ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αξιολόγηση της βιοδραστικότητας υδρολυμάτων ρίγανης και φασκόμηλου στα ζιζάνια Lolium rigidum, Solanum elaeagnifolium και στους βιοδείκτες Avena spp, Lemna minor

Μαρίνα Κ. Ακριβού

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:
Φάλια Οικονόμου, Καθηγήτρια ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2022

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αξιολόγηση της βιοδραστικότητας υδρολυμάτων ρίγανης και φασκόμηλου στα ζιζάνια Lolium rigidum, Solanum elaeagnifolium και στους βιοδείκτες Avena spp, Lemna minor

Evaluation of the bioactivity of oregano and sage hydrosols on the weeds Lolium rigidum, Solanum elaeagnifolium and the biomarkers Avena spp, Lemna minor

Μαρίνα Κ. Ακριβού

Εξεταστική επιτροπή:
Φάλια Οικονόμου, Καθηγήτρια ΓΠΑ (επιβλέπων)
Ηλίας Τραυλός, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ
Παναγιώτα Παπαστυλιανού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ

Αξιολόγηση της βιοδραστικότητας υδρολυμάτων ρίγανης και φασκόμηλου στα ζιζάνια Lolium rigidum, Solanum elaeagnifolium και στους βιοδείκτες Avena spp, Lemna minor

ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου συνόλου ερευνών που διεξάγονται εδώ και πολλά έτη στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και ειδικότερα στο εργαστήριο της Γεωργίας που αφορούν στην αξιολόγηση της βιοδραστικότητας υδρολυμάτων Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών (ΑΦΦ).

Τα ΑΦΦ αποτελούν ιδανική επιλογή καλλιέργειας για την αξιοποίηση της ελληνικής υπαίθρου αφού πολλά είναι ενδημικά είδη της χώρας μας και προσαρμόζονται ιδανικά στις ελληνικές συνθήκες. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν πολλά εγκεκριμένα φάρμακα για την καταπολέμηση των ζιζανίων στις καλλιέργειες των ΑΦΦ και κατά τα πρώτα χρόνια εγκατάστασης της καλλιέργειας, ο έλεγχος των ζιζανίων είναι απαραίτητος. Το πρόβλημα αυτό ενισχύεται από τις αυξανόμενες περιπτώσεις ανθεκτικότητας των ζιζανίων στη χημική καταπολέμηση. Στα πλαίσια αυτά, βιώσιμη λύση αποτελεί η αξιοποίηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού πολλών ΑΦΦ που μπορεί εν δυνάμει να αναστείλει την βλάστηση σπόρων ζιζανίων και να παρεμποδίσει την επιμήκυνση του ριζιδίου. Έτσι, προτείνεται η ανάπτυξη φυτικών ζιζανιοκτόνων από αιθέρια έλαια και υδατικά εκχυλίσματα (υδρολύματα) ΑΦΦ που μπορούν να συνδυαστούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων ή ακόμη και στη Βιολογική Γεωργία και να δώσει λύση στα προβλήματα ανθεκτικότητας των ζιζανίων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της βιοδραστικότητας δύο υδρολυμάτων: της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare L. subsp. hirtum* και της φασκομηλιάς *Salvia fruticosa Mill,* σε δύο βιοδείκτες *Lemna minor* (κ. νεροφακή) και *Avena sativa* (κ. βρώμη) αλλά και σε δύο ζιζάνια *Solanum elaeagnifolium* (κ. γερμανός) και *Lolium rigidum* (κ. λόλιο).

Αξιολογήθηκε η επίδραση που είχε το κάθε υδρόλυμα στην εκβλάστηση σπόρων, την επιμήκυνση του ριζιδίου και του βλαστιδίου στις περιπτώσεις των σπόρων βρώμης και ήρας, αλλά και στους κονδύλους του γερμανού. Στη περίπτωση της λέμνας αξιολογήθηκε ο βαθμός αποχρωματισμού της χλωροφύλλης αλλά και η επίδραση του υδρολύματος στις μετρήσεις νωπού- ξηρού βάρους του φυτικού δείγματος της λέμνας.

Πραγματοποιήθηκαν in-vitro δοκιμές για *Avena sativa*, *Solanum elaeagnifolium* και *Lolium rigidum* σε τριβλύα petri και ως μέσο ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκε διηθητικό χαρτί, ενώ για

τη *Lemna minor* χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα φιαλίδια. Αξιολογήθηκαν 7 διαδοχικές αραιώσεις υδρολυμάτων με σειρά μειούμενης συγκέντρωσης υδρολύματος (x, x/2, x/4, x/8, x/16, x/32, x/64) σε σχέση με το μάρτυρα που ήταν απεσταγμένο νερό. Με το πέρας των 7 ημερών, αξιολογήθηκε το ποσοστό παρεμπόδισης εκβλάστησης σπόρων βρώμης και ήρας και κονδύλων γερμανού, ενώ με το πέρας των 14 ημερών αξιολογήθηκε η παρεμπόδιση επιμήκυνσης βλαστιδίου και ριζιδίου. Αντίστοιχα στην περίπτωση της λέμνας, το φυτικό δείγμα αφέθηκε στα γυάλινα φιαλίδια μέχρι την επίτευξη του αποχρωματισμού της χλωροφύλλης στην συγκέντρωση x και ύστερα ελήφθησαν οι τελικές ζυγίσεις βάρους του συνόλου των δειγμάτων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν παρεμπόδιση βλαστικότητας και για τα δύο υδρολύματα η οποία ακολουθούσε μειούμενη πορεία ανάλογη με τη μείωση της συγκέντρωσης του υδρολύματος στην κάθε διαδοχική αραίωση. Ισχυρότερη παρεμπόδιση παρουσίασε το υδρόλυμα της φασκομηλιάς συγκριτικά με της ελληνικής ρίγανης, καθώς στην περίπτωση της μικρότερης συγκέντρωσης (x/64) του υδρολύματος *Origanum vulgare L. subsp. hirtum*, φάνηκε να επηρεάζει θετικά την βλαστικότητα των σπόρων. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και όσον αφορά τους μέσους όρους μήκους ριζιδίου και βλαστιδίου.

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φαίνεται ότι τα υδρολύματα των ΑΦΦ ασκούν παρεμποδιστική δράση στη βλαστικότητα σπόρων ζιζανίων αλλά και στην επιμήκυνση του βλαστιδίου και του ριζιδίου και θα μπορούσε ανά περίπτωση να χρησιμοποιηθεί υδρόλυμα ελληνικής ρίγανης ή φασκομηλιάς σε τέτοια συγκέντρωση EC50, ώστε να επιτευχθεί έλεγχος των ζιζανίων στον αγρό.

Επιστημονική Περιοχή: Γεωργία

Λέξεις κλειδιά: *Origanum vulgare L. subsp. hirtum*, *Salvia fruticosa Mill,* βιοδραστικότητα, φυτοτοξικότητα, αλληλοπάθεια

Evaluation of the bioactivity of oregano and sage hydrosols on the weeds Lolium rigidum, Solanum elaeagnifolium and the biomarkers Avena spp, Lemna minor

MSc Innovative Applications in Sustainable Agriculture, Plant Improvement and Agrometeorology
Department of Plant Production Science
Laboratory of Agriculture

Abstract

The present study is part of a wider set of research conducted for many years at the Agricultural University of Athens and particularly at the Laboratory of Agriculture concerning the evaluation of the bioactivity of Aromatic and Medicinal Plant (MAP) hydrosols.

MAPs are an ideal crop choice for the exploitation of the Greek countryside since many of them are endemic species of our country and are ideally adapted to Greek conditions. Unfortunately, there are not many approved drugs for weed control in MAP crops and during the first years of crop establishment, weed control is essential. This problem is compounded by increasing cases of weed resistance to chemical control. In this context, a viable solution is to exploit the allelopathic potential of many MAPs that can potentially inhibit weed seed germination and prevent root elongation. Thus, it is proposed to develop herbal herbicides from essential oils and aqueous extracts (hydrosols) of MAPs that can be combined in integrated weed management programs or even in Organic Agriculture and provide a solution to weed resistance problems.

The aim of the present work is to evaluate the bioactivity of two hydrosols: the Greek oregano *Origanum vulgare sub. hirtum* and the sage *Salvia fruticosa Mill*, on two biomarkers *Lemna minor* and *Avena spp.* and on two weeds *Solanum elaeagnifolium* and *Lolium rigidum*.

The effect of each hydrolysis on seed germination, root and shoot elongation in the cases of oat and lolium seeds, and on the tubers of germanium was evaluated. In the case of lemma, the degree of chlorophyll discoloration and the effect of the hydrosol on the fresh-dry weight measurements of the lemma plant sample were evaluated.

In-vitro tests were carried out for *Avena spp., Solanum elaeagnifolium* and *Lolium rigidum* in petri dishes and filter paper was used as growth medium, while for *Lemna minor* glass vials were used. Seven consecutive dilutions of hydrosol were evaluated in order of decreasing hydrosol concentration (x, x/2, x/4, x/8, x/16, x/32, x/64) compared to the control which was distilled water. At the end of 7 days, the rate of inhibition of oat and lolium seed and solanum's tuber was evaluated, and at the end of 14 days, the inhibition of shoot and root elongation was evaluated. Similarly in the case of lemma, the plant sample was left in

the glass vials until chlorophyll discoloration at x concentration was achieved and then the final weight weights of all the samples were taken.

The results showed germination inhibition for both hydrosols which followed a decreasing trend proportional to the decrease in hydrosol concentration in each successive dilution. The sage hydrosol showed a stronger inhibition compared to the Greek oregano hydrosol, as in the case of the lower concentration (x/64) of *Origanum vulgare L. subsp. hirtum* hydrosol, it seemed to have a positive effect on seed germination. Similar results were observed for the mean root and shoot lengths.

In conclusion, from the results of the present study, it appears that the hydrosol of MAPs exert an inhibitory effect on weed seed germination and on shoot and root elongation and, where appropriate, a hydrosol of Greek oregano or sage could be used at such a concentration to achieve weed control in the field.

Scientific area: Agriculture

Key words: Origanum vulgare L. subsp. hirtum, Salvia fruticosa Mill, bioactivity, phytotoxicity, allelopathy

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος Επιστήμης της Φυτικής Παραγωγής με τίτλο «Καινοτόμες εφαρμογές στην αειφορική γεωργία, στη βελτίωση φυτών και στην αγρομετεωρολογία».

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στο σύνολο του προσωπικού του εργαστηρίου αλλά ιδιαίτερα στην Καθηγήτρια κυρία Οικονόμου Γαρυφαλλιά, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου παρείχε καθόλη τη διάρκεια της μελέτης μου, καθώς και στην υποψήφια διδάκτωρ κυρία Δουλφή Δήμητρα για την αμέριστη βοήθεια της και τις πολύτιμες συμβουλές της που μου παρείχε κατά τη συγγραφή της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη .....

Abstract .....

1. Εισαγωγή 1

1.1 Ιστορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών 1

1.2 Ορισμός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών 2

1.3 Τα Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα. 2

1.4 Χρήσεις Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών. 4

1.5 Υδρολύματα 5

1.6 Αιθέρια έλαια 5

1.6.1 Ρόλος των αιθέριων ελαίων 6

1.6.2 Σύσταση και παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων 6

1.7 Αλληλοπάθεια 10

1.7.1 Έλεγχος της αλληλοπάθειας 11

2 Χαρακτηριστικά των υπό εξέταση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. 12

2.1 Φασκόμηλο *(Salvia fruticosa L.)* 12

2.2 Ρίγανη 14

2.3 Καλλιεργητικές τεχνικές 16

2.4 *Καλλιεργητικές φροντίδες* Ελληνικής ρίγανης, *Origanum vulgare L. subsp. hirtum*, Labiatae 18

2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες Ελληνικής φασκομηλιάς, Salvia fruticosa Miller (οικογένεια Labiatae) 18

3 Έλεγχος βιοδραστικότητας σε φυτά στόχους. 19

3.1 Lemna minor, Araceae 19

3.2 *Avena sativa*, Poaceae. 20

3.3 *Lolium rigidum L.*, Poaceae. 21

3.4 Solanum elaeagnifolium, Solanacae 22

3.5 Νέες τάσεις διαχείρισης ζιζανίων 23

4 Υλικά και μέθοδοι 25

4.1 Βιολογικό Υλικό 25

4.2 Πειραματικό μέρος 26

5 Αποτελέσματα 27

5.1 Επίδραση των υδρολυμάτων στη βλαστικότητα των σπόρων και την επιμήκυνση του βλαστιδίου & του ριζιδίου στην *Avena sativa*. 27

5.1.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum 27

5.1.2 Υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill* 30

5.1.3 Σύγκριση επίδρασης των δύο υδρολυμάτων σε σπόρους *Avena sativa spp.* 33

5.2 **Επίδραση των υδρολυμάτων στη βλαστικότητα των σπόρων και την επιμήκυνση του βλαστιδίου & του ριζιδίου στο Lolium rigidum**. 36

5.2.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum 36

5.2.2 Υδρόλυμα Salvia fruticosa Mill 39

5.2.3 Σύγκριση επίδρασης των δύο υδρολυμάτων σε σπόρους *Lolium rigidum* 42

5.3 Επίδραση των υδρολυμάτων στη βλαστικότητα των σπόρων και την επιμήκυνση του βλαστιδίου & του ριζιδίου στο Solanum elaeagnifolium. 45

5.3.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum 45

5.3.2 Υδρόλυμα Salvia fruticosa Mill 47

5.3.3 Σύγκριση επίδρασης των δύο υδρολυμάτων σε σπόρους Solanum elaeagnifolium 49

5.4 Επίδραση των υδρολυμάτων στο βιοδείκτη Lemna minor. 52

5.4.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum 52

5.4.2 Υδρόλυμα Salvia fruticosa Mill 52

5.4.3 Σύγκριση της επίδρασης των δύο υδρολυμάτων στην ανάπτυξη *Lemna minor* 53

5.4.4 Αποχρωματισμός *lemna minor* 54

5.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα 56

5.6 Dose response EC_{50} 58

5.6.1 Avena spp. 58

5.6.2 Lolium rigidum 59

5.6.3 Solanum elaeagnifolium 60

5.6.4 Lemna minor 60

5.6.5 Βιολογική δράση υδρολυμάτων *Origanum vulgare spp. Hirtum* και *Salvia fruticosa Mill* σε βιοδείκτες και ζιζάνια. 61

6 Συζήτηση - Συμπεράσματα 68

7 Παράρτημα 71

7.1 Παράρτημα Πινάκων 71

7.2 Παράρτημα φωτογραφιών 80

8 Βιβλιογραφία 85

8.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία 85

8.2 Ελληνική Βιβλιογραφία 86

8.3 Ηλεκτρονικές Πηγές 88

1. Εισαγωγή

1.1 Ιστορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών

Η χρήση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έχει τις ρίζες της στα βάθη της ιστορίας με πρώτη καταγεγραμμένη αναφορά από τους Σουμέριους το 2200 π.Χ., σε πλάκα από πηλό στο Ναγκπούρ, η οποία περιλάμβανε 12 συνταγές για παρασκευές φαρμάκων από διάφορα φυτά, όπως παπαρούνα και μανδραγόρα.

Στην Κίνα περί το 2500 π.Χ, ο αυτοκράτορας Shen Nung., διατύπωσε το βιβλίο "Pen T'Sao", στο οποίο γίνεται λόγος για 365 φάρμακα από αποξηραμένα μέρη των φαρμακευτικών φυτών, πολλά από τα οποία χρησιμοποιούνται εως σήμερα, όπως: καμφορά, ginseng, κανέλα, και εφέδρα.

Στον ελλαδικό χώρο οι μεγάλοι αρχαίοι Ελληνες που ασχολήθηκαν με την έρευνα των αρωματικών και φαρμακευτικων φυτών ήταν ο Ιπποκράτης, ο Αριστοτέλης, ο Θεόφραστος και ο Διοσκουρίδης.

Ο Ιπποκράτης (460 – 375/351 π.Χ.), γνώριζε πολύ καλά την ισορροπία νου και σώματος και έγινε ο Πατέρας της Ιατρικής. Ο Ιπποκράτης αναφέρει πως τα βότανα εκτός από τροφή μπορεί να γίνουν και φάρμακο «Κάνε την τροφή φάρμακο σου και το φάρμακο τροφή σου». Ο πατέρας της ιατρικής, κατέγραψε περίπου 400 είδη βοτάνων. Στο έργο του «Corpus hipocraticum» αποτυπώθηκε το εύρος των γνώσεων του στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και ειδικότερα περιγράφηκε το φυτικό φάρμακο και η αντίστοιχη θεραπεία για κάθε ασθένεια.

Η πρώτη καταγραφή των φυτών σε καταλόγους έγινε από τον Αριστοτέλη (366/347 - 335/323 π.Χ.), ενώ ο μαθητής του Θεόφραστος δημιούργησε στην Αθήνα τον πρώτο βοτανικό κήπο και περιέγραψε στα βιβλία του 550 είδη φυτών και τις ιδιότητές τους. Τα δύο έργα του «Περί Φυτών Ιστορίας» και «Περί Φυτών Αιτιών» είναι τα πρώτα συγγράμματα στον τομέα της βοτανικής εως και το Μεσαίωνα και τον καθεδρέωσαν ώς τον πατέρα της Βοτανικής.

Εικόνα 1: Το βιβλίο του Διοσκουρίδη, "Περί Ιατρικής ύλη".

Τέλος, ο Διοσκουρίδης, άριστος γνώστης βοτανολογίας, τον 1^{ο} αιώνα μ.Χ., στο έργο του «Περί Ιατρικής ύλη» περιγράφει πλήρως δρόγες τις οποίες χρησιμοποίησε αλλά και παρενέργειες που οφείλονται σε φυτά. Το έργο του χωρίζεται σε 5 βιβλία στα οποία γίνεται λόγος για αλοιφές, αρώματα, μύρα, βάλσαμα, ρητίνες και έλαια. Στην αρχαία Ρώμη ο Γαληνός, προσωπικός γιατρός των Ρωμαίων Αυτοκρατόρων, που θεωρείται και ο πατέρας της Φαρμακευτικής, ήταν φανατικός χρήστης της αρωματοθεραπείας. Στο Μεσαίωνα, παρατηρήθηκε ότι οι παραγωγοί αιθέριων ελαίων δεν προσβάλλονταν από νοσήματα κατά τις περιόδους επιδημιών.

Από τα τέλη του 18^{ου} αιώνα η ταχεία πρόοδος της επιστήμης εμπλούτισε τις γνώσεις περί αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και τις

διαφοροποίησε καθώς σήμερα στηρίζονται σε ένα σύνολο επιστημών όπως παλαιοντολογία, κυτταρολογία, γενετική, βοτανική, βιοχημεία και οργανική χημεία.

1.2 Ορισμός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

Με τον όρο αρωματικά φυτά (aromatics) χαρακτηρίζονται όλα τα φυτά εκείνα που περιέχουν στα διάφορα μέρη τους (φύλλα, άνθη κλπ.) αιθέρια έλαια, ουσίες δηλαδή που όταν απελευθερώνουν αφήνουν οσμή. Έτσι, τα αρωματικά φυτά προδίδουν ευχάριστη οσμή και γεύση και χρησιμοποιούνται ευρέως στην μαγειρική και την κοσμετολογία.

Ο όρος τώρα φαρμακευτικά (medicinal) φυτά αναφέρεται σε φυτά τα οποία περιέχουν ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά και η χρήση τους μπορεί να προλάβει, να ανακουφίσει και να θεραπέυσει μία ή και περισσότερες παθήσεις.

Η χρήση του όρου αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά (Aromatic and Medicinal Plants ή εν συντομία MAP), υποδηλώνει ότι τα αρωματικά φυτά διαθέτουν και φαρμακευτικές ιδιότητες. Επουδενεί, δεν πρόκειται για ξεχωριστές κατηγορίες.

Ο χλωριδικός πλούτος της Ελλάδας σε Α.Φ.Φ είναι μεγάλος και μάλιστα ένας σημαντικός αριθμός αυτών είναι ενδημικός της χώρας μας. Πολλά Α.Φ.Φ ανήκουν σε γένη των οικογενειών Lamiaceae (Acinos, Calamintha, Origanum, Mentha, Satureja, Salvia, Teucrium, Sideritis, Thymus, κ.ά.), Asteraceae (Achilea, Artemisia, Helichrysum, Matricaria, κ.ά.), Umbelliferae (Athamanta, Carum, Foeniculum, Seseli, Tordyliym, κ.ά.) αλλά και σε μικρότερες οικογένειες φυτών, όλες όμως παρουσιάζουν αξιοσημείωτο ερευνητικό ενδιαφέρον.

1.3 Τα Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα.

Η Ελλάδα διαθέτει τις κατάλληλης εδαφοκλιματικές συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη πλούσιας χλωρίδας, με αποτέλεσμα μεγάλη βιοποικιλότητα που εκμεταλλεύεται τις ιδιαίτερες συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. έως σήμερα έχει γίνει καταγραφή περίπου 2.000 είδη φυτών με αιθέρια έλαια.

Η καλλιέργεια Α.Φ.Φ στην Ελλάδα αποτελεί έναν σχετικά πρόσφατο γεωργικό τομέα. Το πλεόνεκτημα είναι ότι μπορεί να αξιοποιήσει ορεινά και φτωχά εδάφη, σε συνδυασμό με τις χαμηλές απαιτήσεις σε εισροές αλλά και την καλή αντοχή σε εντομοπαθογόνες προσβολές, καθιστούν τα ΑΦΦ ιδανική εναλλακτική λύση.

Στην Ελλάδα τα αρωματικά φυτά αποτελούν μία παλιά αλλά συνάμα καινούρια καλλιέργεια. Αυτό γιατί ενώ ανακαλύψαμε και εκμεταλλευτήκαμε τις ιδιότητές τους όπως είδαμε στην ιστορική αναδρομή από την αρχαιότητα, μέχρι πρόσφατα δεν είχε γίνει κάποια αξιοσημείωτη προσπάθεια καλλιέργειάς τους σε ευρεία κλίμακα και εντατικές συνθήκες.

Τα τελευταία χρόνια σημειώθηκε μία στροφή στην καλλιέργεια Α.Φ.Φ. Σύμφωνα με τον ΟΠΕΚΕΠΕ οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στην Ελλάδα το 2015 καταγράφηκαν ως εξής:

Πίνακας 1: Αριθμός παραγωγών καλλιεργούμενων ΑΦΦ και μέση έκταση ανά παραγωγό για στην Ελλάδα (ΟΠΕΚΕΠΕ 2015).

ΕΙΔΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ	ΕΚΤΑΣΗ (ΕΚΤΑΡΙΑ)	ΜΕΣΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗΣ ΑΝΑ ΠΑΡΑΓΩΓΟ
Ρίγανη	1335	1366.99	1.02
Κρόκος	728	390.43	0.54
Τσαι του βουνού	618	305.36	0.49
Λεβάντα	580	628.38	1.08
Μελισσόχορτο	468	96.40	0.21
Γλυκάνισος	312	509.14	1.63
Φασκόμηλο	285	63.72	0.22
Θυμάρι	276	57.88	0.21
Μέντα	247	24.47	0.10
Δενδρολίβανο	246	46.80	0.19
Δυόσμος	188	25.15	0.13
Χαμομήλι	162	81.20	0.50
Κόλιανδρος	153	18.65	0.12
Βασιλικός	123	10.40	0.08
Μάραθο	107	14.26	0.13
Λουίζα	105	16.03	0.15
Σπαθόχορτο	84	21.90	0.26
Μαντζουράνα	78	8.36	0.11
Δίκταμος	66	8.56	0.13
Κρίταμο	45	7.99	0.18
Κάρδαμο	39	1.31	0.03
Φακελωτή	34	18.05	0.53
Σινάπι	33	97.63	2.96

Τσουκνίδα	25	1.62	0.06
Γκι	19	3.65	0.19
Υσσώπος	18	1.13	0.06
Άγρια μέντα	17	2.03	0.12
Κάρι	8	0.32	0.04
Κύμινο	7	0.48	0.07
Γλυκόριζα	4	0.67	0.17
Φασκόμηλο Σκλάρεα	2	0.06	0.03

1.4 Χρήσεις Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών.

Τα τελευταία χρόνια η παγκόσμια τάση της αγοράς καθώς και η στροφή μιας ολόκληρης γενιάς καταναλωτών προς έναν υγιεινό τρόπο ζωής, αύξηση τη ζήτηση φυσικών προϊόντων και εναλλακτικών ιατρικών θεραπειών.

Τα Α.Φ.Φ αξιοποιούνται σε διάφορους κλάδους όπως η βιομηχανία τροφίμων, η φαρμακοβιομηχανία, η κοσμετολογία και η αρωματοποιία, η ποτοποιία, η μαζική εστίαση, η μελισσοκομία και η αρχιτεκτονική τοπίου ως καλλωπιστικά φυτά.

Αναλυτικότερα, από πλευρά βιομηχανίας η αξιοποίηση των Α.Φ.Φ γίνεται ως ενισχυτικό γεύσης, συνήθως με τη μορφή ξηρής δρόγης, ως φυσικά συντηρητικά τροφίμων λόγω της δράσης τους κατά μικροοργανισμών, επί παραδείγματι η ρίγανη (καρβακρόλη), το δενδρολίβανο, ο κουρκουμάς, κ.ά., ως χρωστική τροφίμων που επιτυγχάνεται με φυτικές χρωστικές όπως η κουρκουμίνη, οι ριβοφλαβίνες, η χλωροφύλλη και άλλες ουσίες. Τα ΑΦΦ έχουν κατά κόρον χρησιμοποιηθεί στην ποτοποιία για την παραγωγή διαφόρων ποτών χάρη στην ιδιαίτερη γεύση και τα αρώματα που τους προσδίδουν. Τέτοια ποτά είναι τα Ούζο, Τσίπουρο, Gin, Vermouth κ.λπ.

Στην φαρμακοβιομηχανία τα Α.Φ.Φ χρησιμοποιούνται είτε ως ροφήματα, ή διαλυμένα σε οινόπνευμα (δια στόματος), είτε ως θεραπευτικά έλαια που εφαρμόζονται απευθείας είτε ως πρώτες ύλες για την παρασκευή αλοιφών. Οι κυριότερες κατηγορίες που κυκλοφορούν σήμερα είναι τα διατροφικά φαρμακευτικά (neutraceuticals), τα βοτανικά φάρμακα (herbal remedies), τα φυτικά φάρμακα (phytomedicines), τα ομοιοπαθητικά φάρμακα (homeopathic drugs), τα αρωματοθεραπευτικά έλαια (aromatotherapy oils) και τα διαιτητικά συμπληρώματα (dietary supplements). Τα τελευταία χρόνια διεξάγονται πάμπολες έρευνες που στόχο έχουν την απομόνωση και τη μελέτη φυτικής προέλευσης χημικών ενώσεων αλλά και τις επιδράσεις τους στην θεραπεία διαφόρων ασθενειών.

Τα Α.Φ.Φ αξιοποιούνται όπως προαναφέρθηκε και στην κοσμετολογία για καλλυντική χρήση. Επί παραδείγματι, στη σαπωνοποιία χρησιμοποιούνται αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών που προσδίδουν ιδιαίτερο άρωμα αλλά και βακτηριοστατική δράση. Τα συνήθη φυτά που χρησιμοποιούνται για φυτικά καλλυντικά είναι το χαμομήλι, η καλέντουλα, το δενδρολίβανο, ο κισσός, το πράσινο τσάι, η βρώμη, η αλόη, η ιπποκαστανιά, κ.λπ. και αυτό διότι θεωρούνται ασφαλέστερα λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας τους σε συνθετικά χημικά συστατικά.

Τέλος, τα Α.Φ.Φ χρησιμοποιούνται στη μαγειρική και τη ζαχαροπλαστική για την ιδιαίτερη γεύση και το άρωμα που προσδίδουν στα φαγητά. Η συμβολή τους στην επιτυχία ενός γεύματος είναι καθοριστικής σημασίας και ενώ καταλαμβάνουν λιγότερο από 1-2% των συστατικών μίας συνταγής, σε καμία περίπτωση δε μπορούν να λείψουν από αυτή.

1.5 Υδρολύματα

Τα υδρολύματα αποτελούν προϊόν της διαδικασίας απόσταξης φυτικών υλικών. Πρακτικά πρόκειται για αποσταγμένο νερό που παραλαμβάνεται μετά το διαχωρισμό από το αιθέριο έλαιο. Περιέχει μικρές ποσότητες αιθέριου ελαίου που βρίσκονται σε διασπορά σαν μικροσκοπικά σταγονίδια. Τα υδρολύματα περιέχουν 2000 φορές μικρότερη αρωματική σύνθεση από ότι τα αιθέρια έλαια. Χρησιμοποιούνται ευρέως στην κοσμετολογία και την αρωματοποιία, αλλά και μελετώνται εκτενώς για πιθανή χρήση στον Τομέα της Γεωργίας χάριν στη βιοδραστικότητα που παρουσιάζουν (Economou et.al 2021).

1.6 Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια αποτελούν μίγματα από πολλές οργανικές ουσίες που η ποσοτική και ποιοτική σύσταση τους εξαρτώνται από το γενότυπο του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, της καλλιεργητικές φροντίδες (λίπανση, άρδευση) και τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Κατά τον Hergreaves (1975) τα αιθέρια έλαια αποτελούν μια ομάδα αρωματικών πτητικών ουσιών, οι οποίες είναι διαλυτές στην αλκοόλη, λιγότερο διαλυτές στο νερό και αποτελούνται από ένα μίγμα εστέρων, αλδεϋδών, κετονών και τερπενίων.

Απαντώνται στα διάφορα μέρη του φυτού όπως στα φύλλα, στους βλαστούς και στα αναπαραγωγικά όργανα (ανθοφόρους οφθαλμούς, άνθη, καρπούς και σπόρους). Κύριες αποθήκες αιθέριων ελαίων στα φυτικά κύτταρα αποτελούν η επιδερμίδα και το μεσόφυλλο. Τα αιθέρια έλαια έχουν χαμηλό σημείο ζέσεως, και μπορούν να εξαχθούν με απόσταξη.

Τα τερπενοειδή είναι η πιο σημαντική ομάδα ουσιών που βρίσκονται στα αιθέρια έλαια. Το άρωμα του αιθέριου ελαίου εξαρτάται από τα διάφορα συστατικά του, τα οποία επηρεάζουν και το τελικό προϊόν (Πολυσίου, 2002) Η παρουσία μίας ουσίας σε αναλογία ακόμη και μικρότερη του 1%, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το άρωμα του αιθέριου ελαίου όπως στην περίπτωση του αιθέριου ελαίου του λεμονιού, όπου το κύριο συστατικό είναι το λεμονένιο σε αναλογία 90%, η παρουσία μικρής ποσότητας λιναλοόλης αλλάζει σημαντικά την χημική ισορροπία και αλλοιώνει το άρωμα του αιθέριου ελαίου του λεμονιού.

1.6.1 Ρόλος των αιθέριων ελαίων

Μέχρι σήμερα έχουν διατυπωθεί πολλές ερμηνείες για το ρόλο «χρηστικότητας» των αιθέριων ελαίων που πρακτικά αποτελούν δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτικών κυττάρων, χωρίς όμως να έχει δοθεί κάποια ικανοποιητική εξήγηση σχετικά με το ρόλο τους. Πιθανόν να χρησιμεύουν είτε για :

1. για την προστασία του φυτού είτε από υψηλή είτε από χαμηλή θερμοκρασία καθώς μέσω της εξάτμισης τους δημιουργείται ένα προστατευτικό νέφος γύρω από τα στομάτια των φύλλων,
2. για την αντοχή του φυτού στην ξηρασία (Σκρουμπής, 1985) αφού με την ύπαρξη στους μεσοκυττάριους χώρους ελαττώνουν την διαπνοή του φυτού
3. για τη ρύθμιση του μεταβολισμού των φυτών (Σκρουμπής, 1985)., αφού αυξάνουν την κυκλοφορία των θρεπτικών ουσιών που ρυθμίζουν τον μεταβολισμό των φυτών και επιπροσθέτως δρουν καταλυτικά στο μεταβολισμό των γλυκοζιτών και άλλων ουσιών
4. για την καλύτερη επικονίαση, γονιμοποίηση και καρπόδεση (Beker et al., 1989), αφού το έντονο άρωμα που προσδίδουν τα αιθέρια έλαια στα άνθη των φυτών προσελκύει ισχυρότερα τα έντομα-επικονιαστές
5. για την προστασία έναντι παθογόνων και εχθρών (Levin, 1976),
6. για την επίδραση στη βλάστηση και εδραίωση άλλων φυτών γύρω τους (Rice, 1979)
7. για την προστασία που προσδίδει το ρητινώδες περιεχόμενο στην κάλυψη των πληγών του φλοιού και στην αποφυγή της σήψης των φυτικών ιστών
8. για την πιθανή ρυθμιστική δράση τους ως ορμόνες στις διάφορες λειτουργίες των φυτών.

1.6.2 Σύσταση και παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων

1.6.2.1 Σύσταση αιθέριων ελαίων

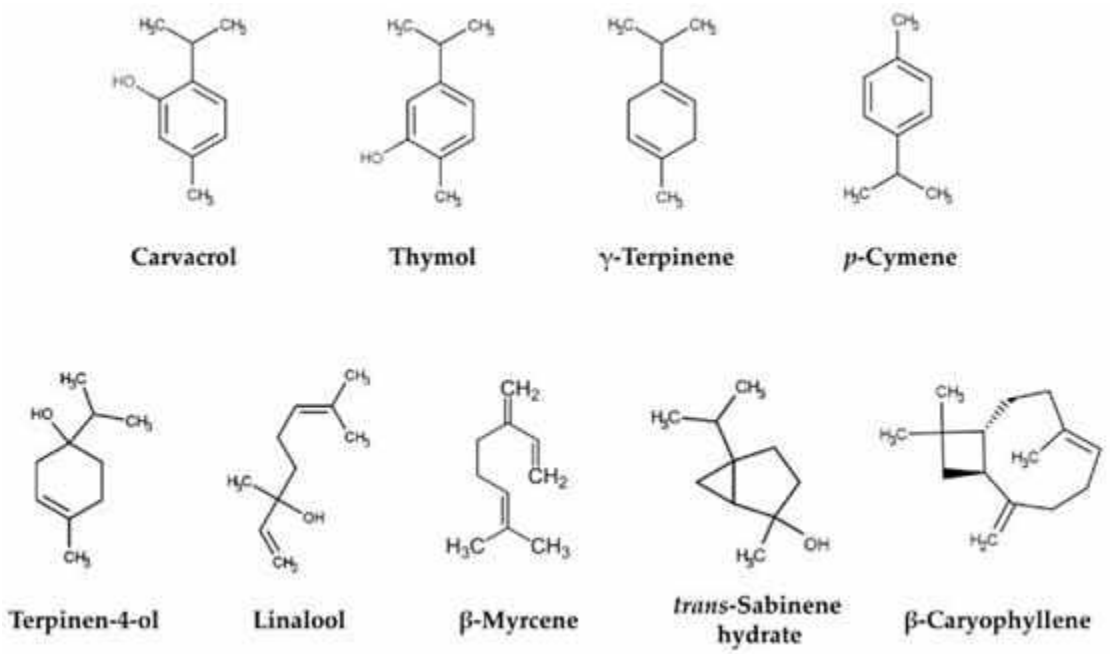
Χημικά τα αιθέρια έλαια είναι μόρια ευθείας αλυσίδας ή κυκλικής δομής τα οποία μπορεί να είναι μονοτερπένια ή διτερπένια ή σέσκιτερπένια. Αποτελούνται δηλαδή από υδρογονάνθρακες με δέκα άτομα άνθρακα σε ευθεία ή κυκλική αλυσίδα (Αλεξάνδρου, 1986). Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δύο ομάδες, τα οξυγονούχα (αλκοόλες, φαινόλες, αλδεΰδες, κετόνες, οξέα, εστέρες) και τα μη οξυγονούχα. Στα οξυγονούχα συστατικά οφείλεται το χαρακτηριστικό τους άρωμα, ενώ τα δεύτερα αποδίδουν ελάχιστο ή και καθόλου άρωμα. Το έντονο άρωμα των αιθέριων ελαίων αποδίδεται κυρίως στους εστέρες.

Τα κυριότερα συστατικά των αιθέριων ελαίων αποτυπώνονται ως εξής:

- Ανηθόλη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του γλυκάνισου και του γλυκού μάραθου.
- Θυμόλη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του θυμαριού.
- Trans-2-Decenal: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του *Elettariopsis curtisii Baker*, απαντάται επίσης στον κόλιανδρο, στο καρπούζι, στο πορτοκάλι κ.ά.
- Θουγιόνη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου της αρτεμισίας με παραισθησιογόνο δράση στον άνθρωπο!

- Εστραγκόλη: κύριο συστατικό της ελαιορητίνης διαφόρων ειδών πεύκου και λειτουργεί ως απωθητικό σκαθαριών.
- Decanal: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου των εσπεριδοειδών.

- Methyl cinnamate: βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στα αιθέρια έλαια του ευκαλύπτου και κάποιων ειδών βασιλικού.
- Ευκαλυπτόλη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του ευκαλύπτου, όμως κύρια εμπορική πηγή αποτελεί η *Melaleuca alternifolia*, κοινώς το τεϊόδεντρο.
- Μυρσίνη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου ylang-ylang, άγριου θυμαριού και λυκίσκου.
- Α-πινενιο: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου πεύκου και δενδρολίβανου.
- Β-πινένιο: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου δενδρολίβανου, μαϊντανού, άνηθου, βασιλικού και τριαντάφυλλου.
- Λιμονένιο: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου λεμονιού αλλά βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στην φλούδα των εσπεριδοειδών γενικότερα.
- Καρβακρόλη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου της ρίγανης, βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες και στο αιθέριο έλαιο του θυμαριού. Παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς φαίνεται να αλληλοεπιδρά με την κυτταρική μεμβράνη των βακτηρίων και να την καθιστά περατή.
- Καρβόνη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου της μέντας, του δυόσμου και των σπόρων από κύμινο.
- Κυμένιο: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του κύμινου και του θυμαριού.
- Ευγενόλη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου γαρύφαλλου, μοσχοκάρυδου, κανέλας, δάφνης.
- Λιναλοόλη: κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου πολλών λουλουδιών και μπαχαρικών, χρησιμοποιείται ευρέως στην κοσμετολογία και στην αρωματοποιία για το ευχάριστο άρωμα που προσδίδει στα προϊόντα.



Εικόνα 2: Χημικές δομές διαφόρων συστατικών αιθέριων ελαίων.

1.6.2.2 Παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων

Η παραλλακτικότητα της σύστασης των αιθέριων ελαίων καθώς και της απόδοσης αυτών αποτελεί συνδυασμό μιας σειράς αβιοτικών και βιοτικών παραγόντων, που διαφέρουν πολύ όχι από είδος σε είδος, αλλά και εντός του ίδιου είδους από πλευράς καλλιεργητικών τεχνικών αλλά και επιλεγμένης καλλιεργούμενης ποικιλίας.

Οι Vokou et al. (1993) αναφέρουν πως δεδομένου ότι το αιθέριο έλαιο είναι ένα μεταβολικό προϊόν των φυτικών κυττάρων, η παραλλακτικότητα που παρουσιάζει στην ποσότητα και την χημική του σύσταση μπορεί να αποδοθεί σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το έδαφος και το κλίμα.

Ειδικότερα, η παραλλακτικότητα αυτή μπορεί να αναλυθεί σε συνιστώσες όπως την εποχική, την γεωγραφική, την γενετική αλλά και την παραλλακτικότητα που οφείλεται στην ηλικία του φυτού.

1.6.2.2.1 Εποχική παραλλακτικότητα

Η εποχική παραλλακτικότητα σχετίζεται με τις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών όπως τη διαθεσιμότητα εδαφικής υγρασίας, τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, την φωτοπερίοδο, και το μήκος της ημέρας (Trivino & Johnson 2000).

Μελέτες αποδεικνύουν πως το στάδιο της ανθοφορίας είναι συνήθως το στάδιο με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (Baser et al. 2000) . Επί παραδείγματι, οι Perry et al. (1996) σε πειράματα προσδιορισμού συστατικών στο φασκόμηλο *(Salvia officinalis)* παρατήρησαν ότι στα φυτά που είχαν ανθίσει υπήρχε μεγαλύτερη απόδοση αιθέριου ελαίου (0,23%) από ότι στα μη ανθισμένα (0,14%). Επιπροσθέτως, τα ανθισμένα φυτά υπερτερούσαν σε θυϊόνη, β-καριοφυλένιο και βιριντιφλορόλη.

1.6.2.2.2 Γεωγραφική παραλλακτικότητα

Η φυσιογεωγραφία και η τοποθεσία των αρωματικών φυτών φαίνεται πως επηρεάζει την απόδοση και τη σύσταση των αιθέριων ελαίων. Στην Ελλάδα παρατηρούνται έντονες διαφορές γεωμορφολογίας και κλίματος με αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφορετικού μικροκλίματος σε κάθε περιοχή με αποτέλεσμα διαφορετικές επικρατούσες συνθήκες ανάπτυξης για τα αναπτυσσόμενα φυτά.

Οι Aminzadeh et al. (2010) αναφέρουν ότι το υψόμετρο, τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία (κάλιο, ιχνοστοιχεία, ανθρακικό ασβέστιο) και το pH διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή αιθέριων ελαίων από τα φυτά.

Για παράδειγμα, το φυτό *Salvia fruticosa* παρουσιάζει πολλούς χημειότυπους στην Ελλάδα. Στη Βόρεια Ελλάδα, επικρατεί αυτός της ευκαλυπτόλης σε ποσοστά μεγάλα (90%) ενώ σε χαμηλότερο ποσοστό ακολουθούν τα συστατικά καμφορά και α,β-θυϊόνη, όμως νότια και συγκεκριμένα στην περιοχή της Κρήτης (κεντρική & ανατολική), επικρατεί χημειότυπος με μειωμένη κατα το μισό ευκαλυπτόλη και ταυτόχρονη αύξηση των δύο άλλων συστατικών θυϊόνης και καμφοράς.

1.6.2.2.3 Γενετική παραλλακτικότητα

Μέχρι πρόσφατα η παραλλακτικότητα στα αιθέρια έλαια ήταν γνωστό ότι οφειλόταν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η σύνθεση αιθέριων ελαίων στα είδη Abies, Achillea, Clarkia, Cupressus, Juniperus, Perilla, Pinus, Thymus και Salvia είναι σε ένα βαθμό γενετικά προκαθορισμένη (Liber et al. 2011).

Επίσης ένας άλλος παράγοντας που καθορίζει των αιθέριων ελαίων την σύσταση των αιθέριων ελαίων είναι η φυσική επιλογή. Συγκεκριμένα περιστατικά, όπως για παράδειγμα, η αναπαραγωγή των φυτών από ένα είδος εντόμου μπορεί να μεταβάλλει τη σύσταση των αιθέριων ελαίων του ώστε να το έλκουν για την περίοδο που το φυτό είναι δεκτικό στην γύρη για επικονίαση από το συγκεκριμένο έντομο.

Η Skoula (1999) παρατήρησε ότι διαφορές στη σύσταση του ελαίου μπορεί να οφείλονται σε γενετικούς παράγοντες. Σε 3 πληθυσμούς φυτών S. fruticosa που εξετάστηκαν, παρατήρησε ότι οι δύο ήταν πιο κοντά γενετικά και είχαν παραπλήσια σύσταση σε αιθέρια έλαια.

1.6.2.2.4 Παραλλακτικότητα λόγω ηλικίας φυτού

Τα μεταβολικά μονοπάτια που ακολουθούνται στο φυτό όπως είναι λογικό αλλάζουν κατά την ηλικία του, επομένως και οι μεταβολίτες του θα είναι διαφορετικοί.

Οι Lakusic et al. (2013) σε πειράματα που έκαναν με φυτά από S. Officinalis ξεχώρισαν τα φύλλα σε νέα, ώριμα και παλαιά. Παρατήρησαν ότι υπήρχε διαφορά στη σύσταση του αιθέριου ελαίου, ανάλογα με το είδος των φύλλων που χρησιμοποιήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, τα νεαρά φύλλα ανήκαν στον χημειότυπο αχουμουλενίου ενώ τα παλαιά σε αυτόν της θυϊόνης ή καμφοράς.

1.7 Αλληλοπάθεια

Η αλληλοπαθητική δράση μεταξύ των ζιζανίων και των καλλιεργούμενων φυτών αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχημένη εγκατάσταση της καλλιέργειας, καθώς επηρεάζει άμεσα την απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών, την ανάπτυξη των ζιζανίων αλλά και κατ' επέκταση τη σύνθεση των φυσικών οικοσυστημάτων. Η αλληλοπαθητική δράση διαχωρίζεται από τη δράση του ανταγωνισμού, καθότι ο δεύτερος είναι αποτέλεσμα της περιορισμένης διαθεσιμότητας ενός παράγοντα απαραίτητου για την ανάπτυξη του φυτού, όπως νερού, θρεπτικών στοιχείων, φωτός, διοξειδίου του άνθρακα κ.ά. Αντιθέτως, η αλληλοπάθεια εκδηλώνεται κατόπιν προσθήκης μίας χημικής ουσίας στο περιβάλλον που δεν συνδέεται με τη θρέψη του φυτού.

Οι Gressel και Holm (1964), προβήκαν σε πειράματα ελέγχου της φυτρωτικής ικανότητας σπόρων οκτώ καλλιεργούμενων ειδών ύστερα από εφαρμογή υδατικών εκχυλισμάτων από αλεσμένους σπόρους 13 ειδών ζιζανίων και συμπέραναν ότι όλα τα εκχυλίσματα που αξιολογήθηκαν περιείχαν αλληλοπαθητικές ουσίες που προκάλεσαν καθυστέρηση στο φύτρωμα των σπόρων ορισμένων από τα είδη που εξετάστηκαν. Τα δεδομένα συμπληρώθηκαν από τους Maddox και Brenetti (1985), που σε πειράματά τους στο κριθάρι κατέδειξαν ότι η αλληλοπαθητική δράση οφειλόταν στην παρουσία του αλκαλοειδούς gramine, το οποίο εμφάνιζε μμεγαλύτερη συγκέντρωση στα εκχυλίσματα των ζωντανών παρά των νεκρών ριζών, και είχε την δυνατότητα να αναστείλει την φυτρωτική ικανότητα των σπόρων ζιζανίων Stellaria media και Capsella bursa-pastoris.

Σε άλλο πείραμα τώρα στο θυμάρι, οι Vokou & Margaris (1986), έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο του θυμαριού είναι ικανό να αναστείλει την ανάπτυξη όχι μόνο σπόρων άλλων φυτικών ειδών, αλλά των ίδιων των σπόρων του φυτού και έκαναν λόγο για την αυτοπάθεια του θυμαριού.

Σύμφωνα με τον Rice (1974), με την αλληλοπάθεια μπόρεσαν να εξηγηθούν πολλά φαινόμενα, όπως:

1. η κυριαρχία φυτικών ειδών σε ορισμένες περιοχές. Αρχικά, υπήρχε η θεωρία ότι η κυριαρχία αυτή οφείλεται σε τυχόν αλλαγές του φυσικού περιβάλλοντος του ενδιαιτήματος των φυτικών ειδών, σε διαθεσιμότητα φυσικών πόρων, στον ανταγωνισμό μεταξύ των φυτικών ειδών ή σε συνδυασμό όλων των παραπάνω. Πλέον, όμως, είναι σαφές ότι σε πολλές περιπτώσεις η εξήγηση είναι μία, το φαινόμενο της αλληλοπάθειας.
2. ο κύκλος της φωτιάς. Σε ορισμένες περιοχές όπου επικρατούν θάμνοι, τα ποώδη φυτά δεν έχουν την δυνατότητα να αναπτυχθούν και οι πληθυσμοί τους είναι ελάχιστοι. Ο λόγος είναι η αλληλοπαθητική και ανταγωνιστική δράση των θάμνων. Το φαινόμενο γίνεται αντιληπτό κατόπιν μίας πυρκαγιάς, όπου στα πρώτα στάδια της αναβλάστησης φυτρώνουν όλα τα είδη αλλά προοδευτικά με το χρόνο και πάλι παρατηρείται κυριαρχία των θάμνων.

3. η προστασία των σπόρων πριν το φύτρωμα. Οι σπόροι, ειδικά αυτοί των άγριων ειδών, περιέχουν ουσίες αναστολείς της μικροβιακής δράσης, οι οποίοι εμποδίζουν την αποικοδόμηση των σπόρων πριν το φύτρωμα.

Οι Whittaker & Feeny et.al αναφέρουν ότι οι αναστολείς είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού του φυτού και δεν διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο βασικό μεταβολισμό του. Η πλειοψηφία δε αυτών των αναστολέων μπορεί να ταξινομηθεί σε πέντε κύριες κατηγορίες: φαινυλοπροπάνια, ακετογενίνες, τερπενοειδή, στεροειδή και αλκαλοειδή.

Οι παράγοντες με αλληλοπαθητική δράση επιδρούν στην επιμήκυνση των κυττάρων και τη λεπτή δομή των ακραίων τμημάτων της ρίζας, στην αύξηση που οφείλεται σε δράση ορμονών, στην περατότητα των μεμβρανών του κυττάρου, στον μηχανισμό πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, στη διαθεσιμότητα του φωσφόρου και του καλίου, στο άνοιγμα των στομάτιων, στη φωτοσύνθεση, στην αναπνοή, στην σύνθεση πρωτεϊνών, στη δράση ορισμένων ενζύμων και στην κινητικότητα του νερού.

1.7.1 Έλεγχος της αλληλοπάθειας

Συνήθως ο έλεγχος της αλληλοπάθειας γίνεται με βιοδοκιμές εκχυλισμάτων ώστε να μελετηθεί η ικανότητα των φυτών για παραγωγή αλληλοπαθητικών ουσιών και να αξιολογηθούν εν συνεχεία.

Μία από τις πιο διαδεδομένες βιοδοκιμές για να εξεταστεί η αλληλοπαθητική δραστηριότητα ενός εκχυλίσματος είναι η τεχνική βλάστησης σπόρου σε τρυβλία petri με διηθητικό χαρτί, περλίτη, άμμο, χώμα ή άγαρ (Haugland & Brandsaeter 1996). Ο έλεγχος γίνεται ώστε να αξιολογηθούν τα κριτήρια της φυτοτοξικότητας μίας αλληλοπαθητικής ουσίας όπως η βιωσιμότητα των σπόρων (αναστολή ή διέγερση των σπόρων), η μορφολογία των ριζών (επιμήκυνση ριζιδίου) καθώς και η ανάπτυξη των σποροφύτων (μέτρηση μήκους και βάρους ορισμένων μερών του φυτού) (Leather & Einhellig 1988, Gniazdowska &. Bogatek 2005).

Η ευαισθησία μίας τέτοιας βιοδοκιμής επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Σε ορισμένες μελέτες επιτυγχάνεται ταξινόμηση των υπό μελέτη ειδών σύμφωνα με την ευαισθησία τους στις δραστικές ουσίες, ενώ σε άλλες επιτυγχάνεται επιλογή του πιο ευαίσθητου είδους με στόχο την ανίχνευση των χαμηλών ορίων των αλληλοπαθητικών ενώσεων (Haugland & Brandsaeter 1996).

Η βιοχημική δράση που σχετίζεται με τη βλάστηση του σπόρου δεν είναι ξεκάθαρη, οπότε δυσχεραίνεται η κατανόηση των αλληλοπαθητικών μηχανισμών. Ωστόσο, φαίνεται ότι ο τρόπος δράσης των αλληλοπαθητικών ουσιών περιλαμβάνει τη διαφοροποίηση των μεμβρανών και την απώλεια του κατάλληλου ωσμωτικού δυναμικού για την επιμήκυνση των κυττάρων (Leather & Einhellig 1988). Η μορφολογία των σποροφύτων που καλλιεργούνται υπό την επίδραση αλληλοπαθητικών ουσιών όμως δίνει σημαντικές πληροφορίες, αφού η ανωμαλία κατά τον σχηματισμό ρίζας δείχνει τον τρόπο δράσης των ενώσεων και η δημιουργία πολλών πλευρικών ριζιδίων εις βάρος της κύριας ρίζας υποδηλώνει ορμονική ανισορροπία.

2 Χαρακτηριστικά των υπό εξέταση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

2.1 Φασκόμηλο *(Salvia fruticosa L.)*

Το φασκόμηλο ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae η οποία περιλαμβάνει πληθώρα, αν όχι την πλειοψηφία, αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Είναι ένα ευρέως διαδεδομένο φυτό στην Ελλάδα και θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα θεραπευτικά βότανα, κάτι που φαίνεται και από την λατινική ονομασία του φυτικού είδους, καθώς το «Salvia» προέρχεται από το λατινικό ρήμα «Salvare» που σημαίνει θεραπεύω.

Εικόνα 3: Το φυτό της φασκομηλιάς.

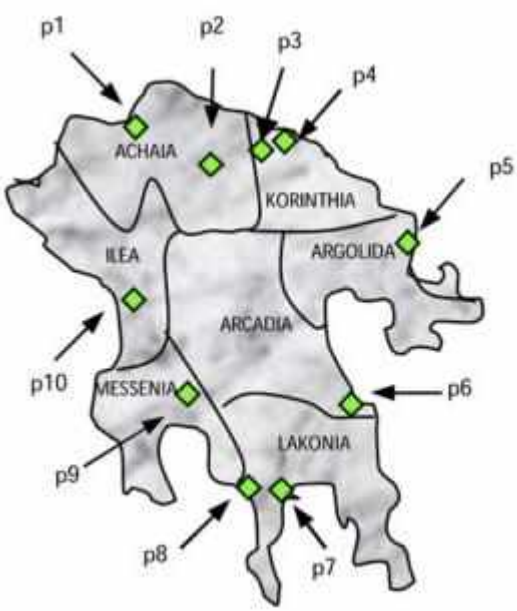
Αποτελεί ένα από τα πιο αξιόλογα αρωματικά και φαρμακευτικά είδη του γένους Salvia. Χρησιμοποιείται στη λαϊκή ιατρική από την αρχαιότητα (Rivera et al., 1994) για την θεραπεία πολλών ασθενειών και συμπτωμάτων. Η θεραπευτική του δράση οφείλεται στην παρουσία υψηλής συγκέντρωσης φαινολικών οξέων στα φύλλα της S.fruticosa και έχει αποδειχθεί ότι τα εκχυλίσματα και το αιθέριο έλαιο παρουσιάζουν αντιοξειδωτική (Triantaphyllou et al., 2001), αντιφλεγμονώδη (El-Sayed et al., 2006) και αντιμυκητιασική δράση (Exarchou et al., 2015).

Στην Ελλάδα φύεται κυρίως στα Νότια, στα νησιά του Αιγαίου (Σίφνο, Χίο, Κω, Ρόδο, Κάλυμνο) στο νομό Μαγνησίας, στην Κεφαλονιά και την Πάρνηθα (Πιταροκοίλη et al. , 2005).

Είναι πολυετής, αειθαλής θάμνος που φτάνει έως 0,6m. Τα φύλλα του είναι χνουδωτά, με έντονο άρωμα, χρώματος ανοιχτού γκρι-πράσινου. Το στέλεχος έχει χρώμα πράσινο και αρχίζει να ξυλοποιείται από το δεύτερο έτος. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και το χρώμα τους ποικίλει, συνήθως όμως είναι λιλά.

Σε πρόσφατη μελέτη, αξιολογήθηκαν δέκα πληθυσμοί (p1-p10) *Salvia fruticosa* Mill. από διάφορες τοποθεσίες της Πελοποννήσου ως προς τα μορφολογικά και γενετικά χαρακτηριστικά για 3 συνεχόμενα έτη. Αξιολογήθηκε και η χημική σύσταση

των αιθέριων ελαίων τους για κάθε έτος [1]. Τα κύρια συστατικά αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2). Στα εκχυλίσματα του φασκόμηλου εντοπίζονται υψηλές συγκεντρώσεις ροσμαρινικού οξεός, το οποίο είναι γνωστό για την αντιοξειδωτική του δράση. Η καρβακρόλη, η θυμόλη και η θουγιόνη παρουσιάζουν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση. Τέλος, παρουσιάζει στυπτική δράση χάρη στις ταννίνες που περιέχονται στα εκχυλίσματα της ξηρής δρόγης του.



Εικόνα 4: Χάρτης της Πελοποννήσου. Νομοί και κατανομή των θέσεων δειγματοληψίας των πληθυσμών της Salvia fruticosa (p1-p10).

[1] Peggy Leontaritou et al., "Morphological, Genetic and Essential Oil Variation of Greek Sage (Salvia Fruticosa Mill.) Populations from Greece," Industrial Crops and Products 150 (August 2020): 112346, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112346.

Πίνακας 2: Χημική σύσταση αιθέριου ελαίου Φασκόμηλου.

a/a	Components (%)	RI_l[a]	RIe[b]	N[c]
1	tricyclene	921	915	6,9,7,8,8,8,7,8,9,6
2	α-thujene	924	921	7,9,9,3,7,5,8,6,10,10
3	α-pinene	932	928	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
4	camphene	946	940	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
5	β-pinene	974	969	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
6	octen-3-ol1-	974	981	3,3,0,2,4,5,3,8,4,7
7	myrcene	988	992	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
8	α-phellandrene	1002	1001	10,6,3,10,10,10,9,10,4,8
9	α-terpinene	1014	1010	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
10/11	cymene+limonene[d]	1020/1022	1020	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
12	1,8-cineole	1026	1028	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
13	γ-terpinene	1054	1050	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
14	*cis* sabinene hydrate	1065	1058	8,10,10,3,10,8,7,8,10,10
15	terpinolene	1086	1081	10,10,10,4,10,8,10,9,10,9
16	*trans* sabinene hydrate	1098	1092	6,9,9,0,8,5,5,6,9,10
17	α-thujone	1101	1100	10,10,9,7,8,9,7,5,7,10
18	linalool	1095	1101	4,7,7,10,3,6,4,6,7,10
19	β-thujone	1112	1111	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
20	camphor	1141	1136	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
21	trans pinocamphone	1158	1150	3,1,1,3,0,3,1,4,1,9
22	borneol	1165	1157	10,9,10,10,10,10,10,10,10,10
23	δ-terpineol	1162	1161	10,10,8,10,10,10,10,10,10,10
24	*cis* pinocamphone	1172	1163	4,1,1,2,0,3,1,6,1,8
25	terpinen-4-ol	1174	1169	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
26	α-terpineol	1186	1185	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
27	myrtenol	1194	1190	4,1,1,3,0,3,1,6,1,9
28	linalool acetate	1254	1256	4,2,4,4,4,10,10,9,7,8
29	bornyl acetate	1284	1278	7,8,7,8,8,8,7,9,9,8
30	myrtenyl acetate	1324	1318	2,1,0,0,0,1,0,0,0,4
31	α-terpinyl acetate	1346	1345	5,5,4,4,6,10,10,10,9,10
32	isoledene	1374	1360	3,0,5,0,2,4,0,0,3,0
33	α-copaene	1374	1362	6,0,0,0,0,2,0,0,0,0
34	β-bourbonene	1387	1369	3,4,5,0,0,7,2,0,2,0
35	α-gurjunene	1409	1394	6,1,5,2,3,5,1,2,4,0
36	β-caryophyllene	1417	1404	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
37	β-gurjunene	1431	1413	3,0,5,0,0,3,0,0,1,0
38	aromadendrene	1439	1422	9,9,10,10,9,10,10,10,9,10
39	α-humulene	1452	1436	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
40	*allo*-aromadendrene	1458	1442	6,0,7,1,2,6,1,4,7,4
41	viridiflorene	1496	1479	8,9,10,10,8,10,10,9,9,6
42	epizonarene	1501	1486	5,0,2,0,5,7,2,1,1,1
43	γ-cadinene	1513	1498	9,5,3,5,7,9,7,5,3,1
44	*trans*-calamenene	1521	1508	6,4,4,6,8,9,5,5,3,3
45	δ-cadinene	1522	1513	10,8,8,3,8,9,9,8,9,0
46	spathulenol	1577	1563	9,8,10,7,6,10,7,6,9,8
47	caryophyllene oxide	1582	1566	10,10,10,10,10,10,10,10,10,10
48	viridiflorol	1592	1577	10,10,10,10,10,10,10,10,10,8
49	manool	2056	2062	10,10,10,10,7,10,10,10,10,10

Ρίγανη

Το Origanum vulgare ssp. hirtum, Greek Oregano, Άγρια ρίγανη, είναι φυτό της ευρύτερης περιοχής της Αρχαίας Θουρίας – Μυκηναϊκής Άνθειας. Είναι ξυλώδης πολυετής θάμνος που φτάνει σε ύψος μέχρι 1 μέτρο. Πρόκειται για ένα πολύ όμορφο φυτό με άνθη λευκά έως ερυθροκυανά. Τα φύλλα μπορεί να είναι τριχωτά εως λεία, χρώματος πράσινου έως γκριζοπράσινου. Ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae, όπου απαντώνται πολλά αρωματικά φυτά.

Εικόνα 5: Ρίγανη Ελληνική.

Η ετυμολογία του ονόματός της προέρχεται από τις λέξεις «όρος» και «γάνος» (λαμπρότητα) και σημαίνει το φυτό που λαμπρύνει το βουνό. Η ελληνική ρίγανη πλεονεκτεί σε σχέση με τις άλλες στο ότι περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα αιθέριου ελαίου, που κυμαίνεται από 1.8-8.2 ml/100gr ξηρού βάρους.

Σε μελέτες του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, έχουν ταυτοποιηθεί φασματοσκοπικά 19 ενώσεις στο φυτό οι οποίες έχουν ισχυρή βιοδραστικότητα. όπως φλαβονοειδή με αντικαρκινική δράση (απιγενίνη), με αντιφλεγμονώδη και νευροπροστατευτική δράση (λουτεολίνη), με αγγειοσυσπαστική δράση (διοσμίνη), κ.α.

Πίνακας 3: Σύσταση % του αιθέριου ελαίου ρίγανης.

Ένωση	Σύσταση %- Μέθοδος υδροαπόσταξης	Σύσταση %- Μέθοδος SPME	Αξιοπιστία Ταυτοποίησης[a]
ΜΟΝΟΤΕΡΠΕΝΙΚΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ [$C_{10}H_{16}$] και [$C_{10}H_{14}$]			
α-θουγένιο [$C_{10}H_{16}$]	**3,75±0,29**	-	a
α-πινένιο [$C_{10}H_{16}$]	2,62±0,35	1,99±0,92	ab
καμφένιο [$C_{10}H_{16}$]	1,35±0,34	0,46±0,31	a
β-πινένιο [$C_{10}H_{16}$]	2,57±0,31	0,86±0,11	ab
σαβινένιο [$C_{10}H_{16}$]	-	0,86±0,51	a
β-μυρκένιο [$C_{10}H_{16}$]	2,77±0,44	-	ab
α-φελλανδρένιο [$C_{10}H_{16}$]	4,58±0,36	2,34±0,07	a
δ-3-καρένιο[$C_{10}H_{16}$]	tr	-	a
α-τερπινένιο[$C_{10}H_{16}$]	3,82±0,98	2,09±0,24	ab

2.2 Καλλιεργητικές τεχνικές

Για την επιτυχή εγκατάσταση των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών απαιτείται και την θερινή περίοδο ή το φθινόπωρο ένα όργωμα που στόχο έχει να προετοιμάσει το αγροτεμάχιο. Με το όργωμα καταστρέφονται τα ζιζάνια και γίνεται παράχωση τυχόν υπολειμμάτων προηγούμενων καλλιεργειών ώστε να αποικοδομηθούν και να εμπλουτίσουν το έδαφος με πολύτιμη οργανική ουσία. Ακολουθεί πριν τη φύτευση η ισοπέδωση με «καλλιεργητή» και ο ψιλοχωματισμός με φρέζα. Κατά το στάδιο αυτό συνίσταται η διαμόρφωση του αγροτεμαχίου με ελαφριά κλίση για την καλύτερη στράγγιση. Τέλος, μπορεί να γίνει ενσωμάτωση χημικών λιπασμάτων σε κοκκώδη μορφή καθώς και ζιζανιοκτόνων με φρέζα σε βάθος μέχρι 15 cm σύμφωνα με τις ανάγκες της καλλιέργειας.

Η εγκατάσταση πραγματοποιείται το φθινόπωρο ή την άνοιξη με το κατάλληλο πολλαπλασιαστικό υλικό. Οι εργασίες φύτευσης σε μεγάλες εκτάσεις γίνονται με φυτευτικές μηχανές, και εναλλακτικά με το χέρι. Αφού γίνει η φύτευση, ακολουθεί άρδευση ώστε να επιτευχθεί καλύτερη επαφή των ριζών με το έδαφος και κατ' επέκταση γρηγορότερη προσαρμογή των φυτών στις συνθήκες υπαίθρου.

Οι κύριες καλλιεργητικές φροντίδες συνίστανται σε σκαλίσματα ή/και βοτανίσματα (καταστροφή ζιζανίων με μηχανήματα, με το χέρι ή με τσάπα), οι αρδεύσεις και οι επεμβάσεις φυτοπροστασίας αν χρειαστούν.

Στα πρώτα χρόνια, η καταστροφή των ζιζανίων είναι απαραίτητη ώστε να αναπτυχθούν σωστά τα φυτά. Γίνεται με μικρή φρέζα μεταξύ των γραμμών, όμως μπορεί να προκαλέσει ζημιές στην

επιφανειακή ανάπτυξη των ριζών των νεαρών φυταρίων και να καθυστερήσει την ανάπτυξη τους. Ως εναλλακτική λύση προτείνεται η σπορά μεταξύ των γραμμών με ψυχανθές όπως το *Trifolium repens,* το οποίο ανταγωνίζεται τα υπόλοιπα ζιζάνια και δημιουργεί χαμηλό χλοοτάπητα και παράλληλα εμπλουτίζει το έδαφος με άζωτο. Επίσης μπορεί κάθε δύο χρόνια να γίνεται ενσωμάτωση του με στόχο την αύξηση της οργανική ουσίας στο έδαφος.

Τέλος, για είδη όπως η ρίγανη που όταν αναπτύσσεται πυκνώνει με παραφυάδες, προτείνεται για καταστροφή των ζιζανίων τα δύο πρώτα χρόνια της εγκατάστασης της καλλιέργειας, η κάλυψη με ειδικό πανί (ειδικό μαύρο ή άσπρο πανί ειδικής πλέξης), που μετά το δεύτερο χρόνο θα αφαιρείται.

Η άρδευση εφαρμόζεται μόνο κατά περίπτωση και αν χρειαστεί και για τα περισσότερα είδη περιορίζεται σε 1-2 αρδεύσεις κατά τους θερινούς μήνες. Εφαρμόζεται στάγδην άρδευση, καθώς δίνει ομοιόμορφη υγρασία στις ρίζες των καλλιεργουμένων ειδών και εξοικονομεί νερό. Εναλλακτικά, χρησιμοποιούνται μπεκ καταιονισμού που έχουν τη δυνατότητα να μετακινηθούν από αγροτεμάχιο σε αγροτεμάχιο.

Κατά τη συγκομιδή, πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη τα ακόλουθα:

1. Να συγκομίζεται μόνο το εμπορεύσιμο μέρος γιατί αλλιώς ο διαχωρισμός είναι χρονοβόρος, δαπανηρός και δύσκολος.
2. Η δρόγη να συγκομίζεται στο σωστό στάδιο ανάπτυξης του φυτού.
3. Η συγκομιδή να γίνεται τη σωστή ώρα της ημέρας, καθώς κάποια αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά συγκομίζονται πρωινές ώρες και άλλα μεσημβρινές.
4. Σε κάθε καλλιέργεια να γίνεται σωστή μεταχείριση του υλικού κατά τη μεταφορά και την ξήρανση.

Ο τρόπος συλλογής του νωπού προϊόντος εξαρτάται από την καλλιέργεια. Συνήθως, χρησιμοποιούνται ειδικές συλλεκτικές μηχανές οι οποίες προσαρμόζονται σε ελκυστήρα και έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης του ύψους κοπής. Χρησιμοποιούνται σε αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά που καλλιεργούνται σε σειρές, όπως λεβάντα, φασκόμηλο, ρίγανη, μέντα κ.ά. καθώς και σε περιπτώσεις συλλογής των «σκιαδίων» (ταξιανθίες π.χ. μάραθου και κρίταμου). Μέχρι πρόσφατα, ήταν δύσκολη η προμήθεια τέτοιου είδους μηχανών συλλογής λόγω της περιορισμένης έκτασης των καλλιεργούμενων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, όμως πλέον έχει ανοίξει η ελληνική αγορά και είναι ευκολότερη η προμήθειά τους.

Το φυτικό υλικό που έχει συγκομιστεί και καθαριστεί θα πρέπει να αποξηραθεί ώστε να αποθηκευτεί σωστά. Η διαδικασία της αποξήρανσης είναι ιδιαίτερα σημαντική για την παραγωγή προϊόντος υψηλής ποιότητας. Ο συνηθέστερος τρόπος ξήρανσης του φυτικού υλικού είναι με τη χρήση φούρνων, στους οποίους διοχετεύεται ρεύμα αέρος. Το φυτικό υλικό τοποθετείται σε ειδικά ταψιά που φέρουν μικρές οπές έτσι ώστε να επιτρέπεται η κυκλοφορία του θερμού αέρα

εντός του φούρνου και να επιτυγχάνεται η ξήρανση της δρόγης σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Οι χώροι αποθήκευσης πρέπει να είναι στεγνοί και να αερίζονται καλά, για αυτό το λόγο πρέπει να παρακολουθείται τακτικά η θερμοκρασία και η υγρασία του αποθηκευτικού χώρου. Επίσης θα πρέπει να είναι διαρρυθμισμένοι έτσι ώστε η αποθήκευση της πρώτης ύλης να γίνεται σε άλλο χώρο από αυτόν όπου λαμβάνει χώρα η επεξεργασία των προϊόντων, ώστε να αποτρέπεται η είσοδος ξένων ουσιών και οι επιμολύνσεις του φυτικού υλικού.

Επιπροσθέτως, όταν παράγονται βιολογικά αιθέρια έλαια απαιτείται επιπλέον η χωροταξικά διακριτή αποθήκευση των βιολογικών φυτών από τα συμβατικά και επιβάλλεται ο χρονικός διαχωρισμός της διαδικασίας παραγωγής. Τέλος, στην βιομηχανία παραγωγής αιθέριων ελαίων πρέπει να προβλέπεται ένας ξεχωριστός, ασφαλής χώρος αποθήκευσης για τα υλικά καθαρισμού, χημικά και άλλες επικίνδυνες ουσίες που μπορεί να έρθουν σε επαφή με τα φυτά ή τα αιθέρια έλαια.

2.3 *Καλλιεργητικές φροντίδες* Ελληνικής ρίγανης, *Origanum vulgare L. subsp. hirtum*, Labiatae

Ο πολλαπλασιασμός της ελληνικής ρίγανης γίνεται αγενώς με μοσχεύματα σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη (1:3) με υποβοήθηση ορμόνης ριζοβολίας IBA (1000 ppm) και διαρκεί 15 ημέρες. Για την εγκατάσταση της καλλιέργειας στο ύπαιθρο απαιτείται το καλοκαίρι βαθύ όργωμα, ενσωμάτωση βασικής λίπανσης ή χωνεμένης κοπριάς και ψιλοχωμάτισμα του εδάφους. Ακολουθεί στα μέσα φθινοπώρου η φύτευση μετά τα πρωτοβρόχια ή αλλιώς στην αρχή της άνοιξης και οι αποστάσεις φύτευσης είναι επί των γραμμών 70 εκατοστά και επί αυτών 30 εκατοστά. Αναπτύσσεται σε ποικίλα εδάφη, ιδανικά με pH 6,5 - 7,5, για αύξηση των αποδόσεων συνίσταται μία λίπανση με σύνθετο λίπασμα NPK (20-20-20) στην έναρξη της βλαστικής περιόδου. Καλλιεργείται παραδοσιακά ως ξερική καλλιέργεια, μία άρδευση τον Ιούλιο μετά την πρώτη συγκομιδή μπορεί να δώσει και δεύτερη. Πολύ ανθεκτικό φυτό, σπάνια παρατηρούνται σηψιρριζίες λαιμού σε αργιλώδη εδάφη. Ο χρόνος της συγκομιδής είναι τον Ιούλιο με ύψος κοπής τα 5 με 8 εκατοστά. Η απόδοση σε βιομάζα είναι περίπου 1,5 με 1,9 τόνους ανά στρέμμα από τον $2^{ο}$ χρόνο καλλιέργειας και μετά και έως 12 χρόνια.

2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες Ελληνικής φασκομηλιάς, Salvia fruticosa Miller (οικογένεια Labiatae)

Ο πολλαπλασιασμός γίνεται αγενώς με μοσχεύματα με δυσκολία όμως σε ελαφρύ υπόστρωμα τύρφης-περλίτη (1:4) και ορμόνη ριζοβολίας IBA (2.000 ppm) και χαμηλή σχετική υγρασία και διάρκεια 12 ημερών. Συχνά παρατηρούνται σήψεις νεαρών φυταρίων. Για την εγκατάσταση της καλλιέργειας το έδαφος πρέπει να οργωθεί βαθιά το καλοκαίρι και να γίνει ενσωμάτωση βασικής λίπανσης. Η φύτευση λαμβάνει χώρα στα μέσα του φθινοπώρου ή στην αρχή της άνοιξης με αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 70-100 εκατοστά και επί αυτών 50-60 εκατοστά. Αναπτύσσεται

σε εδάφη με pH από 6,5 – 8 και έκθεση νοτιοανατολική, και όσον αφορά τις ανάγκες λίπανσης συνιστάται μία λίπανση το χρόνο με σύνθετο λίπασμα NKP (8-10-10). Ξερική καλλιέργεια με αντοχή σε εντομοπαθολογικές προσβολές. Η συγκομιδή γίνεται στην πλήρη άνθιση και συλλέγεται το υπέργειο μέρος περί τα 10 εκατοστά. Οι στρεμματικές αποδόσεις από το 2° – 3° χρόνο αγγίζουν τον 1,3τόνους/στρέμμα και η διάρκεια της καλλιέργειας είναι περίπου 12 έτη.

3 Έλεγχος βιοδραστικότητας σε φυτά στόχους.

3.1 Lemna minor, Araceae

Η λέμνα είναι ένα μονοετές έως πολυετές, ποώδες υδρόβιο φυτό με ευρεία διάδοση σε όλο τον κόσμο. Φύεται σε λίμνες, τέλματα και σε στρώματα στάσιμου νερού και σχηματίζει επίπεδες, οριζόντιες και ταχέως αυξανόμενες αποικίες στην επιφάνεια των υδάτινων στρωμάτων με μικρές ρίζες στο κάτω μέρος του. Το κάθε φυτό αποτελείται από 1 έως 4 ωοειδή φύλλα με έντονο πράσινο χρώμα, και η απόσπαση των νέων φύλλων από μητρικό φυτό δίνει τα νέα φυτά. Σπάνια παράγει άνθη που δεν είναι ορατά με γυμνό οφθαλμό και φέρουν τα αναπαραγωγικά όργανα. Προσαρμόζεται σε κάθε ένταση φωτισμού και δεν επηρεάζει την ανάπτυξη του. Απαραίτητη η παρουσία του στάσιμου γλυκού νερού, άριστες συνθήκες ανάπτυξης σε θερμοκρασίες από 15 έως 25 βαθμούς Κελσίου. Έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να επιβιώσει σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίες (-25° C) καθώς το φυτό παράγει ανθεκτικά στο ψύχος όργανα διαχείμασης (turions) που σε θερμοκρασίες κάτω των 7° βαθμών Κελσίου βυθίζονται στο πυθμένα και εκβλαστάνουν την άνοιξη με την άνοδο της θερμοκρασίας.

Εικόνα 6: The duckweeds (Lemna minor).

Η *Lemna minor* είναι φυτό οικολογικής σημασίας καθώς χρησιμοποιείται ως τροφή για πολυάριθμα ζωικά είδη υδροβιότοπων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βιοεξυγίανση υποβαθμισμένων υδάτων, καθώς μπορεί να απορροφήσει βαρέα μέταλλα όπως μόλυβδο και χρώμιο, αλλά και για την επεξεργασία αστικών λυμάτων (βιοαπολύμανση).

Η *Lemna minor* χρησιμοποιείται πολλάκις και ως φυτό-μοντέλο συχνά στην οικοτοξικολογία για την αξιολόγηση της φυτοτοξικότητας των φυτοφαρμάκων. Ο λόγος για αυτό είναι το μικρό του μέγεθος, η ταχεία ανάπτυξή του, η ευκολία καλλιέργειας του και η ευαισθησία του σε ένα ευρύτερο φάσμα ξενοβιοτικών (xenobiotics). Η βιοδοκιμή της λέμνας γίνεται με την παρατήρηση

της βιολογικής επίδρασης των χημικών ουσιών σε παραμέτρους όπως τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, η ανάπτυξη, η φωτοσύνθεση (κ.ά.). Σε προηγούμενες μελέτες για την αξιολόγηση της φυτοτοξικότητας διαφορετικών ζιζανιοκτόνων όπως Glyphosate, Mecoprop, Diquat, Terbuthyla-zine, κ.ά. αξιολογήθηκε η περιεκτικότητα σε χρωστικές ουσίες όπως η περιεκτικότητα σε πρωτογενή χλωροφύλλη ως τελικό σημείο στη βιοδοκιμή τοξικότητας. Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη είναι ένα από τα συνιστώμενα τελικά σημεία στην πρότυπη κατευθυντήρια γραμμή του OECD [2] για τις δοκιμές της *Lemna minor* (Sims et al., 1999) και χρησιμοποιείται συχνά ως τελικό σημείο για άλλα είδη μακροφύτων (Brain et al., 2004- Turgut and Fomin, 2002- Viet and Moser, 2003).

3.2 *Avena sativa*, Poaceae.

Η βρώμη ή αλλιώς Αβένη η ήμερος, είναι μονοετές ποώδες φυτό με ύψος που φτάνει έως 130 εκατοστά. Τα φύλλα της είναι πλατιά, λεία ή χνουδωτά, οξύληκτα και γραμμοειδή. Τα άνθη της ενωμένα ανά δύο σε στάχυα. Η ανθοφορία και η συγκομιδή γίνεται από Ιούλιο έως Αύγουστο. Χρησιμοποιείται κυρίως ως ζωοτροφή, ενώ είναι κατάλληλη τροφή και για ανθρώπους, όμως έρευνες γίνονται και για τις φαρμακευτικές ιδιότητες της βρώμης, καθώς περιέχει πληθώρα δραστικών ουσιών όπως πρωτεΐνες (14%), υδατάνθρακες, άμυλο (50%), λιπίδια (5%), τριγωνέλλη, αβενίνη, αλκαλοειδή, φυτοστερόλες, σαπωνίνη, βιταμίνες B, C, E, ιχνοστοιχεία, κ.ά.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών, οι πιθανές επιπτώσεις της αλληλοπάθειας των φυτικών ειδών και οι φυτοτοξίνες που μπορούν να απελευθερώσουν στο περιβάλλον σε επαρκείς ποσότητες ώστε να επηρεάσουν την ανάπτυξη γειτονικών φυτών, έχει απασχολήσει ιδιαιτέρως την επιστημονική κοινότητα.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η βρώμη είναι ανθεκτική σε ορισμένες σημαντικές ασθένειες των καλλιεργειών και καλλιεργείται σε αμειψισπορά για να περιοριστεί η συσσώρευση παθογόνων. Υπάρχουν πολλές ερευνητικές μελέτες για την διερεύνηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού της *Avena sativa* που έχουν αποδείξει την αλληλοπαθητική δράση του φυτού αυτού έναντι διαφόρων ειδών ζιζανίων.

[2] "Https://Www.Oecd.Org/," n.d.

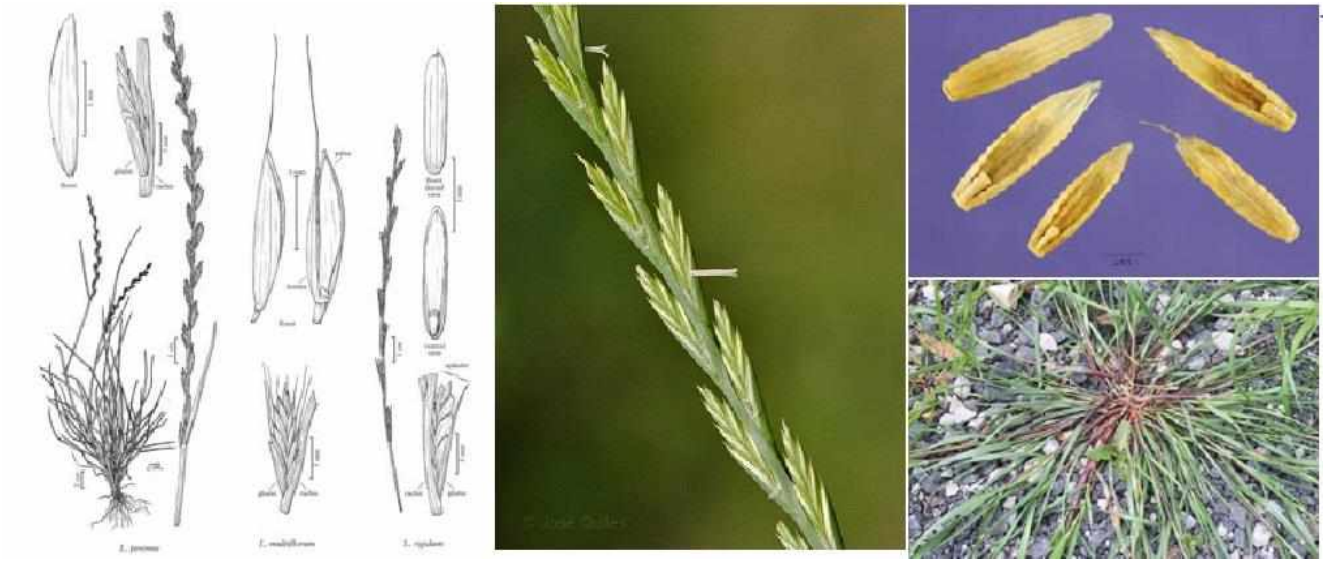
Εικόνα 7: Avena spp.

Σε πείραμα των Branca & Ercoli, 2008, συγκομίσθηκαν τα εναέρια μέρη της βρώμης, στη συνέχεια εκχυλίστηκαν και κλασματοποιήθηκαν με βάση τη φυτοτοξική δράση σε σπόρους μαρουλιού. Το δραστικό κλάσμα αναλύθηκε διαδοχικά με ανάλυση LC-PDA-ESI-MS/MS, η οποία οδήγησε στην ταυτοποίηση ενώσεων με αλληλοπαθητική ιδιότητα, που αντιστοιχούν σε ένα μίγμα φλαβονοειδών ισοοριεντίνης 2-O-γλυκοσίδης, βιτεξίνης 2-O-αραβινοσίδης και ισοβιτεξίνης 2-O-αραβινοσίδης.

3.3 *Lolium rigidum L.*, Poaceae.

Το λόλιο ή αλλιώς ήρα είναι ένα άκρος ανταγωνιστικό και ταχέως αναπτυσσόμενο φυτό, ικανό να παράγει μεγάλες ποσότητες σπόρων. Διαθέτει τέτοια γενετική ποικιλομορφία και υψηλό βαθμό φαινοτυπικής παραλλακτικότητας, που του προσδίδουν μεγάλη προσαρμοστικότητα. Μπορεί να εισβάλει σε φυσικά λιβάδια και άλλες φυτοκοινότητες που υπόκεινται σε συχνές διαταραχές, ιδίως όταν η εδαφοκάλυψη είναι ασυνεχής και εμφανίζεται συχνά ως ζιζάνιο σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις ή ως χωροκατακτητικό είδος σε αγροτικούς δρόμους και γύρω από αγροτικά κτίρια. Τέλος έχει αναφερθεί και ως παραποτάμιο ζιζάνιο.

Τον τομέα της Γεωργίας, τον απασχολεί κυρίως ως δυσεξώντοτο μονοετές ζιζάνιο που συναντάται σε χειμερινές καλλιέργειες δημητριακών (Recasens et al., 1996). Βρίσκεται κυρίως μεταξύ καλλιεργούμενων εκτάσεων σιταριού και σίκαλης. Έτσι, προήλθε και η γνωστή παροιμία «Ξεχώρισε την ήρα από το σιτάρι». Μέχρι σήμερα, το L. rigidum έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε 15 τρόπους δράσης ζιζανιοκτόνων σε 12 χώρες (Heap, 2017).



Εικόνα 8: Lolium rigidum

Τα φύλλα του είναι στην άνω επιφάνεια λεία και γυαλιστερά ενώ στην κάτω επιφάνεια είναι τραχιά. Το κεντρικό στέλεχος είναι κυλινδρικό και φέρει πολλά δευτερεύοντα στελέχη. Η ταξιανθία του είναι στάχυς, και φέρει πολυπληθή επιμήκη σταχίδια στη ράχη του.

3.4 Solanum elaeagnifolium, Solanacae

Το Στρύχνον το ελαιαγνόφυλλον με κοινή ονομασία γερμανός ή αγριομελιτζάνα αποτελεί ένα βλαβερό ζιζάνιο, με καταγωγή από τις ΗΠΑ και το Μεξικό. Πρόκειται για είδος εισβολέα που εξαπλώνεται ταχύτατα, εκτοπίζει αυτοφυή είδη και απειλεί προστατευόμενες περιοχές, ενώ η καταπολέμησή του είναι εξαιρετικά δύσκολη, αφού λειτουργεί ως «λερναία ύδρα».

Στην Ελλάδα το φυτό εντοπίστηκε το 1927 στη Θεσσαλονίκη πιθανώς από πρόσμειξη σε λιπάσματα που προέρχονταν από τις ΗΠΑ, με αποτέλεσμα σήμερα να απαντάται σ' όλη τη χώρα κατά μήκος οδικών δικτύων καθώς οι στρογγυλοί καρποί του παρασύρονται από τα διερχόμενα αυτοκίνητα και εξαπλώνονται ταχύτατα. Επίσης εισβάλει σε καλλιεργούμενες εκτάσεις και είναι δύσκολο να καταπολεμηθεί καθώς παρουσιάζει ένα ισχυρό και βαθύ ριζικό σύστημα.

Τα φύλλα του είναι ακανθώδη και έχουν πράσινο-ασημί χρώμα, με κυματοειδή άκρα που καλύπτονται με άσπρο χνούδι. Ανθίζει Απρίλιο-Σεπτέμβριο και τα άνθη του είναι μπλε-λιλά ή λευκά. Ο καρπός είναι μια γυαλιστερή πράσινη αρχικά ράγα, που στη συνέχεια γίνεται κίτρινη. Πρόκειται για τοξικό είδος και αν καταναλωθούν οι καρποί του, λόγω των αλκαλοειδών που

περιέχουν, μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές γαστρεντερικές διαταραχές και βλάβες στο νευρικό σύστημα.

Εικόνα 9: Solanum elaeagnifolium, Solanacae

Το ζιζάνιο αυτό προκαλεί λόγω ανταγωνισμού με τα φυτά της καλλιέργειας πολλά προβλήματα, έχει όμως και έμμεσες αρνητικές συνέπειες καθώς είναι ξενιστής πολλών ασθενειών και εντόμων. Ειδικότερα, στην Ελλάδα απομονώθηκε στην περιοχή της Θεσσαλονίκης το σοβαρό φυτοπαθογόνο Verticillium dahlia. Επιπροσθέτως, πολλά έντομα χρησιμοποιούν το ζιζάνιο αυτό κατά τη διάρκεια του χειμώνα έως νωρίς την Άνοιξη για τροφή όπως τα έντομα Leptinotarsa decemlineata και Tuta absoluta, που είναι γνωστά για τις οικονομικές επιπτώσεις που προκαλούν στην καλλιέργεια της τομάτας και της πατάτας κυρίως.

3.5 Νέες τάσεις διαχείρισης ζιζανίων

Η εμφάνιση ανθεκτικότητας ζιζανίων στα μέσα χημικής καταπολέμησης αποτελεί μείζονα ανησυχία στον τομέα της γεωργίας, διότι η ανθεκτικότητα μεταβάλλει τον έλεγχο των ζιζανίων με βάση τα ζιζανιοκτόνα και τον καθιστά δυσκολότερο και πιο δαπανηρό. Τα ζιζάνια προσαρμόζονται στην επανειλημμένη χρήση ζιζανιοκτόνων μέσω της επιλογής μηχανισμών ανθεκτικότητας που επιτρέπουν την επιβίωση των ανθεκτικών φυτών. Η ανθεκτικότητα των ζιζανίων είναι πολυπαραγοντική και εξαρτάται από την ένταση της πίεσης επιλογής, τη βιολογία των ζιζανίων, γενετικούς παράγοντες, τη συχνότητα ανθεκτικότητας στον πληθυσμό και τον τρόπο με τον οποίο κληρονομείτε στους απογόνους και το κόστος καταλληλόλητας (Fitness cost) που συνδέετε με την ανθεκτικότητα. Η εμφάνιση της ανθεκτικότητας έχει αυξηθεί ως αποτέλεσμα της εξάρτησης της καταπολέμησης των ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα που έχουν ίδιους μηχανισμούς δράσης. Επί παραδείγματι, σε πειράματα που έλαβαν χώρα σε περιοχές της Ισπανίας για την ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα για το Lolium rigidum, διαπιστώθηκε ότι μέσα σε 12 χρόνια το ζιζάνιο είχε αναπτύξει ανθεκτικότητα σε όλα τα χημικά μέσα καταπολέμησης ζιζανίων που χρησιμοποιούνται για το σιτάρι και το κριθάρι, όπως fenoxapropethyl, metsulfuron-methyl, thifensulfuron-methyl, iodosulfuron-methyl και mesosulfuron-methyl, isoproturon (ΜΑΡΑΜΑ,

2013). Υπάρχουν φυτά των υπό μελέτη πληθυσμών που εμφανίζουν διασταυρούμενες και πολλαπλές ανθεκτικότητες. Η ανθεκτικότητα αυτή μπορεί να οφείλεται είτε σε μεταλλάξεις στο γονίδιο που κωδικοποιεί τον στόχο του ζιζανιοκτόνου, η οποία μειώνει την συγγένεια του στόχου για τα ζιζανιοκτόνα (TSR, target-site resistance), ή από άλλες μεταλλάξεις που ενισχύουν το μεταβολισμό των ζιζανιοκτόνων και προκαλούν μείωση της ποσότητας του ζιζανιοκτόνου που φτάνει στο στόχο (NTSR, ανθεκτικότητα σε περιοχές εκτός του στόχου) (Tranel and Wright, 2002- Delye, 2005).

Όσον αφορά τώρα την περίπτωση του Solanum elaeagnifolium, δεν έχει βρεθεί κάποιος αποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης των πληθυσμών του με χημικά μέσα. Έχουν γίνει μελέτες με ζιζανιοκτόνα όπως Picloram και Glyphosate (Roundup), με μικρή αποτελεσματικότητα και σε περιορισμένες εκτάσεις. Από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι fluroxypyr είναι επί του παρόντος το μοναδικό ζιζανιοκτόνο που έχει καταχωρηθεί για την καταπολέμηση του γερμανού αλλά προσφέρει μόνο εποχιακή καταπολέμηση (Xact, 2005). Η έρευνα έχει επανειλημμένα επισημάνει την δυσκολία στην εξόντωση του λόγω του εκτεταμένου ριζικού συστήματος του γερμανού όταν χρησιμοποιούνται διαφυλλικά τα ζιζανιοκτόνα (Viljoen, 1988).

Όλα τα παραπάνω περιπλέκουν τη διαχείριση των ζιζανίων αυτών και απειλούν την παραγωγικότητα και τη βιωσιμότητα των συστημάτων καλλιέργειας σιτηρών. Το πρόβλημα είναι ακόμη μεγαλύτερο, αν ληφθεί υπόψη ότι κανένα σημαντικό νέο ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση ζιζανίων μεγάλης οικονομικής σημασίας δεν έχει εισαχθεί στην αγορά για πάνω από 20 χρόνια (Duke, 2012).

Για αυτό οι μελέτες τα τελευταία χρόνια επικεντρώνονται στην καταπολέμηση των ζιζανίων με τη χρήση της αλληλοπάθειας. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες που απελευθερώνονται από τα φυτά στο περιβάλλον ονομάζονται αλληλοχημικές ουσίες (allelochemicals). Αυτές οι ουσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαχείριση ζιζανίων είτε με αμειψισπορά είτε με ενσωμάτωση υπολειμμάτων τέτοιων καλλιεργειών στον αγρό είτε με τη χρήση τους ως βιοφάρμακα.

Οι περισσότερες αλληλοχημικές ουσίες είναι υδατοδιαλυτές και, για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται συνήθως ως υδρολύματα, που είναι επίσης ο ευκολότερος και οικονομικότερος τρόπος για την εξαγωγή τους.

Παρά το μεγάλο ενδιαφέρον στον τομέα αυτό, μόνο πολύ λίγα βιοφυτοκτόνα με βάση τα φυτά είναι διαθέσιμα για εμπορική χρήση. Τα στάδια παραγωγής ενός εμπορικά παρασκευασμένου βιοφυτοκτόνου μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- εντοπισμός της αλληλοπαθητικής συμπεριφοράς
- εντοπισμός των πιο δραστικών ουσιών που εμπλέκονται,
- εκχύλιση, καθαρισμός και επιλογή των ενώσεων
- έλεγχος in vitro και in vivo της αλληλοπαθητικής δράσης των ακατέργαστων εκχυλισμάτων και των καθαρών ενώσεων,

- ταυτοποίηση των πιο αλληλοπαθητικών γονότυπων εντός του φυτικού είδους,
- επιλογή του καλύτερου χρόνου συγκομιδής του φυτικού υλικού σε σχέση με τους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες,
- βιομηχανική επεξεργασία.

Η έρευνα για την δημιουργία βιοφαρμάκων και η εφαρμογή αυτών στον αγρό, ίσως αποτελέσει τη λύση για πολλά ζιζάνια που δεν μπορούν να καταπολεμηθούν με συμβατικούς τρόπους και δημιουργούν συνεχώς εντονότερα προβλήματα και πονοκέφαλο στον παραγωγό.

4 Υλικά και μέθοδοι

Τα είδη του γένους Origanum και Salvia όπως προαναφέρθηκε είναι αξιόλογα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά με αιθέρια έλαια και υδατικά εκχυλίσματα που παρουσιάζουν μεγάλη βιοδραστικότητα. Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης των υδρολυμάτων *Origanum hirtum* και *Salvia fruticosa* σε φυτά βιοδείκτες όπως είναι η Lemna minor και η *Avena spp.,* αλλά και η επίδραση που έχουν σε δύο δυσεξώντοτα ζιζάνια που παρουσιάζουν μεγάλη ανθεκτικότητα στη χημική καταπολέμηση, τα *Lolium rigidum* και *Solanum elaeagnifolium*.

4.1 Βιολογικό Υλικό

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν συστάδες τριφυλλιού και σπόροι από τον βιοδείκτη *Lemna minor* και την *Avena spp.* , καθώς σπόροι και ριζώματα από τα ζιζάνια *Lolium rigidum* και του *Solanum elaeagnifolium,* αντίστοιχα. Το εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών διέθεσε τους παραπάνω σπόρους των *Avena spp. (*κοινή ονομασία βρώμη) *και Lolium rigidum (*κοινή ονομασία ήρα*),* οι κόνδυλοι του *Solanum elaeagnifolium (*κοινή ονομασία γερμανός*),* συλλέχθησαν από τον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας, ενώ ο βιοδείκτης *Lemna minor (*κοινή ονομασία νεροφακή) προέρχεται από φυσικό πληθυσμό που διατηρείται υπό συνθήκες θερμοκηπίου στο εργαστήριο της Ανθοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα υδρολύματα ρίγανης και φασκόμηλου προήλθαν από το εργαστήριο Γεωργίας.

Τα δύο υδρολύματα, (*Origanum vulgare spp. Hirtum* και *Salvia fruticosa Mill),* συλλέχθηκαν ύστερα από υδροαπόσταξη τύπου Clevenger. Μετά το πέρας της διαδικασίας αυτής, η ξηρή δρόγη των δύο αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών αφαιρέθηκε αφού είχε βράσει για 3 ώρες σε απεσταγμένο νερό. Στο απεσταγμένο νερό έγινε διήθηση με ειδικό φίλτρο τύπου nylon membrane filter ώστε να αφαιρεθούν τα μικροσωματίδια (Fanouriou et. al 2018). Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι κατά τη διάρκεια της υδροαπόσταξης μικρή συγκέντρωση αιθέριου ελαίου εισέρχεται στο υδρόλυμα και έτσι επηρεάζεται η βιολογική του δράση. Τα υδρολύματα αυτά συντηρούνται στο ψυγείο στο εργαστήριο της Γεωργίας.

4.2 Πειραματικό μέρος

Το πείραμα έλαβε χώρα στο εργαστήριο της Γεωργίας, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Σε τριβλύα Petri έλαβαν χώρα βιοδοκιμές χρησιμοποιώντας δύο υδρολύματα, το ένα προέρχεται από φυτά του είδους *Origanum vulgare spp. Hirtum (*κοινή ονομασία ελληνική ρίγανη), και το δεύτερο από φυτά του είδους *Salvia fruticosa Mill (*κοινή ονομασία Αλιφασκιά ή αλλιώς Φασκόμηλο το Ελληνικό).

Από τα πυκνά αρχικά υδρολύματα ρίγανης και φασκόμηλου παρήχθησαν με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων οι συγκεντρώσεις οι οποίες θα αξιολογούνταν στο πείραμα. Οι συγκεντρώσεις που αξιολογήθηκαν ήταν 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125% και 1,5625% v/v και η σύγκριση έγινε βάσει του μάρτυρα ο οποίος ήταν απεσταγμένο νερό.

Ειδικότερα, οι παραπάνω συγκεντρώσεις υδρολύματος βιοπροσδιορίστηκαν για την ανασταλτική δράση τους με τη χρήση των βιοδεικτών *Lemna minor* και *Avena spp,* αλλά και στα ζιζάνια *Lolium rigidum* και *Solanum elaeagnifolium.* Στις προαναφερθείσες δοκιμές, αξιολογήθηκε α) η ανάπτυξη του βλαστιδίου και του ριζιδίου της *Avena spp, Lolium rigidum,* β) η βλάστηση των κονδύλων του *Solanum elaeagnifolium* και ο βαθμός αποχρωματισμού του υδροχαρούς βιοδείκτη *Lemna minor.*

Για τη βρώμη και την ήρα, σε κάθε τριβλύο τοποθετήθηκαν 20 σπόροι πάνω σε ένα φύλλο διηθητικού χαρτιού και χορηγήθηκαν 4 ml από την κάθε αραίωση, ακολούθως καλύφθηκαν με ακόμη ένα φύλλο διηθητικού χαρτιού.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Σχέδιο Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων με 3 επαναλήψεις και 2 επεμβάσεις, οι οποίες ήταν το είδος του υδρολύματος (ρίγανη ή φασκόμηλο) και η συγκέντρωση αυτού (100%,50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125% και 1,5625% v/v).

Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε θάλαμο επώασης του εργαστηρίου σε θερμοκρασία 22° Κελσίου και συνθήκες μακράς φωτοπεριόδου και ελέγχονταν τακτικά κάθε δύο μέρες και γινόταν προσθήκη 2ml από την αντίστοιχη συγκέντρωση υδρολύματος, ώστε να ελέγχονται τα επίπεδα υγρασίας στο μέσο ανάπτυξης. Όταν παρατηρήθηκε πλήρης εκβλάστηση στο μάρτυρα, με την παρέλευση 14 ημερών, πάρθηκαν οι τελικές μετρήσεις που αφορούσαν σε μέτρηση του βλαστιδίου και του ριζιδίου. Για το γερμανό, ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία με τη διαφορά ότι σε κάθε τρυβλίο τοπθετήθηκαν 3 κόνδυλοι αυτού.

Όσον αφορά τη λέμνα, σε ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν 0,03 γραμμάρια και τοποθετήθηκαν σε φιαλίδια των 30ml. Σε κάθε φιαλίδιο προστέθηκαν 3 ml της εκάστοτε συγκέντρωσης υδρολύματος (επέμβασης). Κάθε επέμβαση είχε 3 επαναλήψεις. Αξιολογήθηκε ο αποχρωματισμός της λέμνας με οπτική παρατήρηση για 6 ημέρες και στη συνέχεια αφαιρέθηκε και ζυγίστηκε εκ νέου σε ζυγό ακριβείας ο φυτικός ιστός της λέμνας. Τα φιαλίδια κατά το διάστημα αυτό παρέμειναν σε συνθήκες δωματίου.

5 Αποτελέσματα

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Σχέδιο Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων με 3 επαναλήψεις και 2 επεμβάσεις, οι οποίες ήταν το είδος του υδρολύματος (ρίγανη ή φασκόμηλο) και η συγκέντρωση αυτού (100%,50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125% και 1,5625% v/v).

Η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων και η παρουσίαση της βιοδραστικότητας των υδρολυμάτων έγινε με το πρόγραμμα STATGRAPHICS plus 2,1 (έκδοση 2010), με πολυπαραγοντική δοκιμασία ανάλυσης διακύμανσης (Multifactor Analysis ANOVA). Οι πολλαπλές συγκρίσεις των μέσων τιμών έγιναν με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (Fishers least significance difference – LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

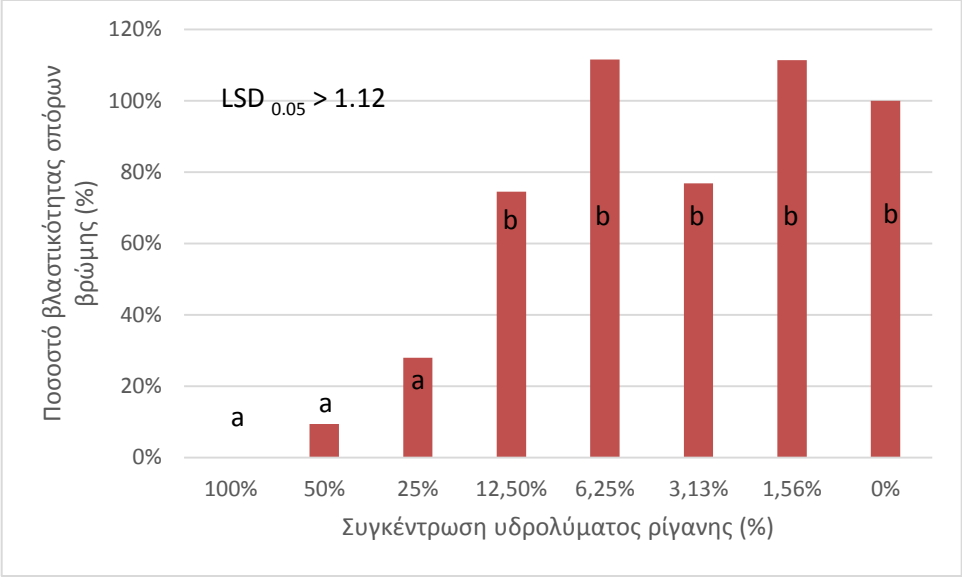
5.1 Επίδραση των υδρολυμάτων στη βλαστικότητα των σπόρων και την επιμήκυνση του βλαστιδίου & του ριζιδίου στην *Avena sativa*.

5.1.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum

5.1.1.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 1), παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων Avena satina spp., διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος ρίγανης με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο Γράφημα 1 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση που ασκεί το υδρόλυμα ρίγανης ανά συγκέντρωση στην βλαστικότητα των σπόρων της βρώμης. Παρατηρούμε ότι, η παρεμπόδιση που ασκεί το υδρόλυμα ρίγανης είναι ισχυρή στις συγκεντρώσεις 100%, 50% και 25%. Οι υπόλοιπες συγκεντρώσεις υδρολύματος ρίγανης φαίνεται ότι δεν ασκούν ισχυρή παρεμπόδιση στην εκβλάστηση των σπόρων βρώμης και παρουσιάζουν ομοιογένεια μεταξύ τους (συμβολίζονται με το γράμμα b).

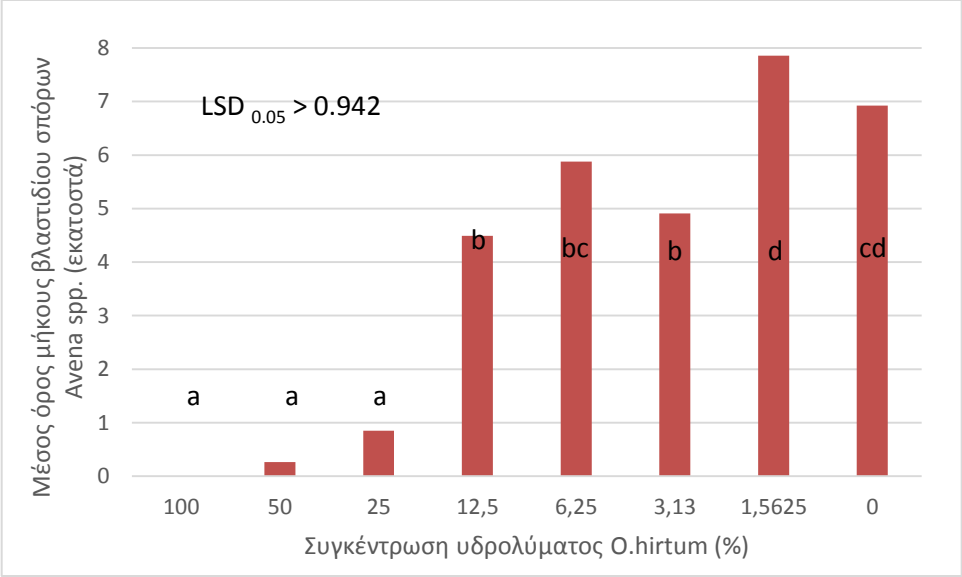


Γράφημα 1: Επίδραση των διαφορετικών συγκεντρώσεων υδρολύματος Origanum vulgare spp. hirtum στη βλαστικότητα σπόρων Avena sativa.

5.1.1.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 2) παρατηρήθηκε ότι το μήκος του βλαστιδίου των σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο Γράφημα 2, αποτυπώνεται η διαφοροποίηση του μέσου μήκους των βλαστιδίων βρώμης στις διαφορετικές συγκεντρώσεις υδρολύματος ρίγανης. Παρατηρείται και εδώ στις συγκεντρώσεις 100%, 50% και 25% η ισχυρή παρεμπόδιση του υδρολύματος, η οποία κατέστειλε την ανάπτυξη των βλαστιδίων. Αξίζει να σημειωθεί, ότι στην συγκέντρωση υδρολύματος 1,5625% παρατηρήθηκε αύξηση του μήκους των βλαστιδίων σε σχέση με τον μάρτυρα.

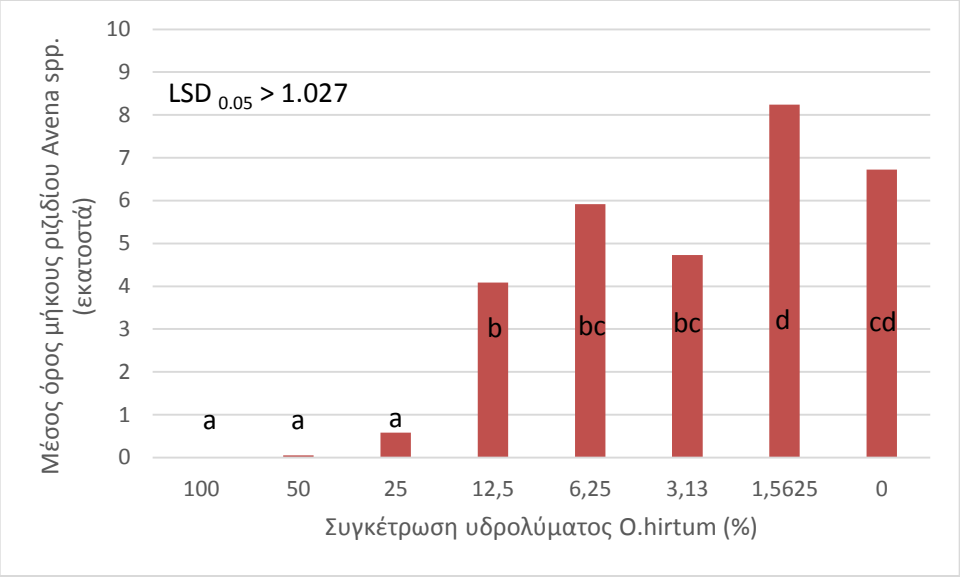


Γράφημα 2: Επίδραση υδρολύματος O.hirtum στο μήκος βλαστιδίου σε σπόρους Avena sativa spp.

5.1.1.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 3) παρατηρήθηκε ότι το μήκος του ριζιδίου των σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο Γράφημα 3, αποτυπώνεται η διαφοροποίηση του μέσου μήκους των ριζιδίων βρώμης στις διαφορετικές συγκεντρώσεις υδρολύματος ρίγανης. Παρατηρείται και εδώ στις συγκεντρώσεις 100%, 50% και 25% η ισχυρή παρεμπόδιση του υδρολύματος, η οποία κατέστειλε την ανάπτυξη των ριζιδίων. Όπως και στην περίπτωση του μήκους βάστιδίων ομοίως στην συγκέντρωση υδρολύματος 1,5625% παρατηρήθηκε αύξηση του μήκους των ριζιδίων σε σχέση με τον μάρτυρα.



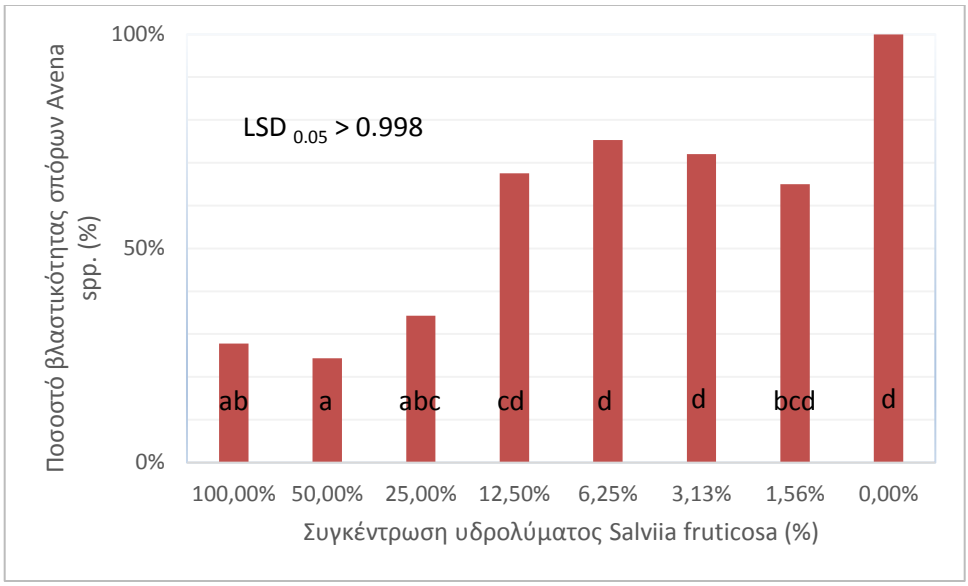
Γράφημα 3: Επίδραση υδρολύματος ρίγανης στο μέσο μήκος ριζιδίων βρώμης. Τα γράμματα έχουν τοποθετηθεί για να δηλώσουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

5.1.2 Υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill*

5.1.2.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 4) παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Salvia fruticose Mill. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 4, παρουσιάζεται η παρεμπόδιση της βλαστικότητας των σπόρων βρώμης ανά συγκέντρωση υδρολύματος φασκόμηλου. Παρατηρήθηκε ότι η παρεμπόδιση του υδρολύματος ήταν ισχυρή στις μεγάλες συγκεντρώσεις (100%, 50% και 25%). Στις υπόλοιπες συγκεντρώσεις δεν παρατηρήθηκε κάποια αξιόλογη παρεμποδιστική δράση.

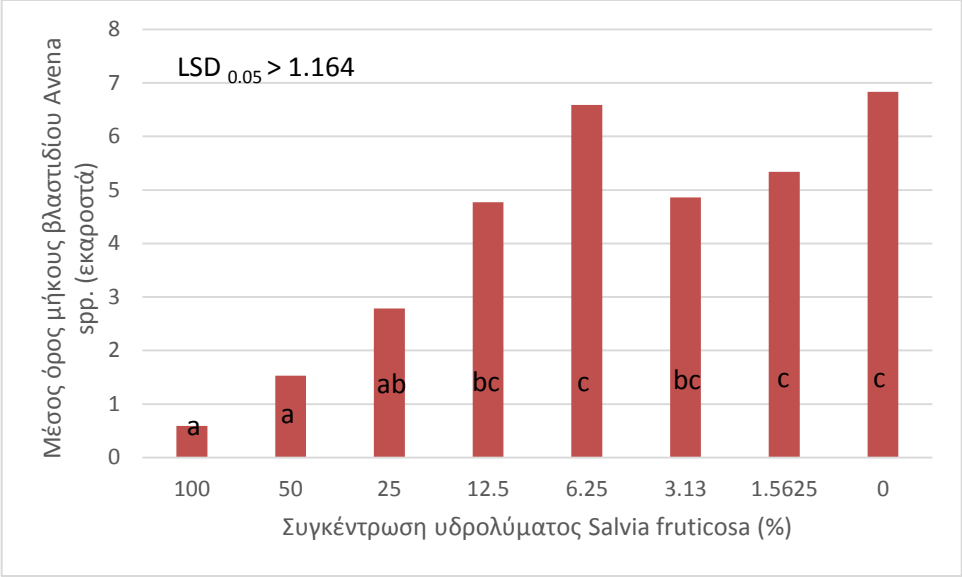


Γράφημα 4: Επίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου στη βλαστικότητα σπόρων βρώμης. Τα γράμματα δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών συγκεντρώσεων του υδρολύματος ως προς την εκβλάστηση σπόρων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

5.1.2.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 5) παρατηρήθηκε ότι το μήκος του βλαστιδίου των σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Salvia fruticosa. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο Γράφημα 5, αποτυπώνεται η διαφοροποίηση του μέσου μήκους των βλαστιδίων βρώμης στις διαφορετικές συγκεντρώσεις υδρολύματος φασκόμηλου. Η παρεμπόδιση του υδρολύματος φαίνεται στις υψηλές συγκεντρώσεις (100% και 50%), εν συνεχεία η παρεμπόδιση δεν είναι τόσο ισχυρή πέραν της συγκεντρώσεως 12,5% και φαίνεται ότι δεν έχει επηρεάσει το μήκος βλαστιδίου.

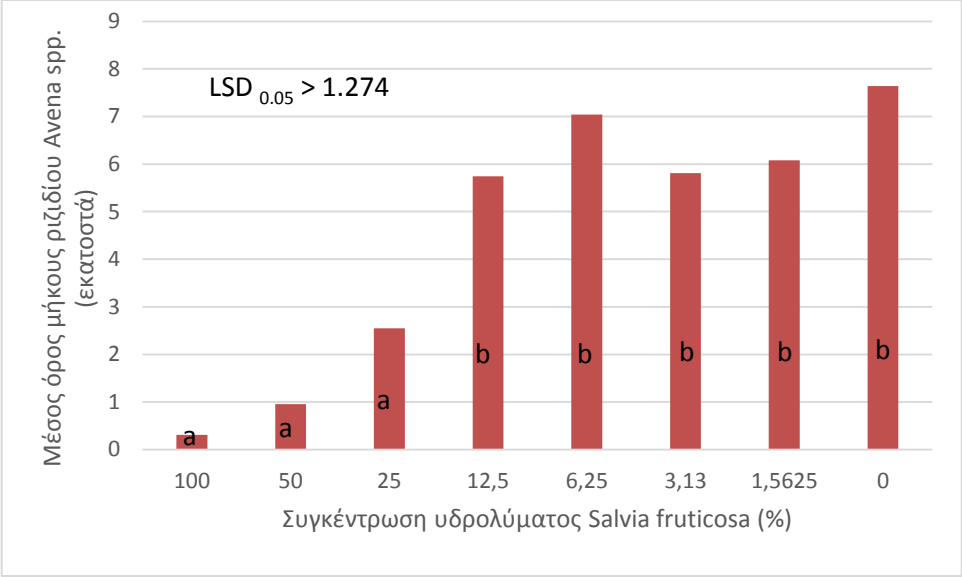


Γράφημα 5: Επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου στο μήκος βλαστιδίων βρώμης.

5.1.2.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 6) παρατηρήθηκε ότι το μήκος του ριζιδίου των σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Salvia fruticosa. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 6, αποτυπώνεται η διαφοροποίηση του μέσου μήκους των ριζιδίων βρώμης στις διαφορετικές συγκεντρώσεις υδρολύματος φασκόμηλου. Όπως και προηγουμένως, παρατηρείται ισχυρή παρεμπόδιση στις συγκεντρώσεις υδρολύματος 100%, 50% και 25%, πέραν όμως αυτού δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στο μήκος ριζιδίων των υπολοίπων συγκεντρώσεων υδρολύματος συγκριτικά με το μάρτυρα.



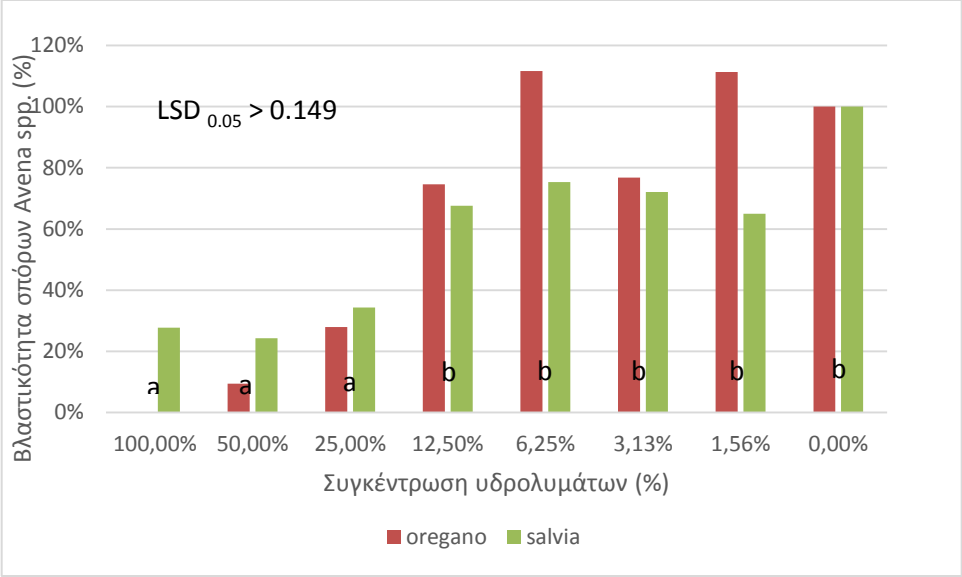
Γράφημα 6: Επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους βρώμης.

5.1.3 Σύγκριση επίδρασης των δύο υδρολυμάτων σε σπόρους *Avena sativa spp.*

5.1.3.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 7) παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 7, αποτυπώνεται η επίδραση των υδρολυμάτων στην εκβλάστηση των σπόρων της βρώμης. Φαίνεται ότι η επίδραση του υδρολύματος του φασκόμηλου ήταν ισχυρότερη στις συγκεντρώσεις 12,5% , 6,25% και 1,5625% αφού παρατηρήθηκαν πολύ χαμηλότερα ποσοστά βλαστικότητας συγκριτικά με αυτά του υδρολύματος της ρίγανης.

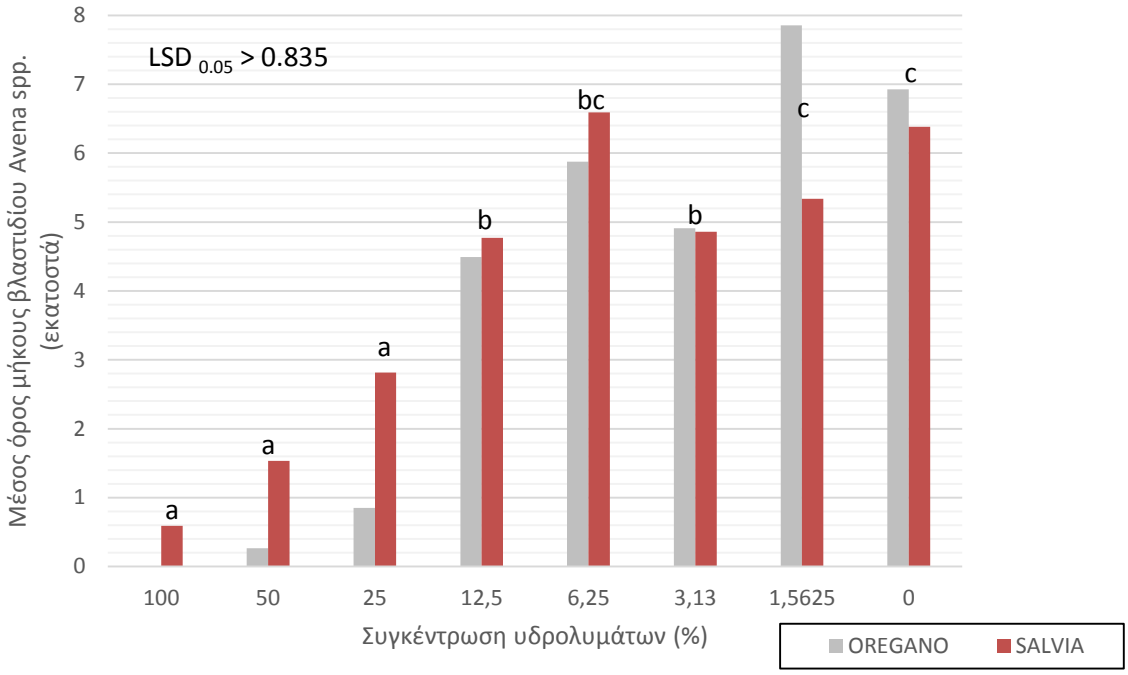


Γράφημα 7: Σύγκριση των δύο υδρολυμάτων ως προς τη βλαστικότητα σπόρων *Avena sativa* spp.

5.1.3.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 8) παρατηρήθηκε ότι ο μέσος όρος μήκους βλαστιδίου σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 8, αποτυπώνεται η επίδραση των δύο υδρολυμάτων στην επιμήκυνση του βλαστιδίου. Στο υδρόλυμα ρίγανης, αύξηση του μέσου όρους του μήκους του βλαστιδίου παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση 1,5625% σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ για το υδρόλυμα φασκόμηλου μεγαλύτερα μήκη βλαστιδίου παρατηρήθηκαν στη συγκέντρωση 6,25% συγριτικά με το μάρτυρα.

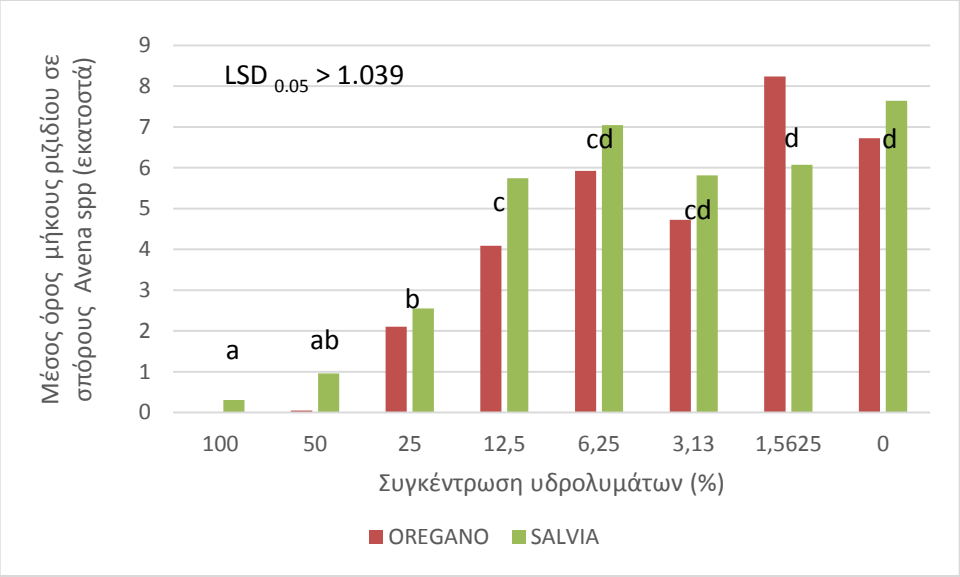


Γράφημα 8: Επίδραση των υδρολυμάτων ως προς την επιμήκυνση του βλαστιδίου σε σπόρους *Avena sativa spp.*

5.1.3.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Avena sativa spp.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 9) παρατηρήθηκε ότι ο μέσος όρος μήκους ριζιδίου σπόρων Avena sativa spp. διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 9, αποτυπώνεται η επίδραση των δύο υδρολυμάτων στην επιμήκυνση του βλαστιδίου. Στο υδρόλυμα ρίγανης, αύξηση του μέσου όρου του μήκους του ριζιδίου παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση 1,5625% σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ για το υδρόλυμα φασκόμηλου μεγαλύτερα μήκη ριζιδίου παρατηρήθηκαν στη συγκέντρωση 6,25% συγριτικά με το μάρτυρα.



Γράφημα 9: Επίδραση των υδρολυμάτων ως προς την επιμήκυνση του ριζιδίου σε σπόρους *Avena sativa spp.*

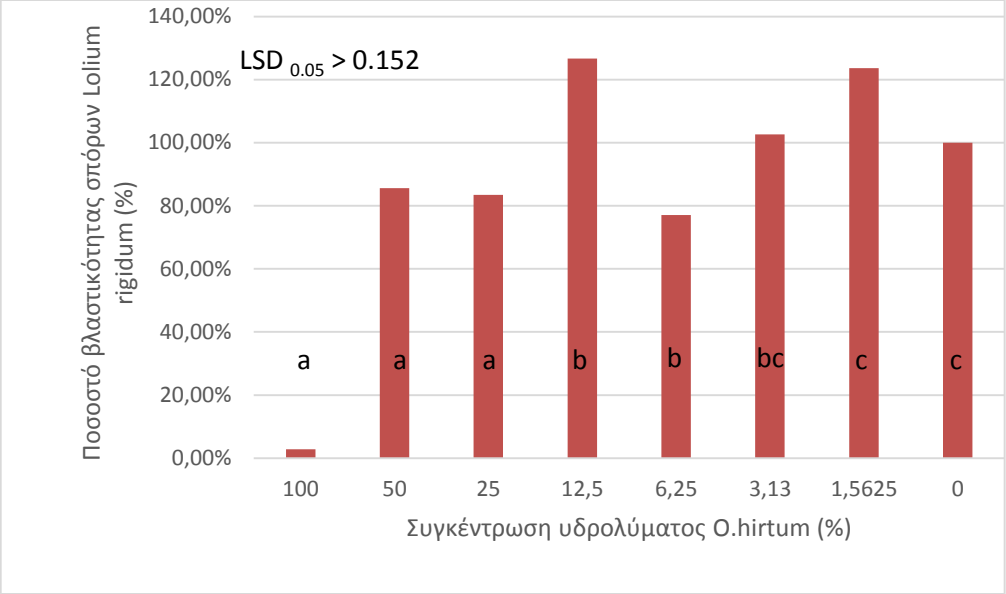
5.2 Επίδραση των υδρολυμάτων στη βλαστικότητα των σπόρων και την επιμήκυνση του βλαστιδίου & του ριζιδίου στο Lolium rigidum.

5.2.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum

5.2.1.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Lolium rigidum.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 10), παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος ρίγανης με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 10 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση που ασκεί το υδρόλυμα ρίγανης ανά συγκέντρωση στην βλαστικότητα των σπόρων της ήρας.Παρατηρούμε ότι το υδρόλυμα ρίγανης ασκεί παρεμπόδιση στην εκβλάστηση των σπόρων ήρας έως τη συγκέντρωση 6,25%. Πέραν αυτής της συγκέντρωσης, το υδρόλυμα ρίγανης δεν επηρεάζει τη βλαστικότητα σπόρων ήρας όπως φαίνεται σε σχέση με το μάρτυρα.

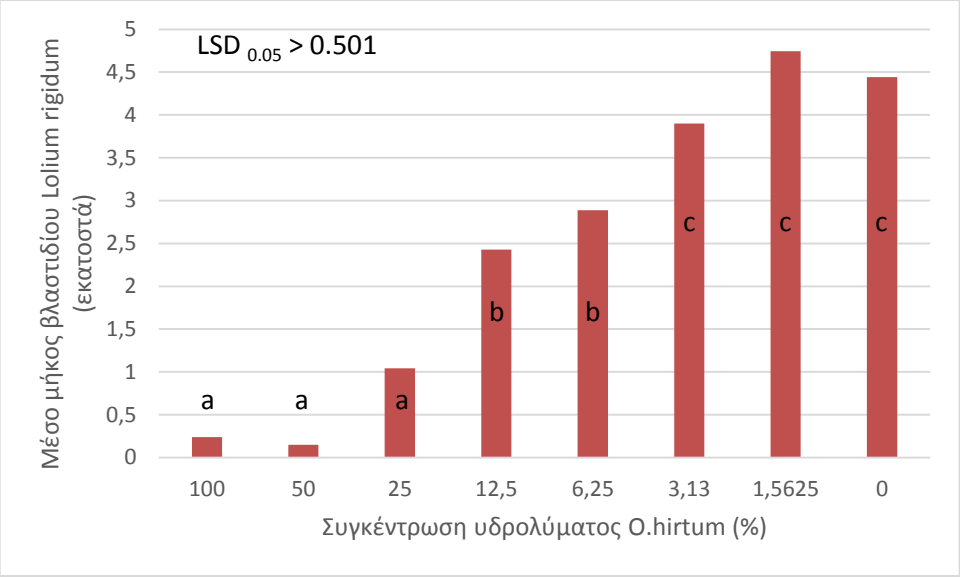


Γράφημα 10: Επίδραση υδρολύματος ρίγανης στη βλαστικότητα σπόρων *Lolium rigidum.*

5.2.1.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Lolium rigidum.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 11), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του βλαστιδίου σε σπόρους Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος ρίγανης με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο Γράφημα 11 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση στην επιμήκυνση του βλαστιδίου που ασκεί το υδρόλυμα ρίγανης ανά συγκέντρωση στους σπόρους της ήρας. Η παρεμπόδιση της επιμήκυνσης είναι ισχυρή και παρατηρείται εως της συγκέντρωση υδρολύματος 6,25%. Πέραν αυτής της συγκεντρώσεως δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% σε σχέση με τον μάρτυρα.

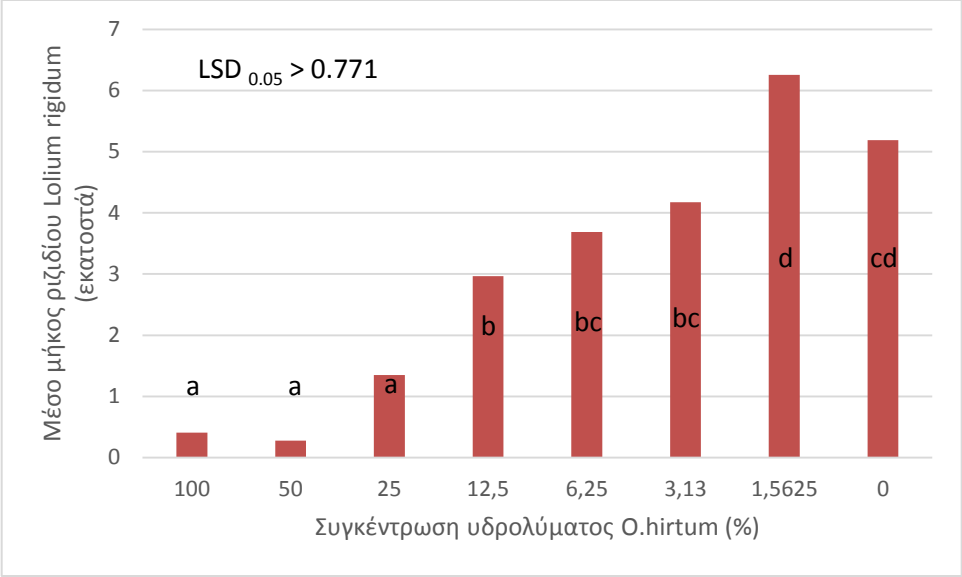


Γράφημα 11: Επίδραση υδρολύματος ρίγανης στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους *Lolium rigidum.*

5.2.1.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Lolium rigidum.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 12), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του ριζιδίου σε σπόρους Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος ρίγανης με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 12 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση στην επιμήκυνση του ριζιδίου που ασκεί το υδρόλυμα ρίγανης ανά συγκέντρωση στους σπόρους της ήρας. Παρατηρείται ότι η παρεμπόδιση της επιμήκυνσης του ριζιδίου είναι ισχυρή στις συγκεντρώσεις 100%, 50%, 25% και 12,5%. Πέραν της συγκεντρώσεως αυτής δεν παρατηρούνται στατικά σημαντικές διαφορές στο μέσο μήκος ριζιδίων σε σχέση με το μάρτυρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκέντρωση 1,5625% υδρολύματος ρίγανης πάλι φαίνεται να επηρεάζει θετικά την επιμήκυνση του ριζιδίου συγριτικά με το μάρτυρα.



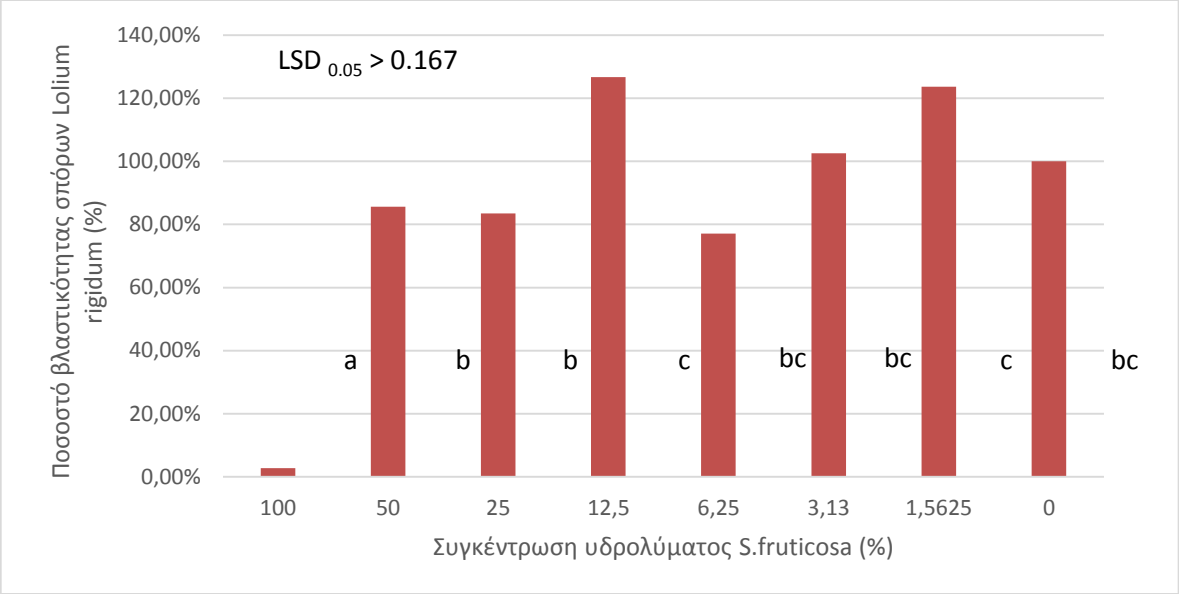
Γράφημα 12: Επίδραση υδρολύματος ρίγανης στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους *Lolium rigidum.*

5.2.2 Υδρόλυμα Salvia fruticosa Mill

5.2.2.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Lolium rigidum.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 13), παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Salvia fruticosa Mill. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 13 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση της βλαστικότητας που ασκεί το υδρόλυμα φασκόμηλου ανά συγκέντρωση στους σπόρους της ήρας. Στη συγκέντρωση 1,5625% υδρολύματος φασκόμηλου παρατηρείται αύξηση του ποσοστού των σπόρων που εκβλάστησαν σε σχέση με το μάρτυρα, επισημαίνοντας έτσι τη θετική επίδραση του υδρολύματος του φασκόμηλου στη βλαστικότητα των σπόρων ήρας σε αυτή τη συγκέντρωση.

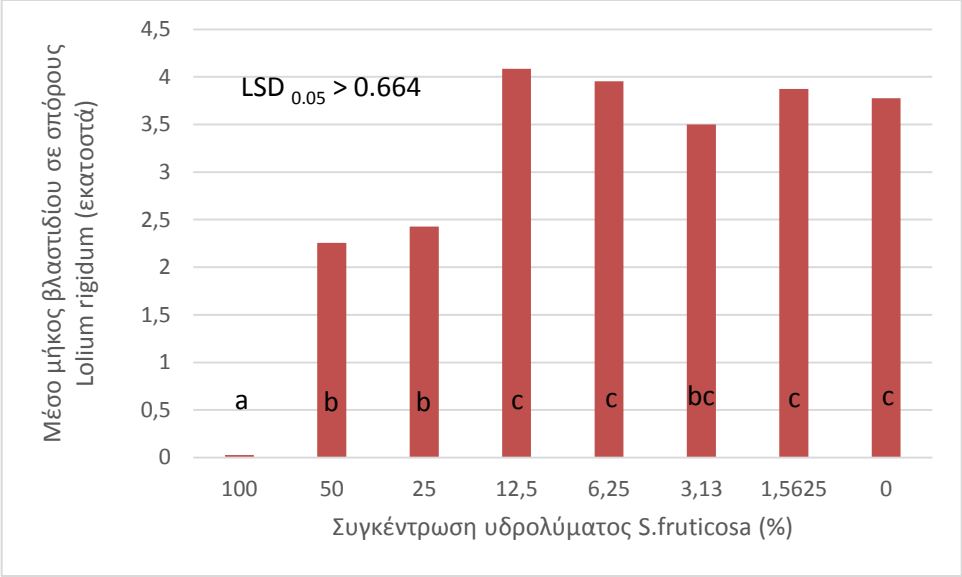


Γράφημα 13: Επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου στο ποσοστό βλαστικότητας σπόρων *Lolium rigidum.*

5.2.2.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Lolium rigidum

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 14), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του βλαστιδίου σπόρων Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Salvia fruticosa Mill. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 14 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση της επιμήκυνσης του βλαστιδίου που ασκεί το υδρόλυμα φασκόμηλου ανά συγκέντρωση στους σπόρους της ήρας. Η αρνητική επίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου στην επιμήκυνση του βλαστιδίου είναι ισχυρή στις συγκεντρώσεις 100%, 50% και 25%. Από εκεί και πέρα, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα.

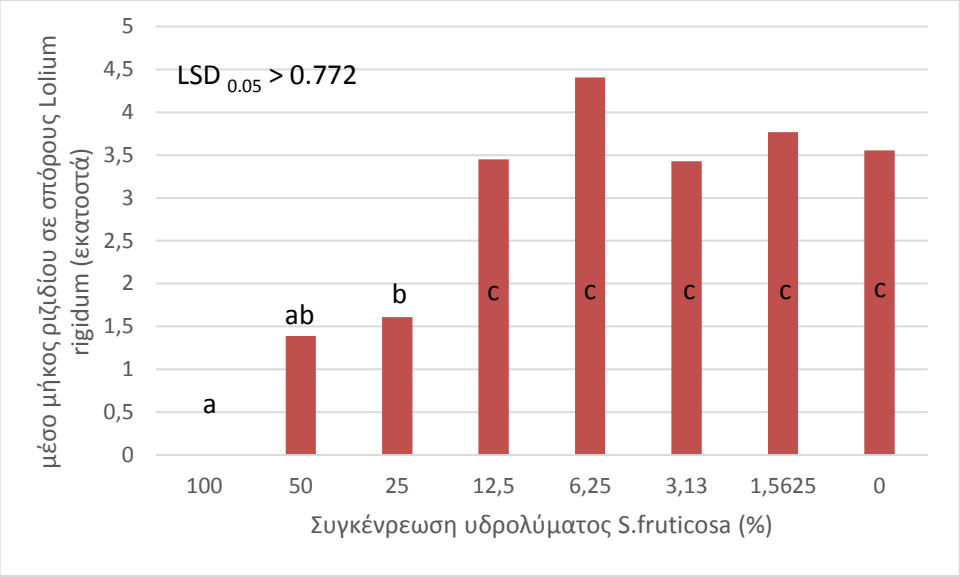


Γράφημα 14: Επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους *Lolium rigidum.*

5.2.2.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Lolium rigidum

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 15), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του ριζιδίου σπόρων Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Salvia fruticosa Mill. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 15 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση της επιμήκυνσης του ριζιδίου που ασκεί το υδρόλυμα φασκόμηλου ανά συγκέντρωση στους σπόρους της ήρας. Η επίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου στην επιμήκυνση του ριζιδίου είναι ισχυρή στις συγκεντρώσεις 100%, 50% και 25% και φαίνεται ότι σε αυτές τις συγκεντρώσεις το υδρόλυμα φασκόμηλου παρεμποδίζει την έκπτυξη και ανάπτυξη ριζιδίου. Πέραν αυτού, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% στην επιμήκυνση ριζιδίου στις υπόλοιπες συγκεντρώσεις υδρολύματος φασκόμηλου σε σχέση με το μάρτυρα.



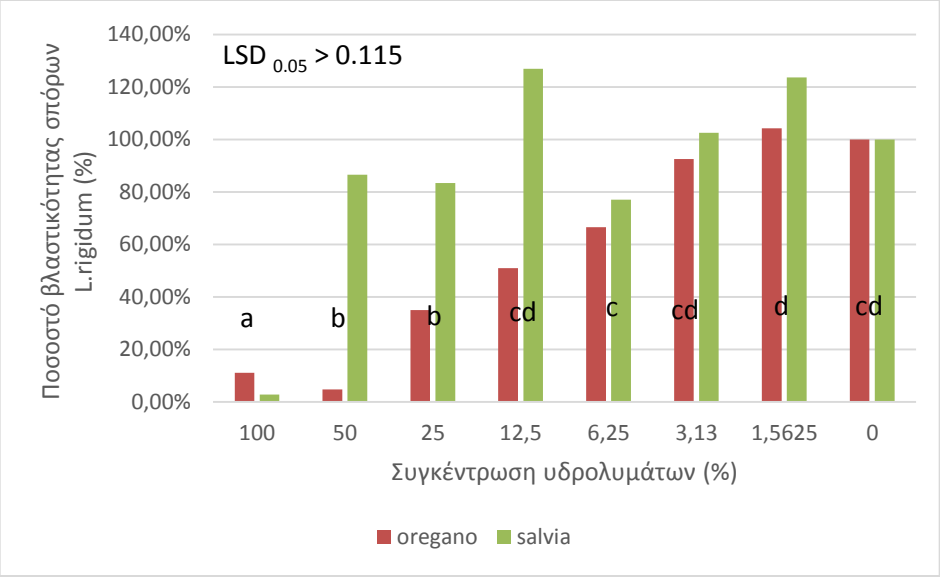
Γράφημα 15: Επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους *Lolium rigidum.*

5.2.3 Σύγκριση επίδρασης των δύο υδρολυμάτων σε σπόρους *Lolium rigidum*

5.2.3.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Lolium rigidum

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 16) παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων Lolium rigidum διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 16, αποτυπώνεται η επίδραση των υδρολυμάτων στην εκβλάστηση των σπόρων της ήρας. Παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο υδρολυμάτων ως προς την επίδραση τους στην βλαστικότητα των σπόρων. Όμως, ανα συγκέντρωση υδρολύματος φαίνεται ότι οι συγκεντρώσεις που παρεμποδίζουν την εκβλάστηση σπόρων είναι οι 100%, 50%, 25%.

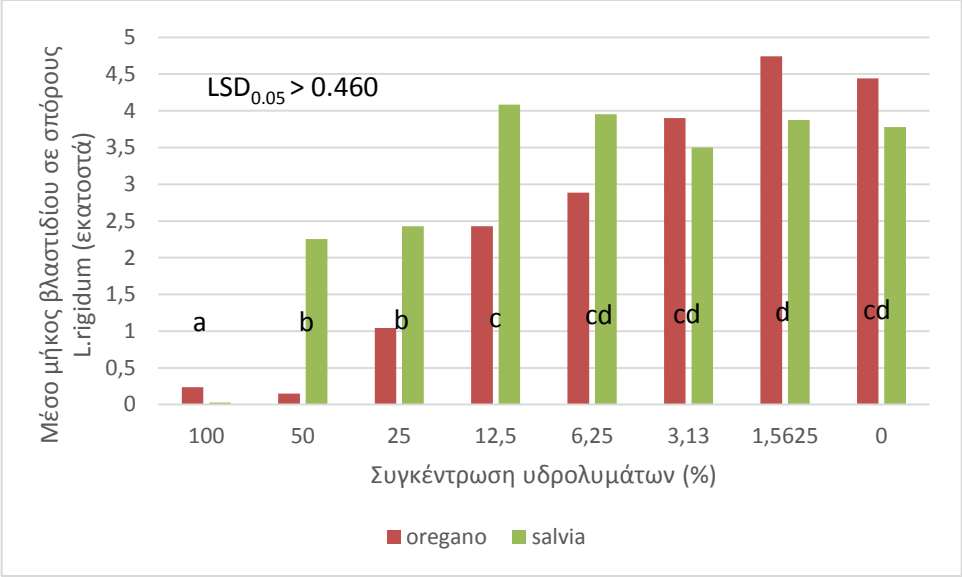


Γράφημα 16: Επίδραση των υδρολυμάτων στην βλαστικότητα σπόρων *Lolium rigidum.*

5.2.3.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Lolium rigidum

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 17), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του βλαστιδίου σπόρων Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 17 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση της επιμήκυνσης του βλαστιδίου που ασκεί το κάθε υδρόλυμα ανά συγκέντρωση στους σπόρους της ήρας. Ομοίως, η παρεμπόδιση της έκπτυξης και της ανάπτυξης βλαστιδίου ήταν ισχυρή στις συγκεντρώσεις υδρολυμάτων 100%, 50% και 25%. Πέραν αυτού, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% συγκτριτικά με τον μάρτυρα.

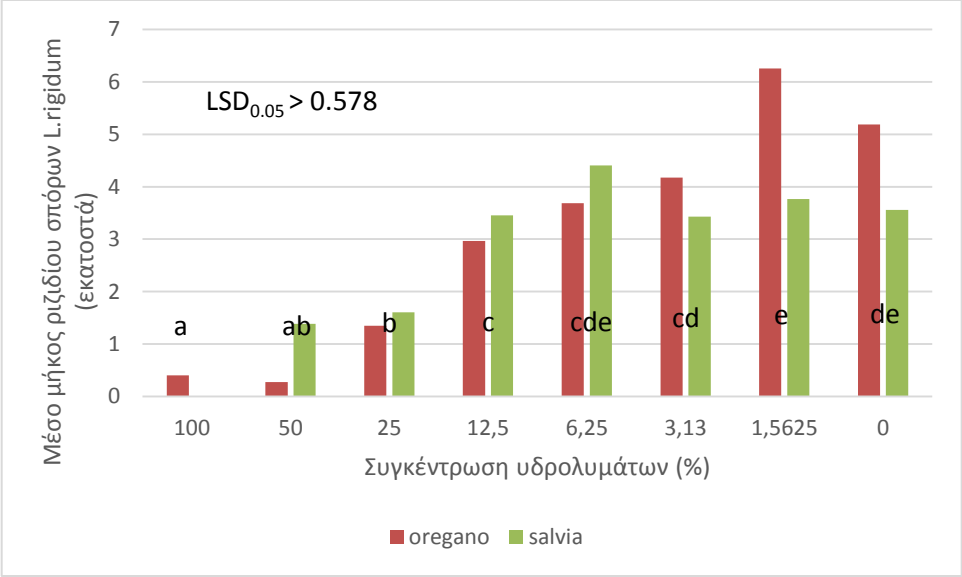


Γράφημα 17: Επίδραση των υδρολυμάτων στην επιμήκυνση του βλαστιδίου σε σπόρους *Lolium rigidum.*

5.2.3.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Lolium rigidum

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 18), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του ριζιδίου σπόρων Lolium rigidum, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 18 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση της επιμήκυνσης του ριζιδίου που ασκεί το κάθε υδρόλυμα ανά συγκέντρωση στους σπόρους της ήρας. Η παρεμπόδιση της έκπτυξης και της ανάπτυξης ριζιδίου ήταν ισχυρή στις συγκεντρώσεις υδρολυμάτων 100%, 50%, 25% και 12,5%. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη συγκέντρωση 1,5625% και για τα δύο υδρολύματα παρατηρούνται μεγαλύτεροι μέσοι όροι μηκών ριζιδίου σε σχέση με τον μάρτυρα.



Γράφημα 18: Επίδραση των υδρολυμάτων στην επιμήκυνση του ριζιδίου σε σπόρους *Lolium rigidum.*

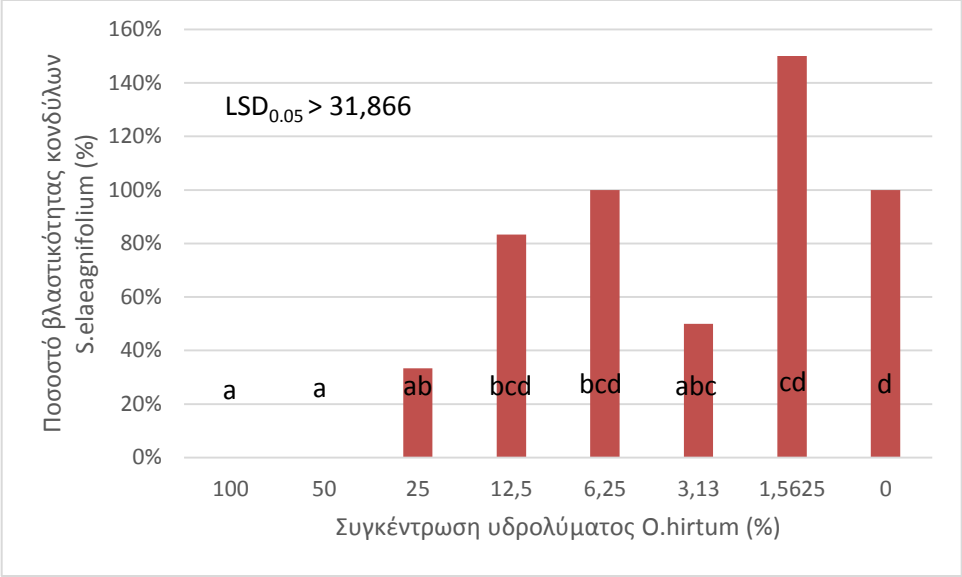
5.3 Επίδραση των υδρολυμάτων στη βλαστικότητα των σπόρων και την επιμήκυνση του βλαστιδίου & του ριζιδίου στο Solanum elaeagnifolium.

5.3.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum

5.3.1.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Solanum elaeagnifolium

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 19), παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των κονδύλων Solanum elaeagnifolium, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος ρίγανης με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 19 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση που ασκεί το υδρόλυμα ρίγανης ανά συγκέντρωση στην βλαστικότητα των κονδύλων Solanum elaeagnifolium. Η παρεμπόδιση είναι ισχυρή σχεδόν σε όλες τις συγκεντρώσεις υδρολύματος πλην της 1,5625% όπου παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού βλαστικότητας στους κονδύλους Solanum elaeagnifolium συγκριτικά με το μάρτυρα.

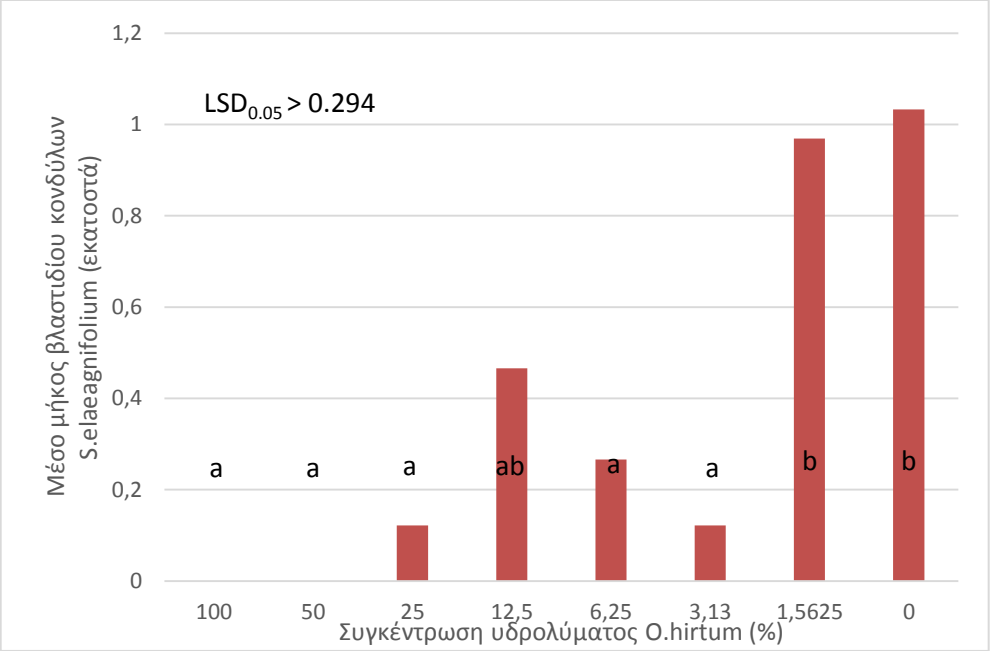


Γράφημα 19: Επίδραση υδρολύματος ρίγανης στη βλαστικότητα κονδύλων *Solanum elaeagnifolium.*

5.3.1.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Solanum elaeagnifolium.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 20), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση βλαστιδίου σε κονδύλους Solanum elaeagnifolium, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος ρίγανης με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 20 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση που ασκεί το υδρόλυμα ρίγανης ανά συγκέντρωση στην επιμήκυνση του βλαστιδίου των κονδύλων Solanum elaeagnifolium. Η παρεμπόδιση είναι ισχυρή σε σχεδόν όλες τις συγκεντρώσεις υδρολύματος ρίγανης. Εξαίρεση αποτελεί η συγκέντρωση υδρολύματος 1,5625% η οποία δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% όσον αφορά τα μέσα μήκη βλαστιδίου σε σχέση με τον μάρτυρα.



Γράφημα 20: επίδραση υδρολύματος ρίγανης στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε κονδύλους *Solanum elaeagnifolium.*

5.3.1.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Solanum elaeagnifolium.

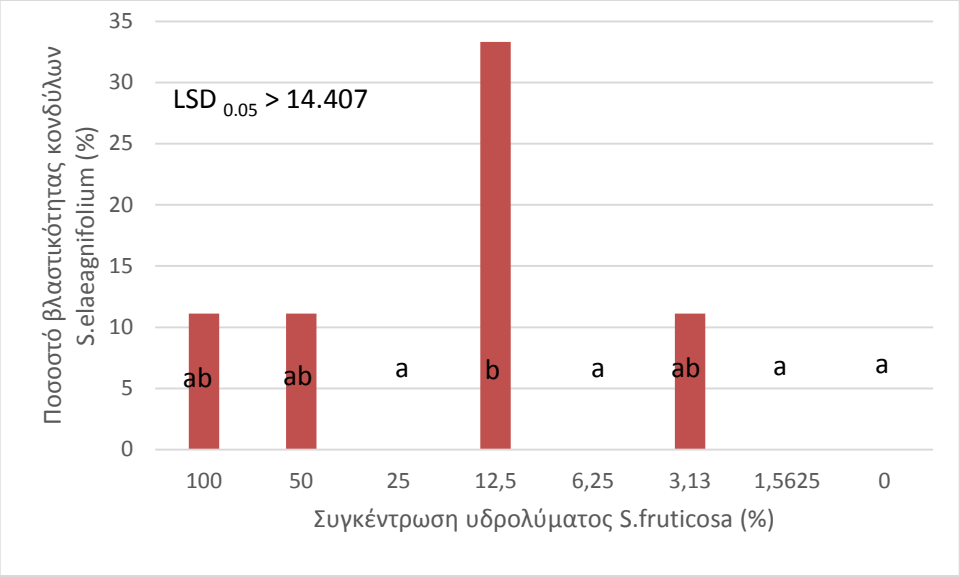
Δεν παρατηρήθηκε έκπτυξη ριζιδίου σε κανέναν κόνδυλο στο σύνολο των επεμβάσεων αλλά ούτε και στο μάρτυρα, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση του υδρολύματος ρίγανης στην έκπτυξη και επιμήκυνση του ριζιδίου.

5.3.2 Υδρόλυμα Salvia fruticosa Mill

5.3.2.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Solanum elaeagnifolium

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 21), παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των κονδύλων Solanum elaeagnifolium, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος Salvia fruticosa Mill. Η αλληλεπίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5%.

Στο γράφημα 21 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση που ασκεί το υδρόλυμα φασκόμηλου ανά συγκέντρωση στην βλαστικότητα των κονδύλων Solanum elaeagnifolium. Η παρεμπόδιση είναι ισχυρή σε σχεδόν σε όλες τις συγκεντρώσεις υδρολύματος πλην της 12,5% όπου παρατηρήθηκε το υψηλότερο ποσοστό βλαστικότητας στους κονδύλους Solanum elaeagnifolium συγκριτικά με το μάρτυρα.

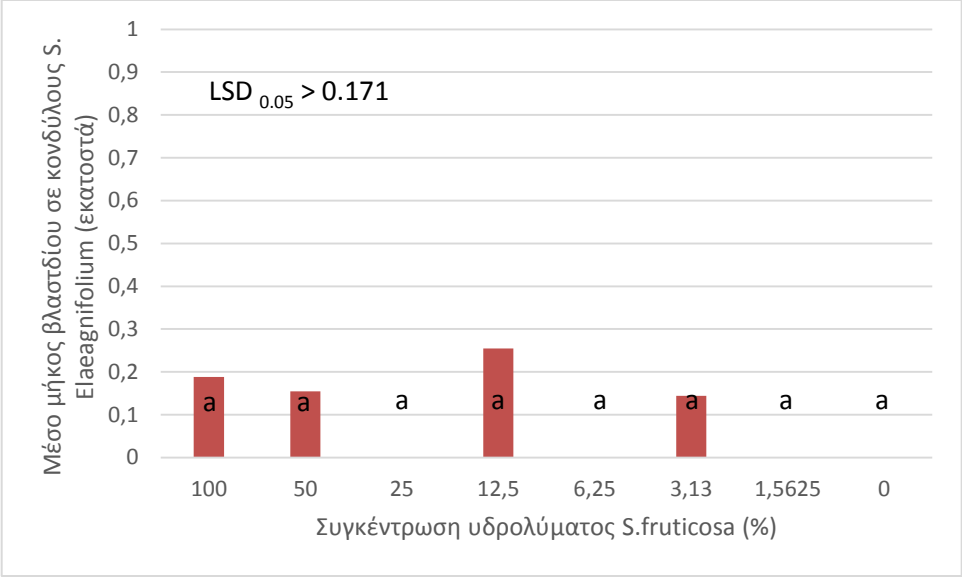


Γράφημα 21: Επίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου στη βλαστικότητα κονδύλων *Solanum elaeagnifolium.*

5.3.2.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Solanum elaeagnifolium.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ. Παράρτημα, Πίνακας 22), παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση βλαστιδίου σε κονδύλους Solanum elaeagnifolium, δεν διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τη συγκέντρωση του υδρολύματος φασκόμηλου.

Στο γράφημα 22 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση που ασκεί το υδρόλυμα φασκόμηλου ανά συγκέντρωση στην επιμήκυνση του βλαστιδίου των κονδύλων Solanum elaeagnifolium. Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% .



Γράφημα 22: Επίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου στην επιμήκυνση βλαστιδίου κονδύλων γερμανού.

5.3.2.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε σπόρους Solanum elaeagnifolium.

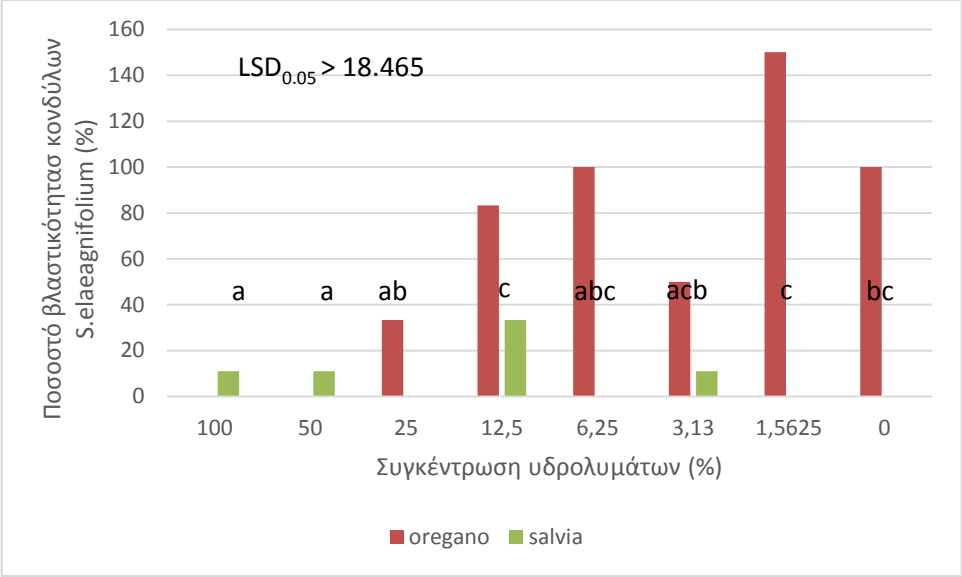
Δεν παρατηρήθηκε έκπτυξη ριζιδίου σε κανέναν κόνδυλο στο σύνολο των επεμβάσεων αλλά ούτε και στο μάρτυρα, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση του υδρολύματος ρίγανης στην έκπτυξη ριζιδίου.

5.3.3 Σύγκριση επίδρασης των δύο υδρολυμάτων σε σπόρους Solanum elaeagnifolium.

5.3.3.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων Solanum elaeagnifolium

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 23) παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό βλαστικότητας των κονδύλων Solanum elaeagnifolium διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 23, αποτυπώνεται η επίδραση των υδρολυμάτων στην εκβλάστηση των κονδύλων γερμανού. Παρατηρείται ότι ισχυρότερη παρεμπόδιση στις συγκεντρώσεις 100% και 50% ασκεί το υδρόλυμα της ρίγανης, εν συνεχεία όμως φαίνεται οτι το υδρόλυμα του φασκόμηλου παρεμποδίζει ισχυρότερα την εκβλάστηση των κονδύλων γερμανού.

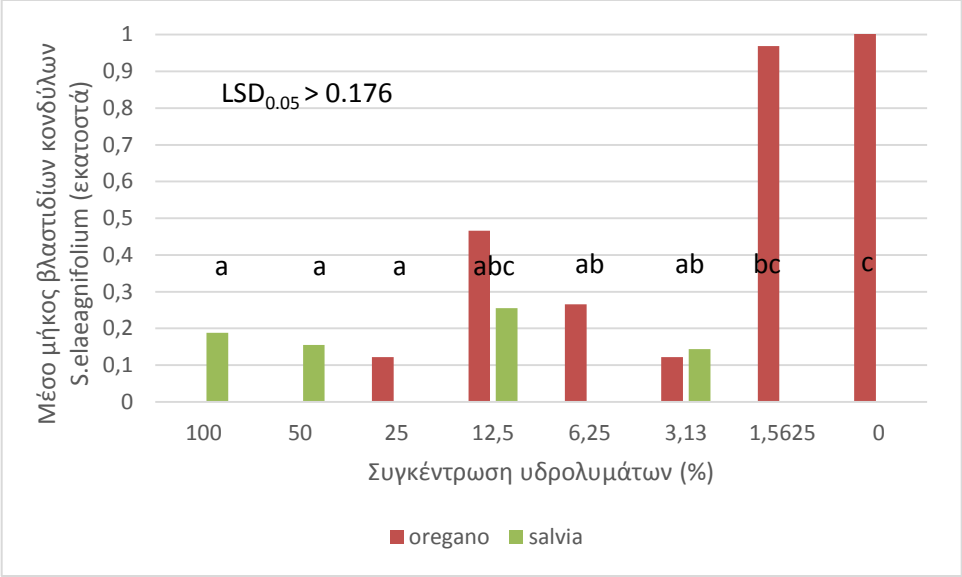


Γράφημα 23: Επίδραση των δύο υδρολυμάτων στην βλαστικότητα σε κονδύλους γερμανού.

5.3.3.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε σπόρους Solanum elaeagnifolium.

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 24) παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση βλαστιδίου των κονδύλων Solanum elaeagnifolium διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 24, αποτυπώνεται η επίδραση των υδρολυμάτων στην επιμήκυνση βλαστιδίου των κονδύλων γερμανού. Παρατηρείται ισχυρή παρεμπόδιση στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε όλες σχεδόν τις συγκεντρώσεις πλην της συγκεντρώσεως 1,5625% όπου στην περίπτωση του υδρολύματος της ρίγανης φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται καθόλου η ανάπτυξη και η επιμήκυνση του βλαστιδίου.



Γράφημα 24: Επίδραση των δύο υδρολυμάτων στην επιμήκυνση βλαστιδίου σε κονδύλους γερμανού.

5.3.3.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου σε κονδύλους Solanum elaeagnifolium.

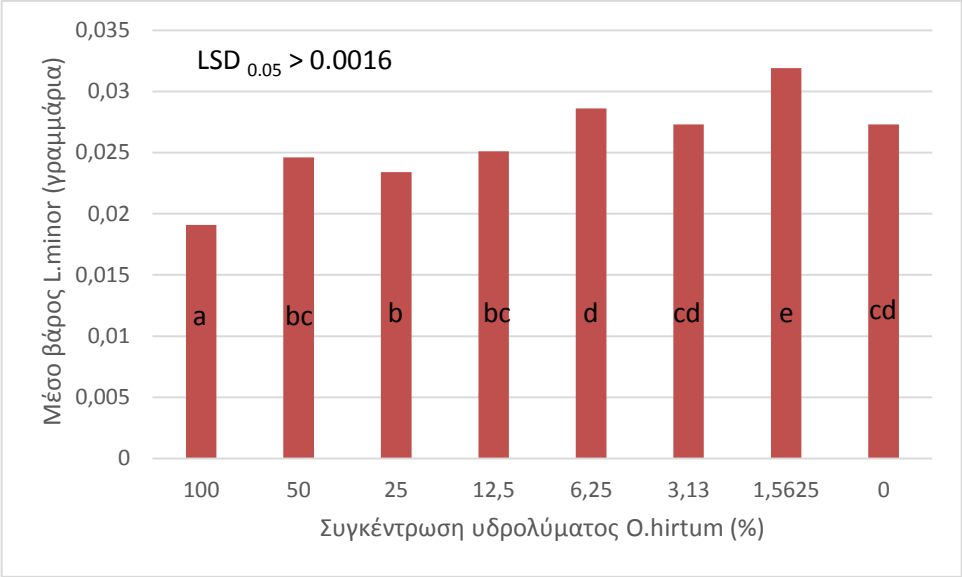
Δεν παρατηρήθηκε έκπτυξη ριζιδίου σε κανέναν κόνδυλο στο σύνολο των επεμβάσεων αλλά ούτε και στο μάρτυρα, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση των δυο υδρολυμάτων στην έκπτυξη ριζιδίου.

5.4 Επίδραση των υδρολυμάτων στο βιοδείκτη Lemna minor.

5.4.1 Υδρόλυμα Origanum vulgare spp. Hirtum

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 25) παρατηρήθηκε ότι το μέσο βάρους του βιοδείκτη Lemna minor διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 25, αποτυπώνεται η επίδραση του υδρολύματος ρίγανης στο μέσο βάρους του βιοδείκτη. Η παρεμπόδιση του υδρολύματος ρίγανης ως προς την ανάπτυξη της βιομάζας της νεροφακής είναι ισχυρή στις συγκεντρώσεις 100, 50, 25 και 12,5% . Πέραν αυτού δεν παρατηρούται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βάρος της νεροφακής με εξαίρεση την συγκέντρωση 1,5625% όπου παρατηρήθηκε αύξηση της βιομάζας συγκριτικά με το μάρτυρα.

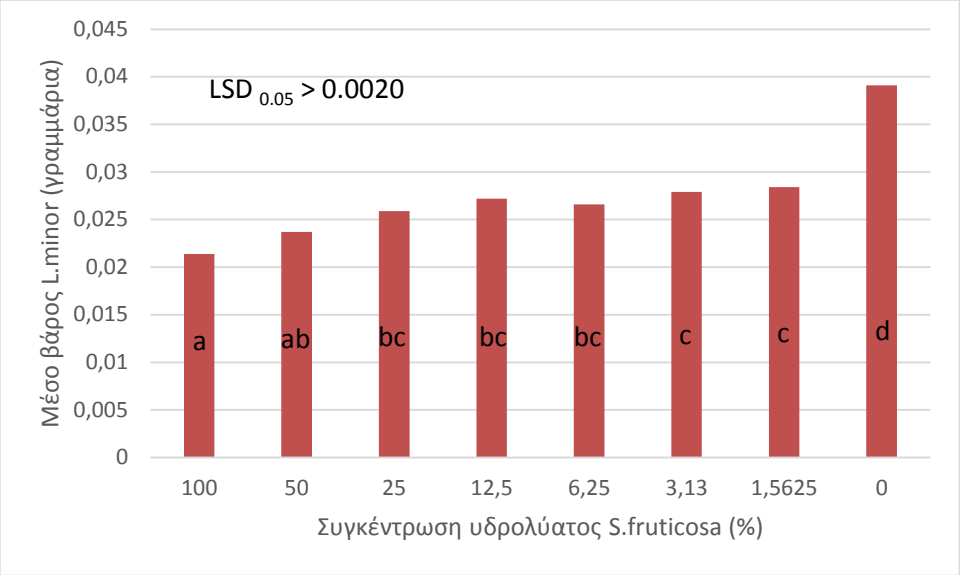


Γράφημα 25: Επίδραση του υδρολύματος ρίγανης στην ανάπτυξη του βιοδείκτη Lemna minor.

5.4.2 Υδρόλυμα Salvia fruticosa Mill

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 26) παρατηρήθηκε ότι το μέσο βάρους του βιοδείκτη Lemna minor διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 26, αποτυπώνεται η επίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου στο μέσο βάρους του βιοδείκτη. Σε σχέση με το μάρτυρα, παρατηρείται ότι η παρεμπόδιση της ανάπτυξης της νεροφακής ήταν ισχυρή σε όλες τις συγκεντρώσεις του υδρολύματος φασκόμηλου.

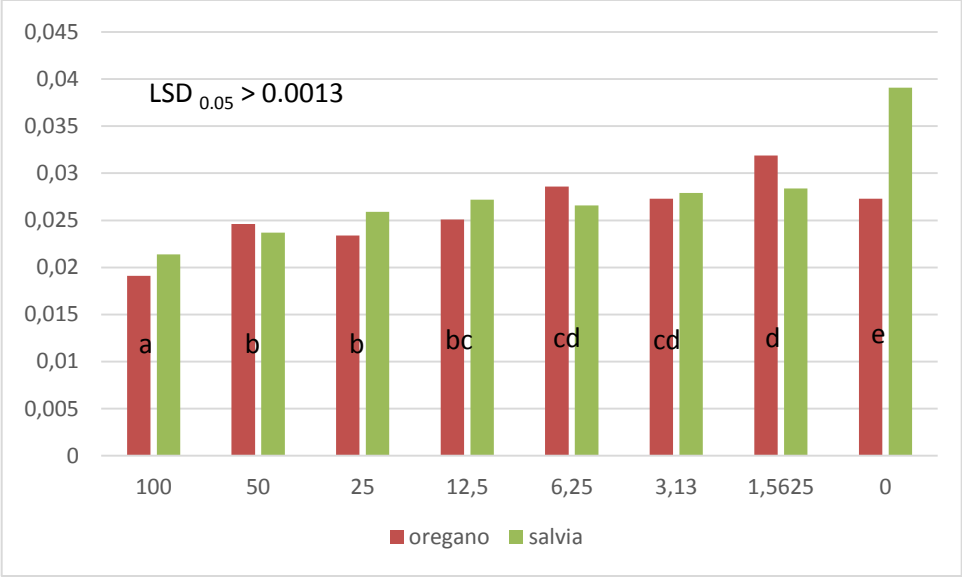


Γράφημα 26: Επίδραση του υδρολύματος φασκόμηλου στην ανάπτυξη του βιοδείκτη Lemna minor.

5.4.3 Σύγκριση της επίδρασης των δύο υδρολυμάτων στην ανάπτυξη *Lemna minor*

Όπως προαναφέρθηκε, η αρχική ποσότητα λέμνας που τοποθετήθηκε στα φιαλίδια ζυγίστηκε και ήταν 0,03 γραμμάρια. Με το πέρας της δοκιμής, αφαιρέθηκε με προσοχή η ποσότητα της λέμνας και αφού αφέθηκε να στεγνώσει σε διηθητικό χαρτί για λίγα δευτερόλεπτα, πάρθηκαν οι τελικές μετρήσεις βάρους. Στο Γράφημα 27 αποτυπώνεται η παρεμπόδιση των υδρολυμάτων ρίγανης και φασκόμηλου στην ανάπτυξη της λέμνας στις διάφορες συγκεντρώσεις. Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 27) παρατηρήθηκε ότι το μέσο βάρους του βιοδείκτη Lemna minor διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Ομοίως παρατηρείται η ισχυρή παρεμπόδιση στην ανάπτυξη της βιομάζας της νεροφακής στις συγκεντρώσεις 100, 50, 25, 12,5, 6,25 και 3,13 % και στα δύο υδρολύματα. Στην μικρότερη συγκέντρωση των 1,5625% παρατηρείται αύξηση της βιομάζας στα φυαλίδια όπου η νεροφακή αναπτύχθηκε σε υδρόλυμα ρίγανης συγκριτικά με τον μάρτυρα, κάτι που δεν παρατηρήθηκε στα φυαλίδια που περιείχαν υδρόλυμα φασκόμηλου.



Γράφημα 27: Επίδραση των υδρολυμάτων στο μέσο βάρος του βιοδείκτη.

5.4.4 Αποχρωματισμός *lemna minor*

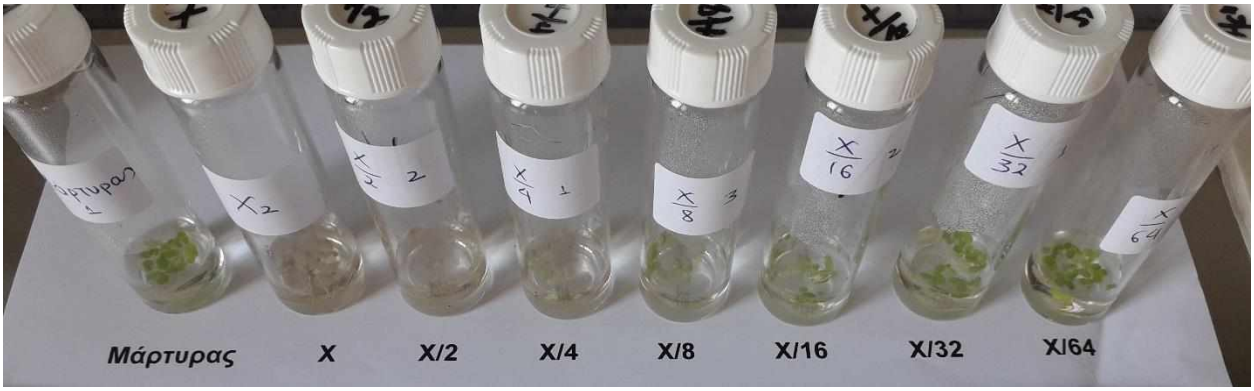
Για την δοκιμή αποχρωματισμού της λέμνας τέθηκε μία κλίμακα αποχρωματισμού από το 0 εως το 10, όπου η τιμή μηδέν αντιπροσώπευε τον μηδενικό αποχρωματισμού του φυτικού δείγματος, δηλαδή την περίπτωση του μάρτυρα (συγκέντρωση 0%) και η τιμή 10 τον πλήρη αποχρωματισμό του φυτικού δείγματος στις αντίστοιχες συγκεντρώσεις υδρολύματος.

Στην Εικόνα 16, παρακάτω αποτυπώνεται η πορεία του αποχρωματισμού της λέμνας σε φιαλίδια που περιείχαν διαφορετικές συγκεντρώσεις υδρολύματος ρίγανης.

Όσον αφορά την οπτική παρατήρηση του αποχρωματισμού της λέμνας, πλήρη αποχρωματισμό της *Lemna minor* είχαμε στις συγκεντρώσεις 100%, 50%, 25% με το πέρας των έξι ημερών στο υδρόλυμα της ρίγανης. Στην Εικόνα 16 αποτυπώνεται ο βαθμός αποχρωματισμού της στις διάφορες συγκεντρώσεις υδρολύματος συγκριτικά με το μάρτυρα.

Στην κλίμακα που θέσαμε, τα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

Συγκέντρωση υδρολύματος O.hirtum (%)	10	50	25	12.5	6.25	3.13	1.5625	0
Βαθμός αποχρωματισμού L.minor	10	8	7	5	3	2	1	0

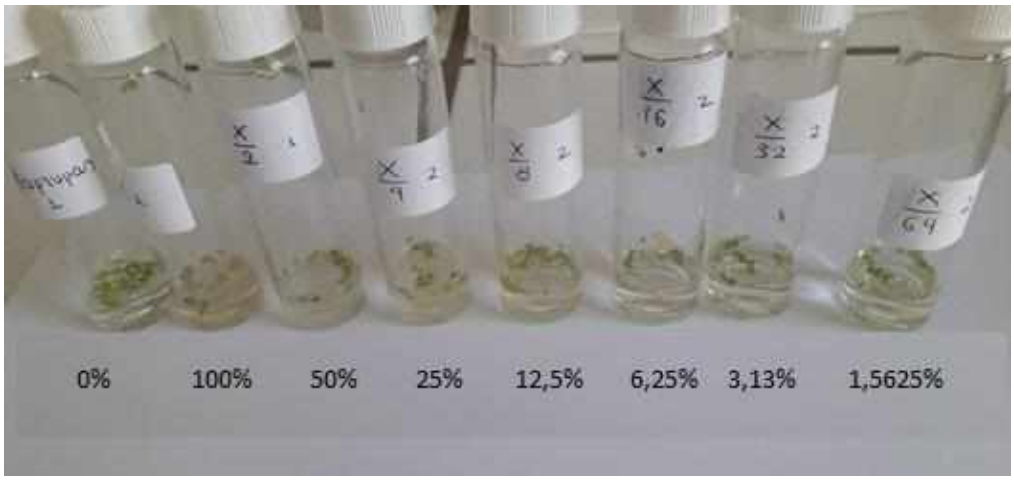


Εικόνα 10 αποχρωματισμός lemna minor σε υδρόλυμα ρίγανης

Σε αντίθεση, η lemna minor στο υδρόλυμα φασκόμηλου παρέμεινε επίσης για 6 ημέρες. Ο βαθμός αποχρωματισμού της λέμνας δεν ήταν τόσο έντονος όσο στην περίπτωση του υδρολύματος της ρίγανης όπως θα δείτε στην Εικόνα 17.

Στην κλίμακα που θέσαμε, τα αποτελέσματα για το υδρόλυμα του φασκόμηλου ήταν τα εξής:

Συγκέντρωση υδρολύματος S.fruticosa (%)	100	50	25	12.5	6.25	3.13	1.5625	0
Βαθμός αποχρωματισμού L.minor	8	7	5	5	4	2	0	0



Εικόνα 11: Αποχρωματισμός Lemna minor σε υδρόλυμα φασκόμηλου

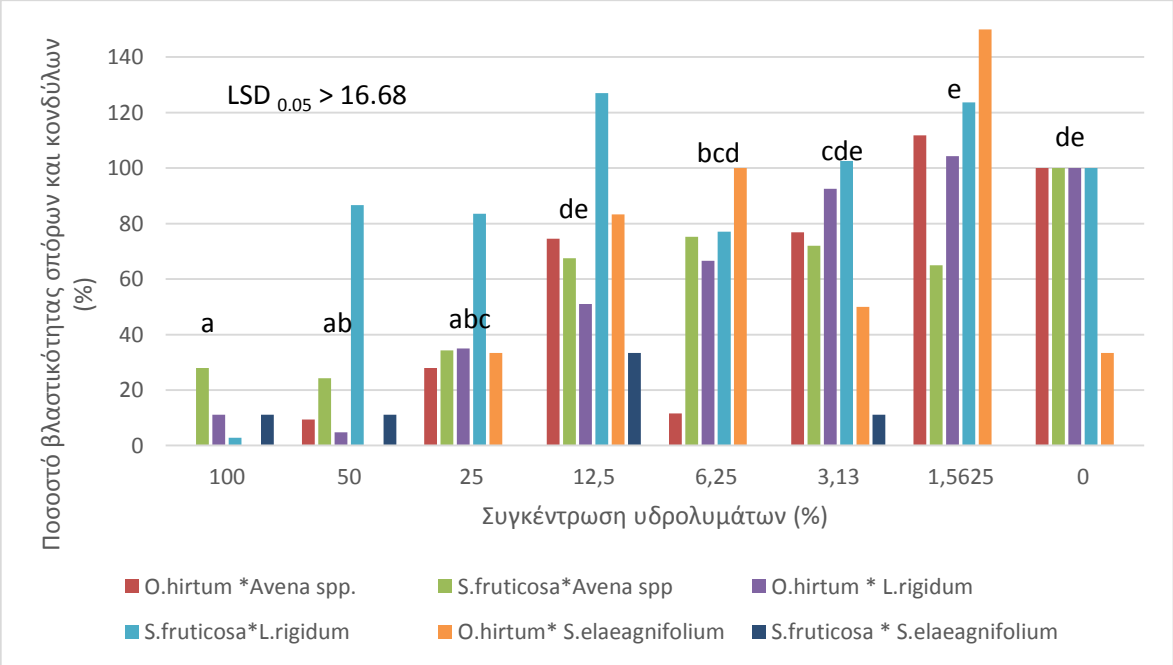
Στις συγκεντρώσεις 100% και 50% παρουσιάστηκε ο μεγαλύτερος βαθμός αποχρωματισμού, όπως ήταν αναμενόμενο. Στη συνέχεια, στις συγκεντρώσεις 25%, 12,5% και 6,25% υπήρχε οπτική διαφορά συγκριτικά με τον μάρτυρα, όχι όμως τόσο έντονη όσο στην περίπτωση του υδρολύματος ρίγανης.

5.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

5.5.1.1 Επίδραση στην βλαστικότητα σπόρων

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 28) παρατηρήθηκε ότι το μέσο ποσοστό βλαστικότητας για όλους τους συνδιασμούς φυτικού υλικού – υδρολύματος διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 28, αποτυπώνεται η επίδραση των δύο υδρολυμάτων στο μέσο ποσοστό βλαστικότητας στους σπόρους *Avena spp.* και *Lolium rigidum,* αλλά και στους κονδύλους *Solanum elaeagnifolium*, αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι η παρεμπόδιση για όλους τους συνδιασμούς υδρολύματος – φυτικού υλικού υφίσταται για τις συγκεντρώσεις 100%, 50% και 25%. Πέραν των συγκεντρώσεων αυτών η παρεμπόδιση δεν είναι τόσο ισχυρή. Ειδικότερα, οι συγκεντρώσεις 12,5% και 1,5625% δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% συγκριτικά με το μάρτυρα.

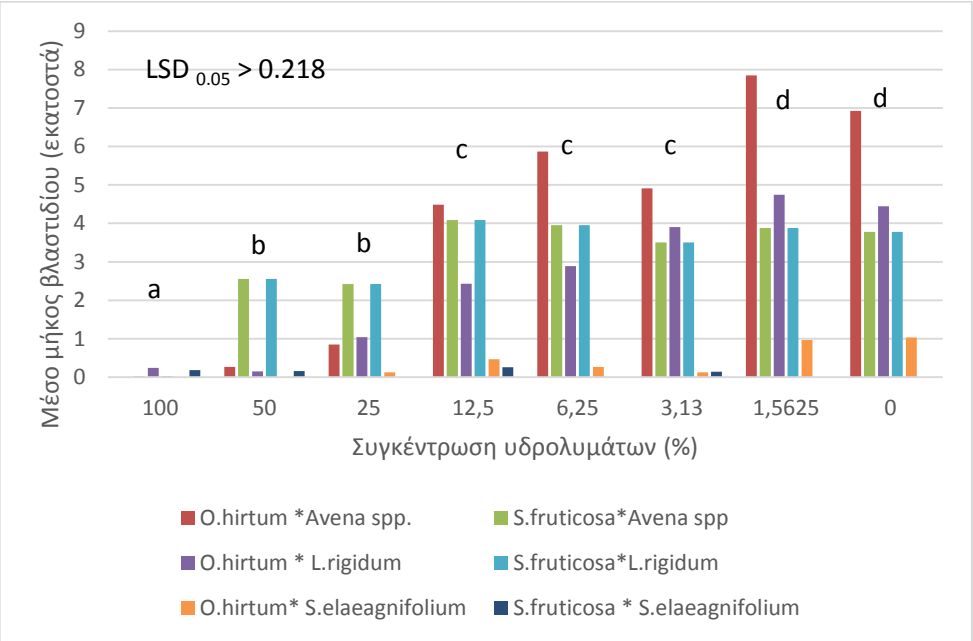


Γράφημα 28: Επίδραση των υδρολυμάτων στο μέσο ποσοστό βλαστικότητας σπόρων και κονδύλων.

5.5.1.2 Επίδραση στην επιμήκυνση βλαστιδίου

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 29) παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του βλαστιδίου σε όλους τους συνδιασμούς φυτικού υλικού – υδρολύματος διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 29, αποτυπώνεται η επίδραση στο μέσο μήκους βλαστιδίου υπό την επίδραση των δυο υδρολυμάτων. Παρατηρείται ότι η παρεμπόδιση για όλους τους συνδιασμούς υδρολύματος – φυτικού υλικού υφίσταται για όλες τις συγκεντρώσεις υδρολυμάτων πλην της συγκέντρωσης 1,5625%. Η συγκέντρωση αυτή δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% συγκριτικά με το μάρτυρα.

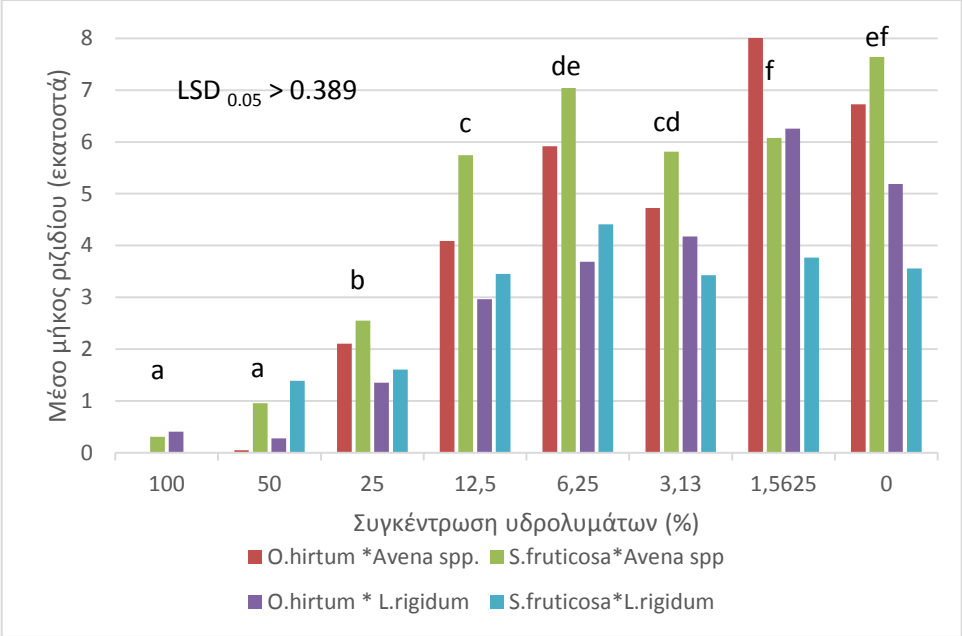


Γράφημα 29: Επίδραση των υδρολυμάτων στο μέσο μήκος βλαστιδίου του φυτικού υλικού.

5.5.1.3 Επίδραση στην επιμήκυνση ριζιδίου

Από την ανάλυση διασποράς (βλ, Παράρτημα, Πίνακας 30) παρατηρήθηκε ότι η επιμήκυνση του ριζιδίου σε σπόρους *Avena spp.* και *Lolium rigidum* διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς το υδρόλυμα. Η αλληλεπίδραση υδρολύματος με τη συγκέντρωση αυτού είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στο γράφημα 30, αποτυπώνεται η επίδραση στο μέσο μήκους ριζιδίου υπό την επίδραση των δυο υδρολυμάτων. Παρατηρείται ότι η παρεμπόδιση για τους σπόρους *Avena spp.* και *Lolium rigidum* υφίσταται για όλες τις συγκεντρώσεις υδρολυμάτων πλην της συγκέντρωσης 1,5625%, η οποία δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% συγκριτικά με το μάρτυρα.



Γράφημα 30: Επίδραση των υδρολυμάτων στο μέσο μήκος ριζιδίου σε σπόρους *Avena spp.* και *Lolium rigidum.*

5.6 Dose response EC_{50}

Για τον υπολογισμό της δόσης απόκρισης EC_{50} έγινε χρήση του προγράμματος GraphPad Prism έκδοση 9.3.0. Έλαβε χώρα η επεξεργασία των δεδομενων όλων των επαναλήψεων ανά φυτό και ανά συγκέντρωση υδρολύματος, βάσει της καμπύλης μη γραμμικής παλλινδόμησης του λογαρίθμου της συγκέντρωσης. Η προσαρμογή των δεδομένων έγινε βάσει του μοντέλου δόσης – απόκρισης κάνοντας χρήση της εξίσωσης:

$$Y = Bottom + \frac{(Top - Bottom)}{1 + 10^{(LogEC50 - X) \cdot HillSlope}}$$

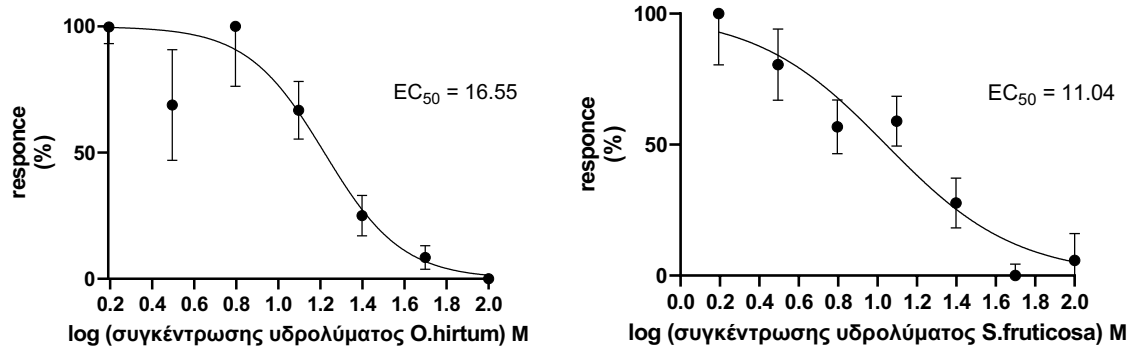
Όπου:

- Y η απόκριση (ποσοστό βλαστικότητας, μέσο μήκος βλαστιδίου ή ριζιδίου, κ.ά)
- X ο λογάριθμος της συγκέντρωσης του υδρολύματος
- Bottom η ελάχιστη τιμή της απόκρισης Y
- Top η μέγιστη τιμή της απόκρισης Y
- LogEC50 η τιμή της συγκέντρωσης X όπου η απόκριση Y φτάνει στο 50% της μέγιστης τιμής της
- HillSlope μέτρο της κλίσης της καμπύλης

5.6.1 Avena spp.

Το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων της Avena spp. έπειτα από εφαρμογή των δύο υπομελέτη υδρολυμάτων, παρουσιάζεται στο Γράφημα 31. Τα σημεία προσαρμόστηκαν βάσει της

σιγμοειδούς καμπύλης variable- slope. Φαίνεται ότι στην προκειμένη περίπτωση μεγαλύτερη παρεμπόδιση προκάλεσε το υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill.*

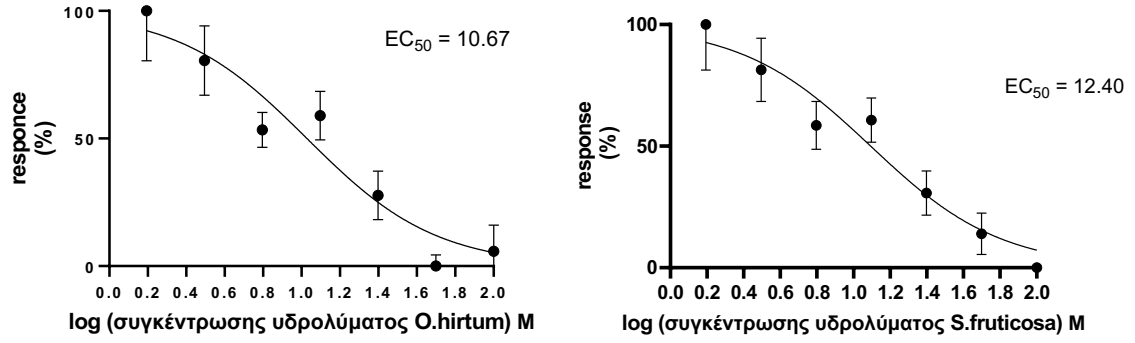


Γράφημα 31: Απεικόνιση καμπύλης dose response για την *Avena spp*. α) υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum* και β) υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill.*

Ειδικότερα, για την περίπτωση της βρώμης, βλέπουμε ότι ισχυρότερη παρεμπόδιση στη βλαστικότητα των σπόρων ασκεί το υδρόλυμα του φασκόμηλου Salvia fruticosa Mill., αφού απαιτείται μικρότερη δόση EC_{50} = 11,04 για να επιτευχθεί παρεμπόδιση σε σχέση με το υδρόλυμα της ρίγανης. Επομένως μεγαλύτερη βιοδραστικότητα παρουσίασε το υδρόλυμα της *Origanum vulgare spp. Hirtum*.

5.6.2 Lolium rigidum

Το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων *Lolium rigidum* έπειτα από εφαρμογή των δύο υπομελέτη υδρολυμάτων, παρουσιάζεται στο Γράφημα 32. Τα σημεία προσαρμόστηκαν βάσει της σιγμοειδούς καμπύλης variable- slope. Φαίνεται ότι στην προκειμένη περίπτωση μεγαλύτερη παρεμπόδιση προκάλεσε το υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum.*



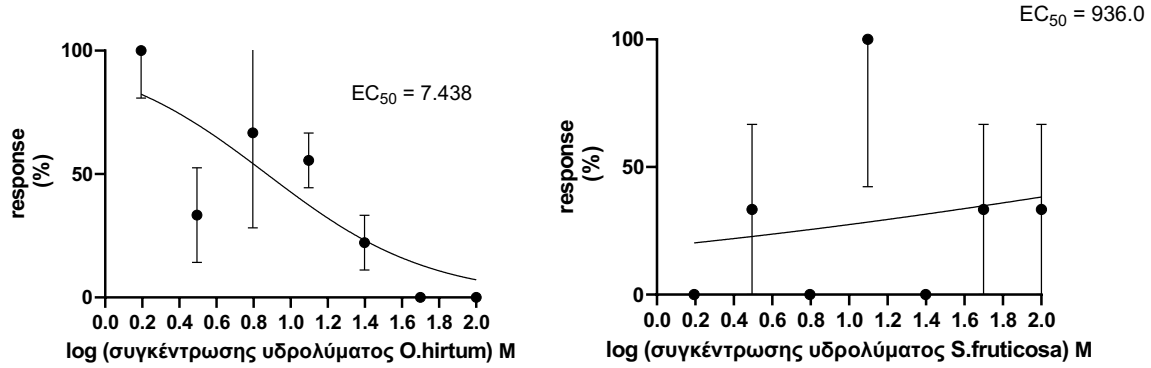
Γράφημα 32: Απεικόνιση καμπύλης dose response για *Lolium rigidum* α) υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum* και β) υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill.*

Στην περίπτωση της ήρας, ισχυρότερη παρεμπόδιση στην βλαστικότητα των σπόρων ασκεί το υδρόλυμα της ελληνικής ρίγανης αφού η τιμή απόκρισης EC_{50} είναι κατά 2 μονάδες σχεδόν

μικρότερη από την αντίστοιχη που αφορά στο υδρόλυμα της ελληνικής φασκομηλιάς. Επομένως, μεγαλύτερη βιοδραστικότητα στην προκειμένη περίπτωση παρουσίασε το υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill.*

5.6.3 Solanum elaeagnifolium

Το ποσοστό βλαστικότητας των κονδύλων Solanum elaeagnifolium έπειτα από εφαρμογή των δύο υπομελέτη υδρολυμάτων, παρουσιάζεται στο Γράφημα 33. Τα σημεία προσαρμόστηκαν βάσει της σιγμοειδούς καμπύλης variable- slope. Φαίνεται ότι στην προκειμένη περίπτωση μεγαλύτερη παρεμπόδιση προκάλεσε το υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum.*

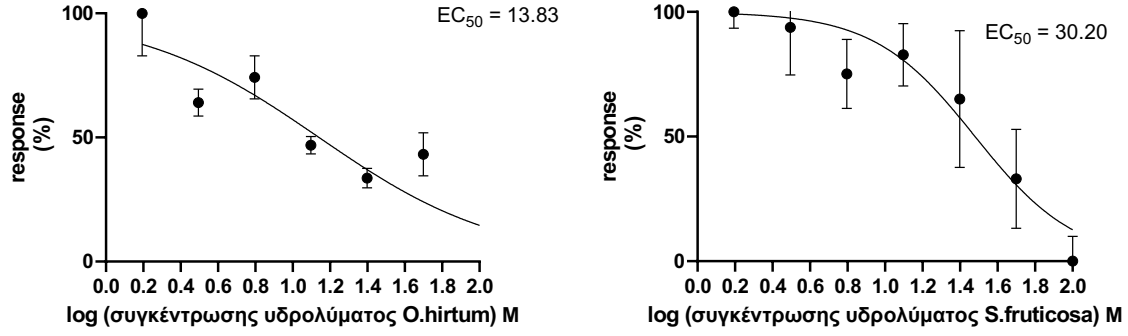


Γράφημα 33: Απεικόνιση καμπύλης dose response για κονδύλων Solanum elaeagnifolium α) υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum* και β) υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill.*

Στην περίπτωση του γερμανού, ισχυρότερη παρεμπόδιση στην βλαστικότητα των σπόρων ασκεί το υδρόλυμα της ελληνικής ρίγανης αφού η τιμή απόκρισης EC_{50} είναι κατά πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη που αφορά στο υδρόλυμα της ελληνικής φασκομηλιάς. Επομένως, μεγαλύτερη βιοδραστικότητα στην προκειμένη περίπτωση παρουσίασε το υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum.*

5.6.4 Lemna minor

Το ποσοστό αύξησης νωπού του βιοδείκτη Lemna minor έπειτα από εφαρμογή των δύο υπομελέτη υδρολυμάτων, παρουσιάζεται στο Γράφημα 34. Τα σημεία προσαρμόστηκαν βάσει της σιγμοειδούς καμπύλης variable- slope. Φαίνεται ότι στην προκειμένη περίπτωση μεγαλύτερη παρεμπόδιση προκάλεσε το υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum.*

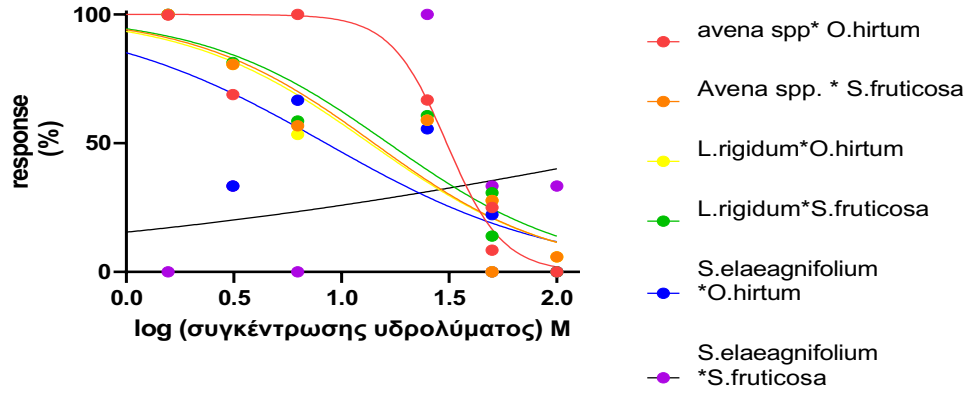


Γράφημα 34: Απεικόνιση καμπύλης dose response της βιομάζας Lemna minor α) υδρόλυμα *Origanum vulgare spp. Hirtum* και β) υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill.*

Στην περίπτωση της νεροφακής, ισχυρότερη παρεμπόδιση ασκεί το υδρόλυμα της ελληνικής ρίγανης αφού η τιμή απόκρισης EC_{50} είναι κατά πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη που αφορά στο υδρόλυμα της ελληνικής φασκομηλιάς. Επομένως, μεγαλύτερη βιοδραστικότητα στην προκειμένη περίπτωση παρουσίασε το υδρόλυμα *Salvia fruticosa Mill.*

5.6.5 Βιολογική δράση υδρολυμάτων *Origanum vulgare spp. Hirtum* και *Salvia fruticosa Mill* σε βιοδείκτες και ζιζάνια.

Το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων του βιοδείκτη Avena spp., του ζιζανίου Lolium rigidum και των κονδύλων του ζιζανίου Solanum elaegnifolium καθώς και οι μετρήσεις νωπού βάρους για το βιοδείκτη *Lemna minor*, επηρρεάστηκαν από το υδρόλυμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε ανά περίπτωση ως μέσο ανάπτυξης. Τα σημεία προσαρμόστηκαν με βάση τη σιγμοειδή καμπύλη ακολουθώντας το πρότυπο variable slope. Στον Πίνακα 4, αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά της εξίσωσης, σύμφωνα με τον οποίο μεγαλύτερη βιοδραστικότητα παρουσίασε το διάλυμα της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare spp. Hirtum.* Μόνο σην περίπτωση της βρώμης παρουσίασε το υδρόλυμα της ελληνικής φασκομηλιάς *Salvia fruticosa Mill* μεγαλύτερη βιοδραστικότητα.



Γράφημα 35: Επίδραση των υδρολυμάτων στην βλαστικότητα σπόρων *Avena spp.* και *Lolium rigidum* και στους κονδύλους *Solanum elaeagnifolium.*

Στο Γράφημα 35 αποτυπώνεται η βιολογική επίδραση που ασκούν τα δύο υπό μελέτη υδρολύματα στο ποσοστό βλαστικότητας σε σπόρους του βιοδείκτη *Avena spp*., στους σπόρους του ζιζανίου *Lolium rigidum* και στους κονδύλους του ζιζανίου *Solanum elaeagnifolium* . Τα σημεία προσαρμόστηκαν με βάση τη σιγμοειδή καμπύλη ακολουθώντας το πρότυπο variable slope. Στον Πίνακα 4, αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά της εξίσωσης, σύμφωνα με τον οποίο μεγαλύτερη βιοδραστικότητα στην βλαστικότητα σπόρων και κονδύλων παρουσίασε το διάλυμα της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare spp. Hirtum* στους κονδύλους του *Solanum elaeagnifolium.*

Πίνακας 4 *Χαρακτηριστικά της καμπύλης dose-response (variable slope) που περιγράφουν την αντίστοιχη σιγμοειδή καμπύλη του μέσου ποσοστού βλαστικότητας σε σπόρους Avena spp., L.rigidum και στους κονδύλους S.elaeagnifolium και των τιμών νωπού βάρους Lemna minor.*

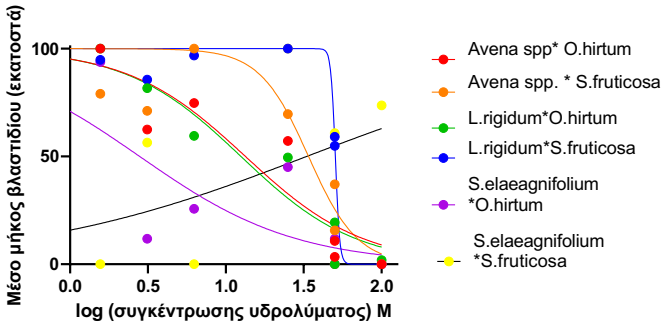
Είδος υδρολύματος	Μέγιστη τιμή	$LogEC_{50}$	Κλίση καμπύλης	R^2	P < 0.0001
Avena spp.					
Origanum vulgare spp. Hirtum	111.57%	1.489	-3.331	0.8955	3 παράμετροι διαφορετικοί για κάθε σετ δεδομένων
Salvia fruticosa Mill	100%	1.151	-1.044	0.8486	«
Lolium rigidum					
Origanum vulgare spp. Hirtum	104.32%	1.131	-1.019	0.8384	«
Salvia fruticosa Mill	123.65%	1.217	-1.011	0.8673	«
Solanum elaeagnifolium					
Origanum vulgare spp. Hirtum	150%	0.927	-0.8175	0.5293	«
Salvia fruticosa Mill	100%	2.621	0.2816	0.1518	«
Lemna minor					
Origanum vulgare spp. Hirtum	0.0319	1.141	-0.8930	0.7050	«
Salvia fruticosa Mill	0.039167	1.480	-1.617	0.6115	«

Σημαντικά είναι τα ευρήματα που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 4. Όπως φαίνεται, η τιμή του $LogEC_{50}$ είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη δραστικότητα του υπο μελέτη υδρολύματος. Οι τιμές της κλίσης της καμπύλης υποδηλώνουν ότι ανά περίπτωση υπάρχει συσχέτιση της παρεμπόδισης της εκβλάστησης των σπόρων και των κονδύλων ως προς τη φύση του υδρολύματος, αλλά και συσχέτιση με την αύξηση της βιομάζας του βιοδείκτη Lemna minor.

5.6.5.1 Επίδραση υδρολυμάτων Origanum vulgare spp. Hirtum και Salvia fruticosa Mill στην επιμήκυνση βλαστιδίου.

Στο Γράφημα 36 αποτυπώνεται η βιολογική επίδραση που ασκούν τα δύο υπό μελέτη υδρολύματα στην ανάπτυξη και την επιμήκυνση του βλαστιδίου στους σπόρους του βιοδείκτη

Avena spp., στους σπόρους του ζιζανίου *Lolium rigidum* και στους κονδύλους του ζιζανίου *Solanum elaeagnifolium* . Τα σημεία προσαρμόστηκαν με βάση τη σιγμοειδή καμπύλη ακολουθώντας το πρότυπο variable slope. Στον Πίνακα 5, αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά της εξίσωσης, σύμφωνα με τον οποίο μεγαλύτερη βιοδραστικότητα στην ανάπτυξη βλαστιδίου παρουσίασε το διάλυμα της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare spp. Hirtum* στους κονδύλους του *Solanum elaeagnifolium.*

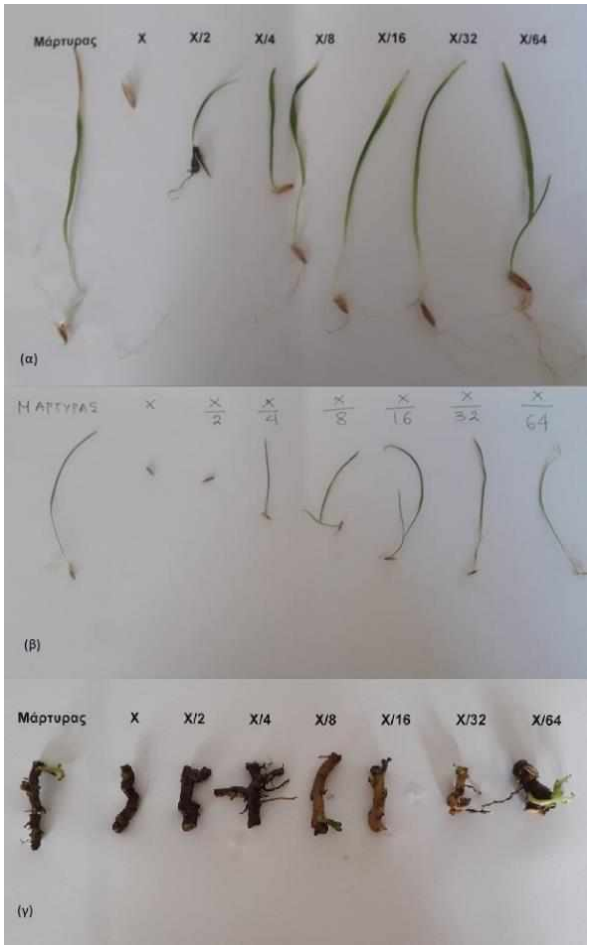


Γράφημα 36: Επίδραση των υδρολυμάτων στην επιμήκυνση του βλαστιδίου.

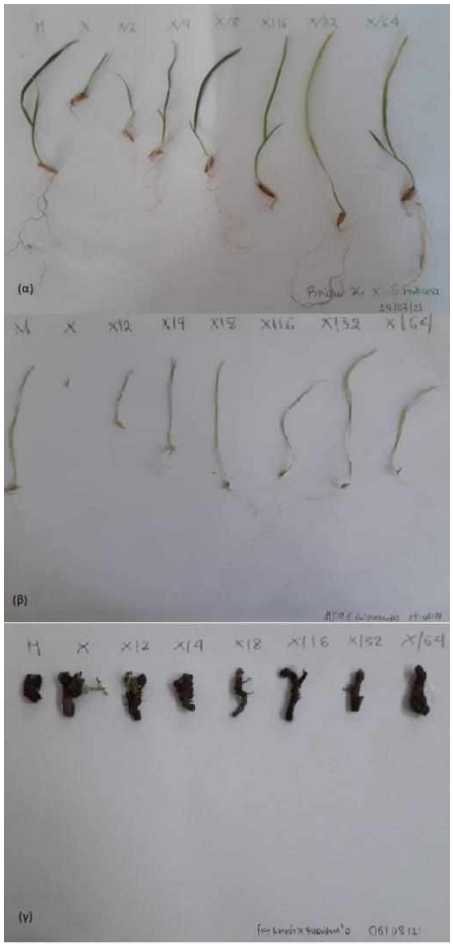
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά της καμπύλης dose-response (variable slope) που περιγράφουν την αντίστοιχη σιγμνοειδή καμπύλη του μέσου μήκους βλαστιδίου σε σπόρους *Avena spp*. και *L.rigidum*, και κονδύλους *S.elaeagnifolium*.

Είδος υδρολύματος	Μέγιστη τιμή	$LogEC_{50}$	Κλίση καμπύλης	R^2	P < 0.0001
Avena spp.					
Origanum vulgare spp. Hirtum	7.856	1.126	-1.151	0.8517	3 παράμετροι διαφορετικοί για κάθε σετ δεδομένων
Salvia fruticosa Mill	6.835	1.531	-2.764	0.8409	«
Lolium rigidum					
Origanum vulgare spp. Hirtum	4.743	1.097	-1.18	0.922	«
Salvia fruticosa Mill	4.084	1.703	Unstable	0.9621	«
Solanum elaeagnifolium					
Origanum vulgare spp. Hirtum	1.0331	0.4471	-0.8666	0.4397	«
Salvia fruticosa Mill	0.255	1.519	0.6973	0.2878	«

Σημαντικά είναι τα ευρήματα που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 5. Όπως φαίνεται, η τιμή του $LogEC_{50}$ είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη δραστικότητα των υπο μελέτη υδρολυμάτων. Οι τιμές της κλίσης της καμπύλης υποδηλώνουν ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση της παρεμπόδισης της ανάπτυξης του βλαστιδίου των σπόρων ως προς τη φύση του υδρολύματος, όπως φαίνεται από τις τιμές r^2 για την περίπτωση των *Avena spp.* και *Lolium rigidum.*



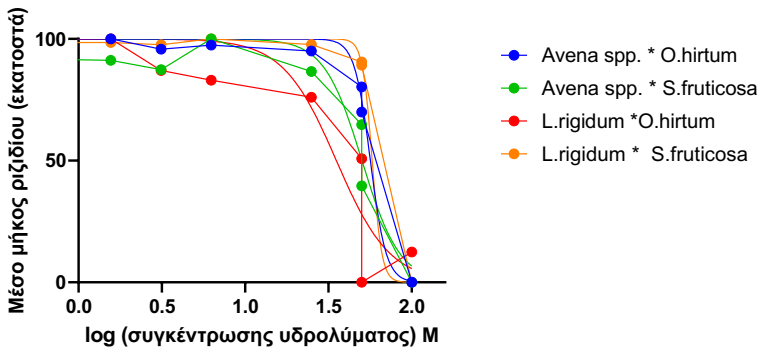
Εικόνα 12: Απεικόνιση της παρεμπόδισης ανάπτυξης βλαστιδίου και ριζιδίου σε (a) *Avena spp., (β) L.rigidum και (γ)S.elaeagnifolium* στις διάφορες συγκεντρώσεις του υδρολύματος *Origanum vulgare spp. Hirtum* σε σχέση με τον μάρτυρα.



Εικόνα 13: Απεικόνιση της παρεμπόδισης ανάπτυξης βλαστιδίου και ριζιδίου σε *(α) Avena spp., (β) L.rigidum και (γ)S.elaeagnifolium* στις διάφορες συγκεντρώσεις του υδρολύματος *Salvia fruticosa Mill* σε σχέση με τον μάρτυρα.

5.6.5.2 Επίδραση υδρολυμάτων Origanum vulgare spp. Hirtum και Salvia fruticosa Mill στην επιμήκυνση ριζιδίου

Στο Γράφημα 37 αποτυπώνεται η βιολογική επίδραση που ασκούν τα δύο υπό μελέτη υδρολύματα στην ανάπτυξη και την επιμήκυνση του ριζιδίου στους σπόρους του βιοδείκτη Avena spp. και στους σπόρους του ζιζανίου Lolium rigidum. Τα σημεία προσαρμόστηκαν με βάση τη σιγμοειδή καμπύλη ακολουθώντας το πρότυπο variable slope. Στον Πίνακα 6, αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά της εξίσωσης, σύμφωνα με τον οποίο μεγαλύτερη βιοδραστικότητα στην ανάπτυξη ριζιδίου παρουσίασε το διάλυμα της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare spp. Hirtum* στους σπόρους του *Lolium rigidum.*



Γράφημα 37: Επίδραση των υδρολυμάτων στην επιμήκυνση του ριζιδίου.

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά της καμπύλης dose-response (variable slope) που περιγράφουν την αντίστοιχη σιγμοειδή καμπύλη του μέσου μήκους ριζιδίου σε σπόρους Avena spp. και L.rigidum.

Είδος υδρολύματος	Μέγιστη τιμή	$LogEC_{50}$	Κλίση καμπύλης	R^2	P < 0.0001
Avena spp.					
Origanum vulgare spp. Hirtum	7.856	1.752	-9.112	0.9872	3 παράμετροι διαφορετικοί για κάθε σετ δεδομένων
Salvia fruticosa Mill	6.3835	1.701	-3.827	0.9241	«
Lolium rigidum					
Origanum vulgare spp. Hirtum	6.257	1.548	-2.702	0.8199	«
Salvia fruticosa Mill	4.408	1.763	-14.9	0.9978	«

Σημαντικά είναι τα ευρήματα που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 6. Όπως φαίνεται, η τιμή του $LogEC_{50}$ είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη δραστικότητα των υπο μελέτη υδρολυμάτων. Οι τιμές της κλίσης της καμπύλης υποδηλώνουν ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση της παρεμπόδισης της ανάπτυξης του ριζιδίου των σπόρων *Avena spp.* και *Lolium rigidum* ως προς τη φύση του υδρολύματος.

6 Συζήτηση - Συμπεράσματα

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της παρεμποδιστικής δράσης που εν δυνάμει έχουν τα υδρολύματα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και ειδικότερα της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare ssp. Hirtum* και της φασκομηλιάς *Salvia fruticosa Mill.*

Φυτά στόχοι που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη ήταν δύο φυτά βιοδείκτες οι *Avena spp.* και *Lemna minor*, καθώς και δύο ζιζάνια τα οποία έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στην χημική καταπολέμηση και προβληματίζουν χρόνια τον παραγωγό, τα *Solanum elaeagnifolium* και *Lolium rigidum*.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι τα υδρολύματα *Origanum vulgare ssp. Hirtum* και *Salvia fruticose L.* έχουν ισχυρή φυτοτοξική δράση ειδικά όταν εφαρμόζονται σε συγκεντρώσεις 100%, 50%, 25% και 12,5% καθώς παρεμποδίζουν την εκβλάστηση των σπόρων, και απαγορεύουν την επιμήκυνση του βλαστιδίου και του ριζιδίου όπως συνέβη στις περιπτώσεις των *Avena spp., Solanum elaeagnifolium* και *Lolium rigidum,* ενώ στην περίπτωση της *Lemna minor* προκάλεσαν αποχρωματισμό της χλωροφύλλης και μείωση του βάρους της.

Αυτό βέβαια συμφωνούσε απόλυτα με την υφιστάμενη βιβλιογραφία. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την παρεμποδιστική δράση που ασκούν τα αιθέρια έλαια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών αλλά και τα υδρολύματα αυτών, ανά τα χρόνια.

Τα αιθέρια έλαια, άρα και τα υδρολύματα τους, που απομονώνονται από το *Origanum vulgare ssp. Hirtum* περιέχουν σε μεγάλο βαθμό μονοτερπένια και σεσκιτερπένια. Σε πειράματα που διεξήχθησαν από τους Araniti et al., 2017 μελετήθηκε η επίδραση του αιθέριου ελαίου *Origanum vulgare ssp. Hirtum* σε φυτά Arabidopsis. Από την έρευνα τους επιβεβαιώθηκε η επίδραση του στην κυτταρική αναπνοή, την ακεραιότητα των μεμβρανών, την υδατική κατάσταση των φυτών αλλά και την οργάνωση των μικροσωληνίσκων. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε έντονη μείωση της ανάπτυξης των φυτών και εκτεταμένη χλώρωση των φύλλων, ακόμη και σε χαμηλή τιμή EC50. Η ανάπτυξη των ριζών επηρεάστηκε επίσης σημαντικά από τη μεταχείριση όχι όμως όσο τα εναέρια μέρη του φυτού, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα εναέρια μέρη αποτελούν τον κύριο στόχο των αιθέριων ελαίων.

Τα πρώτα ορατά συμπτώματα φυτοξικότητας είναι η μείωση της ανάπτυξης των σπορόφυτων και η εμφάνιση χλώρωσης των φύλλων, ειδικά στην περίπτωση του αποχρωματισμού της *Lemna minor*. Η χλώρωση οφείλεται σύμφωνα με τους Guidi et al., 2017; Pompeiano et al., 2017, εν μέρει στη μεταβολή της υδατικής κατάστασης των φυταρίων αλλά και στη συσσώρευση ωσμοπροστατευτικών ουσιών που χρησιμοποιούνται από τα φυτά για να ρυθμίσουν την ενδοκυτταρική ώσμωση. Σε προγενέστερα πειράματα οι Sharma and Dietz (2006) είχαν αποδείξει τη συσσώρευση τέτοιων ουσιών, καθώς η συγκέντρωση τους αυξήθηκε μετά από μεταχείριση με αιθέρια έλαια ως απόκριση σε αλληλοπαθητικές ή ξενοβιοτικές ενώσεις.

Σε πειράματα που έλαβαν χώρα από τους Balah, Mohamed Abdel Aziz et.al 2020, τα αιθέρια έλαια που παράγονται από *Salvia officinalis* παρουσίασαν ιδιαίτερη φυτοτοξική δράση στην βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη σποροφύτων σε οκτώ είδη ζιζανίων. Οι αλληλοπαθητικές επιδράσεις των επιλεγμένων φαρμακευτικών φυτών αξιολογήθηκαν ως προς τη βλάστηση των σπόρων και τη συνολική βιομάζα των σποροφύτων του σιταριού (Triticum aestivum L.) και των συναφών ζιζανίων, *Lolium multiflorum και Phalaris paradoxa* σε υδατικά εκχυλίσματα σε συγκεντρώσεις (0, 20, 40, 60 mg DW/ ml) υπό εργαστηριακές συνθήκες. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την ισχυρή παρεμποδιστική δράση των υδρολυμάτων αφού σε μικρές συγκεντρώσεις αυτών παρατηρήθηκε πλήρης παρεμπόδιση έκπτυξης ριζιδίου. Γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αφού παρόμοια δεδομένα που αφορούν στην έκπτυξη ριζιδίου σημειώθηκαν και εδώ.

Οι Vokou et.al. 2014, σε πείραμα χρησιμοποίησε υδατικά εκχυλίσματα φασκόμηλου και απέδειξε ότι σε μεγάλες συγκεντρώσεις ανέστειλαν την επιμήκυνση των σποροφύτων τομάτας κατά περισσότερο από 20% σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ σε μικρές συγκεντρώσεις υπήρξε σημαντική αύξηση σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Όμως σε όλες τις συγκεντρώσεις επέφεραν σημαντική μείωση του μεγέθους του πιο εύρωστου φύλλου σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Πράγματι, στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού βλαστικότητας των σπόρων στη συγκέντρωση 1,5625% του υδρολύματος της ελληνικής ρίγανης *Origanum vulgare ssp. Hirtum*. Από τα αποτελέσματα του πειράματος που διεξήχθη φαίνεται ότι το υδρόλυμα της ελληνικής ρίγανης σε αυτή την αραίωση λειτουργεί ως φυτορρυθμιστική ουσία που υποκινεί την ανάπτυξη των σποροφύτων. Ειδικότερα, τα σπορόφυτα στην συγκέντρωση υδρολύματος *Origanum vulgare ssp. Hirtum 1*,5625% παρουσίασαν μεγαλύτερο μήκος βλαστιδίου, καλύτερα αναπτυγμένο και πλουσιότερο ριζικό σύστημα σε σχέση με τον μάρτυρα, αλλά και μία εν γένει πιο εύρωστη εικόνα. Το υδρόλυμα του *Salvia fruticosa L.* συγκριτικά με αυτό του *Origanum vulgare ssp. Hirtum* είχε πιο ισχυρή ανασταλτική δράση σε όλες τις συγκεντρώσεις που αξιολογήθηκαν κατά τη διάρκεια αυτού του πειράματος και φαίνεται να επηρέασε περισσότερο την επιμήκυνση του βλαστιδίου και του ριζιδίου των σποροφύτων.

Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα στην περίπτωση του *Solanum elaeagnifolium* δεν ήταν τόσο ξεκάθαρα συγκριτικά με τα υπόλοιπα υπό μελέτη φυτικά υλικά που εξετάστηκαν. Από τη βιβλιογραφία, έχει παρατηρηθεί ότι το ίδιο το φυτό χαρακτηρίζεται από βιοδραστικότητα, η οποία αιτιολογεί την ενδεχομένως μη καλή απόκριση του *Solanum elaeagnifolium* στα υπό μελέτη υδρολύματα και την χαμηλή αποτελεσματικότητα που επέφερεν. Ειδικότερα, όσον αφορά την μεταχείριση των κονδύλων του *Solanum elaeagnifolium* με υδρόλυμα *Salvia fruticosa L.,* τα πιθανά υψηλά ποσοστά βλαστικότητας που παρατηρήθηκαν στις μεγάλες συγκεντρώσεις του υδρολύματος μάλλον οφείλονται στο ίδιο το φυτικό υλικό λόγω ενδεχομένως της ελαφρά μεγαλύτερης διαμέτρου των κονδύλων που πιθανώς έφεραν μεγλύτερο αριθμό οφθαλμών. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι οι κόνδυλοι του *Solanum elaeagnifolium* συλλέχθηκαν κατά τους

θερινούς μήνες και είχαν επικρατήσει υψηλές για την εποχή θερμοκρασίες για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, οπότε η αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους μάλλον επηρέασε το συλλεχθέν φυτικό που μπορεί να υπέστη αφυδάτωση, λήθαργο ή και θερμικό θάνατο.

Συμπερασματικά, η μελέτη της βιοδραστικότητας των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών θα απασχολήσει έντονα τους ερευνητές για τα επόμενα χρόνια καθώς τα φυσικά ζιζανιοκτόνα αποτελούν εναλλακτικό εργαλείο στην καταπολέμηση των ζιζανίων και εφησυχάζουν το καταναλωτικό κοινό για την ποιότητα και την ασφάλεια των τροφίμων.

Η πιθανή ενσωμάτωση φυσικών προϊόντων που προέρχονται από υδατικά εκχυλίσματα φυτών και έχουν ισχυρή φυτοτοξική δράση αποτελεί συμφέρουσα λύση καθώς είναι ασφαλής για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, έχει επιλεκτική δράση, είναι οικονομική με καλά αποτελέσματα και δεν παρουσιάζει προβλήματα υπολειμματικής δράσης λόγο του μικρότερου χρόνου ημιζωής. Τα φυσικά ζιζανιοκτόνα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε στρατηγικές ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων και να αποτελέσουν μια αποτελεσματική εναλλακτική λύση για την βιολογική γεωργία.

Ωστόσο, οι μελλοντικές έρευνες σε αυτόν τον τομέα θα πρέπει να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη ζιζανιοκτόνων φυσικών προϊόντων με χαμηλό κόστος και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.

7 Παράρτημα

7.1 Παράρτημα Πινάκων

Πίνακας 1: Ανάλυση της διασποράς του ποσοστού βλαστικότητας σπόρων βρώμης στις διαφορετικές συγκεντρώσεις υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	4.3357	7	0.619386	10.2	0.0001
Εντός των ομάδων	0.972037	16	0.0607523		
Σύνολο (διορθ.)	5.30774	23			

Πίνακας 2: Ανάλυση της διασποράς του μέσου όρου μήκους βλαστιδίου σπόρων βρώμης ανά ποσοστού συγκέντρωσης υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	203.36	7	29.0514	24.2	0
Εντός των ομάδων	19.1746	16	1.19841		
Σύνολο (διορθ.)	222.535	23			

Πίνακας 3: Ανάλυση της διασποράς του μέσου μήκους ριζιδίου σπόρων βρώμης ανά ποσοστό συγκέντρωσης υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	217.651	7	31.0931	22.7	0
Εντός των ομάδων	21.9077	16	1.36923		
Σύνολο (διορθ.)	239.559	23			

Πίνακας 4: Ανάλυση της διασποράς του μέσου όρου της βλαστικότητας σπόρων Avena spp. υπό την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων υδρολύματος Salvia fruticosa.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	1.56195	7	0.223136	4.72	0.0049
Εντός των ομάδων	0.757163	16	0.0473227		
Σύνολο (διορθ.)	2.31911	23			

Πίνακας 5: Ανάλυση της διασποράς του μέσου μήκους βλαστιδίου σπόρων βρώμης ανα ποσοστό συγκέντρωσης υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	110.593	7	15.799	8.79	0.0002
Εντός των ομάδων	28.7436	16	1.79648		
Σύνολο (διορθ.)	139.336	23			

Πίνακας 6: Ανάλυση της διασποράς του μέσου μήκους ριζιδίου σπόρων βρώμης ανα ποσοστό συγκέντρωσης υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	168.018	7	24.0026	10.36	0.0001
Εντός των ομάδων	37.0771	16	2.31732		
Σύνολο (διορθ.)	205.095	23			

Πίνακας 7: Ανάλυση της διασποράς της βλαστικότητας σπόρων βρώμης παρουσία και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	5.29445	7	0.75635	13.15	0
B: Επανάληψη	0.239194	2	0.119597	2.08	0.1619
C: Υδρόλυμα	0.030291	1	0.030291	0.53	0.4799
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0.245998	14	0.017571	0.31	0.983
AC	0.603205	7	0.086172	1.5	0.2457
BC	0.438886	2	0.219443	3.82	0.0476
Υπόλοιπο	0.805123	14	0.057509		
Σύνολο (διορθωμένο)	7.65715	47			

Πίνακας 8: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης βλαστιδίου σε σπόρους βρώμης παρουσία και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	295.446	7	42.2065	23.08	0
B: Επανάληψη	2.47589	2	1.23794	0.68	0.524
C: Υδρόλυμα	0.872911	1	0.872911	0.48	0.5009
Αλληλεπιδράσεις					
AB	15.3733	14	1.09809	0.6	0.8243
AC	18.2665	7	2.60949	1.43	0.2699
BC	4.67338	2	2.33669	1.28	0.3092
Υπόλοιπο	25.5964	14	1.82832		
Σύνολο (διορθωμένο)	362.704	47			

Πίνακας 9: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης ριζιδίου σε σπόρους βρώμης παρουσία και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	348.124	7	49.732	17.54	0
B: Επανάληψη	1.9012	2	0.950598	0.34	0.7207
C: Υδρόλυμα	3.42721	1	3.42721	1.21	0.2901
Αλληλεπιδράσεις					
AB	22.6522	14	1.61801	0.57	0.8471
AC	14.2821	7	2.04031	0.72	0.6579
BC	7.91319	2	3.9566	1.4	0.2801
Υπόλοιπο	39.6919	14	2.83514		
Σύνολο (διορθωμένο)	437.992	47			

Πίνακας 10: Ανάλυση της διασποράς της βλαστικότητας σε σπόρους ήρας παρουσία υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	3.24538	7	0.463626	14.47	0
Εντός των ομάδων	0.512705	16	0.0320441		
Σύνολο (διορθ.)	3.75809	23			

Πίνακας 11: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης βλαστιδίου σε σπόρους ήρας παρουσία υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	71.0378	7	10.1483	30.56	0
Εντός των ομάδων	5.31374	16	0.332109		
Σύνολο (διορθ.)	76.3516	23			

Πίνακας 12: Ανάλυση της διασποράς επιμήκυνσης ριζιδίου σε σπόρους ήρας παρουσία υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	102.257	7	14.6081	18.53	0
Εντός των ομάδων	12.6166	16	0.788535		
Σύνολο (διορθ.)	114.874	23			

Πίνακας 13: Ανάλυση της διασποράς του ποσοστού βλαστικότητας σε σπόρους ήρας παρουσία υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	3.18614	7	0.455162	12.14	0
Εντός των ομάδων	0.600043	16	0.0375027		
Σύνολο (διορθ.)	3.78618	23			

Πίνακας 14: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης βλαστιδίου σε σπόρους ήρας παρουσία υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	40.2634	7	5.75191	9.86	0.0001
Εντός των ομάδων	9.3329	16	0.583306		
Σύνολο (διορθ.)	49.5963	23			

Πίνακας 15: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης ριζιδίου σε σπόρους ήρας παρουσία υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	48.2866	7	6.89808	8.68	0.0002
Εντός των ομάδων	12.7225	16	0.795156		
Σύνολο (διορθ.)	61.0091	23			

Πίνακας 16: Ανάλυση της διασποράς της βλαστικότητας σπόρων ήρας παρουσία και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	5.43513	7	0.776447	22.42	0
B: Επανάληψη	0.0116978	2	0.00584889	0.17	0.8463
C: Υδρόλυμα	1.13945	1	1.13945	32.9	0.0001
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0.137959	14	0.00985424	0.28	0.9875
AC	0.996394	7	0.142342	4.11	0.0118
BC	0.478195	2	0.239097	6.9	0.0082
Υπόλοιπο	0.484897	14	0.0346355		
Σύνολο (διορθωμένο)	8.68371	47			

Πίνακας 17: Ανάλυση της διασποράς επιμήκυνσης βλαστιδίου σπόρων ήρας παρουσία και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	96.9654	7	13.8522	25.38	0
B: Επανάληψη	1.20698	2	0.603489	1.11	0.3582
C: Υδρόλυμα	3.10338	1	3.10338	5.69	0.0318
Αλληλεπιδράσεις					
AB	3.05816	14	0.21844	0.4	0.9511
AC	14.3358	7	2.04798	3.75	0.0169
BC	2.74084	2	1.37042	2.51	0.117
Υπόλοιπο	7.64065	14	0.545761		
Σύνολο (διορθωμένο)	129.051	47			

Πίνακας 18: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης ριζιδίου σπόρων ήρας παρουσία και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	134.479	7	19.2113	22	0
B: Επανάληψη	3.82977	2	1.91488	2.19	0.1485
C: Υδρόλυμα	1.36495	1	1.36495	1.56	0.2317
Αλληλεπιδράσεις					
AB	6.20694	14	0.443353	0.51	0.8915
AC	16.0646	7	2.29494	2.63	0.0588
BC	3.0753	2	1.53765	1.76	0.2079
Υπόλοιπο	12.2271	14	0.873361		
Σύνολο (διορθωμένο)	177.248	47			

Πίνακας 19: Ανάλυση της διασποράς του ποσοστού βλαστικότητας σε κονδύλους γερμανού υπό την επίδραση υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	48229.2	7	6889.88	5.09	0.0034
Εντός των ομάδων	21666.7	16	1354.17		
Σύνολο (διορθ.)	69895.8	23			

Πίνακας 20: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης του βλαστιδίου σε κονδύλους γερμανού υπό την επίδραση υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	3.64818	7	0.521168	4.52	0.006
Εντός των ομάδων	1.8466	16	0.115412		
Σύνολο (διορθ.)	5.49478	23			

Πίνακας 21: Ανάλυση της διασποράς του ποσοστού βλαστικότητας σε κονδύλους γερμανού υπό την επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	2777.22	7	396.746	1.43	0.2611
Εντός των ομάδων	4443.56	16	277.722		
Σύνολο (διορθ.)	7220.78	23			

Πίνακας 22: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης του βλαστιδίου σε κονδύλους γερμανού υπό την επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	0.22996	7	0.032851	0.84	0.5712
Εντός των ομάδων	0.626293	16	0.039143		
Σύνολο (διορθ.)	0.856253	23			

Πίνακας 23: Ανάλυση της διασποράς του ποσοστού βλαστικότητας σε κονδύλους γερμανού υπό την επίδραση και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	23420.1	7	3345.72	3.8	0.0161
B: Επανάληψη	4062.25	2	2031.13	2.31	0.1362
C: Υδρόλυμα	32553.1	1	32553.1	36.97	0
Αλληλεπιδράσεις					
AB	8992.86	14	642.347	0.73	0.7184
AC	27586.3	7	3940.9	4.48	0.0083
BC	729.25	2	364.625	0.41	0.6687
Υπόλοιπο	12325.9	14	880.419		
Σύνολο (διορθωμένο)	109670	47			

Πίνακας 24: Ανάλυση της διασποράς της επιμήκυνσης βλαστιδίου σε κονδύλους γερμανού υπό την επίδραση και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	1.51832	7	0.216903	2.65	0.0572
B: Επανάληψη	0.464638	2	0.232319	2.84	0.0923
C: Υδρόλυμα	0.937695	1	0.937695	11.46	0.0044
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0.814425	14	0.0581732	0.71	0.7343
AC	2.35981	7	0.337116	4.12	0.0117
BC	0.0480218	2	0.0240109	0.29	0.7502
Υπόλοιπο	1.14581	14	0.0818433		
Σύνολο (διορθωμένο)	7.28872	47			

Πίνακας 25: Ανάλυση της διασποράς του μέσου βάρους λέμνας υπό την επίδραση υδρολύματος ρίγανης.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	0.000306	7	4.37E-05	12.18	0
Εντός των ομάδων	5.74E-05	16	3.59E-06		
Σύνολο (διορθ.)	0.000363	23			

Πίνακας 26: Ανάλυση της διασποράς του μέσου βάρους λέμνας υπό την επίδραση υδρολύματος φασκόμηλου.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	0.000574	7	8.2E-05	15.1	0
Εντός των ομάδων	8.69E-05	16	5.43E-06		
Σύνολο (διορθ.)	0.000661	23			

Πίνακας 27: Ανάλυση της διασποράς του μέσου βάρους λέμνας υπό την επίδραση και των δύο υδρολυμάτων.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κυριες επιδρασεις					
A:Συγκέντρωση	0.00065	7	9.29E-05	19.65	0
B: Επανάληψη	8.61E-06	2	4.3E-06	0.91	0.425
C: Υδρόλυμα	3.27E-05	1	3.27E-05	6.91	0.0198
Αλληλεπιδράσεις					
AB	3.78E-05	14	2.7E-06	0.57	0.8469
AC	0.000229	7	3.27E-05	6.92	0.0011
BC	3.17E-05	2	1.58E-05	3.35	0.0648
Υπόλοιπο	6.62E-05	14	4.73E-06		
Σύνολο (διορθωμένο)	0.001056	47			

Πίνακας 28: Ανάλυση της διασποράς του μέσου ποσοστούβλαστικότητας για όλους τους συνδιασμούς υδρολύματος – φυτικού υλικού

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
A: Συγκέντρωση	34216.2	7	4888.02	6.70	0.0013
B: Υδρόλυμα	13334.8	2	6667.38	9.14	0.0029
C: φυτικό είδος	172.938	1	172.938	0.24	0.6339
Αλληλεπιδράσεις					
AB	7634.96	14	545.354	0.75	0.7033
AC	7797.85	7	1113.98	1.53	0.2367
BC	12731.9	2	6365.97	8.73	0.0035
Υπόλοιπο	10214.1	14	729.58		
Σύνολο (διορθωμένο)	86102.7	47			

.

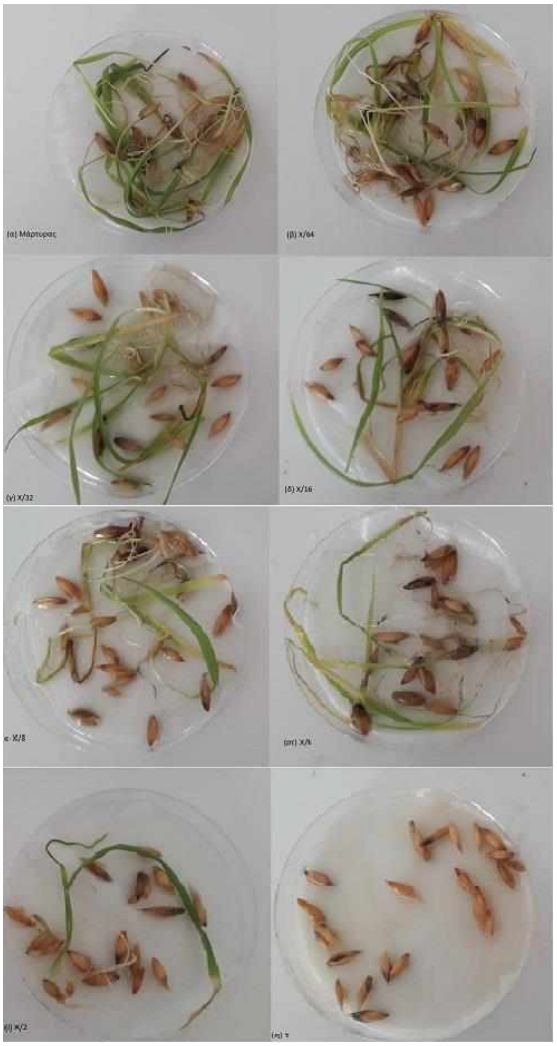
Πίνακας 29: Ανάλυση της διασποράς του μέσου μήκους βλαστιδίου για όλους τους συνδιασμούς υδρολύματος – φυτικού υλικού.

Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
A: Συγκέντρωση	67.8472	7	9.69246	19.26	0
B: Υδρόλυμα	0.615627	1	0.615627	1.22	0.2874
C: φυτικό είδος	90.9349	2	45.4675	90.33	0
Αλληλεπιδράσεις					
AB	14.1918	7	2.0274	4.03	0.0128
AC	30.455	14	2.17536	4.32	0.0049
BC	4.03122	2	2.01561	4	0.0421
Υπόλοιπο	7.0465	14	0.503321		
Σύνολο (διορθωμένο)	215.122	47			

Πίνακας 30: Ανάλυση της διασποράς του μέσου μήκους ριζιδίου για όλους τους συνδιασμούς υδρολύματος – φυτικού υλικού.

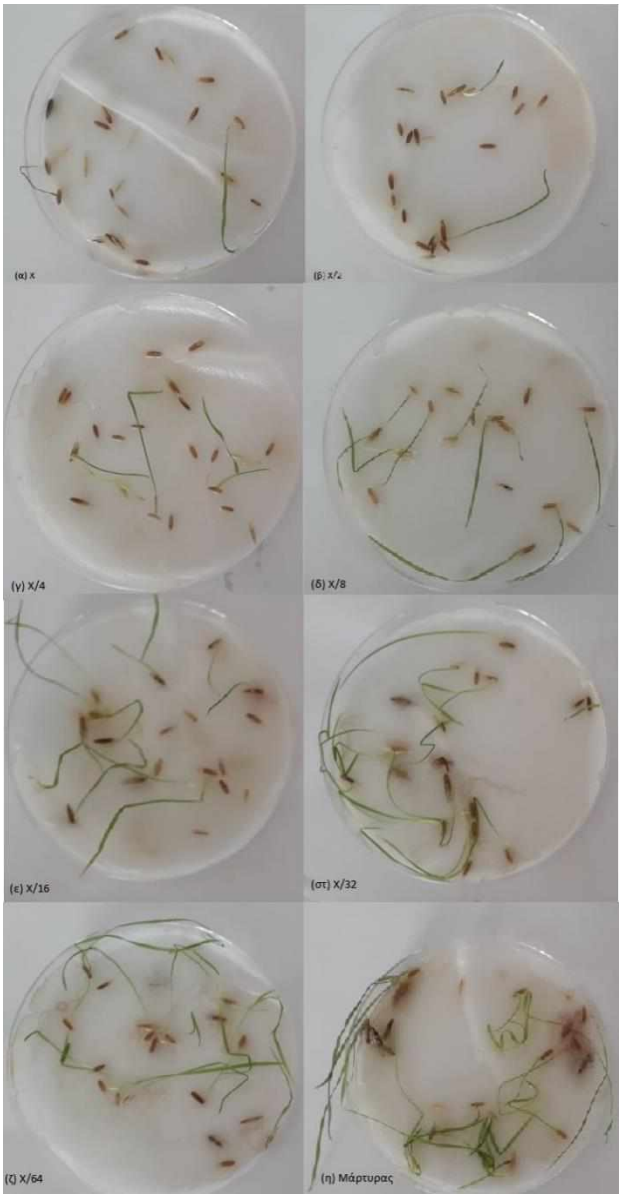
Πηγή παραλλακτικότητας	Μέσος όρος Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
A: Συγκέντρωση	151.755	7	21.6793	101.75	0.0000
B: Υδρόλυμα	15.2283	1	15.2283	71.47	0.0001
C: φυτικό είδος	0.0779138	1	0.0779138	0.37	0.5644
Αλληλεπιδράσεις					
AB	9.09757	7	1.29965	6.10	0.0146
AC	8.62133	7	1.23162	5.78	0.0169
BC	1.51946	1	1.51946	7.13	0.0320
Υπόλοιπο	1.49143	7	0.213061		
Σύνολο (διορθωμένο)	187.791	31			

7.2 Παράρτημα φωτογραφιών

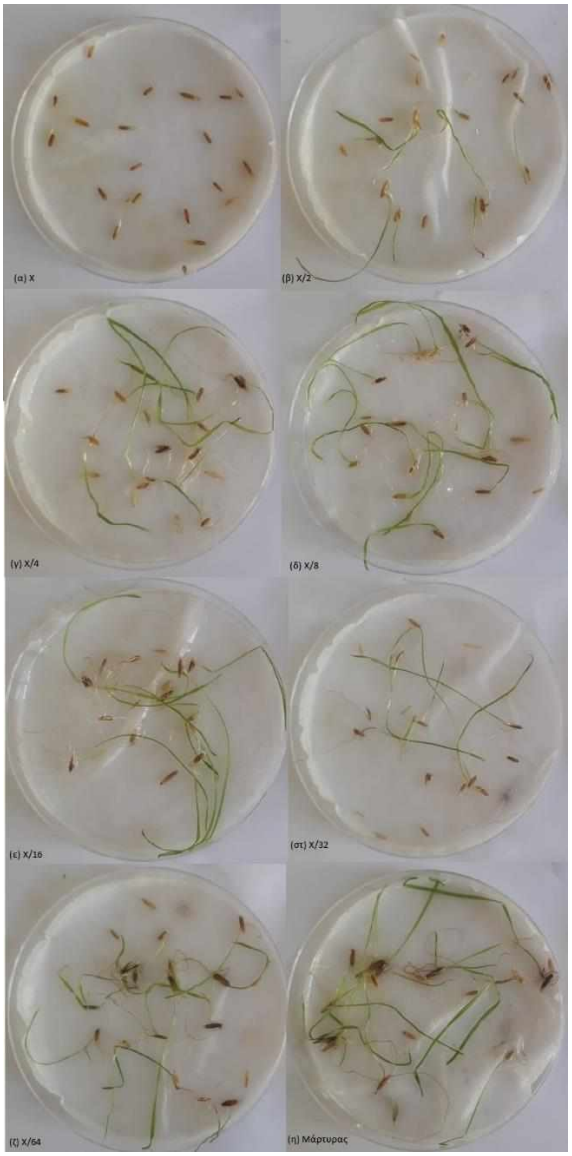


Φωτογραφία 1*: Απεικόνιση σπόρων Avena spp. μετά την παρέλευση 14 ημερών στις διάφορες συγκεντρώσεις υδρολύματος Salvia fruticosa Mill.*

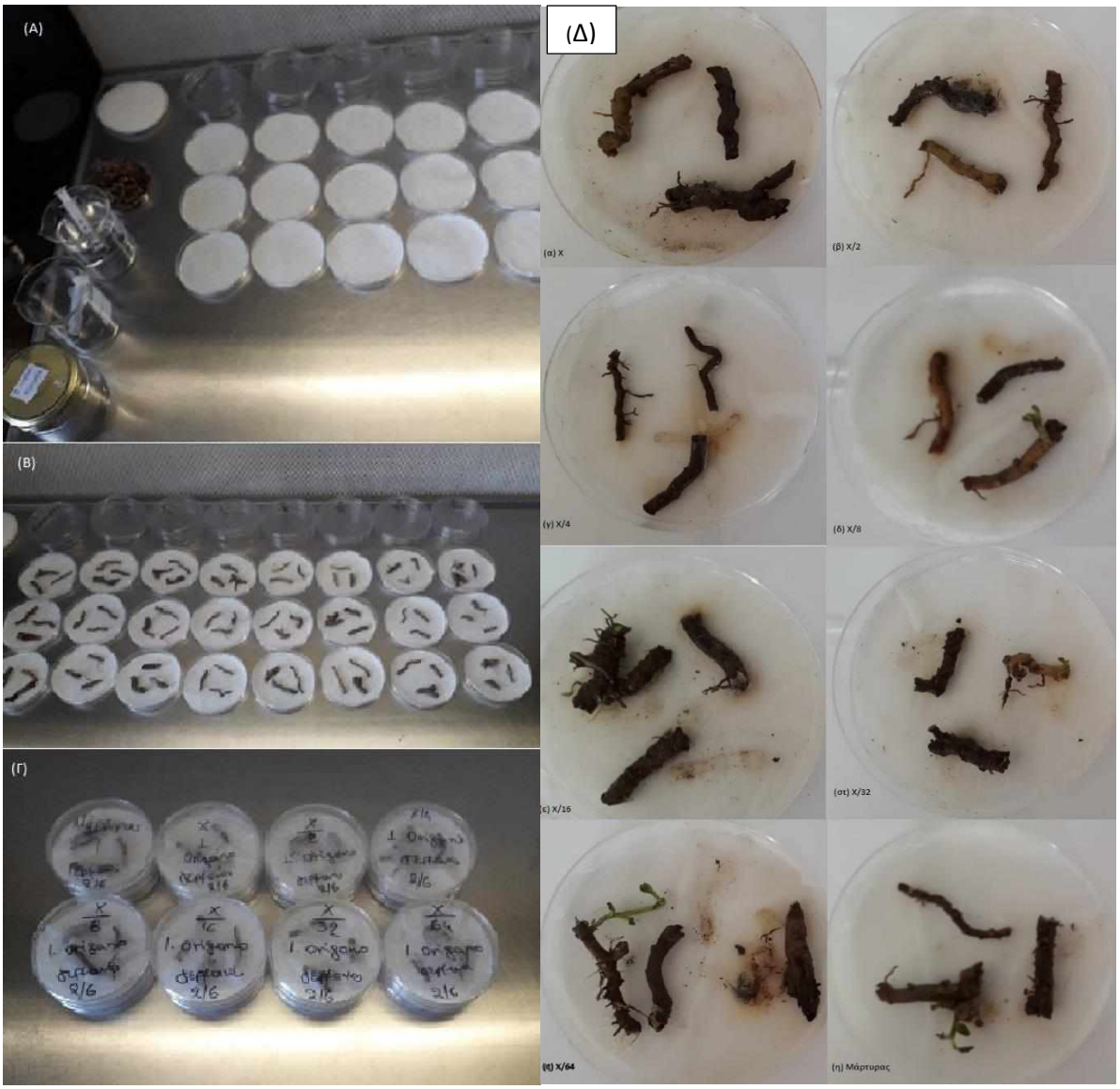
Φωτογραφία 2: *Απεικόνιση σπόρων Avena spp. μετά την παρέλευση 14 ημερών στις διάφορες συγκεντρώσεις υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum.*



Φωτογραφία 3*: Απεικόνιση σπόρων Lolium rigidum μετά την παρέλευση 14 ημερών στις διάφορες συγκεντρώσεις υδρολύματος Origanum vulgare spp. Hirtum.*



Φωτογραφία 4: *Απεικόνιση σπόρων Lolium rigidum μετά την παρέλευση 14 ημερών στις διάφορες συγκεντρώσεις υδρολύματος Salvia fruticosa Mill.*



Φωτογραφία 5: (Α) Προετοιμασία τριβλύων, (Β) Κατανομή κονδύλων *Solanum elaeagnifolium* στα τριβλύα, (Γ) τριπλέτες διαφορετικών συγκεντρώσεων υδρολύματος έτοιμες για τον θάλαμο επώασης, (Δ) Απεικόνιση κονδύλων *Solanum elaeagnifolium* μετά την παρέλευση 14 ημερών στις διάφορες συγκεντρώσεις υδρολύματος *Origanum vulgare spp. Hirtum*.

8 Βιβλιογραφία

8.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Kaaba I.B., Rebey M., Hanafia K.M., Hammib A., Smaouib M.L. , Fauconnierd C., De Clercka M.H., Jijaklia R., et.al (2020), Screening of Tunisian plant extracts for herbicidal activity and formulation of a bioherbicide based on Cynara cardunculus, S.B. South African Journal of Botany, Volume 128, pp. 67-76
- Mohammed S., ShtayehaRana M., Jamousa Salam Y., Abu-ZaitounaRola J., AkkawiaSamer R., Kalbouneha N. (2018). "Secondary treated effluent irrigation did not impact chemical composition, and enzyme inhibition activities of essential oils from *Origanum syriacum var. syriacum"*. Industrial Crops and Products, Volume 111, pp. 775-786
- Eva Hernandez, Jose L.,Gonzalez Andújar, María Cristina Chueca, Inigo Loureiro (2017). "Current status in herbicide resistance in Lolium rigidum in winter cereal fields in Spain: Evolution of resistance 12 years after". Crop Protection, volume 102, pp. 10-18.
- Wengian Li, Jing Cao, Jian Yang, Zhaomei Wang, Yishuo Yang (2021). "Production and characterization of lignocellulosic fractions from sisal waste". Industrial Crops and Products, Volume 160, 113109.
- Peggy Leontaritou, Fotini N.Lamari, Vassilis Papasotiropoulos, Gregoris Iatrou (2020). "Morphological, genetic and essential oil variation of Greek sage (*Salvia fruticosa* Mill.) populations from Greece". Industrial Crops and Products, volume 150, 112346
- M De Leo, C De Bertoldi, A Braca, L Ercoli (2008). "Allelopathic potential of Avena sativa L. (oat) var. Argentina: bioassay-guided isolation of allelochemicals". Planta Med 2008; 74 - PE11.
- B.D. Viljoen, C.W. Stoltsz (2011). Preliminary evaluation of soil-residual herbicides for the control of silver-leaf bitter apple (Solanum elaeagnifolium Cav.), South African Journal of Plant and Soil, volume 28, Pages 85-89
- Aurelio Scavo, Giovanni Mauromicale (2020). "Integrated Weed Management in Herbaceous Field Crops". *Agronomy* 2020, *10*(4), 466.
- Raymond A. Jussaume, Jr. and David Ervin (2016). "Understanding Weed Resistance as a Wicked Problem to Improve Weed Management Decisions". Weed Science, Special Issue:559-569.
- Peggy Leontaritou et al. (2020). "Morphological, Genetic and Essential Oil Variation of Greek Sage (Salvia Fruticosa Mill.) Populations from Greece," *Industrial Crops and Products* 150: 112346.
- N. Dudai et al. (1999). "Essential Oils as Allelochemicals and Their Potential Use as Bioherbicides" Journal of Chemical Ecology 25, no. 5 :1079–89.
- Nikolaos G. Siatis et al. (2005). "Rapid Method for Simultaneous Quantitative Determination of Four Major Essential Oil Components from Oregano (*Oreganum* Sp.) and Thyme (Thymus Sp.) Using FT-Raman Spectroscopy," Journal of Agricultural and Food Chemistry 53, no. 2 : 202–6.

- Frank A. Einhellig, Gerald R. Leather, and Lori L. Hobbs (1985). "Use Of Lemna Minor L. as a Bioassay in Allelopathy," Journal of Chemical Ecology 11, no. 1: 65–72.
- Aliya Amangeldievna Ramazanova et al. (2021). "Determination of the Content of Biologically Active Substances Found in Some Aquatic Higher Plants," Pakistan Journal of Botany 53, no. 5.
- Nefeli-Sofia Sotiropoulou et al. (2016). "Determination of A- and B-Thujone in Wormwood and Sage Infusions of Greek Flora and Estimation of Their Average Toxicity," Current Research in Nutrition and Food Science Journal 4, no. Special-Issue-October: 152–60.
- P. Bahadirli and Filiz Ayanoglu, (2021): "Genetic Diversity of Salvia Species from Turkey Assessed by Microsatellite Markers," Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 20 100281.
- María Dolores Ibanez, María Amparo Blazquez (2020). "Phytotoxic effects of commercial essential oils on selected vegetable crops: Cucumber and tomato". Sustainable Chemistry and Pharmacy, 15: 100209.
- Erna Karalija, Sabina Dahija, Adisa Paric**,** Sanja Cavar Zeljkovi (2020). "Phytotoxic potential of selected essential oils against Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, an invasive tree". Sustainable Chemistry and Pharmacy, 15:100219.
- *Origanum vulgare* essential oils inhibit glutamate and aspartate metabolism altering the photorespiratory pathway in *Arabidopsis thaliana* seedlings, Journal of Plant Physiology Volume 231, December 2018, Pages 297-309, F.Araniti[a1]M.Landi[b1]A.Lupini[a]F.Sunseri[a]L.Guidi[b]M.R.Abenavoli[a]
- Evaluation of aldose reductase inhibition and docking studies of some secondary metabolites, isolated from Origanum vulgare L. ssp. Hirtum,Catherine Koukoulitsa, Chariklia Zika[b], George D.Geromichalos[c], Vassilis J.Demopoulos, [b]Helen Skaltsa[a], Bioorganic & Medicinal Chemistry, Volume 14, Issue 5, 1 March 2006, Pages 1653-1659
- Bioherbicidal effects of some plant essential oils on different weed species H. Onen, Z. Ozer and I. Telci, J. Plant Dis. Prot., 18 (2002), pp. 597-605

8.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Καλφας Η. (2018), Αρωματικα Φυτα, Θεσσαλονικη, Αμερικανικη Γεωργικη Σχολη.
- Μουφτογλου Π. (2012-13), Αρωματικα Φυτα Και Βοτανα, Γελ Αβδηρων, Ερευνητικη Εργασια.
- Τουρλουμης Χ.,(2018), Μεταπτυχιακη Εργασια Με Θεμα « Ιδρυση, Αναπτυξη Και Στρατηγικος Σχεδιασμος Start Up Επιχειρισης Με Αντικειμενο Την Καλλιεργεια Και Την Επεξεργασια Αρωματικων Φυτων»,Πανεπιστημιο Μακεδονιας.
- Φερτακη Ε. (2011), Αρωματικά Φυτά Και Βιοποικιλότητα, Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικο ΕκπαιΔΕυτικο ΙΔΡυμα Μεσολογγιου Σχολη Τεχνολογιας ΓεΩπονιας Τμημα Μηχανολογιας Και ΥΔΑτινΩν ΠορΩν, Μεσολογγι.

- Αντωνιαδου Κ., Δεκεμβριος 2013), Αρωματικα Φυτα Και Αιθερια Ελαια, ΔΙπλΩματικη Εργασια, Εθνικο Μετσοβιο Πολυτεχνειο Σχολη Χημικων Μηχανικων, Εργαστηριο Χημειας Και Τεχνολογιας Τροφιμων, Αθηνα.
- Δορδας Χ. (2009), Συμπληρωματικές Σημειώσεις Για Το Μάθημα Των ΑρΩματικΩν Και ΦαρμακευτικΩν ΦυτΩν, Αριστοτελειο Πανεπιστημιο Θεσσαλονικης, ΓεΩπονικη Σχολη Τομεας ΦυτΩν Μεγαλης Καλλιεργειας Και Οικολογιας, Εργαστηριο ΓεΩργιας, Θεσσαλονικη.
- Μουρατιδου Α., Παναηλιδου Α. (2012.), Τα Αιθερια Ελαια Και Οι Επιδρασεις Τους Στο Ανθρωπινο Σωμα, Πτυχιακη Εργασια, Αλεξανδρειο Τεχνολογικο Εκπαιδευτικο Ιδρυμα Θεσσαλονικης Σχολη Επαγγελματων Υγειας Και Προνοιας Τμημα Αισθητικης – Κοσμητολογιας, Θεσσαλονικη.
- Σκρουμπης, Β. 1998. Αρωματικα, Φαρμακευτικα Και Μελισσοτροφικα Φυτα Της Ελλαδας. Αγροτυπος, Αθήνα, Σελ. 256.
- Σανιδας Β. (2011), Διερευνηση Της Φυτοτοξικοτητας Των Συστατικων Των Αιθεριων Ελαιων, Πτυχιακη Εργασια, Τεχνολογικο Εκπαιδευτικο Ίδρυμα Λαρισας, Σχολη Τεχνολογιας Γεωπονιας, Τμημα Φυτικης Παραγωγης, Λαρισα.
- Ζαραλη Π. (2013), Επίδραση Των Υπολειμματων Αρωματικων Φυτων Στην Ζιζανιοχλωριδα Και Την Ανπτυξη Βαμβακος, Μεταπτυχιακη Εργασια, Γεωπονικο Πανεπιστημιο Αθηνων, Τμημα Επιστημης Φυτικης Παραγωγης, Εργαστηριο Γεωργιας, Αθηνα.
- Φορμόζης Γ. (2018), Η Επιδραση Της Αλληλοπαθειας Δασικων Δεντρων Στην Εξαπλωση Του Ειδους Εισβολεα Solanum Elaeagnifolium, Μεταπτυχιακη Διατριβη, Αριστοτελειο Πανεπιστημιο Θεσσαλονικης, Σχολη Δασολογιας Και Φυσικου Περιβαλλοντος, Τομεας Δασικης Παραγωγης - Προστασιας Δασων Και Φυσικου Περιβαλλοντος, Θεσαλονικη.
- Καλαμπουρτζη Κ. (1988). «Χειρισμοι Του Αχυρου Και Αλληλοπαθεια Σε Αγροικοσυστηματα Σιταριου (Triticum Aestivum L.) Και Κτηνοτροφικων Κουκιων (Vicia Faba L.)». Αριστοτελειο Πανεπιστημιο Θεσσαλονικης, Σχολη Γεωπονικων Επιστημων, Τμημα Γεωπονιας, Θεσσαλονικη.
- ΔΡ. Κ. ΔΗμας, ΔΡ. Ι. Βασιλακογλου, ΔΡ. Ε. Πανου - Φιλοθεου Και Θ. Γατσης (2007). Ερευνα Επι Της ΕπιΔΡασης Της ΕνσΩματΩμενης Στο ΕΔΑφος Φυτικης Μαζας ΤΩν ΑρΩματικΩν ΦυτΩν Στην ΦυτρΩτικη Ικανοτητα Και Αναπτυξη ΚαλλιεργουμενΩν ΦυτΩν Και ΖιζανιΩν. ΑλεξανΔΡειο Τεχνολογικο ΕκπαιΔΕυτικο ΙΔΡυμα Θεσσαλονικης Σχολη Τεχνολογιας ΓεΩπονιας Τμημα Φυτικης ΠαραγΩγης Εργαστηριο ΓεΩργιας, Θεσσαλονικη.
- Ανυφαντή Ευαγγελία (2015), «Ποιοτικα Και Ποσοτικα Χαρακτηριστικα Αιθεριου Ελαιου Το Ι Αρωματικου Και Φαρμακευτικου Φυτου Origanum Vulgare Spp. Hirtum Σε Εκτατικη Καλλιεργεια Στη Περιοχη Αμμοτοπου Άρτας». Μεταπτυχιακη Διατριβη, Πανεπιστημιο Ιωαννινων Τμημα Χημειας - Σχολη Θετικων Επιστημων Διατμηματικο

Προγρااااμα Μεταπτυχιακων Σπουδων: «Αγροχημεια Και Βιολογικες Καλλιεργειες», Ιωαννινα.

- Ελπιδα Ξ. Φανουριου (2018), « Ιπποκρατεια Φυτα: Χωρικη Κατανομη, Προσαρμοστικοτητα Σε Εκτατικη Καλλιεργεια, Χημικη Αποτυπωση Και Αξιολογηση Της Βιολογικης Δραστικοτητας Τους», Διδακτορικη Διατριβη, Γεωπονικο Πανεπιστημιο Αθηνων Τμημα Επιστημης Της Φυτικης Παραγωγης Εργαστηριο Γεωργιας, Αθηνα.

8.3 Ηλεκτρονικές Πηγές

- "Https://Www.Oecd.Org/," n.d.
- ΔΙΟΣΚΟΥΡΙΔΗΣ – Ο ΜΕΓΑΛΟΣ ΚΛΑΣΙΚΟΣ | Koutloumous.Com," accessed September 1, 2021, https://koutloumous.com/el/%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CF%83-%CE%BF-%CE%BC%CE%B5%CE%B3%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CF%83-%CE%BA%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%83/.
- ypaithros.gr, "Αρωματικά φυτά 2018: Ο αναξιοποίητος θησαυρός της Ελλάδας," Ειδικές εκδόσεις | ypaithros.gr (blog), March 29, 2018, https://www.ypaithros.gr/ekdoseis/aromatika-farmakeutika-fita-stin-ellada/.
- "Open_access_gewee_kall_fitwn.Pdf," accessed September 19, 2021, http://www.moa.gov.cy/moa/ari/ari.nsf/all/C810E0B75DCCE0F0C2257B6D003A569D/$file/open_access_gewee_kall_fitwn.pdf?openelement.
- "Φαρμακευτικά Φυτά Της Ηπείρου," accessed September 19, 2021, http://mediplantepirus.med.uoi.gr/pharmacology/plant_details.php?id=346.