

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

*«Επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων των
αρωματικών φυτών στη ζιζανιοχλωρίδα και στην
ανάπτυξη του βαμβακιού»*

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΖΑΒΑΛΗ



ΑΘΗΝΑ 2013



Στην οικογένειά μου



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη αποτέλεσε το έναυσμα για την ενασχόληση μου με τον κλάδο της βιολογικής γεωργίας και με τα ζιζάνια και τη διαχείρισή τους. Δε θα παρέλειπα να ευχαριστήσω όσους συνετέλεσαν και βοήθησαν για την ολοκλήρωση του εγχειρήματος αυτού.

Κατ' αρχάς θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου κ. Παναγιώτα Παπαστυλιανού για τις γνώσεις που αποκόμισα, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την ανάθεση μιας τόσο σημαντικής εργασίας και τη συνεχή βοήθειά της, τόσο κατά τη διάρκεια του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της μελέτης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δημήτριο Μπιλάλη για το χρόνο που δαπάνησε για να ολοκληρωθεί η παρούσα μελέτη, για τη συνεχή καθοδήγηση, την κριτική επίβλεψη και τις εύστοχες διορθώσεις του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της μεταπτυχιακής μελέτης καθώς επίσης και για τις γνώσεις που μοιράστηκε μαζί μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους προπτυχιακούς φοιτητές του Γ.Π.Α, Χειμωνά Νικολίνα, Δούκα Δήμητρα, Στρατικοπούλου Βαρβάρα και Κούστα Νίκο, για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Πολύ σημαντικό ρόλο και αρωγό στο δύσκολο αυτό εγχείρημα έπαιξε το θερμό, φιλικό, ευχάριστο και γεμάτο ενέργεια κλίμα, που δημιούργησαν οι φίλοι και διδάκτορες του εργαστηρίου μας.

Την πιο ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στην οικογένεια μου, που αποτελεί τη βάση για τη μέχρι τώρα πορεία μου, για τη συνεχή βοήθεια και συμπαράσταση σε κάθε μου βήμα, καθώς επίσης και για τη στήριξη που αισθάνομαι πάντα, πως έχω δίπλα μου.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|-----------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 10 |
| 1.1. ΓΕΝΙΚΑ | 11 |
| 1.1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ | 11 |
| 1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ-ΧΡΗΣΕΙΣ | 11 |
| 1.2.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ | 11 |
| 1.2.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ..... | 12 |
| 1.2.3. ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ..... | 12 |
| 1.2.3.1. Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΟΣ ΣΤΗΝ ΕΕ..... | 12 |
| 1.2.3.2. Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ | 12 |
| 1.2.3.3. ΝΕΑ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ..... | 12 |
| ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ | 14 |
| 1.2.4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ | 14 |
| 1.2.4.1. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ..... | 14 |
| 1.2.4.2. ΚΥΡΙΟΣ ΒΛΑΣΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ..... | 15 |
| 1.2.4.3. ΦΥΛΛΑ | 15 |
| 1.2.4.4. ΆΝΘΗ..... | 16 |
| 1.2.4.5. ΚΑΨΕΣ..... | 16 |
| 1.2.4.6. ΣΠΟΡΟΣ | 16 |
| 1.2.4.7. ΙΝΕΣ..... | 17 |
| 1.2.5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ..... | 17 |
| 1.2.6. ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ | 18 |
| 1.2.6.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ..... | 18 |
| 1.2.6.2. ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ | 18 |
| 1.2.6.3. ΦΩΤΙΣΜΟΣ..... | 18 |
| 1.2.6.4. ΕΔΑΦΟΣ | 19 |
| 1.2.7. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ | 19 |
| 1.2.7.1. ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ..... | 20 |
| 1.2.7.2. ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ | 20 |



| | |
|--|-----------|
| 1.2.7.3. ΣΠΟΡΑ..... | 20 |
| 1.2.7.4. ΛΙΠΑΝΣΗ..... | 21 |
| 1.2.7.5. ΑΡΔΡΕΥΣΗ..... | 22 |
| 1.3. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ | 22 |
| 1.3.1. ΠΟΡΕΙΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ..... | 22 |
| 1.3.2. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ | 23 |
| 1.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ..... | 23 |
| 1.4.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ..... | 24 |
| 1.4.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΖΙΖΑΝΙΑ..... | 24 |
| 1.4.3. ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ | 28 |
| 1.4.3.1. ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ..... | 28 |
| 1.4.3.1.1. ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ | 28 |
| 1.4.3.1.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ | 30 |
| 1.4.3.1.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ | 31 |
| 1.4.3.2. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ | 31 |
| 1.4.3.3. ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ..... | 33 |
| 1.5. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ | 33 |
| 1.5.1 ΓΕΝΙΚΑ | 33 |
| 1.5.2. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ..... | 33 |
| 1.5.3. ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ | 35 |
| 1.6 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ..... | 37 |
| 1.7. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ | 37 |
| 1.7.1. ΖΙΖΑΝΙΑ ΜΕ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΑΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ | 38 |
| 1.7.2. ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ..... | 38 |
| 1.7.3. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΑ ΖΙΖΑΝΙΑ..... | 39 |
| 1.7.4. ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ | 40 |
| 1.8. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΟΧΗΜΙΚΩΝ | 40 |
| 1.8.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΛΛΗΛΟΧΗΜΙΚΩΝ | 40 |
| 1.8.2. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ | 41 |
| 1.8.3. Η ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ..... | 41 |



| | |
|--|-----------|
| 1.8.4. ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ | 41 |
| 1.9. ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ | 42 |
| 1.10. ΣΙΔΕΡΙΤΗΣ..... | 42 |
| 1.11. ΕΧΙΝΑΤΣΕΑ | 43 |
| 1.12. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ..... | 44 |
| 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 45 |
| 2.1. ΓΕΝΙΚΑ | 45 |
| 2.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ | 45 |
| 2.3. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ | 51 |
| 2.4. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ | 51 |
| 2.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ | 52 |
| 2.6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ..... | 53 |
| 2.6.1. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ | 53 |
| 2.6.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ..... | 53 |
| 2.6.3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ | 54 |
| 2.7. ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ | 54 |
| 2.8. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ..... | 55 |
| 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 56 |
| 3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ | 56 |
| 3.1.1. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ | 56 |
| 3.1.1.α) ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ SHANNON | 62 |
| 3.1.1.β) ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΦΘΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ SHIMPSON..... | 63 |
| 3.1.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ..... | 64 |
| 3.1.2.1. ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ | 64 |
| 3.1.2.2. ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ | 67 |
| 3.1.2.3. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ..... | 70 |
| 3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ | 72 |
| 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 75 |
| 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 78 |



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|----|
| ΕΙΚΟΝΑ 1.1: ΠΟΡΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΦΥΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ..... | 15 |
| ΕΙΚΟΝΑ 1.2: ΤΟΜΗ ΣΕ ΑΝΟΙΚΤΟ ΑΝΘΟΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ..... | 16 |
| ΕΙΚΟΝΑ 1.3: ΩΡΙΜΗ ΙΝΑ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΟΠΟΥ ΔΙΑΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΑΝΑΔΙΠΛΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΑΤΕΛΟΥΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ..... | 17 |
| ΕΙΚΟΝΑ 1.4: ΣΙΔΕΡΙΤΗΣ..... | 43 |
| ΕΙΚΟΝΑ 1.5: ΕΧΙΝΑΤΣΕΑ..... | 44 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.1: ΒΑΜΒΑΚΙ ΣΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ..... | 46 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.2: ΠΑΡΑΤΑΞΗ ΦΥΤΟΔΟΧΕΙΩΝ ΜΕ ΜΑΡΤΥΡΑ, ΜΕ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΕΧΙΝΑΤΣΕΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΣΙΔΕΡΙΤΗΣ, ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ..... | 46 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.3: ΈΚΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΩΝ..... | 47 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.4: ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΕΝΟΣ ΦΥΤΟΥ ΣΕ ΚΑΘΕ ΘΕΣΗ..... | 48 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.5: Ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ..... | 49 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.6: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ..... | 51 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.7: ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΣΙΔΕΡΙΤΗΣ ΚΑΙ ΕΧΙΝΑΤΣΕΑΣ..... | 52 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2.8: ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ "QUADRAT"..... | 53 |

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

| | |
|--|----|
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1 ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ..... | 62 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ SIMPSON'S..... | 63 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 64 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 65 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 66 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.6 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 67 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.7 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 68 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.8 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 69 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.9 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 70 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.10 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 71 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.11 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ..... | 72 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.12 ΠΟΡΕΙΑ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ..... | 73 |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.13 ΠΟΡΕΙΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ..... | 74 |



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|--|----|
| ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ | 52 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: ΕΙΔΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΑΓΡΟ | 56 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 57 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: ΔΕΙΚΤΗΣ SHANNON (H') ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 57 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: ΔΕΙΚΤΗΣ SIMPSON ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 57 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5: ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ..... | 58 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6: ΔΕΙΚΤΗΣ SHANNON (H') ΣΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 58 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7: ΔΕΙΚΤΗΣ SIMPSON ΣΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 58 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8: ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ..... | 59 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9: ΔΕΙΚΤΗΣ SHANNON (H') ΣΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 59 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10: ΔΕΙΚΤΗΣ SIMPSON ΣΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 59 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11: ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ... .. | 60 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12: ΔΕΙΚΤΗΣ SHANNON (H') ΣΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 60 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13: ΔΕΙΚΤΗΣ SIMPSON ΣΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 60 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.14: ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. .. | 61 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.15: ΔΕΙΚΤΗΣ SHANNON (H') ΣΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 61 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.16: ΔΕΙΚΤΗΣ SIMPSON ΣΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΠΟΡΑ. | 61 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.17: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 64 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.18: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 65 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.19: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΜΠΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 66 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.20: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 67 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.21: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 68 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.22: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΜΠΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 69 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.23: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 70 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.24: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 71 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3.25: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΜΠΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ. | 71 |



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας που εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή του Βοτανικού, μελετήθηκε η επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων των αρωματικών φυτών (Σιδερίτη και Εχινάτσεας) στη ζιζανιοχλωρίδα και στην ανάπτυξη του βαμβακιού. Η σπορά του πειραματικού αγρού για την καλλιέργεια του βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*) πραγματοποιήθηκε στις 9/5/2012.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν το νωπό και ξηρό βάρος των ζιζανίων καθώς και η πυκνότητά τους. Μελετήθηκε επίσης η βιοποικιλότητα, ο αριθμός δηλαδή των ειδών σε ένα οικοσύστημα. Για τη μέτρηση της βιοποικιλότητας χρησιμοποιήθηκαν δύο δείκτες, ο Shannon και ο Simpson.

Ο Edward Hugh Simpson (1949) καθόρισε την πιθανότητα για κάθε δύο άτομα που επιλέγονται τυχαία από ένα απείρωσ μεγάλο πληθυσμό, να ανήκουν στο ίδιο είδος, D. Ο δείκτης ποικιλότητας του Simpson είναι σε μεγάλο βαθμό σταθμισμένος προς τα πιο άφθονα είδη του δείγματος και λιγότερο ευαίσθητος προς τον πλούτο των ειδών.

Από τις μεταχειρίσεις που πραγματοποιήθηκαν, ο Σιδερίτης φαίνεται να δίνει καλύτερα αποτελέσματα ως προς το ύψος των φυτών καθώς και τον αριθμό των φύλλων. Επιπλέον, η Εχινάτσα δίνει χαμηλότερα αλλά χωρίς σημαντική διαφορά αποτελέσματα ύψους φυτών και αριθμού φύλλων, συγκριτικά με εκείνα του Σιδερίτη και του Μάρτυρα.

Τα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον αγρό ήταν τα *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus albus*, *Tribulus terrestris*, *Cyperus rotundus*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Malva sylvestris*, *Solanum elaeagnifolium*, *Portulaca oleracea*, *Calendula arvensis*. Ο Σιδερίτης φάνηκε να είχε μια κατασταλτική δράση από τις πρώτες μετρήσεις κυρίως απέναντι στο *Convolvulus arvensis*. Επιπρόσθετα, το *Tribulus terrestris* υπέστη αρκετά μεγάλη μείωση από την παρέμβαση του Σιδερίτη. Πρέπει να σημειωθεί ότι και η Εχινάτσα έδρασε αρκετά κατασταλτικά όσον αφορά την εμφάνιση των ζιζανίων *Amaranthus retroflexus* και *Tribulus terrestris*. Τα είδη *Cyperus rotundus*, *Amaranthus albus*, *Malva sylvestris* και *Portulaca oleracea*, δεν παρουσίασαν κάποια αξιοσημείωτη διαφορά από την παρέμβαση του Σιδερίτη, της Εχινάτσεας και του Μάρτυρα.



ABSTRACT

In an experimental field of Agriculture Laboratory settled on the farm of the Agricultural University of Athens in Votanikos area, we studied the effect of plant residues of aromatic plants (Sideritis and Echinacea) in weeds and in the growth of cotton. Sowing the experimental field for the cultivation of cotton (*Gossypium hirsutum*) was held on May 9th, 2012.

These characteristics were studied in fresh and dry weight of weeds and their density. We also studied biodiversity, i.e. the number of species in an ecosystem. For measurement of biodiversity we used two indicators, the Shanon and Simpson.

Edward Hugh Simpson (1949) gave the probability of any two individuals drawn at random from an infinitely large community belonging to the same species, D. Simpson's diversity index is heavily weighted towards the most abundant species in the sample, while being less sensitive to species richness.

Of the treatments carried out, Sideritis seems to give better results in terms of plant height and number of leaves. Furthermore, Echinacea gives lower but no significant difference results of plant height and number of leaves, compared with those of the Sideritis and Control.

Weeds observed in the field were *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus albus*, *Tribulus terrestris*, *Cyperus rotundus*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Malva sylvestris*, *Solanum elaeagnifolium*, *Portulaca oleracea*, *Calendula arvensis*. Sideritis seemed to have a restrictive effect of the first measurements mainly towards *Convolvulus arvensis*. Additionally, *Tribulus terrestris* suffered significant reduction due to the intervention of Sideritis. It should be noted that Echinacea acted quite suppressive regarding the appearance of weeds *Amaranthus retroflexus* and *Tribulus terrestris*. The species *Cyperus rotundus*, *Amaranthus albus*, *Malva sylvestris* and *Portulaca oleracea*, did not show any significant difference from the intervention of Sideritis, Echinacea and Control.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό πως η παγκόσμια παραγωγή τροφίμων θα επηρεαστεί και θα μεταβληθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό από την εξελισσόμενη κλιματική αλλαγή. Ο τομέας της γεωργίας δεν επηρεάζεται μόνο από την αλλαγή του κλίματος, αλλά ταυτόχρονα συμβάλλει σε αυτήν. Έχει αναφερθεί πως 10-12% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οφείλονται στην ανθρώπινη παραγωγή τροφίμων. Η αποψίλωση των δασών είναι αποτέλεσμα της εντατικής γεωργίας. Ταυτόχρονα, η υπερβόσκηση καθώς και η ευρεία χρήση πρακτικών οδηγούν σε υποβάθμιση του εδάφους. Αποτέλεσμα όλων αυτών, είναι η παγκόσμια εκπομπή του CO₂. Η χρήση λοιπόν της αειφόρου γεωργίας έχει καταστεί περισσότερο επείγουσα από ποτέ. Η βιολογική γεωργία θεωρείται από πολλούς ως η πιο βιώσιμη προσέγγιση στην παραγωγή τροφίμων. Θέτει ως στόχο, η γεωργική παραγωγή να διασφαλίζεται μέσω της αξιοποίησης και αυξήσης των βιολογικών ιδιοτήτων και διεργασιών και της αβιοτικής ενέργειας. Απαγορεύει τους χειρισμούς με χημικά-συνθετικά φυτοφάρμακα και τους ρυθμιστές ανάπτυξης. Επίσης, δεν επιτρέπει τις επεμβάσεις στο έδαφος και στα φυτά με ευδιάλυτα αζωτούχα λιπάσματα. Δίνει έμφαση στις τεχνικές ανακύκλωσης και χαμηλών εξωτερικών εισροών και βασίζεται στην ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους και της ποικιλότητας σε όλα τα επίπεδα και καθιστά τα εδάφη λιγότερο ευάλωτα στη διάβρωση (Σιδηράς, 2005).

Το σύστημα αυτό οργάνωσης και λειτουργίας της γεωργικής πράξης, σέβεται τη φύση και προσπαθεί να συνεργάζεται αρμονικά μαζί της. Στη λογική ακριβώς αυτή εντάσσεται η διατήρηση ενός ζωντανού και υγιούς εδάφους, η διατήρηση της μεγαλύτερης δυνατής ποικιλομορφίας ζωικών και φυτικών οργανισμών στο οικοσύστημα της καλλιέργειας - για μεγαλύτερη σταθερότητα και έλεγχο του πληθυσμού των φυτοπαράσιτων, μέσω της “φυσικής αυτορρύθμισης” - ή όσο το δυνατόν στενότερη ανακύκλωση της ύλης και η αποφυγή της χρήσης χημικών συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Στη βιολογική καλλιέργεια η γεωργική εκμετάλλευση είναι προσαρμοσμένη σχεδόν οργανικά στα δεδομένα της εν λόγω περιοχής. Προσαρμογή στην περιοχή και εκμετάλλευση σύμφωνα με τις δυνατότητες της περιοχής γίνονται εξατομικευμένα, σε περιορισμένο χώρο και ειδικά για τον κάθε οικότοπο. Για τη σωστή οργάνωση και λειτουργία αυτής της μορφής της γεωργίας απαιτούνται πρότυπα και κανόνες.

Ο κύριος στόχος της βιολογικής διαχείρισης των ζιζανίων είναι η μεταφορά ζιζανίων σε ένα επίπεδο όπου δεν θα δημιουργούν ανταγωνισμό στα καλλιεργούμενα φυτά. Είναι απαραίτητο να λαμβάνεται μέριμνα για τον έλεγχό τους, χωρίς τον αφανισμό τους από το χωράφι. Αυτό καθίσταται απαραίτητο αφ’ ενός λόγω ωφέλιμων δραστηριοτήτων που προκύπτουν από τα ζιζάνια και αφ’ ετέρου από την άποψη της βιοποικιλότητας (Σιδηράς, 2005).

Η διαχείριση των ζιζανίων μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους από τον βιοκαλλιεργητή.



1.1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η καλλιέργεια του βαμβακιού ήταν γνωστή από τους προϊστορικούς χρόνους. Σχετικές έρευνες δείχνουν ότι πρωτοαναπτύχθηκε σε δύο χωριστές και πολύ μακριά η μία με την άλλη περιοχές, την Ινδία και την Αμερική. Σε ανασκαφές που έγιναν στην Ινδία βρέθηκαν υπολείμματα υφασμάτων από βαμβάκι που υπολογίζονται γύρω στο 3000 π.Χ. Η χώρα αυτή με τον πανάρχαιο πολιτισμό της είναι η μόνη που καλλιέργησε βαμβάκι πριν από πέντε τουλάχιστον χιλιάδες χρόνια. Εκλεκτά βαμβακερά υφάσματα κατασκευασμένα στην Ινδία διοχετεύονταν σε γειτονικές ή μακρινές χώρες. Ο Ηρόδοτος, ο πατέρας της Ιστορίας το αναφέρει γύρω στα 455 π.Χ, λέγοντας: «Στην Ινδία φυτρώνουν άγρια δένδρα που παράγουν μαλλί πιο ωραίο και πιο εκλεκτό από το μαλλί του προβάτου και από τα δένδρα αυτά οι Ινδοί εξασφαλίζουν τα ρούχα τους». Στην Ελλάδα πρωτοήρθε από την Ασία κατά την εποχή του Μεγάλου Αλεξάνδρου γύρω στο 325 π.Χ. Η καλλιέργειά του στη συνέχεια εξαπλώθηκε στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου. Τα χρόνια εκείνα το βαμβάκι αναφερόταν ως δέντρο, γεγονός που αποδεικνύει ότι καλλιεργούσαν δενδροειδείς ποικιλίες βαμβακιού. Η καλλιέργεια του επεκτάθηκε σε μεγάλη κλίμακα γύρω στο 550 μ.Χ Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα αναφέρεται από τον Πausανία το 2 μ.Χ. αιώνα με την ονομασία “βύσσοσ”, γι' αυτό και τα υφάσματα που κατασκεύαζαν τα ονόμαζαν Βυσσινά. Η μετονομασία σε βαμβάκι πραγματοποιήθηκε κατά τα χρόνια του Ιουστινιανού , ενώ τον 6^ο αιώνα μ.Χ. συμπεριελήφθη και στην Ιουστινιανεία Νομοθεσία. Τον 10^ο αιώνα είχε διαδοθεί σε όλη την Ελλάδα. Στην εποχή της Τουρκοκρατίας καλλιεργήθηκε στη Θεσσαλία, Σέρρες και στην κοιλάδα του Κηφισού. Στη Δυτική Ευρώπη το βαμβάκι παρέμεινε άγνωστο για πολλούς αιώνες και έγινε αργότερα γνωστό από τους Άραβες μέσω της Ισπανίας.

1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ-ΧΡΗΣΕΙΣ

1.2.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βαμβακιού ανήκουν αποκλειστικά στο είδος *G. hirsutum*. Είναι Αγγειόσπερμο, δικότυλο φυτό. Ανήκει στην τάξη των Μαλαχιδών και στην οικογένεια των Μαλαχοειδών (*Malvaceae*). Περιλαμβάνει 36 διαφορετικά είδη, 32 αυτοφυή και 4 καλλιεργούμενα. Στην Ελλάδα το 100% των καλλιεργούμενων εκτάσεων καλύπτεται από το είδος *Gossypium hirsutum* ή βαμβάκι αμερικάνικου τύπου ή Upland. Είναι φυτό ετήσιο, χαμηλού ύψους με αρκετές διακλαδώσεις προς τη βάση και κατάγεται από την Κεντρική Αμερική. Πάνω από 80 ποικιλίες του είδους αυτού καλλιεργούνται σήμερα. Στη χώρα μας οι κυριότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι οι: 4Σ, Σίνδος 80, Ζέτα 5, Άκαλα Σίνδου και Σάμος. Επίσης, από το 1990, ορισμένες εισαγόμενες ποικιλίες (Acala SJ2, Promez, Jerez) (Τόλης, 1998). Γενικά το βαμβάκι παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία και προσαρμοστικότητα, λόγω των πολλών ειδών που περιλαμβάνει



και λόγω του ότι σπέρνεται σε πολλές χώρες με διαφορετικές κλιματικές, εδαφολογικές και άλλες συνθήκες.

1.2.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Το βαμβάκι είναι φυτό με μεγάλη οικονομική σημασία, που καλύπτει το μισό περίπου της παγκόσμιας κατανάλωσης κλωστικών ινών (47%). Στη χώρα μας η καλλιέργεια του βαμβακιού ήταν γνωστή από αρκετά παλιά, όμως μετά το 1931, δηλαδή μετά την ίδρυση του Οργανισμού Βάμβακος και τις προσπάθειες για δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών προσαρμοσμένων στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, η καλλιέργεια απέκτησε μεγάλη σημασία για τη γεωργία μας. Πέραν του ότι εφοδιάζει την εγχώρια κλωστοϋφαντουργία με εκλεκτή πρώτη ύλη, εφοδιάζει επίσης την εγχώρια σπορελαιοβιομηχανία και την κτηνοτροφία (βαμβακόπιτα). Το προϊόν της καλλιέργειας του βαμβακιού είναι το σύσπορο βαμβάκι, που με την εκκόκκιση διαχωρίζεται σε ίνες και σπόρο. Το βασικό προϊόν είναι οι ίνες, οι οποίες όπως άλλωστε προείπαμε αποτελούν την πρώτη ύλη της βαμβακοβιομηχανίας. Από το βαμβακόσπορο παράγεται το βρώσιμο βαμβακέλαιο και η βαμβακόπιτα (κτηνοτροφία). Σήμερα καλλιεργείται μόνο το Αδρότριχο βαμβάκι ή Χνουδωτό βαμβάκι (Γοσσύπιον το αδρότριχον - *Gossypium hirsutum*).

1.2.3. ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.2.3.1. Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΟΣ ΣΤΗΝ ΕΕ

Βαμβάκι παράγεται σε τέσσερα από τα 27 κράτη μέλη, και συγκεκριμένα Ελλάδα, Ισπανία, Πορτογαλία και Βουλγαρία. Ελλάδα και Ισπανία κατέχουν τα πρωτεία. Οι εκτάσεις βαμβακοκαλλιέργειας στην ΕΕ παρουσίαζαν σταθερή αύξηση μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1990, για να φτάσουν σχεδόν 540 000 εκτάρια την περίοδο 1999/2000.

1.2.3.2. Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η μεγαλύτερη βαμβακοπαραγωγός χώρα είναι η Ελλάδα. Στη βαμβακοκαλλιέργεια απασχολούνται 79.700 αγρότες. Το βαμβάκι αντιστοιχεί στο 9,1% του τελικού γεωργικού προϊόντος της Ελλάδας. Η πλειονότητα των βαμβακοκαλλιεργητών εκμεταλλεύεται από 2 έως 5 εκτάρια.

1.2.3.3. ΝΕΑ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Με την απόφαση του Συμβουλίου των Υπουργών Γεωργίας του Απριλίου του 2004, στο βαμβάκι καθιερώθηκε υποχρεωτικά καθεστώς δέσμευσης/αποδέσμευσης 35/65 και αυτό γιατί το πρωτόκολλο 4 της Ε.Ε. υποχρεώνει την Επιτροπή να λαμβάνει μέτρα διατήρησης της βαμβακοκαλλιέργειας στις



παραδοσιακές βαμβακοπαραγωγικές περιοχές της Ένωσης. Τέτοιο μέτρο ενίσχυσης της διατήρησης της βαμβακοκαλλιέργειας, θεωρήθηκε από την Επιτροπή η διατήρηση ενός ποσοστού της ενίσχυσης (35%) συνδεδεμένης με την παραγωγή.

Υπενθυμίζεται ότι το Πρωτόκολλο 4 θεσμοθετήθηκε το 1981 με την ένταξη της Ελλάδας στην Ε.Ε. για να συμπεριλάβει την Κοινή Οργάνωση Αγοράς του βαμβακιού για την οποία υπήρχε ελληνικό ενδιαφέρον και διευρύνθηκε το 1986 για να περιλάβει τις ενισχύσεις της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ισπανία.

Ο συνολικός δημοσιονομικός φάκελος της χώρας μας για το βαμβάκι ανέρχεται σε 575 εκατ. Ευρώ (202 εκατ. Ευρώ η δεσμευμένη ενίσχυση και 373 εκατ. ευρώ η αποδεσμευμένη). Σημειώνεται ότι το ποσό της δεσμευμένης ενίσχυσης αφορούσε μέχρι το 2008 μέγιστη εγγυημένη έκταση 3,7 εκατ. στρεμμάτων που μεταφραζόταν σε δεσμευμένη ενίσχυση 54,60 ευρώ ανά στρέμμα.

Με νέα απόφαση του Συμβουλίου των Υπουργών Γεωργίας τον Ιούνιο του 2008, δημοσιεύτηκε και ισχύει από την 1-1-2009 ο νέος Κανονισμός 637/2008 του Συμβουλίου. Ο Κανονισμός αυτός τροποποιεί τον Κανονισμό 1782/2003 του Συμβουλίου σε ότι αφορά τους όρους χορήγησης της δεσμευμένης ενίσχυσης και καθορίζει τη διαδικασία ενίσχυσης δράσεων μέσω του λεγόμενου «Εθνικού φακέλου» για τον τομέα του βαμβακιού (Αυγουλάς, 2010).

Τα κυριότερα σημεία του νέου Κανονισμού είναι:

Διασφαλίζει για τη χώρα μας το δημοσιονομικό πλαφόν των 202 εκατ. ευρώ της δεσμευμένης ενίσχυσης, σε κάθε περίπτωση, πάνω από τη βασική έκταση των 2,5 εκατ. στρεμμάτων. Παραμένει ταυτόχρονα αμετάβλητη η αναλογία 65%-35% μεταξύ αποδεσμευμένης και δεσμευμένης ενίσχυσης.

Αυξάνεται το μοναδιαίο ποσό μέχρι τα 80,56 ευρώ/στρέμμα (σε βασική έκταση 2,5 εκατ. στρεμμάτων) από τα 54,6 ευρώ/στρέμμα που ίσχυε μέχρι σήμερα (σε βασική έκταση 3,7 εκατ. στρεμμάτων).

1) Χαρακτηρίζεται πλέον ως επιλέξιμη για τη δεσμευμένη ενίσχυση μόνο η καλλιεργημένη έκταση που συγκομίζεται. Παράλληλα, χορηγήθηκε στα Κράτη-Μέλη, με δήλωση της Επιτροπής, η δυνατότητα να χρησιμοποιούν τις ελάχιστες αποδόσεις που αυτά θα καθορίσουν ως μέσο ελέγχου της συγκομισθείσας και παραδοθείσας ποσότητας σύσπορου βαμβακιού.

2) Δημιουργείται Εθνικός φάκελος (4 εκατ. ευρώ ετησίως για τη χώρα μας), μέσω του οποίου θα μπορούν να χρηματοδοτηθούν κατ' επιλογή του Κράτους-Μέλους, οι παρακάτω δράσεις:

➤ Ενίσχυση εκκοκκιστηρίων που κλείνουν με υποχρέωση να εκποιήσουν τις εγκαταστάσεις τους και τον εξοπλισμό τους.

➤ Ενίσχυση εκκοκκιστηρίων για τον εκσυγχρονισμό τους.

➤ Ενίσχυση χειριστών βαμβακοσυλλεκτικών μηχανών που παρέδιδαν βαμβάκι σε εκκοκκιστήρια που έκλεισαν σύμφωνα με το παρόν σχήμα.

➤ Ενίσχυση βαμβακοπαραγωγών για συμμετοχή σε Κοινοτικά ή Εθνικά προγράμματα ποιότητας, που συγκεκριμένα είναι:



- Προγράμματα του ΚΑΝ. (Ε.Κ.) 834/2007 για τα βιολογικά προϊόντα,
- Εθνικά προγράμματα (π.χ Agro 2, Ολοκληρωμένη Διαχείριση),
- Προγράμματα του ΚΑΝ. 510/2006 (Προϊόντα Π.Ο.Π. και Π.Γ.Ε.).

➤ Ενίσχυση για προώθηση των προϊόντων ποιότητας, (την οποία μπορούν να λάβουν παραγωγοί, η Διακλαδική Οργάνωση Βάμβακος και οι εκκοκκιστικές επιχειρήσεις) αναφορικά με τις δράσεις του σημείου δ ανωτέρω.

Η χώρα μας αποφάσισε να διαθέσει τα χρήματα του εθνικού φακέλου για τις δύο τελευταίες δράσεις. Το συνολικό επομένως ετήσιο διαθέσιμο ποσό για τη χώρα μας στον τομέα του βαμβακιού, εκτός από το ποσό της αποδεσμευμένης (65%) που εντάχθηκε στην ενιαία ενίσχυση, ανέρχεται σε 206 εκατ. ευρώ (202 εκατ. ευρώ δεσμευμένη ενίσχυση και 4 εκατ. ευρώ εθνικός φάκελος)(Αυγουλάς, 2010).

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

Η καλλιεργούμενη με βαμβάκι έκταση στη χώρα μας έχει υποχωρήσει σε 2,3 εκατ. στρέμματα (εσοδεία 2009) από την έκταση ρεκόρ των 4,5 εκατ. στρεμμάτων που σημειώθηκε κατά την εσοδεία 1994. Τις αμέσως προηγούμενες του 2009 εσοδείες η καλλιεργούμενη έκταση κυμάνθηκε κοντά στα 3 εκατ. στρέμματα. Οι λόγοι έχουν σχέση με τη μείωση των επιδοτήσεων λόγω της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής, την αύξηση του κόστους παραγωγής του προϊόντος και τον περιορισμό των αναγκαίων ποσοτήτων νερού για άρδευση (Αυγουλάς, 2010). Η μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων το 2009 έχει άμεση σχέση και με τις χαμηλές τιμές παραγωγού της εσοδείας του 2008 που δεν ξεπέρασαν τα 20 λεπτά ανά κιλό σύσπορου βαμβακιού (18-20 λεπτά/κιλό). Η μειωμένη παραγωγή βαμβακιού παγκόσμια οδήγησε σε σημαντική άνοδο των τιμών, που έφτασαν το 30-35 λεπτά ανά κιλό σύσπορου βαμβακιού. Το γεγονός προεξοφλεί την εκ νέου αύξηση των καλλιεργούμενων σε βαμβάκι εκτάσεων κατά την επόμενη καλλιεργητική περίοδο του 2010.

Ανατρέχοντας στα διεθνή δεδομένα (τέλη Δεκεμβρίου 2009) διαπιστώνει κανείς ότι η τιμή του βαμβακιού κινείται σε σταθερά υψηλά επίπεδα στα διεθνή χρηματιστήρια, εμφανίζοντας συνεχή άνοδο.

Μειωμένος εκτιμάται ότι ήταν ο όγκος παραγωγής εκκοκκισμένου βάμβακος κατά την εκκοκκιστική περίοδο 2012-2013, ενώ περαιτέρω μείωσή του προβλέπεται ότι θα καταγραφεί κατά την εκκοκκιστική περίοδο 2013-2014.

Ο όγκος της παραγωγής εκκοκκισμένου βάμβακος κατά την εκκοκκιστική περίοδο 2012-2013 μειώθηκε στους 242.767 τόνους, έναντι 289.578 τόνων την εκκοκκιστική περίοδο 2011-2012. Συρρικνώθηκε, δηλαδή, σε ετήσια βάση, κατά 16,2% ή 46.811 τόνους, καθώς η καλλιέργεια βάμβακος κάλυψε 2.600.000 στρέμματα, έναντι 2.850.000 στρεμμάτων την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο.

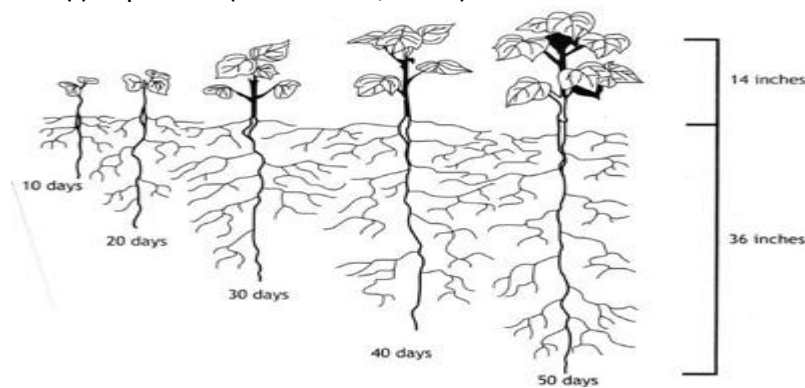
1.2.4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1.2.4.1. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ριζικό σύστημα, του βαμβακιού αποτελείται από μία πασσαλώδη ρίζα, η οποία εισχωρεί κατακόρυφα στο έδαφος σε βάθος μέχρι και 2m. Σε απόσταση 10-



15cm από το σημείο έναρξης σχηματισμού της κύριας ρίζας αναπτύσσονται πολυάριθμες πλάγιες ρίζες (δευτερεύουσες διακλαδώσεις) οι οποίες κυρίως εκτείνονται οριζοντίως σε αρκετό όγκο εδάφους. Εάν το άκρο της κύριας ρίζας καταστραφεί τότε τη θέση της παίρνουν μία ή περισσότερες από τις πλάγιες ρίζες. Γενικά εάν η κύρια πασσαλώδης ρίζα νεκρωθεί τότε οι δευτέρας και τρίτης τάξεως ρίζες πολλαπλασιάζονται και δημιουργούν ένα πλάγιο ριζικό σύστημα το οποίο δεν εισχωρεί όμως τόσο βαθιά όσο η πασσαλώδης ρίζα. Στην αρχή της ανάπτυξης των φυτών η κύρια ρίζα έχει το ίδιο πάχος με τον βλαστό, στη συνέχεια όμως το πάχος της μικραίνει σημαντικά με το βάθος ώστε στα 30cm περίπου να είναι ίδιο με αυτό των δευτέρας τάξεως ριζών. Η συνολική ξηρά ουσία των ριζών αποτελεί το 10-20% της συνολικής ξηράς ουσίας που παράγει το φυτό καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου (Oosterhuis, 1990).



Εικόνα 1.1: Πορεία ανάπτυξης και κατανομή του ριζικού συστήματος του βαμβακιού.

1.2.4.2. ΚΥΡΙΟΣ ΒΛΑΣΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ

Ο κύριος βλαστός του βαμβακιού προέρχεται από την επιμήκυνση και ανάπτυξη του ακραίου μεριστώματος και παρουσιάζει ακραία απεριόριστη μονοποδιακή αύξηση. Το ύψος του φυτού στα μονοετή βαμβάκια φθάνει τα 0,60 – 1,80m. Ο κύριος βλαστός αναπτύσσεται κάθετα προς το έδαφος, είναι κυλινδρικός, κοίλος εσωτερικά, γεμάτος με εντεριώνη. Κατά μήκος του βλαστού σχηματίζονται μεγάλα φύλλα σε κανονική σπειροειδή διάταξη. Στη μασχάλη κάθε φύλλου του κύριου βλαστού υπάρχουν οι καταβολές δύο οφθαλμών του πραγματικά μασχαλιαίου και του πλευρικού. Οι κατώτεροι μασχαλιαίοι οφθαλμοί δίνουν γένεση σε κλάδους (βλαστούς) φυλλοφόρους. Οι μασχαλιαίοι που βρίσκονται προς την κορυφή του φυτού και οι πλευρικοί παράγουν κατά κανόνα κλάδους ανθοφόρους.

1.2.4.3. ΦΥΛΛΑ

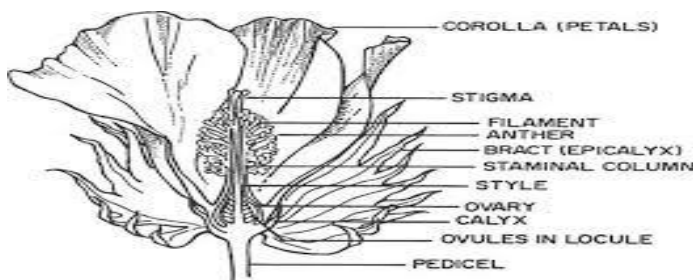
Παρατηρούνται τριών τύπων φύλλα: Κοτυληδόνες, παράφυλλα και πραγματικά φύλλα. Τα φύλλα των κοτυληδόνων έχουν νεφροειδές σχήμα και συνήθως πλάτος περίπου 5cm. Τα παράφυλλα είναι τα πρώτα φύλλα που σχηματίζονται στο βλαστό, είναι μικρά (0,5cm μήκος), δεν διακρίνονται εύκολα και δεν έχουν έλασμα. Τα



πραγματικά φύλλα παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς το μέγεθος, το σχήμα, την υφή κλπ. Σημαντικές διαφορές παρατηρούνται και σε φυτά της ίδιας ποικιλίας.

1.2.4.4. ΆΝΘΗ

Οι ανθοφόροι οφθαλμοί οι οποίοι θα εξελιχθούν σε άνθη εμφανίζονται στην αρχή σαν μικρές πράσινες πυραμιδοειδείς κατασκευές οι οποίες ονομάζονται χτένια. Τα χτένια αποτελούνται από τρία χαρακτηριστικά βράκτια φύλλα τα οποία περικλείουν τελείως τον ανθοφόρο οφθαλμό, τον οποίο και προστατεύουν. Τα βράκτια φύλλα συνεισφέρουν περίπου το 10% των προϊόντων φωτοσύνθεσης που χρειάζεται ο ανθοφόρος οφθαλμός. Κάθε άνθος αποτελείται από τα εξής μέρη: 1)Τα τρία βράκτια φύλλα, 2)τον κάλυκα με πέντε μικρά, ακανόνιστα σέπαλα ενωμένα στη βάση, τα οποία περικλείουν σφιχτά τη βάση των πετάλων, 3)τη στεφάνη με πέντε πέταλα ενωμένα στη βάση τους, 4)τους στήμονες, 5)τον ύπερο, δηλαδή μια μικρή, κωνική, πολύχρωμη ωθήκη, το στύλο και το στίγμα.



Εικόνα 1.2: Τομή σε ανοικτό άνθος βαμβακιού.

1.2.4.5. ΚΑΨΕΣ

Οι καρποί του βαμβακιού ονομάζονται καρύδια. Είναι κάψες που διαφέρουν σε σχήμα και μέγεθος. Συνήθως έχουν σφαιρικό ή ωοειδές σχήμα, δερματώδη εμφάνιση και χρώμα ανοικτό πράσινο. Το μέγεθος και το βάρος του καρυδιού υπόκεινται σε μεγάλη διακύμανση γιατί εκτός από το γενότυπο επηρεάζονται σημαντικά και από πολλούς άλλους παράγοντες όπως τη μηχανική σύσταση, γονιμότητα και υγρασία του εδάφους, τους εχθρούς και ασθένειες, την ημερομηνία εμφάνισης του αντίστοιχου άνθους κλπ.

1.2.4.6. ΣΠΟΡΟΣ

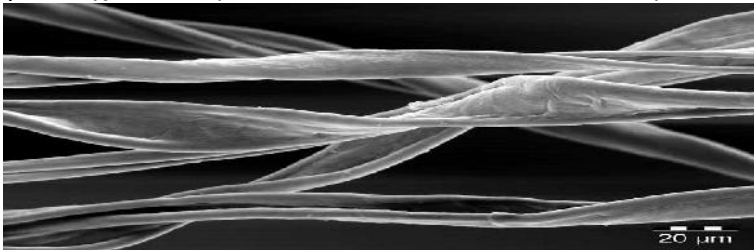
Ο σπόρος περιβάλλεται από το περισπέρμιο και περιέχει ελάχιστα υπολείμματα του ενδοσπερμίου. Το έμβρυο έχει δύο μεγάλες αναδιπλωμένες κοτυληδόνες, που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο όγκο του σπόρου, το ριζίδιο και το βλαστίδιο. Στις κοτυληδόνες συγκεντρώνονται αποθησαυριστικές ουσίες για την διατροφή του νεαρού φυταρίου όταν ο σπόρος αρχίζει να φυτρώνει. Σε όλη την



επιφάνεια των κοτυληδόνων υπάρχουν διεσπαρμένοι ελαιούχοι αδένες και αδένες που περιέχουν μια χρωστική, φαινολικής προέλευσης, η οποία ονομάζεται γκοσσυπόλη και είναι τοξική για τα περισσότερα είδη ζώων. Η γκοσσυπόλη επηρεάζει και την ποιότητα του λαδιού γιατί του δίνει ανεπιθύμητο ειδικό χρωματισμό.

1.2.4.7. ΙΝΕΣ

Οι ίνες του βαμβακιού είναι μοναδικές στον τρόπο, ανάπτυξης και μορφολογίας μεταξύ των φυτικών ινών. Οι ίνες των άλλων κλωστικών φυτών είναι μέρος της μορφολογικής κατασκευής του βλαστού ή των φύλλων και αποτελούνται από πολλαπλά κύτταρα, ενώ του βαμβακιού είναι επιμήκυνση ενός κυττάρου της επιδερμίδας του σπόρου. Η διόγκωση των κυττάρων από τα οποία θα προκύψουν οι ίνες είναι ανεξάρτητη από τη γονιμοποίηση καθόσον αρχίζει την ημέρα της άνθησης, νωρίς το πρωί. Τα επιδερμικά κύτταρα του ωαρίου τα οποία διογκώνονται είναι κατανεμημένα τυχαία σε όλη του την επιφάνεια και τα πρώτα που επιμηκύνονται είναι όσα βρίσκονται προς την χάλαζα, και αυτά συνήθως παράγουν τις μακριές ίνες. Το 20% περίπου των επιδερμικών κυττάρων επιμηκύνονται επαρκώς ώστε οι παραγόμενες ίνες να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή νήματος (Smith 1995). Στη συνέχεια 5-10 ημέρες μετά την άνθηση μια δεύτερη ομάδα επιδερμικών κυττάρων από την επιφάνεια του ωαρίου αρχίζει να επιμηκύνεται. Οι ίνες που παράγονται από αυτά τα κύτταρα είναι πολύ κοντές, δεν μπορούν να απομακρυνθούν από τον σπόρο με τον εκκοκκισμό και αποτελούν το λεγόμενο «χνούδι». (Παπακώστα –Τασοπούλου, 2002).



Εικόνα 1.3: Ωριμη ίνα βαμβακιού όπου διακρίνονται οι αναδιπλώσεις στα σημεία ατελούς πάχυνσης.

1.2.5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Η πορεία ανάπτυξης του φυτού του βαμβακιού για πρακτικούς λόγους (και σε συνδυασμό με την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική πρακτική) μπορεί να διακριθεί σε πέντε βασικά στάδια ανάπτυξης: 1) φύτευμα – εμφάνιση κοτυληδόνων 2) πρώτη ανάπτυξη–διαμόρφωση της φυτοστοιβάδας, 3) σχηματισμός ανθοφόρων οφθαλμών–έναρξη άνθησης, 4) άνθηση–έναρξη καρποφορίας, 5) ανάπτυξη και ωρίμανση καρπών (καρυδιών). Το βαμβάκι είναι φυτό συνεχούς ανάπτυξης (η



βλαστική αύξηση συνεχίζεται ενώ εμφανίζονται άνθη και καρποί) οπότε μεταξύ των σταδίων 3,4 και 5 παρουσιάζονται αλληλοεπικαλύψεις.

1.2.6. ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Οι κυριότεροι παράγοντες που καθορίζουν το κατά πόσο το βαμβάκι μπορεί να ευδοκιμήσει σε μια περιοχή είναι το μήκος της βλαστητικής περιόδου, η θερμοκρασία κατά τους θερινούς μήνες, η ηλιοφάνεια, η κατανομή της βροχόπτωσης ή η δυνατότητα άρδευσης και οι καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και συγκομιδής.

Η ζώνη καλλιέργειας του βαμβακιού εκτείνεται προς βορρά μέχρι 45° ΒΠ και προς νότο μέχρι 32° ΝΠ. Το βαμβάκι για ικανοποιητική παραγωγή έχει ανάγκη από βλαστική περίοδο 170-200 ημερών τουλάχιστον με σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Τα μακρόινα βαμβάκια (*G. barbadence*) χρειάζονται μεγαλύτερη βλαστική περίοδο από τα upland (*G. hirsutum*). Παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ του μήκους της βλαστικής περιόδου και της απόδοσης (Waddle, 1984). Το κλίμα της Ελλάδας λόγω της γεωγραφικής θέσης και του εδαφικού ανάγλυφου είναι πολύ ασταθές, με μεγάλες διαφορές από χρόνο σε χρόνο.

1.2.6.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Λόγω της καταγωγής του το βαμβάκι χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Η κατώτερη θερμοκρασία για το φύτευμα και την πρώτη ανάπτυξη είναι 14-15°C, η άριστη θερμοκρασία για τα μετέπειτα στάδια ανάπτυξης 30-33°C και η ανώτερη 38-39°C.

1.2.6.2. ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος μειώνει την απόδοση του βαμβακιού είναι η βροχόπτωση. Για να καλλιεργηθεί το βαμβάκι χωρίς άρδευση χρειάζεται ετήσια βροχόπτωση τουλάχιστον 450-500 mm, από τα οποία 150-200 mm να πέσουν κατά την περίοδο της ανάπτυξής του. Με μικρότερη βροχόπτωση απαιτείται αντίστοιχη συμπλήρωση του νερού με άρδευση. Η καλύτερη κατανομή της βροχόπτωσης χαρακτηρίζεται από ικανοποιητικό ύψος βροχής κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ξηρασία κατά την εποχή της συγκομιδής. Οι βροχοπτώσεις κυρίως επηρεάζουν τη σπορά και το στάδιο του φυτρώματος καθώς και τη συγκομιδή.

1.2.6.3. ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Το βαμβάκι απαιτεί άφθονο φωτισμό για την ανάπτυξή του. Η έλλειψη φωτισμού κάνει τα φυτά μονοστέλεχα, καθυστερεί την ανάπτυξη των ανθοφόρων κλάδων και ευνοεί την καρπόπτωση σε περιπτώσεις πυκνής σποράς.



Συμπερασματικά αναφέρεται ότι άριστες συνθήκες κλίματος για την καλλιέργεια του βαμβακιού θεωρούνται η δροσερή άνοιξη, με ελαφρές βροχοπτώσεις, το θερμό και μετρίως υγρό καλοκαίρι και το ξηρό, δροσερό και παρατεταμένο φθινόπωρο.

1.2.6.4. ΕΔΑΦΟΣ

Το βαμβάκι μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα μέσης μηχανικής σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία και μέσης γονιμότητας. Τα εδάφη πρέπει να έχουν επαρκές βάθος για την ανεμπόδιση ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, καθόσον το βαμβάκι είναι βαθύριζο φυτό. Το καλύτερο pH για το βαμβάκι είναι 6,5 – 7,5. Μπορεί όμως να καλλιεργηθεί και σε πιο όξινα εδάφη (pH έως 4,5). Σε pH μικρότερο από 6 τα στοιχεία N, K, P, Ca, Mg και S γίνονται λιγότερο διαθέσιμα, ενώ αντίθετα τα Mn, Zn, Fe και Cu γίνονται περισσότερο διαθέσιμα και μάλιστα το Mn μπορεί να αποβεί τοξικό για το φυτό. Θεωρείται ότι το βαμβάκι είναι καλλιέργεια ανθεκτική σε άλατα. Δεν επηρεάζεται ουσιαστικά από τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECe) εδάφους μέχρι 7,7 dSm-1.

1.2.7. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

Κατά τη βιολογική καλλιέργεια βαμβακιού ο έλεγχος των ζιζανίων επιτυγχάνεται με μηχανικά μέσα, την τακτική της ψεύτικης σποράς και την αμειψισπορά. Η χημική ζιζανιοκτονία αποτελεί τον συμβατικό τρόπο καλλιέργειας βαμβακιού.

Ως προς τη λίπανση του βαμβακιού, στη βιολογική καλλιέργεια γίνεται με οργανική και χλωρή λίπανση, ενώ στη συμβατική γίνεται με χημικά λιπάσματα.

Με μελέτη και σύγκριση της οικονομικότητας του βιολογικού και του συμβατικού βαμβακιού, το βιολογικό βαμβάκι μπορεί να θεωρηθεί ανταγωνιστικότερο έναντι του συμβατικού.

Πιο ενδιαφέροντα ακόμη είναι τα σχετικά με την οικονομικότητα στοιχεία, τα οποία προκύπτουν μετά από καλλιέργεια ενός δοκιμαστικού αγρού με βαμβάκι.

Τα συμπεράσματα έχουν ως εξής:

Το ακαθάριστο κέρδος ήταν περίπου το ίδιο στο πειραματικό τεμάχιο της βιολογικής καλλιέργειας βαμβακιού χωρίς λίπανση και στο τεμάχιο της συμβατικής καλλιέργειας. Ενώ στο τεμάχιο βιολογικής καλλιέργειας βαμβακιού με χλωρή λίπανση, το ακαθάριστο κέρδος ήταν ανά στρέμμα περισσότερο.

Παράλληλα, στο βιολογικό βαμβάκι εμφανίστηκε πρωιμότητα συγκομιδής κατά 10-16 % σε σχέση με το συμβατικό, πράγμα που είναι πολύ σημαντικό, αν λάβουμε υπόψη μας ότι η πρωιμότητα βελτιώνει την απόδοση και την ποιότητα του βαμβακιού.

Τέλος, δε θα πρέπει να παραληφθούν τα πλεονεκτήματα της βιολογικής καλλιέργειας του βαμβακιού, όσον αφορά στην προστασία του περιβάλλοντος και τη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος από την άποψη της υγιεινής (Βαρδακούλης & Σταγάκης, 1998).



1.2.7.1. ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Ως το καταλληλότερο σύστημα αμειψισποράς θεωρείται, βαμβάκι (2-3 χρόνια) – χειμερινό σιτηρό (ένα χρόνο). Με το σύστημα αυτό μειώνεται ο πληθυσμός των πολυετών ζιζανίων (π.χ. αγριάδα, κύπερη) και εκείνων που είναι απαιτητικά σε υγρασία (π.χ. γλυστρίδα) και επίσης περιορίζονται διάφορες ασθένειες (π.χ. αδρομυκώσεις, νηματώδεις). Η παρεμβολή ψυχανθούς βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους λόγω της αζωτοδέσμευσης. Συνήθως οι παραγωγοί, το σύστημα αυτό, το εφαρμόζουν σε χωράφια με έντονη ξηρασία. Στα αρδευόμενα γίνεται αμειψισπορά με προσοδοφόρες ανοιξιότικες καλλιέργειες όπως καλαμπόκι, τεύτλα, μηδική, ρύζι, βιομηχανική ντομάτα, καπνό, με διάφορη σειρά και διάρκεια των εναλλασσόμενων καλλιεργειών. Δεν συνιστάται να καλλιεργείται το βαμβάκι μετά από ρύζι γιατί λόγω της μεγάλης υγρασίας του εδάφους αναπτύσσεται πλούσια βλάστηση σε βάρος της καρποφορίας και παρατηρείται ευαισθησία σε έντομα εδάφους (π.χ. *Agrotis spp.*).

1.2.7.2. ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ

Το είδος και ο χρόνος εκτέλεσης των διαφόρων καλλιεργητικών εργασιών εξαρτώνται από το χρόνο που έχει στη διάθεσή του ο παραγωγός για την εκτέλεσή τους. Η συχνότητα και ο βαθμός κατεργασίας (βάθος) πρέπει να στηρίζονται σε ουσιαστικούς λόγους, ώστε να δικαιολογούνται τα αντίστοιχα έξοδα. Για την ομαλή καλλιέργεια του βαμβακιού χρησιμοποιούνται η υπεδαφοκαλλιέργεια, η ισοπέδωση, οι αποστραγγίσεις, το όργωμα, η καταστροφή ζιζανίων το χειμώνα, η προετοιμασία της σποροκλίνης και η κατασκευή αναχωμάτων. Αύξηση των αποδόσεων με μειωμένη κατεργασία έχει αποδοθεί σε εξοικονόμηση υγρασίας στο έδαφος (Baumhardt, 1993). Στο σύστημα της ακαλλιέργειας προβλήματα στην εγκατάσταση που οδηγούν σε μικρότερη από την επιθυμητή πυκνότητα φυτών συνοδεύονται από μειωμένες αποδόσεις (Colyer και Vernon 1993, Wheeler, 1996). Οι Pettigrew και Jones (2001) αναφέρουν καθυστέρηση στην ανθοφορία, μικρότερο αριθμό καρυδιών και κατά 11% μειωμένη απόδοση σε ίνες με την εφαρμογή της ακαλλιέργειας. Η πιο επιτυχημένη παραγωγή βαμβακιού με ακαλλιέργεια αναφέρεται στη σπορά βαμβακιού σε παλιά στελέχη βαμβακιού ή σε καλάμια χειμερινών σιτηρών (Smith, 1995).

1.2.7.3. ΣΠΟΡΑ

Η Ελλάδα βρίσκεται στην οριακή ζώνη καλλιέργειας του βαμβακιού και γι' αυτό εμφανίζονται δύο περιοριστικοί παράγοντες στην επιτυχία της καλλιέργειας. Αυτοί είναι ο μεγάλος βιολογικός κύκλος του φυτού και η περιορισμένη λόγω κλίματος, βλαστική περίοδος. Με την πρώιμη σπορά: 1) τα φυτά ανθίζουν και καρποφορούν πρώιμα και περισσότερο, 2) επιτυγχάνεται πρώιμη συγκομιδή, μηχανική συγκομιδή χωρίς απώλειες και το συγκομιζόμενο προϊόν είναι ανώτερης ποιότητας, 3) τα φυτά ζημιώνονται λιγότερο από τα έντομα (πράσινο σκουλήκι) γιατί αναπτύσσονται τα



καρύδια πριν την περίοδο εμφάνισης των εντόμων, 4) γίνεται καλύτερη αποψίλωση λόγω ευνοϊκών συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας και 5) αξιοποιούνται σε μεγαλύτερο βαθμό τα λιπάσματα και το νερό της άρδευσης. Η κατάλληλη ημερομηνία για σπορά του βαμβακιού καθορίζεται από τις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής που είναι κυρίως η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους. Η θερμοκρασία του εδάφους πρέπει να είναι ανώτερη των 15°C για να επιτευχθεί καλό φύτευμα. Η θερμοκρασία του αέρα πρέπει να αναμένεται γύρω στους 18 – 20°C για το δεκαήμερο μετά τη σπορά. Η υγρασία του εδάφους πρέπει να είναι αρκετή αλλά όχι υπερβολική. Ο σπόρος που θα χρησιμοποιηθεί για σπορά πρέπει να είναι γενετικά καθαρός, χωρίς προσμείξεις, υγιής, με μεγάλη βλαστική ικανότητα, αποστομωμένος και απολυμασμένος, ώστε να επιτυγχάνεται καλό φύτευμα και να μη μεταφέρονται στον αγρό εχθροί και ασθένειες. Η ποιότητα του βαμβακόσπορου εξαρτάται από 1) τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών (θερμοκρασία, υγρασία εδάφους, λίπανση, υγιεινή κατάσταση, χρησιμοποίηση επουλωτικών) και την πρωιμότητα των καρυδιών από τα οποία παρήχθησαν οι σπόροι, 2) τον τρόπο συγκομιδής και τις συνθήκες αποθήκευσης πριν και μετά την εκκόκκιση και 3) τη διαδικασία εκκόκκισης (Cherry και Loffler, 1984). Οι δύο κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη βλαστικότητα του σπόρου κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης είναι η υγρασία και η θερμοκρασία. Ο σπόρος του βαμβακιού διατηρεί τη βλαστική του ικανότητα για πολλά χρόνια, αλλά μετά 4-5 χρόνια η βλαστικότητά του δεν έχει πρακτική σημασία. Δεν συνιστάται η χρησιμοποίηση σπόρου παλαιότερου των δύο ετών. Οι τρόποι σποράς που ακολουθούνται είναι η παραδοσιακή (συμβατική) σπορά, η σπορά σε δίδυμες γραμμές, η σπορά σε αναχώματα και η πρώιμη σπορά υπό κάλυψη. Σε περίπτωση μειωμένου πληθυσμού γίνεται επανασπορά. Το αραίωμα είναι από τις πιο απαραίτητες εργασίες, γιατί τα φυτά σε πυκνούς πληθυσμούς γίνονται μονοστέλεχα και λιγότερο παραγωγικά. Σκάλισμα: Σκοπός του σκαλίσματος, με το οποίο αναμοχλεύεται και αποχρωματίζεται το επιφανειακό στρώμα του εδάφους του αγρού είναι: α) η καταστροφή των ζιζανίων που φύτευσαν μετά τη σπορά, β) ο αερισμός και η θέρμανση του εδάφους με την υποβοήθηση της εξάτμισης της πλεονάζουσας υγρασίας, γ) το σπάσιμο της κρούστας που πιθανόν δημιουργήθηκε από βροχή ή άρδευση. Τα σκαλίσματα γίνονται με το χέρι (χρησιμοποιώντας τσάπα) πάνω στη γραμμή σποράς και με μηχανικά μέσα μεταξύ των γραμμών σποράς. Το μηχανικό σκάλισμα μπορεί να γίνει με μηχανικά σκαλιστήρια περιστρεφόμενα φρεζοσκαλιστήρια. Μια απαραίτητη καλλιεργητική εργασία, όταν το πότισμα γίνεται με αυλάκια, είναι το αυλάκωμα, το οποίο γίνεται πριν κλείσουν οι γραμμές σποράς. (Παπακώστα –Τασοπούλου, 2002).

1.2.7.4. ΛΙΠΑΝΣΗ

Το βαμβάκι είναι καλλιέργεια που δεν εξαντλεί το έδαφος από θρεπτικά στοιχεία. Το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων βρίσκεται στα βλαστικά τμήματα και στα καρπόφυλλα, τα οποία ενσωματώνονται στο έδαφος και έτσι τα στοιχεία ανακυκλώνονται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό. Η σημασία των θρεπτικών στοιχείων



στο βαμβάκι είναι μεγάλη γιατί ο λόγος του βάρους των καρυδιών προς το βάρος των βλαστών και φύλλων αναφέρεται ως δείκτης καρποφορίας. Τα βασικά θρεπτικά στοιχεία με την επίδρασή τους στο δείκτη αυτό μπορούν να καταταγούν σε δύο ομάδες. Έλλειψη των στοιχείων της πρώτης ομάδας (P, K Ca, Mg, B, Zn) περιορίζει την καρποφορία σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι τη βλαστική ανάπτυξη, ενώ έλλειψη των στοιχείων της δεύτερης ομάδας (N, S, Mo, Mn) επηρεάζουν στον ίδιο βαθμό τη βλαστική ανάπτυξη και την καρποφορία (Benedict, 1984).

1.2.7.5. ΑΡΔΡΕΥΣΗ

Η άρδευση στον κατάλληλο χρόνο, στις απαιτούμενες ποσότητες και με την ενδεδειγμένη μέθοδο, αποτελεί την πιο αποδοτική καλλιεργητική επέμβαση της βαμβακοκαλλιέργειας. Οι απαιτήσεις του βαμβακιού σε νερό εξαρτώνται από το στάδιο ανάπτυξης. Ο τρόπος άρδευσης που επιλέγεται εξαρτάται: 1) από τα αρδευτικά έργα που υπάρχουν στην περιοχή και τη διαθέσιμη ποσότητα νερού, 2) το ανάγλυφο και το σχήμα του αγρού, 3) τη μηχανική σύσταση του εδάφους, 4) τα μέσα που έχει ο παραγωγός στη διάθεσή του και πολλές φορές και από την παράδοση της περιοχής. Οι μέθοδοι αρδεύσεις είναι ο καταιονισμός (τεχνική βροχή), η επιφανειακή άρδευση με αυλάκια ή κατάκλυση και η άρδευση με σταγόνες (στάγδην).

1.3. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

1.3.1. ΠΟΡΕΙΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Η έναρξη, η διάρκεια και το πέρας της συγκομιδής καθορίζονται από την κατάσταση της φυτείας (πρωιμότητα, ομοιομορφία ωρίμανσης, ασθένειες κλπ.) και από τις καιρικές συνθήκες της κάθε περιοχής και της κάθε χρονιάς. Η προσεγμένη συλλογή στον κατάλληλο χρόνο συντελεί σε αποφυγή απωλειών και διαφυλάσσει κατά το δυνατόν την ποιότητα του βαμβακιού (π.χ. ανώριμες ίνες κόβονται κατά τη διάρκεια της εκκόκκισης, με αποτέλεσμα να μειώνεται το μήκος τους, βροχές μετά το άνοιγμα αλλοιώνουν το χρώμα των ινών).

Η μηχανοσυλλογή στη χώρα μας αρχίζει κανονικά το δεύτερο 10ήμερο του Σεπτεμβρίου. Έχουν κατασκευασθεί και χρησιμοποιηθεί αρκετοί τύποι μηχανών. Από αυτές επικράτησαν παγκοσμίως δύο: οι απογυμνωτικές (cotton strippers) αρχικά και οι συλλεκτικές (cotton pickers) στη συνέχεια, οι οποίες είναι και οι πλέον διαδεδομένες. Η χειροσυλλογή πρέπει να αρχίζει λίγο νωρίτερα από τη μηχανοσυλλογή (Παπακώστα –Τασοπούλου, 2002). Η χειροσυλλογή του βαμβακιού με το χέρι (συλλέγεται μόνο το σύσπορο) δίνει καλύτερης ποιότητας προϊόν (μαζεύεται βαμβάκι με λιγότερες ξένες ύλες) και αποφεύγονται οι μεγάλες απώλειες στο χωράφι.



1.3.2. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Η αποθήκευση του σύσπορου βαμβακιού από τους παραγωγούς γίνεται α) σε αποθήκες και β) στον αγρό. Πλεονεκτεί η αποθήκευση σε αποθήκες γιατί παρέχει καλύτερη προστασία από τις καιρικές συνθήκες και παρατηρείται η μικρότερη ποιοτική υποβάθμιση, εφ' όσον βέβαια οι αποθήκες είναι κατάλληλες (π.χ. ύπαρξη εξαερισμού). Η χρησιμοποίηση όμως αποθηκών έχει και μειονεκτήματα όπως είναι το υψηλό κόστος κατασκευής τους και το κόστος εργασίας για την εκφόρτωση και την εκ νέου φόρτωση του προϊόντος και τη μεταφορά του στα εκκοκκιστήρια (Παπακώστα –Τασοπούλου, 2002).

1.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Ένα μικρό αλλά συνεχώς αυξανόμενο ποσοστό των καλλιεργητών προσπαθούν να καλλιεργήσουν την γη τους χωρίς να χρησιμοποιούν τεχνητά λιπάσματα και διάφορα εντομοκτόνα, μετατρέποντάς τα σε χωράφια βιολογικής καλλιέργειας.

Μία από τις εναλλακτικές μορφές γεωργικής παραγωγής αποτελεί η βιολογική γεωργία καθώς είναι αντικείμενο αυξανόμενου και πολύπλευρου ενδιαφέροντος, τα τελευταία χρόνια. Η βιολογική γεωργία παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον λόγω του ότι είναι η συνισταμένη πολλών πρωτοβουλιών που αναπτύχθηκαν παγκόσμια από το 1920. Αποτέλεσμα αυτών των πρωτοβουλιών αφορά η διαφοροποίηση της ορολογίας που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της, π.χ. σε οργανική, οικολογική, αειφόρο, φυσική, κ.ά. έννοιες, που σε γενικές γραμμές είναι συνώνυμες με την χρησιμοποιούμενη στην χώρα μας έννοια “βιολογική”.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.), αναγνωρίζει τη βιολογική γεωργία και θεσπίζει νομοθετικό πλαίσιο μέσω της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (Κ.Α.Π.). Παρουσιάζεται λοιπόν ως ένας άλλος τρόπος γεωργικής παραγωγής που έχει σκοπό να οργανώσει τόσο την αγροτική εκμετάλλευση, όσο και τον ευρύτερο αγροτικό τομέα κατά τρόπο αυτοτροφοδοτούμενο, αυτορρυθμιζόμενο και με μικρότερη δυνατή αναφορά σε εξωτερικές εισροές.

Κύριοι της στόχοι είναι η ανάπτυξη και προαγωγή ολοκληρωμένων σχέσεων μεταξύ εδάφους, φυτών, ζώων, ανθρώπου και βιόσφαιρας, έτσι ώστε τα γεωργικά προϊόντα και τα είδη διατροφής που λαμβάνονται να υπολείπονται χημικών σκευασμάτων και παράλληλα να αναβαθμίζεται και να προστατεύεται το περιβάλλον.

Η συμβατική γεωργία διαφέρει από τη βιολογική γεωργία, διότι η τελευταία δεν επιτρέπει τη χρήση συνθετικών χημικών ουσιών συνθετικών λιπασμάτων ούτε χημικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα για τη θρέψη των φυτών και την προστασία τους. Στα πλαίσια της συμβατικής γεωργίας το αγροοικοσύστημα δέχεται καλλιεργητικές πρακτικές υψηλών εξωτερικών ενεργειακών εισροών, με αποτέλεσμα να προϋποθέτει την εντατική χρήση καλλιεργητικών, αγροχημικών, φυσικών όρων και πηγών ενέργειας. Η Βιολογική Γεωργία αντίθετα, είναι κατ' εξοχή



αιφορική και αποτελεί πρακτική που οι εκροές είναι περισσότερες ή τουλάχιστον ίσες από τις ενεργειακές εισροές στο αγροοικοσύστημα.

1.4.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Το 1980 χρησιμοποιείται για πρώτη φορά ο όρος «βιολογική ποικιλομορφία». Ίσως ο Lovejoy (1980) την χρησιμοποίησε με την έννοια του αριθμού των ειδών που απαντούν σε έναν βιότοπο. Ο Rosen το 1985, επινόησε τη συμβατική μορφή της έννοιας αυτής και την ονόμασε βιοποικιλότητα. Ο όρος λοιπόν «Βιοποικιλότητα» θεωρείται ως συνώνυμο του όρου «βιολογική ποικιλομορφία». Η εντατικοποίηση και η επέκταση του σύγχρονου τρόπου καλλιέργειας συγκαταλέγονται μεταξύ των μεγαλύτερων απειλών της παγκόσμιας βιοποικιλότητας. Πρόσφατα, εισήχθησαν μέτρα για τη βιοποικιλότητα που δεν έχουν να κάνουν μόνο με τον αριθμό των ειδών (αφθονία των ειδών) και κάθε ένα από αυτά τα μέτρα, εμπλέκει μια διαφορετική έννοια της βιοποικιλότητας.

Η ραγδαία μείωση της διακύμανσης και της αφθονίας πολλών ειδών τα τελευταία χρόνια, έχει ως αποτέλεσμα την αυξανόμενη ανησυχία για την βιωσιμότητα των καλλιεργητικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται. Συστήματα λοιπόν όπως τα αντίστοιχα της βιολογικής καλλιέργειας θεωρούνται ως μία ενδεχόμενη λύση στην συνεχόμενη μείωση της βιοποικιλότητας και τυγχάνει θερμής υποστήριξης από πολλούς επιστήμονες και όχι μόνο (Hole et al., 2005).

Έχουν γίνει μεγάλες έρευνες σχετικά με την επίδραση της βιολογικής γεωργίας στην βιοποικιλότητα (Youngberg et al., 1984, Isart & Llerena, 1996). Έχει αναφερθεί η θετική επίδραση της βιολογικής γεωργίας στην ποικιλότητα των αροτριάων καλλιεργειών και των λειμώνων (Meisel 1978, 1979).

Τα βιολογικά συστήματα καλλιέργειας βελτιώνουν την βιοποικιλότητα των χωραφιών σύμφωνα με αρκετές μελέτες. Η βιολογική καλλιέργεια αυξάνει περίπου 30 % την αφθονία των ειδών κατά μέσο όρο, σε σύγκριση με χωράφια συμβατικής καλλιέργειας (Bengtsson et al., 2005). Σύμφωνα με τις έρευνες, με εξαίρεση αυτή του Weibul et al. (2003) έχει παρατηρηθεί υψηλότερη αφθονία και ποικιλότητα ειδών στα χωράφια βιολογικής καλλιέργειας, ανεξάρτητα από την καλλιέργεια που καλλιεργείται στο χωράφι (Hole et al., 2005).

1.4.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΖΙΖΑΝΙΑ

Τη σημαντικότερη απειλή για την βιολογική καλλιέργεια αποτελούν τα ζιζάνια (Penfold et al., 1995, Stonehouse et al., 1996, Clark et al., 1998). Τα ζιζάνια αφορούν έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες μείωσης της βιολογικής παραγωγής (Bond & Grundy, 2001).

Η επίφοβη μη αποτελεσματική διαχείριση των ζιζανίων αποτελεί την μόνη ένσταση των καλλιεργητών για την μετατροπή των χωραφιών τους από χωράφια συμβατικής σε χωράφια βιολογικής καλλιέργειας (Beveridge & Naylor, 1999). Στόχος της βιολογικής γεωργίας και των βιολογικών καλλιεργητών είναι να διατηρήσει μια ισορροπία μεταξύ της καλλιέργειας και της φυτοκοινωνίας των ζιζανίων και όχι την



πλήρη εξάλειψή τους (Blake, 1990),. Παρόλα αυτά η ύπαρξή τους στο χωράφι μπορεί να είναι ταυτόχρονα και ευλογία αλλά και πρόβλημα (Streibig, 1988).

Το κύριο πρόβλημα που αφορά τους βιοκαλλιεργητές είναι η αύξηση των πληθυσμών των ζιζανίων. Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές βελτιώσεις στις καλλιεργητικές μεθόδους, στην κατασκευή νέων μηχανημάτων και στην ανάπτυξη νέων μεθόδων όπως αυτή με την χρήση ατμού (Bond & Grundy, 2001). Αύξηση της ποσότητας των σπόρων παρατηρήθηκε μετά από ανάλυση της σχετικής συχνότητας των ζιζανίων, που πραγματοποιήθηκε σε χωράφι βιολογικής καλλιέργειας μετά το πέρας τριών χρόνων από τη μετατροπή του (Albrecht & Sommer, 1998). Πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί, φανερώνουν την μεγαλύτερη ποικιλομορφία στην ζιζανιοχλωρίδα σε χωράφια βιολογικής καλλιέργειας σε σύγκριση με τα χωράφια συμβατικής καλλιέργειας (Hald, 1999, Rydberg & Milberg, 2000).

Μετά από σειρά πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν από τον van Elsen (1999) ο οποίος και συνέκρινε χωράφια βιολογικής καλλιέργειας με αντίστοιχα συμβατικής καλλιέργειας, προέκυψε ότι ο μέσος όρος των ζιζανίων στα περιθώρια, στα χωράφια βιολογικής καλλιέργειας κυμαινόταν στο 25 (25,5) σε σύγκριση με τον αντίστοιχο της συμβατικής καλλιέργειας που ήταν γύρω στο 16 (15,8). Παράλληλα, στο κέντρο του χωραφιού, οι αντίστοιχες τιμές ήταν 18 (19,5) και 2 (3,2) μόνο. Η διακύμανση του αριθμού των ειδών των ζιζανίων στα περιθώρια ήταν 9-46 στα χωράφια βιολογικής καλλιέργειας και 2-25 στα χωράφια συμβατικής καλλιέργειας. Τα νούμερα στο κέντρο των χωραφιών ήταν 7-30 και 0-11 αντίστοιχα.

Οικολογικές διαφορές μεταξύ των περιθωρίων και του κέντρου του χωραφιού αποτελούν το φως, το διαφορετικό μικροκλίμα, η συμπίεση του εδάφους, η διαφορά στην τράπεζα των σπόρων, η ικανότητα των φυτών να εισβάλλουν από γειτονικά χωράφια (van Elsen, 1999).

Σε πειράματα του Hald (1999) που αφορούσαν καλλιέργεια δημητριακών, παρατηρήθηκε ότι η πυκνότητα των ζιζανίων σε χωράφια συμβατικής καλλιέργειας αποτελούσε το ένα τρίτο του αντίστοιχου των χωραφιών της βιολογικής καλλιέργειας. Για τα πλατύφυλλα ζιζάνια όπως τα είδη του γένους *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Polygonaceae*, οι διαφορές αυτές ήταν μεγαλύτερες σε σύγκριση με τα αγροστώδη (Hald, 1999, Kay & Gregory, 1998, Moreby et al., 1994).

Σε χωράφια βιολογικής καλλιέργειας παρατηρείται μεγαλύτερος αριθμός πολυετών ζιζανίων και οφείλεται στο γεγονός ότι καλλιεργούνται πολυετή είδη κατά την εναλλαγή των καλλιεργειών. Γι' αυτόν τον λόγο, πολλές φορές παρατηρούνται είδη του γένους *Rumex* στα χωράφια βιολογικής καλλιέργειας. Τα χωράφια της βιολογικής καλλιέργειας σε σύγκριση με τα αντίστοιχα της συμβατικής καλλιέργειας, έχουν μικρότερο αριθμό ζιζανίων. (Albrecht, 1998). Τα πιο σπάνια εμφανιζόμενα είδη *Silene noctiflora*, *Centaruea cyanus*, *Chrysanthemum segetum*, παρατηρούνται ενίοτε στα χωράφια βιολογικής καλλιέργειας αλλά όχι στα χωράφια συμβατικής καλλιέργειας (van Elsen, 1999). Άλλα σπάνια είδη που έχουν διαπιστωθεί ότι εμφανίζονται πιο συχνά σε χωράφια βιολογικής καλλιέργειας είναι τα *Ranunculus arvensis*, *Galeopsis angustifolious* κ.α.

Στα βιολογικά συστήματα καλλιέργειας το πρόγραμμα λίπανσης στηρίζεται στα οργανικά λιπάσματα, τα οποία απελευθερώνουν θρεπτικά στοιχεία (κυρίως N) με ένα βραδύ ρυθμό σε σύγκριση με τα ανόργανα (Magdoff, 1995). Ο ρυθμός



απελευθέρωσης θρεπτικών στοιχείων εξαρτάται από την αναλογία C: N της πηγής, τις ιδιότητες του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες, τον τρόπο ενσωμάτωσης, τα οποία καθορίζουν την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας που είναι ενσωματωμένη στο έδαφος (Maynard, 1993). Η γρήγορη απελευθέρωση των θρεπτικών στοιχείων ευνοεί τα ζιζάνια και αυτό γιατί έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν τα θρεπτικά στοιχεία στα αρχικά στάδια ανάπτυξής τους πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά σε σύγκριση με τα φυτά της καλλιέργειας (Jornsgard et al., 1996, Liebman & Davis, 2000), ένα χαρακτηριστικό που φαίνεται ότι λειτουργεί σαν ένα επιπλέον χαρακτηριστικό ανταγωνιστικότητας όταν η αρχική πυκνότητα των ζιζανίων είναι μεγάλη (Di Tomaso, 1995). Η αργή απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων δεν οδηγεί σε αύξηση της ανταγωνιστικότητας των ζιζανίων (Paul & Beauchamp, 1993, Liebman & Davis, 2000), όμως μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη ζιζανίων που βλαστώνουν αργότερα και συμβάλλουν στην αναπλήρωση της τράπεζας σπόρων τα επόμενα χρόνια. Παρόμοια αντίδραση έχει παρατηρηθεί στο ζιζάνιο *Stellaria media* L. (Bastiaans & Drenth, 1999). Παρόλα αυτά ο McCloskey et al. (1996) παρατήρησε μείωση του πληθυσμού *Stellaria media* L. κατά την διάρκεια 3 χρόνων όπου γινόταν εφαρμογή κοπριάς πουλερικών. Οι ίδιοι επιστήμονες παρατήρησαν αρνητική επίδραση της οργανικής λίπανσης στο είδος *Sinapis arvensis* L., ενώ ο πληθυσμός του *Galium aparine* L. αυξήθηκε. Ωστόσο θα πρέπει να αναφερθεί ότι έχουν παρατηρηθεί αντικρουόμενα συμπεράσματα γι' αυτό καλό θα είναι να αποφεύγεται η γενίκευση των συμπερασμάτων για την επίδραση των οργανικών λιπασμάτων καθώς μπορεί να διαφέρει ανάλογα με α) την πηγή της οργανικής ουσίας β) τις κλιματικές συνθήκες γ) και την αφθονία των ειδών μέσα στην κοινωνία των ζιζανίων. Επίσης οργανικά λιπάσματα μπορούν να αποτελέσουν πηγή για να εισχωρήσουν σπόροι ζιζανίων στο καλλιεργούμενο χωράφι (Barberi, 2001). Οι Pleasant & Schlater (1994) παρατήρησαν ότι σε ένα κιλό κοπριάς βοοειδών υπήρχαν παραπάνω από σαράντα δύο ζωτικοί σπόροι του είδους *Chenopodium album* L. Η χρήση των ζυμωμένων υποστρωμάτων μπορεί να αμβλύνει αυτό το πρόβλημα, και αυτό γιατί οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης είναι ικανές να αδρανοποιήσουν οποιοδήποτε σπόρο (De Luca & De Luca, 1997). Για τη μείωση της ζωτικότητας των σπόρων απαιτείται η θερμοκρασία να διατηρείται στους 46°C (Nishida et al., 1998), ενώ φαίνεται ότι η διάρκεια της κομποστοποίησης επηρεάζει λιγότερο (Ozores-Hampton et al., 1999). Επίσης η αλληλεπίδραση καλλιέργειας και ζιζανίων και η δυναμική των ζιζανίων επηρεάζεται και από την διαχείριση της λίπανσης (Barberi, 2001).

Η διαχείριση της θρέψης στην βιολογική καλλιέργεια εξαρτάται και από το σύστημα κατεργασίας που χρησιμοποιείται, καθώς κάποια οργανικά πρόσθετα (π.χ κοπριά) θα πρέπει να τοποθετούνται σε οργωμένα χωράφια ενώ άλλα (π.χ καλλιέργειες κάλυψης) σε χωράφια που έχουν υποστεί μειωμένη κατεργασία. Στα είδη όπως *Alopecurus myosuroides* Huds. (Cousens & Moss, 1990) και το *Bromus sterilis* L. (Froud-Williams, 1983), αναμένεται να αυξηθεί ο πληθυσμός τους με επιφανειακή ενσωμάτωση της οργανικής ουσίας στο έδαφος, και αυτό λόγω του ότι περιορίζεται η αδυναμία των σπόρων για την ανάδυση των φυτών. Για την επιτυχημένη διαχείριση των ζιζανίων, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η



αλληλεπίδραση της καλλιέργειας με τα ζιζάνια καθώς επίσης και η δυναμική των ζιζανίων (Barberi, 2001).

Τα βιολογικά συστήματα καλλιέργειας επιτρέπουν τους προ- και μεταφυτρωτικούς μηχανικούς τρόπους αντιμετώπισης των ζιζανίων, το θερμικό τρόπο αντιμετώπισης, τη χρήση πλαστικών και τη χρήση αποικοδομημένων επιστρωμάτων. Συνιστάται όμως η χρήση των καλλιεργητικών τρόπων αντιμετώπισης ούτως ώστε να περιορίσουμε την άμεση παρέμβαση στο ελάχιστο (Woodward & Lampkin, 1990). Παρ' όλα αυτά, πολλές φορές υπάρχει σύγκρουση μεταξύ των μέτρων που υιοθετούνται για την διαχείριση των ζιζανίων και των στόχων της βιολογικής καλλιέργειας. Για παράδειγμα, η καλλιέργεια βοσκοτόπων νωρίς, με στόχο τη διαχείριση των ζιζανίων, ελλοχεύει τον κίνδυνο της έκπλυσης των νιτρικών από το έδαφος (Mattisson et al., 1990, Colquhoun & Bellinder, 1996), και η εντατική καλλιέργεια για την καταπολέμηση των μεγαλύτερων ζιζανίων, μπορεί να οδηγήσει στη καταστροφή της δομής του εδάφους (Mattsson et al., 1990, Colquhoun & Bellinder, 1996). Όμως, η ανοργανοποίηση του εδαφικού αζώτου μετά την καλλιέργεια, μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα επιπλέον πλεονέκτημα για την περαιτέρω ανάπτυξη της καλλιέργειας (Smith et al., 1994).



1.4.3. ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Πολλοί τρόποι υπάρχουν για τη διαχείριση των ζιζανίων σε συστήματα βιολογικής καλλιέργειας. Οι πρακτικές που υιοθετούνται σκοπό έχουν να ευνοήσουν την ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας έναντι των ζιζανίων. Παρ' όλα αυτά όμως, η αποτελεσματικότητα αυτών των μέτρων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως την αρχική τράπεζα σπόρων, το έδαφος και το κλίμα (Reigne et al., 2007).

Για τον έλεγχο των ζιζανίων οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές επιβάλλουν, σε σχέση με την περιοχή, το συνδυασμό περισσότερων μέτρων. Στη βιολογική καλλιέργεια τα διαθέσιμα μέτρα μέχρι αυτή τη στιγμή, λόγω απουσίας συγκεκριμένων ουσιών ελέγχου των ζιζανίων, είναι τα προληπτικά, όπως π.χ ο σχεδιασμός αμειψισποράς, μέτρα υγιεινής, κατεργασία εδάφους, επιλογή ποικιλίας, ημερομηνία σποράς, πυκνότητα σποράς και κατανομή σπόρου, όπως και η λίπανση. Τα μηχανικά, με τη βοήθεια των σβαρνών, ξυστών και των διαφόρων σκαλιστικών μηχανημάτων, αποτελούν τα άμεσα μέτρα ελέγχου. Τα θερμικά μέτρα ελέγχου, όπως η μεταχείριση με υπέρυθρη ακτινοβολία και φλόγιστρα, εφαρμόζονται πρωτίστως στα κηπευτικά είδη και στο καλαμπόκι, και αυτό όταν τα άμεσα μηχανικά μέσα δεν κρίνονται επαρκή (Σιδηράς, 2005).

1.4.3.1. ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Είναι απαραίτητο, πριν την σπορά της επιθυμητής καλλιέργειας, κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας της σποροκλίνης, να ενθαρρύνεται η βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων που ήδη υπάρχουν στο χωράφι. Στη συνέχεια, τα ζιζάνια πρέπει να καταστρέφονται με σβάρνισμα ή κάψιμο. Αυτό στο οποίο θα πρέπει να δίνεται προσοχή είναι διάφορες παράμετροι όπως το ποσοστό και η έκταση της βλάστησης των σπόρων των ζιζανίων, το βάθος στο οποίο λαμβάνουν χώρα αυτές οι εργασίες, οι εδαφικές και οι κλιματικές συνθήκες (Bond & Grundy, 2001). Αυτό το μέτρο είναι αρκετά αποτελεσματικό πριν την σπορά την άνοιξη και αυτό γιατί επικρατούν συνθήκες (υψηλές θερμοκρασίες και αυξημένη εδαφική υγρασία) που ευνοούν την βλάστηση των σπόρων ζιζανίων. Αντίθετα, το φθινόπωρο όπου επικρατούν ξηρικές συνθήκες δεν είναι το ίδιο αποτελεσματικό. Επίσης η διαδικασία αυτή μπορεί να έχει αντίθετα αποτελέσματα όταν οι εργασίες αυτές γίνονται μεγαλύτερα βάθη, ή όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι χαμηλή και αυτό γιατί καθυστερεί η βλάστηση των σπόρων με αποτέλεσμα να γίνονται ανταγωνιστικά ως προς την καλλιέργεια (Reigne et al., 2007).

1.4.3.1.1. ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Η αμειψισπορά αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος βιολογικής καλλιέργειας (Bond and Grundy, 2001). Μέχρι τον 20ο αιώνα, η διαχείριση των ζιζανίων γινόταν με τα συστήματα αμειψισποράς (Lee, 1995). Μία ακολουθία από καλλιέργειες οι οποίες μπορούν να ανταγωνιστούν τα ζιζάνια, να έχουν αλληλοπαθητική δράση με



αυτά, δημιουργούν ένα περιβάλλον που δεν είναι ευνοϊκό για την εγκατάσταση και εξάπλωση των ζιζανίων (Karlen et al., 1994).

Μια επιτυχημένη διαχείριση των ζιζανίων βασίζεται στο σωστό σχεδιασμό του συστήματος καλλιεργειών που χρησιμοποιείται στο χωράφι. Όπως για παράδειγμα η εναλλαγή χειμερινών και καλοκαιρινών καλλιεργειών, σιτηρών – ψυχανθών, καλλιεργειών που εξαντλούν θρεπτικά το χωράφι με καλλιέργειες που αναπληρώνουν τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους (Barberi, 2001). Ανάμεσα στα προληπτικά μέτρα, η χρήση καλλιεργειών κάλυψης στα βιολογικά συστήματα καλλιέργειας συνεισφέρει θετικά στην συντήρηση των καλών συνθηκών του εδάφους οι οποίες επηρεάζουν και την διαχείριση των ζιζανίων (Barberi, 2001). Οι επιδράσεις των καλλιεργειών κάλυψης στα ζιζάνια εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του φυτού κάλυψης, που χρησιμοποιείται και τη διαχείριση της καλλιέργειας καθώς και από την σύνθεση της ζιζανιοχλωρίδας του χωραφιού (Barberi & Mazzoncini, 2001).

Η επιλογή των κατάλληλων καλλιεργειών είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία ενός συστήματος, καθώς είναι ικανές να διαταράξουν τη τράπεζα σπόρων και κατ' επέκταση την ζιζανιοχλωρίδα (Liebman & Davis, 2000, Hatcher & Melander, 2003). Η αμειψισπορά έχει αποδειχθεί ότι έχει τον μεγαλύτερο αντίκτυπο στη διαχείριση των ζιζανίων και στην απόδοση και η αποτελεσματικότητα της κατά των ζιζανίων, οφείλεται στο γεγονός ότι εμποδίζει τη συσσώρευση ενός ή μερικών ειδών ζιζανίων που μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν σε μία ή περισσότερες καλλιέργειες (Frick, 1998).

Σε ένα σύστημα αμειψισποράς, παραδοσιακά πολλές φορές συμπεριλαμβάνεται και η καλλιέργεια πατάτας (*Solanum tuberosum*), η οποία χρησιμοποιείται για να περιορίσει το πρόβλημα των ζιζανίων, όταν η καλλιέργεια που ακολουθεί είναι λιγότερο ανταγωνιστική. Για έναν βιοκαλλιεργητή, η επιλογή της ακολουθίας των καλλιεργειών είναι ακόμη πιο σύνθετη και αυτό γιατί θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν του και τη γονιμότητα και τη διατήρηση αυτής σε επίπεδα που απαιτεί η κάθε καλλιέργεια (Liebman & Davis, 2000). Η ένταξη μίας καλλιέργειας κάλυψης στο σύστημα αμειψισποράς, μπορεί να καταστείλει την ανάπτυξη των ζιζανίων, ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνουμε τη διατήρηση της γονιμότητας και την αποφυγή διάβρωσης (Liebman & Davis, 2000). Η ταχύτητα ανάπτυξης της καλλιέργειας και η πυκνότητα της εδαφικής κάλυψης από την καλλιέργεια, καθορίζουν τον βαθμό καταστολής των ζιζανίων και ως εκ τούτου είναι πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά για την επιλογή της καλλιέργειας (Nelson et al., 1991). Η αλληλοπαθητική δράση επίσης μπορεί να προκαλέσει μείωση των ζιζανίων, αλλά ο ανταγωνισμός για θρεπτικά στοιχεία, νερό, φως είναι αυτός που κατά κύριο λόγο προκαλεί την καταστολή των ζιζανίων (Grundy et al., 1999). Μετά το πέρας της καλλιέργειας κάλυψης, αυτή μπορεί να καταστραφεί και έτσι το επίστρωμα από την καλλιέργεια αυτή μπορεί να καταστείλει περαιτέρω την ανάπτυξη των ζιζανίων λόγω των συνθηκών που αναπτύσσονται στο έδαφος (θερμοκρασία, υγρασία, φως) (Teasdale, 1993). Επίσης, δημιουργείται ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη των εχθρών των σπόρων (Reader, 1991), ενώ η αποσύνθεση τους μπορεί να απελευθερώσει αλληλοχημικές ενώσεις οι οποίες μπορούν να παρεμποδίσουν την βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων (Liebman & Davis, 2000). Η αγρανάπαυση στην



αμειψισπορά χρησιμοποιείται για να μειώσει τα πολυετή ζιζάνια (Hintzsche & Wittmann, 1992). Παρόλα αυτά πολλές φορές θεωρείται αδόκιμη η χρήση της στη βιολογική καλλιέργεια λόγω του ότι ο καλλιεργητής δεν έχει παραγωγή και των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων στο έδαφος και στο περιβάλλον (Lampkin, 1990). Η χρήση της αμειψισποράς για χρονικό διάστημα μικρότερο της καλλιεργητικής περιόδου μπορεί να είναι το ίδιο αποτελεσματική και να χρησιμοποιηθεί στα περισσότερα συστήματα αμειψισποράς (Blake, 1990). Παρόμοια αποτελέσματα μπορούμε να έχουμε με την καλλιέργεια φυτών ταχείας ανάπτυξης όπως το ραπανάκι (*Raphanus sativus L.*). Το μικρό χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της εγκατάστασης της καλλιέργειας και της συγκομιδής μπορεί να ενθαρρύνει την βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων αλλά δεν επιτρέπει στα ζιζάνια να αναπαραχθούν (Turner et al., 1999).

1.4.3.1.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ

Η παρεμπόδιση της εμφάνισης των ζιζανίων μπορεί να προκληθεί εν μέρει από τον ανταγωνισμό της καλλιέργειας με τα ζιζάνια για το φως, τα θρεπτικά στοιχεία και την εδαφική υγρασία, ο οποίος καθορίζεται και από την ποικιλία, λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών, καθώς επίσης και από τις φυσικοχημικές επιδράσεις (αλληλοπάθεια) όταν η καλλιέργεια ή τα υπολείμματα της καλλιέργειας αφήνονται στο έδαφος (Mohler & Teasdale, 1993). Στο φυτό του σόργου υπάρχει η ουσία sorgoleone η οποία έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την εμφάνιση των ζιζανίων (Duke et al., 2000). Στους νεκρούς και ζώντες ιστούς των ειδών *Brassica spp.*, *Eruca spp.*, *Sinapis spp.* υπάρχουν ουσίες που ονομάζονται γλυκοσινολάσες και οι οποίες έχουν αλληλοπαθητική δράση (Jimenez-Osornio & Gleissman, 1987, Angelini et al., 1998).

Οι ποικιλίες μπορούν να διακριθούν σε αυτές που ανέχονται τα ζιζάνια και σε αυτές που καταστέλλουν τα ζιζάνια (Froud-Williams, 1997). Καλλιέργειες οι οποίες βλαστάνουν πιο γρήγορα σε σύγκριση με τα ζιζάνια είναι πιο ανταγωνιστικές. Επίσης, ποικιλίες οι οποίες είναι πιο ζηρές σε σύγκριση με άλλες (Rasmussen & Rasmussen, 2000). Ορισμένα χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος της ανάπτυξης της ρίζας, το μέγεθος του φύλλου, και η δυνατότητα του φαινομένου της αλληλοπάθειας, κάνουν μια ποικιλία πιο ανταγωνιστική από μία άλλη (Lemerle et al., 1996). Έτσι λοιπόν, μία μέθοδος είναι η χρήση ποικιλιών οι οποίες είναι πιο ανταγωνιστικές ως προς τα ζιζάνια σε σύγκριση με άλλες. Συνήθως αυτό έχει να κάνει σχέση με την γρήγορη ανάδυση του σπόρου (Rasmussen & Rasmussen, 2000), και την ταχεία ανάπτυξη στα πρώτα στάδια του φυτού (Barberi, 2001). Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές φορές τα χαρακτηριστικά που προσδίδουν το χαρακτηριστικό της ανταγωνιστικότητας των φυτών έναντι των ζιζανίων, μπορεί να μην μπορέσουν να αξιοποιηθούν όπως π.χ. το ύψος των το οποίο είναι δυνατόν να καταπνίξει τα ζιζάνια αλλά ταυτόχρονα πολλές φορές το μεγάλο ύψος συσχετίζεται με το πλάγιασμα και την μείωση της απόδοσης.

Υπάρχουν λίγες πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο ανταγωνιστικότητας μεταξύ των ποικιλιών. Οι περισσότερες μελέτες έχουν ερευνήσει την καταστολή των



ζιζανίων μεταξύ των διάφορων ποικιλιών των δημητριακών (Christensen, 1995, Seavers & Wright, 1995, Froud-Williams, 1997, Sodhi & Dhaliwal, 1998), ορισμένες από τις οποίες είναι κατάλληλες για βιολογική καλλιέργεια (Richards & Heppel, 1990, Cosser et al., 1997). Λιγότερες είναι οι μελέτες που έχουν μελετήσει το αντίστοιχο για άλλες καλλιέργειες πλην των δημητριακών (Taylor, 1993).

1.4.3.1.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Σκοπός των καλλιεργητικών μεθόδων είναι να ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας σε σύγκριση με τα ζιζάνια. Πολλές φορές ο καθορισμός της ημερομηνίας σποράς ή της πυκνότητας μπορούν να μειώσουν τη εμφάνιση των ζιζανίων αλλά και να αυξήσουν την ανταγωνιστικότητα (Mohler, 1996, Griepentrog et al., 2000). Αυτό όμως δεν μπορεί να αποτελέσει γενίκευση, καθώς αυτό εξαρτάται από τα είδη και την τοποθεσία (Barberi, 2001). Για παράδειγμα, σε σιτάρι που σπάρθηκε το φθινόπωρο, ο έλεγχος του ζιζανίου *Setaria viridis* (L.) Beauv. ήταν μικρότερος, σε σχέση με το αντίστοιχο που σπάρθηκε την άνοιξη, και αυτό γιατί αυτό το είδος ζιζανίου είχε την τάση να βλαστάνει σε πρώτο χρόνο και όχι σποραδικά με αποτέλεσμα να είναι πιο ευαίσθητο στην άμεση διαχείριση των ζιζανίων (Srandl et al., 1998). Επίσης, υπάρχουν φυτά, στα οποία με αύξηση του σπόρου σποράς έχουμε και αύξηση της ανταγωνιστικότητας τους, έναντι των ζιζανίων. Τέτοια φυτά είναι η πατάτα (*Solanum tuberosum* L.) και το μπιζέλι (*Pisum sativum* L.) (Barberi, 2001).

Η αύξηση της ποσότητας του σπόρου σποράς στα δημητριακά, μπορεί να είναι αποτελεσματική στην καταστολή των ζιζανίων (Korres & Froud-Williams, 1997, Sodhi & Dhaliwal, 1998), και αυτή είναι μια πρακτική που χρησιμοποιείται πολύ στην βιολογική γεωργία (Samuel & Guest, 1990, Taylor et al., 1996). Έχει διαπιστωθεί, ότι αν μειωθεί η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς έχει ως συνέπεια, την αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης της καλλιέργειας και την ταχεία κάλυψη του εδάφους. Παρ' όλα αυτά φαίνεται ότι έχουμε πιο θετικά αποτελέσματα σε ότι αφορά την καταστολή των ζιζανίων, με την αύξηση της ποσότητας του σπόρου, σε σύγκριση με τη μείωση της απόστασης μεταξύ των γραμμών σποράς (Younie & Taylor, 1995).

1.4.3.2. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Η αποτελεσματικότητα των μηχανικών τρόπων αντιμετώπισης επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους, τις εδαφικές συνθήκες (κυρίως την υγρασία), την σύνθεση της ζιζανιοχλωρίδας καθώς επίσης και τη σχέση καλλιέργειας και ζιζανίων (Rasmussen, 1992, Wilson et al., 1993, Rasmussen & Ascard, 1995). Οι μηχανικοί τρόποι αντιμετώπισης των ζιζανίων, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, μπορεί να είναι εξαιρετικά αποτελεσματικοί (Pullen and Cowell, 1997). Εκτεταμένη χρήση αυτών μπορούν να οδηγήσουν στη μείωση των χειμερινών ετήσιων ζιζανίων μεγάλου βιολογικού κύκλου και να ευνοήσει τα καλοκαιρινά ετήσια ζιζάνια μικρού βιολογικού κύκλου, η οποία οδηγεί σε μία δυνητικά "αδύναμη" ζιζανιοχλωρίδα (van



Elsen, 2000). Οι μηχανικοί τρόποι αντιμετώπισης συμβάλλουν στην μεγαλύτερη αφθονία των ζιζανίων στις καλλιεργούμενες εκτάσεις (Hole et al., 2005).

Μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, οι μηχανικοί τρόποι διαχείρισης των ζιζανίων θεωρούνται η πιο χρήσιμη τεχνική στην βιολογική γεωργία ανεξάρτητα από το σύστημα κατεργασίας που υιοθετείται. Οι κύριες μέθοδοι είναι το σκάλισμα, το βοτάνισμα το κόψιμο και το κάψιμο των ζιζανίων (Bond & Grundy, 2001). Η αποτελεσματικότητα αυτών των μεθόδων εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και τις εδαφικές συνθήκες, από την ποσότητα του νερού που υπάρχει στο έδαφος, τα είδη των ζιζανίων που υπάρχουν στο χωράφι και τέλος από το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας και των ζιζανίων. Σε ότι αφορά τα πολυετή αγρωστώδη ζιζάνια, το κόψιμο τους βοηθά στην πρόληψη της περαιτέρω διασποράς τους και εμμέσως βοηθά στη καλύτερη διαχείριση του ζιζανίου *Convolvulus Arvensis* στη μειωμένη κατεργασία. οστόσο η πρακτική αυτή δεν είναι αποτελεσματική για όλα τα πολυετή ζιζάνια όπως το *Rumex spp.* (Peigne et al., 2007). Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι υπερβολική χρήση των μηχανικών τρόπων διαχείρισης των ζιζανίων μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο ζημιάς στην καλλιέργεια (Peigne et al., 2007). Εάν τα ζιζάνια είναι πολύ ανεπτυγμένα σε μία καλλιέργεια και χρησιμοποιηθούν οι μηχανικοί τρόποι αντιμετώπισης σε πιο μεγάλα βάθη, τότε υπάρχει ο κίνδυνος ζημιάς του ριζικού συστήματος της καλλιέργειας (Hatcher & Melander, 2003). Επίσης ένα επιπλέον πρόβλημα που μπορεί να προκύψει από την εντατική χρήση των μηχανικών τρόπων είναι η συμπίεση, για αυτό οποιαδήποτε εργασία θα πρέπει να λαμβάνει χώρα σε κατάλληλες εδαφικές συνθήκες (Peigne et al., 2007).

Το κόψιμο των ζιζανίων κοντά στην επιφάνεια τους η τοποθέτηση τους σε βάθος 1cm κάτω από το έδαφος είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την αποτελεσματική διαχείριση των ζιζανίων (Jones et al., 1995, 1996). Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων με μηχανικούς τρόπους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εργαλεία όπως τσάπες, σκαλιστήρια, σβάρνες και διάφορα εργαλεία κοπής όπως χορτοκοπτικά. Το είδος του εργαλείου που θα χρησιμοποιήσουμε καθώς επίσης η χρονική στιγμή και η συχνότητα, εξαρτώνται από την μορφολογία της καλλιέργειας και τα ζιζάνια (Bond and Grundy, 2001). Η χρονική στιγμή που θα έχουμε τα πιο ευεργετικά αποτελέσματα από την μηχανική αντιμετώπιση των ζιζανίων εξαρτάται από το μέγεθος της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας έναντι των ζιζανίων (Turner et al., 1999) και το μέγεθος της ανάπτυξης των ζιζανίων (Pullen & Cowell, 1997). Η χρήση τσαπών καθώς και η μέθοδος του βοτανίσματος χρησιμοποιούνται ακόμη, για την απομάκρυνση ενός μεμονωμένου ζιζανίου ή ομάδας ζιζανίων με σκοπό να αποφευχθεί η εξάπλωση τους (Marshall, 1992).

Επίσης η μέθοδος του ξεβοτανίσματος μεταξύ των γραμμών σποράς μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετά την μηχανική αντιμετώπιση των ζιζανίων (Ionescu et al., 1996). Το σβάρνισμα χρησιμοποιείται ευρέως στις αροτριάιες καλλιέργειες πριν τη βλάστηση της καλλιέργειας. Το σβάρνισμα είναι λιγότερο αποτελεσματικό, όταν λίγα ζιζάνια έχουν βλαστήσει, και πολλές φορές μπορεί να είναι η αιτία για την καθυστέρηση της ανάδυσης των φυταρίων της καλλιέργειας. Η μεταφυτρωτική χρήση του σβάρνισματος μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην καλλιέργεια (Kurstjens & Perdok, 2000).



1.4.3.3. ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Ο εξοπλισμός για την θερμική διαχείριση των ζιζανίων χρησιμοποιείται σε αρκετές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Σουηδία (Hülmooy & Netland, 1994). Παρ' όλα αυτά, η συγκεκριμένη μέθοδος δεν είναι κατάλληλη για καλλιέργειες που έχουν ευαίσθητο επιφανειακό ριζικό σύστημα. Συνήθως αυτή η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η υγρασία του εδάφους είναι τόσο υψηλή που δεν δύναται να πραγματοποιηθεί μηχανική διαχείριση των ζιζανίων (Barberi, 2002, Bond & Crundy, 2001, Hatcher & Meleander, 2003).

1.5. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ

1.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας μπορεί να διαδραματίσει βασικό ρόλο στην αύξηση της παραγωγής, στον περιορισμό των αγροχημικών και στην προστασία του περιβάλλοντος. Με άλλα λόγια παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές και μπορεί να βοηθήσει στην παραπέρα προώθηση της αειφορικής γεωργίας και ιδιαίτερα του αγροδιατροφικού συστήματός της, της οικολογικής γεωργίας.

Πρόσφατα αποδείχτηκε ότι η αξιοποίηση του φαινομένου της αλληλοπάθειας μπορεί να δώσει λύση στην αντιμετώπιση των ανεπιθύμητων ζιζανίων, στον έλεγχο πολλών εχθρών και ασθενειών και στη διασφάλιση των απαραίτητων μέσων για την ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών.

Σήμερα ολοένα και περισσότεροι ερευνητές διευρύνουν το πλαίσιο της αλληλοπάθειας και τείνουν να περιλάβουν σε αυτό και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυτών και των ζώων και να θεωρήσουν την αλληλοπάθεια ως ένα μέρος του δικτύου της χημικής επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων οργανισμών.

Η αποσύνθεση των υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης προσδίδει επίσης στο έδαφος διάφορα φυτοτοξικά ή μικροβιοτοξικά αλληλοχημικά. Οι φαινολικές ενώσεις από τη ρίζα και άλλα μέρη απελευθερώνονται στο έδαφος κατά την αποσύνθεση. Κατά τη διαδικασία της αποσύνθεσης παράγονται παράγωγα των γκιασυλίου και υδροξυφαινουλίου, τα οποία αποτελούν πηγή παραγωγής, με πολυμερισμό, φαινολικών ενώσεων. Τα αλληλοχημικά των αγλυκονών απελευθερώνονται επίσης με την αποσύνθεση των υπολειμμάτων του δότη οργανισμού. Η παραγωγή των αλληλοχημικών κατά την αποσύνθεση εξαρτάται και από την ηλικία του αλληλοχημικού φυτού. Στα υπολείμματα νεαρής ηλικίας τα αλληλοχημικά αποσυντίθενται πολύ γρηγορότερα σε σχέση με εκείνα που προέρχονται από υπολείμματα μεγάλης ηλικίας.

1.5.2. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ

Τα ζιζάνια και τα καλλιεργούμενα φυτά δεν ανταγωνίζονται μόνο μεταξύ τους για τα θρεπτικά στοιχεία, νερό και φως, αλλά μερικά από αυτά παράγουν και



απεκκρίνουν ορισμένες ουσίες στο περιβάλλον τους, οι οποίες προκαλούν αναστολή ή διέγερση στο φύτερωμα των σπόρων ή/και στην αύξηση άλλων φυτών (Rice, 1984, Putnam και Tang, 1986, Rizvi και Rizvi, 1992, Radosevich κ.ά., 1997: Aldrich και Kremer, 1997, Inderjit και Keating, 1999, Narwal, 1999, Vynyan. 2002).

Η πρώτη αναφορά ύπαρξης τέτοιας αλληλεπίδρασης μεταξύ των φυτών έγινε από τον Θεόφραστο (300 π.Χ.), ενώ ο Δημόκριτος πολλά χρόνια πριν είχε αναφέρει ότι η αντιμετώπιση ορισμένων δενδρωδών ζιζανίων γινόταν με εφαρμογή στις ρίζες τους ενός μίγματος από άνθη ενός είδους λούπινου (*Lupinus spp.*) και χυμού του δηλητηριώδους ζιζανίου κώνειο (*Conium maculatum*) (Rizvi και Rizvi, 1992). Βέβαια, σύμφωνα με τους Inderjit και Keating (1999), η πρώτη επιστημονική διαπίστωση αυτής της μορφής αλληλεπίδρασης έγινε από τον Massey το 1925, όταν βρήκε ότι η ανάπτυξη φυτών τομάτας, πατάτας και μηδικής ήταν αδύνατη κάτω από δένδρα της μαύρης καρυδιάς (*Juglans nigra*) εξαιτίας της απελευθέρωσης κάποιων τοξικών ουσιών από αυτά τα δένδρα, οι οποίες προκαλούσαν αρχικώς μάρανση, στη συνέχεια ξήρανση και τελικώς νέκρωση στα αναπτυσσόμενα φυτά. Επίσης, σύμφωνα με τις ίδιες πηγές (Inderjit & Keating, 1999), ο Davis το 1928 συνέβαλε ακόμη περισσότερο στην κατανόηση αυτού του φαινομένου αφού βρήκε ότι η τοξική επίδραση των φυτών της μαύρης καρυδιάς στα φυτά της μηδικής και της τομάτας οφειλόταν στην ουσία γιουγκλόνη (*juglone*, προέρχεται από το *Juglans*), η οποία παράγεται εντός των φυτών της καρυδιάς και ακολούθως απεκκρίνεται από τις ρίζες τους στο περιβάλλον.

Ο όρος αλληλοπάθεια εισήχθη για πρώτη φορά στην επιστήμη από τον Γερμανό Hans Molisch το 1937 για να περιγράψει χημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ φυτών, ενώ ο πρώτος ορισμός για την αλληλοπάθεια δόθηκε από τον Rice το 1984. Σύμφωνα με τον ορισμό του Rice (1984), ο οποίος προαναφέρθηκε στην ενότητα του ανταγωνισμού, αλληλοπάθεια είναι «η μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτών (ιδίου ή διαφορετικού είδους) που λαμβάνει χώρα όταν το ένα φυτό απελευθερώνει χημικές ουσίες (αλληλοπαθητικές ουσίες) στο περιβάλλον που διεγείρουν ή αναστέλλουν την αύξηση άλλων φυτών» ή κατά το συντομότερο «η αρνητική ή θετική επίδραση ενός φυτού (ή και μικροοργανισμού) σε άλλα φυτά μέσω της απελευθέρωσης χημικών ουσιών (αλληλοπαθητικών ουσιών) στο περιβάλλον». Ο όρος αλληλοπάθεια (*allelopathy*), κατά τον Zimdahl (2007), είναι σύνθετη ελληνική λέξη και προέρχεται από τη λέξη «*allelo* ή *allelon* (αλλήλων ή κάτι που λαμβάνει χώρα μεταξύ ατόμων)» και από τη ρίζα «*rathos* (πάθος = έντονο συναίσθημα που προκαλείται από άλλον = υποφέρω)». Επομένως, κατά την ερμηνεία του Zimdahl (2007), η αλληλοπάθεια είναι μια μορφή αρνητικής επίδρασης που υφίσταται ένα φυτό (υποφέρει) εξαιτίας των τοξικών ουσιών (αλληλοπαθητικών ουσιών) που εκκρίνονται στο περιβάλλον ανάπτυξης του από κάποιο άλλο φυτό. Οι Aldrich και Kremer (1997), σε αντίθεση με τον γενικό ορισμό του Rice (1984), αναφέρουν ότι «η αναστολή του φυτρώματος των σπόρων ή/και της αύξησης ορισμένων φυτών από τοξικές ουσίες που απελευθερώνονται στο περιβάλλον από φυτά του ίδιου και όχι άλλου είδους» δεν είναι αλληλοπάθεια αλλά αυτοπάθεια ή αυτοτοξικότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτοτοξικότητας είναι η περίπτωση της μη επιτυχούς εγκατάστασης νέου ροδακινεύνα σε αγρό παλαιού ροδακινεύνα (εξαιτίας της απελευθέρωσης



αλληλοπαθητικών ουσιών στο περιβάλλον κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των ριζών των δένδρων της προηγούμενης καλλιέργειας), νέας μηδικής μετά από καλλιέργεια μηδικής ή νέας καλλιέργειας σπαραγγιού μετά από καλλιέργεια σπαραγγιού (Putnam & Tang, 1986, Rizvi & Rizvi, 1992, Inderjit & Keating, 1999, Narwal, 1999, Bashi κ.ά., 2001).

1.5.3. ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Οι περισσότερες από τις αλληλοπαθητικές ουσίες είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού που βιοσυντίθενται σε διάφορα όργανα του φυτού (φύλλα, ρίζες, βλαστοί, άνθη και καρποί ή σπόροι). Βέβαια, σύμφωνα με τα δεδομένα του Rice (1984), τα παλαιότερα φύλλα των φυτών του ηλίανθου παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αλληλοπαθητικών ουσιών (1139 mg χλωρογενικού οξέος/g νωπού βάρους) και ακολουθούν τα νεότερα φύλλα (737 mg χλωρογενικού οξέος/g νωπού βάρους), οι βλαστοί (383 mg χλωρογενικού οξέος/g νωπού βάρους) και οι ρίζες (303 mg χλωρογενικού οξέος/g νωπού βάρους).

Η ποσότητα των παραγόμενων αλληλοπαθητικών ουσιών εντός των φυτών επηρεάζεται σημαντικά από τους εδαφοκλιματολογικούς παράγοντες και μάλιστα τα φυτά παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αυτών των ουσιών όταν αναπτύσσονται σε αντίξοες συνθήκες (καταπόνησης) όπως η έντονη ηλιακή ακτινοβολία, η έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, η έλλειψη εδαφικής υγρασίας, η υψηλή θερμοκρασία, η χαμηλή θερμοκρασία, η εφαρμογή φυτορρυθμιστικών ουσιών, και η προσβολή από παθογόνους μικροοργανισμούς και έντομα (Rice, 1984; Aldrich & Kremer, 1997). Ειδικότερα, τα φυτά του ηλίανθου έδειξαν ότι παράγουν 15 και 16 φορές μεγαλύτερες ποσότητες χλωρογενικού και ισοχλωρογενικού οξέος (αλληλοπαθητικών ουσιών), αντιστοίχως, όταν αναπτύσσονται σε συνθήκες έλλειψης αζώτου και νερού.

Οι περισσότερες αλληλοπαθητικές ουσίες ανήκουν από χημικής πλευράς στις φαινολικές ουσίες, στα τερπένια και στις αζωτούχες ενώσεις. Οι φαινολικές ουσίες περιλαμβάνουν απλές φαινόλες, παράγωγα υδροξυβενζοϊκού, ακετοφαινόλες, παράγωγα οξικού φαινυλίου, παράγωγα υδροξυκιναμικού φαινυλοπροπανίου, κουμαρίνες, ναφθακινόνες, ξανθόνες, ανθρακινόνες, στυλβένια, λιγνάνες, φλαβονοειδή, διφλαβονοειδή, μελανίνες της κατεχόλης, υδρολυόμενες ταννίνες, λιγνίνες και συμπυκνωμένες ταννίνες (Inderjit & Keating, 1999).

Οι χαρακτηριστικότεροι εκπρόσωποι της ομάδας των τερπενίων (αποτελούν τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων) είναι το ισοπρένιο, τα μονοτερπένια (μενθόλη, καμφορά κ.ά.), σεσκιτερπένια (πλαστοκινόνη, αμπισισικό κ.ά.), διτερπένια (φυτόλη, γιββερελικό κ.ά.), τριτερπένια (στεροειδή, σαπωνίνες), τετρατερπένια (φυτοένιο, καροτενοειδή) και τα πολυτερπένια (κόμμα, γουταρπένια). Η ομάδα των αζωτούχων ενώσεων περιλαμβάνει τα αλκαλοειδή, τις μπεταλαίνες, τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα, τις αμίνες, τα κυανογόνα γλυκοζίδια, τα θειογλυκοζίδια και τις πρωτεΐνες.



Η βιοσύνθεση των περισσότερων φαινολικών ουσιών γίνεται μέσω των οδών του σικιμικού οξέος (παράγονται και τα αρωματικά αμινοξέα φαινυλαλανίνη, τυροσίνη και τρυπτοφάνη) και του μηλονικού οξέος, ενώ η βιοσύνθεση των περισσότερων τερπενίων γίνεται μέσω της οδού του μεβαλονικού οξέος. Ορισμένες αλληλοπαθητικές ουσίες που απομονώθηκαν από καλλιεργούμενα ή αυτοφυή φυτά και προσδιορίστηκαν χημικώς είναι οι παρακάτω (Aldrich & Kremer, 1997, Inderjit & Keating, 1999, Batish κ.ά., 2001, Vgnyan, 2002, Cornes, 2006):

- 1) Αγκροστεμίνη (agrostemin): απομονώθηκε από φυτά του ζιζανίου γόγγολη (*Agrostema githago*).
- 2) Βενζοξαζίνη ή βενζοξαζινόνη (DIBOA): απομονώθηκε από φυτά σίκαλης (*Secale cereale*) και σιταριού (*Triticum aestivum*).
- 3) Βενζοξαζολινόνη (BOA): απομονώθηκε από φυτά σίκαλης και σιταριού.
- 4) Γιουγκλόνη (juglone): κινόνη που απομονώθηκε από φυτά μαύρης καρυδιάς (*Juglans nigra*).
- 5) Γκοσσύπολη (gossypol): απομονώθηκε από φυτά βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*).
- 6) Γκραμίνη ή χορντεμίνη (gramine, hordemine): απομονώθηκε από φυτά κριθαριού (*Hordeum vulgare*).
- 7) Λεπτοσπερμόνη (leptospermon): τρικετόνη που απομονώθηκε από φυτά των ειδών *Callistemon citrinus* και *Leptospermum scoparium*.
- 8) Σκοπολετίνη (scopoletin): κουμαρίνη που απομονώθηκε από φυτά αγριοβρώμης (*Avena fatua*), βρώμης (*Avena sativa*), κριθαριού και σιταριού.
- 9) Σοργολεόνη (sorgoleone): υδροκινόνη που απομονώθηκε από φυτά σόργου (*Sorghum bicolor*).

Ο μηχανισμός δράσης ορισμένων αλληλοπαθητικών ουσιών είναι παρόμοιος με εκείνο των ήδη χρησιμοποιούμενων ζιζανιοκτόνων, ενώ άλλων ουσιών διαφέρει πλήρως και συνδέεται με νέες θέσεις ή φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών.

Ειδικότερα, οι μελετηθείσες αλληλοπαθητικές ουσίες έδειξαν ότι αναστέλλουν 1) την επιμήκυνση των κυττάρων, 2) τη φωτοσύνθεση, 3) την αναπνοή, 4) την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, 5) το μεταβολισμό των πρωτεϊνών, 6) τη βιοσύνθεση των νουκλεϊκών οξέων (RNA πολυμεράση), 7) τη βιοσύνθεση των λιπιδίων (ακέτυλο- CoA τρανσκυκλάση), 8) το άνοιγμα των στοματίων, 9) τη δράση των ορμονών, 10) τη λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών (H⁺-ATPase, NADH οξειδάση), 11) τη φελλοποίηση και απόφραξη των αγγείων, 12) τη βιοσύνθεση αμινοξέων (συνθετάση της γλουταμίνης, αμινοτρανφεράση του ασπαρτικού) και 13) τη βιοσύνθεση χρωστικών (ALA συνθετάση) (Aldrich και Kremer, 1997, Vgnyan, 2002).

Η γνώση του τρόπου βιοσύνθεσης των αλληλοπαθητικών ουσιών και ειδικότερα των ενζύμων (γονιδίων μέσω των οποίων κωδικοποιούνται τα ένζυμα) που καταλύουν τις επιμέρους αντιδράσεις κατά τη βιοσύνθεση τους είναι απαραίτητη επειδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της αλληλοπαθητικής ικανότητας ορισμένων φυτών μέσω της γενετικής βελτίωσης ή και της γενετικής μηχανικής. Επίσης, η γνώση της χημείας και του μηχανισμού δράσης



των αλληλοπαθητικών ουσιών είναι απαραίτητη επειδή αποτελεί στοιχείο απόδειξης της αλληλοπαθητικής ικανότητας ενός φυτού αλλά και διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ανάπτυξη νέων ζιζανιοκτόνων.

1.6 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ

Η απελευθέρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά στο περιβάλλον γίνεται άμεσα ή έμμεσα. Ειδικότερα, η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα, απέκκρισης από τις ρίζες ή έκπλυσης από τα φύλλα των φυτών και από τα φυτικά τους υπολείμματα (με το νερό της βροχής). Αντιθέτως, η έμμεση απελευθέρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά λαμβάνει χώρα κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των φυτικών τους υπολειμμάτων. Επομένως, για το φαινόμενο της αλληλοπάθειας των φυτών μπορεί πλέον να λεχθεί ότι η αναστολή του φυτρώματος και της αύξησης ενός καλλιεργούμενου φυτού ή ζιζανίου λαμβάνει χώρα μέσω της απελευθέρωσης κάποιων χημικών ουσιών από ζωντανούς ή αποδομούμενους ιστούς άλλων φυτών (διαφορετικού είδους).

Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας και η διερεύνησή του, είναι πολύ δύσκολη επειδή λαμβάνει χώρα ταυτοχρόνως με τον ανταγωνισμό αλλά και επειδή κυρίως δεν μπορεί να διαχωριστεί (απομονωθεί) από αυτόν. Για παράδειγμα, η αρνητική επίδραση στο φύτεμα και στην ανάπτυξη ενός ζιζανίου από φυτικά υπολείμματα ενός αλληλοπαθητικού καλλιεργούμενου φυτού μπορεί να είναι αποτέλεσμα της τοξικής επίδρασης των αλληλοπαθητικών ουσιών (οι οποίες απελευθερώνονται κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των υπολειμμάτων) ή και της έλλειψης θρεπτικών στοιχείων (ανταγωνισμός) ως συνέπεια της χρήσης τους από τους μικροοργανισμούς του εδάφους κατά την αποδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων. Επίσης, η αλληλοπάθεια των φυτικών υπολειμμάτων σε ορισμένες περιπτώσεις δεν εκδηλώνεται σε κάποιο φυτό επειδή επισκιάζεται από την επίδραση των αλλαγών των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του εδάφους (δομή, υγρασία, γονιμότητα, μικροβιακή δραστηριότητα), οι οποίες προκαλούνται από την ενσωμάτωση μεγάλων ποσοτήτων τέτοιων φυτικών υπολειμμάτων. Επιπροσθέτως, η εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων επί των αλληλοπαθητικών ουσιών των φυτών συχνά είναι αδύνατη επειδή η ακολουθούμενη διαδικασία της απομόνωσης αυτών των ουσιών παρέχει ουσίες διαφορετικές από εκείνες που παράγονται εντός των φυτών. Τέλος, η σύγκριση των αποτελεσμάτων της αλληλοπάθειας από τις περισσότερες δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες είναι δύσκολη εξαιτίας των διαφορετικών τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν στις εργασίες αυτές.

1.7. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Η αλληλοπάθεια, είναι η σημαντικότερη μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών από ότι ο ανταγωνισμός και αυτό γιατί μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση και τον τρόπο κατανομής των ζιζανίων, το μέγεθος της ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά αλλά και τη δυνατότητα επιλογής των καλλιεργούμενων φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς (Qasem



και Foy, 2001). Επίσης, στην περίπτωση των αλληλοπαθητικών ζιζανίων με αντιμυκητολογικές ή και αντιβακτηριακές ιδιότητες, η αλληλοπάθεια μπορεί να συμβάλει στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ορισμένων ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών.

1.7.1. ZIZANIA ME ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ENANTION ΑΛΛΩΝ ZIZANIΩΝ

Τα ζιζάνια με αλληλοπαθητική δράση εναντίον άλλων ζιζανίων είναι περισσότερα από εξήντα και μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και ορισμένα είδη που είναι κοινά στην Ελλάδα.

Η αλληλοπάθεια των ζιζανίων μπορεί να προκαλέσει αλλαγή της σύνθεσης των ειδών σε μία περιοχή. Βέβαια, η ιδιότητα αυτή μπορεί να επηρεάσει και τον τρόπο κατανομής και εμφάνισης των ζιζανίων στον αγρό. Αυτό πράγματι συμβαίνει με τα περισσότερα πολυετή ζιζάνια, τα οποία εμφανίζονται στον αγρό κατά κηλίδες λόγω κυρίως της ήδη επιβεβαιωθείσας αλληλοπαθητικής τους δράσης που αναστέλλει την ανάπτυξη άλλων ζιζανίων) και δευτερευόντως λόγω της περιορισμένης ικανότητας διασποράς τους μέσω των οργάνων αγενούς αναπαραγωγής τους.

Η αλληλοπαθητική δράση των ζιζανίων εναντίον ορισμένων καλλιεργούμενων φυτών έχει μεγάλη σπουδαιότητα για τη γεωργία αφού περιορίζει τη δυνατότητα επιλογής των καλλιεργούμενων φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς. Για παράδειγμα, η ενσωμάτωση μεγάλης ποσότητας φυτικών υπολειμμάτων του ζιζανίου αγρόπυρο ή έλυμος [*Elytrigia repens* (*Agropyron*, *elymus*)] καθιστά αδύνατη την εγκατάσταση των καλλιεργούμενων φυτών μηδικής, λιναριού, κριθαριού, βρώμης και σιταριού επειδή μειώνει κατά 52-81% το φύτευμα των σπόρων και τον αριθμό των φυτών που τελικώς επιβιώνουν (Aldrich & Kremer, 1997). Βεβαίως, εκτός από το προαναφερθέν ζιζάνιο, τα διεθνή δεδομένα δείχνουν ότι υπάρχουν περισσότερα από 200 είδη ζιζανίων με αλληλοπαθητική επίδραση σε καλλιεργούμενα φυτά (Qasem & Foy, 2001) και μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και ορισμένα είδη που είναι κοινά στη χώρα μας.

1.7.2. ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ

Πολλά αλληλοπαθητικά φαινόμενα δεν είναι πάντοτε εύκολο να γίνουν αντιληπτά, ώστε να αντιμετωπισθούν ή να αξιοποιηθούν κατά περίπτωση. Έτσι έχει αναπτυχθεί σήμερα μια ορισμένη μεθοδολογία ώστε να διαπιστώνεται επιστημονικά κάθε περίπτωση αλληλοπάθειας. Στις μεθόδους που ακολουθούνται για το σκοπό αυτό περιλαμβάνονται (Πασπάτης, 1998): 1) Πειράματα αγρού: Με τέτοια πειράματα γίνεται δυνατό να διαπιστωθούν φαινόμενα αλληλεπίδρασης διαφόρων ειδών φυτών. Ακολουθούν άλλα πειράματα για την ταυτοποίηση του είδους της αλληλεπίδρασης (ανταγωνισμός, αλληλοπάθεια). Επίσης μελετάται η επίδραση των υπολειμμάτων μιας καλλιέργειας στην ανάπτυξη φυτών που σπέρνονται μετά από αυτήν. Στα πειράματα αγρού πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη όλοι οι πιθανοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την εμφάνιση μιας αλληλοπάθειας όπως τα μικρόβια, το φως κ.ά. 2) Πειράματα στο θερμοκήπιο και στο



εργαστήριο: Οι περισσότερες ερευνητικές προσπάθειες σε θέματα αλληλοπάθειας επικεντρώνονται σε περιπτώσεις που έχουν διαπιστωθεί ή υπάρχουν βάσιμες υποψίες για αυτό, από παρατηρήσεις στον αγρό. Ακόμα και πολύ εμφανείς περιπτώσεις αλληλοπάθειας χρειάζεται επαλήθευση στο εργαστήριο. Ανάλογα με το πιθανολογούμενο αλληλοχημικό εφαρμόζονται στο εργαστήριο διάφορες μέθοδοι. Για πτητικές ουσίες π.χ. παίρνουν από το άμεσο περιβάλλον του φυτού δείγματα αέρα ενώ για εξωκυτταρικές εκκρίσεις παίρνονται εκπλύματα φυτών από φύλλα, κλαδιά ή ρίζες. Επίσης, το έδαφος μπορεί να παίρνεται σαν δείγμα και να χρησιμοποιείται σαν πηγή αλληλοχημικών. Δεν μπορεί όμως το έδαφος να αποτελέσει σίγουρη πηγή αλληλοχημικών που είναι εκκρίματα ριζών αφού είναι γνωστό ότι η παραλαβή οργανικών ουσιών από το έδαφος είναι γενικά πολύ δύσκολη, ενώ μπορεί να σχηματιστούν άλλες ενώσεις κατά τη διαδικασία της παραλαβής. Για τη λύση των δύσκολων προβλημάτων που ανακύπτουν κατά απομόνωση και τον προσδιορισμό των αλληλοχημικών, απαιτείται η χρησιμοποίηση των πλέον συγχρόνων μεθόδων και οργάνων αναλυτικής χημείας. 3) Προσθετικά και συνεργιστικά φαινόμενα: Ιδιαίτερη φροντίδα πρέπει να καταβάλλεται ώστε να γίνει ξεκάθαρο το αν μία μόνο ουσία είναι υπεύθυνη για την αλληλοπάθεια ή περισσότερες που δρουν προσθετικά ή συνεργιστικά. 4) Επιστροφή στο εδαφικό σύστημα: Για την επιβεβαίωση μιας περίπτωσης αλληλοπάθειας πρέπει να εξασφαλιστεί η δράση του απομονωθέντος αλληλοχημικού μετά τη προσθήκη του στο εδαφικό σύστημα και στην αναλογία που έχει αρχικά απομονωθεί. Αυτό αντιμετωπίζει πολλές δυσκολίες λόγω των περιπτώσεων διασπάσεως ή εκπλύσεως των αλληλοχημικών.

1.7.3. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΑ ΖΙΖΑΝΙΑ

Οι διάφορες καλλιεργητικές ζημιές που προκαλούνται από τα ζιζάνια συχνά οφείλονται σε ανταγωνισμό και σε αλληλοπάθειες. Έχει αναφερθεί αλληλοπαθητικό δυναμικό για παραπάνω από 70 είδη ζιζανίων. Σε αυτά περιλαμβάνονται πολλά δυσεξόντωτα είδη και πολλά από αυτά που προκαλούν μεγάλες οικονομικές ζημιές στις διάφορες καλλιέργειες (Einhelling, 1985). Ένα από τα πιο μελετημένα αλληλοπαθητικά ζιζάνια είναι το τροπικό αμερικανικό είδος *Parthenium hysterophorus* το οποίο έχει καταλάβει πολλές καλλιεργούμενες εκτάσεις της Ινδίας. Από αυτό έχουν απομονωθεί πολλά αλληλοχημικά περιλαμβανομένων των καφεϊκού, βανιλικού, φερουλικού, χλωρογενικού και ανισικού οξέος καθώς και της σεσκιτερπενικής λακτόνης parthenia. Αλληλοπαθητικές ιδιότητες έχουν τόσο το υπέργειο όσο και το υπόγειο μέρος του ζιζανίου. Αποξηραμένα φύλλα *Parthenium* όταν ενσωματωθούν στο έδαφος μειώνουν τις αποδόσεις τόσο της τομάτας όσο και των φασολιών ενώ παρεμποδίζεται και σχηματισμός φυματίων των συμβιωτικών αζωτοβακτηρίων στις ρίζες των ψυχανθών.

Η αύξηση του αραβοσίτου παρεμποδίζεται από υπολείμματα ριζών και έκπλυμα ολόκληρων φυτών του ζιζανίου *Setaria faberii*, καθώς επίσης και από ριζικά υπολείμματα των *Setaria glaura* και *Digitaria sanguinalis*, ριζώματα και υπολείμματα του *Agropyron repens*, του *Abutilon theophrasti* και του *Cyperus*



esculentus. Ο βέλιουρας επίσης (*Sorghum halepense*) είναι ένα ζιζάνιο με αλληλοπαθητικές ιδιότητες έναντι πολλών καλλιεργούμενων φυτών, ενώ ενδιαφέρον από πλευράς τέτοιων ιδιοτήτων παρουσιάζουν και τα ζιζάνια *Rumex crispus*, *Ambrosia trifida*, *Xanthium strumarium*, *Helianthus tuberosus* και *Kochia scoperia*. Υδατικά εκχυλίσματα από τα ζιζάνια αυτά προκαλούν παρεμπόδιση της ανάπτυξης φυταρίων σόργου.

Πολλά αλληλοπαθητικά ζιζάνια τροποποιούν την ανόργανη θρέψη των φυτών και αυτή η δράση σε μια καλλιέργεια μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλότερες αποδόσεις (Einhelling, 1985).

1.7.4. ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Η ικανότητα των καλλιεργειών να καταστέλλουν την ανάπτυξη των ζιζανίων με την έκκριση αλληλοχημικών έχει άμεση πρακτική χρησιμότητα για την κατάστροψη ενός συστήματος αντιμετώπισης των ζιζανίων και αν η ικανότητα αυτή διαπιστωθεί ότι κληρονομείται τότε θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για την ενσωμάτωση αυτού του χαρακτηριστικού στις εμπορικές ποικιλίες της καλλιέργειας. Έτσι θα πρέπει α) να εντοπίζονται οι ποικιλίες και οι βιότυποι, που έχουν υψηλό αλληλοπαθητικό δυναμικό β) να απομονώνονται τα πρωτογενή αλληλοχημικά και γ) να αναπτύσσεται ένα πρωτόκολλο πειραμάτων αγρού για την εκτίμηση της σημασίας τους (Einhelling, 1985).

1.8. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΟΧΗΜΙΚΩΝ

Η γνώση της αλληλοπάθειας και των αλληλοχημικών προσφέρει πολλές ελκυστικές δυνατότητες για την γεωργική πρακτική. Μια από αυτές τις δυνατότητες είναι και η χρήση αλληλοπαθητικών καλλιεργειών για την αντιμετώπιση των ζιζανίων καθώς και η απομόνωση, η παραγωγή και η χρήση των αλληλοχημικών ή των παραγώγων τους σαν ζιζανιοκτόνα και φυτορρυθμιστικές ουσίες. Για την αντιμετώπιση ορισμένων ζιζανίων, η προσοχή έχει στραφεί και στη διακοπή του λήθαργου των σπόρων τους.

1.8.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΛΛΗΛΟΧΗΜΙΚΩΝ

Οι αλληλοχημικές ουσίες, που προέρχονται από διάφορα φυτά και έχουν ζιζανιοκτόνο δράση, αντιπροσωπεύουν πολυάριθμες ομάδες χημικών ενώσεων που έχουν απομονωθεί σε περισσότερες από τριάντα οικογένειες φυτικών ειδών. Πολλά φυτικά είδη εκκρίνουν τοξικές ουσίες μέσω των ριζών τους (Hirano & Kira, 1977, Leather, 1983, Menges, 1987, Newman, 1982). Αυτές οι ουσίες υπάρχουν σε μη τοξικές μορφές, ενώ η τοξική τους φύση ενεργοποιείται συνήθως μετά από κάποιο stress ή μετά από την αποσύνθεση κάποιων φυτικών ιστών. Θα πρέπει επιπρόσθετα να επισημανθεί ότι η μη επιτυχής χρήση των αλληλοχημικών στον έλεγχο των



ζιζανίων αφορά στην επιλεκτικότητα, στη δράση συγκεκριμένων τοξικών φυτικών υπολειμμάτων.

1.8.2. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Η αλληλοπάθεια μπορεί να προσφέρει μεγάλη υπηρεσία στην αντιμετώπιση των ανεπιθύμητων ζιζανίων. Υπάρχουν φυτά που από τα διάφορα μέρη ή και από τα αποσυντιθέμενα υπολείμματα απελευθερώνουν αλληλοχημικά τοξικά για τα ζιζάνια. Η απελευθέρωση των αλληλοχημικών επηρεάζεται τόσο από βιοτικούς, όσο και από αβιοτικούς παράγοντες του μικροαγροσυστήματος. Μαζί με τον ανταγωνισμό που ασκούν ορισμένα φυτά αποτελεί την πλέον κατάλληλη λύση φυσικής αντιμετώπισης των ανεπιθύμητων ζιζανίων. Επιπλέον, η μελέτη των αλληλοχημικών των φυτών, που είναι γνωστά και ως αλληλοτοξικά (allelotoxics, allelotoxiques) θα βοηθήσει στην αντιμετώπιση πολλών προβλημάτων της κόπωσης των καλλιεργούμενων εδαφών (Μπούρμπος, 2008).

1.8.3. Η ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Η βιολογική γεωργία προϋποθέτει με οικολογική σκέψη, τον κατάλληλο συνδυασμό όλων των τεχνικών, μεθόδων και μέσων που διαθέτει, ώστε να επιτευχθεί το άριστο δυνατό αποτέλεσμα με το χαμηλότερο δυνατό και οικολογικό κόστος. Παράλληλα, ενδιαφέρεται και αναπτύσσει εκείνες τις στρατηγικές που θα είναι σε θέση να αποκαταστήσουν τις ζημιές που προκάλεσε η συμβατικά γεωργία στο αγροοικοσύστημα.

1.8.4. ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Τα φυτά χρησιμοποιούνται ολόκληρα με τη μορφή χλωρής λίπανσης, καθώς και φρέσκα ή κομποστοποιημένα τμήματά τους που περιέχουν αλληλοχημικά. Ιδιαίτερη επίσης σημασία παρουσιάζει και η προσθήκη στο έδαφος οργανικής ουσίας που προέρχεται από αρωματικά φυτά. Η τεχνική αυτή μπορεί να περιορίσει σε ικανοποιητικό βαθμό τα παθογόνα με τη δράση των αλληλοχημικών ή να ευνοήσει την ανταγωνιστική μικροχλωρίδα.

Τα υπολείμματα των αρωματικών φυτών, αν ενσωματώνονται σωστά και στον κατάλληλο χρόνο, δεν δημιουργούν προβλήματα στην επόμενη καλλιέργεια. Και αυτό, γιατί αν αποσυντεθούν, οι τυχόν τοξίνες τους μεταβολίζονται και γίνονται αβλαβείς στο έδαφος.

Σε γενικές γραμμές, η επίδραση των αλληλοχημικών των φυτικών υπολειμμάτων στην καλλιέργεια επικεντρώνεται στην παρεμπόδιση της νιτροποίησης και της βιολογικής σταθεροποίησης του αζώτου, στην προδιάθεση



των φυτών στις ασθένειες και στην παρεμπόδιση ή υποκίνηση της ανάπτυξης της καλλιέργειας (Μπούρμπος, 2008).

1.9. ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποτελούν τη χλωρίδα των χωρών γύρω από την Λεκάνη της Μεσογείου. Ιδιαίτερα, τα είδη του γένους *Origanum* είναι τα πιο διαδεδομένα στο ελλαδικό έδαφος. Τα φυτά του γένους "*Origanum*" παράγουν πτητικά αιθέρια έλαια που χαρακτηρίζονται από την υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη, ένα συστατικό με αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές και βιοχημικές δραστηριότητες (Οικονόμου 2011).

Τα δεδομένα από το πείραμα αγρού με φυτά του γένους "*Origanum*" έδειξαν ότι σε εδάφη με φυτοκάλυψη η εμφάνιση και το ξηρό βάρος των ζιζανίων είχαν μειωθεί κατά 5 έως 55% και κατά 5 έως 35% αντίστοιχα, όσον αφορά σε είδη ζιζανίων και σε σύγκριση με τα ελεγχόμενα εδάφη. Λαμβάνοντας υπόψη το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την απόκτηση εναλλακτικών νέων ζιζανιοκτόνων για τον έλεγχο των ζιζανίων, τα στοιχεία έδειξαν ότι τα "*oregano*" φυτά έχουν μεγάλες φυτοχημικές δυνατότητες που οφείλονται κυρίως στην γενικευμένη περιβαλλοντική αποδοχή τους ως φυσικές βιοδιασπώμενες ενώσεις (Οικονόμου 2011).

Η βιωσιμότητα της γεωργίας εξαρτάται από την ανάπτυξη στρατηγικών που μειώνουν την ανάγκη δαπανών και τις ελαχιστοποιηθούν οι επιζήμιες επιπτώσεις στο περιβάλλον, οι οποίες συχνά συνεπάγονται είτε από ακατάλληλη ή υπερβολική χρήση των χημικών εισροών. Η χρησιμοποίηση του φαινομένου της αλληλοπάθειας στην αειφόρο γεωργία θα μπορούσε να μειώσει τη βαριά εξάρτηση από συνθετικά ζιζανιοκτόνα και άλλα αγροχημικά, και να λύσει ως εκ τούτου τα προβλήματα, όπως η μόλυνση του περιβάλλοντος, η χρήση των μη ασφαλών γεωργικών προϊόντων και οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Khanh et al., 2007). Πράγματι, σε αρωματικά φυτά, η αλληλοπάθεια έχει ερευνηθεί ως ένας διαδραστικός μηχανισμός για να εξηγήσει τον ανταγωνισμό μεταξύ των ειδών (Muller et al, 1964, Angelini et al, 2003, Οικονόμου et al, 2007). Τα αιθέρια έλαια έχουν εξαχθεί από πολλά αρωματικά φυτά (συμπεριλαμβανομένων των *Origanum* sp.) και αξιολογήθηκαν για τις αλληλοπαθητικές τους ιδιότητες. Η βλάστηση των διαφόρων φυτικών ειδών αναστάλθηκε έντονα από τα αιθέρια έλαια. Ως εκ τούτου, η πιθανή χρήση των αιθέριων ελαίων ως ζιζανιοκτόνα συζητείται ευρέως (Katz, 1987, Dudai, 1999).

1.10. ΣΙΔΕΡΙΤΗΣ

Με το όνομα Σιδερίτης, (στην Κρήτη μαλοτήρα), αναφέρονται διάφορα είδη του γένους *Sideritis*, πολλά από τα οποία είναι ενδημικά, αυτοφυή στα βουνά της Ελλάδας σε υψόμετρο άνω των 1000 m και μόνο περιστασιακά χαμηλότερα. Η καλλιέργεια περιορίζει τη συλλογή των αυτοφυών φυτών και συμβάλει έτσι στη διατήρηση των αυτοφυών πληθυσμών των φυτών.



Τα είδη του γένους *Sideritis* ανήκουν στην οικ. των Χειλανθών (*Lamiaceae*, *Labiatae*), της τάξης των *Lamiales*. Τα σπουδαιότερα είδη που αναφύονται στην Ελλάδα είναι τα εξής:

1. *Sideritis raeseri* (τσάι Παρνασσού)
2. *Sideritis clandestine* (τσάι Ταϋγέτου)
3. *Sideritis scardica* (τσάι Ολύμπου)
4. *Sideritis euboica* (τσάι Εύβοιας)
5. *Sideritis athoa* (τσάι Άθω)
6. *Sideritis syriaca* (Μαλοτήρα)



Εικόνα 1.4: Σιδερίτης.

1.11. ΕΧΙΝΑΤΣΕΑ

Η Εχινάτσεια κατάγεται από τις μεσοδυτικές πολιτείες των Η.Π.Α. και το Ν. Καναδά. Είδη του γένους Εχινάτσεια καλλιεργούνται συστηματικά κυρίως στις Η.Π.Α. και την Ευρώπη. Είναι από τα πλέον διαδεδομένα φαρμακευτικά φυτά. Προϊόντα της Εχινάτσειας κυκλοφορούν ευρύτατα σε όλο τον κόσμο και μόνο στη Γερμανία υπολογίζεται ότι κυκλοφορούν περί τα 300 διαφορετικά σκευάσματα. Στις ΗΠΑ οι πωλήσεις σκευασμάτων Εχινάτσειας εκτιμούνται περί τα 80 εκατομμύρια δολάρια ετησίως.

Η Εχινάτσεια (*Echinacea* sp.) ανήκει στην οικ. των Σύνθετων (*Compositae*, *Asteraceae*) της τάξης των *Asterales*. Το γένος *Echinacea* περιλαμβάνει εννέα είδη που τα γενικά βοτανικά τους γνωρίσματα είναι:

Πολυετείς, αδρότριχες πόες, που ξεκινούν τη βλαστική τους περίοδο ως πολύσπονδες ροζέτες και αργότερα εκπύσσουν ανθοφόρους άξονες, ύψους μέχρι 1 m ή και περισσότερο. Τα φύλλα είναι ωοειδή-λογχοειδή ή γραμμοειδή, επικαλυπτόμενα με τρίχες και στις δύο πλευρές. Η ρίζα τους χαρακτηρίζεται από κεντρική χονδρή ρίζα, που εκπύσσει πολλές λεπτές ρίζες μεγάλου μήκους. Τα άνθη είναι λίγα σε κάθε βλαστό, κωνικά, κίτρινα, ροζ, μοβ έως πορφυρά. Η ανθοφορία



διαρκεί επί τρίμηνο. Ο σπόρος είναι ορθογώνιος, χρώματος άσπρου-γκρίζου, διαμέτρου 4-5 mm.

Τα πιο γνωστά είδη που αξιοποιούνται εμπορικά λόγω των φαρμακευτικών ουσιών που περιέχουν είναι:

1. *E. angustifolia*
2. *E. purpurea*
3. *E. pallid*
4. *E. atrorubens*
5. *E. paradoxa*



Εικόνα 1.5: Εχινάτσεα.

1.12. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης των φυτικών υπολειμμάτων των αρωματικών φυτών σιδερίτη και μείγμα της εχινάτσεας *E. purpurea* στη ζιζανιοχλωρίδα και στην ανάπτυξη του βαμβακιού. Μέσα από την εφαρμογή δύο πειραμάτων, στον αγρό και σε γλάστρες, έγινε προσπάθεια να διερευνηθεί η επίπτωση της ενσωμάτωσης υπολειμμάτων σιδερίτη και εχινάτσεας σε διάφορα είδη ζιζανίων και σε φυτά βαμβακιού. Η καλλιέργεια του βαμβακιού αποτελεί σήμερα μια από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες της Ελληνικής γεωργίας με μεγάλη σημασία για την αγροτική και εθνική οικονομία. Καθίσταται λοιπόν, ιδιαίζοντως απαραίτητη η μελέτη του βιολογικού βαμβακιού την εποχή αυτή, ούτως ώστε να γίνει απαραίτητο εργαλείο για τους μελλοντικούς καλλιεργητές.



2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Για την μελέτη του θέματος πραγματοποιήθηκαν δυο πειράματα. Το πρώτο πείραμα εφαρμόστηκε σε γλάστρες έτσι ώστε να γίνει φανερή η επίδραση που έχουν τα φυτικά υπολείμματα του σιδερίτη και της εχινάτσεας που λήφθησαν από την εταιρεία KORRES A.E., στην ανάπτυξη του βαμβακιού. Κατά την εφαρμογή του δεύτερου πειράματος εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός, στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (37ο 59'01.83" N, 23° 42'07.37" E, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας) ο οποίος δέχεται διαχείριση ως βιολογικός αγρός από το 1995. Σε αυτό το χωράφι καλλιεργήθηκε από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούλιο του 2012 βαμβάκι και μελετήθηκε η επίδραση από την εφαρμογή των φυτικών υπολειμμάτων του σιδερίτη και της εχινάτσεας στη ζιζανιοχλωρίδα.

2.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

A) ΓΛΑΣΤΡΕΣ

Στις 2/8/2012 πραγματοποιήθηκε η σπορά του βαμβακιού και στις 24 γλάστρες του πειράματος. Στην κάθε μία σπείραμε από 5 σπόρους βαμβακιού σε βάθος περίπου 2 cm. Χρησιμοποιήθηκαν 24 γλάστρες των 6 kg.

Οι 8 γλάστρες αφορούσαν τον μάρτυρα, οι 8 τα φυτικά υπολείμματα της εχινάτσεας και οι 8 τα φυτικά υπολείμματα του σιδερίτη.

Οι γλάστρες παρατάχθηκαν σε 3 οριζόντιες σειρές.

| | | | | | | | | |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| E | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 |
| T | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
| M | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |

Διενεργήθηκαν 3 μεταχειρίσεις και 8 επαναλήψεις σε εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο.



Εικόνα 2.1: Βαμβάκι στα πρώτα στάδια ανάπτυξής του.

Κάθε γλάστρα (επανάληψη) αποτελούνταν από 5 kg χώμα από τον αγρό, τύπου CL (αργιλλοπηλώδες) και 250 g από τα φυτικά υπολείμματα εχινάτσας στις 8 γλάστρες και 250 g σιδηρίτη στις υπόλοιπες 8 γλάστρες των δύο σειρών. Προστέθηκαν ταμπέλες σε όλα τα φυτοδοχεία.

Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν 5 σπόροι βαμβακιού στις 8 γλάστρες με το μάρτυρα. Στις γλάστρες με τα φυτικά υπολείμματα τοποθετήθηκαν οι σπόροι βαμβακιού πριν την προσθήκη των πρώτων. Οι σπόροι τοποθετήθηκαν περιμετρικά από έναν κεντρικό και σε 2 cm βάθος.



Εικόνα 2.2: Παράταξη φυτοδοχείων με μάρτυρα, με υπολείμματα εχινάτσας και με υπολείμματα σιδηρίτη, στο χώρο πειραματικού αγρού του εργαστηρίου Γεωργίας.

Κάθε γλάστρα τροφοδοτούνταν με 0,5 lt H₂O ημερησίως.



Μετά από 15 ημέρες κρατήθηκε μόνο το ένα φυτό σε κάθε γλάστρα. Προτιμήθηκε το πιο εύρωστο φυτό.

Ακολούθησαν μετρήσεις κάθε εβδομάδα για:

α) Ύψος των φυτών από τη βάση μέχρι το ακραίο μερίστωμα.

β) Αριθμός φύλλων στο κεντρικό στέλεχος.

Οι μετρήσεις ολοκληρώθηκαν στις αρχές Οκτωβρίου.



Εικόνα 2.3: Έκπτυξη βλαστών.



Εικόνα 2.4: Διατήρηση ενός φυτού σε κάθε θέση.

Β) ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ

Το συνολικό πειραματικό σχέδιο και για τις τα τρία φυτικά είδη (αραβόσιτος, ηλίανθος, βαμβάκι) ήταν των υποδιαιρεμένων τεμαχίων σε τρεις επαναλήψεις. Χρησιμοποιήθηκαν 3 φυτικά είδη ως κύρια τεμάχια και μέσα στα κύρια τεμάχια τυχαιοποιήθηκαν οι μεταχειρίσεις (υποτεμάχια Μ, Φ1, Φ2). Για την ανάλυση του πειράματος του βαμβακιού ακολουθήθηκε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων με 3 επαναλήψεις και 3 μεταχειρίσεις. Μετά τη σπορά του βαμβακιού ακολούθησε ενσωμάτωση με φυτικό υπόλειμμα σιδηρίτη (Φ1). Η ποσότητα του Φ1 που τοποθετήθηκε στα υποτεμάχια κάθε επανάληψης ήταν 5,408kg, δηλαδή 16,224kg σε όλον τον πειραματικό αγρό. Στα άλλα υποτεμάχια έγινε ενσωμάτωση με φυτικό υπόλειμμα εχινάτσεια (Φ2). Η ποσότητα του Φ2 που ενσωματώθηκε, μετρήθηκε στα 5,28 kg ανά υποτεμάχιο, δηλαδή 15,84kg η συνολική εφαρμογή. Τα υπόλοιπα υποτεμάχια ήταν ο μάρτυρας (Μ) άρα δεν έγινε καμία ενσωμάτωση.

Ο συνολικός αριθμός των υποτεμαχίων ήταν 9 και συνολικά υπήρχαν 3 υποτεμάχια σε κάθε επανάληψη. Κάθε κύριο τεμάχιο είχε εμβαδόν 64 m² ενώ κάθε υποτεμάχιο είχε εμβαδόν 21,5 m².

Οι διαστάσεις του πειραματικού αγρού ήταν 32m x 22m. Η χάραξη του χωραφίου πραγματοποιήθηκε στις 30/4/2012. Χρησιμοποιήθηκαν πασαλάκια,



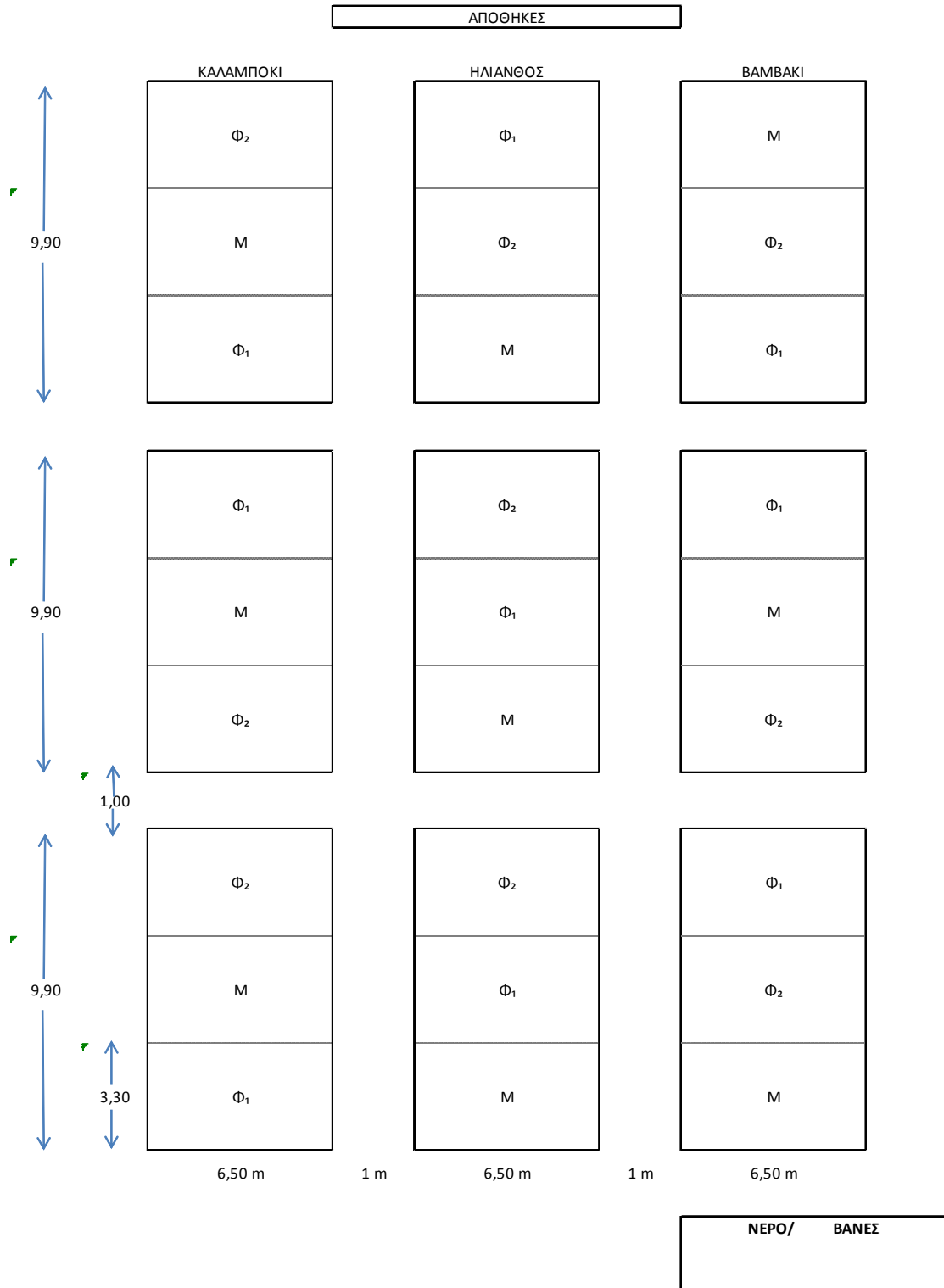
σπάγκος, σφυρί και μετροταινία για την πραγματοποίηση του πειράματος στον αγρό.



Εικόνα 2.5: Ο πειραματικός αγρός.



ΣΧΕΔΙΟ



Σχεδιάγραμμα: Πειραματικός αγρός.



2.3. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στις 26/04/2012 η αφαίρεση των ζιζανίων έγινε με στελεχοκόπτη. Ακολούθησε χρήση σβάρνας για ταυτόχρονη απομάκρυνση των περισσοτέρων ζιζανίων που προϋπήρχαν στο χωράφι. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε φρέζα για να δημιουργηθεί η κατάλληλη σποροκλίση. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η σπορά.



Εικόνα 2.6: Προετοιμασία του πειραματικού αγρού.

2.4. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Στις 8/5/2012 διασκορπίστηκαν τα φυτικά υπολείμματα της Εχινάτσας και του τσαγιού στα αντίστοιχα υποτεμάχια. Στις 9/5/2012 έγινε η σπορά της καλλιέργειας του βαμβακιού. Μεταξύ των υποτεμαχίων αφέθηκε χώρος 1m ως διάδρομος για να διευκολύνονται οι καλλιεργητικές εργασίες. Σε κάθε υποτεμάχιο η σπορά έγινε με τα χέρια για μεγαλύτερη ακρίβεια και η ποσότητα σπόρου που προστέθηκε ήταν 150 g/τεμάχιο.



Εικόνα 2.7: Προσθήκη φυτικών υπολειμμάτων Σιδερίτη και Εχινάτσεας.

2.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Μετά τη σπορά του βαμβακιού και κατά τη διάρκεια όλης της περιόδου μέχρι την ωρίμανση του, έγιναν 6-8 ποτίσματα, καθώς μεσολάβησε και βροχή. Τα ποτίσματα πραγματοποιήθηκαν ως εξής:

1^ο πότισμα: 21/5/2012, 2^ο πότισμα: 29/5/2012, 3^ο πότισμα 5/6/2012, 4^ο πότισμα: 9/6/2012 και 5^ο πότισμα: 12/6/12. Το σύστημα άρδευσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν τεχνητή βροχή.

Το έδαφος του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, είναι αργιλλοπηλώδες (CL).

Πίνακας 2.1: Ανάλυση εδάφους του πειραματικού αγρού

| | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|
| CaCO₃ | 15,99 % | Μαργώδες |
| Οργανική Ουσία | 1,47% | Χαμηλή περιεκτικότητα |
| NO₃⁻ | 104,3 ppm | Επαρκώς εφοδιασμένο |
| P (κατά Olsen) | 9,95 ppm | Οριακά εφοδιασμένο |
| Na⁺ | 110 ppm | Υψηλή περιεκτικότητα |
| pH (1:1 H₂O) | 7,29 | Ελαφρώς αλκαλικό |
| Κοκκομετρική Σύσταση | Clay Loam | Αργιλλοπηλώδες (CL) |



2.6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.6.1. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Διεξήχθη καταστροφική δειγματοληψία σε κάθε υποτεμάχιο με τη βοήθεια "quadrat" και μετρήθηκε η πυκνότητα των ζιζανίων. Σε κάθε δειγματοληψία μετρήθηκε ο αριθμός των ζιζανίων για κάθε είδος, καθώς και το νωπό και ξηρό βάρος για κάθε κατηγορία για κάθε τεμάχιο. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κάθε 10 ημέρες.



Εικόνα 2.8: Καταμέτρηση ζιζανίων με την βοήθεια "quadrat".

2.6.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Μετά τον υπολογισμό της πυκνότητας των ζιζανίων, τα ομοειδή ζιζάνια ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους τους.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν τις εξής ημερομηνίες:

- 1) 29/06/2012 (51 ημέρες μετά την σπορά).
- 2) 11/07/2012 (63 ημέρες μετά την σπορά).
- 3) 27/07/2012 (79 ημέρες μετά την σπορά).
- 4) 11/08/2012 (94 ημέρες μετά την σπορά).
- 5) 03/09/2012 (117 ημέρες μετά την σπορά).



2.6.3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Μετά τον υπολογισμό της πυκνότητας των ζιζανίων και τη μέτρηση του νωπού βάρους αυτών, τα ομοειδή ζιζάνια κάθε υποτεμαχίου τοποθετούνταν για ξήρανση σε κλίβανο, σε θερμοκρασία 75 °C – 80 °C για 24 ώρες. Στη συνέχεια, ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας για τον προσδιορισμό του ξηρού τους βάρους.

2.7. ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Όλοι οι δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιούνται κατά καιρούς βασίζονται σε νέες αντιλήψεις της έννοιας βιοποικιλότητας και δεν έχουν καμία σχέση με τους παραδοσιακούς δείκτες ποικιλότητας. Πολυάριθμοι δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί. Ο πιο δημοφιλής δείκτης ποικιλότητας είναι ίσως αυτός του Shannon-Wiener με τον τύπο:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

όπου s ο αριθμός των ειδών και p_i ($i = 1, \dots, s$) η (θεωρητική) πιθανότητα ένα άτομο να ανήκει στο i είδος.

Άλλος ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης είναι ο αντίστοιχος Gini-Simpson.

$$D = - \sum_{i=1}^s p_i^2$$

ο οποίος έχει διπλή χρήση είτε ως $1/D$ είτε ως $1-D$.

Οι παραδοσιακοί δείκτες ποικιλότητας δεν εξαρτώνται από ταξινομικές σχέσεις μεταξύ των ειδών.

Η ποικιλότητα των ειδών είναι ένα μέγεθος που αποτελείται από δύο συστατικά. Το πρώτο συστατικό είναι ο αριθμός των ειδών σε μια κοινωνία (φυτοκοινωνία) που οι οικολόγοι την ονομάζουν αφθονία των ειδών. Το δεύτερο συστατικό είναι η ομαλότητα των ειδών και αναφέρεται στο πως οι αφθονίες των ειδών, ο αριθμός των ατόμων, η βιομάζα, η αλληλοκάλυψη, διανέμονται μεταξύ των ειδών. Για παράδειγμα σε μία κοινωνία που αποτελείται από 10 είδη, αν το 90% των ατόμων που ανήκουν σε ένα μόνο είδος και το υπόλοιπο 10% διανέμεται μεταξύ 9 άλλων ειδών, η ομαλότητα θα θεωρείται μικρή. Από την άλλη μεριά, αν κάθε ένα από τα 10 είδη εξηγεί το 10% του συνολικού αριθμού των ατόμων, τότε η ομαλότητα (κατανομή) θεωρείται μέγιστη.

Οι δείκτες ομαλότητας και αφθονίας αφορούν ένα μεγάλο σύνολο από δείκτες με σκοπό να εκφράσουν την αφθονία και την ομαλότητα. Οι δείκτες που συνδυάζουν και την ομαλότητα και την αφθονία σε ένα μόνο μέγεθος ονομάζονται δείκτες ποικιλότητας. Η μεγαλύτερη κριτική όλων των δεικτών ποικιλομορφίας είναι



ότι προσπαθούν να συνδυάσουν, και για αυτό το λόγο φέρουν σύγχυση, έναν μεγάλο αριθμό μεταβλητών που χαρακτηρίζουν την δομή μιας κοινωνίας: 1) αριθμός των ειδών 2) την αφθονία 3) την ομοιογένεια και το μέγεθος της περιοχής (δείγμα).

Οι δείκτες ποικιλότητας, συνδυάζουν την ομαλότητα και την αφθονία σε ένα μόνο μέγεθος. Γι' αυτό ο Peet (1974) τους ονόμασε δείκτες ετερογένειας. Πιθανά το μεγαλύτερο εμπόδιο που έπρεπε να ξεπεραστεί για να χρησιμοποιήσουμε τους δείκτες ποικιλότητας είναι η ερμηνεία των στατιστικών αναλύσεων. Για παράδειγμα, σε πολλές περιπτώσεις η τιμή του δείκτη ποικιλότητας είναι αποτέλεσμα συνδυασμού της πληθυσμιακής αφθονίας και της ομαλότητας. Με άλλα λόγια, η ίδια τιμή ενός δείκτη ποικιλότητας μπορεί να ληφθεί από μία κοινωνία με χαμηλή αφθονία και υψηλή ομαλότητα ή από μία κοινωνία που χαρακτηρίζεται από υψηλή αφθονία και χαμηλή ομαλότητα. Κατ' επέκταση, αν μας δοθεί η τιμή ενός δείκτη ποικιλότητας, είναι αδύνατο να πούμε ποια είναι η σχετική / συγκριτική σημασία/σπουδαιότητα της αφθονίας των ειδών και της ομαλότητας. Παρόλο τα προβλήματα, οι οικολόγοι χρησιμοποιούν τους δείκτες ποικιλότητας στην έρευνά τους, συχνά αγνοώντας τα γνωστά προβλήματα που προκύπτουν από την χρήση τους.

2.8. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Οι συγκρίσεις μέσω έγιναν με κριτήριο της ΕΣΔ για επίπεδο σημαντικότητας 5% και χρησιμοποιήθηκε τόσο για την ανάλυση διασποράς όσο και για τις συγκρίσεις των μέσων. Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το EZANOVA.



3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

3.1.1. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Σε κάθε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε παρατηρήθηκε και σημειώθηκε ο αριθμός των ζιζανίων για κάθε είδος, καθώς το νωπό βάρος και το ξηρό βάρος για κάθε κατηγορία για κάθε υποτεμάχιο. Οι ημερομηνίες των μετρήσεων και τα αποτελέσματα αυτών παρατίθενται παρακάτω στους ακόλουθους πίνακες. Επίσης, κάτω από κάθε μέτρηση σημειώνονται και τα αποτελέσματα των δεικτών Shannon και Simpson.

Στον πειραματικό αγρό, όπου διεξήχθη το πείραμα εντοπίστηκαν τα εξής ζιζάνια, τα οποία χωρίζονται σε ετήσια και πολυετή.

Πίνακας 3.1: Είδη ζιζανίων που παρατηρήθηκαν στον πειραματικό αγρό

| Επιστημονική ονομασία | Οικογένεια | Κοινή ονομασία | Βιολογικός κύκλος |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | <i>Amaranthaceae</i> | Τραχύ βλήτο | Ετήσιο |
| <i>Amaranthus albus</i> | <i>Amaranthaceae</i> | Άσπρο βλήτο | Ετήσιο |
| <i>Tribulus terrestris</i> | <i>Zygophyllaceae</i> | Τριβόλι | Ετήσιο |
| <i>Cyperus rotundus</i> | <i>Cyperaceae</i> | Κύπερη Πορφυρή | Πολυετές |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | <i>Convolvulaceae</i> | Περικοκλάδα ή Περιπλοκάδα | Πολυετές |
| <i>Chenopodium album</i> | <i>Chenopodiaceae</i> | Λουβουδιά | Ετήσιο |
| <i>Malva sylvestris</i> | <i>Malvaceae</i> | Μολόχα | Διετές |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> | <i>Solanaceae</i> | Σολανό ή Γερμανό | Ετήσιο |
| <i>Portulaca oleracea</i> | <i>Portulacaceae</i> | Αντράκλα, Γλυστρίδα | Ετήσιο |
| <i>Calendula arvensis</i> | <i>Asteraceae</i> | Καλέντουλα | Ετήσιο |

**ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ**

Πίνακας 3.2: Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην πρώτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| ΕΙΔΟΣ | M1 | Φ1 | Φ2 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 101 | 208 | 55 |
| <i>Amaranthus albus</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tribulus terrestris</i> | 28 | 16 | 73 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 3 | 8 | 5 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 9 | 1 | 1 |
| <i>Chenopodium album</i> | 0 | 1 | 1 |
| <i>Malva sylvestris</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Portulacaceae oleracea</i> | 0 | 0 | 1 |
| | | | |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ (N) | 141 | 234 | 136 |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ (S) | 4 | 5 | 6 |

Πίνακας 3.3: Δείκτης Shannon (H') στην πρώτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|----------|---------|---------|---------|
| H' | 0,82 | 0,45 | 0,93 |
| E | 0,59 | 0,28 | 0,52 |
| Var H' | 0,00513 | 0,00402 | 0,00440 |

Πίνακας 3.4: Δείκτης Simpson στην πρώτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Simpson's Index | 0,554 | 0,795 | 0,449 |
| 1/Simpson's Index | 1,805 | 1,258 | 2,227 |

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε 51 ημέρες μετά από την ημέρα σποράς. Ο συνολικός αριθμός των ειδών και στις τρεις μεταχειρίσεις δεν διέφερε σημαντικά. Κατά την πρώτη μέτρηση φαίνεται να υπερείχε το *Amaranthus retroflexus*. Τα υπολείμματα του σιδερίτη έδωσαν 208 άτομα του τραχέως βλήτου ενώ με τα εκχυλίσματα της εχινάτσας παρατηρήθηκαν 55 άτομα του ζιζανίου. Δεύτερο σε αριθμό ατόμων ζιζάνιο ήταν το *Tribulus terrestris* με 16 άτομα στις εκτάσεις με υπολείμματα Σιδερίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα εχινάτσας ο πληθυσμός έφτασε τα 73 άτομα. Μεταξύ των μεταχειρίσεων των ειδών *Cyperus rotundus*,



Convolvulus arvensis, *Chenopodium album*, *Malva sylvestris*, *Solanum elaeagnifolium* και *Portulaca oleracea*, δε φάνηκε να υπήρχε κάποια αξιολογη διαφορά, με εξαίρεση το *Convolvulus arvensis* που έδειξε μια ελάχιστη μεταβολή κατά τις δύο μεταχειρίσεις του Σιδερίτη και της Εχινάτσας.

ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πίνακας 3.5: Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην δεύτερη μέτρηση μετά τη σπορά.

| ΕΙΔΟΣ | M1 | Φ1 | Φ2 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 61 | 255 | 88 |
| <i>Amaranthus albus</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tribulus terrestris</i> | 48 | 29 | 69 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 4 | 16 | 4 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 1 | 3 | 3 |
| <i>Chenopodium album</i> | 3 | 12 | 4 |
| <i>Malva sylvestris</i> | 0 | 1 | 11 |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> | 0 | 1 | 4 |
| <i>Portulaca oleracea</i> | 0 | 0 | 0 |
| | | | |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ (N) | 117 | 317 | 183 |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ (S) | 5 | 7 | 7 |

Πίνακας 3.6: Δείκτης Shannon (H') στην δεύτερη μέτρηση μετά τη σπορά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|----------|---------|---------|---------|
| H' | 0,96 | 0,75 | 1,21 |
| E | 0,59 | 0,38 | 0,62 |
| Var H' | 0,00473 | 0,00399 | 0,00471 |

Πίνακας 3.7: Δείκτης Simpson στην δεύτερη μέτρηση μετά τη σπορά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Simpson's Index | 0,437 | 0,658 | 0,375 |
| 1/Simpson's Index | 2,287 | 1,519 | 2,664 |

Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε 63 ημέρες αφ'ότου ολοκληρώθηκε η σπορά. Ο συνολικός αριθμός των ειδών και στις τρεις μεταχειρίσεις διέφερε αρκετά. Κατά την δεύτερη μέτρηση υπερείχε και πάλι το *Amaranthus retroflexus*. Τα υπολείμματα του σιδερίτη έδωσαν 255 άτομα του τραχέως βλήτου ενώ με τα εκχυλίσματα της εχινάτσας παρατηρήθηκαν 88 άτομα του ζιζανίου. Δεύτερο σε αριθμό ατόμων ζιζάνιο ήταν το *Tribulus terrestris* με 29 άτομα στις εκτάσεις με



υπολείμματα σιδερίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα εχινάτσας ο πληθυσμός έφτασε τα 69 άτομα. Στο *Cyperus rotundus* εντοπίστηκαν μικρές διαφορές ως προς τον πληθυσμό των ζιζανίων, αφού με τα υπολείμματα του σιδερίτη τα άτομα που παρατηρήθηκαν ήταν 16 ενώ με τα υπολείμματα της εχινάτσας τα άτομα που εμφανίστηκαν ήταν μόλις 4. Ανάλογα έγιναν εμφανείς και οι διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων στο *Chenopodium album* με αντίστοιχο πληθυσμό ατόμων 12 και 4. Αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός πως στο *Malva sylvestris* η μεταχείριση του σιδερίτη έδωσε μόνο 1 άτομο ενώ σε αυτή της εχινάτσας ο πληθυσμός μετρήθηκε στα 11 άτομα. Μεταξύ των μεταχειρίσεων των ειδών *Convolvulus arvensis*, *Solanum elaeagnifolium* και *Portulaca oleracea*, δε φάνηκε να υπήρχε κάποια αξιολογη διαφορά.

ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πίνακας 3.8: Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην τρίτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| ΕΙΔΟΣ | M1 | Φ1 | Φ2 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 70 | 159 | 65 |
| <i>Amaranthus albus</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tribulus terrestris</i> | 55 | 23 | 77 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 16 | 43 | 23 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 4 | 3 | 5 |
| <i>Chenopodium album</i> | 0 | 5 | 3 |
| <i>Malva sylvestris</i> | 0 | 1 | 0 |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> | 1 | 3 | 1 |
| <i>Portulaca oleracea</i> | 0 | 0 | 0 |
| | | | |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ (N) | 146 | 237 | 174 |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ (S) | 5 | 7 | 6 |

Πίνακας 3.9: Δείκτης Shannon (H') στην τρίτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|----------|---------|---------|---------|
| H' | 1,10 | 1,02 | 1,20 |
| E | 0,68 | 0,52 | 0,67 |
| Var H' | 0,00323 | 0,00440 | 0,00319 |

Πίνακας 3.10: Δείκτης Simpson στην τρίτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Simpson's Index | 0,380 | 0,491 | 0,350 |
| 1/Simpson's Index | 2,629 | 2,036 | 2,855 |



Η τρίτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε 79 ημέρες μετά την ολοκλήρωση της σοδιάς. Ο συνολικός αριθμός των ειδών και στις τρεις μεταχειρίσεις διέφερε αρκετά. Το *Amaranthus retroflexus* κατά την τρίτη μέτρηση υπερείχε για ακόμη μια φορά. Τα υπολείμματα του σιδηρίτη έδωσαν 159 άτομα του τραχέως βλήτου ενώ με τα εκχυλίσματα της εχινάτσας παρατηρήθηκαν 65 άτομα του ζιζανίου. Το *Tribulus terrestris* έδωσε 23 άτομα στις εκτάσεις με υπολείμματα σιδηρίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα εχινάτσας ο πληθυσμός έφτασε τα 77 άτομα. Στο *Cyperus rotundus* εντοπίστηκαν αξιόλογες διαφορές ως προς τον πληθυσμό των ζιζανίων, αφού με τα υπολείμματα του σιδηρίτη τα άτομα που παρατηρήθηκαν ήταν 43 ενώ με τα υπολείμματα της εχινάτσας τα άτομα που μετρήθηκαν ήτα 23. Μεταξύ των ειδών *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Malva sylvestris*, *Solanum elaeagnifolium* και *Portulaca oleracea*, δε φάνηκε κάποια αξιόλογη διαφορά.

ΤΕΤΑΡΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πίνακας 3.11: Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην τέταρτη μέτρηση μετά τη σοδιά.

| ΕΙΔΟΣ | M1 | Φ1 | Φ2 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 80 | 100 | 52 |
| <i>Amaranthus albus</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tribulus terrestris</i> | 35 | 19 | 36 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 8 | 28 | 5 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 0 | 0 | 3 |
| <i>Chenopodium album</i> | 12 | 12 | 4 |
| <i>Malva sylvestris</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> | 0 | 0 | 1 |
| <i>Portulaca oleracea</i> | 0 | 0 | 0 |
| | | | |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ (N) | 135 | 159 | 101 |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ (S) | 4 | 4 | 6 |

Πίνακας 3.12: Δείκτης Shannon (H') στην τέταρτη μέτρηση μετά τη σοδιά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|----------|---------|---------|---------|
| H' | 1,04 | 1,05 | 1,14 |
| E | 0,75 | 0,75 | 0,63 |
| Var H' | 0,00397 | 0,00384 | 0,00734 |

Πίνακας 3.13: Δείκτης Simpson στην τέταρτη μέτρηση μετά τη σοδιά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Simpson's Index | 0,426 | 0,443 | 0,391 |
| 1/Simpson's Index | 2,350 | 2,257 | 2,557 |



Κατά την τέταρτη μέτρηση, όπου πραγματοποιήθηκε 94 ημέρες μετά την σπορά, το *Amaranthus retroflexus* υπερέχει και πάλι σε πληθυσμό με τα υπολείμματα του σιδερίτη να δίνουν 100 άτομα του τραχέως βλήτου ενώ με τα εκχυλίσματα της εχινάτσας να έχουν εντοπιστεί 52 άτομα του ζιζανίου. Το *Tribulus terrestris* έδωσε 19 άτομα στις εκτάσεις με υπολείμματα σιδερίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα εχινάτσας ο πληθυσμός έφτασε τα 36 άτομα. Στο *Cyperus rotundus* εντοπίστηκαν αξιόλογες διαφορές ως προς τον πληθυσμό των ζιζανίων, αφού με τα υπολείμματα του σιδερίτη τα άτομα που παρατηρήθηκαν ήταν 28 ενώ με τα υπολείμματα της εχινάτσας τα άτομα που μετρήθηκαν ήτα 5. Από το *Chenopodium album* καταγράφηκαν 12 άτομα στις εκτάσεις με υπολείμματα σιδερίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα εχινάτσας ο πληθυσμός αφορούσε μόνο 4 άτομα. Μεταξύ των ειδών *Convolvulus arvensis*, *Malva sylvestris*, *Solanum elaeagnifolium* και *Portulaceae oleracea*, δε φάνηκε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά. Είναι αναγκαίο να αναφερθεί πως μετά την τρίτη μέτρηση σταμάτησε το πότισμα.

ΠΕΜΠΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πίνακας 3.14: Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην πέμπτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| ΕΙΔΟΣ | M1 | Φ1 | Φ2 |
|-------------------------------|----|----|----|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 16 | 63 | 47 |
| <i>Amaranthus albus</i> | 1 | 0 | 0 |
| <i>Tribulus terrestris</i> | 21 | 8 | 12 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 0 | 1 | 1 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 0 | 3 | 0 |
| <i>Chenopodium album</i> | 1 | 11 | 1 |
| <i>Malva sylvestris</i> | 0 | 0 | 0 |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> | 3 | 5 | 1 |
| <i>Portulaceae oleracea</i> | 0 | 0 | 0 |
| | | | |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ (N) | 42 | 91 | 62 |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ (S) | 5 | 6 | 5 |

Πίνακας 3.15: Δείκτης Shannon (H') στην πέμπτη μέτρηση μετά τη σπορά.

| | M | Φ1 | Φ2 |
|----------|---------|---------|---------|
| H' | 1,08 | 1,05 | 0,73 |
| E | 0,67 | 0,58 | 0,45 |
| $Var H'$ | 0,01348 | 0,01227 | 0,01385 |

Πίνακας 3.16: Δείκτης Simpson στην πέμπτη μέτρηση μετά τη σπορά.

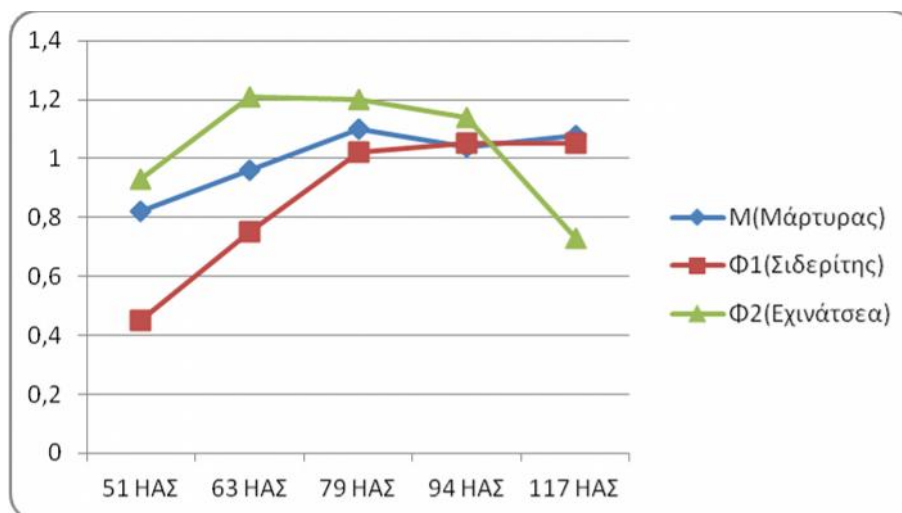
| | M | Φ1 | Φ2 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Simpson's Index | 0,387 | 0,500 | 0,607 |
| 1/Simpson's Index | 2,586 | 1,999 | 1,649 |



Κατά την πέμπτη μέτρηση, που πραγματοποιήθηκε 117 ημέρες μετά τη σπορά, το *Amaranthus retroflexus* υπερέχει και πάλι σε πληθυσμό με τα υπολείμματα του σιδηρίτη να δίνουν 62 άτομα του τραχέως βλήτου ενώ με τα εκχυλίσματα της εχινάτσας να έχουν εντοπιστεί 47 άτομα του ζιζανίου. Το *Tribulus terrestris* έδωσε 8 άτομα στις εκτάσεις με υπολείμματα σιδηρίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα εχινάτσας ο πληθυσμός έφτασε τα 12 άτομα. Στο *Chenopodium album* καταγράφηκαν 11 άτομα στις εκτάσεις με υπολείμματα σιδηρίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα εχινάτσας ο πληθυσμός αφορούσε μόνο 1 άτομο. Το *Solanum elaeagnifolium* έδωσε 5 άτομα στις εκτάσεις με υπολείμματα Σιδηρίτη ενώ σε αυτές με υπολείμματα Εχινάτσας ο πληθυσμός έφτασε στο 1 άτομο. Μεταξύ των ειδών *Cyperus rotundus*, *Convolvulus arvensis*, , *Malva sylvestris* και *Portulaca oleracea*, δε φάνηκε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά.

3.1.1.α) ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ SHANNON

Shannon Diversity Index (H')



Διάγραμμα 3.1 Πορεία εξέλιξης του δείκτη ποικιλότητας Shannon.

Στα τεμάχια του μάρτυρα (M), όπου δεν έγινε καμία παρέμβαση-ενσωμάτωση φυτικού υπολείμματος, η πορεία του δείκτη Shannon μέχρι και την 3η μέτρηση είχε ανοδική πορεία ενώ μετά είχε φθίνουσα έως και την τελευταία μέτρηση. Η άνοδος, στην αρχή ήταν μικρή, καθώς ο δείκτης από 0,82 στην 1η μέτρηση φθάνει στο 0,96 στην 2η μέτρηση. Η μέγιστη τιμή ανήλθε στο 1,1, κατά την 3η μέτρηση. Από το σημείο αυτό λοιπόν και μετά, ο δείκτης παρουσιάζει μικρή πτώση που ανέρχεται στο 1,04.

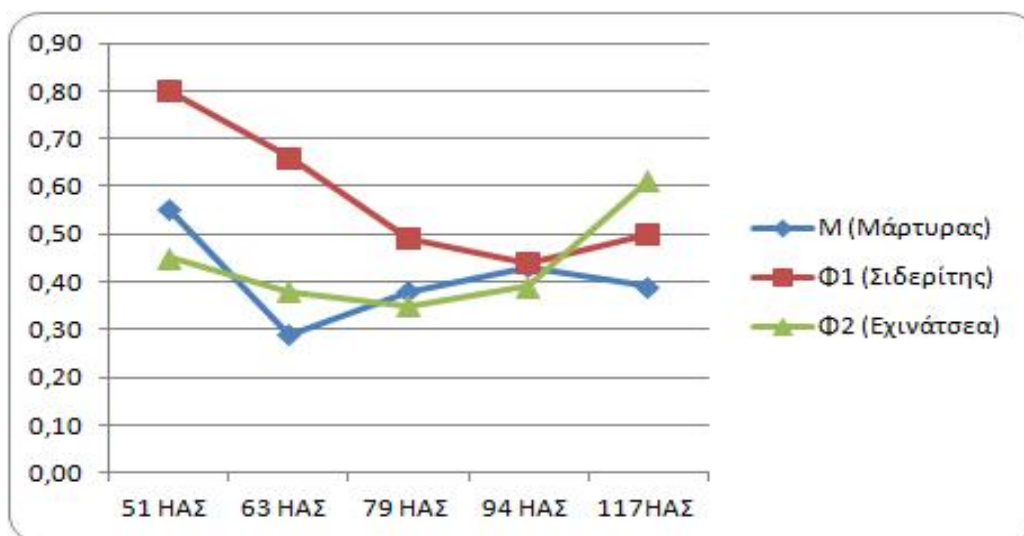
Στα τεμάχια όπου έχει εφαρμοστεί ενσωμάτωση του φυτικού υπολείμματος σιδηρίτη (Φ1) παρατηρούμε ότι ο δείκτης Shannon έχει συνεχώς ανοδική πορεία ξεκινώντας από την τιμή 0,45 για να σταθεροποιηθεί την 117η ΗΑΣ στο 1,05.



Στα τεμάχια όπου έχει γίνει φυτική ενσωμάτωση με υπολείμματα της εχινάτσας (Φ2), παρατηρούμε ότι ο δείκτης ξεκινάει από πιο υψηλή τιμή της τάξεως του 0,93, ενώ στην πορεία αυξάνεται απότομα φθάνοντας το 1,21 στην 2η μέτρηση. Στην 3η μέτρηση ξεκινά τη φθίνουσα πορεία του 1,2 για να συνεχίσει να φθίνει ολοένα κατά την 79^η ΗΑΣ φθάνοντας το 1,14 και την 117^η ΗΑΣ ολοκληρώνεται φθάνοντας το 0,73.

3.1.1.β) ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΦΘΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ SHIMPSON

Simpson's Index



Διάγραμμα 3.2 Αποτελέσματα του δείκτη Simpson.

Στα τεμάχια του μάρτυρα (M), όπου δεν έγινε καμία παρέμβαση-ενσωμάτωση φυτικού υπολείμματος, η πορεία του δείκτη Simpson μέχρι και την 2η μέτρηση είχε μειούμενη πορεία ενώ μετά είχε αύξουσα έως και την τελευταία μέτρηση, όπου δείχνει και πάλι να αρχίζει να φθίνει. Η μεταβολή στην αρχή ήταν αρκετή καθώς ο δείκτης από 0,55 στην 1η μέτρηση φθάνει στο 0,29 στην 2η μέτρηση, για να ανέλθει στο 0,43 κατά την 4η μέτρηση. Από το σημείο αυτό ο δείκτης παρουσιάζει πάλι μια ελάχιστα φθίνουσα πορεία, με πτώση που ανέρχεται στο 0,39.

Στα τεμάχια όπου έχει εφαρμοστεί ενσωμάτωση του φυτικού υπολείμματος Σιδερίτη (Φ1) παρατηρούμε ότι ο δείκτης Simpson έχει συνεχώς φθίνουσα πορεία ξεκινώντας από την τιμή 0,80 για να σταθεροποιηθεί την 117η ΗΑΣ στο 0,50.

Στα τεμάχια όπου έχει γίνει φυτική ενσωμάτωση με υπολείμματα της Εχινάτσας (Φ2), παρατηρούμε ότι ο δείκτης ξεκινάει από την τιμή της τάξεως του 0,45 ακολουθεί μια φθίνουσα πορεία φθάνοντας το 0,35 κατά την 3η μέτρηση. Από την τέταρτη μέτρηση ακολουθεί πλέον μια αύξουσα πορεία που κατά την τελευταία μέτρηση παρατηρείται στο 0,61.



3.1.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.1.2.1. ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

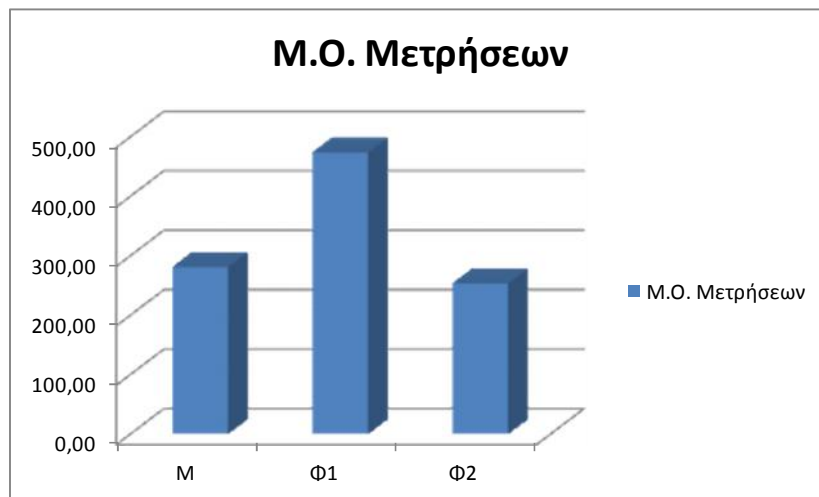
3.1.2.1.α) Νωπό βάρος ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση

Πίνακας 3.17: Αποτελέσματα νωπού βάρους ζιζανίων της πρώτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς.

| Νωπό Βάρος Ζιζανίων 51η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|
| 1 ^η Επανάληψη | 160,40 | 544,40 | 188,80 |
| 2 ^η Επανάληψη | 624,80 | 662,80 | 368,80 |
| 3 ^η Επανάληψη | 58,80 | 215,20 | 204,00 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2,6) | 0,838 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 86443,56 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 51604,05 |
| p-level | 0,477745 |



Διάγραμμα 3.3 Μέσος όρος μετρήσεων νωπού βάρους ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση.

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα (Μ) και των υπολειμμάτων του σιδηρίτη (Φ1) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν ούτε μεταξύ του μάρτυρα (Μ) και των υπολειμμάτων της εχινάτσας (Φ2).



Επιπλέον, μεταξύ των μεταχειρίσεων των υπολειμμάτων του σιδερίτη (Φ1) και των υπολειμμάτων της εχινάσεας (Φ2) δεν παρατηρήθηκαν επίσης, στατιστικά σημαντικά διαφορές.

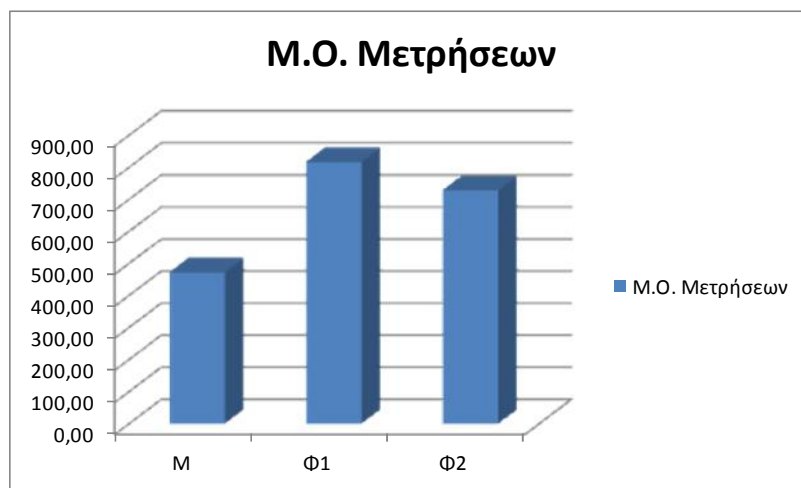
3.1.2.1.β) Νωπό βάρος ζιζανίων κατά την τρίτη μέτρηση

Πίνακας 3.18: Αποτελέσματα νωπού βάρους ζιζανίων της τρίτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς.

| Νωπό Βάρος Ζιζανίων 79η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|-----------------------------|--------|----------|----------|
| 1 ^η Επανάληψη | 260,80 | 786,80 | 554,00 |
| 2 ^η Επανάληψη | 804,00 | 1.047,60 | 1.076,40 |
| 3 ^η Επανάληψη | 357,88 | 622,00 | 561,04 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|-----------|
| F (2,6) | 1,31 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 192196,98 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 73242,90 |
| p-level | 0,336753 |



Διάγραμμα 3.4 Μέσος όρος μετρήσεων νωπού βάρους ζιζανίων κατά την τρίτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.



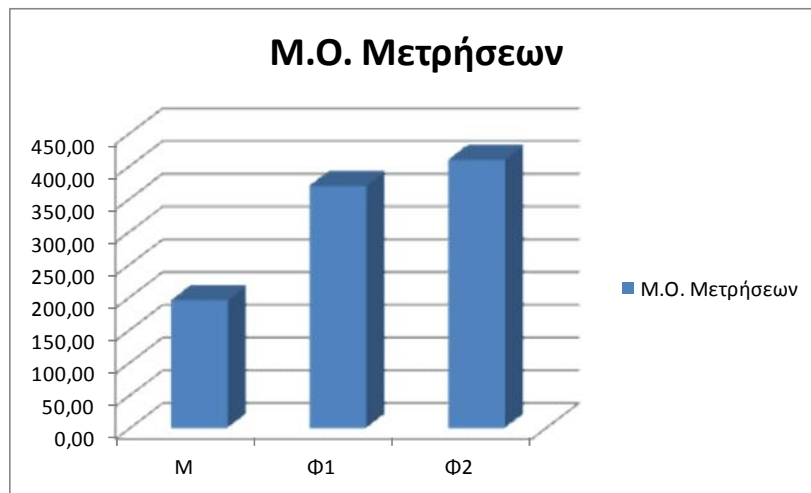
3.1.2.1.γ) Νωπό βάρος ζιζανίων κατά την πέμπτη μέτρηση

Πίνακας 3.19: Αποτελέσματα νωπού βάρους ζιζανίων της πέμπτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς,

| Νωπό Βάρος Ζιζανίων 117η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| 1 ^η Επανάληψη | 219,20 | 560,00 | 111,20 |
| 2 ^η Επανάληψη | 208,40 | 324,80 | 471,20 |
| 3 ^η Επανάληψη | 161,60 | 227,60 | 648,80 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2, 6) | 1,11 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 77779,52 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 35057,60 |
| p-level | 0,389096 |



Διάγραμμα 3.5 Μέσος όρος μετρήσεων νωπού βάρους ζιζανίων κατά την πέμπτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.



3.1.2.2. ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

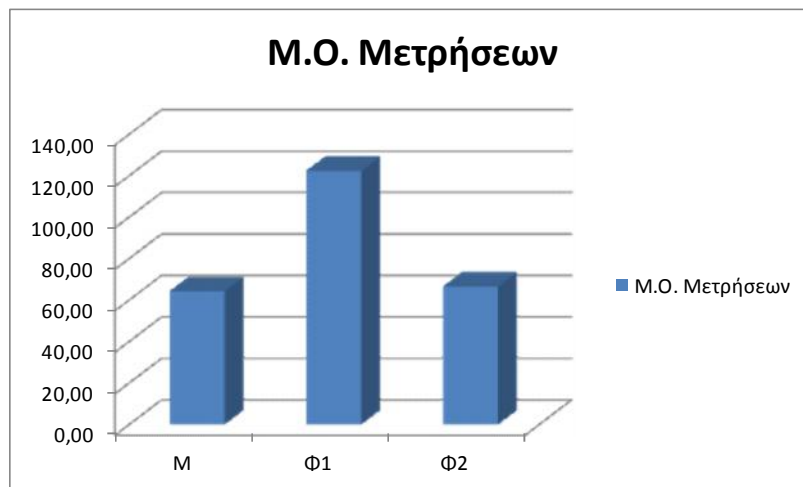
3.1.2.2.α) Ξηρό βάρος ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση

Πίνακας 3.20: Αποτελέσματα ξηρού βάρους ζιζανίων της πρώτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς.

| Ξηρό Βάρος Ζιζανίων 51η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|-----------------------------|--------|--------|-------|
| 1 ^η Επανάληψη | 51,20 | 141,60 | 62,00 |
| 2 ^η Επανάληψη | 125,60 | 165,20 | 86,00 |
| 3 ^η Επανάληψη | 16,80 | 61,20 | 52,40 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2, 6) | 1,53 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 6505,71 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 2121,69 |
| p-level | 0,289845 |



Διάγραμμα 3.6 Μέσος όρος μετρήσεων ξηρού βάρους ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.



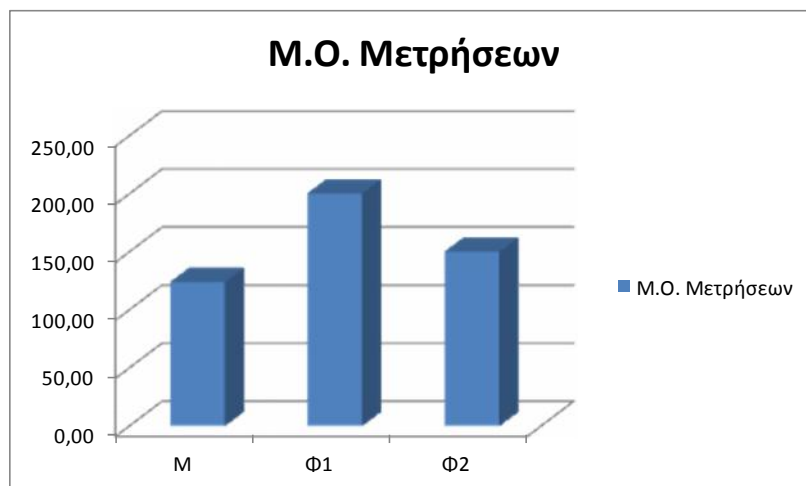
3.1.2.2.β) Ξηρό βάρος ζιζανίων κατά την τρίτη μέτρηση

Πίνακας 3.21: Αποτελέσματα ξηρού βάρους ζιζανίων της τρίτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς,

| Ξηρό Βάρος Ζιζανίων 79η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|
| 1 ^η Επανάληψη | 73,48 | 141,60 | 108,64 |
| 2 ^η Επανάληψη | 184,76 | 239,12 | 186,12 |
| 3 ^η Επανάληψη | 114,56 | 221,32 | 156,72 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2, 6) | 1,84 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 9045,54 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 2464,46 |
| p-level | 0,238848 |



Διάγραμμα 3.7 Μέσος όρος μετρήσεων ξηρού βάρους ζιζανίων κατά την τρίτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.



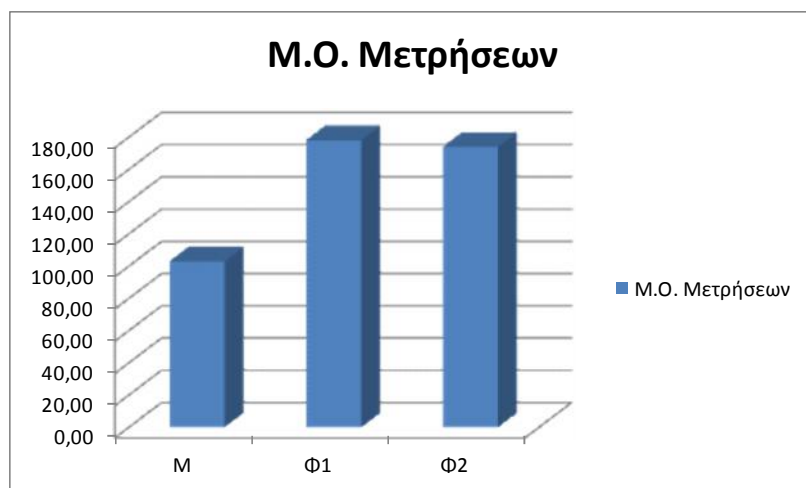
3.1.2.2.γ) Ξηρό βάρος ζιζανίων κατά την πέμπτη μέτρηση

Πίνακας 3.22: Αποτελέσματα Ξηρού βάρους ζιζανίων της πέμπτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς,

| Ξηρό Βάρος Ζιζανίων 117η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| 1 ^η Επανάληψη | 124,80 | 262,00 | 63,60 |
| 2 ^η Επανάληψη | 111,60 | 173,60 | 236,80 |
| 3 ^η Επανάληψη | 73,20 | 99,60 | 222,40 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2, 6) | 0,971 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 10722,60 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 5522,15 |
| p-level | 0,431227 |



Διάγραμμα 3.8 Μέσος όρος μετρήσεων ξηρού βάρους ζιζανίων κατά την πέμπτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.



3.1.2.3. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

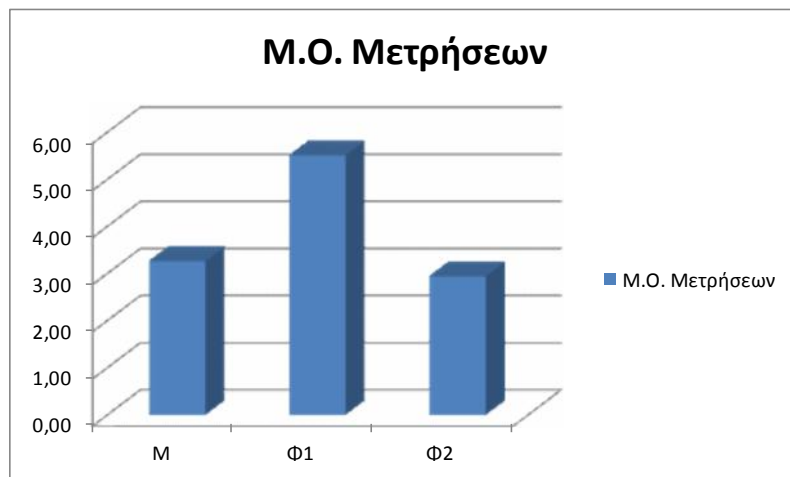
3.1.2.3.α) Πυκνότητα ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση

Πίνακας 3.23: Αποτελέσματα πυκνότητας ζιζανίων της πρώτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς.

| Πυκνότητα Ζιζανίων 51η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|----------------------------|------|------|------|
| 1 ^η Επανάληψη | 1,87 | 6,34 | 2,20 |
| 2 ^η Επανάληψη | 7,28 | 7,72 | 4,30 |
| 3 ^η Επανάληψη | 0,69 | 2,51 | 2,38 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2, 6) | 0,837 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 11,71 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 7,00 |
| p-level | 0,478125 |



Διάγραμμα 3.9 Μέσος όρος μετρήσεων πυκνότητας ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

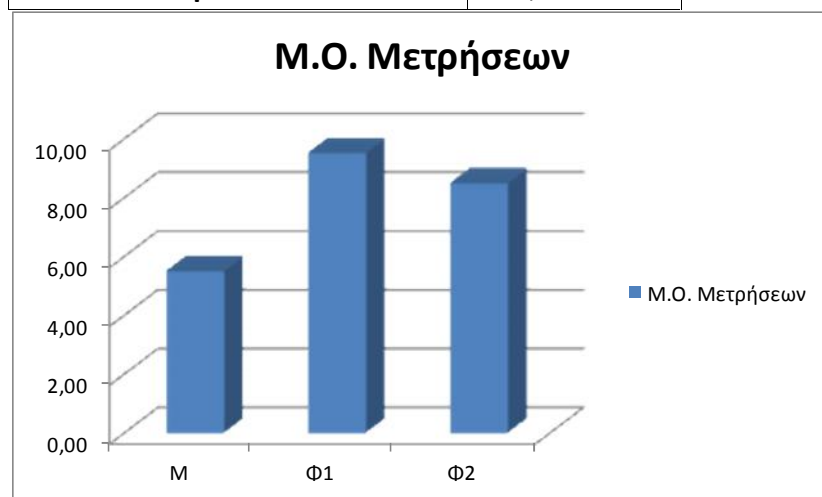
**3.1.2.3.β) Πυκνότητα ζιζανίων κατά την τρίτη μέτρηση**

Πίνακας 3.24: Αποτελέσματα πυκνότητας ζιζανίων της τρίτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς.

| Πυκνότητα Ζιζανίων 79η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|--------------------------------|------|-------|-------|
| <i>1^η Επανάληψη</i> | 3,04 | 9,17 | 6,46 |
| <i>2^η Επανάληψη</i> | 9,37 | 12,21 | 12,55 |
| <i>3^η Επανάληψη</i> | 4,17 | 7,25 | 6,54 |

Ανάλυση διασποράς ANOVA

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2, 6) | 1,31 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 26,13 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 9,95 |
| p-level | 0,336594 |



Διάγραμμα 3.10 Μέσος όρος μετρήσεων πυκνότητας ζιζανίων κατά την τρίτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

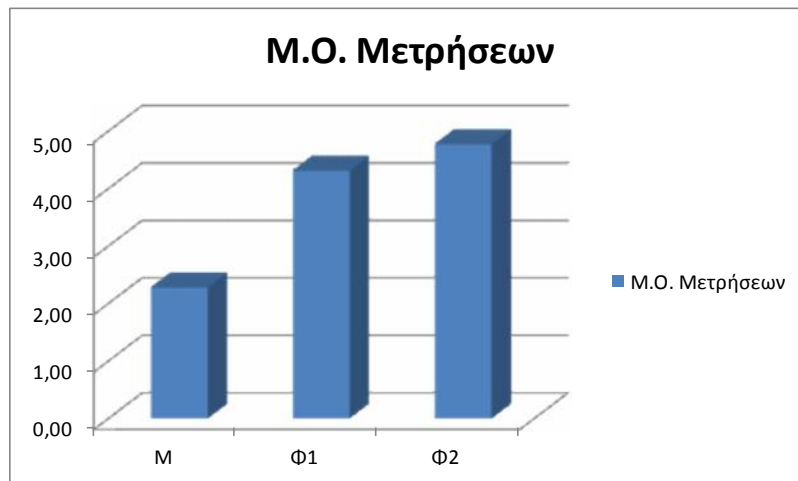
3.1.2.3.γ) Πυκνότητα Ζιζανίων κατά την πέμπτη μέτρηση

Πίνακας 3.25: Αποτελέσματα πυκνότητας ζιζανίων της πέμπτης μέτρησης μετά από την σπορά και ανάλυση διασποράς.

| Πυκνότητα Ζιζανίων 117η ΗΑΣ | Μ | Φ1 | Φ2 |
|--------------------------------|------|------|------|
| <i>1^η Επανάληψη</i> | 2,55 | 6,53 | 1,30 |
| <i>2^η Επανάληψη</i> | 2,43 | 3,79 | 5,49 |
| <i>3^η Επανάληψη</i> | 1,88 | 2,65 | 7,56 |

**Ανάλυση διασποράς ANOVA**

| | |
|--------------------------|----------|
| F (2, 6) | 1,11 |
| Άθροισμα τετραγώνων (SS) | 10,59 |
| Μέσο τετράγωνο (MS) | 4,76 |
| p-level | 0,388045 |



Διάγραμμα 3.11 Μέσος όρος μετρήσεων πυκνότητας ζιζανίων κατά την πέμπτη μέτρηση.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ

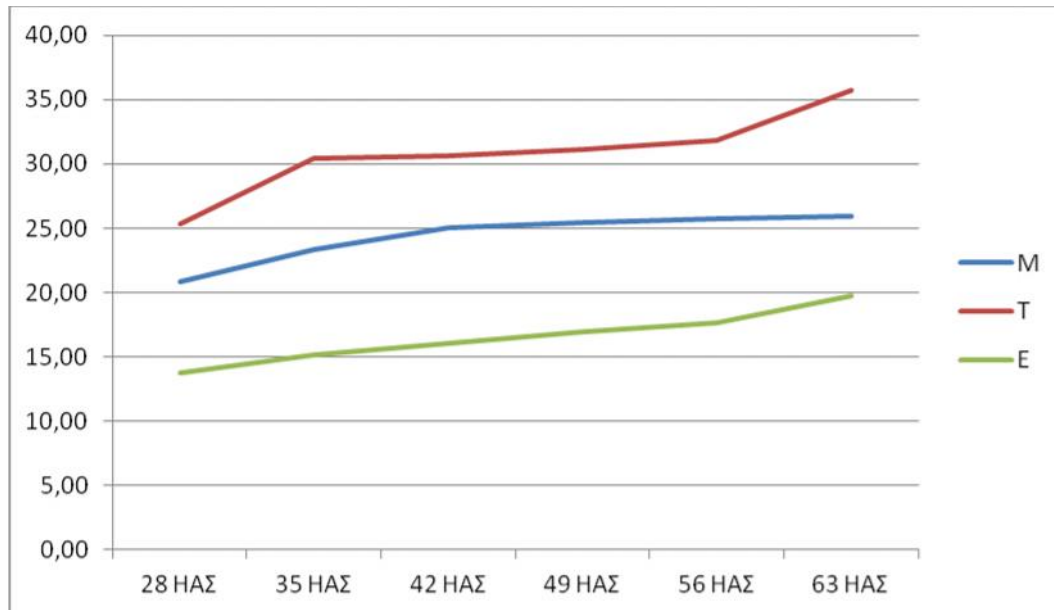
Το πείραμα σε γλάστρες αφορούσε αρχικά μετρήσεις για τον αριθμό των φυτών κατά την πρώτη μέτρηση διότι στη συνέχεια αφέθηκε ένα φυτό σε κάθε γλάστρα. Η ενσωμάτωση με υπολείμματα Εχινάτσεας στις γλάστρες έδωσε 4 άτομα ενώ με υπολείμματα Σιδερίτη έγινε έκπτυξη 26 ατόμων, όπου υπήρχαν και μεγαλύτερες αποδόσεις. Ο Μάρτυρας έδωσε 24 άτομα. Το συγκεκριμένο πείραμα αφορούσε επίσης μετρήσεις για το ύψος των φυτών σε cm αλλά και μετρήσεις για τον αριθμό των φύλλων και για τις τρεις μεταχειρίσεις (M: Μάρτυρα, T: Σιδερίτη και E: Εχινάτσεα).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα:

Στο διάγραμμα 3.12 παρουσιάζεται η πορεία των τριών μεταχειρίσεων καθ'όλη την διάρκεια των μετρήσεων και κατά συνέπεια της αναπτύξεως.



Ύψος Φυτού



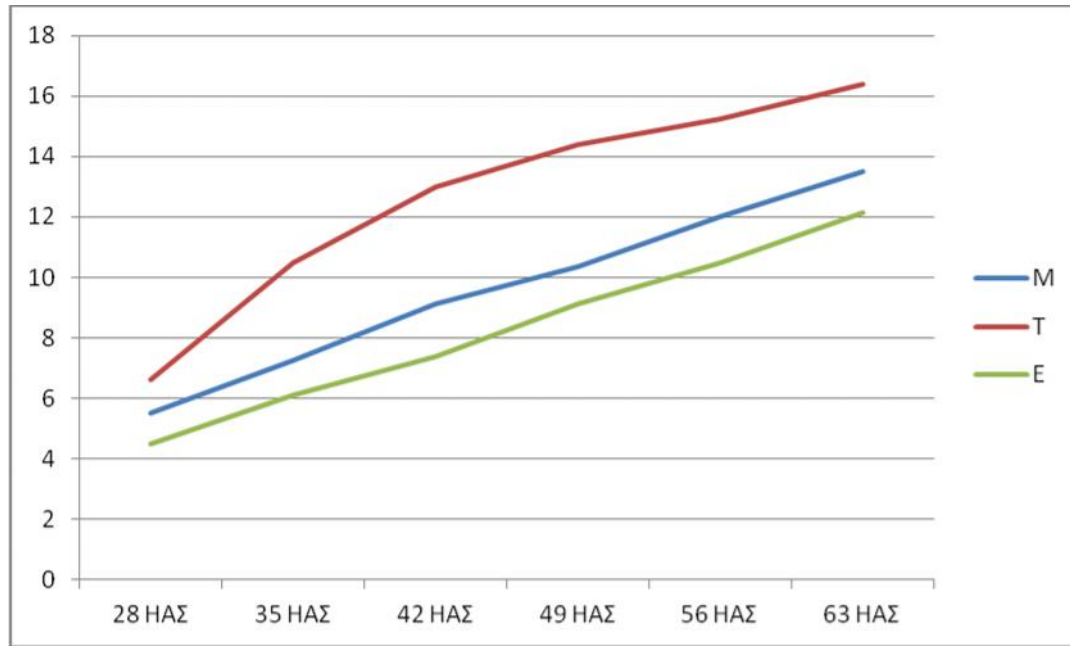
Διάγραμμα 3.12 Πορεία ύψους και των τριών μεταχειρίσεων.

Στο διάγραμμα είναι φανερή η πορεία των δύο μεταχειρίσεων για το ύψος των φυτών τόσο με σιδηρίτη (T) όσο και με εχινάτσα (E). Το διάγραμμα υποδηλώνει μια ανοδική τάση ως προς το ύψος του φυτού κατά την 63^η HAΣ μετά την παρέμβαση φυτικού υπολείμματος με σιδηρίτη. Μικρή άνοδο ως προς το ύψος παρουσιάζουν την ίδια περίοδο και τα φυτά του βαμβακιού ύστερα από παρέμβαση με φυτικά υπολείμματα εχινάτσα (E). Από την ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική διαφορά.

Στο διάγραμμα 3.13 παρουσιάζεται η πορεία των τριών μεταχειρίσεων στον αριθμό των φύλλων καθ'όλη την διάρκεια των μετρήσεων και κατά συνέπεια της αναπτύξεως.



Αριθμός Φύλλων



Διάγραμμα 3.13 Πορεία αριθμού φύλλων των τριών μεταχειρίσεων

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 3.13 η πορεία των τριών μεταχειρίσεων στην αρίθμηση των φύλλων καθ'όλη την διάρκεια των μετρήσεων είναι ανοδική. Ο αύξων αριθμός των φύλλων είναι εμφανής και στον μάρτυρα αλλά και στην περίπτωση των μεταχειρίσεων σιδηρίτη και της εχινάτσεας. Από αυτό το διάγραμμα προκύπτει το γεγονός πως ο αριθμός των φύλλων επηρεάζεται μόνο θετικά από την παρουσία φυτικών υπολειμμάτων Σιδηρίτη και Εχινάτσεας ακόμα και την 63^η HAΣ.



4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το πείραμα εξετάστηκε η επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων των αρωματικών φυτών, Σιδερίτη και Εχινάτσα, στην ανάπτυξη του βαμβακιού και στη ζιζανιοχλωρίδα.

Τη σημαντικότερη μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ των ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών σε σχέση με τον ανταγωνισμό, αποτελεί η αλληλοπάθεια. Μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση και τον τρόπο κατανομής των ζιζανίων, το μέγεθος της ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά αλλά και τη δυνατότητα επιλογής των καλλιεργούμενων φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς. Η αλληλοπαθητική δράση ορισμένων φυτικών ειδών ενάντια σε άλλα ζιζάνια μπορεί να έχει αρνητικές αλλά και θετικές προεκτάσεις στη γεωργία (Qasem and Foy, 2001). Οι αλληλοπαθητικές ουσίες απελευθερώνονται από τα φυτά στο περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα, απέκκρισης από τις ρίζες ή έκπλυσης από τα φύλλα των φυτών και από τα φυτικά υπολείμματα. Η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα, απέκκρισης από τις ρίζες ή έκπλυσης από τα φύλλα των φυτών και από τα φυτικά υπολείμματα. Η έμμεση απελευθέρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά λαμβάνει χώρα κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων. Άρα η αναστολή του φυτρώματος και της αύξησης ενός ζιζανίου ή καλλιεργούμενου φυτού οφείλεται μέσω της απελευθέρωσης κάποιων χημικών ουσιών από ζωντανούς ή αποδομούμενους ιστούς άλλων φυτών.

Οι περισσότερες από τις αλληλοπαθητικές ουσίες είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού που βιοσυντίθεται σε διάφορα όργανα του φυτού (φύλλα, ρίζες, βλαστοί, άνθη και καρποί ή σπόροι). Επίσης, οι περισσότερες από αυτές ανήκουν από χημικής πλευράς στις φαινολικές ουσίες, στα τερπένια και στις αζωτούχες ενώσεις.

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες ορισμένων φυτών διεγείρουν και δεν αναστέλλουν το φύτεμα των σπόρων κάποιων άλλων φυτών (Nyggen, 2002). Για παράδειγμα, οι ουσίες sorgoleone, alectrol και orobanchol, οι οποίες παράγονται αντιστοίχως εντός των φυτών των καλλιεργούμενων ειδών *Sorghum bicolor* (σόργο), *Vigna unguiculata* (βίγνα) και *Trifolium pratense* (λειμώνιο τριφύλλι), διεγείρουν (σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις) και δεν αναστέλλουν το φύτεμα των σπόρων των παρασιτικών ζιζανίων *Striga*, *Alectra* και *Orobanche*. Αυτό σημαίνει ότι οι ουσίες αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως μέσα αντιμετώπισης των τριών προαναφερθέντων παρασιτικών ζιζανίων, αφού η εφαρμογή τους μπορεί να διεγείρει το φύτεμα των σπόρων τους στην απουσία των ξενιστών τους και να προκαλέσει ως εκ τούτου τη νέκρωση τους λόγω της μη ύπαρξης των ξενιστών τους για παρασιτισμό. Το φύτεμα αυτών των σπόρων εξαιτίας της εφαρμογής των προαναφερθεισών ουσιών χαρακτηρίζεται και ως «φύτεμα αυτοκτονίας».

Η αλληλοπαθητική δράση ορισμένων ζιζανίων εναντίον άλλων ζιζανίων μπορεί να έχει αρνητικές αλλά και θετικές προεκτάσεις στη γεωργία. Η εξάπλωση σε ένα



βοσκότοπο ενός αλληλοπαθητικού είδους μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα βόσκησης ή να καταστήσει το βοσκότοπο απαγορευτικό για βόσκηση, αντιστοίχως. Παράδειγμα αποτελεί το είδος *Aristida oligantha*, το οποίο, αν και είναι λιγότερο ανταγωνιστικό από άλλα είδη φυτών, επεκράτησε σε μια περιοχή εξαιτίας της αλληλοπαθητικής του επίδρασης, η οποία ήταν ισχυρότερη από την ανταγωνιστική επίδραση των ήδη εγκαταστημένων ανταγωνιστικότερων αλλά μη αλληλοπαθητικών ειδών. Η επέκταση ενός τέτοιου είδους με αλληλοπαθητική επίδραση εναντίον των ανταγωνιστικότερων ζιζανίων και όχι εναντίον ενός καλλιεργούμενου φυτού είναι επιθυμητή στο γεωργό επειδή περιορίζει τη ζημιά του καλλιεργούμενου φυτού από τον ανταγωνισμό των ανταγωνιστικότερων ζιζανίων.

Στο συγκεκριμένο πείραμα κατά την εφαρμογή των μεταχειρίσεων που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν δυο συγκεκριμένα φυτικά υπολείμματα. Αυτά ήταν ο σιδερίτης και η εχινάτσα. Αυτά τα δύο αρωματικά φυτά έχουν εξεταστεί και στο παρελθόν για την αλληλοπαθητική τους δράση, που βασίζεται στις φαινολικές ουσίες δηλαδή στις απλές φαινόλες όπως τα φλαβονοειδή και στις ομάδες των τερπενίων τα οποία αποτελούν και τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από τους δείκτες ποικιλότητας και τις μετρήσεις στον αγρό, έγινε φανερό πως τα φυτικά υπολείμματα των αρωματικών φυτών σιδερίτη και εχινάτσας, επιδρούν στη ζιζανιοχλωρίδα του πειράματος.

Από τα αποτελέσματα της πληθυσμιακής ανάλυσης προέκυψε ότι η εχινάτσα επηρέασε λιγότερο από τον σιδερίτη το δείκτη Shannon (H') και αντίστοιχα το δείκτη Simpson. Ο σιδερίτης επηρέασε περισσότερο την ποιοτική ανάλυση.

Σε ότι αφορά τους δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιήθηκαν αξίζει να σημειωθεί ότι ο δείκτης Simpson δίνει έμφαση στα συνηθισμένα είδη ενώ ο δείκτης Shannon στα σπάνια είδη. Αυτός είναι ο λόγος που παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ των τιμών. Οι δείκτες ποικιλότητας φαίνεται ότι είναι πολύ χρήσιμοι στον προσδιορισμό των αλλαγών στους πληθυσμούς των ζιζανίων οι οποίες προκαλούνται από αλλαγές των φυτικών υπολειμμάτων.

Ο σιδερίτης επηρέασε περισσότερο το συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων. Από την άλλη, η εχινάτσα επηρέασε και αυτή το νωπό βάρος των ζιζανίων αλλά όχι με την ένταση που το πραγματοποίησε ο σιδερίτης. Σαφέστατα υπέδειξε διαφορές από το νωπό βάρος του μάρτυρα αλλά όχι στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως αυτά φάνηκαν και από την ανάλυση διασποράς.

Ο σιδερίτης επηρέασε και το ξηρό βάρος των πλατύφυλλων ζιζανίων. Η εχινάτσα φάνηκε να μην επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το ξηρό βάρος. Από την άλλη, η Εχινάτσα συνέχισε να έχει την ίδια δράση με αυτή των προηγούμενων μετρήσεων, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η δράση της εχινάτσας στην αλληλοπάθεια των ζιζανίων του βαμβακιού δεν έφερε αξιοσημείωτα αποτελέσματα σε σχέση με αυτά που επέδειξε ο μάρτυρας. Βέβαια στο σημείο αυτό θα μπορούσε να αναφερθεί ότι η εχινάτσα φάνηκε να επηρεάζει το δείκτη αφθονίας H' μειώνοντας το αλλά ταυτόχρονα να αυξάνει ελάχιστα το ξηρό βάρος των πλατύφυλλων, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα βάρη αυξάνονται



αλλά τα είδη που παραμένουν είναι περισσότερο ανταγωνιστικά με αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερη ανάπτυξη.

Η παρουσία αλληλοπαθητικών ουσιών στο έδαφος καθορίζεται συχνά από διάφορους παράγοντες. Σε αυτούς περιλαμβάνονται η ποσότητα των φύλλων που πέφτουν, το ποσοστό του φυτικού υλικού που αποσυντίθεται, η απόσταση από τα άλλα φυτά και τέλος την διαθέσιμη υγρασία του εδάφους. Η αποσύνθεση των φυτικών ιστών εξαρτάται από την ποιότητα των φύλλων (αναλογίες C:N και C:P), καθώς επίσης και από τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και τη παρουσία ορισμένων μικροοργανισμών στο έδαφος. Ο τύπος του εδάφους και η τιμή του pH είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες στον καθορισμό των αλληλοπαθητικών ουσιών που είναι παρούσες στο έδαφος και αν έχουν αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις τότε μπορεί να έχουν επιπτώσεις σε άλλα φυτά (Saxena et al., 1996).

Συμπερασματικά, μπορούμε να αναφέρουμε ότι η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων επηρεάζει την ανάπτυξη καθώς και τον πληθυσμό των ζιζανίων. Στο συγκεκριμένο πείραμα καλύτερα αποτελέσματα ανέδειξε η μεταχείριση του σιδηρίτη παρά της εχινάτσας. Σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε, τα συγκεκριμένα αρωματικά φυτά δεν φάνηκε να επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη του βαμβακιού.

Τέλος, με βάση την εμπειρία που συλλέχθηκε κατά την υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας προτείνεται σε μια μελλοντική επανεξέταση του αλληλοπαθητικού δυναμικού των αρωματικών αυτών φυτών να διενεργηθούν πειράματα ελεγχόμενων συνθηκών, βιοδοκιμών και να διερευνηθεί η δυνατότητα αντιμετώπισης ζιζανίων με την ενσωμάτωση φυσικής μάζας των αρωματικών φυτών. Στα πειράματα αυτά να μελετηθεί η επίδραση της συγκέντρωσης στη φυτοτοξικότητα διαφόρων αιθέριων ελαίων εναντίων ζιζανίων των καλλιεργούμενων φυτών.



5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Albrecht & Sommer H., 1998. Development of the arable weed seed bank after the change from conventional to integrated and organic farming. *Aspects of Applied Biology* 51, Weed seedbanks: determination, dynamics and manipulation, 279±288. Hald, 1999, Rydberg & Milberg, 2000).

Albrecht, H., Mattheis, A., 1998. The effects of organic and integrated farming on rare arable weeds on the Forschungsverbund Agrarokosysteme Munchen (FAM) research station in southern Bavaria. *Biological Conservation* 86, 347–356.

Angelini L., Lazzeri L., Galleti S., Cozzani A., Macchia M. & Palmieri S., 1998. Antigerminative activity of three glucosinolate-derived products generated by mirosinase hydrolysis. *Seed Science and Technology* 26, 771–780.

Barberi P. & Mazzoncini M., 2001. Changes in weed community composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn. *Weed Science* 49, 491–499.

Barberi P., 2001. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issue? Scuola Superiore Sant' Anna di Studi Universitari e di Perfezionamento, Pisa, Italy

Barberi, P. & Cascio, B.L. 2001. Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Research*, 41, 325–340.

Barberi, P., 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing in right issues? *Weed Res.* 42(3): 177-193.

Bastiaans L. & Drenth H., 1999. Late-emerging weeds; phenotypic plasticity and contribution to weed population growth. In: *Proceedings 11th EWRS Symposium*, Basle, Switzerland, 3.

Bengtsson J., Ahnstrom J., Weibull A., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis.

Blake F., 1990. *Grower Digest 8, Organic Growing*. Grower Publications Ltd, London, UK. Beveridge & Naylor, 1999

Bond, W. & Grundy, A.C., 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41, 383–405.

Christensen S., 1995. Weed suppression ability of spring barley varieties. *Weed Research* 35, 241-247.

Clark M., Ferris H., Klonsky K., Lanini W. Van Bruggen A. & Zalom F., 1998. Agronomic, economic, and environmental comparison of pest management in conventional and alternative tomato and corn systems in Northern California. *Agriculture Ecosystems and Environment* 68, 51–71.

Colquhoun J. & Bellinder R., 1996. Re-evaluating cultivation and its potential role in American vegetable weed control. In: *Proceedings X^e Colloque International Sur la Biologie Des Mauvaises Herbes*, Dijon, France, 335-341.

Cosser ND, Gooding MJ, Thompson AJ & Froud-Williams RJ (1997) Competitive ability and tolerance of organically grown wheat cultivars to natural weed infestations. *Annals of Applied Biology* 130, 523-535.



- De Luca T. & De Luca D.**, 1997. Composting for feedlot manure management and soil quality. *Journal of Production Agriculture* 10, 235–241.
- Di Tomaso J.**, (1995). Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. *Weed Science* 43, 491–497.
- Duke S., Dayan F., Romagnoli J. & Rimando A.**, 2000. Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. *Weed Research* 40, 99–111.
- Frick, B.**, 1998. *Weed Management for Organic Producers: Literature Search*. Saskatchewan Organic Directorate and Agri-Food Innovation Fund, Special Crop Spoke Program. Saskatoon, SK, Can. 42 pp.
- Froud - Williams R.**, 1983. The influence of straw disposal and cultivation regime on the population dynamics of *Bromus sterilis*. *Annals of Applied Biology* 103, 139–148.
- Woodward & Lampkin**, 1990.
- Froud-Williams R.J** (1997) Varietal selection for weed suppression. *Aspects of Applied Biology* 50, Optimising cereal inputs: its scientific basis, 355-360.
- Griepentrog H., weiner J & Kristensen L.**, 2000. Increasing the suppression of weeds by varying sowing parameters. In: *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference*, Basle, Switzerland, 173.
- Grundy A., Bond W., Burston S & Jackson L.**, 1999. Weed suppression by crops. In: *Proceedings 1999 Brighton Conference - Weeds*, Brighton, UK, 957-962.
- Hatcher, P.E. & Melander, B.** 2003. Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Research*, 43, 303–322.
- Hintzsche E. & Wittmann C.**, 1992. L'influence de la rotation et du travail du sol sur les infestations par les adventices en grandes cultures. In: *Proceedings IXe Colloque International Sur la Biologie Des Mauvaises Herbes*, Dijon, France, 139±145.
- Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V. & Evans A.D.**, 2005. Does organic farming benefit biodiversity?. *Biological Conservation*, 122: 113-130.
- Holmoyr & Netland J** (1994) Band spraying, selective flame weeding and hoeing in late white cabbage, part I *Acta Horticulturae* 372, Engineering for Reducing Pesticide Consumption & Operator Hazards, 223-234.
- Ionescu N.E., Perianu A., Popescu A., Sarpe N. & Roibu C.**, 1996. Weed control in corn and soybean crops by mechanical and manual management practices. In: *Proceedings Xe Colloque International Sur la Biologie Des Mauvaises Herbes*, Dijon, France, 359±365.
- Isart, J., Llerena, J.J. (Eds.)**, 1996. *Biodiversity and Land Use: The role of Organic Farming*. *Proceedings of the First ENOF Workshop*. — Barcelona, 155 pp.
- Jimenez - Orsonio J. & Gleissman S.**, 1987. Allelopathic interference in a wild mustard (*Brassica campestris* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) intercrop agroecosystem. In: *Allelochemicals, Role in Agriculture and Forestry* (ed. GR Waller), 262–274. *ACS Symposium Series*, Vol.330. American Chem. Soc. Washington DC, USA.
- Jones PA, Blair AM & Orson J** (1995) The effects of different types of physical damage to four weed species. In: *Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, Brighton, UK, 653-658.
- Jones PA, Blair AM & Orson J** (1996) Mechanical damage to kill weeds. In:



Proceedings Second International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 949- 954.

Jornsga R., Rasmussen K, Hill J. & Christiansen L., 1996. Influence of nitrogen on competition between cereals and their naturalweed populations. *Weed Research* 36,461– 470.

Kay, S., Gregory, S., 1999. Rare Arable Flora Survey 1999. Unpublished report to Northmoor Trust and English Nature.

Korres NE & Froud-Williams RJ (1997) The use of varietal selection and seed rates for enhanced weed suppression in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). In: Proceedings 1997 Brighton Crop Protection Conference ±-Weeds, Brighton, UK, 667-668.

Kurstjens DAG & Perdock UD (2000) The selective soil covering mechanism of weed harrows on sandy.

Lampkin N., 1990. Farming systems and ecological diversity. *Organic Farming*, 701: 574- 579.

Lee H., 1995. Non-chemical weed control in cereals. In: Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, UK, 1161-1170. Karlen et al., 1994).

Liebman M. & Davis A., 2000. Integration of soil, crop, and weed management in lowexternal- input farming systems. *Weed Research* 40, 27–47.

Magdoff F., 1995. Soil quality and management. In: *Agroecology. The Science of Sustainable Agriculture* (ed. MA Altieri), 349–364. Westview Press, Boulder, CO, USA.

Marshall T (1992) Weed control in organic farming systems. In: Proceedings 1st International Weed Control Congress, Melbourne, Australia, 311-314.

Mattson B., Nylander C. & Ascard J., 1990. Comparison of seven inter-row weeders. In: Proceedings 3rd International Conference IFOAM, Non-chemical Weed Control, Linz, Austria, 91-107.

Maynard A., 1993. Nitrate leaching from compost-amended soils. *Compost Science and Utilization* 1, 65–72.

Mccloskey M., Firbank L., Watkinson A. & Webb D., 1996. The dynamics of experimental arable weed communities under different management practices. *Journal of Vegetation Science* 7, 799–808.

Meisel, K., 1978. Auswirkung alternativer Landwirtschaft auf die Vegetation. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (Edit.). Jahresbericht 10–12 Meisel, K., 1979.

Mohler C. & Teasdale J., 1993. Response of weed emergence to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereale* L. residue. *Weed Research* 33, 487–499.

Mohler C., 1996. Ecological bases for the cultural control of annualweeds. *Journal of Production Agriculture* 9, 468–474.

Moreby, S.J., Aebischer, N.J., Southway, S.E., Sotherton, N.W., 1994. A comparison of the flora and arthropod fauna of organically and conventionally grown winter-wheat in southern England. *Annals of Applied Biology* 125, 13–27.

Nelson W., Kahn B. & Roberts B., 1991. Screening cover crops for use in conservation tillage systems for vegetables following spring plowing. *Hortscience* 26, 860-862.



- Nishida T., Shimizu N., Ishida M., Onoue T. & Harashima N.**, 1998. Effect of cattle digestion and of composting heat on weed seeds. *Japanese Agricultural Research Quarterly* 32, 55–60.
- Ozores - Hampton M., Stoffella P., Bewick T. Cantliffe D. & Obreza T.**, 1999. Effect of age of cocomposted MSW and biosolids on weed seed germination. *Compost Science and Utilization* 7, 51–57.
- Paul J & Beauchamp E.**, 1993. Nitrogen availability for corn in soils amended with urea, cattle slurry, and solid and composted manures. *Canadian Journal of Soil Science* 73, 253–266.
- Peigne J., Ball B.C, Roger-Estrade J. & David C.**, 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? *Soil Use & Management*, 23: 129-144.
- Penfold C. Miyan M. Reeves T. & Grierson T.**, 1995. Biological farming for sustainable agricultural production. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35, 849–856.
- Pullen, D.W.M., Cowell, P.A.**, 1997. An evaluation of the performance of mechanical weeding mechanisms for use in high speed inter-row weeding of arable crops. *Journal of Agricultural Engineering Research* 67, 27–34.
- Rasmussen J. & Ascard J.**, 1995. Weed control in organic farming systems. In: *Proceedings 13th Long Ashton International Symposium, Ecology and Integrated Farming Systems* (eds DM Glen, MP Greaves & HM Anderson), 49–67. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Rasmussen J.**, 1992. Testing harrows for mechanical control of annual weeds in agricultural crops. *Weed Research* 32, 267–274.
- Rasmussen K. & Rasmussen J.**, 2000. Barley seed vigour and mechanical weed control. *Weed Research* 40, 219–230.
- Reader R.**, 1991. Control of seedling emergence by ground cover: a potential mechanism involving seed predation. *Canadian Journal of Botany* 69, 2084-2087.
- Richards MC & Heppel V** (1990) Cereal varieties for the organic and low input grower. *BCPC Monograph 45, Crop Protection in Organic and Low Input Agriculture*, BCPC, Farnham, UK, 147-155.
- Samuel AM & Guest SJ** (1990) Effects of seed rates and within-crop cultivations in organic winter wheat. *BCPC-Monograph 45 Crop protection in organic and low input agriculture*, BCPC, Farnham, UK, 49-54
- Seavers G. P & Wright K.J** (1995) Potential for control by suppressive cereal cultivars. In: *Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, Brighton, UK, 737- 742.
- Smith S., Iles D. & Jordan V.**, 1994. Nutritional implications of mechanical intervention for weed control in integrated farming systems. *Aspects of Applied Biology* 40, Arable farming under CAP reform, 403-406.
- Sodhi PS & Dhaliwal BK** (1998) Effect of crop density and cultivars on competitive interaction between wheat and wild oats (*Avena ludoviciana* Dur.). *Indian Journal of Ecology* 25, 138-145.
- Spandl E. Durgan B. & Forcalla F.**, 1998. Tillage and planting date influence foxtail (*Setaria* spp.) emergence in continuous spring wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technology* 12, 223–229



- Stonehouse D., Weise S., Sheardown T., Gill R & Swalton C., 1996.** A case study approach to comparing weed management strategies under alternative farming systems in Ontario. *Canadian Journal of Agricultural Economics—Revue Canadienne d’Economie Rurale* 44, 81–99.
- Streibig J., 1988.** Weeds-the pioneer flora of arable land. *Ecological Bulletins* 39, 59-62.
- Taylor BR (1993)** The effects of weed control on spring bean varieties grown under organic conditions. In: *Proceedings 13th Long Ashton International Symposium: Arable Ecosystems for the 21st Century*. Long Ashton, UK.
- Turner R., Lennartsson M., Bond W., Grundy A & Whitehouse D., 1999.** Organic weed control - getting it right in time. In: *Proceedings 1999 Brighton Conference - Weeds*, Brighton, UK, 969-974.
- Van Elsen, T., 2000.** Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture Ecosystems & Environment* 77, 101–109.
- Van Elsen, T., 2000.** Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture Ecosystems & Environment* 77, 101–109.
- Weibull, A.C., Ostman, O., Granqvist, A., 2003.** Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation* 12, 1335–1355.
- Wilson B., Wright K. & Butler R., 1993.** The effect of different frequencies of harrowing in the autumn or spring on winter wheat, and on the control of *Stellaria media* (L.) Vill., *Galium aparine* L. and *Brassica napus* L. *Weed Research* 33, 501–506.
- Woodward L. & Lampkin N., 1990.** Organic agriculture in the United Kingdom. BCPC Monograph no. 45 *Crop Protection in Organic and Low Input Agriculture*, BCPC, Farnham, UK, 19-29.
- Youngberg, E.G., Parr, J.G., Papendick, R.I., 1984.** Potential benefits of organic farming practices for wildlife and natural resources. *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* 49, 141–153.
- Younie D & Taylor BR (1995)** Maximising crop competition to minimise weeds. *New Farmer and Grower*, Soil Association, (Winter 1995), 18. Bristol, UK.
- Zimdahl R., 2004.** Weed- crop competition. Blackwell publishing, pg. 150-153.
- Αυγουλάς, 2010.** Νέα κοινή αγροτική πολιτική στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας- Επιπτώσεις στην Ελλάδα.
- Κουτσός. Θ.Β., 2006.** Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά.
- Μπούρμπος Α., 2008.** Η αλληλοπάθεια στην οικολογική φυτοπαθολογία.
- Οικονόμου, 2011.** The phytotoxic properties of aromatic and medicinal plants. A challenge for physical weed control. *Ewrs 9th Workshop Physical And Cultural Weed Control*, 21-25.
- Παντελιά Αναστασία, 2011.** Μεταπτυχιακή μελέτη με θέμα: Επίδραση της εδαφοκατεργασίας στην ζιζανιοχλωρίδα του Λιναριού.
- Παπακώστα –Τασοπούλου, 2002.** Βιομηχανικά φυτά.
- Σιδηράς, Κ.Ν., 2005.** Βιολογική γεωργία. ΔΗΩ.
- Τόλης Ι.Δ., 1998.** Καλλιέργεια και φυτοπροστασία του βαμβακιού στην Ελλάδα.