητα της λεβάντας σε αιθέριο έλαιο κυμαίνεται από 0,71 έως 1,3%. Με το πέρασμα του χρόνου, παρατηρήθηκε αύξηση της απόδοσης του αιθέριου ελαίου της λεβάντας, με μια διακύμανση από 0,78 kg/στρ έως 5,55 kg/στρ (συνολικός μέσος όρος 0,89%) (Zheljazkov *et al.*, 2012c). Έχει αναφερθεί πως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του φυτού της λεβάντας κυμαίνεται από 0,5 έως 1,5% (Wichtl, 1971 ; Wagner, 1980 ; Ceylan, 1997 ; Baytop, 1999). Σε μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τον Chrysargyris *et al.* (2016), βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν 3,01 έως 4,07%, σε διαφορετικές συνθήκες έλλειψης νερού. Σε σχετικό πείραμα με τα παραπάνω, βρέθηκε πως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο τη δεύτερη χρονιά καλλιέργειας της *L. angustifolia* ήταν μικρότερη σε σχέση με την πρώτη χρονιά (με μέγιστη περιεκτικότητα 4,58% την πρώτη και 3,55% την δεύτερη χρονιά) (Sönmez *et al.*, 2018b). Η περιεκτικότητα της λεβάντας σε αιθέριο έλαιο, που αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της ποιότητας του φυτού, πρέπει να καταλαμβάνει τουλάχιστον 1,50% (Wichtl, 1971; Wagner, 1980), 1,0% (Ceylan, 1997) και 0,5-1,0% (Baytop, 1999) για εμπορική και φαρμακευτική χρήση. Οι Nurzynska και Zawislak (2016) βρήκαν στα άνθη του είδους *L. angustifolia* αιθέριο έλαιο σε ποσοστό 3,2% (Nurzyńska-Wierdak & Zawislak, 2016). Τέλος, επισημάνθηκε ότι το αιθέριο

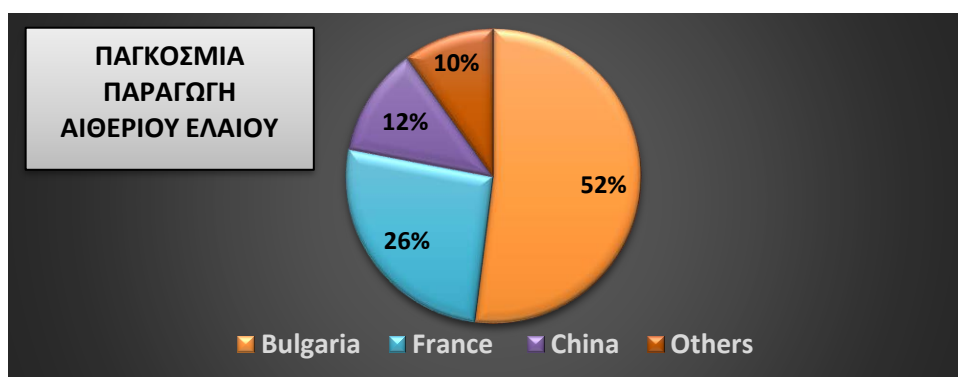
έλαιο της λεβάντας κυμαίνεται μεταξύ 0,71% έως 1,14%, υπό τη χρήση διαφορετικών λιπασμάτων (Chrysargyris *et al.*, 2016b).

Συμπληρωματικά, καθώς το φυτό της *L. angustifolia* Mill. είναι πολυετές, η ανάπτυξή του αναμένεται να φτάσει στο μέγιστο κατά το δεύτερο έτος, όπου οι αποδόσεις είναι υψηλότερες συγκριτικά με τις αποδόσεις του πρώτου έτους (Sönmez *et al.*, 2018b). Σε πείραμα των Skoufogianni *et al.* (2017), που έλαβε χώρα στην Βόρεια Ελλάδα, η μέγιστη απόδοση των ξηρών ανθέων λεβάντας έφτασε τους 22kg/στρ. Επιπλέον, σύμφωνα με την έρευνα των Sönmez *et al.* (2018b), οι τιμές της απόδοσης των αποξηραμένων φυτών κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειας ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες του πρώτου έτους. Συγκεκριμένα, υπήρξε διακύμανση των τιμών της απόδοσης των αποξηραμένων ανθέων με 1,60-84,70g την πρώτη χρονιά και 2,90-113,30g τη δεύτερη χρονιά. Οι Ceylan *et al.* (1988), σημείωσαν πως η απόδοση των αποξηραμένων ανθέων της λεβάντας κυμαίνεται μεταξύ 102-195 kg/στρ και η μέση τιμή των πέντε ετών ήταν 147 kg/στρ. Επίσης βρέθηκε πως η απόδοση του αποξηραμένου άνθους ήταν 286 kg/στρ (Arabaci & Ceylan, 1990). Σε συνεργασία των Arabaci & Ceylan (1990) και Ceylan *et al.* (1996), υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών της απόδοσης των αποξηραμένων ανθέων που ήταν 230 kg/στρ, 286 kg/στρ και 142 kg/στρ για το δεύτερο, τρίτο και τέταρτο έτος της μελέτης, αντίστοιχα, η οποία έλαβε χώρα στην Bornova (Τουρκία). Οι Arabaci & Bayram (2005) βρήκαν πως η απόδοση των αποξηραμένων ανθέων λεβάντας κυμαινόταν μεταξύ 70 έως 578 kg/στρ. Επιπλέον, έγινε προσδιορισμός της απόδοσης των αποξηραμένων ανθέων της *L. angustifolia* σε ένα εύρος τιμών 64-113 kg/στρ (Atalay, 2008). Για το ίδιο είδος λεβάντας οι Karik *et al.* (2017), προσδιόρισαν την απόδοση των αποξηραμένων ανθέων στο εύρος τιμών 21 έως 62 kg/στρ. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η απόδοση των αποξηραμένων ανθέων της λεβάντας, επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας, το χρόνο συγκομιδής, περιβαλλοντικούς παράγοντες, συνθήκες καλλιέργειας, πυκνότητα σποράς και τις εκάστοτε καλλιεργητικές τεχνικές (Arabaci & Ceylan, 1990; Ceylan *et al.*, 1996; Arabaci & Bayram, 2005; Salinas *et al.*, 2007; Atalay, 2008; Karik *et al.*, 2017).

1.10 Παγκόσμια Παραγωγή Αιθέριου Ελαίου Λεβάντας

Παρότι η καλλιέργεια της λεβάντας είναι γνωστή σε αρκετές χώρες, μόνο λίγες από αυτές επικρατούν στην προμήθεια και το εμπόριο του ελαίου λεβάντας (Giray, 219). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μερικές από τις κύριες χώρες παραγωγής του

αιθέριου ελαίου της λεβάντας είναι η Βουλγαρία, η Γαλλία, η Κίνα, η Ουκρανία, η Ισπανία και το Μαρόκο, με τη Βουλγαρία να κατέχει την πρώτη θέση (Εικόνα 1.5.) (Lesage-Meessen *et al.*, 2015).



Εικόνα 1.5. Παγκόσμια παραγωγή αιθέριου ελαίου λεβάντας, Giray (2017).

Από πρόσφατες έρευνες, φαίνεται η αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων λεβάντας, τόσο εντός, όσο και εκτός Ευρώπης, η οποία είναι απόρροια της αύξησης της ζήτησης των καταναλωτών για το συγκεκριμένο φυτό (Crişan *et al.*, 2023; Vijulie *et al.*, 2022). Η παγκόσμια παραγωγή του ελαίου λεβάντας ανέρχεται περίπου στους 200 τόνους ετησίως (Singh *et al.*, 2007; Tulukcu & Sagdic, 2011). Σε ετήσια βάση, έχει καταγραφεί εξαγωγή αιθέριων ελαίων 1,90-2,00 δισεκατομμυρίων δολαρίων παγκοσμίως, και από αυτό το ποσό, περίπου τα 50 εκατομμύρια δολάρια προέρχονται από το λάδι λεβάντας (Kara & Baydar, 2011). Από τα είδη και τα υβρίδια του γένους *Lavandula*, τα αιθέρια έλαια που λαμβάνονται από αυτά, μέσω της απόσταξης, αντιπροσωπεύουν περίπου 1.500 τόνους ανά έτος, εκ των οποίων οι 300-500 τόνοι ετησίως εκτιμάται ότι κατέχει η παραγωγή του αιθέριου ελαίου του είδους *L. angustifolia* (Wells *et al.*, 2018; Muntean *et al.*, 2007). Το αιθέριο έλαιο της *L. angustifolia* κατέχει την υψηλότερη τιμή στην αγορά σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη λεβάντας, χάρη στην ανώτερη ποιότητα και στη ζήτηση που έχει από τις βιομηχανίες (Giray, 2019).

Το 2016, η παραγωγή του αιθέριου ελαίου λεβάντας έφτασε τους 380 τόνους, με τους 280 τόνους να προέρχονται από τη Βουλγαρία και οι υπόλοιποι 100 τόνοι από τη Γαλλία (Giray, 2018). Οι δύο αυτές χώρες παράγουν τη μεγαλύτερη ποσότητα ελαίου λεβάντας παγκοσμίως και συγκεκριμένα τα 2/3 της συνολικής παραγωγής προέρχονται από τη Γαλλία και τη Βουλγαρία (Choudhary, 2021). Η Γαλλία θεωρείται καινοτόμα στην παραγωγή αιθέριου ελαίου λεβάντας και όλο και περισσότεροι παραγωγοί

στρέφουν το ενδιαφέρον τους προς τη συγκεκριμένη καλλιέργεια (Giray, 2019). Το 2017, η Βουλγαρία έφτασε τα 4500 εκτάρια (45000στρ) σε έκταση καλλιέργειας και η παραγωγή του αιθέριου ελαίου λεβάντας ήταν 200 τόνοι (Fascella *et al.*, 2020). Σε έρευνα του Giray (2019), παρατηρείται αξιοσημείωτη αύξηση της παραγωγής του αιθέριου ελαίου της *L. angustifolia* στη Βουλγαρία ανά έτος, με το 2011, να παρήχθησαν 45 τόνοι αιθέριου ελαίου, το 2013 παρήχθησαν 120 τόνοι, το 2014 140 τόνοι, το 2015 παρήχθησαν 200 τόνοι και το 2016 280 τόνοι ελαίου. Επιπρόσθετα, πρόσφατες ανασκοπήσεις από την Ευρωπαϊκή Ένωση έδειξαν πως το 2018, το 21,1% της γαλλικής λεβάντας καλλιεργούνταν βιολογικά και η παραγωγή της Βουλγαρίας το ίδιο έτος ξεπερνούσε τους 24.500 τόνους βιολογικής λεβάντας (Willer *et al.*, 2019). Η Κίνα, που έπεται της Βουλγαρίας και της Γαλλίας, διαθέτει 1500 εκτάρια (15000στρ) καλλιέργειας λεβάντας και οι δυνατότητες για παραγωγή αιθέριου ελαίου ανέρχονται στους 40 τόνους, όμως λιγότεροι από 10 τόνοι προωθούνται στη διεθνή αγορά (Giray, 2019). Η Ουκρανία, συνυπολογίζεται στις χώρες με το υψηλότερο δυναμικό παραγωγής πολλών εκατομμυρίων εκταρίων. Ωστόσο, πρόσφατα εκτιμήθηκε ότι η καλλιέργεια λεβάντας περιορίζεται στα 100 εκτάρια (1000στρ), εξαιτίας μη ευνοϊκών κλιματικών παραγόντων (Choudhary, 2021). Επίσης, η Μολδαβία θεωρείται μία σημαντική χώρα παραγωγής αιθέριου ελαίου λεβάντας, παρότι παρατηρείται σταδιακή μείωση της παραγωγής της (Chailan, 2013). Τα τελευταία δέκα χρόνια, σημειώθηκε αύξηση τη καλλιέργειας της λεβάντας στην Τουρκία, παρόλο που η συγκεκριμένη χώρα δεν διαθέτει μερίδιο στην παγκόσμια αγορά. Συγκεκριμένα, πριν από το 2000 η παραγωγή ήταν μικρότερη από 50 εκτάρια (500στρ), ενώ στις μέρες μας προσεγγίζει τα 700 εκτάρια (7000στρ) (TURKSTAT 2018).

1.11 Οικονομικά Στοιχεία

Σε μία μελέτη που έλαβε χώρα στην Τουρκία, βρέθηκε ότι η μέση παραγωγή λεβάντας ήταν 1636,70 kg/ha και το σχετικό εισόδημα 1,65 δολάρια. Το κόστος παραγωγής ήταν 0,95 δολάρια ανά κιλό λεβάντας και το καθαρό κέρδος ανά εκτάριο ήταν 1018,37 δολάρια, που είναι πολύ υψηλό συγκριτικά με άλλα γεωργικά αγαθά. Από την άλλη, σε μία συγκριτική έρευνα οικονομικής ανάλυσης στη Βοσνία-Ερζεγοβίνη, το συνολικό κέρδος ανά εκτάριο προσδιορίστηκε ότι είναι 1018,77€ (Choudhary, 2021). Σύμφωνα με τους Kontic *et al.* (2022), με βάση την οικονομική ανάλυση που πραγματοποίησε, διαπίστωσε πως το συνολικό κόστος μιας βιολογικής καλλιέργειας λεβάντας ισούται με 1413,59€/ha, το μικτό κέρδος είναι 1540,98€/ha και το καθαρό κέρδος 925,79€/ha.

Το ακριβότερο λάδι λεβάντας προέρχεται πάντοτε από λεβάντα γαλλικής καταγωγής με την τιμή της λεβάντας Fine να βρίσκεται στην κορυφή. Σύμφωνα με τους Skoufogianni *et al.* (2017), στην Ελλάδα η μέση τιμή πώλησης της ξηρής δρόγης της λεβάντας είναι 3,5-5€/kg, ενώ η τιμή πώλησης του αιθέριου ελαίου είναι 100€/kg. Η τιμή του αιθέριου ελαίου λεβάντας στην Ελλάδα ήταν στα 50-60€/kg, το 2018 αυξήθηκε στα 100-110€/kg και το 2019 παρατηρήθηκε μια μείωση που την “έριξε” στα 75-90€/kg. Εκτιμάται ότι το 2017, η αξία του αιθέριου ελαίου λεβάντας, σε διεθνές επίπεδο, ανερχόταν στα 33,7 εκατομμύρια δολάρια (Χατζοπούλου & Κατσιώτης, 2019). Η μεγαλύτερη αγορά του αιθέριου ελαίου της λεβάντας είναι η Ευρώπη και ακολουθούν οι ΗΠΑ και οι χώρες της Ασίας (Giray, 2019). Παγκοσμίως, η εξαγωγή των αιθέριων ελαίων κυμαίνεται μεταξύ 1.9-2.0 δισεκατομμύρια δολάρια ανά έτος. Από αυτό το ποσό, τα 50 εκατομμύρια δολάρια περίπου, αντιστοιχούν στο κόστος του ελαίου της λεβάντας. Τα υψηλής ποιότητας λάδια λεβάντας κάτω από το όριο των 0,5%, πωλούνται πάνω από 100 ευρώ το κιλό στις παγκόσμιες αγορές (Başaran, n.d.). Εκτός των πολυάριθμων οικονομικών οφελών που προσφέρει η καλλιέργεια της λεβάντας, το φυτό αυτό έχει τεράστια σημασία για τα περιβαλλοντικά αλλά και κοινωνικά ζητήματα της κοινωνίας και του οικοσυστήματος (Imre S. *et al.*, 2016; Perez M. G. M. *et al.*, 2016; Sales H. G. S. P., 2015; Yen H. F., 2015).

1.12 Σκοπός

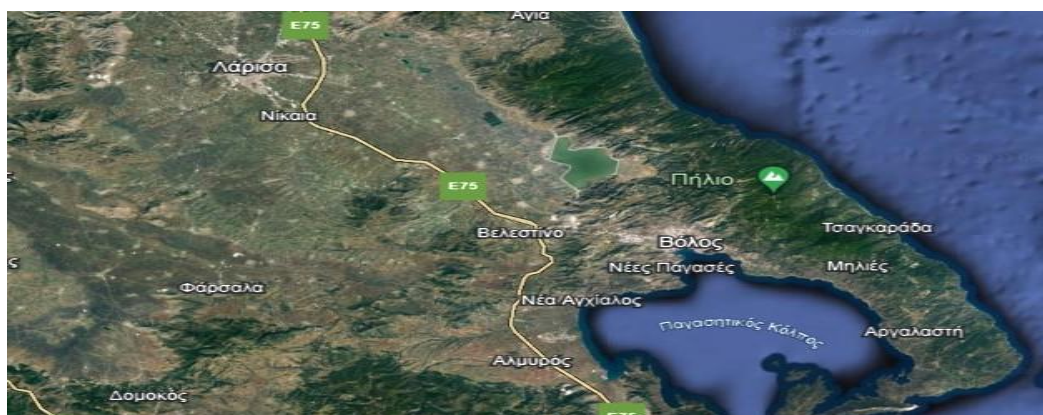
Η καλλιέργεια της λεβάντας είναι ιδιαίτερα γνωστή στην Ελλάδα, λόγω των ενοϊκών εδαφοκλιματικών συνθηκών που επικρατούν σε αυτήν και γενικότερα στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογειακής Λεκάνης. Το γεγονός αυτό, καθιστά τη συγκεκριμένη καλλιέργεια ιδιαίτερα επικερδή, και σε συνδυασμό με τις κατάλληλες καλλιεργητικές τεχνικές και τη χρήση των απαραίτητων σκευασμάτων, μπορεί να επιτευχθεί μεγιστοποίηση της παραγωγής, αλλά και της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος. Η παρούσα πτυχιακή μελέτη έχει ως σκοπό τον προσδιορισμό της απόδοσης σε δρόγη και της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο στην καλλιέργεια λεβάντας 2^{ου} έτους, όταν σε αυτήν εφαρμόστηκαν διαφορετικά σκευάσματα βιοδιεγερτών. Στο πλαίσιο, λοιπόν, της συγκεκριμένης μελέτης, διερευνήθηκε η επίδραση των βιοδιεγερτών στο χλωρό και το ξηρό βάρος των ανθέων λεβάντας και στην περιεκτικότητα-απόδοση σε αιθέριο έλαιο για την καλλιεργητική περίοδο 2022-2023. Επιπλέον, στόχος της παρούσας έρευνας αποτέλεσε και η οικονομική αξιολόγηση των υπό μελέτη μεταχειρίσεων και του

τελικού κέρδους στον παραγωγό, ανάλογα με το τελικό προϊόν για το οποίο προορίζεται.

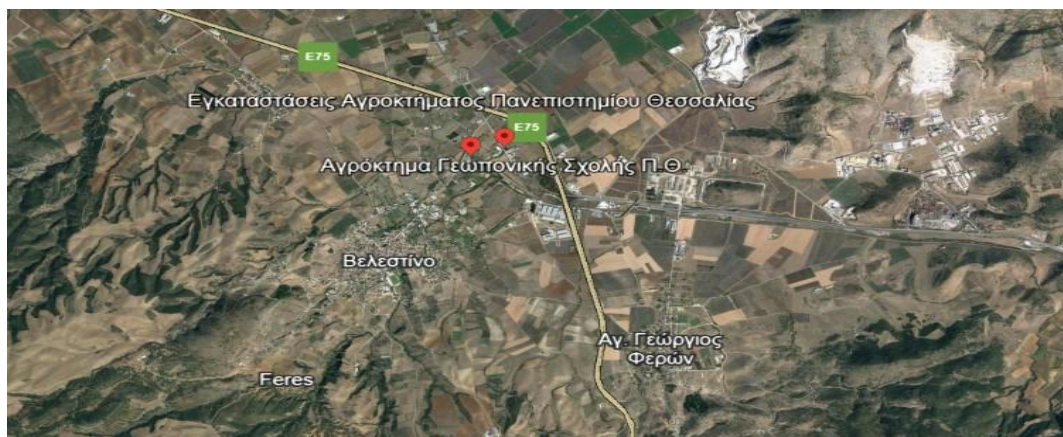
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Τοποθεσία πειραματικού αγρού

Το πείραμα διεξήχθη στο αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας ($39^{\circ}2'$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, $22^{\circ}45'$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος) (Εικόνα 2.1. & 2.2.). Βρίσκεται κοντά στην Εθνική οδό Αθηνών – Θεσσαλονίκης, έκτασης 150 στρεμμάτων και υψόμετρου 70m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η γονιμότητα του εδάφους, στο οποίο έλαβε χώρα το πείραμα, χαρακτηρίζεται επαρκής και ικανοποιητική, με το έδαφος να είναι αργιλοπηλοαμμώδες (54% άμμος, 30% πηλός και 16% ιλύς), με αλκαλικό pH (7,82) και η οργανική ουσία να κυμαίνεται από χαμηλά έως μέτρια επίπεδα (2,51%) για τα ελληνικά δεδομένα. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2022-2023.



Εικόνα 2.1. Δορυφορική εικόνα για τον προσδιορισμό της ευρύτερης περιοχής του Βελεστίνου Μαγνησίας (Πηγή: <https://earth.google.com/web>)



Εικόνα 2.2. Δορυφορική εικόνα για τον προσδιορισμό του αγροκτήματος του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Πηγή: <https://earth.google.com/web>)

2.2 Πειραματικό Σχέδιο

Ο σχεδιασμός του πειράματος ήταν πλήρως τυχαιοποιημένος σε τρία blocks (επαναλήψεις), με έναν παράγοντα (την εφαρμογή βιοδιεγερτών). Οι βιοδιεγέρτες εφαρμόστηκαν σε 6 επίπεδα [**C**: μάρτυρας (απουσία βιοδιεγέρτη), **A**: βιοδιεγέρτης από εκχύλισμα φυκών *Ascophyllum nodosum*, **S**: βιοδιεγέρτης από φυτικά αμινοξέα (με κυρίαρχα τα γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ), **A+S**: συνδυασμός των δύο προηγούμενων, **K**: βιοδιεγέρτης από εκχύλισμα φυκών του είδους *Ecklonia maxima* και **PLUS**: βιοδιεγέρτης που περιέχει ασβέστιο ευκόλως αφομοιώσιμο, για την επίτευξη της φυσιολογικής ισορροπίας των φυτών] στις σειρές Α.

2.3 Επιλογή της καλλιέργειας

Για το παρόν πείραμα χρησιμοποιήθηκε καλλιέργεια λεβάντας, του είδους *Lavandula angustifolia*, δεύτερου έτους (Εικόνα 2.3.). Η πρώτη επίσκεψη στην καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε στις 09/11/2022, όπου έγινε αντιμετώπιση ζιζανίων στον αγρό (Εικόνα 2.4.).



Εικόνα 2.3. Καλλιέργεια λεβάντας πριν την αντιμετώπιση των ζιζανίων στο αγρόκτημα της σχολής στο Βελεστίνο Μαγνησίας, 09/11/2022



Εικόνα 2.4. Καλλιέργεια λεβάντας μετά την αντιμετώπιση των ζιζανίων στο αγρόκτημα της σχολής στο Βελεστίνο Μαγνησίας, 09/11/2022

2.4 Αντιμετώπιση ζιζανίων

Από τις αρχές Απριλίου 2023 τα ζιζάνια είχαν κάνει έντονη την παρουσία τους στην καλλιέργεια της λεβάντας. Οπότε, από εκείνη την περίοδο και έπειτα, πραγματοποιούνταν πιο εντατική αντιμετώπισή τους (Εικόνα 2.5.).



Εικόνα 2.5. Καλλιέργεια μετά την αντιμετώπιση των ζιζανίων, 05/05/2023

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνταν σκαλιστήρι χειρός (τσάπα) ανάμεσα στις σειρές και επί των γραμμών η καταπολέμηση των ζιζανίων πραγματοποιούνταν χειρωνακτικά. Κάποια από τα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν ήταν η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), η καψέλα (*Capsella bursa-pastoris*), το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*), η αγριοβρώμη (*Avena fatua*), η ανθεμίδα (*Anthemis maritima*), το αγριομάρουλο (*Lactuca serriola*), το αγριοράδικο (*Taraxacum officinale*) και ο αγριόβικος (*Vicia villosa*) (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.6. Καλλιέργεια με έντονη παρουσία χειμερινών ζιζανίων, τόσο μεταξύ των γραμμών, όσο και επί των γραμμών, 05/05/2023

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, πραγματοποιήθηκαν συνολικά εννιά επισκέψεις στο αγρόκτημα, με σκοπό τη διαχείριση των ζιζανίων (Εικόνα 2.7. & 2.8.).



Εικόνα 2.7.(αριστερά) *L. angustifolia* μετά τη διαχείριση ζιζανίων, 18/05/2023 & **Εικόνα 2.8. (δεξιά)** *L. angustifolia* μετά τη διαχείριση ζιζανίων, 07/06/2023

2.5 Βιοδιεγέρτες

Το πρώτο δεκαπενθήμερο του Μαΐου (13/05/2023), πραγματοποιήθηκε εφαρμογή σκευασμάτων βιοδιεγερτών με ψεκαστήρα μπαταρίας ακριβείας στην καλλιέργεια (Εικόνα 2.10.), αφού είχε προηγηθεί χωρισμός του πειραματικού αγρού σε plots (Εικόνα 2.9.). Οι διαστάσεις του κάθε plot ήταν 2,25m x 1,40m.



Εικόνα 2.9. (αριστερά) Καλλιέργεια λεβάντας πριν την εφαρμογή βιοδιεγερτών & **Εικόνα 2.10. (δεξιά)** Εφαρμογή βιοδιεγερτών με χρήση ψεκαστήρα μπαταρίας ακριβείας, 13/05/2023.

Τα σκευάσματα βιοδιεγερτών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν προϊόντα από εκχυλίσματα φυκών *Ascophyllum nodosum* (Α) και φύκια *Ecklonia maxima* (Κ) (Εικόνες 2.11. & 2.12.).



Εικόνα 2.11. (αριστερά) Σκεύασμα βιοδιεγερτών από εκχυλίσματα φυκών *Ascophyllum nodosum* & **Εικόνα 2.12. (δεξιά)** Σκεύασμα βιοδιεγερτών από φύκια *Ecklonia maxima*, 13/05/2023

Επίσης, χρησιμοποιήθηκε σκεύασμα από πυκνό διάλυμα αμινοξέων (S), καθώς επίσης και σκεύασμα που περιέχει ασβέστιο ως ευκόλως αφομοιώσιμο για την εξασφάλιση της ισορροπίας μεταξύ των τριών ορμονών ανάπτυξης (αυξίνες, κυτοκινίνες και γιββερελλίνες) (PLUS) (Εικόνες 2.13. & 2.14.).



Εικόνα 2.13. (αριστερά) Σκεύασμα βιοδιεγερτών από πυκνό διάλυμα αμινοξέων & **Εικόνα 2.14. (δεξιά)** Σκεύασμα βιοδιεγερτών με ασβέστιο ευκόλως αφομοιώσιμο, 13/05/2023

Για τις ανάγκες του πειράματος, 150mL των σκευασμάτων που περιέχουν φύκια (K), εκχυλίσματα φυκών (A), το συνδυασμός τους (A+K) και διάλυμα αμινοξέων (S) διαλύθηκαν σε 40L/στρ νερού το καθένα και 100mL του σκευάσματος που περιέχει ασβέστιο (PLUS) διαλύθηκε σε 40L/στρ νερού. Με βάση αυτές τις ποσότητες υπολογίστηκαν οι κατάλληλες αναλογίες των σκευασμάτων που εφαρμόστηκαν στις τρεις σειρές του πειραματικού αγρού. Εφόσον τα 150mL και 100mL των σκευασμάτων αφορούσαν την έκταση των 1000m², υπολογίστηκαν στα 3,15m², δηλαδή στο μέγεθος

του plot, οι ποσότητες των σκευασμάτων βιοδιεγερτών ανά plot που ήταν ίσες με 0,47mL για τα σκευάσματα A, S και K, 0,47+0,47mL για το A+K και 0,315mL για το σκεύασμα PLUS. Επίσης, με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκε και η ποσότητα του νερού που χρειάστηκε για τα 3,15m² και ήταν ίση με 126mL. Στο πρώτο block (επανάληψη), ξεκινώντας από το πρώτο plot, εφαρμόστηκαν με την ακόλουθη σειρά τα εξής σκευάσματα: C, A, S, A+S, PLUS, K. Ομοίως, στο δεύτερο block: PLUS, K, C, A, S, A+S και το τρίτο block: K, A, PLUS, S, C, A+S.

2.6 Άρδευση

Η άρδευση της καλλιέργειας ξεκίνησε μετά την πρώτη συγκομιδή, στις 21/06/2023. Έως την πρώτη κοπή η καλλιέργεια δεν δεχόταν άρδευση. Η άρδευση έγινε μέσω σταλακτηφόρων σωλήνων άρδευσης με αυτορρυθμιζόμενους σταλάκτες σταθερής παροχής 4L/h ανά 33cm και σε κάθε φυτό υπήρχε ένας σταλάκτης. Στο διάστημα από την 1^η συγκομιδή έως τη 2^η συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν συνολικά 20 αρδεύσεις με συνολική παροχή νερού ανά φυτό περί τα 200 λίτρα το φυτό.

2.7 Συγκομιδή - Μετρήσεις

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, πραγματοποιήθηκαν συνολικά δύο κοπές, η πρώτη για την καλλιέργεια που δεν δεχόταν άρδευση και η δεύτερη για την καλλιέργεια που δεχόταν άρδευση (Εικόνες 2.15., 2.16). Η πρώτη συγκομιδή έλαβε χώρα στις 21/06/2023, ενώ η δεύτερη στις 22/09/2023.



Εικόνα 2.15. (αριστερά) Καλλιέργεια λεβάντας απουσία άρδευσης, αμέσως μετά την πρώτη κοπή, 21/06/2023 & **Εικόνα 2.16. (δεξιά)** Καλλιέργεια της *L. angustifolia* μετά τη δεύτερη συγκομιδή, 22/09/2023

Κατά την πρώτη συγκομιδή, από τις τρεις σειρές της καλλιέργειας συλλέχθηκαν χειρωνακτικά με δρεπάνι, αντένες λεβάντας από τα δύο κεντρικά φυτά του κάθε plot (επιφάνεια κάλυψης εδάφους 0,525m²). Στο χώρο του αγροκτήματος μετρήθηκε το χλωρό βάρος των συγκομισθέντων φυτών από κάθε plot (Εικόνα 2.17.). Έπειτα, οι λεβάντες από κάθε μεταχείριση τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών για αποξήρανση σε ξηραντήριο θερμού αέρα και σε θερμοκρασία 40°C και έπειτα πραγματοποιήθηκε απόσταξη με συσκευή Clevenger (Εικόνα 2.18.).



Εικόνα 2.17. (αριστερά) Μέτρηση χλωρού βάρους, 21/06/2023 & **Εικόνα 2.18.** Λεβάντες σε χάρτινες σακούλες, 21/06/2023

Στις 03/07/2023, πραγματοποιήθηκε κοπή όλων των αντενών των φυτών της καλλιέργειας, έτσι ώστε μετά την εφαρμογή της άρδευσης να υπάρχει ομοιομορφία και να μπορεί να γίνει η σύγκριση κατά τη δεύτερη κοπή (Εικόνα 2.19.).



Εικόνα 2.19. Κοπή αντενών από όλα τα φυτά του πειραματικού αγρού, 03/07/2023

Ομοίως στη δεύτερη συγκομιδή, πραγματοποιήθηκαν κοπές των φυτών με δρεπάνι, όπου και πάλι στο χώρο του αγροκτήματος μετρήθηκε το χλωρό βάρος των φυτών από κάθε plot (Εικόνα 2.20.) και πραγματοποιήθηκε απευθείας μεταφορά τους στο ξηραντήριο του Εργαστηρίου για αποξήρανση. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της αποξήρανσης μετρήθηκε και καταγράφηκε το ξηρό βάρος των μεταχειρίσεων (Εικόνα 2.21.).



Εικόνα 2.20. (αριστερά) Μέτρηση χλωρού βάρους κατά τη δεύτερη κοπή, 22/09/2023 & **Εικόνα 2.21.** (δεξιά) Αποξηραμένα άνθη *L. angustifolia* της καλλιέργειας που δέχθηκε άρδευση, 25/10/2023

2.8 Απόσταξη

Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης συγκομιδής, τα φυτά μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών για την απόσταξή τους. Η μέθοδος απόσταξης που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ύδρο-απόσταξη με τη χρήση της ηλεκτροθερμικής συσκευής απόσταξης έξι θέσεων “Clevenger” (Εικόνα 2.22.).



Εικόνα 2.22. Αποστακτήρες, 13/07/2023

Πραγματοποιήθηκε απόσταξη τόσο σε χλωρή δρόγη όσο και σε ξηρή. Αφού πραγματοποιήθηκε ζύγιση των χλωρών ανθέων λεβάντας της κάθε μεταχείρισης στα 25g, ακολούθησε τεμαχισμός και θρυμματισμός τους για τη μεταφορά τους στη γυάλινη φιάλη των 1000mL της συσκευής απόσταξης “Clevenger” και συμπλήρωση με 500mL νερού (Εικόνα 2.23. & 2.24.).



Εικόνα 2.23. (αριστερά) Ζύγιση της μεταχείρισης στα 25g, 21/06/2023 & **Εικόνα 2.24. (δεξιά)** Τεμαχισμένα άνθη λεβάντας σε 500mL νερό, 10/07/2023

Ο χρόνος βρασμού στη διαδικασία της απόσταξης διήρκεσε 90 λεπτά. Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της απόσταξης, έγινε παραλαβή των αιθέριων ελαίων (Εικόνες 2.25. & Εικόνα 2.26.). Ομοίως, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία για τις μεταχειρίσεις που είχαν υποστεί αποξήρανση.



Εικόνα 2.25. (αριστερά) Αιθέριο έλαιο *L.angustifolia* στο σωλήνα της συσκευής απόσταξης “Clevenger”, 26/10/2023 & **Εικόνα 2.26. (δεξιά)** Αιθέριο έλαιο *L. angustifolia*, 27/10/2023

2.9 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία και βροχόπτωση) ελήφθησαν από πλήρως αυτοματοποιημένο σταθμό που βρίσκεται εγκατεστημένος στο Αγρόκτημα.

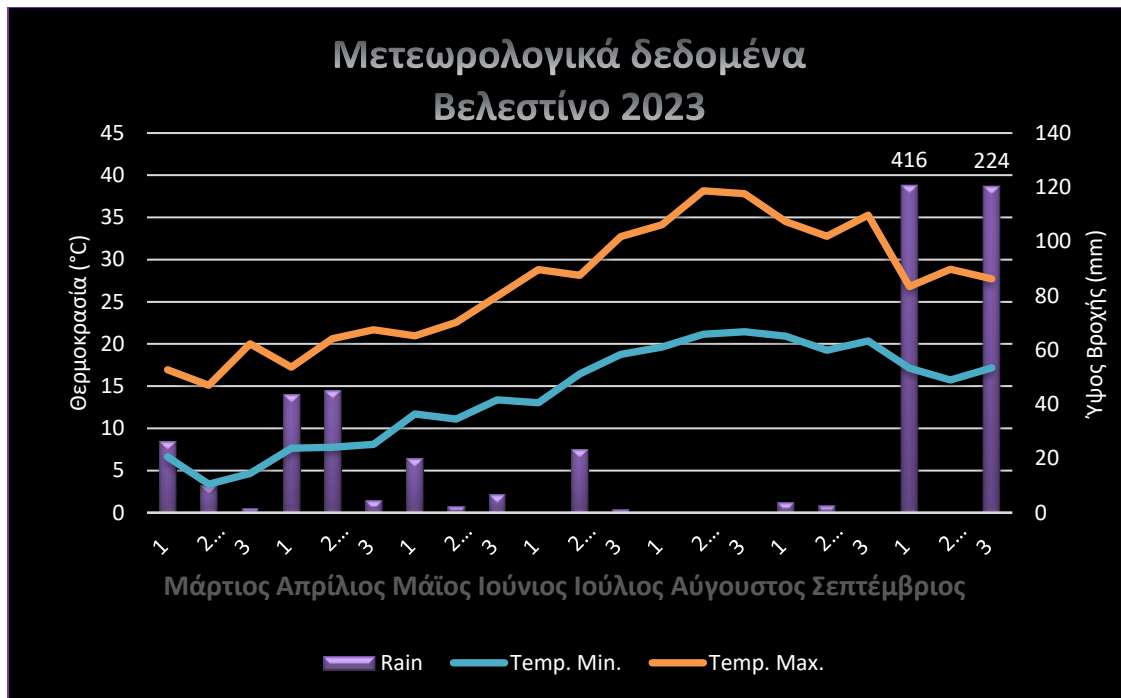
2.10 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου GenStat (7th Edition). Η ΕΣΔ.05 χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο σύγκρισης για την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων (Steel and Torrie, 1982) των παραγόντων και των αλληλεπιδράσεών τους.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

Για τις ανάγκες του πειράματος καταγράφηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα που ελήφθησαν από το μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος στο Βελεστίνο και αφορούσαν το διάστημα κατά το οποίο έλαβε χώρα το πείραμα (Μάρτιος 2023 – Σεπτέμβριος 2023). Στο Γράφημα 3.1. φαίνονται οι θερμοκρασίες (°C) και το ύψος βροχής (mm) που μετρήθηκαν ανά δεκαήμερο για το χρονικό διάστημα Μάρτιος 2023 – Σεπτέμβριος 2023. Συγκεκριμένα, οι μέγιστες θερμοκρασίες σημειώθηκαν το δεύτερο και τρίτο δεκαήμερο του Ιουλίου, με τιμές θερμοκρασίας που έφτασαν τους 38,15°C και 37,81°C, αντίστοιχα. Από το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουνίου έως το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουλίου, διακρίνεται μια απότομη αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας, η οποία στη συνέχεια σταθεροποιείται μέχρι το τρίτο δεκαήμερο του Ιουλίου. Επίσης, παρατηρείται μια απότομη μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του τρίτου δεκαήμερου του Αυγούστου έως το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου, η οποία είναι αναμενόμενη λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων που έπληξαν την ευρύτερη περιοχή κατά το διάστημα αυτό. Η ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται το δεύτερο δεκαήμερο του Μαρτίου (3,38 °C) και έπειτα αυξάνεται με σταθερό ρυθμό, με το μέγιστό της να σημειώνεται το τρίτο δεκαήμερο του Ιουλίου.



Γράφημα 3.1. Θερμοκρασία (°C) και Ύψος Βροχής (mm) κατά το χρονικό διάστημα Μαρτίου 2023 έως Σεπτεμβρίου 2023.

Όσον αφορά το ύψος των βροχοπτώσεων, οι σημαντικότερες βροχοπτώσεις παρατηρούνται, σύμφωνα και με το Γράφημα 3.1., κατά το πρώτο και τρίτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου καταγράφηκαν 416mm ύψους βροχής και στο τρίτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου 224mm ύψους βροχής, γεγονός που οφείλεται στα πλημμυρικά φαινόμενα στην περιοχή της Θεσσαλίας. Το πρώτο αυτό καταστροφικά κύμα κακοκαιρίας έλαβε χώρα περίπου δύο εβδομάδες πριν τη δεύτερη συγκομιδή, ενώ το δεύτερο κύμα κακοκαιρίας έλαβε χώρα μία εβδομάδα μετά τη δεύτερη συγκομιδή. Επιπλέον, κατά το διάστημα του πρώτου και δεύτερου δεκαήμερου του Απριλίου σημειώθηκαν κάποιες βροχοπτώσεις που έφτασαν τα 43,62mm και 45,17mm ύψους βροχής, αντίστοιχα, με αποτέλεσμα τη ραγδαία ανάπτυξη των ζιζανίων στην καλλιέργεια. Κατά το διάστημα του δεύτερου δεκαήμερου του Μαΐου, που συμπίπτει με την εφαρμογή των βιοδιαθεσίμων, και έπειτα, δεν παρατηρούνται αξιοσημείωτες βροχοπτώσεις, καθώς αυξάνεται και η θερμοκρασία της περιοχή. Τέλος, κατά το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουνίου, δηλαδή λίγο πριν την πρώτη συγκομιδή, έλαβαν χώρα ορισμένες βροχοπτώσεις, οι οποίες ανέρχονται στο ύψος βροχής των 23,35mm.

3.2 Χλωρό βάρος

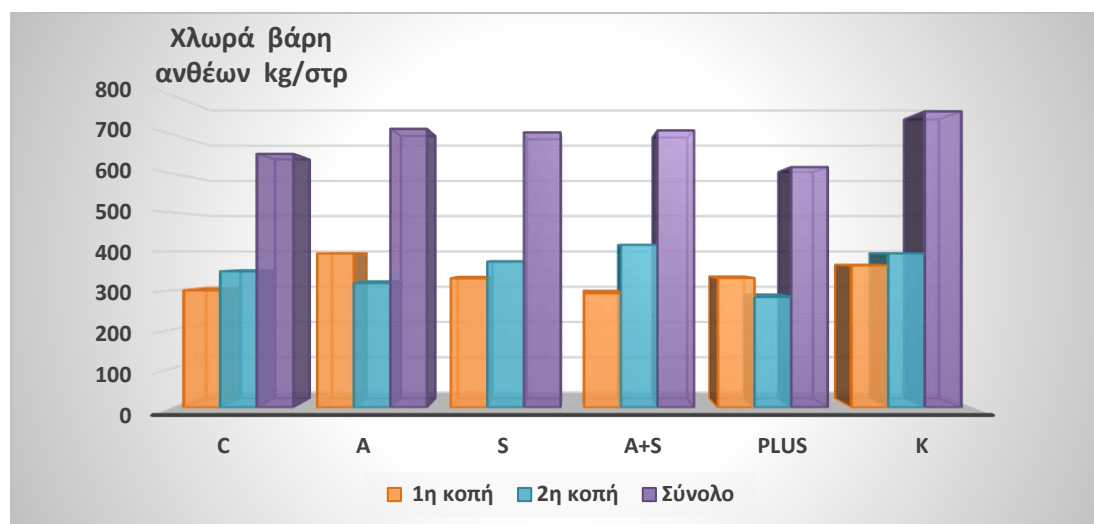
Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1., κατά τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν, φαίνεται για το χλωρό βάρος των ανθέων τόσο της 1^{ης}, όσο και της 2^{ης} κοπής, πως δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν αριθμητικές διαφοροποιήσεις.

Πίνακας 3.1. Μέσοι όροι των μεταχειρίσεων του χλωρού βάρους των ανθέων (kg/στρ).

ΑΠΟΔΩΣΕΙΣ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ ΧΛΩΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ KGR/ΣΤΡ			
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	1 ^Η ΚΟΠΗ	2 ^Η ΚΟΠΗ	ΣΥΝΟΛΟ
C	300	349	650
A	395	319	714
S	331	374	705
A+S	293	417	710
PLUS	332	283	616
K	364	395	759
E.Σ.Δ.05	ns	ns	ns
CV (%)	15,7	25,0	19,2

Όπως διακρίνεται και από το Γράφημα 3.2., κατά την 1^η κοπή οι μεταχειρίσεις A και K, υπερέχουν αριθμητικά έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Στη 2^η κοπή, οι μεταχειρίσεις A+S και K διαφέρουν αριθμητικά από τις υπόλοιπες, με τις δύο προαναφερθείσες να κατέχουν τις μεγαλύτερες τιμές. Είναι απαραίτητο να τονιστεί πως η μεταχείριση (C), δηλαδή ο μάρτυρας του πειράματος, σε καμία από τις δύο κοπές δεν κατέχει τη μικρότερη τιμή απόδοσης. Επιπλέον, παρατηρείται αύξηση των τιμών των μεταχειρίσεων C, S, A+S και K από την 1^η στη 2^η κοπή και πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση A+S παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αύξηση έναντι των υπολοίπων. Από την άλλη, οι μεταχειρίσεις A και PLUS εμφανίζουν μείωση των τιμών τους από την 1^η στη 2^η κοπή, με τη μεταχείριση A να κατέχει τη μεγαλύτερη μείωση στην τιμή της. Όσον αφορά το σύνολο του χλωρού βάρους των ανθέων, στις μεταχειρίσεις A και K παρατηρούνται οι μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Να σημειωθεί για τη μεταχείριση A, πως παρόλο που κατέχει τη δεύτερη μεγαλύτερη τιμή

στο σύνολο του χλωρού βάρους, από την 1^η στη 2^η κοπή η τιμή της παρουσιάζει τη μεγαλύτερη μείωση.



Γράφημα 3.2. Χλωρά βάρη των ανθέων (kg/στρ) για τις έξι διαφορετικές μεταχειρίσεις (C, A, S, A+S, PLUS και K) κατά την 1^η και τη 2^η κοπή και στο σύνολό τους.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Giannoulis *et al.* (2020), παρατηρήθηκε για το μάρτυρα, βάρος χλωρών ανθέων 2840 kg ha^{-1} (284kg/στρ), για τη μεταχείριση Millerplex 3590 kg ha^{-1} (359kg/στρ) και για τη μεταχείριση Amalgerol 3330 kg ha^{-1} (333 kg/στρ). Στην πρώτη περίπτωση, η τιμή του μάρτυρα είναι μικρότερη, σχεδόν η μισή, από την τιμή της μεταχείρισης C (650 kg/στρ) του συνόλου του χλωρού βάρους των ανθέων. Στη δεύτερη περίπτωση, η τιμή της μεταχείρισης Millerplex, που περιέχει τα φύκη *Ascophyllum nodosum* (όπως ακριβώς συμβαίνει και με τη μεταχείριση A), είναι μικρότερη από την τιμή της μεταχείρισης A (714 kg/στρ) του συνόλου του χλωρού βάρους των ανθέων. Στην περίπτωση της μεταχείρισης Amalgerol, που είναι ένας συνδυασμός ορμονών ανάπτυξης με φυσικά έλαια και θαλάσσια φύκη (οι οποίες ορμόνες ανάπτυξης περιέχονται και στη μεταχείριση PLUS), βρέθηκε πως η απόδοσή της σε χλωρά βάρη, είναι σχεδόν η μισή από την τιμή της μεταχείρισης PLUS σε χλωρό βάρος ανθέων (616 kg/στρ) στο σύνολο. Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι η καλλιέργεια της παρούσας εργασίας, λόγω της άρδευσης κατάφερε να ξανανθίσει και να οδηγήσει σε 2^η συγκομιδή. Όσον αφορά τις αποδόσεις σε χλωρό βάρος ανθέων κατά το έτος 2018, δηλαδή κατά την 1^η χρονιά του πειράματος των Giannoulis *et al.* (2020), παρατηρήθηκε για τον μάρτυρα τιμή απόδοσης 3670 kg ha^{-1} (367kg/στρ), η οποία είναι μεγαλύτερη από το την τιμή της μεταχείρισης C (300kg/στρ)

του χλωρού βάρους ανθέων της 1^{ης} κοπής της παρούσας εργασίας. Για τη μεταχείριση Millerplex βρέθηκε απόδοση ίση με 4670 kg ha⁻¹ (467 kg/στρ), ενώ στο παρόν πείραμα η τιμή της αντίστοιχης μεταχείρισης A είναι 395 kg/στρ, δηλαδή μικρότερη. Τέλος, για το έτος 2018, η μεταχείριση Amalgerol ήταν 4330 kg ha⁻¹ (433 kg/στρ) σε χλωρό βάρος ανθέων, ενώ η τιμή της μεταχείρισης PLUS είναι 332 kg/στρ. Παρατηρείται πως, οι τιμές σε χλωρά βάρη των ανθέων της 1^{ης} κοπής της παρούσας εργασίας, είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές του έτους 2018 της μελέτης των Giannoulis *et al.*, (2020). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι οι προαναφερθέντες εφάρμοσαν βιοδιεγέρτες σε τρεις ισοδύναμες δόσεις. Αναφορικά με τις αποδόσεις σε χλωρό βάρος ανθέων κατά το έτος 2019, δηλαδή κατά την 2^η χρονιά του πειράματος των Giannoulis *et al.* (2020), παρατηρήθηκε για τον μάρτυρα τιμή απόδοσης ίση με 2000 kg ha⁻¹ (200 kg/στρ), για τη μεταχείριση Millerplex απόδοση 2500 kg ha⁻¹ (250 kg/στρ) και για τη μεταχείριση Amalgerol απόδοση που ισούται με 2330 kg ha⁻¹ (233 kg/στρ). Αντίστοιχα, οι αποδόσεις σε χλωρό βάρος ανθέων της 1^{ης} κοπής του συγκεκριμένου πειράματος, είναι για τον μάρτυρα C 300 kg/στρ, για τη μεταχείριση A 395 kg/στρ και για τη μεταχείριση PLUS 332 kg/στρ. Είναι εμφανές και για τις τρεις παραπάνω μεταχειρίσεις, πως ξεπερνούν αριθμητικά τις τιμές των αποδόσεων των μεταχειρίσεων του πειράματος των Giannoulis *et al.* (2020), και αυτό μπορεί να συμβαίνει είτε λόγω διαφορετικής περιόδου εφαρμογής των βιοδιεγερτών, είτε ύπαρξης μυκητολογικών ασθενειών της καλλιέργειας των παραπάνω. Επίσης, σε έρευνα των Arabaci & Bayram (2005), Ceylan *et al.* (1996) και Sönmez *et al.* (2018), αναφέρεται πως η ετήσια απόδοση σε χλωρό βάρος ανθέων κυμαίνεται ανάμεσα στις τιμές 2975 και 14990 kg ha⁻¹ (297,5 και 1499 kg/στρ). Τα αποτελέσματα αυτά ταιριάζουν με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας όσον αφορά το σύνολο του χλωρού βάρους των ανθέων (kg/στρ) αλλά και το χλωρό βάρος της 1^{ης} κοπής, με εξαίρεση την τιμή της μεταχείρισης A+S. Όπως αναφέρουν οι Seidler-Lozykowska *et al.* (2014), η μέση απόδοση του χλωρού βάρους των ανθέων της λεβάντας κυμαίνεται από 27,67 έως 102,00 g/m² (ή 27,67 έως 102,00 kg/στρ). Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας δεν συμφωνούν με τα παραπάνω αποτελέσματα, καθώς υπερέχουν κατά πολύ.

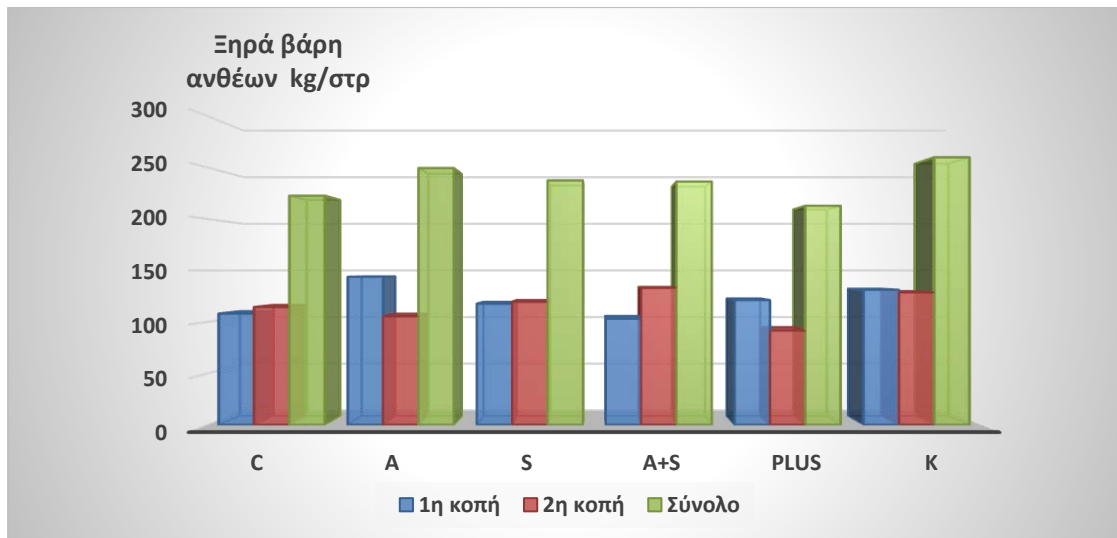
3.3 Ξηρό βάρος

Από τα δεδομένα του Πίνακα 3.2., διακρίνεται πως για το ξηρό βάρος των ανθέων και της 1^{ης} και της 2^{ης} κοπής, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, παρά μόνο αριθμητικές διαφορές.

Πίνακας 3.2. Μέσοι όροι των μεταχειρίσεων του ξηρού βάρους των ανθέων (kg/στρ).

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ KGR/ΣΤΡ			
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	1 ^Η ΚΟΠΗ	2 ^Η ΚΟΠΗ	ΣΥΝΟΛΟ
C	108,1	114,5	222,6
A	143,9	105,5	249,4
S	117,7	119,6	237,4
A+S	103,2	133,1	236,3
PLUS	121,2	91,6	212,8
K	131,2	128,7	259,9
E.Σ.Α.05	ns	ns	ns
CV (%)	16,7	20,9	17,5

Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση της 1^{ης} κοπής φαίνεται και από το Γράφημα 3.3. πως οι μεταχειρίσεις A και K υπερέχουν αριθμητικά συγκριτικά με τις άλλες μεταχειρίσεις. Κατά τη 2^η κοπή, οι τιμές των μεταχειρίσεων A+S και K είναι υψηλότερες σε σχέση με τις τιμές των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Στο διάστημα μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} κοπής, παρατηρείται μια αύξηση των τιμών των μεταχειρίσεων C, S και A+S, με την μεταχείριση A+S να σημειώνει τη μεγαλύτερη αύξηση της τιμής της. Αντίθετα, οι τιμές των μεταχειρίσεων A, PLUS και K μειώνονται από την 1^η στη 2^η κοπή, με τη μεταχείριση A να κατέχει την υψηλότερη μείωση της τιμής της. Για το σύνολο του ξηρού βάρους των ανθέων, οι μεταχειρίσεις A και K υπερτερούν αριθμητικά έναντι των υπολοίπων μεταχειρίσεων. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως, παρότι η μεταχείριση K μειώνεται αριθμητικά από την 1^η στη 2^η κοπή, στο σύνολο του ξηρού βάρους των ανθέων σημειώνει τη μεγαλύτερη τιμή από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για τη μεταχείριση A, η οποία στο σύνολό της κατέχει τη δεύτερη μεγαλύτερη τιμή μετά τη μεταχείριση K.



Γράφημα 3.3. Ξηρά βάρη των ανθέων (kg/στρ) για τις έξι διαφορετικές μεταχειρίσεις (C, A, S, A+S, PLUS και K) κατά την 1^η και τη 2^η κοπή και το σύνολό τους.

Σε μελέτη των Peçanha *et al.* (2021), βρέθηκε βάρος ξηρών φυτών του είδους *L. angustifolia* από 17,8 έως 18,8 g/φυτό, σε διαφορετικές συνθήκες λίπανσης με φώσφορο. Για το παρόν πείραμα, βρέθηκε στην 1^η κοπή ξηρό βάρος ανθέων μεταξύ των μεταχειρίσεων που κυμαίνεται από 25,8 έως 35,975 g/φυτό και στο σύνολο του ξηρού βάρους των ανθέων από 53,2 έως 64,975 g/φυτό και όπως φαίνεται τα ευρήματα αυτά δεν συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης. Σε μία άλλη έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Seidler-Lozykowska *et al.* (2014) σε τέσσερις διαφορετικές τοποθεσίες βιολογικών καλλιεργειών λεβάντας, βρέθηκε απόδοση του ξηρού βάρους ανθέων από 7,83 έως 38,00 g/m² (7,83 έως 38,00 kg/στρ), ενώ στην παρούσα εργασία, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.2 και το Γράφημα 3.2., οι μέσοι όροι των μεταχειρίσεων του ξηρού βάρους των ανθέων (kg/στρ) στο σύνολο των κοπών κυμαίνονται από 212,8 έως 259,9 kg/στρ. Σύμφωνα με τους Dachler & Pelzmann (1999), η απόδοση σε ξηρό άνθος λεβάντας κυμαίνεται ανάμεσα στο εύρος τιμών από 400 έως 1000 kg ha⁻¹ (40 έως 100 kg/στρ), το οποίο δε συμφωνεί με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας. Σε μία άλλη σχετική έρευνα του Kucharski (2010), βρέθηκε απόδοση σε ξηρά άνθη λεβάντας από 300 έως 500 kg ha⁻¹ (30 έως 50 kg/στρ), που είναι πολύ μικρότερη από τα ευρήματά μας. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τους Biesiada *et al.* (2008), η απόδοση του ξηρού βάρους των ανθέων λεβάντας, υπό διαφορετικές δόσεις αζωτούχου λίπανσης, βρέθηκε ότι ήταν 0,98 έως 1,26 kg m⁻² (980 έως 1260 kg/στρ), για το 1^ο έτος του πειράματος και 1,34 έως 1,67 kg m⁻² (1340 έως 1670 kg/στρ), για το δεύτερο έτος του πειράματος. Η συγκεκριμένη μελέτη είναι η μοναδική από όλες τις

προαναφερθείσες, που η απόδοση σε ξηρό βάρος ανθέων ξεπερνά τα ευρήματα της παρούσας εργασίας σχετικά με το ξηρό βάρος ανθέων μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων που εφαρμόστηκαν. Αυτό ενδεχομένως να προκύπτει από το γεγονός ότι, στη μελέτη των Biesiada *et al.* (2008), εφαρμόστηκε άζωτο στην καλλιέργεια. Τέλος, σύμφωνα με τους Sönmez *et al.* (2018), η απόδοση σε ξηρό βάρος ανθέων, την πρώτη χρονιά του πειράματός τους, βρέθηκε ότι είχε ελάχιστη τιμή 1,60 g/φυτό και μέγιστη τιμή 84,70 g/φυτό, ενώ τη δεύτερη χρονιά η απόδοση σε ξηρό βάρος ανθέων κυμαινόταν από 2,90 έως 113,30 g/φυτό. Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε πλήρη συμφωνία με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας, καθώς όπως έχει ήδη αναφερθεί, υπολογίστηκε η απόδοση σε ξηρό βάρος ανθέων κατά την 1^η κοπή από 25,8 έως 35,975 g/φυτό και στο σύνολο των κοπών από 53,2 έως 64,975 g/φυτό.

3.4 Αιθέριο έλαιο

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 3.3., τόσο για την περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο, όσο και για την απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ), δεν σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στο σύνολο των κοπών. Παρατηρούνται μόνο αριθμητικές διαφοροποιήσεις.

Πίνακας 3.3. Μέσοι όροι των μεταχειρίσεων του αιθέριου ελαίου των ανθέων σε περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο και σε απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ).

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ							
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ 1 ^{ΗΣ} ΚΟΠΗΣ				ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ 2 ^{ΗΣ} ΚΟΠΗΣ		ΣΥΝΟΛΟ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ
	ΧΛΩΡΟ	ΑΝΘΟΣ	ΞΗΡΟ	ΑΝΘΟΣ	ΞΗΡΟ	ΑΝΘΟΣ	
	(%)	KG/ΣΤΡ	(%)	KG/ΣΤΡ	(%)	KG/ΣΤΡ	
C	2,59	7,78	4,56	5,13	1,333	1,47	6,61
A	2,67	10,32	5,03	7,33	1,253	1,40	8,73
S	2,72	8,68	5,32	5,98	1,320	1,55	7,53
A+S	2,67	7,60	5,25	5,25	1,307	1,73	6,98
PLUS	2,61	8,25	5,17	5,89	1,200	1,10	6,99
K	2,13	7,68	4,76	6,12	1,200	1,55	7,66
E.Σ.Δ.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	17,3	17,9	18,0	22,6	19,7	30,4	18,5

Συγκεκριμένα, για την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στο χλωρό άνθος της 1^{ης} κοπής, φαίνεται πως η μεταχείριση S υπερέχει αριθμητικά σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις της ίδιας κοπής και έπονται οι μεταχειρίσεις A και A+S, οι οποίες έχουν την ίδια τιμή. Για την απόδοση του αιθέριου ελαίου που αφορά τα χλωρά άνθη της 1^{ης} κοπής, παρατηρείται ότι η μεταχείριση A λαμβάνει την υψηλότερη τιμή της απόδοσης και ακολουθούν οι μεταχειρίσεις S και PLUS, οι οποίες έχουν μικρή αριθμητική διαφορά μεταξύ τους. Το γεγονός ότι η τιμή της μεταχείρισης A, όσον αφορά την απόδοση του αιθέριου ελαίου της (kg/στρ), είναι η μεγαλύτερη από όλες τις υπόλοιπες, είναι αναμενόμενο, καθώς το χλωρό βάρος των ανθέων της στην 1^η κοπή έχει την υψηλότερη τιμή επίσης.

Επιπλέον, οι τιμές των μεταχειρίσεων S και A+S που σχετίζονται με την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερες από

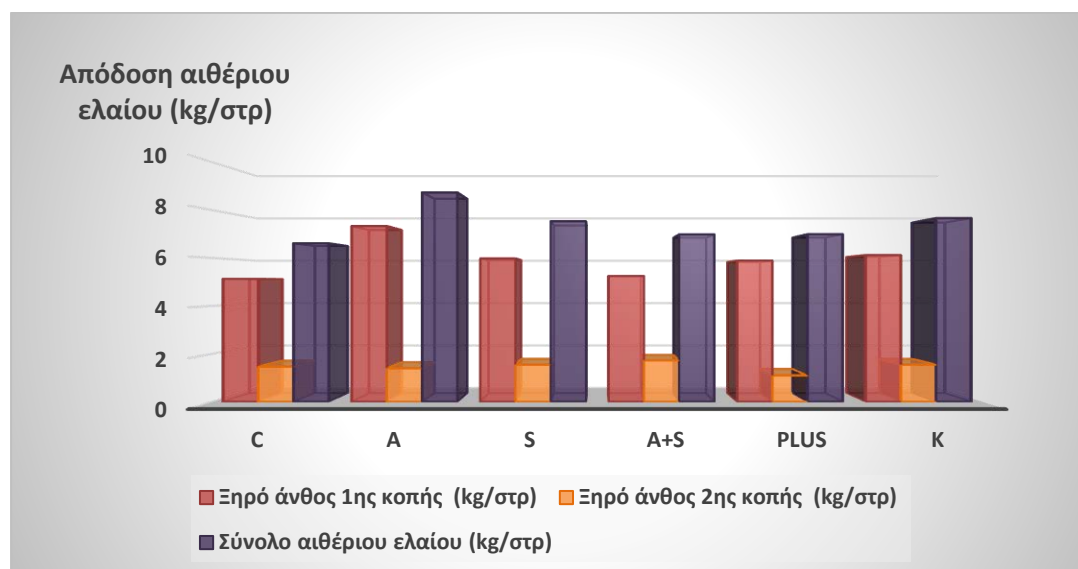
τις τιμές των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται επίσης και στις μεταχειρίσεις A και K για την απόδοση του αιθέριου ελαίου στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής, με τη μεταχείριση A να προηγείται αριθμητικά της K, γεγονός που συνάδει με τα δεδομένα του Πίνακα 3.2, όπου παρατηρήθηκε η μέγιστη τιμή του ξηρού βάρους των ανθέων της 1^{ης} κοπής στη μεταχείριση A.

Για την 1^η κοπή, τόσο στην περίπτωση της απόδοσης του αιθέριου ελαίου σε ξηρό άνθος, όσο και στην περίπτωση της απόδοσης του αιθέριου ελαίου σε χλωρό άνθος, παρατηρείται πως η μεταχείριση A υπερέχει αριθμητικά, και αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στις θετικές επιδράσεις των φυκών και στο χλωρό και ξηρό βάρος των ανθέων της καλλιέργειας, αλλά και στην απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ). Επιπλέον, η περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο του ξηρού άνθους είναι διπλάσια από την περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο του χλωρού άνθους, ενώ η απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ) είναι αριθμητικά μεγαλύτερη στην περίπτωση του χλωρού άνθους.

Ερμηνεύοντας τα δεδομένα της 2^{ης} κοπής, και ειδικότερα για την περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο του ξηρού άνθους, φαίνεται πως οι μεταχειρίσεις C και K έχουν τις μεγαλύτερες τιμές συγκριτικά με τις άλλες μεταχειρίσεις, με τον μάρτυρα (C) να προηγείται αριθμητικά. Για την απόδοση του αιθέριου ελαίου στο ξηρό άνθος, διακρίνεται πως η μεταχείριση A+S υπερέχει αριθμητικά και ακολουθούν οι μεταχειρίσεις S και K, οι οποίες έχουν την ίδια τιμή μεταξύ τους. Για τη 2^η κοπή, φαίνεται πως ο συνδυασμός των σκευασμάτων φυκών και αμινοξέων, τόσο στην απόδοση του αιθέριου ελαίου στο ξηρό άνθος (kg/στρ), όσο και στο ξηρό βάρος των ανθέων (kg/στρ), έχει ευεργετικές ιδιότητες,

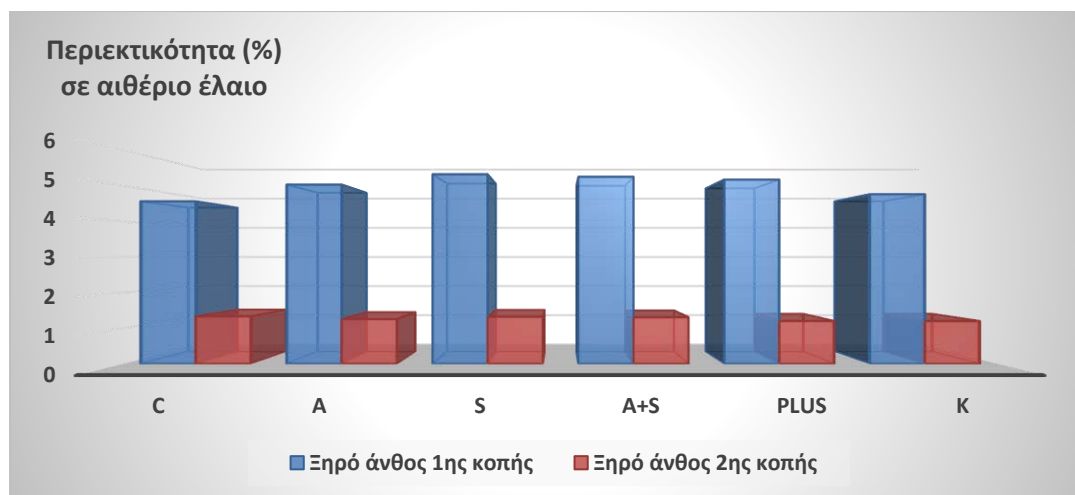
Για τη συνολική απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ) και σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.3. και του Γραφήματος 3.4., διακρίνεται η αριθμητική υπεροχή της τιμής της μεταχείρισης A έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Έπειτα, ακολουθεί η τιμή της μεταχείρισης K. Να σημειωθεί πως η συνολική απόδοση του αιθέριου ελαίου (kg/στρ), προκύπτει από την απόδοση του αιθέριου ελαίου στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής και την απόδοση του αιθέριου ελαίου στο ξηρό άνθος της 2^{ης} κοπής. Διαπιστώνεται ότι η μεταχείριση A κατέχει τη μεγαλύτερη τιμή και στην απόδοση του αιθέριου ελαίου στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής, ενώ η μεταχείριση K έχει τη δεύτερη

μεγαλύτερη τιμή, τόσο κατά την απόδοση του αιθέριου ελαίου στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής, όσο και στην αντίστοιχη της 2^{ης} κοπής (Γράφημα 3.4.).



Γράφημα 3.4. Μεταβολή της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο (kg/στρ) μεταξύ των ξηρών ανθέων της 1^{ης} και της 2^{ης} κοπής, αλλά και τη συνολική παραγωγή σε αιθέριο έλαιο

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο διαφοροποιείται αριθμητικά ανάμεσα στο αιθέριο έλαιο που προέρχεται από το ξηρό άνθος της 1^{ης} πρώτης κοπής και σε αυτό που προέρχεται από το ξηρό άνθος της 2^{ης} κοπής (Γράφημα 3.5.). Παρατηρείται στην περίπτωση του μάρτυρα (C), πως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής είναι τριπλάσια σε σχέση με την αντίστοιχη περιεκτικότητα στο ξηρό άνθος της 2^{ης} κοπής. Για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής τους είναι τετραπλάσια από αυτή που προέρχεται από τη 2^η κοπή. Συγκρίνοντας την απόδοση του αιθέριου ελαίου από το ξηρό άνθος μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} κοπής, φαίνεται πως η απόδοση του μάρτυρα (C) και της μεταχείρισης A+S από τα ξηρά άνθη της 1^{ης} κοπής είναι τριπλάσια από την αντίστοιχη απόδοση κατά τη 2^η κοπή. Ομοίως, οι αποδόσεις των αιθέριων ελαίων των μεταχειρίσεων A, PLUS και S, K των ξηρών ανθέων στην 1^η κοπή είναι πενταπλάσιες και τετραπλάσιες, αντίστοιχα, από τις αποδόσεις των αιθέριων ελαίων στα ξηρά άνθη της 2^{ης} κοπής.



Γράφημα 3.5. Μεταβολή της περιεκτικότητας (%) σε αιθέριο έλαιο ανάμεσα στα ξηρά άνθη της 1^{ης} κοπής και τα ξηρά άνθη της 2^{ης} κοπής

Σύμφωνα με τους Giannoulis *et al.* (2020), η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο της *L. angustifolia* σε χλωρά άνθη, σε πείραμα που έλαβε χώρα κατά το διάστημα 2018-2019, στη μεταχείριση του μάρτυρα, βρέθηκε πως ήταν 2,5%, της οποίας η τιμή είναι ελάχιστα μικρότερη από την τιμή της μεταχείρισης C (2,59%) κατά τη 1^η κοπή του χλωρού άνθους της παρούσας εργασίας. Στην ίδια μελέτη οι Giannoulis *et al.* (2020), αναφέρουν ότι για τη μεταχείριση Millerplex, που περιέχει τα φύκη *Ascophyllum nodosum*, βρέθηκε περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 2,7%, η οποία είναι λίγο μεγαλύτερη από την περιεκτικότητα της μεταχείρισης A (2,67%) για τα χλωρά άνθη, ενώ για τη μεταχείριση Amalgerol, που είναι ένας συνδυασμός ορμονών ανάπτυξης με φυσικά έλαια και θαλάσσια φύκη, βρέθηκε περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 3,1%, που ξεπερνά την τιμή της περιεκτικότητας της μεταχείρισης PLUS (2,61%). Όπως αναφέρουν οι Hassiotis *et al.* (2014), σε σχετική μελέτη τους που έλαβε χώρα στο Κάτω Σχολάρι και σε μία περιοχή κοντά στο Κιλκίς, η περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο του χλωρού άνθους του είδους *L. angustifolia* κυμαίνεται μεταξύ 2,19 έως 4,45% και 2,9 έως 4,6%, αντίστοιχα. Στο εύρος της διακύμανσης της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο από το χλωρό άνθος που προκύπτει από την έρευνα στο Κάτω Σχολάρι, περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας σχετικά με την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του χλωρού άνθους, με εξαίρεση τη μεταχείριση K (2,13%). Αντίθετα, τα αποτελέσματα της μελέτης στην περιοχή κοντά στο Κιλκίς δεν συμφωνούν με τα αποτελέσματα που προέκυψαν σχετικά με την περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο του χλωρού άνθους. Στη μελέτη των Sönmez *et al.* (2018), βρέθηκε περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο από ξηρό άνθος, που κυμαινόταν για την πρώτη

χρονιά, μεταξύ των τιμών 0,07-4,58% και για τη δεύτερη χρονιά του πειράματος από 0,05-3,55%. Τα αποτελέσματα τόσο της πρώτης, όσο και της δεύτερης χρονιάς είναι σε συμφωνία με τις τιμές της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο ξηρού άνθους της 2^{ης} κοπής, ενώ στο εύρος τιμών της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο της πρώτης χρονιάς περιλαμβάνεται και η περιεκτικότητα της μεταχείρισης C του ξηρού άνθους της 1^{ης} κοπής. Σε μία άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Dahn *et al.* (2013), βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο στο ξηρό άνθος είναι 4,57%, απουσία λιπασμάτων και άρδευσης της καλλιέργειας. Η συγκεκριμένη τιμή είναι πολύ κοντά με την τιμή της μεταχείρισης του μάρτυρα (C) (4,56%) στο ξηρό άνθος της 1^{ης} κοπής. Σύμφωνα με τους Baytop (1999), Ceylan (1997), Wagner (1980) και Wichtl (1971), η περιεκτικότητα της λεβάντας σε αιθέριο έλαιο κυμαίνεται από 0,5 έως 1,5%. Επίσης, αναφέρεται από τους Renaud *et al.* (2001), ότι η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στο ξηρό άνθος λεβάντας κυμαίνεται από 2,8 έως 5,0%, εύρος τιμών στο οποίο περιλαμβάνονται οι περιεκτικότητες των μεταχειρίσεων C και K. Οι Chrysargyris *et al.* (2016), αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα (%) σε αιθέριο έλαιο της *L. angustifolia* στο ξηρό άνθος του φυτού κυμαινόταν μεταξύ 3,01 και 4,07%, κάτω από διαφορετικές συνθήκες έλλειψης νερού. Τα ευρήματα αυτά δε συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Οι Nurzyńska-Wierdak & Zawislak (2016), βρήκαν πως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του ξηρού άνθους του φυτού ήταν 3,2%. Ωστόσο, η τιμή αυτή δεν συνάδει με τις τιμές της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο του ξηρού άνθους της παρούσας εργασίας. Οι Ceylan *et al.* (1988) βρήκαν εύρος τιμών περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο 1,26-3,14%, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται οι τιμές των μεταχειρίσεων C, S και A+S όσον αφορά την περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο ξηρού άνθους της 2^{ης} κοπής. Σε μια σχετική έρευνα που έλαβε χώρα στην Άγκυρα της Τουρκίας και πραγματοποιήθηκε από τους Kirimer *et al.* (2017), βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν μεταξύ 0,7 έως 2,6%. Το εύρος των τιμών αυτών συμφωνεί απόλυτα με τα ευρήματα των τιμών των μεταχειρίσεων της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο σε ξηρό άνθος κατά την 2^η κοπή. Τέλος, οι Duda *et al.* (2015), υπολόγισαν εύρος τιμών της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο 1-6%, το οποίο βρίσκεται σε συμφωνία με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης.

3.5 Οικονομικά στοιχεία

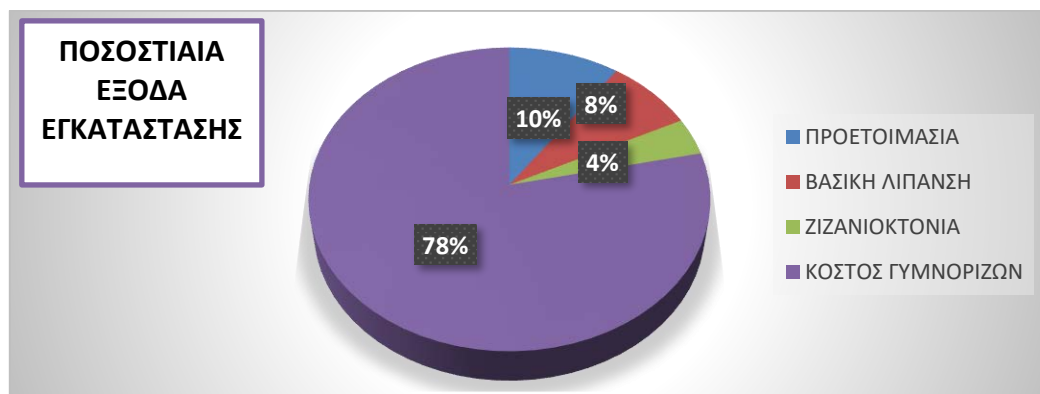
Τα οικονομικά στοιχεία της παρούσας εργασίας λήφθηκαν από τα τιμολόγια προμήθειας των απαιτούμενων υλικών-εξοπλισμού, από τις βάσεις δεδομένων τιμών του απαιτούμενου εξοπλισμού που διατέθηκε από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, από τις πληρωμές των εργασιών και από τον υπολογισμό-εκτίμηση του κόστους προσωπικής εργασίας εκπόνησης του συγκεκριμένου πειράματος. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.4. Συνολικά έξοδα της καλλιέργειας *L. angustifolia*

ΕΞΟΔΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ			
ΕΞΟΔΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	€/ΣΤΡ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	€/ΣΤΡ
ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ	25	ΕΡΓΑΤΙΚΑ – ΣΚΑΛΙΣΜΑΤΑ	60
ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	20	ΛΙΠΑΝΣΗ	15
ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΙΑ	10	ΑΡΔΕΥΣΗ	15
ΚΟΣΤΟΣ ΓΥΜΝΟΡΙΖΩΝ	200	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	30
ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΟΛΑ	255	ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΟΛΑ	120
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΤΗΣ 1^{ΗΣ} ΧΡΟΝΙΑΣ (ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΕΞΟΔΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ)	375		
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ/ΕΤΟΣ (1^Η – 7^Η ΧΡΟΝΙΑ)	120		
ΣΥΝΟΛΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	1095		

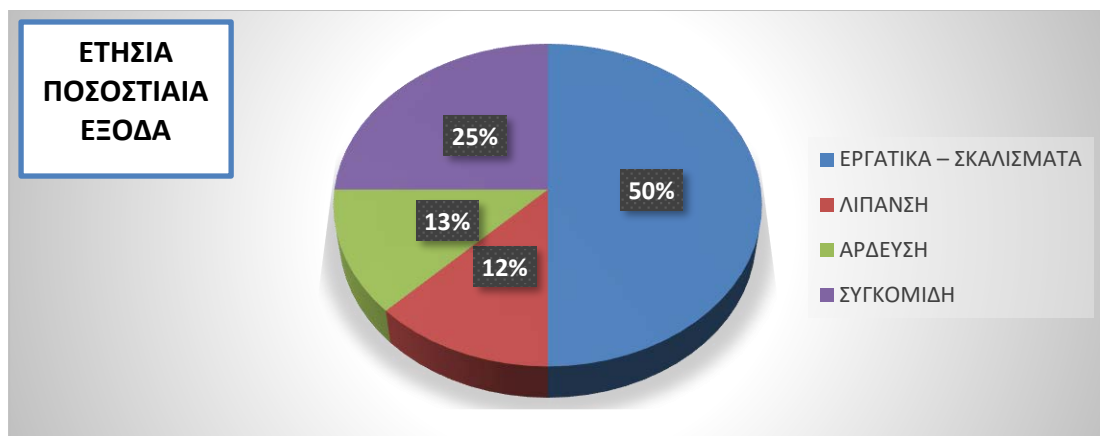
Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.4., τα έξοδα εγκατάστασης για την προετοιμασία της καλλιέργειας ανέρχονται στα 25€/στρ, η βασική λίπανση στα 20€/στρ, η ζιζανιοκτονία στα 10€/στρ και το κόστος των γυμνόριζων φτάνει τα 200€/στρ. Στα ετήσια έξοδα της καλλιέργειας συγκαταλέγονται τα εργατικά-σκαλίσματα (60€/στρ), η λίπανση (15€/στρ), η άρδευση (15€/στρ) και η συγκομιδή (30€/στρ). Φαίνεται από το Γράφημα

3.6., ότι τα γυμνόριζα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό εξόδων κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας (78%).



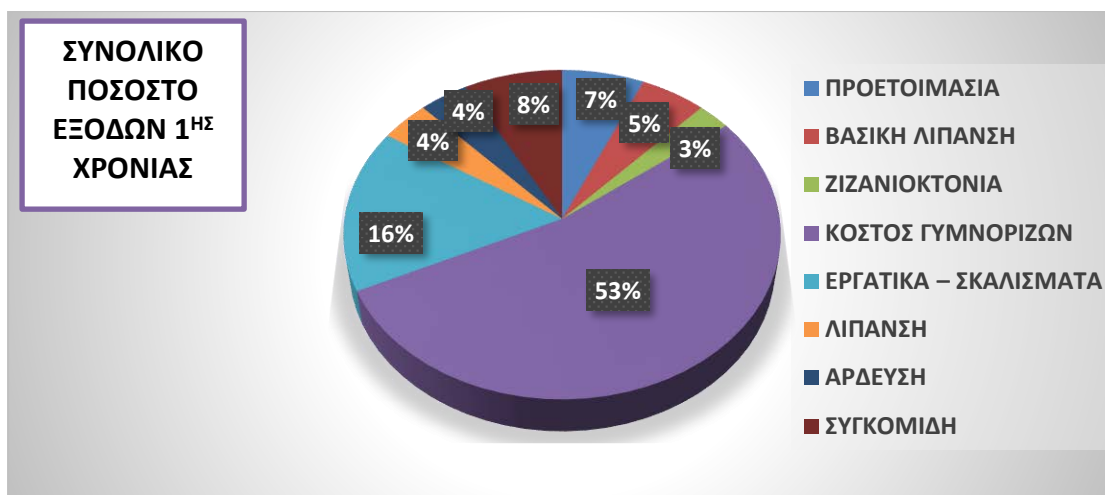
Γράφημα 3.6. Ποσοστό εξόδων εγκατάστασης της καλλιέργειας

Στα ετήσια έξοδα της καλλιέργειας, τα εργατικά-σκαλίσματα κατέχουν το υψηλότερο ποσοστό εξόδων, και έπειτα ακολουθεί το κόστος συγκομιδής, που απαιτεί τα μισά έξοδα από τα εργατικά-σκαλίσματα (Γράφημα 3.7.).



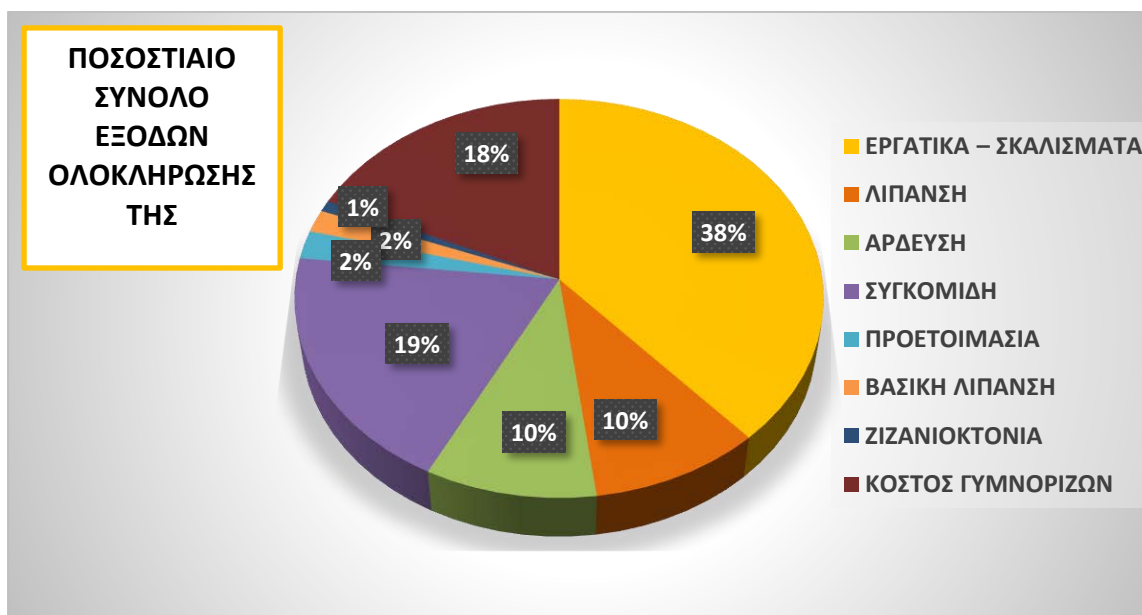
Γράφημα 3.7. Ποσοστό ετήσιων εξόδων της καλλιέργειας

Στα συνολικά έξοδα της καλλιέργειας της 1^{ης} χρονιάς (συμπεριλαμβανομένων των εξόδων εγκατάστασης) κυριαρχούν τα έξοδα των γυμνόριζων και των εργατικών-σκαλισμάτων (Γράφημα 3.8.).



Γράφημα 3.8. Συνολικό ποσοστό εξόδων της καλλιέργειας κατά την 1^η χρονιά

Αναφέρεται πως στα συνολικά έξοδα της 1^{ης} χρονιά της καλλιέργειας, περιλαμβάνονται τα επιμέρους σύνολα των εξόδων εγκατάστασης και των ετήσιων εξόδων (Πίνακας 3.4.). Όσον αφορά τα συνολικά έξοδα της καλλιέργειας, όπως φαίνεται και από το Γράφημα 3.9., το μεγαλύτερο ποσοστό των εξόδων καταλαμβάνουν τα εργατικά-σκαλίσματα (38%), ακολουθούν τα έξοδα συγκομιδής (19%) και η άρδευση (10%) και λίπανση (10%).



Γράφημα 3.9. Ποσοστιαίο σύνολο εξόδων ολοκλήρωσης της καλλιέργειας (1^η – 7^η χρονιά)

Στον συγκεντρωτικό Πίνακα 3.5., φαίνονται στα έσοδα, η απόδοση της διετούς καλλιέργειας λεβάντας, η τιμή μονάδας πώλησης που λήφθηκε ύστερα από αναζήτηση δεδομένων της εγχώριας αγοράς και η αξία πώλησης, η οποία προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της απόδοσης και της τιμής μονάδας πώλησης. Επίσης, φαίνονται τα έξοδα της εγκατάστασης και της διετούς καλλιέργειας και το κέρδος, το οποίο προκύπτει αν από τα έσοδα της καλλιέργειας αφαιρεθούν τα έξοδά της.

Πίνακας 3.5. Συγκεντρωτικός πίνακας οικονομικών στοιχείων καλλιέργειας

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑΣ			
<u>ΕΣΟΔΑ</u> ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΗ 2 ^Η ΧΡΟΝΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ (KG/ΣΤΡ)	ΔΡΟΓΗ	ΕΛΑΙΟ	
	218,5	40	
ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΩΛΗΣΗΣ (€/KG)	4,14	30	
ΑΞΙΑ ΠΩΛΗΣΗΣ (€/ΣΤΡ)	905	1200	
ΕΞΟΔΑ (ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΕΤΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ) (€/ΣΤΡ)	50	45	
ΚΕΡΔΟΣ (€/ΣΤΡ)	855	1155	

Στον Πίνακα 3.6. αποτυπώνονται η απόδοση της δρόγης του μάρτυρα (C), ως σημείο αναφοράς, έπειτα οι διαφορές των αποδόσεων με τη χρήση των βιοδιεγερτών, A-C, S-C, (A+S)-C, PLUS-C και K-C, καθώς και οι διαφορές στη συνολική αξία, χρησιμοποιώντας την τιμή μονάδα πώλησης της δρόγης 4,14 €/στρ, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω. Επίσης, αποτυπώνονται τα κόστη των μεταχειρίσεων και στη συνέχεια προκύπτει το κέρδος ανά στρέμμα, που είναι αποτέλεσμα της αφαίρεσης του συνολικού

κόστους από τη συνολική αξία των μεταχειρίσεων. Τέλος, υπολογίστηκε η απόδοση κέρδους αξίας κάθε μεταχείρισης στο προϊόν της δρόγης, ως ποσοστό (%), διαιρώντας το κέρδος για κάθε διαφορά απόδοσης κάθε μεταχείρισης με τη συνολική αξία του μάρτυρα (C).

Πίνακας 3.6. Οικονομικά στοιχεία βιοδιεγερτών για δρόγη

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΡΟΓΗΣ							
ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΩΝ	ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ		ΚΟΣΤΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ				
	ΔΡΟΓΗ (KG/ΣΤΡ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ (€/ΣΤΡ)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (mL/ΣΤΡ)	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ (€/L)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€/ΣΤΡ)	ΚΕΡΔΟΣ (€/ΣΤΡ)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΕΡΔΟΥΣ ΑΞΙΑΣ (%)
C	222,6	921,56	-	-	-	-	-
A-C	26,8	110,95	150	14,52	2,18	108,77	(A-C):C 11,8%
S-C	14,8	61,27	150	10	1,5	59,77	(S-C):C 6,5%
(A+S)-C	13,7	56,72	150	24,52	3,68	53,04	(A+S-C):C 5,8%
PLUS-C	-9,8	-40,57	100	50	5	-45,57	(PLUS-C):C -4,9%
K-C	37,3	154,42	150	15	2,25	152,17	(K-C):C 16,5%

Τη μεγαλύτερη απόδοση κέρδους αξίας, όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 3.6., έχει ο βιοδιεγέρτης K (16,5%) και έπεται ο βιοδιεγέρτης A (11,8%). Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί, ότι ο βιοδιεγέρτης PLUS, τόσο στην απόδοση δρόγης όσο και στην απόδοση κέρδους αξίας, λαμβάνει αρνητικές τιμές. Από αυτό το αποτέλεσμα συμπεραίνεται ότι δεν προσδίδει αύξηση ούτε στην παραγωγή της δρόγης, αλλά ούτε και στο κέρδος, μάλιστα μειώνει την παραγωγή. Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί άσκοπη η εφαρμογή του βιοδιεγέρτη PLUS στην καλλιέργεια λεβάντας για την παραγωγή δρόγης.

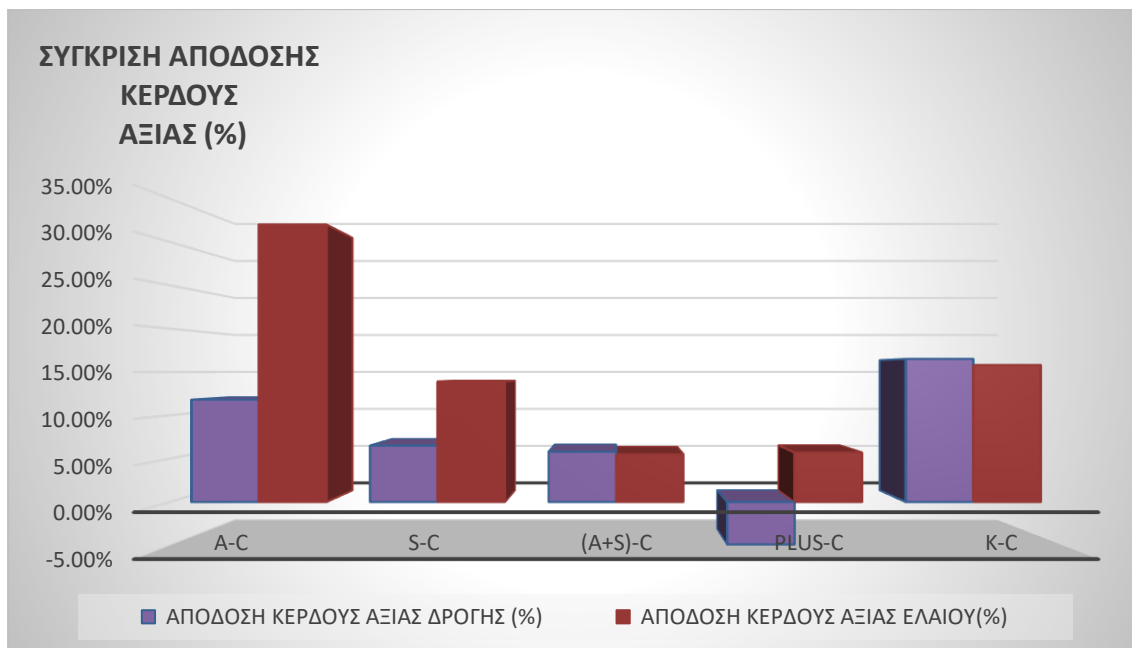
Στον Πίνακα 3.7., παρουσιάζονται η απόδοση του ελαίου του μάρτυρα C, ως σημείο αναφοράς, ύστερα οι διαφορές των αποδόσεων με τη χρήση των βιοδιεγερτών, A-C, S-C, (A+S)-C, PLUS-C και K-C, καθώς και οι διαφορές στη συνολική αξία, χρησιμοποιώντας την τιμή μονάδα πώλησης του ελαίου 800 €/στρ, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Επίσης, αποτυπώνονται τα κόστη των μεταχειρίσεων και στη συνέχεια προκύπτει το κέρδος ανά στρέμμα, που είναι αποτέλεσμα της αφαίρεσης του συνολικού κόστους από τη συνολική αξία των μεταχειρίσεων. Τέλος, υπολογίστηκε η απόδοση κέρδους αξίας του ελαίου, ως ποσοστό (%), διαιρώντας το κέρδος για κάθε διαφορά απόδοσης κάθε μεταχείρισης με τη συνολική αξία του μάρτυρα (C).

Πίνακας 3.7. Οικονομικά στοιχεία βιοδιεγερτών για αιθέριο έλαιο

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ							
ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΩΝ	ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ		ΚΟΣΤΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ				
	ΕΛΑΙΟ (KG/ΣΤΡ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ (€/ΣΤΡ)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (mL/ΣΤΡ)	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ (€/L)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€/ΣΤΡ)	ΚΕΡΔΟΣ (€/ΣΤΡ)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΕΡΔΟΥΣ ΑΞΙΑΣ (%)
C	6,61	5288	-	-	-	-	-
A-C	2,12	1696	150	14,52	2,18	1693,82	(A-C):C 32%
S-C	0,92	736	150	10	1,5	734,5	(S-C):C 13,9%
(A+S)-C	0,37	296	150	24,52	3,68	292,32	(A+S-C):C 5,5%
PLUS-C	0,38	304	100	50	5	299	(PLUS-C):C 5,7%
K-C	1,05	840	150	15	2,25	837,75	(K-C):C 15,8%

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3.7., την υψηλότερη απόδοση κέρδους αξίας έχει ο βιοδιεγέρτης A (32%) και ακολουθεί ο βιοδιεγέρτης K (15,8%). Οι δύο αυτές μεταχειρίσεις, και ιδιαίτερα ο βιοδιεγέρτης A, προσδίδουν τη μεγαλύτερη αύξηση στην απόδοση του ελαίου, αλλά και στο τελικό κέρδος της καλλιέργειας λεβάντας.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, τα στοιχεία από τους παραπάνω πίνακες, προκύπτει από το Γράφημα 3.10., πως στην περίπτωση καλλιέργειας λεβάντας για την μέγιστη απόδοση δρόγης, αλλά και την αύξηση του κέρδους, ο βιοδιεγέρτης που δίνει το άριστο αποτέλεσμα είναι ο Κ, δηλαδή το σκεύασμα από εκχύλισμα φυκών του είδους *Ecklonia maxima*. Στην περίπτωση της καλλιέργειας λεβάντας για την μέγιστη παραγωγή αιθέριου ελαίου, προκύπτει πως ο βιοδιεγέρτης που δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα είναι ο Α, δηλαδή το σκεύασμα από εκχύλισμα φυκών *Ascophyllum nodosum*. Από το σύνολο των σκευασμάτων βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν στην καλλιέργεια λεβάντας 2^{ου} έτους, προκύπτει πως τα σκευάσματα που περιείχαν τα φύκη (είτε του είδους *Ecklonia maxima*, στην περίπτωση του Κ βιοδιεγέρτη, είτε του είδους *Ascophyllum nodosum* στην περίπτωση του Α βιοδιεγέρτη) είναι τα πιο συμφέροντα οικονομικά, καθότι αποφέρουν τη μεγαλύτερη παραγωγή, άρα και το υψηλότερο κέρδος στην καλλιέργεια. Παρατηρείται, επίσης, πως η απόδοση κέρδους αξίας (%) της καλλιέργειας λεβάντας για την παραγωγή ελαίου, είναι υψηλότερη μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν, συγκριτικά με την απόδοση κέρδους αξίας (%) της καλλιέργειας λεβάντας που προορίζεται μόνο για παραγωγή δρόγης. Εξαιρέση αποτελεί η περίπτωση εφαρμογής του βιοδιεγέρτη Κ, κατά την οποία τη μεγαλύτερη απόδοση κέρδους αξίας (%) έχει η καλλιέργεια που προορίζεται για παραγωγή δρόγης, χωρίς αυτό να αναιρεί την εξίσου υψηλή απόδοση κέρδους αξίας του ελαίου (Γράφημα 3.10.). Επομένως, η καλλιέργειας λεβάντας για την παραγωγή αιθέριου ελαίου θεωρείται προσοδοφόρα. Τέλος, η καλλιέργεια λεβάντας που προορίζεται για μοναδικό προϊόν παραγωγής τη δρόγη, όπως φαίνεται και από το Γράφημα 3.10., έχει στις περισσότερες περιπτώσεις, τις μικρότερες τιμές απόδοσης κέρδους αξίας (%) μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν, και ειδικά στην περίπτωση εφαρμογής του βιοδιεγέρτη PLUS, όχι απλά δεν επέφερε αύξηση της παραγωγής, αλλά μείωσε σημαντικά την απόδοση κέρδους αξίας.



Γράφημα 3.10. Απόδοση κέρδους αξίας (%) για τις διαφορές των βιοδιαθεγερτών A-C, S-C, (A+S)-C, PLUS-C και K-C, στην περίπτωση καλλιέργειας για παραγωγή δρόγης και στην περίπτωση παραγωγής αιθέριου ελαίου

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας οδηγούν στα συμπεράσματα ότι, από το σύνολο των σκευασμάτων βιοδιαθεγερτών που εφαρμόστηκαν στην καλλιέργεια λεβάντας 2^{ου} έτους, τα σκευάσματα που περιέχουν φύκη (είτε του είδους *Ecklonia maxima*, στην περίπτωση του K βιοδιαθεγέρτη, είτε του είδους *Ascophyllum nodosum* στην περίπτωση του A βιοδιαθεγέρτη) είναι τα πιο προσοδοφόρα, καθότι αποφέρουν τη μεγαλύτερη παραγωγή, άρα και το υψηλότερο κέρδος στην καλλιέργεια, είτε αυτή προορίζεται μόνο για παραγωγή δρόγης, είτε μόνο για παραγωγή αιθέριου ελαίου. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή του βιοδιαθεγέρτη A στην περίπτωση καλλιέργειας λεβάντας με μοναδικό προϊόν το έλαιο, βρέθηκε πως είναι τρεις φορές, περίπου, πιο αποτελεσματική (τόσο από οικονομικής άποψης, όσο και από θέμα παραγωγής) στα τελικά προϊόντα (αύξηση κατά 32%), σε σχέση με την εφαρμογή του βιοδιαθεγέρτη K

στην αντίστοιχη περίπτωση (αύξηση κατά 16%). Αντίθετα, η εφαρμογή του βιοδιεγέρτη Α στην καλλιέργεια λεβάντας που προορίζεται για δρόγη είναι λιγότερο αποτελεσματική στο τελικό προϊόν (αύξηση κατά 11,8%) συγκριτικά με την εφαρμογή του βιοδιεγέρτη Κ (αύξηση κατά 16,5%). Ακολουθούν, κατά φθίνουσα σειρά απόδοσης κέρδους αξίας, οι βιοδιεγέρτες S (από φυτικά αμινοξέα, με κυρίαρχα τα γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ), Α+S και τέλος ο βιοδιεγέρτης PLUS, που περιέχει ασβέστιο ευκόλως αφομοιώσιμο, για την επίτευξη της φυσιολογικής ισορροπίας των φυτών. Ειδικά ο βιοδιεγέρτης PLUS, όχι απλά βρέθηκε να έχει τη χαμηλότερη απόδοση κέρδους αξίας, αλλά στην περίπτωση της καλλιέργειας λεβάντας για την παραγωγή δρόγης μείωσε σημαντικά την απόδοση κέρδους αξίας (μείωση κατά -4,90%), δηλαδή επέφερε ζημία.

Προκύπτει, επίσης, πως ανεξαρτήτου βιοδιεγέρτη, την υψηλότερη απόδοση κέρδους αξίας έχει η καλλιέργεια λεβάντας που προορίζεται μόνο για παραγωγή αιθέριου ελαίου, εκτός από την περίπτωση εφαρμογής του βιοδιεγέρτη Κ, κατά την οποία τη μεγαλύτερη απόδοση κέρδους αξίας έχει η καλλιέργεια που προορίζεται για παραγωγή δρόγης (αύξηση κατά 16,5%). Αυτό, ωστόσο, δεν αναιρεί την εξίσου υψηλή τιμή απόδοσης κέρδους αξίας της καλλιέργειας λεβάντας με μοναδικό προϊόν το έλαιο (αύξηση κατά 16%), καθιστώντας την ιδιαίτερα κερδοφόρα. Τέλος, η καλλιέργεια λεβάντας που προορίζεται για μοναδικό προϊόν παραγωγής τη δρόγη, έχει στις περισσότερες περιπτώσεις, τις μικρότερες τιμές απόδοσης κέρδους αξίας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν, και ειδικά στην περίπτωση εφαρμογής του βιοδιεγέρτη PLUS, όπως προαναφέρθηκε, όχι απλά δεν επέφερε αύξηση της παραγωγής, αλλά μείωσε σημαντικά την απόδοση κέρδους αξίας.

Συμπερασματικά, φαίνεται πως η χρήση των προαναφερθέντων σκευασμάτων βιοδιεγερτών που περιέχουν φύκια, επιδρά θετικά, τόσο στη στρεμματική απόδοση της δρόγης, όσο και τη στρεμματική απόδοση του αιθέριου ελαίου συγκριτικά με τα υπόλοιπα σκευάσματα, καθώς συμβάλλουν στην αύξηση της παραγωγής τους. Παράλληλα, μεγιστοποιούν το συνολικό κέρδος της καλλιέργειας λεβάντας, και επομένως την καθιστούν μια δυναμική καλλιέργεια με μακροπρόθεσμες προοπτικές για την ελληνική οικονομία.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Abdelfattah, A., Ali, S. S., Ramadan, H., El-Aswar, E. I., Eltawab, R., Ho, S.-H., Elsamahy, T., Li, S., El-Sheekh, M. M., Schagerl, M., Kornaros, M., & Sun, J. (2023). Microalgae-based wastewater treatment: Mechanisms, challenges, recent advances, and future prospects. *Environmental Science and Ecotechnology*, 13, 100205. <https://doi.org/10.1016/j.esec.2022.100205>
- Abou Chehade, L., Al Chami, Z., De Pascali, S. A., Cavoski, I., & Fanizzi, F. P. (2018). Biostimulants from food processing by-products: agronomic, quality and metabolic impacts on organic tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(4), 1426–1436. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8610>
- Adam, K. L., & Rittenhouse, T. (2018). *A program of the National Center for Appropriate Technology • 1-800-346-9140 • www.attra.ncat.org Lavender Production, Markets, and Agritourism. www.ncat.org*
- Adaszyńska-Skwirzyńska, M., & Szczerbińska, D. (2017). Use of essential oils in broiler chicken production - A review. *Annals of Animal Science*, 17(2), 317–335. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0046>
- Adaszyńska-Skwirzyńska, M., & Szczerbińska, D. (2019). The effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil as a drinking water supplement on the

- production performance, blood biochemical parameters, and ileal microflora in broiler chickens. *Poultry Science*, 98(1), 358–365. <https://doi.org/10.3382/ps/pey385>
- Ajeng, A. A., Rosli, N. S. M., Abdullah, R., Yaacob, J. S., Qi, N. C., & Loke, S. P. (2022a). Resource recovery from hydroponic wastewaters using microalgae-based biorefineries: A circular bioeconomy perspective. *Journal of Biotechnology*, 360, 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.10.011>
- Ajeng, A. A., Rosli, N. S. M., Abdullah, R., Yaacob, J. S., Qi, N. C., & Loke, S. P. (2022b). Resource recovery from hydroponic wastewaters using microalgae-based biorefineries: A circular bioeconomy perspective. *Journal of Biotechnology*, 360, 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.10.011>
- AKÇAY, S., TUNALI, S. P., GÜRBÜZ, T., & DAĞDELEN, N. (2023). DETERMINATION OF OPTIMAL DEFICIT IRRIGATION STRATEGIES FOR YIELD AND YIELD COMPONENTS OF LAVENDER (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.) IN SEMI-ARID CONDITIONS. *Applied Ecology and Environmental Research*, 21(6), 6023–6039. https://doi.org/10.15666/aeer/2106_60236039
- Akgül, D. T., Göğüş, N., Glaue, Ş., Akcan, T. (2019): Edible flower: lavender. – In: Proceedings of the 4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress, 20-22 April, Afyonkarahisar, Turkey, pp. 723-727.
- AL-Garallaa, K. (2021). *Phytochemical and biological strategies to improve essential oils* *Phytochemical and biological strategies to improve essential oils content in lavender content in lavender*. <https://scholarsjunction.msstate.edu/td>
- Alvarez, A. L., Weyers, S. L., Goemann, H. M., Peyton, B. M., & Gardner, R. D. (2021). Microalgae, soil and plants: A critical review of microalgae as renewable resources for agriculture. *Algal Research*, 54, 102200. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102200>
- An, M., Haig, T., & Hatfield, P. (2001). On-site field sampling and analysis of fragrance from living Lavender (*Lavandula angustifolia* L.) flowers by solid-phase microextraction coupled to gas chromatography and ion-trap mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 917(1–2), 245–250. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00657-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00657-4)
- Andrade, L. B., Echeverrigaray, S., Fracaro, F., Pauletti, G. F., & Rota, L. (1999). The effect of growth regulators on shoot propagation and rooting of common lavender (*Lavandula vera* DC). In *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* (Vol. 56).
- Aqeel, U., Aftab, T., Khan, M. M. A., & Naeem, M. (2023). Regulation of essential oil in aromatic plants under changing environment. *Journal of Applied Research on*

- Arabaci, O. and E. Bayram. 2005. Effect of plant density and nitrogen fertilizers on some agronomic and quality characteristics of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) under the ecological conditions of Aydın. ADU. J. Agr. Fac., 2 (2): 13-19.
- Arabaci, O. and A. Ceylan. 1990. Researches on yield and ontogenetical variability of some perfume plants (*Lavandula angustifolia* Mill., *Melissa officinalis* L., *Salvia sclarea* L.). Journ.E.U. Sci. Fac., 1(1): 233-236.
- Atalay, A.T. 2008. Effects of different doses of some organic and inorganic nitrogen fertilizers on yield and quality of lavender (*L. angustifolia* Mill.) under the ecological conditions of Konya. Selçuk Uni. Fac.Sci., Dept. Field Crops, MSc Thesis, pp. 1-46.
- Babatabar Darzi, H., Vahedian-Azimi, A., Ghasemi, S., Ebadi, A., Sathyapalan, T., & Sahebkar, A. (2020). The effect of aromatherapy with rose and lavender on anxiety, surgical site pain, and extubation time after open-heart surgery: A double-center randomized controlled trial. *Phytotherapy Research*, 34(10), 2675–2684. <https://doi.org/10.1002/ptr.6698>
- Başaran, N. (n.d.). *Bringing Lavander to Economy in Rural Development and Rural Tourism Scope*. www.nobel.gen.tr
- Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., & Ulbricht, C. (2004a). Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 4(2), 63–78. https://doi.org/10.1080/J157v04n02_07
- Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., & Ulbricht, C. (2004b). Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 4(2), 63–78. https://doi.org/10.1080/J157v04n02_07
- Baytop, T. (1999). Healing with plants in Turkey. Past and present) Second edition, Nobel Medical Publishing House, Istanbul, 1-480.
- Biesiada, A., Sokół-Łętowska, A., & Kucharska, A. (2008). The effect of nitrogen fertilization on yielding and antioxidant activity of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 7(2), 33-40.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., & Ferrante, A. (2015). Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.964649>
- Calicioglu, O., & Demirer, G. N. (2022). Role of microalgae in circular economy. In *Integrated Wastewater Management and Valorization Using Algal Cultures* (pp. 1–12). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85859-5.00003-8>

- Castro-Vázquez, L., Leon-Ruiz, V., Alañon, M. E., Pérez-Coello, M. S., & González-Porto, A. V. (2014). Floral origin markers for authenticating Lavandin honey (*Lavandula angustifolia* x *latifolia*). Discrimination from Lavender honey (*Lavandula latifolia*). *Food Control*, 37, 362–370. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.003>
- Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2002). Biological activities of Lavender essential oil. *Phytotherapy Research*, 16(4), 301–308. <https://doi.org/10.1002/ptr.1103>
- Ceylan, A. 1997. Medicinal Plants II (Essential oil plants). E.U.J. Fac. Agri. Pub. I. No: 481, pp: 306. Bornova/IzmirTurkey
- Ceylan, A., A. Vomel., N. Kaya., N. Celik and E. Nigdeli.1988. Researches of plant density on yield and quality of Lavander (*Lavandula officinalis*). E.U. J. Fac. Agri., 25(2): 135-145.
- CEYLAN, A., BAYRAM, E., & ÖZAY, N. (1996). *The effects of different doses of nitrogen and plant densities on some agronomic and technologic characteristic of lavender (Lavandula angustifolia Mill.)*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20(6), 567-572.
- Chailan, C. (2013). Production et marchés des huiles essentielles de lavandes et lavandins. *Les synthèses de FranceAgriMer/Plantes à parfum, aromatiques et médicinales*, 1.
- Charles, D. J. (2012). Lavender. In *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources* (pp. 363–369). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0_33
- Chaytor, D. A. (1937). A taxonomic study of the genus *Lavandula*. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 51(338), 153–204. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1937.tb01906.x>
- Choudhary, B. (2021). An Review of World Lavender Oil Markets and Lessons for Turkey. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*. <https://doi.org/10.55524/ijirest.2021.9.4.19>
- Chrysargyris, A., Laoutari, S., Litskas, V. D., Stavriniades, M. C., & Tzortzakis, N. (2016). Effects of water stress on lavender and sage biomass production, essential oil composition and biocidal properties against *Tetranychus urticae* (Koch). *Scientia Horticulturae*, 213, 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.024>
- Chrysargyris, A., Panayiotou, C., & Tzortzakis, N. (2016). Nitrogen and phosphorus levels affected plant growth, essential oil composition and antioxidant status of

- lavender plant (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Industrial Crops and Products*, 83, 577–586. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.067>
- Coiciu, E., R. G. (1962). *Medicinal and Aromatic Plants: Vol. Romanian Academy*.
- Colțun, M. (2016). Step-by-step creation of a lavender plantation. *Revista Botanică*, 13(2), 76-80.
- Crișan, I., Ona, A., Vârban, D., Muntean, L., Vârban, R., Stoie, A., Mihăiescu, T., & Morea, A. (2023). Current Trends for Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) Crops and Products with Emphasis on Essential Oil Quality. *Plants*, 12(2), 357. <https://doi.org/10.3390/plants12020357>
- Da Porto, C., Decorti, D., & Kikic, I. (2009). Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. *Food Chemistry*, 112(4), 1072–1078. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.015>
- Dachler M., Pelzmann H., 1999. *Arznei- und Gewürzpflanzen. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg*.
- Danh, L. T., Han, L. N., Triet, N. D. A., Zhao, J., Mammucari, R., & Foster, N. (2013). Comparison of chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of lavender (*Lavandula angustifolia* L.) essential oils extracted by supercritical CO₂, hexane and hydrodistillation. *Food and bioprocess technology*, 6, 3481-3489.
- Détár, E., Zámboři-Németh, É., Gosztola, B., Harmath, A., Ladányi, M., & Pluhár, Z. (2021). Ontogenesis and harvest time are crucial for high quality lavender–role of the flower development in essential oil properties. *Industrial Crops and Products*, 163, 113334.
- Distefano, M., Steingass, C. B., Leonardi, C., Giuffrida, F., Schweiggert, R., & Mauro, R. P. (2022). Effects of a plant-derived biostimulant application on quality and functional traits of greenhouse cherry tomato cultivars. *Food Research International*, 157, 111218. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111218>
- Dmytryk, A., & Chojnacka, K. (2018). Algae As Fertilizers, Biostimulants, and Regulators of Plant Growth. In *Algae Biomass: Characteristics and Applications* (pp. 115–122). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74703-3_10
- Dobreva, A., Petkova, N., Todorova, M., Gerdzhikova, M., Zherkova, Z., & Grozeva, N. (2023). Organic vs. Conventional Farming of Lavender: Effect on Yield, Phytochemicals and Essential Oil Composition. *Agronomy*, 14(1), 32.

- Drobek, M., Frąc, M., & Cybulska, J. (2019). Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress—A Review. *Agronomy*, 9(6), 335. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060335>
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Dudaa, S.C., L.A. Marghitas, D. Dezmireana, M. Duda, R. Margaoan and O. Bobis. 2015. Changes in major bioactive compounds with antioxidant activity of *Agastache foeniculum*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis* and *Nepeta cataria*: Effect of harvest time and plant species. *Ind. Crops & Prod.* 77: 499-507.
- Durán Zuazo, V. H., Rodríguez Pleguezuelo, C. R., Francia Martínez, J. R., Cárceles Rodríguez, B., Martínez Raya, A., & Pérez Galindo, P. (2008). Harvest intensity of aromatic shrubs vs. soil erosion: An equilibrium for sustainable agriculture (SE Spain). *CATENA*, 73(1), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2007.09.006>
- European Parliament and Council of the European Union. (2019). Regulation (EU) 2019/1009, Laying Down Rules on the Making Available on the Market of EU Fertilising Products and Amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and Repealing Regulation (EC) No 2003/2003.
- Eveleigh T. (1994). *Lavender: Vol. Lorenz Books*.
- Fakhriddinova, D. K., Rakhimova, T. R., Dusmuratova, F. M., Duschanova, G. M., Abdinazarov, S. H., & Samadov, I. N. (2020). The Anatomical Structure of Vegetative Organs & Lavandula officinalis & Chaix in the Introduction of Tashkent Botanical Garden. *American Journal of Plant Sciences*, 11(04), 578–588. <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.114043>
- Fascella, G., D'Angiolillo, F., Ruberto, G., & Napoli, E. (2020). Agronomic performance, essential oils and hydrodistillation wastewaters of *Lavandula angustifolia* grown on biochar-based substrates. *Industrial Crops and Products*, 154, 112733. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112733>
- Favre E. (2005). *Phytonutrition and Phytotherapy: Vol. Alicat Publishing*.
- Ferreira Carraro, C. de F., Almeida Loures, C. C., & de Castro, J. A. (2022). Microalgae bioremediation and CO2 fixation of industrial wastewater. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100466. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100466>
- Festing S., (1989) *The Story of Lavender*, Second Revised Edition
- Geisel, P. M., Unruh, C. L., & Lawson, P. M. (2004). *Lavenders for California Gardens*. University of California, Agriculture and Natural Resources. <https://doi.org/10.3733/ucanr.8135>

- Giannoulis, K. D., Evangelopoulos, V., Gougoulis, N., & Wogiatzi, E. (2020). Could bio-stimulators affect flower, essential oil yield, and its composition in organic lavender (*Lavandula angustifolia*) cultivation? *Industrial Crops and Products*, 154, 112611. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112611>
- Giannoulis, K. D., Evangelopoulos, V., Gougoulis, N., & Wogiatzi, E. (2020). Lavender organic cultivation yield and essential oil can be improved by using bio-stimulants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 70(8), 648-656.
- Giray, F. H. (2018). An Analysis of World Lavender Oil Markets and Lessons for Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(6), 1612–1623. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1574612>
- Giray, F. H., Kadakoğlu, B., Çetin, F., & Bamoi, A. G. A. (2019). Rural tourism marketing: Lavender tourism in Turkey. *Ciência Rural*, 49, e20180651.
- Gonçalves, A. L. (2021). The Use of Microalgae and Cyanobacteria in the Improvement of Agricultural Practices: A Review on Their Biofertilising, Biostimulating and Biopesticide Roles. *Applied Sciences*, 11(2), 871. <https://doi.org/10.3390/app11020871>
- Gonçalves, S., & Romano, A. (2013). In vitro culture of lavenders (*Lavandula* spp.) and the production of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 31(2), 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2012.09.006>
- Gualtieri, P., & Barsanti, L. (2022). *Algae*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003187707>
- Gul, S., Nisa, N. T., Shah, T. A., Shah, M. U. A., & Wani, A. B. (2015). Research output on Lavender, 2008–2012. *European Journal of Integrative Medicine*, 7(5), 460–466. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2015.05.004>
- Gupta R. (2010) Medicinal and Aromatic plants. CBS Publishers and Distributors, 234, 499
- Hajhashemi, V., Ghannadi, A., & Sharif, B. (2003). Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Ethnopharmacology*, 89(1), 67–71. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00234-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00234-4)
- Hassiotis, C. N., Ntana, F., Lazari, D. M., Poulis, S., & Vlachonasios, K. E. (2014). Environmental and developmental factors affect essential oil production and quality of *Lavandula angustifolia* during flowering period. *Industrial crops and products*, 62, 359-366.

- Héral, B., Stierlin, É., Fernandez, X., & Michel, T. (2021). Phytochemicals from the genus *Lavandula*: a review. *Phytochemistry Reviews*, 20(4), 751–771. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09719-z>
- Houdret, J. (1999). *Practical Herb Garden: Vol. Anness Publishing* (1st ed.). Hermes House.
- Imre S. et al., “Qualitative assay of essential oils of lavender and peppermint in commercial products through spectral and chromatographic methods,” *Farmacia*, 2016.
- Iriti, M., Colnaghi, G., Chemat, F., Smadja, J., Faoro, F., & Visinoni, F. A. (2006). Histo- cytochemistry and scanning electron microscopy of lavender glandular trichomes following conventional and microwave-assisted hydrodistillation of essential oils: a comparative study. *Flavour and Fragrance Journal*, 21(4), 704-712.
- JIGĂU, A. R., IMBREA, F., & PAȘCALĂU, R. (2022). THE IMPORTANCE AND CULTIVATION OF LAVENDER. *Research Journal of Agricultural Science*, Vol. 54, Issue 4.
- Ju, M.-S., Lee, S., Bae, I., Hur, M.-H., Seong, K., & Lee, M. S. (2013). Effects of Aroma Massage on Home Blood Pressure, Ambulatory Blood Pressure, and Sleep Quality in Middle-Aged Women with Hypertension. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/403251>
- Kapoor, R. V., Wood, E. E., & Llewellyn, C. A. (2021). Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices. *Biotechnology Advances*, 49, 107754. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2021.107754>
- Kara N, Baydar H. Essential oil characteristics of Lavandins (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.) of Isparta Province, Kuyucak District, where lavender production center of Turkey. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2011; 25(4): 41–45 (In Turkish).
- Karamzadeh, S. (2003). Drought and production of second metabolites in medicinal and aromatic plants. *Drought J.*, 7, 90–95 (in Persian, abstract in English).
- Karik, U., F. Cicek and O. Cınar. 2017. Determination of morphological, yield and quality characteristics of lavender (*Lavandula* spp.) species and varieties under Menemen ecological conditions. *ANADOLU, J. AARI*, 27 (1) 2017: 17-28.
- Kenner, D., & Requena, Y. (2001). *Botanical medicine: a European professional perspective*. Paradigm publications.

- Kimbrough, K. A., & Swift, C. E. (2009). Growing lavender in Colorado. Gardening series. Flowers; no. 7.245.
- Kirimer, N., Mokhtarzadeh, S., Demirci, B., Goger, F., Khawar, K. M., & Demirci, F. (2017). Phytochemical profiling of volatile components of *Lavandula angustifolia* Miller propagated under in vitro conditions. *Industrial Crops and Products*, 96, 120-125.
- Kocira, S., Szparaga, A., Hara, P., Treder, K., Findura, P., Bartoš, P., & Filip, M. (2020). Biochemical and economical effect of application biostimulants containing seaweed extracts and amino acids as an element of agroecological management of bean cultivation. *Scientific Reports*, 10(1), 17759. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74959-0>
- Kontic, L., Stanojević, O. Z., & Vasić, M. (2022). Organic production of lavender in Serbia-economic and financial analysis. *Economics of Agriculture*, 69(3), 911-924.
- Kramer, B. (1995). *Water relations of plants and soils* (Academic Press, Vol. 10).
- Kucharski W., 2010. *Lawenda wąskolistna* In: *Uprawa ziół. Poradnik dla plantatorów, Kołodziej B. (ed.). PWRiL, Poznań, 249–254.*
- Kumar, R., & Prakash, O. G. (n.d.). *The Impact of Chemical Fertilizers on our Environment and Ecosystem.* <https://www.researchgate.net/publication/331132826>
- Kumar N, Sreeja K. (1996) Effect of growth regulator on the rooting ability of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Indian Perfumer*, 40, 93-94.
- Kunicki, E., Grabowska, A., Sękara, A., & Wojciechowska, R. (2010). The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Horticulturae*, 22(2), 9–13. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0153>
- Lau, S.-E., Teo, W. F. A., Teoh, E. Y., & Tan, B. C. (2022). Microbiome engineering and plant biostimulants for sustainable crop improvement and mitigation of biotic and abiotic stresses. *Discover Food*, 2(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s44187-022-00009-5>
- Lesage-Meessen, L., Bou, M., Sigoillot, J.-C., Faulds, C. B., & Lomascolo, A. (2015). Essential oils and distilled straws of lavender and lavandin: a review of current use and potential application in white biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(8), 3375–3385. <https://doi.org/10.1007/s00253-015-6511-7>
- Levasseur, W., Perré, P., & Pozzobon, V. (2020). A review of high value-added molecules production by microalgae in light of the classification. *Biotechnology Advances*, 41, 107545. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107545>

- Lis-Balchin Maria. (2002). *Lavender: The Genus Lavandula* (e-library Taylor and Francis, Ed.; 1st ed.).
- Lorimer, H. (2023). 'An aid to loveliness': lavender, femininity and the affective economy of English beauty. *Journal of Historical Geography*, 79, 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.jhg.2022.12.002>
- Lu, Y., & Xu, J. (2015). Phytohormones in microalgae: a new opportunity for microalgal biotechnology? *Trends in Plant Science*, 20(5), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.01.006>
- Mandal, S., Anand, U., López-Bucio, J., Radha, Kumar, M., Lal, M. K., Tiwari, R. K., & Dey, A. (2023). Biostimulants and environmental stress mitigation in crops: A novel and emerging approach for agricultural sustainability under climate change. *Environmental Research*, 233, 116357. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116357>
- Mason, J. Growing and Knowing Lavender; ACS Distance Education: Nerang, QLD, Australia, 2014; ISBN 978-0-9925878-0-2.
- Moutet L (1980) Lavandin Abrialis, lavandin Grosso: what is their future? *Perfumer and Flavorist* 4: 27-29
- Muntean, L. S., Tamas, M., Muntean, S., Muntean, L., Duda, M., Varban, D., & Florian, S. (2007). Treaty of Cultivated and Spontaneous Medicinal Plants.
- Muntean, L.S.; Tămaș, M.; Muntean, S.; Muntean, L.; Duda, M.M.; Vârban, D.I.; Florian, S. *Treatise of Cultivated and Spontaneous Medicinal Plants*; Risoprint: Cluj-Napoca, Romania, 2016; ISBN 978-973-53-1873-4.
- Muscalu, A., Barsan, M., Pruteanu, A., Vladut, V., & Bobit, D. (2017). HARVESTING TECHNOLOGIES FOR MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS. *Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series*, 46(2), 488-493.
- Navarro-López, E., Cerón-García, M. del C., López-Rodríguez, M., Acién-Fernández, F. G., & Molina-Grima, E. (2020). Biostimulants obtained after pilot-scale high-pressure homogenization of *Scenedesmus* sp. grown in pig manure. *Algal Research*, 52, 102123. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.102123>
- Nelson, P. V. (2012). *Greenhouse operation and management: Vol. Prentice Hall* (7th ed.).
- Nurzyńska-Wierdak, R., & Zawisłak, G. (2016). CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF LAVENDER (*Lavandula angustifolia* Mill.) ABOVEGROUND PARTS. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 15(5), 225–241. www.acta.media.pl

- Pahalvi, H. N., Rafiya, L., Rashid, S., Nisar, B., & Kamili, A. N. (2021). Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health. In *Microbiota and Biofertilizers, Vol 2* (pp. 1–20). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61010-4_1
- Panizza M & Tognoni F (1991) Micropropagation of Lavandin (*Lavandula officinalis* Chaix × *Lavandula latifolia* Villars cv. Grosso). In: YPS Bajaj (ed) *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 19. High-tech and micropropagation III* (pp 295–305). Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Peçanha, D. A., Freitas, M. S. M., Vieira, M. E., Cunha, J. M., & de Jesus, A. C. (2021). Phosphorus fertilization affects growth, essential oil yield and quality of true lavender in Brazil. *Industrial Crops and Products*, 170, 113803.
- Pérez M. G. M., Moll C. N., Espinosa G. M., and López A. V. , “Evaluation of different mediterranean essential oils as prophylactic agents in anisakidosis,” *Pharm. Biol.*, 2016.
- Peirce, A. (1999). American pharmaceutical association practical guide to natural medicines. Morrow.
- Pistelli, L., Najar, B., Giovanelli, S., Lorenzini, L., Tavarini, S., & Angelini, L. G. (2017). Agronomic and phytochemical evaluation of lavandin and lavender cultivars cultivated in the Tyrrhenian area of Tuscany (Italy). *Industrial Crops and Products*, 109, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.041>
- Pisulewska, E., Puchalska, H., Zaleski, T., & Janeczko, Z. (2009). Effect of Environmental Conditions on Yield and Quality of Narrow-Leaved Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill). *Ecological Chemistry and Engineering. A*, 16(7), 845-854.
- Pisulewska E., Puchalska H. and Zaleski T.: *Uprawa lawendy wąskolistnej (Lavandula angustifolia Mill) na Wyzynie Miechowskiej*, Wyd. Akademia Rolnicza w Krakowie, Kraków 2004
- Pleguezuelo, C. R. R., Zuazo, V. H. D., Raya, A. M., Martínez, J. R. F., & Rodríguez, B. C. (2009). High reduction of erosion and nutrient losses by decreasing harvest intensity of lavender grown on slopes. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(2), 363–370. <https://doi.org/10.1051/agro:2008043>
- Pohrib, E.-L., & Nistor, E. (n.d.-a). *SPIKES OF AZURE BLOOM: LAVENDER-HISTORY... AND STORIES*. <http://luirig.altervista.org/flora/taxa/index1.php?>
- Pohrib, E.-L., & Nistor, E. (n.d.-b). *SPIKES OF AZURE BLOOM: LAVENDER-HISTORY... AND STORIES*. <http://luirig.altervista.org/flora/taxa/index1.php?>
- Pokajewicz, K., Czarniecka-Wiera, M., Krajewska, A., Maciejczyk, E., & Wieczorek, P. P. (2023). *Lavandula* × *intermedia*—A Bastard Lavender or a Plant of Many

- Values? Part I. Biology and Chemical Composition of Lavandin. *Molecules*, 28(7), 2943. <https://doi.org/10.3390/molecules28072943>
- Radu Lupoae, D., Alexe, P., & Stănciuc, N. (2020). Overview on the potential role of phytochemicals from lavender as functional ingredients. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI – Food Technology*, 44(2), 173–188. <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2020.2.11>
- Renaud, E.N., C.D.J. Charles and J.E. Simon. 2001. Essential oil quantity and composition from 10 cultivars of organically grown lavender and lavandin. *J. Ess. Oil Res.*, 13(4): 269-273.
- Research Institute of Organic Agriculture FiBL., & IFOAM - Organics International. (2019). *The World of Organic Agriculture Statistics and Trends 2019*. Ifoam.
- Sałata, A., Buczkowska, H., & Nurzyńska-Wierdak, R. (2020). Yield, Essential Oil Content, and Quality Performance of *Lavandula angustifolia* Leaves, as Affected by Supplementary Irrigation and Drying Methods. *Agriculture*, 10(12), 590. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120590>
- Salehi, B., Mnayer, D., Özçelik, B., Altin, G., Kasapoğlu, K. N., Daskaya-Dikmen, C., Sharifi-Rad, M., Selamoglu, Z., Acharya, K., Sen, S., Matthews, K. R., Valere, P., Fokou, T., Sharopov, F., Setzer, W. N., Martorell, M., & Sharifi-Rad, J. (2018). *Plants of the Genus Lavandula: From Farm to Pharmacy*. *Natural Product Communication*, 13(10), 1934578X1801301037
- Sales H. J. S. P., “*Lavandula L. -Aplicação da cultura in vitro à produção de óleos essenciais e seu potencial económico em Portugal,*” *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s. 2015.
- Salinas, M.R., A. Zalacain, I. Blazquez and G.L. Alonso. 2007. Application of thermal desorption for the rapid differentiation of lavender (*Lavandula hybrida*) cultivars. *Agrochimica*, 51(1): 19-27.
- Sánchez-Quintero, Á., Fernandes, S. C. M., & Beigbeder, J.-B. (2023). Overview of microalgae and cyanobacteria-based biostimulants produced from wastewater and CO2 streams towards sustainable agriculture: A review. *Microbiological Research*, 277, 127505. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127505>
- Seidler-Lozykowska, K., Mordalski, R., Kucharski, W., Kedzia, B., & Bocianowski, J. (2014). Yielding and quality of lavender flowers (*Lavandula angustifolia* Mill.) from organic cultivation. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 13(6).
- Sierra, M. J., Rodríguez-Alonso, J., & Millán, R. (2012). Impact of the lavender rhizosphere on the mercury uptake in field conditions. *Chemosphere*, 89(11), 1457–1466. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.06.017>

- Singh, S., Singh, V., Kiran Babu, G.D., Kaul, V.K. and Ahuja, P.S. (2007). Economics of lavender (*Lavandula officinalis* L.) in Himachal Pradesh. *Journal of Non-Timber Forest Products* 14(2): 97-100.
- Skoufogianni, E., Giannoulis, K. D., Bartzialis, D., Tzouvara, D., & Danalatos, N. G. (2017). The effect of fertilization on *Lavandula angustifolia* L. yield in North Greece.
- Smallwood, J., Brown, R., Coulter, F., Irvine, E., & Copland, C. (2001). Aromatherapy and behaviour disturbances in dementia: a randomized controlled trial. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 16(10), 1010–1013. <https://doi.org/10.1002/gps.473>
- ȘMULEAC LAURA, CIPRIAN RUJESCU, ADRIAN ȘMULEAC, FLORIN IMBREA, ISIDORA RADULOV, DAN MANEA, ANIȘOARA IENCIU, TABITA ADAMOV, RAUL PAȘCALĂU (2020), Impact of Climate Change in the Banat Plain, Western Romania, on the Accessibility of Water for Crop Production in Agriculture, Agriculture, Vol 10.
- Sönmez, Ç., Özge, A., Soysal, Ş., Okkaoğlu, H., Karik, Ü., Hasan Taghiloofar, A., & Bayram, E. (2018a). DETERMINATION OF SOME YIELD AND QUALITY CHARACTERISTICS AMONG INDIVIDUAL PLANTS OF LAVENDER (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.) POPULATIONS GROWN UNDER MEDITERRANEAN CONDITIONS IN TURKEY. In *Pak. J. Bot* (Vol. 50, Issue 6).
- Sönmez, Ç., Özge, A., Soysal, Ş., Okkaoğlu, H., Karik, Ü., Hasan Taghiloofar, A., & Bayram, E. (2018b). DETERMINATION OF SOME YIELD AND QUALITY CHARACTERISTICS AMONG INDIVIDUAL PLANTS OF LAVENDER (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.) POPULATIONS GROWN UNDER MEDITERRANEAN CONDITIONS IN TURKEY. In *Pak. J. Bot* (Vol. 50, Issue 6).
- Steel and Torrie, 1982 R.G.D. Steel, J.H. Torrie Principles and procedures of statistics A Biometrical Approach (2nd ed.), McGraw-Hill, Inc (1982), p. 633
- Stojanov, N. S. (1973). Our medicinal plants. Part II.
- Szparaga, A., Kocira, S., Kocira, A., Czerwińska, E., Depo, K., Erlichowska, B., & Deszcz, E. (2018). Effect of applying a biostimulant containing seaweed and amino acids on the content of fiber fractions in three soybean cultivars. *LEGUME RESEARCH - AN INTERNATIONAL JOURNAL*, of. <https://doi.org/10.18805/LR-412>
- Tan, C.-Y., Dodd, I. C., Chen, J. E., Phang, S.-M., Chin, C. F., Yow, Y.-Y., & Ratnayeke, S. (2021). Regulation of algal and cyanobacterial auxin production, physiology,

- and application in agriculture: an overview. *Journal of Applied Phycology*, 33(5), 2995–3023. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02475-3>
- Tardugno, R., Serio, A., Pellati, F., D'Amato, S., Chaves López, C., Bellardi, M. G., Di Vito, M., Savini, V., Paparella, A., & Benvenuti, S. (2019). *Lavandula x intermedia* and *Lavandula angustifolia* essential oils: phytochemical composition and antimicrobial activity against foodborne pathogens. *Natural Product Research*, 33(22), 3330–3335. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1475377>
- Takano, T. (1993). GERMINATION CHARACTERISTICS OF HERBS IN LABIATAE. *Acta Horticulturae*, 331, 275–286. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.331.37>
- Tulukcu, E. and Sagdic, O. (2011). Medicinal plants sold in Konya herbalists and used parts. *Erciyes Universitesi Fen Bilimleri Enstitusu Dergisi* 27(4): 304-308.
- TURKSTAT (2018). Agricultural product statistics, Turkish Statistical Institute, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Vârban, D.; Zăhan, M.; Pop, C.R.; Socaci, S.; Ştefan, R.; Crişan, I.; Bota, L.E.; Miclea, I.; Muscă, A.S.; Deac, A.M.; et al. Physicochemical Characterization and Prospecting Biological Activity of Some Authentic Transylvanian Essential Oils: Lavender, Sage and Basil. *Metabolites* **2022**, 12, 962.
- Vijulie, I., Lequeux-Dincă, A.-I., Preda, M., Mareci, A., & Matei, E. (2022). Could Lavender Farming Go from a Niche Crop to a Suitable Solution for Romanian Small Farms? *Land*, 11(5), 662. <https://doi.org/10.3390/land11050662>
- Wagner, H. 1980. Pharmazeutische Biologie 2. Drogen Undihra Inhaltshoffe, Gustav Fisher Verlag-Stuttgart, New York. 313(8): 735 pp.
- Wagner, H. (1993). Pharmazeutische biologie. Drogen und ihre inhaltsstoffe. Stuttgart, 19.
- Wells, R. S., Adal, A. M., Bauer, L., Najafianashrafi, E., & Mahmoud, S. S. (2020). Cloning and functional characterization of a floral repressor gene from *Lavandula angustifolia*. *Planta*, 251(2), 41. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03333-w>
- Wells, R., Truong, F., Adal, A. M., Sarker, L. S., & Mahmoud, S. S. (2018). *Lavandula* Essential Oils: A Current Review of Applications in Medicinal, Food, and Cosmetic Industries of Lavender. *Natural Product Communications*, 13(10), 1934578X1801301. <https://doi.org/10.1177/1934578X1801301038>
- Wichtl, M. (1971). Die pharmakognostisch-chemische Analyse: Untersuchung u. Wertbestimmung von Drogen u. galen (Vol. 12). Akademische Verlagsges..
- Willer, H., Schaack, D., & Lernoud, J. (2019). Organic farming and market development in Europe and the European Union. In *The World of Organic*

- Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2019 (pp. 217-254). Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International.
- Woronuk, G., Demissie, Z., Rheault, M., & Mahmoud, S. (2011). Biosynthesis and Therapeutic Properties of *Lavandula* Essential Oil Constituents. *Planta Medica*, 77(01), 7–15. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250136>
- Xu, P., Li, J., Qian, J., Wang, B., Liu, J., Xu, R., Chen, P., & Zhou, W. (2023). Recent advances in CO₂ fixation by microalgae and its potential contribution to carbon neutrality. *Chemosphere*, 319, 137987. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137987>
- Yarmohammadi Barbarestani, S., Jazi, V., Mohebodini, H., Ashayerizadeh, A., Shabani, A., & Toghyani, M. (2020). Effects of dietary lavender essential oil on growth performance, intestinal function, and antioxidant status of broiler chickens. *Livestock Science*, 233, 103958. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103958>
- Yen H. F., Hsieh C. T., Hsieh T. J., Chang F. R., and Wang C. K., “In vitro anti-diabetic effect and chemical component analysis of 29 essential oils products,” *J. Food Drug Anal.*, 2015
- Zamljen, T., Medic, A., Veberic, R., Hudina, M., Grohar, M. C., & Slatnar, A. (2023). Influence of hydrolyzed animal protein-based biostimulant on primary, soluble and volatile secondary metabolism of Genovese and Greek-type basil grown under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 319, 112178. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112178>
- Zheljazkov, V. D., Astatkie, T., & Hristov, A. N. (2012a). Lavender and hyssop productivity, oil content, and bioactivity as a function of harvest time and drying. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.010>
- Zheljazkov, V. D., Astatkie, T., & Hristov, A. N. (2012b). Lavender and hyssop productivity, oil content, and bioactivity as a function of harvest time and drying. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.010>
- Zheljazkov, V. D., Astatkie, T., & Hristov, A. N. (2012c). Lavender and hyssop productivity, oil content, and bioactivity as a function of harvest time and drying. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.010>
- Zhen, S., & Burnett, S. E. (2015). Effects of Substrate Volumetric Water Content on English Lavender Morphology and Photosynthesis. *HortScience*, 50(6), 909–915. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.6.909>

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ελένη Μαλούπα Δρ Κατερίνα Γρηγοριάδου Δρ Διαμάντω Λάζαρη Δρ Νικόλαος Κρίγκας, Δ. (2013). *ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ-ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΘΕΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ* *The Programme is co-funded by the European Union (ERDF) and National Funds of Greece and Bulgaria.* www.geotee-anmak.gr

ΚΑΤΣΙΩΤΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ & ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΣΧΑΛΙΝΑ. (2019). *ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ: Vol. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΥΡΙΑΚΙΔΗ (Δ ΕΚΔΟΣΗ).*

Κουτσός Θεόδωρος. (2006). *Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά : Vol. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ.*