



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ



---

**ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΔΡΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΛΕΒΑΝΤΑΣ  
(*Lavandula angustifolia*)**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Ζ.ΠΑΛΟΥΚΑ**

**Γεωπόνος**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Δρ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΑΣΙΛΑΚΟΓΛΟΥ

Καθηγητής Ζιζανιολογίας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2019

**ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΔΡΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΛΕΒΑΝΤΑΣ  
(*Lavandula angustifolia*)**

Υποβλήθηκε στο τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων στα πλαίσια του  
Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών "Καινοτόμα Συστήματα  
Αειφόρου Αγροτικής Παραγωγής"

*(Master in Innovative Systems of Sustainable Agricultural Production)*

Ειδίκευση :

Ορθολογική Διαχείριση Φυτικού Κεφαλαίου και Εδαφοϋδατικών Πόρων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Ζ. ΠΑΛΟΥΚΑ

Γεωπόνος

Εξεταστική Επιτροπή :

1. Δρ. Ιωάννης Βασιλάκογλου, καθηγητής
2. Δρ. Κίτσιος Δήμας, καθηγητής
3. Δρ. Στέφανος Στεφάνου, επίκουρος καθηγητής

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Επιθυμώ να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Δρ. Ιωάννη Βασιλάκογλου, με γνωστικό αντικείμενο Συστηματική Βοτανική-Ζιζανιολογία και επιβλέποντα καθηγητή της μεταπτυχιακής διατριβής μου, για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με το παρόν θέμα, καθώς και τη συμβολή του στο σχεδιασμό και στην εκτέλεση του πειραματικού μέρους αυτής. Ευχαριστώ επίσης την ερευνήτρια του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ κα. Χατζοπούλου για τις αναλύσεις των συστατικών των αιθέριων ελαίων.

Επιπλέον, επιθυμώ να ευχαριστήσω τους φοιτητές του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Γεώργιο Τσακαλίδη, Ιωάννη Χατζή, Νικόλαο Ρούζιο, Μαρίνο Κονταράκη και Ραφαήλ Κυρίτση για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια των τριών ετών του πειράματος αγρού.

Ευαγγελία Παλούκα

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<b>Σελίδα</b>
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Βοτανική ταξινόμηση και ποικιλίες	6
1.2 Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις	8
1.3 Τρόπος πολλαπλασιασμού και πολλαπλασιαστικό υλικό	9
1.4 Συγκομιδή	10
1.5 Παραγωγή αιθέριου ελαίου	14
1.6 Επεξεργασία ανθέων και χρήσεις	18
1.7 Παγκόσμια παραγωγή αιθέριου ελαίου λεβάντας	22
1.8 Κατάσταση Ελλάδας και κόστος παραγωγής	22
1.9 Ζιζάνια – καταγραφή και αντιμετώπιση	23
1.10 Έντομα και ασθένειες	27
1.11 Σκοπός πειραματικής εργασίας	27
2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	29
2.1 Υλικά και Μέθοδοι	29
2.2 Αποτελέσματα και συζήτηση	32
2.3 Συμπεράσματα	37
3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	38
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	41

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλλιέργεια της λεβάντας (*Lavandula angustifolia* Mill.) επεκτείνεται στην Ελλάδα συνεχώς κατά την τελευταία 10-ετία. Το σημαντικότερο πρόβλημα της καλλιέργειας είναι η αντιμετώπιση των ζιζανίων, διότι δεν υπάρχουν εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα. Επιπλέον, δεν είναι γνωστή η πιθανή εκλεκτικότητα των διαθέσιμων ζιζανιοκτόνων. Σε 3-ετές πείραμα αγρού που εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Λάρισα) αξιολογήθηκε η φυτοτοξικότητα στην καλλιέργεια της λεβάντας διαφόρων μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης. Κάθε έτος γίνονταν μία εφαρμογή κατά τη διάρκεια της διακοπής της βλαστικής ανάπτυξης της λεβάντας (τέλος του χειμώνα). Οι επεμβάσεις περιλάμβαναν τα ζιζανιοκτόνα dicamba, clopyralid, acifluorfen, imazamox, metribuzin, bromoxynil, tribenuron plus mecoprop, και iodosulfuron plus mesosulfuron στις συνιστώμενες δόσεις τους, καθώς και αψέκαστους (σκαλισμένο και ασκάλιστο) μάρτυρες. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων πραγματοποιήθηκε με ψεκαστήρα ακριβείας ρυθμισμένο να εφαρμόζει 30 L/στρέμμα με πίεση 2,8 atm. Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη με 4 επαναλήψεις και το μέγεθος των πειραματικών τεμαχίων ήταν 3 x 4 m. Η φυτοτοξικότητα των ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια αξιολογήθηκε με καταγραφή μακροσκοπικών συμπτωμάτων στις 2, 4, 6 και 8 εβδομάδες μετά την εφαρμογή τους, καθώς και με τη σύγκριση του νωπού και ξηρού βάρους της δρόγης κατά τη συγκομιδή. Επιπλέον, αξιολογήθηκε και η απόδοση σε αιθέριο έλαιο. Τα ζιζανιοκτόνα που αξιολογήθηκαν δεν προκάλεσαν ορατά συμπτώματα φυτοτοξικότητας στη λεβάντα κατά τα τρία έτη του πειράματος. Εντούτοις, το ζιζανιοκτόνο metribuzin προκάλεσε μείωση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο από 23% έως 28%, ενώ οι αποδόσεις των υπόλοιπων επεμβάσεων δε διέφεραν από εκείνη του αψέκαστου και σκαλισμένου μάρτυρα. Γενικά, η παρουσία των ζιζανίων μείωσε κατά 75% την απόδοση της λεβάντας σε δρόγη. Οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων δεν επηρέασαν την αναλογία των κύριων συστατικών του αιθέριου ελαίου.

## ABSTRACT

The cultivation of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) has been growing continuously in Greece over the past 10 years. The most important problem in its cultivation is the weed control because there are no registered herbicides. In addition, the potential selectivity of the available herbicides is unknown. In a 3-year field experiment established at the farm of the University of Thessaly (Larissa), phytotoxicity of various post-emergence herbicides with different mechanisms of action on lavender was assessed. Each year, herbicide applications were made during the breakdown of vegetation development of lavender (late winter). The herbicide treatments included dicamba, clopyralid, acifluorfen, imazamox, metribuzin, bromoxynil, tribenuron plus mecoprop, and iodosulfuron plus mesosulfuron at their recommended rates, as well as two untreated (weedy and weed-free) controls. The application of the herbicides was carried out with a precision sprayer adjusted to apply 300 L/acre with a pressure of 2.8 atm. The experimental pattern was that of the complete groups in a free layout with 4 replicates and the size of the test pieces was 3 x 4 m. The phytotoxicity of the herbicides in the crop was assessed by recording macroscopic symptoms at 2, 4, 6 and 8 weeks after application, and by comparing the fresh and dry weight of the drug at harvest. In addition, the yield of essential oil was also evaluated. The herbicides evaluated did not cause visible symptoms of phytotoxicity in lavender during the three years of the experiment. However, the metribuzin herbicide caused a 23% to 28% decrease in the essential oil yield, while the oil yields of the other chemical treatments did not differ from that of the untreated weed-free control. In general, the presence of weeds reduced the essential oil yield of lavender by 75%. No differences in essential oil constituents were detected among controls and chemical treatments.

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Λεβάντα είναι το κοινό όνομα του γένους *Lavandula* που ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae*. Καταγράφονται περίπου 39 είδη λεβάντας, τα οποία διαφοροποιούνται βάσει διαφόρων κριτηρίων, όπως είναι το σχήμα ή η περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο. Υπάρχουν 3 βασικά είδη λεβάντας που καλλιεργούνται και αξιοποιούνται εμπορικά:

- Η *Lavandula angustifolia* ή αλλιώς *Lavandula vera (true)*. Ο λατινικός προσδιορισμός *angustifolia* παραπέμπει στο στενό φύλλωμά της. Οι μίσχοι των ανθέων της δεν παρουσιάζουν διακλαδώσεις με μια ενιαία ανθοκεφαλή σε κάθε μίσχο. Το χρώμα των ανθέων κυμαίνεται από βαθύ πορφυρό έως λευκό. Το είδος αυτό περιλαμβάνει πολλές ποικιλίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται για το γλυκό άρωμα, ενώ είναι το πιο ανθεκτικό είδος λεβάντας και μπορεί να επιβιώσει ακόμα και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Υπάρχουν πολλές γνωστές εμπορικές ποικιλίες του είδους που αναπτύχθηκαν αρχικά στην Αγγλία και στη Γαλλία (και εν συνεχεία και σε άλλες χώρες, π.χ. Βουλγαρία). Κάποιες ενδεικτικές ποικιλίες είναι η *Munstead*, η *Hidcode* και η *Maillette*.
  - *Munstead*: Μέσου μεγέθους θαμνώδες φυτό, άνθη μοβ χρώματος, πολύ ευώδες, προερχόμενο από σπόρο.
  - *Hidcode*: Πολύ δημοφιλής ποικιλία σκοτεινού μοβ – μπλε χρώματος, αναπτύσσεται συνήθως από σπόρο.
  - *Maillette*: Μέσου μεγέθους φυτό με λαμπερό ιώδες μπλε χρώμα και μακριές ανθοκεφαλές. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη βιομηχανική παραγωγή αιθέριου ελαίου.
- Η *Lavandula latifolia* ή *lavandula spica*. Το είδος αυτό φύτεται κυρίως στη Γαλλία και για το λόγο αυτό είναι γνωστή ως French Lavender. Τα φύλλα του εν λόγω είδους είναι πλατύτερα και πιο γκρίζα, ενώ διαθέτει και μακρύτερες

ανθοκεφαλές από την *L. angustifolia*. Το χαρακτηριστικό γνώρισμά του είναι ότι αναπτύσσεται σε μικρότερο υψόμετρο και ανθίζει αργότερα από την *L. angustifolia*. Η λατινική λέξη *latifolia* σημαίνει πλατύ φύλλωμα. Η συγκεκριμένη ποικιλία παρουσιάζει μικρότερη ανθεκτικότητα από τις προαναφερθείσες στις χαμηλές θερμοκρασίες (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- *Lavandula X intermedia* – *Lavandin*. Πρόκειται για στείρα υβρίδια που λαμβάνονται από διασταύρωση της *L. latifolia* με την *L. angustifolia*. Το είδος αυτό διαθέτει μεγαλύτερες και μακρύτερες ανθοκεφαλές με το χρώμα των ανθέων να κυμαίνεται από βαθύ πορφυρό – ιώδες έως λευκό. Γενικά, το εν λόγω είδος είναι πιο εύρωστο και ανθεκτικό από τα προηγούμενα. Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο μπορεί να είναι έως και 4 φορές υψηλότερη από αυτή της *L. angustifolia*, εντούτοις το αιθέριο έλαιο είναι χαμηλής εμπορικής αξίας, λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης σε καμφορά (χημική ουσία του αιθέριου ελαίου) (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

Εκτός από τα προαναφερθέντα είδη, που καλλιεργούνται ευρέως, υπάρχει και το ακόλουθο είδος:

- *Lavandula stoechas* (Spanish lavender). Αυτοφύεται σε τοποθεσίες χαμηλού υψομέτρου της Ισπανίας και της Πορτογαλίας, ενώ αποτελεί και το μόνο είδος που απαντάται αυτοφυές στην Ελλάδα και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στη βιομηχανία φυτωρίων ως φυτά τοπίων. Το χαρακτηριστικό στοιχείο αυτού του είδους είναι τα πορφυροιώδη άνθη του που σχηματίζουν πυκνούς ωοειδής στάχεις. Τα άνθη του εν λόγω είδους εμπεριέχουν μικρή ποσότητα αιθέριου ελαίου και η ποιότητά του δεν είναι ιδιαίτερα αξιόλογη. Γι' αυτό και δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον όσον αφορά την εισαγωγή του στην ευρεία καλλιέργεια (Κουτσός, 2006).

Ο πολυπλοειδισμός της λεβάντας, εκτός από τη Γαλλία όπου αναπτύχθηκε ιδιαίτερα, έχει εισαχθεί και στη Βουλγαρία με σκοπό να αυξήσει τις αποδόσεις των ιθαγενών ποικιλιών, το μέγεθος των ανθέων, το μέγεθος επανθίσεων και τον αριθμό



των φύλλων. Κατά συνέπεια, υπάρχει ακόμη ευρύ πεδίο για βελτίωση της καλλιέργειας (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

## **1.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Το κλίμα, το έδαφος, το υψόμετρο, ακόμη και η έκθεση της καλλιέργειας (βορεινή – νότια ή δυτική – ανατολική) επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την καλλιέργεια και την ανάπτυξη οποιουδήποτε φυτού. Όσον αφορά τη λεβάντα, η τοποθεσία καλλιέργειάς της διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο, αφού η ίδια ποικιλία φυτού μπορεί να δώσει αιθέριο έλαιο διαφορετικής σύστασης, ανάλογα με την τοποθεσία που καλλιεργείται (Κουτσός, 2006).

Η λεβάντα είναι ενδημική στη λεκάνη της Μεσογείου. Αυτό σημαίνει ότι έχει ανάγκη από ήλιο, για να αναπτυχθεί και να αποδώσει, αλλά οι περιοχές με εξαιρετικά καυτά καλοκαίρια ή/και θερμούς χειμώνες δεν μπορούν να προσφέρουν εμπορική καλλιέργεια της λεβάντας. Ως εκ τούτου, ο εξαιρετικά ζεστός καιρός μπορεί να καθυστερήσει την ανάπτυξη και να μειώσει αισθητά την ποιότητα της λεβάντας, ενώ παράλληλα απαιτείται μια αρκετά ψυχρή περίοδος για να προκληθεί έντονη ανθοφορία. Επομένως, εύκολα βγαίνει το συμπέρασμα ότι η λεβάντα ευδοκimeί ιδανικά σε μικροκλίματα, όπου επικρατούν αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες τον χειμώνα, αλλά δε συμβαίνουν ανοιξιάτικοι παγετοί και δεν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι. Εάν καλλιεργείται σε ένα πιο υγρό περιβάλλον, οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών πρέπει να αυξηθούν, και τα φυτά πρέπει να εγκατασταθούν σε περιοχή με καλό αερισμό (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013). Για καλές αποδόσεις λεβάντας, το ιδανικό, ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 300 έως 1.400 mm (Δόρδας, 2012).

Η λεβάντα αναπτύσσεται καλύτερα σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη με ιδανική τιμή pH μεταξύ 6,4 και 8,2. Το βασικότερο στοιχείο για την επιλογή του εδάφους για την καλλιέργεια της λεβάντας είναι κατά πόσο το έδαφος αποστραγγίζεται, διότι η λεβάντα είναι πολύ ευαίσθητη στις ασθένειες που προκαλούν το σάπισμα των ριζών. Η λεβάντα δεν αναπτύσσεται καλά σε αργιλώδη εδάφη ή σε περιοχές με σκληρό έδαφος ή με υψηλή, υπόγεια στάθμη νερού ή με άλλα προβλήματα που οδηγούν σε υγρά εδάφη, ιδιαίτερα όταν τα φυτά βρίσκονται σε λανθάνουσα κατάσταση. Η

ευρωστία των φυτών, η μακροζωία και η ποιότητα ευνοούνται περισσότερο, όταν καλλιεργούνται σε μέτρια ή φτωχά εδάφη παρά σε πλούσια που θεωρούνται ιδανικά για τις περισσότερες καλλιέργειες. Επομένως, η λεβάντα δεν ανέχεται τα υγρά εδάφη και δεν επιζεί αρκετά σε παρόμοιες συνθήκες (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

Το βέλτιστο υψόμετρο για την ανάπτυξη της λεβάντας είναι 600-1200 m και κλίση 2-10%. Η *L. angustifolia* προτιμά υψόμετρο 600-1200 m, ενώ η *L. latifolia* αναπτύσσεται καλύτερα σε πεδινά εδάφη έως και 600 m υψόμετρο (Κουτσός, 2006).

### 1.3 ΤΡΟΠΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Πρωταρχικός στόχος είναι η επιλογή της κατάλληλης πηγής πολλαπλασιαστικού υλικού, αλλά και του κατάλληλου υλικού για τη συγκεκριμένη περιοχή. Τα διάφορα είδη λεβάντας πολλαπλασιάζονται με σπόρο, παραφυάδες, μοσχεύματα, καταβολάδες και ιστοκαλλιέργεια. Οι πιο ενδεδειγμένες μέθοδοι πολλαπλασιασμού είναι τα μοσχεύματα και οι παραφυάδες.

- **Πολλαπλασιασμός με σπόρο**

Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο δεν προτιμάται, διότι φυτρώνει δύσκολα, ενώ τα φυτά που προέρχονται από αυτόν παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιομορφία τόσο μεταξύ τους όσο και με τα μητρικά. Ένα επιπλέον πρόβλημα στην εν λόγω περίπτωση είναι ότι δημιουργείται σύγχυση ως προς την ονομασία και αναγνώριση των ποικιλιών, και ως εκ τούτου στην εμπορική τους διάθεση (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- **Πολλαπλασιασμός με παραφυάδες**

Για την απόκτηση παραφυάδων, επιλέγονται ορισμένα υγιή φυτά και παραχώνονται όλα τα πλευρικά κλαδιά το φθινόπωρο. Μέχρι το επόμενο φθινόπωρο όλα τα παραχωμένα κλαδιά θα έχουν ριζοβολήσει, οπότε αφαιρούνται και φυτεύονται όπως και τα έρριζα μοσχεύματα.

- **Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα**

Η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος πολλαπλασιασμού της λεβάντας είναι με μοσχεύματα. Ο πολλαπλασιασμός αυτός, που οδηγεί σε νέα φυτά, είναι κλωνική αναπαραγωγή, δηλαδή τα νέα φυτά θα διατηρήσουν τα ίδια χαρακτηριστικά της επιλεγμένης ποικιλίας. Η λεβάντα μπορεί να πολλαπλασιαστεί είτε με μοσχεύματα ακραίων, τρυφερών στελεχών, είτε με μοσχεύματα ημι-ξυλωδών στελεχών ανάλογα με το μέγεθος της κλίμακας παραγωγής. Ακολουθώντας είτε τον ένα τρόπο είτε τον άλλο, μόνο τα ώριμα μοσχεύματα και υγιή φυτά πρέπει να επιλέγονται. Παρατηρούνται κάποια είδη λεβάντας που είναι πιο δύσκολο να πολλαπλασιαστούν σε σχέση με άλλες. Το μήκος των μοσχευμάτων πρέπει να κυμαίνεται 6,5-7,5 cm. Αρχικά αφαιρούνται τα φύλλα από το κατώτερο τμήμα του μοσχεύματος, πληγώνοντας το σημείο κοπής της βάσης και στη συνέχεια η βάση της κοπής βυθίζεται σε διάλυμα ορμονών και εισάγεται σε ένα αποστειρωμένο μέσο φύτευσης. Ο χρόνος έκπτυξης των ριζών ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία) (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- **Πολλαπλασιασμός με καταβολάδες**

Αν και δεν είναι πρακτικό ως παραγωγική μέθοδος μεγάλων εκτάσεων, η λεβάντα μπορεί να πολλαπλασιαστεί εύκολα με καταβολάδες (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- **Πολλαπλασιασμός με ιστοκαλλιέργεια**

Η ιστοκαλλιέργεια είναι ένας γρήγορος τρόπος για την απόκτηση μεγάλου αριθμού φυτών με τη βοήθεια ιστών που λαμβάνονται από τους φυλλοφόρους οφθαλμούς της λεβάντας. Όταν τα μικροσκοπικά νεαρά φυτά είναι αρκετά μεγάλα μεταφέρονται σε μείγμα φύτευσης και στη συνέχεια για εγκλιματισμό στο εξωτερικό χώρο. Η ιστοκαλλιέργεια απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό σε συνδυασμό με ένα ακριβό, εξειδικευμένο εργαστηριακό εξοπλισμό (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

#### **1.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ**

Το δυσκολότερο τμήμα της καλλιέργειας λεβάντας είναι αυτό της συγκομιδής. Η χρονική περίοδος για να συγκομιστεί η λεβάντα στην αιχμή της ποιότητάς της είναι

σχετικά περιορισμένη, λόγω των πολλών παραγόντων που παρεμβαίνουν (χρόνος συγκομιδής, μηχανική συγκομιδή) (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- **Χρόνος Συγκομιδής**

Η πρώτη εμπορική συγκομιδή μπορεί να γίνει στο 2<sup>ο</sup> ή 3<sup>ο</sup> έτος. Η κατάλληλη χρονική περίοδος για τη συγκομιδή της λεβάντας εξαρτάται από το επιθυμητό τελικό προϊόν. Εάν το προοριζόμενο τελικό προϊόν είναι τα άνθη και οι οφθαλμοί, τα οποία όμως θα συγκομιστούν αφού αποχωριστούν από τα ανθοφόρα στελέχη, τότε η λεβάντα πρέπει να συγκομιστεί όταν περίπου το ένα τέταρτο με μισό των οφθαλμών ανθίζουν, όμως κανένα άνθος δεν έχει αρχίσει να μαραίνεται. Αντίθετα, ο καλύτερος χρόνος για να συγκομιστούν τα φυτά λεβάντας για την παραγωγή αιθέριου ελαίου είναι όταν περίπου τα μισά από τα άνθη έχουν «μαραθεί» (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013). Όσο αφορά τον καταλληλότερο χρόνο συγκομιδής στη διάρκεια της ημέρας είναι μετά το μεσημέρι και κατά τη διάρκεια του απογεύματος όπου το οξικό λινάλιο είναι υψηλότερο (Hassiotis κ.ά., 2010).

- **Κλίμακα ωριμότητας της λεβάντας**

Τα στάδια ωριμότητας της λεβάντας προσδιορίζονται από την κατάσταση των ταξιανθιών και διακρίνονται στα ακόλουθα:

1. Ταξιανθία χωρίς ανοικτό άνθος: όλοι οι οφθαλμοί κλειστοί.
2. Ανοιγμένα μόνο ένα ή δύο άνθη.
3. Αρκετά άνθη ανοιγμένα, κανένα μαραμένο. Οι περισσότεροι οφθαλμοί δεν έχουν ανοίξει ακόμη.
4. Αρκετά άνθη ανοιγμένα, κάποια αρχίζουν να μαραίνονται.
5. Περίπου ίσος αριθμός ανθέων και οφθαλμών, μερικά άνθη ανοικτά.
6. Λίγοι οφθαλμοί, μερικά άνθη ανοικτά, τα περισσότερα μαραμένα.
7. Κανένας οφθαλμός, λιγοστά άνθη ανοικτά, τα περισσότερα έχουν μαραθεί.
8. Όλα τα άνθη μαραμένα.
9. Οι κάψες αρχίζουν να ανοίγουν και να πέφτουν οι σπόροι.

Ο δείκτης της γενικής ωριμότητας της λεβάντας βασίζεται στο μέσο όρο όλων των ταξιανθιών του δείγματος. Αυτό προσδιορίζεται από το δείγμα τουλάχιστον 50 ταξιανθιών που συλλέγονται τυχαία και το καθένα κατατάσσεται σε μία κατηγορία

από την 1 έως και 9 (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013). Μάλιστα, αυτή είναι η κλίμακα που χρησιμοποιείται στο κέντρο Redbank Research Station, Clyde, New Zealand, για την αξιολόγηση της ωριμότητας των ανθέων κατά τη συγκομιδή.

- **Τρόποι Συγκομιδής**

Η συλλογή γίνεται με ειδικές μηχανές ή με τα χέρια (δρεπάνια και ψαλίδες). Όταν πρόκειται για μεγάλη καλλιεργούμενη έκταση, χρησιμοποιούνται μηχανές που στις διάφορες περιοχές και ανάλογα με τις ανάγκες, εμφανίζουν διάφορες τροποποιήσεις. Εάν πρόκειται για παραγωγή αιθέριου ελαίου, χρησιμοποιούνται μόνο τα άνθη και αφαιρούνται πλήρως τα φύλλα, ειδάλλως το λάδι αποκτά μία οσμή χόρτου.

- **Μηχανική Συγκομιδή**

Σήμερα σχεδόν όλη λεβάντα που καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις για την παραγωγή αιθέριου ελαίου, συγκομίζεται μηχανικά χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους μηχανών. Μερικές μηχανές κόβουν και δένουν τις ανθοκεφαλές σε μεγάλα δεμάτια, άλλες κόβουν και τεμαχίζουν τις ανθοκεφαλές προετοιμάζοντας το φυτικό υλικό για απόσταξη, ενώ άλλες που κόβουν και με τη χρήση ρεύματος αέρα, αλωνίζουν τις ανθοκεφαλές που καταλήγουν σε κλωβό συγκομιδής. Η οικονομική βιωσιμότητα και η αποδοτικότητα στη μεγάλης κλίμακας παραγωγή αιθέριου ελαίου λεβάντας απαιτούν ένα υψηλό επίπεδο μηχανοποίησης για να μειώσουν τους χρόνους συγκομιδών και πρόσθετα για να μειώσουν τις δαπάνες. Οι νέες τεχνολογίες εξελιγμένες θεριστικές μηχανές αφαιρούν τις ανθίζουσες κεφαλές από τρεις σειρές συγχρόνως, από τα μέσα Ιουλίου μέχρι το τέλος Αυγούστου. Αυτά τα μηχανήματα συγκομιδής συνήθως χρησιμοποιούνται στη Γαλλία (Provence) σε εκτεταμένες φυτείες λεβάντας 200-2000 στρεμμάτων και το φυτικό υλικό προορίζεται για απόσταξη. Από τη συγκομιδή μέχρι την απόσταξη δεν επεμβαίνουν πλέον εργατικά χέρια. Μόλις αποκοπούν από το φυτό τα στελέχη στο επιθυμητό ύψος, οδηγούνται με κυλινδρικά ρουλεμάν στην κατάτμηση με λεπίδες και εκτοξεύονται μέσω τουρμπίνας στον κλωβό συλλογής (κάδο) που σύρεται όπισθεν του τρακτέρ. Αυτό το σύστημα συγκομιδής χρησιμοποιείται είτε για τη λεβάντα είτε για τα είδη της λεβαντίνης (ή και άλλων αρωματικών φυτών που το μήκος των στελεχών

τους είναι τουλάχιστον 25 cm). Τέτοιες μηχανές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε καλλιέργειες λεβάντας λίγων στρεμμάτων (15-150), ή σε ημιορεινές/ορεινές καλλιεργούμενες εκτάσεις. Σε αυτές τις μηχανές το εξάρτημα συνδέεται στο πλαϊνό μέρος του γεωργικού ελκυστήρα (5-7 HP), αλλά διατίθενται και αυτόνομα θεριστικά μηχανήματα. Μετά το σύστημα αποκοπής τα στελέχη οδηγούνται στο τμήμα της μηχανής όπου δένονται σε δέσμες. Όταν τελειώσει αυτή η διαδικασία, απομακρύνονται και είτε αφήνονται στο έδαφος, είτε εναποθέτονται (φορτώνονται πολύ προσεκτικά) σε ένα κλωβό ή σε πλατφόρμα για την περαιτέρω επεξεργασία.



**Εικόνα 1.** Παρελκόμενη και αυτοκινούμενη μηχανή συγκομιδής λεβάντας (Φωτο: Γ. Τσακαλίδης).

- **Συγκομιδή με το χέρι**

Ένας πολύ μεγάλος αριθμός παραγωγών στην Ευρώπη και κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, που είναι μικροί ή μικρομεσαίοι και δεν μπορούν να δικαιολογήσουν το κόστος μιας θεριστικής μηχανής, ακολουθούν την παραδοσιακή μέθοδο συλλογής με το χέρι. Επιπλέον, λόγω του ότι ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής λεβάντας, π.χ. στις Ηνωμένες Πολιτείες, χρησιμοποιείται για την τέχνη της διακόσμησης, στην κουζίνα και άλλες χρήσεις, όπου απαιτούνται όχι μόνο πολύ καλά ποιοτικά τελικά προϊόντα, αλλά και εμφάνιση, οι περισσότεροι παραγωγοί συλλέγουν με το χέρι τη λεβάντα. Η συλλογή με το χέρι γίνεται παραδοσιακά με ένα δρεπάνι πολύ καλά ακονισμένο. Εάν το δρεπάνι είναι ακονισμένο, ένας πεπειραμένος καλλιεργητής μπορεί να αφαιρέσει σωστά

όλα τα ανθοφόρα στελέχη από ένα φυτό και να τελειώσει το δεμάτι σε σχεδόν 2 λεπτά. Τα δεμάτια πρέπει να έχουν διάμετρο 3,5 με 4 cm στο σημείο όπου ενώνονται. Δεμάτια μεγαλύτερα από αυτά θα αποξηρανθούν πάρα πολύ αργά και μπορεί να μουχλιάσουν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποξήρανσης.



Εικόνα 2. Συγκομιδή λεβάντας με το χέρι (Φωτο: Γ. Τσακαλίδης).

- **Διατήρηση της ποιότητας κατά τη συγκομιδή**

Η λεβάντα δεν πρέπει ποτέ να συγκομίζεται όταν είναι υγρή. Πρέπει να δοθεί ο απαραίτητος χρόνος, ώστε οποιαδήποτε υγρασία από βροχή ή τη δροσιά να εξατμιστεί εντελώς, πριν συγκομιστεί. Η συγκομιδή υγρής λεβάντας μπορεί να οδηγήσει στον αποχρωματισμό της, στο σχηματισμό μούχλας στα ματσάκια, όπως επίσης και σε χημικές αλλαγές στη σύνθεση του αιθέριου ελαίου, μειώνοντας φυσικά την ποιότητά του. Επίσης, είναι προτιμότερο να μη συγκομίζεται όταν ο καιρός είναι εξαιρετικά ζεστός, που μπορεί να προκαλέσει τον πρόωρο μαρασμό του φυτικού υλικού και αισθητή απώλεια αιθέριου ελαίου. Η καλύτερη χρονική περίοδος είναι από αργά το πρωί (αφού έχει εκλείψει η δροσιά) μέχρι νωρίς το απόγευμα (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

## 1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Το σπουδαιότερο συστατικό που λαμβάνεται από τη λεβάντα είναι το αιθέριο έλαιο, το οποίο βρίσκεται μέσα σε αδένες που βρίσκονται στην επιφάνεια του κάλυκα, στα αυλάκια μεταξύ των λεπτών τριχιδίων. Το αιθέριο έλαιο υπάρχει σε

ποσότητες από 1,5% έως 3%. Είναι κίτρινο και έχει έντονο άρωμα φυτικής λεβάντας με ένα λεπτό ίχνος φρούτων και ξύλου (Ognyanov, 1984; Stajkon, 1984; Gora, 2005; Smigielski κ.ά., 2009). Η ποιοτική και ποσοτική σύνθεση του αιθέριου ελαίου της λεβάντας εξαρτάται από το γενότυπο, την τοποθεσία ανάπτυξης, τις κλιματικές συνθήκες, τον πολλαπλασιασμό και μορφολογικά χαρακτηριστικά (Lawrence, 1993). Το αιθέριο έλαιο περιέχει πάνω από 300 χημικές ενώσεις, με κυριότερες τη λιναλοόλη (από 9,3% έως 68,8%) και τον οξικό λιναλύλ-εστέρα (από 1,2% έως 59,4%) (Smigielski κ.ά., 2011).

- **Απόσταξη**

Οι τρόποι απόσταξης της λεβάντας που εφαρμόζονται σήμερα, ανάλογα με την περιοχή και τις οικονομικές δυνατότητες του παραγωγού, περιλαμβάνουν τον πιο παλιό και παραδοσιακό του μικρού κινητού αποστακτήρα, που εγκαθίσταται δίπλα στη φυτεία, μέχρι τον τελευταίας τεχνολογίας 'κάδο' των πολύ μεγάλων αποστακτικών μονάδων.

- **Μετακινούμενος αποστακτήρας:** Χρησιμοποιείται στις καλλιεργούμενες εκτάσεις για επιτόπια απόσταξη του φυτικού υλικού. Ο άμβυκας (100-500 λίτρων) έρχεται σε επαφή με τη γυμνή φλόγα (από ξύλα πεύκου, θάμνους κλπ), ενώ η απόσταξη διαρκεί περίπου τρεις ώρες.
- **Απλός αποστακτήρας:** Μόνιμη κατασκευή με άμβυκα χωρητικότητας 200-800 λίτρων. Συνήθως είναι κτισμένος με πυρίμαχα τούβλα (μόνωση) κατά τα δύο τρίτα για να περιορίζονται οι απώλειες θερμότητας. Χρησιμοποιείται παλάγκο για τη φόρτωση και εκφόρτωση του φυτικού υλικού. Ως καύσιμα χρησιμοποιούνται ξύλα, κάρβουνο, αλλά και το «σβησμένο» φυτικό υλικό (υπόλειμμα της απόσταξης). Η διάρκεια απόσταξης κυμαίνεται από δύο έως τρεις ώρες.
- **Αποστακτήρας με ατμούς:** Πρόκειται για τους νέους, σύγχρονους αποστακτήρες με άμβυκες ανοξείδωτου χάλυβα χωρητικότητας 1.000-6.000 λίτρων (μπορεί να φτάσουν και τα 20.000 λίτρα) και παροχή ατμού από



λέβητα που χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή υγραέριο. Η διάρκεια της απόσταξης κυμαίνεται μεταξύ 30-40 λεπτά.

- **Κινητός κάδος απόσταξης:** Έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια από μεγάλες μονάδες απόσταξης που έχουν εγκατασταθεί για να εξυπηρετούν εκτεταμένες φυτείες λεβάντας. Κάθε κάδος έχει όγκο 14-26 κυβικά μέτρα. Φορτώνεται στο χωράφι (συνήθως με τεμαχισμένο φυτικό υλικό, αμέσως μετά τη συγκομιδή), μεταφέρεται στην κεντρική μονάδα και συνδέεται με τους αγωγούς παροχής ατμού, όπως και με τους αντίστοιχους μεταφορές των ατμών στους συμπυκνωτές. Ο καυστήρας για την παραγωγή ατμού χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή υγραέριο.

Συνήθως, έτσι αποσπάζονται οι μεγάλοι όγκοι λεβαντίνης για αιθέριο έλαιο βιομηχανικής χρήσης, γεγονός όμως είναι ότι με αυτήν την τεχνική δεν παραλαμβάνεται αιθέριο έλαιο αρίστης ποιότητας (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- ***Σύνθεση και προδιαγραφές αιθέριου ελαίου***

Το αιθέριο έλαιο παράγεται από διάφορες ποικιλίες. Η σύσταση των αιθέριων ελαίων μεταξύ των διαφόρων ειδών λεβάντας είναι πολύ διαφορετική, όσον αφορά στα ποσοστά των επιθυμητών και ανεπιθύμητων συστατικών που περιέχουν. Οι επιθυμητές ενώσεις περιλαμβάνουν τη λιναλοόλη και τον οξικό λιναλύλ-εστέρα, ενώ η καμφορά και η 1,8 σινεόλη είναι λιγότερο επιθυμητές ενώσεις και δίνουν στο λάδι μια δριμεία, έντονη, φαρμακευτική μυρωδιά. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποδεκτά όρια των κυριότερων συστατικών του αιθέριου ελαίου λεβάντας, σύμφωνα με το ISO 3515, ενώ στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα εύρη των συστατικών των αιθέριων ελαίων των δύο κυριότερων ειδών λεβάντας.

Συνήθως, η απόδοση και η ποιότητα του αιθέριου ελαίου της λεβάντας βελτιστοποιείται από την καλλιέργειά του σε σχετικά θερμότερα κλίματα και σε αυξανόμενο υψόμετρο, όμως κρίσιμος καθοριστικός παράγοντας παραμένει η ποικιλία. Το παραδοσιακό αιθέριο έλαιο λεβάντας προερχόταν από φυτά που αναπτύχθηκαν στα βουνά της ΝΑ Γαλλίας. Ένα τέτοιο πιστοποιημένο, υψηλής ποιότητας προϊόν, παραγόμενο κατά αυτόν τον τρόπο συνεχίζει να πωλείται ακόμα

(περίπου 25 kg/χρόνο). Τα αποσταγμένα αιθέρια έλαια lavender και lavandin είναι ευδιακρίτως διαφορετικά και χαρακτηρίζονται από το πτητικό προφίλ τους, που λαμβάνει από την αέριο-χρωματογραφική και οσφρική ανάλυσή τους, την πυκνότητα και το δείκτη διάθλασης.

**Πίνακας 1.** Αποδεκτά όρια ποσοστών των τεσσάρων κύριων συστατικών των αιθέρων ελαίων λεβάντας κατά το ISO 3515 (International Standardization Organization).

Συστατικά	<i>L. angustifolia</i>		<i>L. latifolia</i>	
	Min	Max	Min	Max
Λιναλοόλη	25	38	34	50
Οξικός λιναλύλ-εστέρας	25	45	ίχνη	2
Καμφορά	0	2	8	16
1,8 Κινεόλη	0	2	16	39

Το αγγλικό αιθέριο έλαιο λεβάντας (*L. angustifolia*) είναι διακριτό καθώς προέρχεται από ποικιλίες που αναπτύσσονται μόνο στη Μεγάλη Βρετανία, σε γεωγραφικά πλάτη υψηλότερα από τη Νότιο Γαλλία ή την Τασμανία. Το αγγλικό έλαιο lavender έχει μία λιγότερο υπέρτερη κορυφαία οσφρητική νότα, έναντι του γαλλικού αιθέρου ελαίου, αλλά με διακριτικό βάθος, σθένος και εμμονή. Στη Γαλλία, όπου επικρατούν περισσότερο ζεστά καλοκαίρια, μερικές από τις πολύ πτητικές κορυφαίες νότες του αιθέρου ελαίου μπορεί να χαθούν.

Κατά τη διακίνηση των εμπορικών αιθέρων ελαίων της λεβάντας αυτά χαρακτηρίζονται (όσον αφορά την καλή ποιότητα) ως 38/40, 40/42 ή (για την υψηλή ποιότητα) ως 48/50, 50/52, που αποδίδονται μόνο στα φυσικής προέλευσης αιθέρια έλαια, κάνοντας ταυτόχρονα αναφορά στην περιεκτικότητα όλων των εστέρων που περιέχουν, υπολογισμένων ως Linalyl acetate (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

**Πίνακας 2.** Σύνθεση διαφόρων αιθέριων ελαίων λεβάντας και λεβαντίνης (κυρίως από διεθνή Πρότυπα).

<b>Συστατικό/ χαρακτηριστικό</b>	<b><i>L. angustifolia</i> «Γνήσια» Λεβάντα</b>	<b><i>L. latifolia</i> Spike Λεβάντα</b>
Linalool	25-38%	34-50%
Linalyl acetate	25-45%	<1.6%
1,8-cineole	1-2%	16-39%
β-caryophyllene	3-12%	
Limonene	<1%	0.5-3%
Terpinen-4-ol	206%	
β-ocimene	2.5-6%	
Lavandulyl acetate	3.4-6.2%	
Lavandulol	>0.1%	
α-terpineol	<2%	0.2-2%
Camphor	0.5-1%	10-20%
trans-α-bisabolene		0.4-2.5%
Pinene		1-3%
Δείκτης Διαθλάσεως	1.455-1.466	1.461-1.468
Στροφική Ικανότητα	-12.5° μέχρι -7°	-7° μέχρι +2°
Σχετική ικανότητα	0.878-0.892	0.894-0.907
Απόδοση σε αιθέριο έλαιο (% βάρος νωπού)	<b>1.4-1.6%</b>	<b>1-1.5%</b>

## 1.6 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΘΕΩΝ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ

Ένα άλλο εμπορικό κομμάτι της λεβάντας, εκτός από το αιθέριο έλαιο, είναι τα επεξεργασμένα άνθη είτε ως ξηρά δέματα-μπουκέτα, είτε ως χύδην λεβάντα.

- **Ξηρά δέματα-μπουκέτα**

Μερικοί καλλιεργητές πωλούν τα ξηρά δέματα μη επεξεργασμένα, αφού τα έχουν συγκομίσει και αποξηράνει. Έτσι όμως δεν αποκομίζουν σημαντικά έσοδα, ενώ καθίσταται επιπλέον πιο δύσκολη η διακίνηση και η εμπορία τους στην αγορά, δεδομένου ότι πολλοί αγοραστές αναμένουν να είναι επεξεργασμένα και προσεγμένα, μέχρι ενός ορισμένου βαθμού.

Μόνον οι ποικιλίες με έντονο μπλε χρώμα, επαρκείς σπονδύλους, αρκετούς κάλυκες στο στέλεχος της ταξιανθίας, καθώς κι εξαιρετική αντοχή στη ξήρανση επιλέγονται για να συσκευαστούν σε δέματα. Η επεξεργασία και η προετοιμασία για ένα δέμα-μπουκέτο, γίνεται με διάφορους τρόπους, αλλά ο στόχος παραμένει να παραχθούν μπουκέτα που να είναι όμορφα και ομοιόμορφα στην ποιότητα.



**Εικόνα 3.** Δέματα λεβάντας (Φωτο: Γ. Τσακαλίδης).

- **Χύδην λεβάντα**

Ομοίως και η χύδην λεβάντα που δεν έχει καθαριστεί από τα διάφορα τμήματα των στελεχών ή/και από άλλες ξένες ύλες, αποφέρει χαμηλότερες τιμές και είναι δυσκολότερο να προωθηθεί. Η επεξεργασία της χύδην λεβάντας αρχίζει με την αφαίρεση των οφθαλμών από τα στελέχη. Πολλοί μικροί καλλιεργητές το κάνουν αυτό με το χέρι, το οποίο είναι μία επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία. Ενώ μερικοί μεγαλύτεροι καλλιεργητές έχουν αναπτύξει διάφορους τύπους πρωτόλειων μηχανισμών, χρησιμοποιώντας την αντίσταση από περιστρεφόμενες βούρτσες που απομακρύνουν τους οφθαλμούς σε ελάχιστα δευτερόλεπτα. Μόλις αποχωριστούν οι οφθαλμοί, πρέπει να καθαριστούν από τα τμήματα των στελεχών και τις ξένες ύλες ή τα τρίμματα. Οι μικροί παραγωγοί χρησιμοποιούν συχνά ένα συνδυασμό διαφόρων μεγεθών κόσκινων και ανεμιστήρων. Αντίθετα, οι μεγαλύτεροι παραγωγοί έχουν καταλήξει ότι με μόνο λίγο τρίψιμο, οι μηχανές καθαρισμού και ταξινόμησης σπόρων

μπορούν να προσαρμοστούν γρήγορα και πολύ αποτελεσματικά για να καθαρίσουν τη χύδην λεβάντα (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).



**Εικόνα 4.** Χύδην δρόγη λεβάντας (Φωτο: Γ. Τσακαλίδης).

- **Γενική χρήση**

Η λεβάντα καλλιεργείται κυρίως για την παραγωγή αιθέριου ελαίου και δευτερευόντως για τα αποξηραμένα άνθη της. Το αιθέριο έλαιο έχει εντομοαπωθητικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες και είναι ιδιαιτέρως διαδεδομένο στη βιομηχανία αρωμάτων, σαπουνιών, καλλυντικών και στην αρωματοθεραπεία (Δόρδας, 2012). Οι χρήστες προϊόντων αρωματοθεραπείας πληθαίνουν συνεχώς και αγοράζουν υψηλής ποιότητας αιθέριο έλαιο λεβάντας και άλλα προϊόντα της. Ακόμα, πολλοί άνθρωποι αγαπούν τα κεριά, τα οποία μπορούν να είναι και ευώδη και όμορφα (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013). Τα αποξηραμένα άνθη της λεβάντας χρησιμοποιούνται για τον αρωματισμό κλειστών χώρων και την προστασία των μάλλινων ρούχων από το σκώρο (Κουτσός, 2006).

- **Ιατρική χρήση**

Στην αραβική ιατρική η λεβάντα θεωρήθηκε πολύτιμο σπασμολυτικό και αντιβηχικό φάρμακο. Το αρωματικό έλαιό της χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα για την επούλωση εγκαυμάτων, μικρών πληγών, αλλά και ως αποτελεσματικό καταπραϋντικό σε κνησμούς από τσιμπήματα εντόμων, μώλωπες και ελαφριές δερματοπάθειες. Τα άνθη της λεβάντας έχουν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση (Γιαχακοπούλου, 2009) και πιο συγκεκριμένα η μελέτη των Maγaud κ.ά. (2008) επιβεβαίωσε τα αντιμικροβιακά αποτελέσματά της, σε συγκεντρώσεις 0,94%-10%

εναντίον 65 βακτηριακών στελεχών (η αποτελεσματικότητα εναντίον των θετικών κατά Gram βακτηρίων ήταν υψηλότερη από ό,τι των αρνητικών κατά Gram). Επίσης, το αιθέριο έλαιο λεβάντας (*L. angustifolia*) έχει αντιβακτηρική δράση σε δόσεις 4,0-9,0 mg/ml (Sokonic κ.ά., 2007). Σύμφωνα με τους Buchbauer κ.ά. (1991), ορισμένα συστατικά των αιθέριων ελαίων, όπως η λιναλοόλη και η τερπενεόλη έχουν επίδραση στο κεντρικό νευρικό σύστημα, εξασθενίζοντας τη σωματική δραστηριότητα των ανθρώπων και των ζώων, τη μείωση του άγχους και τη διευκόλυνση του ύπνου. Πειράματα, που διεξήχθησαν σε ανθρώπους για να εξεταστούν οι υπνωτικές δραστηριότητες της λεβάντας, έχουν δείξει ότι το έλαιό της στην αρωματοθεραπεία οδηγεί σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ύπνου και στην περίπτωση των ασθενών που απαιτούν ύπνωση οδηγεί σε μειωμένη χρήση ναρκωτικών (Wolfe and Herzbeg, 1996). *In vitro* μελέτες έχουν αποδείξει ότι το αιθέριο έλαιό της έχει αναλγητική δράση (Skoglund and Jorkjed, 1991) και πειράματα σε κουνέλια αποκάλυψαν τις αναισθητικές του ιδιότητες (Ghelardini κ.ά., 1999). Μασάζ με το αιθέριο έλαιο λεβάντας μείωσε την ανάγκη για ανακούφιση από τον πόνο σε νέους ασθενείς με τον ιό HIV, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις απομάκρυνε πλήρως τον πόνο (Styles, 1997). Τέλος, έχουν αναφερθεί και διουρητικές ιδιότητες της λεβάντας (Elhajili κ.ά., 2001).

- **Αρχιτεκτονική Τοπίου**

Η λεβάντα είναι ένα φυτό που χρησιμοποιείται ευρύτατα ως διακοσμητικό φυτό των κήπων, πάρκων και άλλων εξωτερικών χώρων (Κουτσός, 2006).

- **Μελισσοκομία**

Η λεβάντα είναι επίσης μελισσοτροφικό φυτό (Δόρδας, 2012). Το μέλι που παράγεται σε περιοχές καλλιέργειας λεβάντας, έχει έντονο άρωμα και κεχριμπαρένιο χρώμα. Έχει διαπιστωθεί πειραματικά ότι η μεγάλη παρουσία μελισσών σε καλλιέργειες λεβάντας αυξάνει κατά 20% την απόδοση σε αιθέριο έλαιο. Τώρα τελευταία δοκιμάζεται (με επιτυχία κατ' αρχήν) στην προστασία των κηρήθρων από τον κηρόσκωρο (<http://melissokomianet.gr/levanta-lavandula/>). Η μεγάλη αξία της καλλιεργούμενης λεβάντας ως μελισσοκομικού φυτού φαίνεται από τον τεράστιο αριθμό μελισσιών που μεταφέρονται κάθε χρόνο στις περιοχές με εκτεταμένες

καλλιέργειες. Υπολογίζεται ότι σε κάποιες περιοχές φτάνουν τα 1000 μέχρι και 2000 μελίσσια ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (Dromard, 1955).

### **1.7 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΛΕΒΑΝΤΑΣ**

Οι στατιστικές όσον αφορά την παραγωγή αιθέριου ελαίου σε όλο τον κόσμο είναι δύσκολο να βρεθούν και μερικές φορές είναι αδύνατο να εντοπιστούν. Η κυριότερη χώρα παραγωγής είναι η Γαλλία. Η Γαλλία παράγει ετησίως περίπου 50-75 τόνους αιθέριο έλαιο από το είδος *L. angustifolia*. Η Κίνα υπολογίζεται ότι τώρα παράγει 50-60 τόνους ελαίου το χρόνο. Η Αυστραλία είναι σημαντικός παραγωγός, με επίκεντρο της παραγωγής της στην Τασμανία. Άλλες χώρες που παράγουν σημαντικές ποσότητες αιθέριου ελαίου είναι η Ρωσία (25-50 τόνους το χρόνο), η Ουκρανία και Μολδαβία (20-30 τόνους το χρόνο), η Βουλγαρία, χώρες της τ. Γιουγκοσλαβίας, η Ουγγαρία, η Αργεντινή και η Νέα Ζηλανδία (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

### **1.8 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Το 2003 ξεκίνησε η καλλιέργεια της λεβάντας να εξαπλώνεται διστακτικά στον Ελλαδικό χώρο, με την εκτόξευση της καλλιέργειας από το 2012 και μετέπειτα. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αυξήθηκαν με γοργούς ρυθμούς και πλην των μεγάλων παραγωγών, δραστηριοποιούνται στον τομέα και άνθρωποι για την εξασφάλιση ενός πρόσθετου εισοδήματος. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΠΕΚΕΠΕ (της δήλωσης ΟΣΔΕ του 2015), η έκταση της λεβάντας φθάνει τα 470 στρέμματα. Οι εκτάσεις αυτές είναι μηδαμινές μπροστά στις χώρες που καλούμαστε να ανταγωνιστούμε (Γαλλία, Αυστραλία, Βουλγαρία). Στη χώρα μας κατά κύριο λόγο καλλιεργείται η *L. angustifolia*, ενώ υπάρχουν και καλλιέργειες λεβαντίνης. Οι κυριότερες ποικιλίες της *L. angustifolia* είναι οι Hemus, Drusba και Seftopolis, οι οποίες είναι βελτιωμένες της *L. angustifolia vera*, που καλλιεργείται στη Γαλλία, από ερευνητές στη Βουλγαρία. Γι' αυτό το λόγο τα ονόματα προέρχονται κυρίως από τη Βουλγαρική γλώσσα.

Η λεβάντα καλλιεργείται γραμμικά σε αποστάσεις 1,40 m γραμμή από γραμμή και 30 cm - 50 cm επί της γραμμής, με αποτέλεσμα ανά στρέμμα να έχει από 1.400

έως 2.400 φυτά. Η εγκατάσταση της φυτείας γίνεται με τις μεταφυτευτικές μηχανές τύπου καπνού, οι οποίες προσαρμόζονται στις επιθυμητές αποστάσεις. Η αντιμετώπιση των ζιζανίων γίνεται κυρίως με γραμμικούς καλλιεργητές και σκάλισμα με τα χέρια. Η συγκομιδή γίνεται με μηχανές παρελκόμενες σε γεωργικό ελκυστήρα και η χορτομάζα τοποθετείται σε μέγα σάκους (big bag) και κατευθύνεται στο αποστακτήριο για απόσταξη.

### **1.9 ΖΙΖΑΝΙΑ – ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ**

Το σημαντικότερο πρόβλημα για τη διατήρηση μιας φυτείας λεβάντας είναι ο έλεγχος των ζιζανίων. Η λεβάντα από μόνη της δεν μπορεί να ανταπεξέλθει και δεν ανταγωνίζεται τα ζιζάνια, τα οποία μπορούν να μειώσουν εντυπωσιακά την παραγωγή και την ποιότητα των ανθοκεφαλών και κυρίως την απόδοση σε αιθέριο έλαιο. Πέραν τούτου όμως, δεδομένου ότι η ομορφιά και η αισθητική είναι πολύ σημαντικές σε πολλούς καλλιεργητές λεβάντας, η ανάπτυξη ζιζανίων σε μεγάλο βαθμό μπορεί να μειώσει την ελκυστικότητα ενός αγροκτήματος λεβάντας και να επηρεάσει αρνητικά το μάρκετινγκ και τη δυνατότητα να προσελκύσουν επισκέπτες. Ορισμένα ζιζανιοκτόνα έχουν δοκιμαστεί για τον έλεγχο πολλών ζιζανίων στην Ευρώπη, την Αμερική, την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία και σε άλλες περιοχές που παράγουν σημαντικές ποσότητες λεβάντας. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι σήμερα είναι αποδεκτή παντού και κυρίως στην Ευρωπαϊκή Ένωση η χρήση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων.

Το πλέον σημαντικό βήμα στη εγκατάσταση μιας φυτείας λεβάντας είναι να εξασφαλιστεί η διατήρηση της καλλιέργειας, όσο το δυνατόν, απαλλαγμένη από ζιζάνια, προτού να φυτευτεί. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση χημικών ουσιών, το όργωμα, το σκάλισμα μηχανικά ή με το χέρι, ή με τη χρήση της εδαφοκάλυψης. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξαλειφθούν τα ανθεκτικά πολυετή ζιζάνια πριν από το φύτευση, ώστε να μη γίνουν σοβαρό πρόβλημα ήδη από την αρχή. Εάν η καλλιέργεια είναι εξ αρχής απαλλαγμένη ζιζανίων και εάν το βοτάνισμα γίνεται επιμελώς μετά από τη φύτευση, ο έλεγχος αυτών θα γίνει πολύ ευκολότερος με το χρόνο. Όταν τα φυτά της λεβάντας είναι ώριμα, θα σκιάσουν αποτελεσματικά τα ζιζάνια μέσα στη σειρά. Εάν αντίθετα τα ζιζάνια δεν ελεγχθούν από νωρίς ανάμεσα στις σειρές, το



βοτάνισμα αργότερα μπορεί να γίνει εξαιρετικά δύσκολο (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- ***Επιβλαβείς επιδράσεις των ζιζανίων***

Οι σπουδαιότερες επιβλαβείς επιδράσεις της παρουσίας των ζιζανίων σε διάφορα οικοσυστήματα είναι (Booth κ.ά., 2003): 1. ο ανταγωνισμός με καλλιεργούμενα φυτά (ανταγωνισμός για νερό, θρεπτικά συστατικά, φως και χώρο, αλληλοπαθητική επίδραση), 2. η μείωση ποσότητας παραγόμενων προϊόντων (μείωση απόδοσης καλλιεργούμενων φυτών, μείωση δείκτη συγκομιδής), 3. η υποβάθμιση ποιότητας παραγόμενων φυτικών προϊόντων (ανάμιξη σπόρων ζιζανίων με σπόρους καλλιεργούμενων φυτών), 4. η αύξηση κόστους φυτοπροστασίας (δαπάνη για αντιμετώπιση ζιζανίων ) και 5. η μείωση δείκτη αξιοποίησης γης (κάλυψη επιφάνειας γης από ζιζάνια, ανάγκη για περισσότερες κατεργασίες εδάφους (παρουσία πολυετών ζιζανίων).

- ***Αντιμετώπιση ζιζανίων***

Ο συνηθέστερος τρόπος ελέγχου των ζιζανίων για τις καλλιέργειες λεβάντας είναι μηχανικά ή με το χέρι. Συνήθως τα ζιζάνια στο διάστημα μεταξύ των σειρών ελέγχονται χρησιμοποιώντας φρέζα ή άλλα μηχανικά μέσα, ενώ μέσα στις σειρές με τον παραδοσιακό τρόπο χρησιμοποιώντας εργαλεία χεριών. Μερικές φορές δεν υπάρχει καμία εναλλακτική λύση από του να μπει το χέρι κάτω από τα φυτά της λεβάντας και να ξεριζωθούν τα ζιζάνια κοντά στη βάση του φυτού (βοτάνισμα) (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

- ***Καταγραφή ζιζανίων σε καλλιέργειες λεβάντας***

Παρακάτω αναφέρονται τα κυριότερα ζιζάνια που έχουν καταγραφεί σε καλλιέργειες λεβάντας σε 2 γεωγραφικές περιοχές όπου κατά κύριο λόγο καλλιεργείται η λεβάντα:

- ***Περιοχή Μεσημέρι, Νομού Θεσσαλονίκης***

### Εαρινά Ζιζάνια

---

<i>Amaranthus albus</i>	Λευκό βλήτο
<i>Amaranthus blitoides</i>	Πλαγιαστό βλήτο
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Τραχύ βλήτο
<i>Anagallis foemina</i>	Αναγαλλίδα
<i>Chenopodium album</i>	Λουβουδιά
<i>Heliotropium europaeum</i>	Κοινό ηλιοτρόπιο
<i>Oenothera lamarckiana</i>	Γαϊδουράγκαθο
<i>Polygonum aviculare</i>	Πολυκόμπι
<i>Salsola soda</i>	Αλμύρα
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Σολανό
<i>Tribulus terrestris</i>	Τριβόλι
<i>Xanthium strumarium</i>	Αγριομελιτζάνα
<i>Convolvulus arvensis</i>	Περιπλοκάδα

---

### Φθινοπωρινά Ζιζάνια

---

<i>Avena sterilis</i>	Αγριοβρώμη
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Καψέλλα
<i>Lepidium draba</i>	Βρωμόλαχανο
<i>Matricaria chamomilla</i>	Χαμομήλι
<i>Cichorium intybus</i>	Αγριοράδικο
<i>Galium aparine</i>	Μεγαλόκαρπη κολλητσίδα
<i>Fumaria officinalis</i>	Καπνόχορτο
<i>Lactuca serriola</i>	Αγριομάρουλο
<i>Malva sylvestris</i>	Μολόχα
<i>Paraver rhoeas</i>	Κοινή παπαρούνα
<i>Rapistrum rugosum</i>	Ράπιστρο
<i>Rumex crispus</i>	Λάπαθο
<i>Senecio vulgaris</i>	Μαρτιάκος

<i>Silybum marianum</i>	Κουφάγκαθο
<i>Sinapis arvensis</i>	Άγριο σινάπι
<i>Sonchus asper</i>	Τραχύς ζωχός
<i>Sonchus oleraceus</i>	Ζωχός
<i>Taraxacum officinale</i>	Αγριοράδικο
<i>Urtica urens</i>	Μικρή τσουκνίδα
<i>Lamium amplexicaule</i>	Δωδεκάνθι
<i>Lolium rigidum</i>	Λεπτή ήρα
<i>Stellaria media</i>	Στελλάρια

---

▪ **Περιοχή Κοζάνης**

**Εαρινά Ζιζάνια**

<i>Amaranthus retroflexus</i>	Τραχύ βλήτο
<i>Chenopodium album</i>	Λουβουδιά
<i>Cuscuta campestris</i>	Κουσκούτα
<i>Convolvulus arvensis</i>	Περιπλοκάδα
<i>Cynodon dactylon</i>	Αγριάδα

---

**Φθινοπωρινά Ζιζάνια**

<i>Anthemis arvensis</i>	Ανθεμίδα
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Καψέλλα
<i>Avena sterilis</i>	Αγριοβρώμη
<i>Cichorium intybus</i>	Αγριοράδικο
<i>Rumex crispus</i>	Λάπαθο
<i>Senecio vulgaris</i>	Μαρτιάκος
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Μεγάλη γαλατσίδα
<i>Malva sylvestris</i>	Μολόχα
<i>Papaver rhoeas</i>	Κοινή παπαρούνα
<i>Silybum marianum</i>	Κουφάγκαθο

<i>Sonchus asper</i>	Τραχύς ζωχός
<i>Hordeum murinim</i>	Αγριοκρίθαρο
<i>Lactuca rerriola</i>	Αγριομάρουλο
<i>Sonchus oleraceus</i>	Ζωχός
<i>Taraxacum officinale</i>	Αγριοράδικο
<i>Veronica persica</i>	Βερονίκη

---

### 1.10 ENTOMA ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Το φυτό είναι ανθεκτικό σε εχθρούς και ασθένειες. Δεν είναι όμως και από τα απρόσβλητα φυτά. Οι καλλιέργειες της λεβάντας μπορούν να προσβληθούν από νηματώδεις και από μύκητες του εδάφους (*Armillaria melea*, *Roselina necatrix*) που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα (Κουτσός, 2006). Επίσης είναι ευαίσθητη στη φυτόφθορα και γι' αυτό το λόγο δεν πρέπει να υπερχειλίζει ή να συγκεντρώνεται το νερό γύρω από τα φυτά. Βαριά προσβολή από ακρίδες ή γρύλους μπορεί να μειώσει τις αποδόσεις, αλλά πιθανότατα δεν θα θανατώσει τα φυτά (Kimbrough and Swift, 2009; Ιωάννης Βασιλάκογλου, προσωπική επαφή).

### 1.11 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η καλλιέργεια της λεβάντας είναι διαρκώς αυξανόμενη στην Ελλάδα. Δυστυχώς δεν υπάρχουν εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα για την καλλιέργεια, αλλά και σε διεθνές επίπεδο δεν είναι γνωστή η αντοχή της καλλιέργειας σε ήδη χρησιμοποιούμενα σκευάσματα. Σύμφωνα με όλα αυτά καθώς και σε συνδυασμό με τη χρονοβόρα και δαπανηρή μέθοδο της αντιμετώπισης με μηχανικά μέσα, κρίθηκε απαραίτητη η διερεύνηση της εκλεκτικότητας στη λεβάντα και της αποτελεσματικότητας εναντίον των ζιζανίων που απαντώνται στην καλλιέργεια ζιζανιοκτόνων με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης. Ειδικότερα, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας και εκλεκτικότητας στη λεβάντα των εφαρμογών των ζιζανιοκτόνων dicamba (Banvel 48), clopyralid (Lontrel 100), acclonifen (Challenge 600), imazamox (Pulsar 40), tribenuron + mecoprop (Granstar

Combi), metribuzin (Sencor 70), bromoxynil (Bucril 22,5) και iodosulfuron + mesosulfuron (Hussar Maxx).

## 2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε σε πειραματικό αγρό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (πρώην Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας). Το πείραμα εγκαταστάθηκε (φύτευση φυτών λεβάντας) το Νοέμβριο του 2015. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους (ιλυοαργιλώδες) ήταν άργιλος 49%, ιλύς 34%, οργανική ουσία 1,2%, άμμος 17%, pH (1:1H<sub>2</sub>O) 7,5 και C.E.C. (me/100 g) 31,2. Ειδικότερα, η φύτευση των φυταρίων λεβάντας (*L. angustifolia*) (των ποικιλιών Hemus, Seftopolis, Iloubilenia και Drusba) έγινε σε αποστάσεις φύτευσης 1 m γραμμή από γραμμή και 0,40 cm επί της γραμμής. Αυτή η τεχνική (αποστάσεις φύτευσης και μίξη ποικιλιών αποτελεί την τεχνική που εφαρμόζουν οι παραγωγοί λεβάντας. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη (RCBD), με 8 επεμβάσεις ζιζανιοκτόνων, 1 αψέκαστο σκαλισμένο μάρτυρα και 1 αψέκαστο ασκάλιστο μάρτυρα. Κάθε επέμβαση είχε 4 επαναλήψεις. Το μέγεθος κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν 12 m<sup>2</sup> (4 m x 3 m) και περιελάμβανε τρεις σειρές λεβάντας. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων (παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1) κατά το πρώτο έτος έγινε στις 17 Φεβρουαρίου 2016. Το δεύτερο και τρίτο έτος η εφαρμογή έγινε στις 22 Φεβρουαρίου 2017 και 26 Φεβρουαρίου 2018. Η εφαρμογή κάθε ζιζανιοκτόνου κατά τα τρία έτη έγινε στα ίδια πειραματικά τεμάχια προκειμένου να αξιολογηθεί η εκλεκτικότητα των επεμβάσεων στα φυτά λεβάντας, η απόδοση σε νωπή και ξηρή δρόγη, καθώς και η απόδοση σε αιθέριο έλαιο και η χημική σύσταση του ελαίου. Για το λόγο αυτό, ο πειραματικός αγρός διατηρήθηκε καθαρός από ζιζάνια σε όλη τη διάρκεια του πειράματος (εκτός από τα πειραματικά του αψέκαστου και ασκάλιστου μάρτυρα). Η απομάκρυνση των ζιζανίων γίνονταν με το χέρι, 4 φορές μέσα στην καλλιεργητική περίοδο. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων πραγματοποιήθηκε με ψεκαστήρα ακριβείας ρυθμισμένο να εφαρμόζει 30 L/στρέμμα με πίεση 2,8 Atm. Ο ψεκαστήρας διαθέτει προωθητικό αέριο (πεπιεσμένο αέρα) και μανόμετρο, ώστε να ρυθμίζει την πίεση. Ο ιστός του διαθέτει 6 ακροφύσια. Η παρασκευή του ψεκαστικού υγρού έγινε σε μπρούτζινες φιάλες χωρητικότητας 3 Lt. Τα ακροφύσια που

χρησιμοποιήθηκαν ήταν τύπου απλού ριπιδίου τα οποία επιτυγχάνουν κατανομή του ψεκαστικού υγρού σε σχήμα τριγώνου. Η φυτοτοξικότητα των ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια αξιολογήθηκε με καταγραφή μακροσκοπικών συμπτωμάτων στις 2, 4, 6 και 8 εβδομάδες μετά την εφαρμογή τους, καθώς και με τη σύγκριση του νωπού και ξηρού βάρους της δρόγης κατά τη συγκομιδή. Η συγκομιδή της λεβάντας έγινε με το χέρι στις 16 Ιουνίου 2016, στις 21 Ιουνίου 2017 και στις 03 Ιουλίου 2018. Συγκομίστηκε μία γραμμή 4 m από κάθε πειραματικό τεμάχιο και αξιολογήθηκε το νωπό βάρος. Η δρόγη αποξηράνθηκε σε συνθήκες σκοτεινού δωματίου για 7 ημέρες και κατόπιν αξιολογήθηκε η απόδοση σε ξηρή δρόγη και η περιεκτικότητα αυτής σε αιθέριο έλαιο μέσω απόσταξης σε εργαστηριακή συσκευή Clevenger, όπου αξιολογήθηκε το ποσοστό αιθέριου ελαίου ανά δείγμα ξηρής δρόγης. Τέλος, τα παραγόμενα αιθέρια έλαια του πρώτου έτους αναλύθηκαν σε αέριο χρωματογράφο (GSMS) για την ύπαρξη υπολειμμάτων και για πιθανή διαφοροποίηση των κύριων συστατικών.

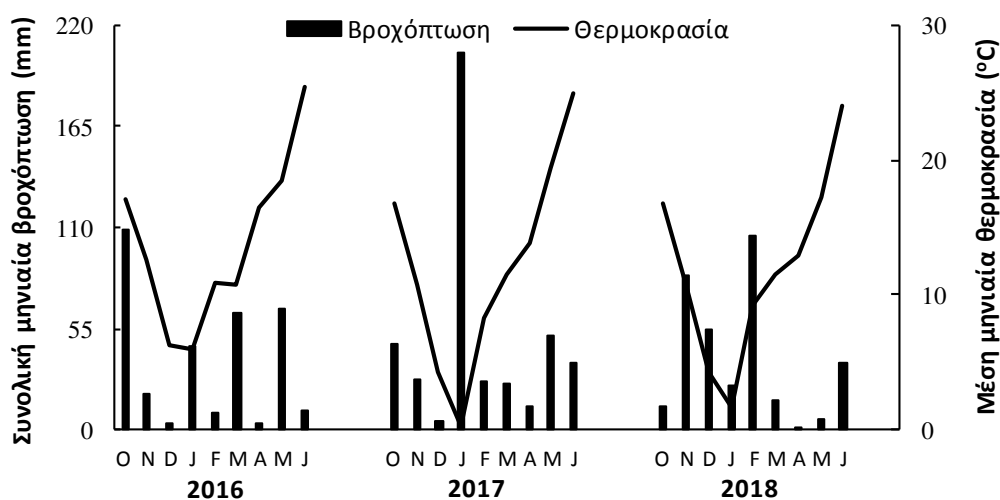
**Πίνακας 2.1.** Επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στο πείραμα εκλεκτικότητας, καθώς και κατάταξή τους σύμφωνα με το μηχανισμό δράσης.

<b>Δραστική Ουσία</b>	<b>Εμπορικό σκεύασμα</b>	<b>Δόση Εφαρμογής g δ.ο/στρ</b>	<b>Μηχανισμός δράσης</b>
Dicamba	Banvel	28,8	AUXINS
Clopyralid	Lontrel	10	AUXINS
Aclonifen	Challenge	240	PPG-O
Imazamox	Pulsar	5	ALS
Tribenuron + Mecoprop+ Dash	Granstar combi	1 + 73.4 + 100	PH II+AUXINS
Metribuzin + Dash	Lenoxe	35 + 100	PH II
Bromoxynil	Buctril	25	PH II
Iodosulfuron + Mesosulfuron+ Dash	Hussar maxx	0.75 + 0.75 + 100	ALS
Untreated weed- free control		-	-
Untreated weedy control		-	-

Το καλοκαίρι του πρώτου έτους η καλλιέργεια δέχθηκε δύο φορές άρδευση (με σύστημα σταγόνας) προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιτυχής εγκατάσταση. Επιπλέον, κατά το τρίτο έτος έγινε εφαρμογή πυρεθρινοειδούς εντομοκτόνου στο στάδιο της εμφάνισης των ταξιανθιών, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η προσβολή

από το έντομο γρύλος (*Gryllidae*). Η μέση μηνιαία θερμοκρασία και η συνολική μηνιαία βροχόπτωση κατά τη διάρκεια του πειράματος παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος MSTAT (MSTAT-C, 1998). Το κριτήριο Least Significant Difference test (LSD) χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση στατιστικώς σημαντικών διαφορών σε επίπεδο σημαντικότητας  $P=0,05$ .



**Σχήμα 1.** Μέση μηνιαία θερμοκρασία και συνολική μηνιαία βροχόπτωση κατά τη διάρκεια του πειράματος.



## 2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

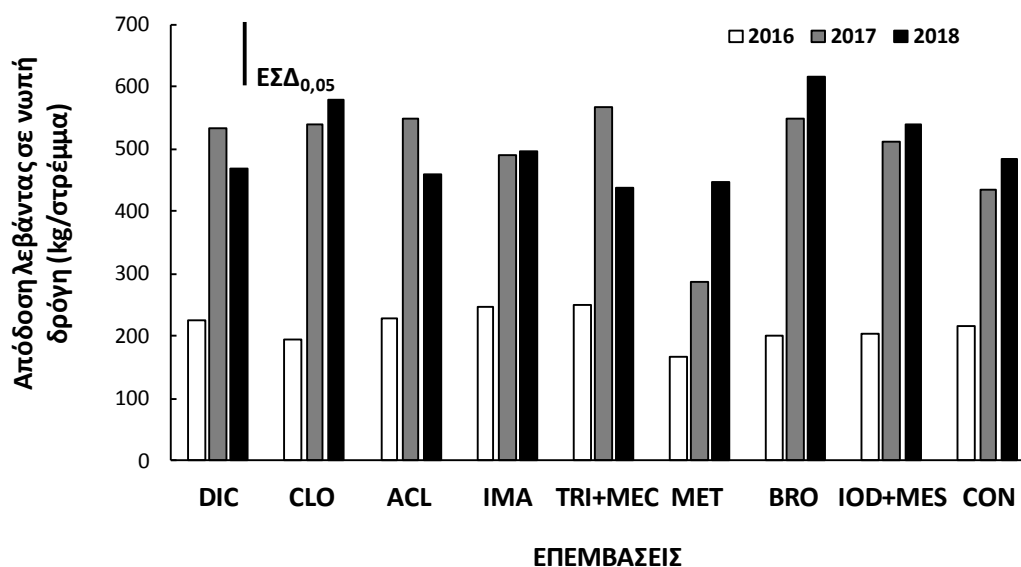
Η παρουσία των ζιζανίων (στον ασκάλιστο μάρτυρα) προκάλεσε 75% μείωση της απόδοσης, σε σύγκριση με τον σκαλισμένο μάρτυρα, κατά το πρώτο έτος της καλλιέργειας. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει τη μεγάλη σημασία της αποτελεσματικής αντιμετώπισης των ζιζανίων, ειδικότερα στα πρώτα έτη της καλλιέργειας. Τα κυριότερα είδη ζιζανίων ήταν: η παπαρούνα, το άγριο σινάπι, το καπνόχορτο, η λεπτή ήρα και ο ετήσιος ζωχός. Το συμπέρασμα αυτό υποστηρίζεται από τα ευρήματα αρκετών ερευνητών (Glasgow et al., 1976; Weaver, 1984; Cousens, 1985; Forcella, 1987) οι οποίοι, μελετώντας την επίδραση των ζιζανίων στα καλλιεργούμενα φυτά βρήκαν σοβαρές απώλειες στην απόδοση, εξαιτίας της παρουσίας των ζιζανίων.

Σε όλες τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις για πιθανά συμπτώματα φυτοτοξικότητας δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη των φυτών όπου δέχθηκαν την επίδραση των ζιζανιοκτόνων, σε σύγκριση με τον αψέκαστο – σκαλισμένο μάρτυρα. Αυτό πιθανώς οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την περίοδο των επεμβάσεων τα φυτά λεβάντας βρίσκονταν στο στάδιο διακοπής της βλαστικής ανάπτυξής τους και της σκλήρυνσης των βλαστών και των φύλλων και φυσικά αρκετές ημέρες πριν την αναβλάστηση του Μαρτίου.

Η ανάλυση των δεδομένων των συστατικών απόδοσης (νωπή και ξηρή δρόγη, αιθέριο έλαιο) έδειξε ότι αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάστηκαν από το έτος ( $P < 0,001$ ), από τις επεμβάσεις ( $P < 0,001$ ) και από τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση ( $P < 0,001$ ). Για το λόγο αυτό, στα Σχήματα 1, 2 και 3 παρουσιάζεται η αλληλεπίδραση έτος x επεμβάσεις.

Το πρώτο έτος της καλλιέργειας (έτος εγκατάστασης) η απόδοση της λεβάντας σε νωπή δρόγη ήταν μικρότερη από ό,τι τα υπόλοιπα δύο έτη (Σχήμα 1). Αυτό οφείλεται στις δυσκολίες που αντιμετωπίζει η καλλιέργεια κατά το έτος εγκατάστασης και στη μικρότερη ανάπτυξη της ρίζας και των βλαστών. Μεταξύ των επεμβάσεων δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές. Εντούτοις, η απόδοση στα πειραματικά όπου εφαρμόστηκε το metribuzin ήταν ελαφρώς μικρότερη από την απόδοση των υπόλοιπων επεμβάσεων. Κατά το δεύτερο έτος, η επέμβαση του metribuzine έδειξε τη μικρότερη απόδοση σε νωπή δρόγη, ενώ στο τρίτο έτος οι

επεμβάσεις των metribuzine και tribenuron+mecorprop έδειξαν ελαφρώς μικρότερη απόδοση νωπής δρόγης, από ό,τι οι υπόλοιπες επεμβάσεις.

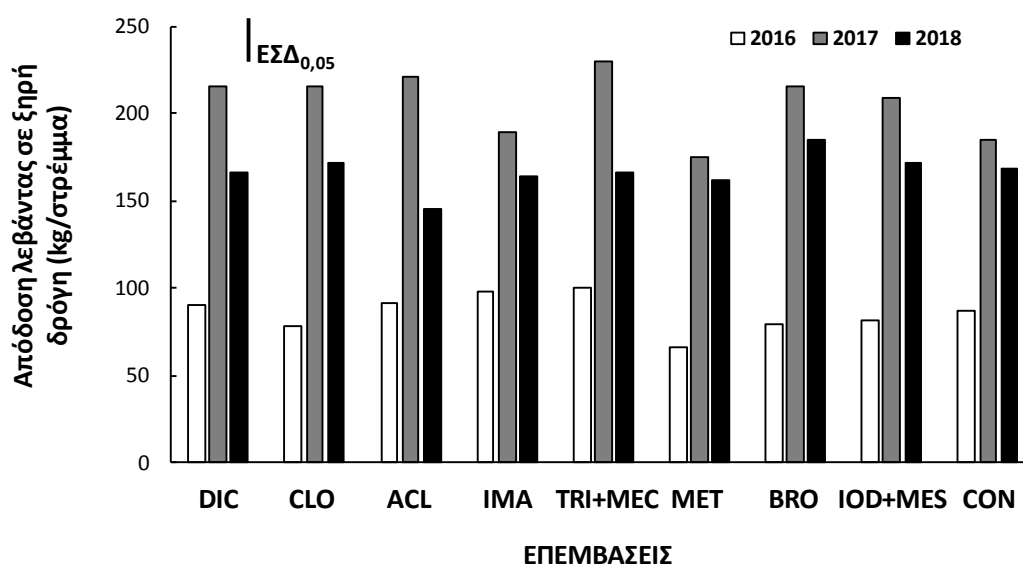


**Σχήμα 2.** Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων ζιζανιοκτόνων (τέλος χειμώνα) στην απόδοση της λεβάντας σε νωπή δρόγη, κατά τα έτη 2016, 2017 και 2018.

**DIC:** dicamba, **CLO:** clopyralid, **ACL:** aclonifen, **IMA:** imazamox, **TRI+MEC:** tribenuron+mecorprop, **MET:** metribuzin, **BRO:** brominal, **IOD+MES:** iodosulfuron+mesosulfuron, **CON:** untreated weed-free control.

Τα δεδομένα της απόδοσης σε ξηρή δρόγη έδειξαν ότι το πρώτο έτος (εγκατάστασης) οι αποδόσεις ήταν περίπου στο 50% των αποδόσεων των επόμενων δύο ετών (Σχήμα 3). Ομοίως με την απόδοση σε νωπή δρόγη, η απόδοση στα πειραματικά όπου εφαρμόστηκε το metribuzin ήταν ελαφρώς μικρότερη από την απόδοση των υπόλοιπων επεμβάσεων. Η μεγαλύτερη απόδοση σε ξηρή δρόγη επετεύχθη κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειας, ενώ οι αποδόσεις του τρίτου έτους ήταν ελαφρώς μειωμένες, σε σύγκριση με εκείνες του δεύτερου έτους. Αυτό πιθανώς οφείλεται στις χαμηλές θερμοκρασίες του Μαΐου και στις περιορισμένες βροχοπτώσεις Απριλίου και Μαΐου, κατά το τρίτο έτος της καλλιέργειας (Σχήμα 1).

Στο δεύτερο έτος καλλιέργειας, η επέμβαση του metribuzine έδειξε ελαφρώς μικρότερη απόδοση σε ξηρή δρόγη, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αυτό δε συνέβη κατά το τρίτο έτος όπου όλες οι επεμβάσεις έδειξαν παρόμοια απόδοση σε ξηρή δρόγη.



**Σχήμα 3.** Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων ζιζανιοκτόνων (τέλος χειμώνα) στην απόδοση της λεβάντας σε ξηρή δρόγη, κατά τα έτη 2016, 2017 και 2018.

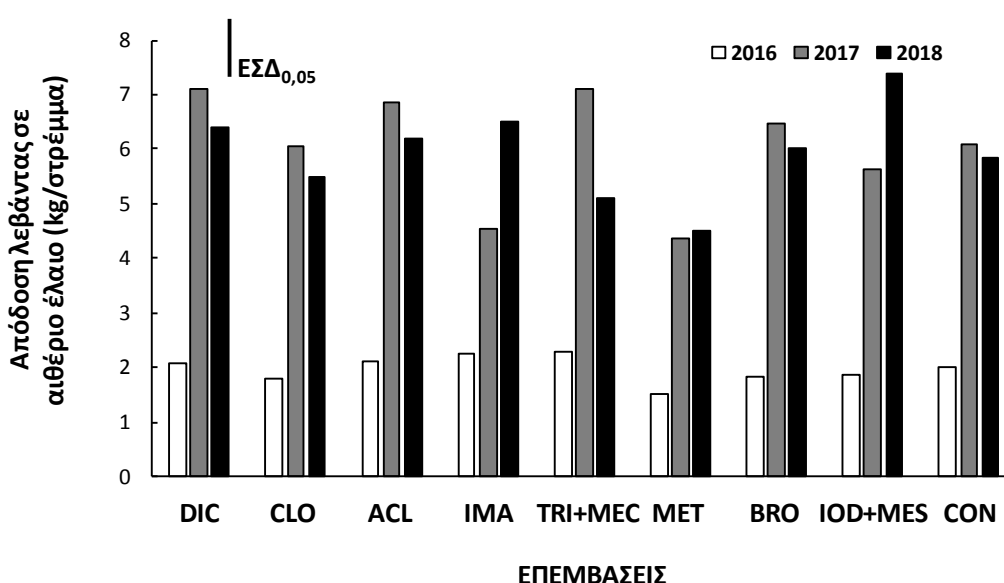
**DIC:** dicamba, **CLO:** clopyralid, **ACL:** aclonifen, **IMA:** imazamox, **TRI+MEC:** tribenuron+mecoprop, **MET:** metribuzin, **BRO:** brominal, **IOD+MES:** iodosulfuron+mesosulfuron, **CON:** untreated weed-free control.

Η απόσταση της ξηρής δρόγης από τις επεμβάσεις του πρώτου έτους έδειξε ότι η απόδοση του αιθέριου ελαίου ήταν περίπου 1,4% (1,4 kg αιθέριου ελαίου / 100 kg ξηρής δρόγης). Η χαμηλή απόδοση σε αιθέριο έλαιο πιθανώς οφείλεται στο ότι η καλλιέργεια ήταν πρωτοετή και η λεβάντα αποδίδει το μέγιστο σε αιθέριο έλαιο (2-3%) μετά το 3<sup>ο</sup> έτος της καλλιέργειας (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

Τα δεδομένα απόδοσης σε αιθέριο έλαιο έδειξαν ότι οι περισσότερες επεμβάσεις ζιζανιοκτόνων δεν επηρέασαν αρνητικά την απόδοση της λεβάντας, σε σύγκριση με την απόδοση του σκαλισμένου και αφέκαστου μάρτυρα (Σχήμα 4). Από τις χημικές επεμβάσεις, το metribuzin προκάλεσε μικρή μείωση (23-28%) της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο και στα τρία έτη του πειράματος, ενώ το imazamox και

το μίγμα tribenuron+mecorprop προκάλεσαν μικρή μείωση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο κατά το δεύτερο και τρίτο έτος, αντίστοιχα.

Ο Vouzounis κ.ά. (2003) σε πείραμα που πραγματοποίησε σε καλλιέργεια λεβάντας βρήκαν πως το aclonifen προκάλεσε εμφανή χλώρωση των φύλλων, τα φυτά για αρκετές εβδομάδες εμφάνιζαν μια καθυστερημένη ανάπτυξη δίνοντας την εικόνα ότι η καλλιέργεια θα αποτύχει. Τελικά τα φυτά αναπτύχθηκαν και η μείωση της απόδοσης δεν ήταν σημαντική. Οι Angelona και Lamben (2011), σε πείραμα αξιολόγησης της εκλεκτικότητας στη λεβάντα της δραστικής ουσίας oxadiargyl (Raft 400 SC), βρήκαν ότι ήταν αποτελεσματικό σε κάποια ευαίσθητα μονοετή ζιζάνια και σε ορισμένα πολυετή. Επιπλέον, ορισμένες δόσεις του ζιζανιοκτόνου κατάφεραν να αυξήσουν τη ποσότητα νωπής δρόγης κατά 16-21%, καθώς και την ποσότητα του αιθέριου ελαίου κατά 23-29%. Επίσης πολλές μεταχειρίσεις ζιζανιοκτόνων στη λεβάντα οδήγησαν σε σημαντική αύξηση της απόδοσης σε αποξηραμένα άνθη.



**Σχήμα 4.** Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων ζιζανιοκτόνων (τέλος χειμώνα) στην απόδοση της λεβάντας σε αιθέριο έλαιο, κατά τα έτη 2016, 2017 και 2018.

**DIC:** dicamba, **CLO:** clopyralid, **ACL:** aclonifen, **IMA:** imazamox, **TRI+MEC:** tribenuron+mecorprop, **MET:** metribuzin, **BRO:** brominal, **IOD+MES:** iodosulfuron+mesosulfuron, **CON:** untreated weed-free control.

Από την ανάλυση των αιθέριων ελαίων που πραγματοποιήθηκε σε αέριο χρωματογράφο (GSMS), παρατηρήθηκε ότι οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων δεν προκάλεσαν σημαντική μεταβολή της χημικής σύστασης του αιθέριου ελαίου, εφόσον οι τιμές των κυριότερων συστατικών, σύμφωνα με το ISO 3515, δεν εμφάνισαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους (Πίνακας 2,2). Επιπλέον, σε κανένα δείγμα δεν ανιχνεύτηκαν υπολείμματα των δραστικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν στην καλλιέργεια. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι, εάν ένα ζιζανιοκτόνο δεν επηρεάζει την ανάπτυξη της καλλιέργειας, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια και δίχως τον κίνδυνο πιθανών υπολειμμάτων στο παραγόμενο αιθέριο έλαιο.

**Πίνακας 2.2.** Επίδραση των χημικών επεμβάσεων στα συστατικά του αιθέριου ελαίου λεβάντας, σύμφωνα με το ISO 3515 και σε σύγκριση με τους αψέκαστους μάρτυρες.

	<b>Αψέκαστος ασκάλιστος μάρτυρας</b>	<b>Αψέκαστος σκαλισμένος μάρτυρας</b>	<b>Επεμβάσεις ζιζανιοκτόνων</b>
<b>Συστατικά</b>	<b>Συγκέντρωση %</b>		
3-octanone	0,40	0,51	0,53
α-phellandrene	0,04	0,08	0,10
limonene	0,50	0,45	0,57
1,8-cineol	0,75	1,15	1,11
cis-β-ocimene	4,53	2,68	3,51
trans-β-ocimene	1,50	0,78	1,11
linalool	36,00	38,74	39,42
camphor	0,13	0,17	0,14
lavandulol	0,36	0,48	0,29
terpinen-4-ol	6,73	7,43	7,74
α-terpineol	2,57	3,09	2,97
linalyl acetate	24,66	21,08	20,23
lavandulyl acetate	6,58	7,52	8,31

### 2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας επιτρέπουν την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

- Σε ό,τι αφορά τη **φυτοτοξικότητα**:
  - 1) Οι εφαρμογές στο τέλος του χειμώνα δεν επηρέασαν ή επηρέασαν σε μικρό βαθμό την ανάπτυξη της λεβάντας.
  - 2) Τα ζιζανιοκτόνα dicamba, clopyralid και bromoxynil ήταν τα λιγότερο φυτοτοξικά.
  
- Σε ό,τι αφορά την **απόδοση**:
  - 1) Το ζιζανιοκτόνο metribuzin προκάλεσε μικρή μείωση της απόδοσης και τα τρία έτη, ενώ τα ζιζανιοκτόνα imazamox και tribenuron+mecorrop προκάλεσαν μικρή μείωση μόνο σε ένα έτος.
  - 2) Η παρουσία των ζιζανίων μείωσε κατά 75% την απόδοση της λεβάντας.
  
- Σε ό,τι αφορά τη **ποιότητα του αιθέριου ελαίου**:
  - 1) Οι επεμβάσεις δεν επηρέασαν την αναλογία των κύριων συστατικών του ελαίου.
  - 2) Δεν ανιχνεύτηκαν ζιζανιοκτόνα στο αιθέριο έλαιο.

### **3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

#### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

- Βασιλάκογλου, Ι. 2004. Ζιζάνια Αναγνώριση & Αντιμετώπιση. Εκδόσεις ΑΘ. Σταμούλης. Αθήνα. σ. 24-28.
- Γιαχακοπούλου, Μ. 2007. Πτυχιακή Εργασία: Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της οικογένειας των Χειλανθών (Labiatae). Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας Τμήμα ΘΕ.Κ.Α. Ηράκλειο. σ. 52.
- Δόρδας, Χ. 2012. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη. σ. 207-215.
- Κατσιώτης, Σ.Θ. και Π.Σ. Χατζοπούλου. 2013. Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια. Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. Θεσσαλονίκη. σ. 671-730.
- Κουτσός, Θ.Β. 2006. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη. σ. 191-199.

#### **Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία**

- Angelova, D. and H. Lambev. 2011. Research effect of application of herbicides raft 400 SC for growing of lavender. *Agricultural Science and Technology* 3(3):235-236.
- Booth, B.D., S.D. Murphy, and C.J. Swanton. 2003. *Weed ecology in natural and agricultural systems*. CABI Publishing. Cambridge. USA. p.303.
- Buchbauer, G., L. Jirovetz, W. Jager, H. Dietrich, and C. Plank. 1991. Aromatherapy: evidence for sedative effects of the essential oil of lavender after inhalation. *Zeitschrift fur Naturforschung. Section C. J Biosciences* 46(11-12):1067-1072.
- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield losses due to weed density. *Annals of Applied Biology* 107:239-252.
- Dromard, H. 1955. Lavandes et Apiculture. *Abeille de France* 361:292-301.
- Elhajili, M., K. Baddouri, S. Elkabbaj, F. Meiouat, and A. Settaf. 2001. Diuretic activity of the infusion of flowers from *Lavandula officinalis*. *Reproduction, Nutrition, Development* 41(5):393-399.

- Forcella, F. 1987. Herbicide-resistant crops: Yield penalties and weed thresholds for oilseed rape. *Weed Research* 27:31-34.
- Ghelardini, C., N. Galeotti, G. Salvatore, and G. Mazzanti. 1999. Local anaesthetic activity of the essential oil of *Lavandula angustifolia*. *Planta Med.* 65:700-3.
- Glasgow, J.L., J.W. Dicks, and D. R. Hodgson. 1976. Competition by, and chemical control of, natural weed populations in spring sown field beans (*Vicia faba*). *Annals of Applied Biology* 84:259-269.
- Hassiotis, C., D. Lazari, and K. Vlachonassios. 2010. The effects of habitat type and diurnal harvest on essential oil yield and composition of *Lavandula angustifolia* mill. *Fresenius Environmental Bulletin* 19(8):1491-98.
- Kimbrough, K.A. and C.E. Swift. 2009. Growing Lavender in Colorado. Colorado State University.
- Lawrence, B.M. 1993. Progress in essential oils, lavender oils. *Perf Flav.* 18(1):58-61.
- Mayaud, L., A. Carricajo, A. Zhiri, and G. Aubert. 2008. Comparison of bacteriostatic and bactericidal activity of 13 essential oils against strains with varying sensitivity to Antibiotics. *Soc Appl Microbiol Let Appl Microbiol.* 47:167–173.
- Ognyanov, I. 1983-1984. Bulgarian lavender and Bulgarian lavender oil. *Perf Flav.* 8(6):29-41.
- Skoglund, L. and L. Jorkjed. 1991. Postoperative pain experience after gingivectomies using different combinations of local anaesthetic agents and periodontal dressings. *J Clin Periodontol.* 18:204-209.
- Śmigielski, K., A. Raj, K. Krosowiak, and R. Gruska. 2009. Chemical composition of the essentials oil of *Lavandula angustifolia* cultivated in Poland. *J Essent Oil Bearing Plants* 12(3):338-347.
- Śmigielski, K., R. Prusinowska, A. Raj, M. Sikora, K. Wolińska, and R. Gruska. 2011. Effect of drying on the composition of essential oil from *Lavandula angustifolia*. *J Ess Oil Bearing Plants* 14(5):532-542.
- Stajkov, W. 1984. The Lavender – processing to lavender products in Bulgaria. Farmachim. Sofia.
- Styles, J. 1997. The use of aromatherapy in hospitalized children with HIV. *Complement Ther Nurs.* 3:16-20.



Vouzounis, N.A., V.E. Dararas, and G. Georghiou. 2003. Chemical control of weeds in the aromatic crops lavender, oregano and sage. Agricultural Research Institute Ministry of Agriculture, Natural Resources and the Environment. Nicosia. Cyprus p.6.

Weaver, S.E. 1984. Critical period for weed competition in three vegetable crops in relation to management practices. Weed Research 24:317-325.

Wolfe, N. and J. Herzberg. 1996. Can aromatherapy oils promote sleep in severely demented patients? [2]. Int J Geriatric Psychiatry 11:926-927.

### **Ιστοσελίδες**

<http://melissokomianet.gr/levanta-lavandula/>

<https://it.opekepe.gr/aggregate/>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



**Εικόνα 1.** Αγρός στο πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Λάρισα) πριν την εγκατάσταση της λεβάντας.



**Εικόνα 2.** Ο ίδιος αγρός μετά την εγκατάσταση της φυτείας.



**Εικόνα 3.** Ο αγρός στην αρχή του δεύτερου έτους καλλιέργειας.



**Εικόνα 4.** Ο αγρός στο τρίτο έτος καλλιέργειας.



**Εικόνα 5.** Συλλογή δρόγης με το χέρι.



**Εικόνα 6.** Ξήρανση της δρόγης σε αυτοσχέδιο ξηραντήριο.



**Εικόνα 7.** Απόσταξη της ξηρής δρόγης σε πειραματικό αποστακτήρα Clevenger.