



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΖΙΖΑΝΙΟΥ ΣΟΛΑΝΟ (*SOLANUM
ELAEAGNIFOLIUM*) ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ
ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

ΤΣΙΑΒΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΤΣΙΑΒΟΥ ΣΟΦΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΔΗΜΑΣ ΚΙΤΣΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ, 2022



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΖΙΖΑΝΙΟΥ ΣΟΛΑΝΟ (SOLANUM
ΕΛΑΕΑΓΝΙΦOLIUM) ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ
ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

ΤΣΙΑΒΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΤΣΙΑΒΟΥ ΣΟΦΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΔΗΜΑΣ ΚΙΤΣΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ, 2022

Επιτροπή Αξιολόγησης

1. Δήμας Κίτσιος, Επιβλέπων
2. Γιαννακούλα Αναστασία, Μέλος
3. Στεφάνου Στέφανος, Μέλος

Ημερομηνία Παρουσίασης

15 Δεκεμβρίου 2022

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

ΠΕΡΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ, ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Τσιάβος Γεώργιος και Τσιάβου Σοφία δηλώνουμε υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι είμαστε οι συγγραφείς της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας με τίτλο “Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στην ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού” που παραδόθηκε τον Δεκέμβριο του έτους 2022.

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνουμε ότι η προαναφερόμενη εργασία αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής μας έρευνας, δεν προέρχεται από ανάθεση σε τρίτα άτομα και δεν αποτελεί αντιγραφή. Σε όλη την έκτασή της κατατέθηκαν σαφείς και πλήρεις αναφορές όλων των δεδομένων, απόψεων, ιδεών άλλων συγγραφέων, οι οποίες μεταφέρθηκαν αυτολεξεί ή με παράφραση τόσο εντός του κειμένου με την κατάλληλη παραπομπή, όσο και στο τμήμα της βιβλιογραφίας με πλήρη περιγραφή.

Αναλαμβάνουμε όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση απόδειξης, διαχρονικά, ότι ολόκληρη η εργασία ή τμήμα αυτής δε μας ανήκει και αποτελεί προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Θεσσαλονίκη, ... /... /2022

Ο δηλών:.....

Η δηλούσα:.....

(ονοματεπώνυμο & υπογραφή)

Το αφιερώνουμε στους εαυτούς μας που τα κατάφεραν...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας οφείλουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Κίτσιο Δήμα που σε κάθε στάδιο της εργασίας μας ήταν εκεί συμβάλλοντας με τις γνώσεις του, την υπομονή του αλλά και την αμέριστη ενθάρρυνσή του με την οποία μας βοήθησε να οδηγηθούμε στην επιτυχή εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Επιπλέον, θέλουμε από καρδιάς να δείξουμε την ευγνωμοσύνη μας ευχαριστώντας την οικογένεια μας για όλες τις θυσίες που έχουν κάνει τόσα χρόνια για εμάς αλλά και την στήριξη τους καθώς και τους φίλους μας που ήταν δίπλα μας σε κάθε βήμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε πείραμα αγρού που εγκαταστάθηκε στην περιοχή του Αγίου Αθανασίου της Θεσσαλονίκης κατά την καλλιεργητική περίοδο 2021-2022 αξιολογήθηκε η πιθανή επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στην ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού. Ειδικότερα, στην έρευνα αυτή αξιολογήθηκε η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό στην φυτρωτική ικανότητα, στο ποσοστό αδελφώματος, στο μήκος της ρίζας και του βλαστού αλλά και στο νωπό και ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού. Επιπλέον, στο στάδιο της συγκομιδής αξιολογήθηκε η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό στο συνολικό βάρος, τον αριθμό στάχων, στην απόδοση, στο βάρος 1.000 κόκκων και στον αριθμό κόκκων/στάχου του σκληρού σιταριού. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό πριν από τη σπορά, επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού. Ειδικότερα, στο στάδιο του αδελφώματος ο αριθμός φυτών και αδελφιών του σκληρού σιταριού στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² μειώθηκαν κατά 63% και 65,7%, αντίστοιχα συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στη συγκομιδή η αντίστοιχη μείωση της απόδοσης, του συνολικού ξηρού βάρους και του αριθμού στάχων ήταν 54,3%, 57%, και 47,6%.

Λέξεις κλειδιά: Σκληρό σιτάρι, Αλληλοπάθεια, Σολανό (*Solanum elaeagnifolium*).

ABSTRACT

In a field experiment established in the area of Agios Athanasios, Thessaloniki, during the 2021-2022 cultivating season, the potential effect of soil-integrated residues of the silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) on the growth and yield of Triticum durum was evaluated. In particular, in this research, the effect of incorporated residues of silverleaf nightshade on germination capacity, twining rate, root and shoot length, and fresh and dry weight of triticum durum was evaluated. In addition, the effect of incorporated silverleaf nightshade residues on total weight, number of spikes, yield, 1000-grain weight and number of grains/ear of triticum durum was evaluated at harvest stage. The results of this research showed that the incorporation of silverleaf nightshade residues before sowing significantly affected the growth and yield of triticum durum. In particular, at the twining stage the number of triticum durum plants and twins in the experimental plots where residues of 30-34 solanum plants/m² were incorporated were reduced by 63% and 65.7%, respectively compared to the control. However, at harvest the respective reductions in yield, total dry weight, and number of spikes were 54.3%, 57%, and 47.6%.

Key words: Triticum durum, Allelopathy, silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ABSTRACT	vi
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΣΙΤΑΡΙ	3
1.1 Καταγωγή – Προέλευση – Ιστορική Αναδρομή	3
1.2 Παραγωγή στην Ελλάδα	5
1.3 Βοτανική περιγραφή	7
1.3.1 Ριζικό σύστημα	7
1.3.2 Βλαστός	8
1.3.3 Άνθη – Ταξιανθίες.....	9
1.3.4 Φύλλα	11
1.3.5 Καρπός	12
1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	13
1.5 Αύξηση - Ανάπτυξη	14
1.6 Οικολογικές απαιτήσεις.....	15
1.7 Σπορά	17
1.8 Λίπανση.....	18
1.9 Άρδευση	20
1.10 Συγκομιδή.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΖΙΖΑΝΙΟ ΕΙΣΒΟΛΕΑΣ – ΖΙΖΑΝΙΟ ΣΟΛΑΝΟΣ.....	22
2.1 Ορισμός ζιζάνιο εισβολέα.....	22
2.2 Χαρακτηριστικά ζιζανίου εισβολέα.....	23
2.3 Τρόποι εισαγωγής ζιζανίου εισβολέα	24
2.4 Επιπτώσεις ζιζανίου εισβολέα	25
2.5 Τρόποι διαχείρισης ζιζανίου εισβολέα.....	26
2.6 Γενικά στοιχεία σολανού	28
2.7 Ιστορική αναδρομή.....	29
2.8 Ταξινόμηση σολανού	31
2.9 Ο σολανός στην Ελλάδα.....	33
2.10 Μορφολογία Σολανού	35
2.10.1 Βλαστός και φύλλα.....	35
2.10.2 Ταξιανθία - Άνθη - Καρπός	36
2.10.3 Ρίζα	37

2.11 Κλιματολογικές συνθήκες.....	38
2.12 Βιολογικός κύκλος.....	39
2.13 Καταπολέμηση.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ.....	42
3.1 Γενικά στοιχεία – Ορισμός Αλληλοπάθειας.....	42
3.2 Βιοσύνθεση – Τρόποι απελευθέρωσης.....	44
3.3 Μηχανισμός δράσης αλληλοπαθητικών ουσιών.....	46
3.4 Η αλληλοπάθεια στον αγρό.....	51
Β. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	52
4.1 Σκοπός της εργασίας.....	52
4.2 Υλικά και μέθοδοι.....	53
4.3 Διαδικασία σποράς στον αγρό – συλλογή πρώτων δειγμάτων και ανάλυση τους.....	55
4.4 Δεύτερο μέρος διαδικασίας στον αγρό – συγκομιδή σιταριού και ανάλυσή του.....	57
4.5 Αποτελέσματα και συζήτηση.....	63
4.5 Συμπεράσματα.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	91

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>Πίνακας 1. Εκτάσεις καλλιεργούμενων σιτηρών σε (στρέμματα) και ποσοτική απόδοση σε (τόνους) σε όλη την Ελλάδα.</i>	<i>5</i>
<i>Πίνακας 2. Τα σπουδαιότερα είδη ζιζανίων για τα οποία έχει βρεθεί ότι εκδηλώνουν αλληλοπάθεια, ορισμένες από τις σπουδαιότερες αλληλοπαθητικές ουσίες για τα καλλιεργούμενα φυτά που επηρεάζονται από αυτές.</i>	<i>48</i>

ΠΕΡΙΟΧΕΜΑΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<i>Εικόνα 1. Ριζικό σύστημα.</i>	<i>7</i>
<i>Εικόνα 2. Βλαστός σιταριού.</i>	<i>8</i>
<i>Εικόνα 3. Άνθος σιταριού.</i>	<i>10</i>
<i>Εικόνα 4. Διάφορα είδη σιτηρών.</i>	<i>11</i>
<i>Εικόνα 5. Καρπός σιταριού.</i>	<i>12</i>
<i>Εικόνα 6. Φυτό σολανού.</i>	<i>35</i>
<i>Εικόνα 7. Φυτό σολανού με άνθος και καρπό.</i>	<i>36</i>
<i>Εικόνα 8. Καρπός σολανού.</i>	<i>36</i>
<i>Εικόνα 9. Σπόρος σολανού.</i>	<i>37</i>
<i>Εικόνα 10. Με το έντονο πράσινο η περιοχή με πολύ σολανό, το ανοιχτό πράσινο η περιοχή με λίγο σολανό και το πιο ανοιχτό πράσινο με καθόλου σολανό.</i>	<i>55</i>
<i>Εικόνα 11. Καθαρισμός του ριζικού συστήματος των φυτών από εδαφικά υπολείμματα.</i>	<i>57</i>
<i>Εικόνα 12. Μέτρηση ρίζας και βλαστού με τη βοήθεια χάρακα.</i>	<i>58</i>
<i>Εικόνα 13. Διαχωρισμός της ρίζας και του βλαστού με την βοήθεια ψαλιδιού.</i>	<i>58</i>
<i>Εικόνα 14 Ζύγιση νωπού βάρους βλαστών.</i>	<i>59</i>
<i>Εικόνα 15. Ζύγιση νωπού βάρους ριζών.</i>	<i>59</i>
<i>Εικόνα 16. Τοποθέτηση δειγμάτων στον αποτεφρωτικό φούρνο για ξήρανση.</i>	<i>60</i>
<i>Εικόνα 17. Ζύγιση ξηρού βάρους βλαστών.</i>	<i>60</i>
<i>Εικόνα 18. Ζύγιση ξηρού βάρους ριζών.</i>	<i>61</i>
<i>Εικόνα 19. Κοπή στάχτων από το βλαστό.</i>	<i>61</i>
<i>Εικόνα 20. Κοσκίνισμα για την απομάκρυνση των λεπύρων και των αγάνων.</i>	<i>62</i>

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στον αριθμό φυτών του σκληρού σιταριού.	63
Σχήμα 2. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στον αριθμό αδελφιών του σκληρού σιταριού.....	64
Σχήμα 3. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο συνολικό νωπό βάρος του σκληρού σιταριού.	65
Σχήμα 4. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο νωπό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού.	66
Σχήμα 5. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο νωπό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού.	67
Σχήμα 6. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο συνολικό ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού.	68
Σχήμα 7. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο ξηρό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού.	69
Σχήμα 8. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο ξηρό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού. .	70
Σχήμα 9. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο μήκος των ριζών του σκληρού σιταριού.....	71
Σχήμα 10. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο μήκος των βλαστών του σκληρού σιταριού.....	72
Σχήμα 11. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο βάρος των δειγμάτων/ m^2 του σκληρού σιταριού..	73
Σχήμα 12. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στο βάρος 1.000 κόκκων του σκληρού σιταριού.....	74
Σχήμα 13. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στον αριθμό στάχων/ m^2 του σκληρού σιταριού.	75
Σχήμα 14. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στον αριθμό κόκκων ανά 10 στάχυα/ m^2 του σκληρού σιταριού.	76
Σχήμα 15. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (<i>Solanum elaeagnifolium</i>) στην απόδοση του σκληρού σιταριού.....	77

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλλιέργεια των σιτηρών ανέκαθεν αποτελούσε μία από τις σημαντικότερες οικονομικές και βιολογικές αποδοχές για το ανθρώπινο είδος. Εάν αναλογιστεί κανείς ότι τα σιτηρά αποτελούν τη βάση της ανθρώπινης διατροφής και ερευνητικά αποδεδειγμένα αποδίδουν το 56% των πρωτεϊνών που καταναλώνονται από το ήμισυ περίπου του πλανήτη, τότε δικαιολογημένα η καλλιέργεια αυτών βαίνει στο προσκήνιο ως μία από τις πιο αξιόλογες. Τα σιτηρά συγκαταλέγονται στην οικογένεια των αγρωστωδών (Gramineae) και ο βασικός διαχωρισμός τους είναι σε χειμερινά και εαρινά. Το σκληρό σιτάρι, το οποίο θα αποτελέσει και ένα από τα βασικά θέματα της εργασίας, ανήκει στη χειμερινή κατηγορία σιτηρών.

Παρότι, η καλλιέργεια σιτηρών λαμβάνει ιδιαίτερη προσοχή για τους προαναφερθέντες λόγους, αλλά και ακόμη περισσότερους, αρκετοί είναι οι παράγοντες που μπορούν να δράσουν ανασταλτικά τόσο στην ποιοτική αλλά και στην ποσοτική απόδοση τους.

Ένας από τους παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν αρνητικά στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού είναι και τα ζιζάνια, των οποίων η παρουσία έγινε σχεδόν ταυτόχρονα με την αρχή της καλλιέργειας της γης. Από την πρώτη εμφάνιση των ζιζανίων αρκετοί επιδίωξαν να αποδώσουν έναν σαφή ορισμό, με τον Emerson το 1878 να κάνει την αρχή, αποδίδοντας τον εξής ορισμό: «Ένα φυτό του οποίου τη σπουδαιότητα δεν έχουμε ανακαλύψει ακόμα». Με αφετηρία αυτό τον ορισμό αρκετοί επιστήμονες αλλά και επιστημονικοί φορείς έκαναν τη δικιά τους προσπάθεια ερμηνείας του όρου ζιζανίου, με επικρατέστερο να είναι τελικά αυτός του Anderson το 1977 ορίζοντας το ως: «Ένα φυτό που αναπτύσσεται εκεί όπου και όταν δεν είναι επιθυμητό».

Στους επιστημονικούς αυτούς όρους που αποδίδουν μόνο την αρνητική πτυχή των ζιζανίων, έρχεται ο οικολογικός να επιδείξει και την προσφορά του λέγοντας ότι: «Ζιζάνια είναι όσα φυτά, των οποίων η χρησιμότητα τους δεν είναι ακόμα καλά γνωστή στον άνθρωπο».

Είναι κοινώς γνωστό στην επιστημονική κοινότητα ότι κάθε χρόνο στον ήδη υπάρχον κατάλογο των ζιζανίων έρχονται να προστεθούν και άλλα, 10 έως 50 περίπου διαφορετικά είδη ζιζανίων, στα οποία αν δεν δοθεί η δέουσα προσοχή μπορούν να αποδειχθούν καταστροφικά, για τις ποικίλες καλλιέργειες της χώρας. Τα ζιζάνια ωστόσο δεν αποτελούν προβληματική κατάσταση μόνο για τις καλλιέργειες αλλά και για τα αρδευτικά - στραγγιστικά κανάλια, το οδικό δίκτυο, τους στύλους παροχής ενέργειας και άλλα.

Οι υψηλές αναπτυξιακές απαιτήσεις των ζιζανίων σε φως, νερό, αέρα και θρεπτικά στοιχεία, οδηγούν σε περιορισμό των αντίστοιχων στοιχείων στη βασική καλλιέργεια καθιστώντας την κακή ποσοτικά και ποιοτικά. Εξαιτίας των παραπάνω, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που το τελικό προϊόν αποδείχθηκε βλαβερό και δυσάρεστο για τον καταναλωτή.

Οι φυτικοί εχθροί όλων των καλλιεργειών στην πλειονότητα τους όταν αποκτήσουν τις κατάλληλες συνθήκες παράγουν (αλληλοπαθητικές) ουσίες καταστέλλοντας την ομαλή ανάπτυξη και λειτουργία των καλλιεργειών. Τις ουσίες αυτές μπορούμε να συναντήσουμε σε μεγάλο μέρος των ζιζανίων όπως στη ρίζα, στα φύλλα, στους καρπούς, στα άνθη και στους βλαστούς. Όλα αυτά συνδράμουν στην μη ωφέλιμη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των καλλιεργειών αλλά και στην μειωμένη άνθηση και καρπόδεση.

Ένα από τα ζιζάνια αυτά είναι ο σολανός (*Solanum elaeagnifolium*) ή διαφορετικά Γερμανός, όπως χρησιμοποιείται από τους περισσότερους, ο οποίος θα μελετηθεί και θα αναλυθεί στην παρακάτω εργασία ως προς την αλληλοπαθητική του δράση. Για το σκοπό αυτό θα μας βοηθήσει και το πείραμα που διεξήγαγε και θα αναπτυχθεί εκτενώς παρακάτω.

Επομένως, στόχος του πειράματος αλλά και της εργασίας είναι να αναδείξουμε την επίδραση των αλληλοπαθητικών ουσιών του σολανού στην ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΣΙΤΑΡΙ

1.1 Καταγωγή – Προέλευση – Ιστορική Αναδρομή

Η πορεία του σιταριού εκτυλίσσεται ταυτόχρονα με αυτή του ανθρώπινου πολιτισμού και έχει διάρκεια τουλάχιστον 10.000 χρόνια, σχεδόν από τη στιγμή που το ανθρώπινο είδος προσπάθησε να παράξει τα δικά του τρόφιμα. Με βάση αρχαιολογικά ευρήματα η καλλιέργεια του σιταριού φαίνεται να αρχίζει γύρω στο 15.000 π.Χ. (Gooding and Davies, 1997). Σε όλες τις διαφορετικές ηπείρους, έχουν υπάρξει και διαφορετικές καλλιέργειες που έχουν διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο για την εξέλιξή τους. Στις χώρες Κίνα, Ιαπωνία, Ινδονησία το ρύζι ανέλαβε το ρόλο της βασικής καλλιέργειας, στην Αμερική ο αραβόσιτος και στην Ευρώπη αλλά και σε κάποια μέρη της Ασίας το σιτάρι. (Γκόγκας, 2005).

Σύμφωνα με τον Vanillon (1992) το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) προέρχεται από την Αιθιοπία. Παρόλα αυτά στη σημερινή εποχή κύρια πεποίθηση είναι πως το σιτάρι προήλθε από άγριους αγρωστώδεις προγόνους που φύονταν σε μέρη της Μέσης Ανατολής. Είναι πιθανό πως η εξημέρωση τους έγινε περί το 15.000 - 10.000 π.Χ. στις περιοχές της Εγγύς Ανατολής στην πασίγνωστη Μεσοποταμία, μία περιοχή κοντά στους ποταμούς Τίγρη και Ευφράτη. (Bozzini, 1988).

Όπως όλοι οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί, έτσι και το σιτάρι υπέστη εξημέρωση με βασικές επιπτώσεις την απώλεια της δεξιότητας διασποράς των σπόρων του και του ληθάργου με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η παρουσία και η βοήθεια του ανθρώπινου είδους για την διατήρησή του. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012)

Σημαντικά ευρήματα απανθρακωμένων σπόρων σε διάφορες περιοχές του ελλαδικού χώρου (Θεσσαλία, Κρήτη, Πελοπόννησο) μαρτυρούν την ύπαρξη και καλλιέργειά του από τη νεολιθική εποχή περί το 7.000 π.Χ. Αναφορές του σιταριού έχουμε τόσο από τον Όμηρο που το προσφωνεί ως γλυκερός, μελίφρων και άλλα, όσο και από τον Θεόφραστο περί το 300 π.Χ. (Valmotti and Kotsakis, 2016).

Προϊστορικά ήταν ευρεία η καλλιέργεια του μονόκοκκου και δίκκοκου σίτου όπου μετέπειτα έγινε εναλλαγή του με γυμνούς τύπους. Μόνο μετά το 500μ.Χ. ξεκίνησε η καλλιέργεια του εξαπλοειδούς σίτου. (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966). Λέγεται ότι οι διπλοειδείς και τετραπλοειδείς γενότυποι στην Ελλάδα και γενικά στην περιοχή

των Βαλκανίων εμφανίστηκαν περί το 5.000 π.Χ. Οι εξαπλωειδείς γενότυποι αναπτύχθηκαν πιο πριν, το 7.000 π.Χ. στην περιοχή που εκτείνεται από την Κασπία βόρεια του Ιράν και μέχρι το Αφγανιστάν. (Smith, 1995).

Εν κατακλείδι, δεν είναι εύκολος ο ακριβής προσδιορισμός της καταγωγής του και της περιοχής που πρώτη το καλλιέργησε, αν και πιο πιθανή είναι η Νοτιοδυτική Ασία και πιο συγκεκριμένα η περιοχή της Μεσοποταμίας της σημερινής Συρίας. (Γκόγκας, 2005).

1.2 Παραγωγή στην Ελλάδα

Η έκταση της καλλιέργειας του σιταριού στην Ελλάδα για το 2020 είναι 3.558.800 χιλιάδες στρέμματα τιμή η οποία μαρτυρά μια μικρή αύξηση από το 2019 όπου ήταν 3.504.900 χιλιάδες στρέμματα. Γενικά την τελευταία εικοσαετία στην Ελλάδα έχουμε πολλές διακυμάνσεις στην έκταση η οποία καλλιεργείται για σιτάρι αλλά και στις ποσοτικές αποδόσεις. Όπως φαίνεται στον πίνακα παρακάτω από την αρχή της εικοσαετίας που καλλιεργούταν 8.577.700 χιλιάδες στρέμματα η εικοσαετία έκλεισε με μόνο 3.558.800 χιλιάδες στρέμματα καλλιέργειας σιταριού. Τέλος, ποσοτικά η καλλιέργεια από τους 2.287.322 χιλιάδες τόνους που παράχθηκαν το 2000 έπεσε στους 1.095.150 χιλιάδες τόνους το 2020. (FAOSTAT)

Πίνακας 1. Εκτάσεις καλλιεργούμενων σιτηρών σε (στρέμματα) και ποσοτική απόδοση σε (τόνους) σε όλη την Ελλάδα.

	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ
2000	8.577.700	2.287.322
2001	8.753.080	2.196.643
2002	8.700.010	2.038.582
2003	8.477.460	1.701.947
2004	8.450.620	2.092.097
2005	8.390.090	2.018.524
2006	7.779.010	1.778.170
2007	7.287.910	1.629.072
2008	7.470.930	2.074.608
2009	7.798.130	2.139.472
2010	7.374.830	1.920.670
2011	6.878.220	1.857.429

2012	6.888.910	1.835.901
2013	6.594.830	1.831.869
2014	5.717.620	1.570.416
2015	5.021.410	1.458.705
2016	5.395.380	1.560.777
2017	4.633.110	1.356.772
2018	4.044.900	1.072.940
2019	3.504.900	979.220
2020	3.558.800	1.095.150

ΠΗΓΗ: FAOSTAT

1.3 Βοτανική περιγραφή

1.3.1 Ριζικό σύστημα

Τα σιτηρά απαρτίζονται από δύο ομάδες ριζών τις εμβρυακές και τις μόνιμες ή δευτερογενείς. Γενικά το ριζικό σύστημα των σιτηρών ανήκει στην κατηγορία θυσσανώδης. Αρχικά από τον σπόρο εμφανίζονται οι εμβρυακές ρίζες ενώ στην συνέχεια από τους πρώτους κόμβους κάτω από την επιφάνεια της γης δημιουργούνται οι μόνιμες που απαρτίζουν το βασικό όγκο του ριζικού συστήματος. Το μέρος εκείνο αποκαλείτε σταυρός. Επομένως το μοναδικό κομμάτι που παίζει ρόλο στην ανάπτυξη των εμβρυακών ριζών είναι το βάθος σποράς. Ακόμα, υπάρχει ένα σημείο ανάμεσα του σπόρου και του σταυρού που ονομάζεται μεσοκοτύλιο και το μήκος του επηρεάζεται από το βάθος σποράς και εκτείνεται από 1 -10cm. (Stoskopf, 1985).

Οι μόνιμες ρίζες σε σχέση με τις εμβρυακές είναι πιο παχιές και πολλές σε αριθμό. Η πλειοψηφία των ριζών φτάνει σε βάθος 30 - 50 cm υπάρχει όμως και πιθανότητα διείσδυσης έως και 2m. Σε περιοχές με βαθιά, καλής γονιμότητας εδάφη και με καλή στράγγιση τα φυτά εμφανίζουν καλή ανάπτυξη ριζών. Ακόμα ποικιλίες με αντοχή στην ξηρασία δημιουργούν πλουσιότερο ριζικό σύστημα από τις ευπαθείς, ενώ εκτεταμένο ριζικό σύστημα παρατηρείται σε χειμερινές ποικιλίες σιταριών. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Τέλος, μορφολογικά το ριζικό σύστημα δεν έχει συσχέτισμό με το ύψος των φυτών αλλά με τον γενότυπο. (Stoskopf, 1985).



Εικόνα 1. Ριζικό σύστημα.

1.3.2 Βλαστός

Το καλάμι ή βλαστός ή στέλεχος των σιτηρών απαρτίζεται από ένα κυλινδρικό σωλήνα όπου εσωτερικά είναι κενό και αποτελείται από μεσογονάτια διαστήματα συμπαγούς δομής που καλούνται γόνατα ή κόμβοι. Ο σκοπός των κόμβων είναι μείζονος σημασίας μιας και συμβάλλει στην διατήρηση της όρθιας θέσης των σιτηρών και στην απόκτηση της ξανά μετά από κάποιο πιθανό πλάγιασμα. Υψομετρικά ο βλαστός σε διαφορετικά είδη και ποικιλίες ποικίλει από 0,60 - 1,50 μέτρα. Στο σκληρό σιτάρι για παράδειγμα που το καλάμι του είναι κούφιο, αυτό μπορεί να αναπτυχθεί αρκετά υψομετρικά. (Σφήκας, 1995).

Η θέση μεταξύ των ριζών και του στελέχους ονομάζεται στεφάνη ή σταυρός και απαρτίζεται από μεριστωματικούς ιστούς, οι οποίοι προσδίδουν τη δυνατότητα παραγωγής ριζών και φύλλων. Λόγω του γεγονότος αυτού είναι και το πιο ευαίσθητο μέρος των σιτηρών και αν υποστεί κάποια ζημιά ή τραυματισμό οι ιστοί καταστρέφονται και το φυτό ξεραίνεται. (Μετζάκης, 1998).

Στους κόμβους που βρίσκονται κάτω από το έδαφος έχουμε παρουσία οφθαλμών από όπου δημιουργούνται καινούργια στελέχη που καλούνται αδέρφια. Ακόμα από τα πρώτα αδέρφια μπορούν να δημιουργηθούν και δευτερογενή αδέρφια και πάλι λέγοντας. Κάτω από άριστες συνθήκες κλίματος και περίσσεια χώρου είναι ικανά να αναπτυχθούν έως και 150 αδέρφια από ένα σπόρο. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 2. Βλαστός σιταριού.

1.3.3 Άνθη – Ταξιανθίες

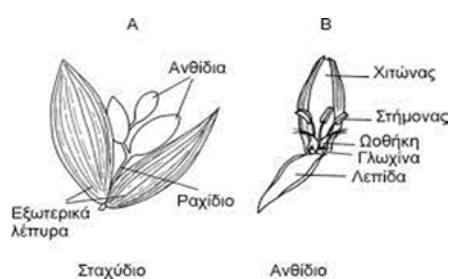
Το σιτάρι, το κριθάρι και το τριτικάλε εμφανίζουν μία πολύπλοκη ταξιανθία στάχυ ενώ η βρώμη εμφανίζει φόβη. (Δαναλάτος, 2005). Στην ταξιανθία ενός στάχους τα άνθη παρατάσσονται με εναλλαγή επάνω στην ράχη με την παρουσία ενός μικρού χωρίς διακλάδωση άξονα που ονομάζεται ραχίδιο. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Ο στάχους έχει μήκος που ποικίλει από 5 -15 cm. Ακόμα λόγω της απόστασης μεταξύ των κόμβων της ράχης παρουσιάζεται ως πυκνός ενδιάμεσος ή χαλαρός. Είναι γνωστό ότι δύο βράκτια φύλλα και τα λέπυρα αποτελούν το περίβλημα κάθε σταχυδίου και ονομάζονται εξωτερικά λέπυρα για να γίνεται διάκριση τους από τα υπόλοιπα δύο που είναι το περίβλημα κάθε άνθους και καλούνται εσωτερικά. (Δαναλάτος, 2005). Η κατάληξη των εσωτερικών λεπύρων είναι μία μύτη γνωστή ως ακίδα. Αντίθετα τα εσωτερικά λέπυρα έχουν διαφορετική ονομασία. Εκείνο που βρίσκεται στην ράχη του κόκκου καλείται χιτώνας ενώ αυτό της κοιλιάς του κόκκου λεπίδα. Ο χιτώνας έχει την δυνατότητα να εκτείνεται στο άκρο του και να δημιουργεί το άγανο. Η παρουσία ή όχι αγάνου, τα διάφορα μήκη, χρώματα, η υφή και άλλα χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των ποικιλιών. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Είναι ευρέως γνωστή η ύπαρξη ποικιλιών αγανοφόρων, μη αγανοφόρων και ενδιάμεσων και γίνονται διάφορες αναφορές για αυτές. Στο σκληρό σιτάρι τα στάχυα είναι συνήθως αγανοφόρα, όρθια, πυκνά, με όψη στενότερη από την πλευρά. Η ράχη τους είναι σκληρή, δεν σπάζει εύκολα κάθε σταχύδιο έχει 5-7 άνθη από τα οποία παράγονται 2 με 4 σπόρους. Η εμφάνιση των αγάνων έχει εξάρτηση από το κλίμα μιας και αγανοφόρες ποικιλίες εμφανίζονται κατά κύριο λόγο σε ξηρότερα και θερμότερα κλίματα, αντίθετα σε περιοχές με εύκρατο κλίμα έχουμε την επικράτηση ποικιλιών χωρίς άγανα. Η ύπαρξη λοιπόν των αγάνων οφείλεται στους εξής παράγοντες:

- α) Στην θέση τους στην άκρη του φυτού (άρα ελάχιστη έως καθόλου σκίαση)
- β) Στο στενό σύνδεσμο με τους καρπούς μέσω των ηθμαγγειωδών δεσμίδων τους.
- γ) Στη μεγάλη δραστηριότητα φωτοσύνθεσης κυρίως στην χρονική περίοδο του γεμίσματος των νέων οργάνων του φυτού και

δ) Στην ξηρομορφική προσαρμογή τους (έλλειψη ελάσματος). Ακόμα τα άγανα προσέχουν τις ταξιανθίες από επιθέσεις πουλιών. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012), (Δαναλάτος, 2005).

Μέσα στα εσωτερικά λέπυρα κάθε άνθους έχουμε το κλείσιμο τριών στημόνων του ύπερου και δύο γλωχινών (μικρά λεπιοειδή κατασκευάσματα) στη βάση της ωοθήκης. Το σιτάρι είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό ενώ μικρό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης 1 - 4% μπορεί να προκύψει. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).



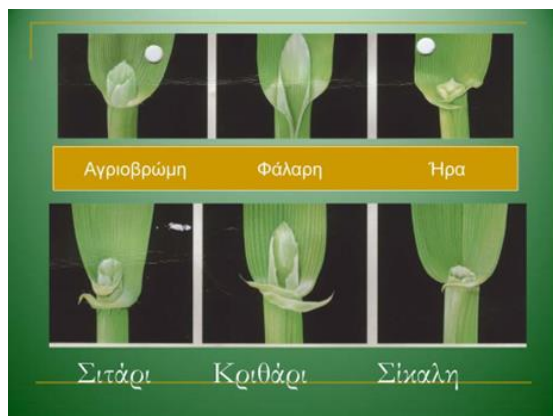
Εικόνα 3. Άνθος σιταριού.

1.3.4 Φύλλα

Τα δύο βασικά τμήματα που απαρτίζουν το φύλλωμά του σίτου είναι ο κολεός και το έλασμα. Ο κολεός αποτελεί το χαμηλότερο τμήμα του φύλλου στο οποίο μπορεί να υπάρχουν τρίχες ή όχι και περιβάλλει το βλαστό. Ένας μασχαλιαίος οφθαλμός εντοπίζεται στο τμήμα μεταξύ της ένωσης της βάσης του κολεού με τον αντίστοιχο κόμβο, με πιθανότητα εμφάνισης καινούργιου βλαστού (αδέλφι) αν βρίσκεται κοντά στο έδαφος. Όσον αφορά το έλασμα είναι μακρόστενο, με τις κυρίες νευρώσεις να είναι παρατεταγμένες παράλληλα, χωρίς διακλαδώσεις και συνδέονται τόσο σταυρωτά αλλά και με μικρότερα νεύρα μεταξύ τους. Γενικά το έλασμα υπόκειται σε συστροφή είτε προς τα δεξιά είτε προς τα αριστερά με το σιτάρι να ακολουθεί την πρώτη. Η κάθε ποικιλία έχει το δικό της μήκος, πλάτος και χρωματισμό του ελάσματος και του φύλλου. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Στο μέρος όπου έχουμε την ένωση του ελάσματος με τον κολεό εμφανίζονται δύο δομές, το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του γλωσσιδίου και των ωτιδίων είναι σημαντικά για την αναγνώριση των χειμερινών σιτηρών σε νεαρή ηλικία, με το σιτάρι συγκεκριμένα να έχει μέτριο γλωσσίδιο και μέτρια ωτίδια. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

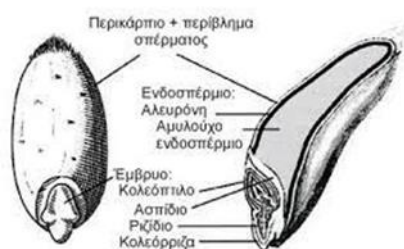
Τα φύλλα ακολουθούν φυλλοταξία δίστοιχη δηλαδή βρίσκονται σε δύο σειρές η μία απέναντι από την άλλη, με τον αριθμό τους να κυμαίνεται από πέντε με δέκα. Το τελευταίο φύλλο που κατά κανόνα είναι και το τελευταίο ονομάζεται φύλλο-σημαία και έχει πρωταρχικό ρόλο στον εφοδιασμό του κόκκου με προϊόντα φωτοσύνθεσης. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 4. Διάφορα είδη σιτηρών.

1.3.5 Καρπός

Τα σιτηρά έχουν καρπό που αποκαλείται καρύοψη. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι το περίβλημά του σπόρου είναι ενωμένο πολύ καλά και σε όλη την έκταση του με το εσωτερικό του περικαρπίου ώστε ο καρπός με το σπόρο να είναι ένα και να αποτελούν τον κόκκο. Στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του κόκκου (σχήμα, μέγεθος) σημαντικό ρόλο έχουν ο γενότυπος, η θέση του στο στάχυ ή στο σταχύδιο και η ποσότητα αποθηκευμένου ενδοσπερμίου. Ο κόκκος απαρτίζεται από τα εξής μέρη: το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Συγκεκριμένα για το σκληρό σιτάρι οι καρποί είναι μεγάλοι, μυτεροί και έχουν χρώμα κεχριμπαρένιο. Ακόμα έχει τους πιο σκληρούς σπόρους από τα συτάρια και το μη υαλώδη με σχήμα περίπου τριγωνικό. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 5. Καρπός σιταριού.

1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το σιτάρι συγκαταλέγεται στην οικογένεια των αγρωστωδών (Gramineae) και συγκεκριμένα στο γένος *Triticum*. Με βάση τα χρωμοσώματα και την ταξινόμηση τους έχουμε τα εξής είδη: διπλοειδή ($2n=2x=4$), τετραπλοειδή ($2n=4x=28$) και εξαπλοειδή ($2n=6x=42$). Πιο συγκεκριμένα το γένος *Triticum* αποτελείται από πολλά είδη παρόλα αυτά δύο είναι μείζονος σημασίας ως προς την καλλιέργεια το *Triticum aestivum* ή αλλιώς μαλακό σιτάρι το οποίο είναι ένα γενετικά εξαπλοειδές σιτάρι με γονιδιώματα A,B και D το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ψωμιού και το *triticum durum* ή αλλιώς σκληρό σιτάρι το οποίο είναι γενετικά τετραπλοειδές με γονιδίωμα A,B το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζυμαρικών. Στα κοινά σιτάρια οι διάφορες ταξινομήσεις είναι:

- Κόκκινο ή λευκό σιτάρι (παρουσία ή μη ερυθρωπών χρωστικών ουσιών στο περίβλημα του κόκκου)
- Σκληρό ή μαλακό σιτάρι (με βάση την αντίσταση του κόκκου όταν συνθλίβεται)
- Χειμερινό ή ανοιξιάτικο σιτάρι (ανάλογα με την περίοδο της καλλιέργειας του). (Παπακώστα – Τασπούλου, 2012).

1.5 Αύξηση - Ανάπτυξη

Μία ακολουθία φαινολογικών διαδικασιών καθορίζει την ανάπτυξη των σιτηρών από το στάδιο της σποράς έως αυτό της συγκομιδής. Οι φαινολογικές αυτές διαδικασίες εξαρτώνται από το περιβάλλον και δημιουργούν διαφοροποιήσεις στη μορφολογία και στη λειτουργία ή αποκλειστικά στη λειτουργία ορισμένων οργάνων. Η δημιουργία, η αύξηση των οργάνων και η ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου των φυτών γίνεται κατά την διάρκεια των διαφόρων φάσεων της ανάπτυξης με την παρακάτω σειρά (βλαστική, αναπαραγωγική, γέμισμα κόκκου). Η σχέση μεταξύ γενότυπου και περιβάλλοντος είναι αυτή που προσδιορίζει την διάρκεια κάθε φάσης αλλά και τον αριθμό των καταβολών κάθε οργάνου. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Τα κύρια στάδια ανάπτυξης, όπως βεβαιώνονται από εξωτερικά, μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών είναι: η βλάστηση και το φύτρωμα, η ανάπτυξη του νεαρού φυταρίου (ανάπτυξη φύλλων), το αδελφωμα, η επιμήκυνση του στελέχους (καλάμωμα), η διόγκωση - έκπτυξη της ταξιανθίας- άνθιση, η ανάπτυξη (γέμισμα του κόκκου). (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Με την γνώση των παραπάνω σταδίων προκύπτει και ο καθορισμός του κατάλληλου χρόνου εκτέλεσης διαφόρων καλλιεργητικών διαδικασιών όπως η επιφανειακή λίπανση με άζωτο (N), εφαρμογή μυκητοκτόνων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

1.6 Οικολογικές απαιτήσεις

Όσον αφορά το σιτάρι, οι εδαφικές και κλιματικές συνθήκες για την καλλιέργεια του μπορούν να ποικίλουν. Ωστόσο, σε θερμά ή υγρά κλίματα μπορούν να αναπτυχθούν φυσιολογικά τα φυτά μόνο υπό την προϋπόθεση ύπαρξης δροσερής περιόδου, η οποία θα παρεμποδίσει την ανάπτυξη παρασιτικών ασθενειών. Η καλλιέργεια σίτου ευνοείται μεταξύ των γεωγραφικών πλάτων 30°-55° της Βόρειας εύκρατης ζώνης και 25° - 40° της Νότιας εύκρατης ζώνης, όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 300 - 1.150mm. Περιοχές με υψηλό ποσοστό βροχοπτώσεων, αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για την πλειονότητα των σιτηρών, διότι έχουν δυσμενείς επιδράσεις στις καλλιέργειες όπως η εξάπλωση ασθενειών, η έκπλυση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος και άλλα. (Salmon, 1941), (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Για την θερμοκρασία φυτρώματος άριστο κατά τους Porter και Gawith (1999) είναι το εύρος μεταξύ 20°C με 24°C, ελάχιστο μεταξύ 3°C με 4°C και μέγιστο 32°C μέχρι 34°C. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο η θερμοκρασία εδάφους οφείλει να είναι άνω των 5oC (Russell και Wilson 1994). Αντιθέτως, κατά την φυτική ανάπτυξη θερμοκρασίες μεταξύ 17°C με 23°C αξιολογούνται ως ιδανικές ενώ οι θερμοκρασίες 0°C και 37°C είναι οι ελάχιστες και μέγιστες αντιστοίχως.

Παρόλα αυτά για την ανάπτυξη του στάχου θερμοκρασίες άνω των 30°C είναι απαγορευτικές καθώς προκαλούν μείωση του αριθμού των ανθέων ανά στάχυ, μείωση του ποσοστού της γόνιμης γύρης και τέλος μείωση του αριθμού και του βάρους των σπόρων που συγκομίζεται. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Η ποικιλία του σιταριού και το ποσοστό σκληραγώγησής του είναι οι κύριοι παράγοντες που θα αναδείξουν την αντοχή του στις χαμηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Απόδειξη αποτελούν ορισμένες χειμερινές ποικιλίες σιταριού, οι οποίες με την κατάλληλη σκληραγώγηση μπορούν να αντέξουν σε θερμοκρασίες μέχρι - 30°C και στην περίπτωση επικάλυψης με χιόνι ενδείκνυται να αντέξουν έως και - 40°C καθώς η θερμοκρασία κάτω από το χιόνι διατηρείται υψηλότερη. Από την παραπάνω διατύπωση εξαίρεση αποτελούν ανοιξιάτικες ποικιλίες σίτου που έχουν μικρότερη αντοχή στο ψύχος. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Η καλλιέργεια σιταριού ενδείκνυται να έχει καλύτερες αποδόσεις σε εδάφη γόνιμα, βαθιά, καλά στραγγιζόμενα, με ιλυοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη σύσταση. Προβλήματα βέβαια μπορεί να εμφανίσει σε όξινα εδάφη λόγω της μέτριας ανθεκτικότητας του σε αυτά. Τέλος, όσον αφορά το pH η τιμή 5,5 θεωρείται ως η ελάχιστη για το έδαφος ενώ σε τιμές pH 7 με 8,5 έχουμε τις μέγιστες αποδόσεις στις καλλιέργειες σιταριού. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

1.7 Σπορά

Οι φθινοπωρινοί μήνες Οκτώβριος - Νοέμβριος είναι οι κατάλληλοι για τη σπορά σιταριού στην Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα ο Οκτώβριος θεωρείται ο πιο κατάλληλος για τις ορεινές περιοχές, ενώ ο Νοέμβριος για την υπόλοιπη Ελλάδα. Κατά την όψιμη σπορά τα νεαρά φυτά εξαιτίας του ανεπτυγμένου βλαστικού τους σταδίου αποδεικνύονται ευαίσθητα στον παγετό με αποτέλεσμα την καταστροφή τους για αυτό και συστήνεται η αποφυγή της. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Για την φθινοπωρινή εγκατάσταση φυτών το κατάλληλο βάθος συστήνεται μεταξύ 10-25mm όπως συμπέραναν και οι Loerky και Lafond (1989). Στην περίπτωση υπέρβασης του βάθους των 25mm προκαλούνται διάφορες επιπτώσεις όπως η καθυστερημένη εμφάνιση των σπορόφυτων και η μειωμένη αντοχή τους στο ψύχος.

Η κατάλληλη ποσότητα σπόρων ανά στρέμμα εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων όπως η εποχή σποράς, η γονιμότητα εδάφους, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η υγρασία εδάφους, η ποικιλία και η προετοιμασία του εδάφους. (Lafond and Fowler, 1989). Βάση ερευνητικών συμπερασμάτων από το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης η κατάλληλη ποσότητα σπόρων θεσπίζεται στα 14 - 18 kg σπόροι ανά στρέμμα σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και μπορεί να φτάσει τα 20 kg σπόρους ανά στρέμμα για ορεινές περιοχές ή ποικιλίες που δεν αδελφώνουν πολύ. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

1.8 Λίπανση

Οι υψηλές αποδόσεις προϊόντων και η καλή ποιότητα αυτών, που παράγονται από τα χειμερινά σιτηρά εξαρτάται σε ένα μεγάλο ποσοστό από την λίπανση. Οι εδαφολογικές λοιπόν αναλύσεις είναι σημαντικές για την ανίχνευση των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, για την καλύτερη δυνατή παραγωγή του σίτου. (McKenzie and Schatz and Middleton, 2000).

Τα εδάφη που έχουν είτε αυξημένα ποσοστά αζώτου (N) είτε μειωμένα είναι επιρρεπή σε πληθώρα προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση των μειωμένων ποσοστών αζώτου παρατηρείται μειωμένη απόδοση παραγωγής και κέρδους όπως και στην περίπτωση της υπερβολικής επάρκειας αζώτου της οποίας αποτέλεσμα είναι και το πλάγιασμα των φυτών. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Η χορήγηση αζώτου στο έδαφος πραγματοποιείται σε δύο φάσεις. Η πρώτη γνωστή ως βασική λίπανση γίνεται πριν τη σπορά, ενώ η δεύτερη στο τέλος του χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη (επιφανειακή λίπανση). Στην Ελλάδα η καταλληλότερη ποσότητα αζώτου είναι 10- 15 kg /στρέμμα. Η ποσότητα αυτή μπορεί να υπερβεί σε περιοχές όπου η καλλιέργεια σιταριού ξεπερνά τα 500 kg/στρέμμα. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Η ποσότητα αζώτου και ο χρόνος εφαρμογής βρίσκονται σε εξάρτηση από την διαθεσιμότητα αζώτου στο έδαφος και την προσδοκώμενη απόδοση. (Orloff and Wright and Ottman, 2012).

Όσον αφορά την λίπανση σχετικά με το φώσφορο αυτή γίνεται μία φορά ως βασική λίπανση. Οι βασικές ιδιότητες του φωσφόρου το καθιστούν ικανό να δεσμεύεται στο έδαφος και να απελευθερώνεται σταδιακά καθιστώντας μη αναγκαία τη λίπανση του σε όλα τα εδάφη και σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Ωστόσο, σε περίπτωση αναγκαίας λίπανσης η συνιστώμενη ποσότητα είναι μέχρι 6kg P/στρέμμα. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Εδάφη που διαθέτουν επάρκεια φωσφόρου ευνοούν τα φυτά τους με ταχεία ανάπτυξη και πρώιμη ωρίμανση ενώ αυτά που υποφέρουν από χαμηλές ποσότητες έχουν χαμηλή ανάπτυξη και μειωμένο αδελφωμα του σιταριού. (McKenzie, 2013).

Στην περίπτωση του Καλίου τα Ελληνικά εδάφη είναι πλούσια στο συγκεκριμένο στοιχείο καθιστώντας τη λίπανση του μη αναγκαία. Η έλλειψη καλίου (K) μπορεί να

προκαλέσει περιφερειακή νέκρωση φύλλων ενώ η περίσσεια καλίου δεν επιφέρει κάποιες επιπτώσεις. Συνιστώμενη ποσότητα ωστόσο ορίζονται τα 2-3 kg K/στρέμμα. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012), (Σφήκας, 1995).

1.9 Άρδευση

Μία από τις βασικές αιτίες που επηρεάζουν την απόδοση παραγωγής σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές είναι το διαθέσιμο νερό. Όσον αφορά το σκληρό σιτάρι η καλλιέργεια του γίνεται στη Μεσογειακή λεκάνη κάτω από ξηρικές συνθήκες, καθώς σε αυτή την περιοχή η πλειονότητα των βροχοπτώσεων παρατηρείται κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες, που ως συνέπεια έχει την έλλειψη νερού στα βασικά στάδια ανάπτυξης του φυτού (άνθηση και γέμισμα του κόκκου). Το διαθέσιμο νερό μετά την άνθηση επηρεάζει σε μεγάλο ποσοστό την αποδοτικότητα της καλλιέργειας. (Masle & Passioura, 1987), (Fizpatrick & Nix, 1969). Βασικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας όπως ο αριθμός των αδελφιών, των στάχων, των κόκκων ανά στάχυ και το βάρος τους επηρεάζονται από την έλλειψη του νερού. Η επίδραση της ωστόσο ανάλογα με το επίπεδο ανάπτυξης της καλλιέργειας μπορεί να έχει σημαντικές διαφορές. Η αρδευτική παρέμβαση του ανθρώπου στο χειμερινό σιτάρι μπορεί να αυξήσει τις παραγωγικές αποδόσεις. (Al-Kaisi & Shanahan, 2007).

1.10 Συγκομιδή

Η συγκομιδή του σιταριού γίνεται κατά κανόνα όταν το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται από 13-15%. Παρόλα αυτά, υπάρχει η δυνατότητα επιτυχής συγκομιδής και σε μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας, εφόσον μετέπειτα σε μικρότερο χρονικό διάστημα από 24 ώρες γίνει ξήρανση του, ώστε να αποφευχθεί η εκβλάστηση του σπόρου και τυχόν αλλοιώσεις. Βασική σύσταση, είναι ο θερισμός να πραγματοποιηθεί σε ποσοστό υγρασίας έως 20% και η ξήρανση του να γίνει με ζεστό αέρα έως 43°C μιας και οι μεγάλες θερμοκρασίες είναι δυνατόν να μειώσουν τη δυνατότητα βλάστησης. Για σωστή και ασφαλή τοποθέτηση του στην αποθήκη είναι αναγκαίο ο σπόρος να έχει μικρότερο ποσοστό υγρασίας από 12 -12,5%. Από τους πιο δημοφιλείς τρόπους συγκομιδής αποτελεί η χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής. Βασική προϋπόθεση είναι η ρύθμιση της, ακολουθώντας τις προδιαγραφές του εγχειριδίου του κατασκευαστή με βάση την κάθε καλλιέργεια με σκοπό την αποφυγή απωλειών σε σπόρο. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΖΙΖΑΝΙΟ ΕΙΣΒΟΛΕΑΣ – ΖΙΖΑΝΙΟ ΣΟΛΑΝΟΣ

2.1 Ορισμός ζιζάνιο εισβολέα

Τα ζιζάνια εισβολείς (invasive plants) μέσα στα χρόνια πριν πάρουν την επίσημη ονομασία τους έχουν χαρακτηριστεί ως νομάδες, εξωτικά, εξωγήινα, μη αυτόχθονα επιβλαβή είδη και πλήθος άλλων ονομάτων. Όλες οι ονομασίες έχουν βέβαια κάτι κοινό που μας δίνει τον τελικό ορισμό που είναι και ο εξής: ζιζάνιο εισβολέας είναι ένα φυτό που έχει εισαχθεί σε ένα νέο περιβάλλον στο οποίο δεν έχει ξεκινήσει την εξελικτική του διαδικασία και ως εκ τούτου δεν έχει φυσικούς εχθρούς να το περιορίσουν, τόσο αυτό όσο και τη γρήγορη αναπαραγωγή του (James et al., 1991) αλλά και σύμφωνα με τον Zimdahl (2007) μπορεί να δημιουργήσει περιβαλλοντικά θέματα αλλά και πρόβλημα στη γεωργική οικονομία και την ανθρώπινη υγεία. Δεν έχει σημασία αν τα φυτά έχουν μεταφερθεί μέσω ενός ωκεανού σε μία νέα χώρα ή από μία οροσειρά σε μία νέα κοιλάδα ή από μία μολυσμένη φάρμα σε ένα μη μολυσμένο αγρόκτημα, το αποτέλεσμα είναι συχνά το ίδιο, η ταχεία ανάπτυξή τους και το μεγάλο ποσοστό αναπαραγωγής που επιτρέπει την εισβολή τους σε νέους βιότοπους. Ενώ βασικό τους χαρακτηριστικό είναι ο ανταγωνισμός με τα γηγενή φυτά σε φως, νερό και θρεπτικά συστατικά. (James et al., 1991). Ωστόσο σύμφωνα με τον McNeely (2004) από την πληθώρα των ζιζανίων που υπάρχουν μία μικρή μειοψηφία οδηγείται στο να γίνει ζιζάνιο εισβολέας.

2.2 Χαρακτηριστικά ζιζανίου εισβολέα

Τα ζιζάνια εισβολείς δεν αποτελούν ξεχωριστή βιολογική κατηγορία. Ωστόσο έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά που τα κατατάσσουν στην κατηγορία αυτή:

- Πρωιμότητα στην ωρίμανση.
- Μεγάλη παραγωγή αναπαραγωγικών οργάνων (σπόρους και βλαστικά τμήματα).
- Μεγάλη διάρκεια ζωής στο έδαφος κυρίως των αγενών οργάνων (ριζικού συστήματος).
- Μέσω του ληθάργου του σπόρου εξασφαλίζεται η περιοδική βλάστηση και αποτρέπεται η βλάστηση φυταρίων σε δυσμενείς συνθήκες.
- Διάφορους τρόπους διασποράς τόσο με φυσικούς μηχανισμούς όσο και με ανθρώπινη παρέμβαση.
- Παραγωγή βιολογικών τοξινών που καταστέλλουν την ανάπτυξη άλλων φυτών (αλληλοπαθητική ικανότητα).
- Παρουσία αγκαθιών που απωθούν τα ζώα και μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμό.
- Ικανότητα παρασιτισμού σε άλλα είδη.
- Έχουν σπόρους με παρόμοιο μέγεθος και σχήμα με αυτό των διαφόρων καλλιεργειών που κάνει τον καθαρισμό δύσκολο.
- Ρίζες και ριζώματα με μεγάλο απόθεμα σε θρεπτικά στοιχεία.
- Έχει την δυνατότητα να επιβιώνει και να σποροπαράγει ακόμα και κάτω από δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Τέλος έχει υψηλά ποσοστά φωτοσύνθεσης. (Westbrooks, R.G. 1998).

2.3 Τρόποι εισαγωγής ζιζανίου εισβολέα

Τις τελευταίες δεκαετίες τα προβλήματα που προκαλούνται από ζιζάνια εισβολείς έχουν αυξηθεί κατά πολύ κυρίως λόγω της αύξησης του πληθυσμού. Αυτό συμβαίνει διότι έχουμε ανατάραξη της γης, αυξημένη ζήτηση για τρόφιμα και φυτικές ίνες, κατάχρηση δημόσιας γης για διάφορους λόγους, διεθνή ταξίδια και τέλος παγκοσμιοποίηση του εμπορίου. Όλα αυτά βοηθούν πολύ στην εξάπλωση και εδραίωση των ζιζανίων εισβολέων. Από την αρχή της ευρωπαϊκής αποικιοκρατίας χιλιάδες φυτά εισήχθησαν ηθελημένα από τους αποίκους στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (Westbrooks, R.G. 1998). Σύμφωνα με τους Reichard και Campbell (1996) το ποσοστό 85% των 253 ξυλωδών ζιζανίων εισβολέων που έφτασαν στις ΗΠΑ είχαν καλλωπιστικό σκοπό και το υπόλοιπο 14% για πιθανή καλλιέργεια. Βέβαια ενώ τα περισσότερα από τα είδη είναι ωφέλιμα για την κοινωνία και δεν δημιούργησαν πρόβλημα (π.χ. καλαμπόκι, ρύζι, σιτάρι και σόγια) υπήρξαν και αρκετά που εξελίχθηκαν σε ζιζάνια εισβολείς.

Στην αρχή της εισαγωγής και εγκατάστασης τους μπορεί να έδωσαν την εντύπωση ότι είναι αβλαβή όταν όμως έγινε η πλήρης προσαρμογή τους και λόγω της απουσίας των φυσικών τους εχθρών, από το αυτόχθων περιβάλλον τους, έγινε μία μεγάλη έκρηξη τον πληθυσμό τους και ξαφνικά έγιναν ζιζάνια εισβολείς (Westbrooks, R.G. 1998). Όπως έχει αναφέρει ο Lonsdale (1999) στην εξέλιξη ενός φυτού σε ζιζάνιο εισβολέα παίζουν ρόλο τρεις παράμετροι: 1) Η ποσότητα των φυτών που αρχικά έχει εισαχθεί 2) Τα διάφορα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του φυτού 3) Το πόσο ευαίσθητο είναι το περιβάλλον εισαγωγής του στο συγκεκριμένο φυτό. Ακόμα οι επιστήμονες ερευνούν για να γίνουν πιο κατανοητά τα στοιχεία που κάνουν ένα φυτό, ζιζάνιο εισβολέα και επικίνδυνο για τα άλλα φυτά. Ενώ πολλά από τα θετικά που κάνουν επιθυμητό ένα φυτό π.χ. η ανθοφορία, η αντοχή στο κρύο και τη ζέστη μπορεί να το κάνουν και ιδανικό ζιζάνιο. Κάθε φυτό που εισάγεται σε ένα νέο περιβάλλον είναι ένα νέο πείραμα με άγνωστο αποτέλεσμα (Westbrooks, R.G. 1998).

2.4 Επιπτώσεις ζιζανίου εισβολέα

Τα ζιζάνια εισβολείς έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην κοινωνία σε οικονομικό και ιατρικό επίπεδο. Αυτό το επιτυγχάνουν κυρίως με τον ανταγωνισμό τους με πολύτιμα για τον άνθρωπο και το ζωικό κεφάλαιο φυτά (τρόφιμα και φυτικές ίνες, καλλωπιστικά και ξυλεία) για θρεπτικά στοιχεία, ηλιακό φως αλλά και με την έκκριση αλληλοπαθητικών ουσιών που αποτελούν χημικούς αναστολής της ανάπτυξης και παραμένουν στο έδαφος κάνοντας ζημιά σε διάφορες καλλιέργειες. Ακόμα είναι ξενιστές διαφόρων οργανισμών που προκαλούν προβλήματα στις καλλιέργειες. Μειώνουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγροτικών προϊόντων (παρουσία στους σπόρους και σπόρων ζιζανίων, μείωση της χορτομάζας σε βοσκοτόπια και λιβάδια). Επιπλέον, μειώνουν το ζωικό κεφάλαιο με θάνατο ή αναπαραγωγική ανεπάρκεια μιας και πολλά ζιζάνια περιέχουν τοξικές ουσίες αλλά και μειώνουν με την κατανάλωσή τους την ποιότητα των ζωικών προϊόντων (γάλα, δέρμα και άλλα). Προκαλούν αύξηση εξόδων μιας και προκύπτει ανάγκη για επεξεργασία και καθαρισμό των μολυσμένων προϊόντων, αλλά και συντήρηση λόγω της παρουσίας των ζιζανίων σε τάφρους άρδευσης, σιδηροδρομικές γραμμές, αυτοκινητόδρομους, γραμμές μεταφοράς ρεύματος και τηλεφώνου (Westbrooks, 1998 ; Zimdahl, 2018 ; Mullin et al., 2000 ; Monaco, Weller, and Ashton, 2002). Οι οικονομικές απώλειες λόγω των ζιζανίων εισβολέων είναι τεράστιες για παράδειγμα ο ετήσιος οικονομικός αντίκτυπος λόγω των ζιζανίων εισβολέων εκτιμάται ότι είναι περίπου 34 δισεκατομμύρια δολάρια στις ΗΠΑ, 17 δισεκατομμύρια δολάρια στη Βραζιλία, 1,4 δισεκατομμύρια δολάρια στο Ηνωμένο Βασίλειο (Pimentel et al., 2001), 12 δισεκατομμύρια δολάρια στην Αφρική (van Wilgen et al., 2001), 3 δισεκατομμύρια δολάρια στην Αυστραλία (Sinden et al., 2004). Στις Ηνωμένες Πολιτείες τα ζιζάνια εισβολείς έχουν προσβάλλει περίπου 40 εκατομμύρια εκτάρια και εξακολουθούν εξαπλώνονται 1,2 εκατομμύρια εκτάρια κάθε χρόνο (NISC, 2001). Έχουν προκαλέσει υποβάθμιση σε περισσότερα από 15 εκατομμύρια εκτάρια βοσκοτόπων και φυσικών οικοσυστημάτων στην Αυστραλία (Glanzing, 2003). Ακόμα, ζιζάνια έχουν προκαλέσει μείωση στην καλλιέργεια ρυζιού κατά μέσο όρο 30-35% στη Νότια Ασία (Holm et al., 1977).

2.5 Τρόποι διαχείρισης ζιζανίου εισβολέα

Προσεγγίσεις για να αποτραπεί και να μετριαστεί η καταστροφή που προκαλείται από τα ζιζάνια εισβολείς περιλαμβάνουν τρεις κύριες τακτικές: πρόληψη, εκρίζωση, έλεγχος (Mack et al., 2000 ; Monaco et al., 2002). Η πρόληψη συχνά περιλαμβάνει θέσπιση και υποβολή νομοθεσίας συμπεριλαμβανομένων και ακολούθησης διεθνών συνθηκών. Ωστόσο η αποτελεσματικότητα τέτοιων νομοθεσιών είναι ακόμα αμφισβητήσιμη (Jenkins, 1996 ; Reichard, 1997 ; Schmitz & Simberloff, 1997 ; Manchester & Bullock, 2000 ; Reichard & White, 2001). Όσον αφορά τη μέθοδο της εκρίζωσης είναι δύσκολο να επιτευχθεί γιατί από τη στιγμή που μία προσβολή από ζιζάνια θα θεωρηθεί σημαντική η πυκνότητα και η έκταση της είναι τέτοια που την καθιστά πρακτικά και οικονομικά αδύνατη (Culliney, 2005). Όσον αφορά τον έλεγχο τρεις είναι οι βασικές μεθοδολογίες που ακολουθούνται: μηχανική κατεργασία, χημική (ζιζανιοκτόνο) και βιολογική. Μερικές από τις μεθόδους που απαρτίζουν την μηχανική κατεργασία είναι τράβηγμα με το χέρι, σκάλισμα, άροση, κούρεμα, εκρίζωση και άλλα. Στην κατηγορία της χημικής καταπολέμησης περιλαμβάνονται οι αναστολείς της φωτοσύνθεσης (sis), οι αναστολείς βιοσύνθεσης λιπιδίων και αμινοξέων, αναστολείς της κυτταρικής διαίρεσης, μιμητές αυξίνης και αναστολείς της αναπνοής (DiTomaso, 2000 ; Monaco et al., 2002). Και οι δύο μεθοδολογίες είναι αποτελεσματικές στον έλεγχο ζιζανίων σε περιορισμένες περιοχές (Sigg, 1998). Ωστόσο σε κομμάτια γης χαμηλής αξίας και περιοχές που είναι δυσπρόσιτες είναι και αρκετά δαπανηρές σαν διαδικασίες μιας και απαιτούν επαναλαμβανόμενη εφαρμογή. Ενώ ακόμα έχουν το μειονέκτημα ότι διαταράσσουν το περιβάλλον, ενοχλούν την άγρια πανίδα και συμβάλλουν αρνητικά στη συμπίεση και διάβρωση του εδάφους (DiTomaso, 1997). Στη μέθοδο του βιολογικού ελέγχου βασική τεχνική είναι εισαγωγή φυσικών εχθρών των ζιζανίων εισβολέων στο περιβάλλον τους για να μειωθεί ο πληθυσμός τους και να διατηρηθεί σε πυκνότητες που είναι οικονομικά ασήμαντες (McFadyen, 1998). Κάποιοι από τους φυσικούς εχθρούς που εφαρμόζονται είναι μύκητες με τη μορφή μυκοζιζανιοκτόνων που εφαρμόζονται σε υψηλές δόσεις όπως τα χημικά ζιζανιοκτόνα, έντομα αλλά και ζώα με σκοπό τη βόσκησή τους. Μέσα από πρόσφατες έρευνες έχουν προταθεί ως πιθανός τρόπος αντιμετώπισης και τα βακτήρια με τη μορφή βιοζιζανιοκτόνων (Johnson, Wyse and

Jones, 1996 ; Kremer & Kennedy, 1996). Γενικά ο βιολογικός έλεγχος ζιζανίων βασίζεται στο γεγονός ότι τα ζιζάνια εισβολείς γίνονται επεμβατικά επειδή στο νέο περιβάλλον που έχουν εγκατασταθεί δεν υπάρχουν φυσικοί εχθροί για να ρυθμίσουν την αφθονία και τον πληθυσμό τους (Keane & Crawley, 2002 ; McEnoy, 2002 ; Hoddle, 2004), αν και υπάρχουν και άλλοι πιθανοί παράγοντες που συμβάλλουν ένα φυτό να γίνει ζιζάνιο εισβολέας (McEnoy & Coombs, 1999 ; Hierro & Callaway, 2003 ; Zedler & Kercher, 2004). Οπότε, η εισαγωγή φυσικών εχθρών στο βιότοπο που έχει εισβάλει μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση του πληθυσμού και αποκατάσταση της οικολογικής ισορροπίας και ανάκτηση της προηγούμενης βιοποικιλότητας (Bellows, 2001).

2.6 Γενικά στοιχεία σολανού

Ο σολανός ή αλλιώς Γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*) αποτελεί ένα από τα πιο ενοχλητικά ζιζάνια εισβολείς τόσο της Μεσογειακής λεκάνης όσο και παγκοσμίως (van Kleunen et al., 2019). Η λατινική προέλευση της λέξης *Solanum* είναι η λέξη *solamen* η οποία σημαίνει «παρηγοριά» ή «άνεση» και είναι μια έμμεση αναφορά στις ναρκωτικές ουσίες που περιέχονται σε αρκετά είδη της οικογένειας των σολανοειδών. Επιπλέον, το όνομα του είδους *elaeagnifolium* έχει κι αυτό λατινική ρίζα και αναφέρεται στην ελιά και την οικογένεια των ελαιαγνοειδών (Parsons & Cuthbertson, 1992). Γενικά η παρουσία του γίνεται αισθητή σε περιοχές παρόμοιου κλίματος με το Μεσογειακό όπως στη Νότια Αφρική, την Αυστραλία, την υποτροπική Αφρική, την Νότια Ασία και την Ωκεανία κυρίως λόγω της ικανότητας διασκορπισμού του σπόρου και την αντίσταση του σολανού στον έλεγχο της παρουσίας του (Brunel, 2011 ; Uludag et al., 2016). Αυτό το παγκόσμιο ζιζάνιο εισβολέας προκαλεί σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές καταστροφές τόσο στον αγροτικό τομέα όσο και στο φυσικό περιβάλλον (Feuerherdt, 2009 ; Zhu et al., 2013). Ως εκ τούτου θεωρείται ένα ζιζάνιο εισβολέας που απαιτεί μελέτη και εύρεση αποτελεσματικού τρόπου αντιμετώπισης (Brunel, 2011 ; Uludag et al., 2016).

2.7 Ιστορική αναδρομή

Ο σολανός (*Solanum elaeagnifolium*) αποτελεί γηγενές φυτό του Βορείου Μεξικού αλλά και πολλών άλλων περιοχών των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (EPPO Bulletin, 2020 ; Robinson et al., 1978). Παρολαυτά η παγκόσμια εξάπλωση του είναι μεγάλη και μπορούμε να το συναντήσουμε είτε ως γηγενές είτε ως ζιζάνιο εισβολέα σε διάφορα μήκη και πλάτη του πλανήτη. Στην Αφρικανική ήπειρο ο σολανός έχει μολύνει διάφορες χώρες και θεωρείται ζιζάνιο εισβολέας στην Αλγερία, την Αίγυπτο, την Τυνησία, το Μαρόκο, την Νότια Αφρική και την Ζιμπάμπουε (Mekki, 2007). Ως πύλη εισόδου του θεωρείται η κατά λάθος συγκράτηση σπόρων του σε χοιροτροφές και σανό ζώων ενώ πλέον μπορούμε να το συναντήσουμε σε άφθονες ποσότητες σε αρδευόμενες καλλιέργειες, ποτάμια και στις άκρες δρόμων όπου μέσα από υπολογισμούς έχει προσβάλει πάνω από 100.000 εκτάρια σε καλλιέργειες βαμβακιού και αραβόσιτου στο Μαρόκο (Mekki, 2007 ; Stanton et al., 2009 ; Wassermann et al., 1988).

Στην Αυστραλία ο σολανός είναι γνωστός ως silverleaf nightshade λόγω της ασημής όψης των φύλλων του και του αγγλοσαξονικού ονόματος νυχτολούλουδο (Parsons & Cuthbertson, 1992). Έχει καταγραφεί και εκεί ως ζιζάνιο εισβολέας σε όλες τις πόλεις και περιοχές αλλά είναι ευρέως εξαπλωμένο στην Νέα Νότια Ουαλία, στην Νότια Αυστραλία και την Victoria (EPPO Bulletin, 2020). Είναι γνωστό ότι χρησιμοποίησε την ίδια πύλη εισόδου με την Αφρική αυτήν του εισαγόμενου σανού το 1901 (Cuthbertson et al., 1976 ; Hear et al., 1997). Για πρώτη φορά, το 1950 ο σολανός κηρύχθηκε ως επιβλαβές ζιζάνιο βάση νόμου και μετέπειτα από την παρατήρηση ειδικών συνθηκών ανάπτυξης του και την γρήγορη εξάπλωση του την δεκαετία του 1960 καταχωρήθηκε ως ζιζάνιο εθνικής σημασίας (Australian Weeds Committee, 2012 ; McKenzie, 1976 ; McKenzie, 1980). Μέσα από διάφορες εκτιμήσεις φαίνεται ότι η εξάπλωση του στην Αυστραλία είναι 350.000 εκτάρια και μέσα από διάφορες μοντελοποιήσεις έχει φανεί η δυνατότητα του να εξαπλωθεί τελικά σε πάνω από 398 εκατομμύρια εκτάρια (Feuerherdt, 2009 ; Kwong et al., 2008).

Παρόλο που ο σολανός αναφέρεται ως γηγενής σε πολλές περιοχές της Βορείου Αμερικής έχει δηλωθεί ως επεκτατικό και θέτει σε κίνδυνο το περιβάλλον στην Κούβα και σε άλλα κράτη των Ηνωμένων Πολιτειών συμπεριλαμβανομένων της

Καλιφόρνιας, της Φλόριντα, του Μίσιγκαν, του Μιζούρι, της Οκλαχόμα και του Τέξας (Sforza & Jones, 2007). Κυρίως στο Τέξας και την Οκλαχόμα ο σολανός έχει εξαπλωθεί σε περισσότερα από 1,2 εκατομμύρια εκτάρια σε καλλιέργειες και έχει καταταχθεί στον κατάλογο ως ένα από τα 10 πιο ενοχλητικά ζιζάνια (Abernathy & Keeling, 1979). Ακόμα αποτελεί ζιζάνιο εισβολέα στην Ασιατική ήπειρο (Ινδία, Ισραήλ, Ιορδανία), στην Ευρώπη (Ελλάδα, Ιταλία, Βόρεια Μακεδονία, Ισπανία) και στην Νότια Αμερική (Αργεντινή, Βραζιλία, Παραγουάη, Ουρουγουάη) (Knapp et al., 2017 ; Krigas et al., 2021 ; Uludag et al., 2016). Μέσα από πολλές έρευνες έχει γίνει γνωστό ότι πύλη εισόδου του σολανού σε πολλές χώρες (Αυστραλία, Ελλάδα, Χιλή, Αργεντινή, Νότια Αφρική, Μαρόκο) αποτελούν οι εισαγόμενοι από τις Ηνωμένες Πολιτείες σπόροι διαφόρων φυτών με υπολείμματα του σολανού (Eleftherohorinos et al., 1993 ; Parsons & Cuthbertson, 1992).

Ο σολανός εμφανίζεται επίσης σε πολλές άλλες χώρες του κόσμου αλλά δεν θεωρείται προς το παρών ζιζάνιο εισβολέας. Αυτό οφείλεται στην μη προσαρμογή του ακόμα στις κλιματολογικές συνθήκες των χωρών. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο σολανός θα πρέπει να είναι υπό στενή παρακολούθηση ενώ θα πρέπει να γίνεται εφαρμογή καραντίνας για να αποτραπεί η γρήγορη εξάπλωση του και η εμφάνιση μεγαλύτερου προβλήματος. Μερικές χώρες που πρέπει να προσέξουν πολύ μελλοντικά για να μην μετατραπεί ο σολανός σε ζιζάνιο εισβολέας είναι η Γαλλία, το Ιράκ, ο Λίβανος, η Λιβύη και η Τουρκία (Uludag et al., 2016).

2.8 Ταξινόμηση σολανού

Ο σολανός (*Solanum elaeagnifolium*) συγκαταλέγεται στην οικογένεια των σολανοειδών (solanaceae). Η οικογένεια των σολανοειδών απαρτίζεται από 90 γένη και 3.000 με 4.000 είδη, τα οποία έχουν μεγάλες διαφορές στις συνήθειές τους. Ενώ κάνουν αισθητή την παρουσία τους σε όλες τις ηπείρους πλην της ανταρκτικής με την πλειονότητα τους να εμφανίζεται στην κεντρική και Νότια Αμερική (PBI Solanum Project, 2014). Το γένος *Solanum* κατέχει μεγάλη μερίδα των αγγειόσπερμων μιας και απαρτίζεται από περίπου 1.000 με 1.500 είδη, 1.000 από τα οποία θεωρείται ότι έχουν χώρα προέλευσης την Αμερική (Hunziker, 1979). Η βοτανική ταξινόμηση του σολανού ανά τα χρόνια έχει υποστεί πολλές τροποποιήσεις αλλά γενικά στο σύνολο του το γένος *solanum* συμπεριλαμβάνει από βότανα, θάμνους μέχρι δέντρα και πόες ή ξυλώδη φυτά. Συνήθως με μορφολογική παρατήρηση ύπαρξης ή μη αγκαθιών, κάλυψη από κάποιο χνούδι ή τρίχες και λεία - λαμπερή παρουσία (Acevedo-Rodriguez, 1996). Η παγκοσμίως αποδεκτή ονομασία για το ζιζάνιο είναι το *Solanum elaeagnifolium* το οποίο έχει λατινική ρίζα, με το πρώτο κομμάτι *solanum* να είναι μία έμμεση αναφορά στις ναρκωτικές ουσίες που περιέχουν πολλά είδη της οικογένειας, καθώς όπως έχει γίνει αναφορά και στα γενικά στοιχεία *solamen* σημαίνει «παρηγοριά» ή «άνεση» ενώ και το δεύτερο συνθετικό *elaeagnifolium* αναφέρετε στη συγγενείά του με την οικογένεια των ελαιαγνοειδών (Parsons & Cuthbertson, 1992). Ένας σημαντικός παράγοντας που έχει προκαλέσει σύγχυση στην σωστή ταξινόμηση του είναι οι διάφορες παραλλαγές που εμφανίζει στη μορφολογία του κυρίως στην Αμερική. Πιο συγκεκριμένα ο Morton (1976) θεώρησε ότι η αργεντίνικη μορφή του θα πρέπει να θεωρηθεί ένα διαφορετικό υποείδος ενώ ο Symon (1981) οδηγήθηκε στην άποψη ότι η εμφάνιση της ίδιας μορφολογίας φυτού παρατηρείται και στη Βόρεια Αμερική οπότε είναι μία φυσιολογική παραλλαγή του ίδιου είδους. Πράγματι μπορεί να παρατηρούνται μεταξύ των φυτών μορφολογικές παραλλαγές στην ακανθότητα, την ανάπτυξη, το χρώμα και σχήμα πετάλων, το μέγεθος και τη λοβοποίηση των φύλλων. Βέβαια, στις περιοχές της Αυστραλίας και της Νότιας Αφρικής δεν θεωρούν ότι οι μορφολογικές αλλαγές οφείλονται σε υβριδισμό του αυτοφυούς φυτού αλλά σε πολλαπλές εισαγωγές του φυτού στη χώρα (Stoltsz, 1994 ; Hear et al., 1997).

- Πεδίο ορισμού: Ευκαριωτικά
- Βασίλειο: Φυτά
- Φύλο: Σπερματοφύτα
- Υπόφυλο: Αγγειόσπερμα
- Κλάση: Δικοτυλήδονα
- Τάξη: Solanales
- Οικογένεια: Solanaceae
- Γένος: Solanum
- Είδος: *Solanum elaeagnifolium*

2.9 Ο σολανός στην Ελλάδα

Πρώτη εμφάνιση στον ελλαδικό χώρο αλλά και πύλη εισόδου στη λεκάνη της Μεσογείου και την Ευρώπη πιστεύεται ότι αποτέλεσε η Θεσσαλονίκη στη Βόρεια Ελλάδα. Πιθανότατα εισήχθη ακούσια από το Τέξας στη δεκαετία του 1930 (Uludag et al., 2016 ; Economidou, 1975). Βέβαια αν και δεν υπάρχουν σαφή δείγματα που να τεκμηριώνουν τον ακριβή χρόνο εισαγωγής του, μέσα από κάποια στοιχεία πιστεύεται ότι η πρώτη εμφάνιση του στην περιοχή της Θεσσαλονίκης έγινε το 1927. Παρόλα αυτά, η πρώτη επίσημη αναφορά του και μελέτη του ήρθε το 1946 στη Θεσσαλονίκη και μετά από τρία χρόνια στην Αθήνα. Το περιεχόμενο της πρώτης τους μελέτης έκανε αναφορά και στον πιθανό τρόπο εισόδου του στον Ελλαδικό χώρο που θεωρείται ότι έγινε είτε κατά λάθος μέσα από εισαγόμενα λιπάσματα που ήρθαν από την Αμερική είτε μέσα σε σιτηρά από την Αργεντινή και λόγω των βομβαρδισμών έγινε διασπορά του και αύξηση του πληθυσμού (Τσιγκάνας, 2007). Ντόπια ονομασία του ζιζανίου αποτελεί η λέξη «Γερμανός» λόγω της πεποίθησης του πληθυσμού ότι οι Γερμανοί εισήγαγαν το ζιζάνιο στην Ελλάδα. Ωστόσο, η πρώτη του παρατήρηση έγινε από κατοίκους στην περίοδο του δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου και πιθανότατα η μεγάλη εξάπλωση που οδήγησε και στην παρατήρηση του, οφείλεται στην εκτεταμένη αναταραχή από τα κατασκευαστικά έργα και τη ραγδαία αστικοποίηση της Θεσσαλονίκης (Uludag et al., 2016 ; Economidou, 1975).

Πρόσφατα έγινε μία νέα δημοσίευση με μία πιο συστηματική καταγραφή της παρουσίας του ζιζανίου σολανού. Προηγούμενα δεδομένα της έρευνας έδειξαν την παρουσία μόνο 84 πληθυσμών του σολανού στον ελλαδικό χώρο (στην κεντρική Μακεδονία, την Αττική, την Δυτική Ελλάδα και κάποιες διάσπαρτες παρουσίες αλλού). Η έρευνα έγινε κατά μήκος του οδικού δικτύου και έγινε εν τέλει καταγραφή 1.564 km² προσβεβλημένης γης από το σολανό από τα 15.736 km² που εξετάστηκαν. Με το σύνολο της γης η οποία εξετάστηκε να αποτελεί το 11,9% της ελληνικής επικράτειας. Τα κύρια κέντρα εξάπλωσης όπως μαρτυρά η έρευνα είναι η Κεντρική Μακεδονία και η Θεσσαλία με 39,4% και 19,1% των καταγραφών αντίστοιχα ακολουθούν η Στερεά Ελλάδα με 10,9%, η Αττική με 8,6%, η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη με 7,4% και η Δυτική Ελλάδα με 5,4%. Η μελέτη επιπλέον δείχνει ότι η περιοχή της Θεσσαλονίκης και οι παράκτιες περιοχές της Χαλκιδικής είναι τα

σημαντικότερα κέντρα εξάπλωσης στην Ελλάδα. Τέλος η έρευνα ανέδειξε τρία νέα κέντρα διανομής μετά τη δεκαετία του 1990 στην Θεσσαλία (Λάρισα, Βόλος, Τρίκαλα), στην Στερεά Ελλάδα (Λαμία, Στυλίδα, Χαλκίδα-Σχηματάρι) και στην Ανατολική Μακεδονία-Θράκη (Σέρρες, Καβάλα-Ίασμος) (Krigas et al., 2021).

2.10 Μορφολογία Σολανού

Ο Σολανός είναι εαρινό και πολυετές φυτό. Η αναπαραγωγή του γίνεται με σπόρους, τμήματα ερπουσών ριζών και βγαίνει την άνοιξη. Η διασπορά του γίνεται κατά κύριο λόγο με τα τμήματα ερπουσών ριζών που προσκολλώνται σε μηχανήματα. Ανήκει στην κατηγορία των δικοτυλήδων φυτών με όρθια έκφυση και φτάνει σε ύψος των 100 cm. Σε νεαρό στάδιο ανάπτυξης ο σολανός έχει κοτυληδόνες με μίσχο επιμήκεις, χρώματος γκριζο-πράσινου οι οποίες καλύπτονται με τρίχες και δεν έχουν κόκκινο χρώμα στην κάτω επιφάνεια. Όσο για την υποκοτύλη είναι κόκκινου χρώματος και με τρίχες (Βασιλάκογλου & Δήμας, 2017).



Εικόνα 6. Φυτό σολανού.

2.10.1 Βλαστός και φύλλα

Ο βλαστός του σολανού διακλαδίζεται σε λεπτότερους, έχει γκριζοπράσινο χρώμα, είναι σχήματος κυλινδρικού και έχει όρθια έκφυση. Επάνω του εμφανίζονται τρίχες αργυρού χρώματος (πυκνές και κοντές) και αγκάθια με χρώμα καφέ. Τέλος, έχει ύψος που ποικίλει από 30 μέχρι 100 cm. Τα φύλλα του έχουν γκριζο-πράσινο χρώμα, σχήμα ωσειδές και κυματοειδή (5-10 cm). Τα νεύρα τους είναι ευδιάκριτα με τραχιά υφή, αγκαθωτά νεύρα και τρίχες (πυκνές και κοντές) σε όλη την έκταση του. Ακόμα έχουν μίσχο και είναι εναλλασσόμενα (Βασιλάκογλου & Δήμας, 2017).

2.10.2 Ταξιανθία - Άνθη - Καρπός

Η ταξιανθία του σολανού είναι βοτρυοειδής και αποτελείται από άνθη ερμαφρόδιτα μωβ ή μπλε χρώματος και σε ορισμένες ποικιλίες λευκά. Μορφολογικά τα άνθη απαρτίζονται από 5 οξύληκτα πέταλα και 5 κίτρινου χρώματος στήμονες στο κέντρο. Ο ποδίσκος είναι τριχωτός και κοντός. Η ανθοφορία του σολανού γίνεται την περίοδο Ιουνίου - Οκτωβρίου. Όσον αφορά τον καρπό του, είναι ράγα (7mm) στα αρχικά στάδια πράσινου χρώματος και όταν αρχίζει η ωρίμανση αλλάζει το χρώμα του σε κίτρινο. Από ένα φυτό σολανού γίνεται παραγωγή 60 καρπών με κάθε καρπό να απαρτίζεται από 40 έως 120 σπόρους σφαιρικού σχήματος (1,5-2,5mm) και καστανού χρώματος (Βασιλάκογλου & Δήμας, 2017). Είναι πλέον γνωστό ότι έχουν περιεκτικότητα δηλητηριодούς γλυκοαλκαλοειδή σολανίνη και σολανοσίνη που δημιουργούν μεγάλο πρόβλημα στο ζωικό κεφάλαιο με την πρόκληση δηλητηριάσεων (Βασιλάκογλου, 2012).



Εικόνα 7. Φυτό σολανού με άνθος και καρπό.



Εικόνα 8. Καρπός σολανού.



Εικόνα 9. Σπόρος σολανού.

2.10.3 Ρίζα

Αποτελείται από εκτεταμένο πασσαλώδες ριζικό σύστημα με παρουσία ερπουσών ριζών το οποίο είναι πιθανό να φτάσει μέχρι και βάθος 2 μέτρα (Βασιλάκογλου & Δήμας, 2017).

2.11 Κλιματολογικές συνθήκες

Ο σολανός μπορεί να εγκατασταθεί σε μία πληθώρα διαφορετικών εδαφών και κλιμάτων. Βέβαια είναι πολύ πιο εύκολο να τον συναντήσουμε σε μέρη με χαμηλό ποσοστό βροχοπτώσεων (300-500mm) (Parsons, 1981 ; Hear et al., 1997). Έχει φανεί ότι το ζιζάνιο αυτό, έχει την τάση να ευδοκιμεί σε μέρη με ξηρό και ζεστό καλοκαίρι και χειμώνα με υγρές και δροσερές συνθήκες. Κατά την περίοδο της άνθησης ο σολανός χρειάζεται την επικράτηση μεγάλων θερμοκρασιών (20-34°C) ενώ είναι γνωστό ότι έχει και μεγάλη ανθεκτικότητα στις ακραίες κλιματολογικές συνθήκες κυρίως στις μικρές τιμές θερμοκρασιών μιας και το εύρος αντοχής του είναι από -18°C έως 23°C (EPPO, 2007). Παρόλα αυτά, το καλύτερο θερμοκρασιακό εύρος για την καλύτερη ανάπτυξη του θεωρείται αυτό μεταξύ 15-25°C (Stanton et al., 2012).

Όσον αφορά την παρουσία φωτός για το φύτευμα των σπόρων δεν υπάρχουν ενδείξεις να έχει άμεση συσχέτιση η παρουσία ή μη φωτός. Ενώ για το pH η άριστη τιμή μέσα από δεδομένα είναι 6 με 7. Αν και οι τιμές από 4 έως 10, φαίνεται να είναι το επίσημο εύρος τιμών διακυμάνσεις του pH είναι γνωστό ότι οι όξινες τιμές προκαλούν μείωση της βλαστικής ικανότητας των σπόρων (Stanton et al., 2012).

Οι εδαφικές συνθήκες που συνήθως επιλέγει είναι αργιλώδης σύστασης ξηρά εδάφη χωρίς όμως να αποκλείει και άλλων τύπων εδαφών μιας και μπορούμε να το συναντήσουμε και σε αμμώδη εδάφη χωρίς πολλά θρεπτικά στοιχεία, όχι όμως σε πολύ βαθιά αμμώδη μιας και δεν αντέχει (USDA-NRCS, 2003 ; EPPO, 2007). Κατά την περίοδο της ανάπτυξης του η παρουσία ηλιακού φωτός θεωρείται σημαντική λόγω του γεγονότος ότι η απουσία της και συνθήκες σκίασης μειώνουν τη ζωντάνια του σολανού (EPPO, 2007), χωρίς να σημαίνει ότι δεν εξακολουθεί να αναπτύσσεται και στη σκιά μιας και υπάρχουν περιπτώσεις που υπό σκιά έχει γίνει άφθονο (USDA-NRCS, 2003 ; PBI Solanum Project, 2014). Τέλος, στη σύσταση του νερού δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις καθώς δείχνει να έχει αντοχή μέχρι και σε πολύ αλατούχα εδάφη κάτι που φάνηκε από έρευνες που έδειξαν ότι μονάχα ένα 5% των σπόρων δεν βλάστησε κάτω από συνθήκες επιδράσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl) σε συγκεντρώσεις 160mM (Stanton et al., 2012).

2.12 Βιολογικός κύκλος

Ο σολανός βλαστάνει την περίοδο της άνοιξης και η πλήρης του ανάπτυξη γίνεται το καλοκαίρι με την ανθοφορία του να διαρκεί από το τέλος της άνοιξης μέχρι το φθινόπωρο όπου κατά το τέλος του φθινοπώρου ξεραίνεται, πεθαίνει και επιβιώνει μέσα από τα υπολείμματα του (τις ρίζες και τους σπόρους του) (Brunel, 2011). Η αναπαραγωγή του γίνεται κυρίως αγενώς από ανθοφόρους οφθαλμούς του ριζικού συστήματος που βρίσκονται σε βάθος από 0,5 cm έως και 20 cm. Τα υπολείμματα αυτά του ριζικού συστήματος θεωρούνται βιώσιμα έως και 15 μήνες (Molnar & McKenzie, 1976). Ένας ακόμα τρόπος αναπαραγωγής είναι μέσω του σπόρου ο οποίος διατηρεί τη βιωσιμότητα του για τουλάχιστον 10 χρόνια λόγω του υψηλού επιπέδου ληθάργου. Είναι γνωστό, μέσα από εκτεταμένες μελέτες ότι το 10% σπόρων του σολανού, που καταναλώνονται από πρόβατα και εξέρχονται από το πεπτικό τους σύστημα στο περιβάλλον, μπορεί να είναι ακόμα βιώσιμο (Washington State Noxious Weed Control Board, 2006).

Ο σπόρος του σολανού μπορεί να μεταφερθεί και να γίνει διασπορά του σε μεγάλες αποστάσεις κατά μήκος ρεμάτων και ποταμών μέσα από πλημμύρες. Αν και όπως προαναφέρθηκε τα φυτά ξεραίνονται το χειμώνα οι ώριμοι καρποί διατηρούνται στα μικρά κλαδιά και διασκορπίζονται από τον άνεμο (Boyd & Murray, 1982). Ακόμα η διασπορά τους γίνεται μέσω γεωργικών μηχανημάτων, εργαλείων, οχημάτων, φυτών με ρίζες, μολυσμένα άχυρα ή σπόρους, σε μπάλες σανού και μηδικής και σε κόπρανα άγριων ζώων. Σύμφωνα με το Zimdahl (2007) η εμφάνιση των ζιζανίων στις καλλιεργήσιμες περιοχές οδηγεί σε μειωμένες αποδόσεις της εκάστοτε παραγωγής. Ειδικά όσον αφορά το σολανό όπου υπάρχει παρουσία του έχει δείξει να ανταγωνίζεται έντονα καλλιέργειες και να επηρεάζει αρνητικά το ζωικό κεφάλαιο που το έχει καταναλώσει και που το καταναλώνει συστηματικά. Επιπλέον, γίνεται έντονη χρήση του ως ξενιστής από διάφορα έντομα και ασθένειες με σημαντικό του πλεονέκτημα να είναι η γρήγορη εξάπλωση του ριζικού συστήματος και η παραγωγή πολυάριθμων σπόρων (Boyd et al., 1984 ; EPPO, 2007 ; Pier, 2014). Διάφορες έρευνες έχουν δείξει τα εξής αποτελέσματα: όπως αναφέρει ο Τσαπικούνης (2002) σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις φιστικιών και βαμβακιού παρατηρήθηκαν μειωμένες αποδόσεις 16% - 65% και 12% - 50% αντίστοιχα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της

Αμερικής έγινε αναφορά απωλειών 75% σε καλλιέργειες βαμβακιού κάτω από ημίξηρες συνθήκες (Robinson et al., 1978). Ακόμα έχει εμφανίσει αλληλοπαθητική δράση σε χωράφια βαμβακιού (Bothma, 2002). Επίσης κατά τους Baye & Bouhache (2007) στο Μαρόκο η συγκομιδή αραβοσίτου βρέθηκε μειωμένη κατά 63%. Ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να αναφερθεί είναι και ο έμμεσος τρόπος μείωσης της παραγωγής της κλίμακας του 75% που προκαλείται από εχθρούς και ασθένειες που υπάρχουν πάνω στο σολανό ο οποίος αποτελεί ξενιστή (Uludag et al., 2016).

Είναι γνωστό ότι ο σολανός αποτελεί δεξαμενή του ιού της πατάτας Y (PVY) στην περιοχή της Τυνησίας (Boukhris – Bouhachem et al., 2007). Οι καρποί του σολανού είναι τοξικοί ιδιαίτερα όταν έχουν ωριμάσει (Burrows et al., 1981). Όπως προαναφέρθηκε οι καρποί έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε γλυκοαλκαλοειδή σολανίνη και σολανοσίνη που τους καθιστούν δηλητηριώδεις για κάποια ζώα του ζωικού βασιλείου (Ελευθεροχωρινός, 1996). Τα συμπτώματα σε ζώα όταν καταναλώνουν το ζιζάνιο συμπεριλαμβάνουν, υπερβολική σιελόρροια, ρινικές εκκρίσεις, αναπνευστικές επιπλοκές, φούσκωμα, τρέμουλο και διάρροια (Parsons, 1981). Το φυτό έχει επιρροή στα άλογα και είναι θανατηφόρο για τα πρόβατα (Molnar & McKenzie, 1976) ενώ οι κατσίκες είναι ανεπηρέαστες (Parsons, 1981 ; Wassermann et al., 1988).

2.13 Καταπολέμηση

Έχουν δοκιμαστεί πολλές μέθοδοι για να ελεγχθεί ο σολανός αλλά καμία δεν είναι αρκετά αποτελεσματική μεμονωμένα. Αυτό συμβαίνει λόγω του εκτεταμένου και βαθύ ριζικού συστήματος και της μεγάλης παραγωγής σπόρου. Ωστόσο, ένας συνδυασμός μεθόδων θεωρείται πιο επιτυχημένος και αποτελεσματικός. Στην Αυστραλία η καραντίνα και ο αποκλεισμός θεωρείται ένας πολύ καλός τρόπος αντιμετώπισης (Hear et al., 1997). Μία ακόμα καταγραφή στην Αυστραλία αναδεικνύει ότι η μηχανική καταπολέμηση κυρίως ο τεμαχισμός, η καλλιέργεια (για παράδειγμα το βαθύ όργωμα) και η βόσκηση έχουν προσωρινή αποτελεσματικότητα στον έλεγχο του ζιζανίου μιας και πλήττουν μόνο τον βλαστό με τις ρίζες να μην επηρεάζονται και έτσι να γίνεται εκ νέου εμφάνισή τους (Hear et al., 1997).

Όσον αφορά τον χημικό έλεγχο σε έρευνα στην Αφρική φάνηκε ότι είναι δύσκολο να ελεγχθεί ο σολανός με ζιζανιοκτόνα γεγονός που οφείλεται στο βαθύ ριζικό σύστημα του, που είναι γενικά αδιαπέρατο από χημικές ουσίες και εξασφαλίζει ταχεία ανάκαμψη μετά τον ψεκάσμό (Wassermann et al., 1988). Ενώ στην Ελλάδα το Picloram φάνηκε να είναι από τα πιο αποτελεσματικά ζιζανιοκτόνα, αντίθετα το Glyphosate ήταν ασυνεπές τα αποτελέσματα του και το Triclopyr αναποτελεσματικό (Eleftherohorinos et al., 1993). Μιας και όπως έχει προαναφερθεί είναι ένα ζιζάνιο δυσκολοεξόντωτο ένας τρόπος τουλάχιστον περιορισμού του είναι η καραντίνα. Είναι πολύ σημαντικό να κρατηθεί μακριά από μη μολυσμένες περιοχές αλλά και τυχόν μεμονωμένα φυτά που θα εμφανιστούν να απομακρυνθούν από τα αρχικά στάδια (Parsons, 1981).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ

3.1 Γενικά στοιχεία – Ορισμός Αλληλοπάθειας

Η πρώτη ιστορική αναφορά του όρου της φυτοτοξικότητας ή αλλιώς αλληλοπάθειας ενός φυτού σε ένα άλλο έχει τις ρίζες του πίσω στην αρχαία γεωργία όταν ο Θεόφραστος (300π.Χ), παρατήρησε ότι μερικά φυτά ανέστειλαν την ανάπτυξη άλλων (Ελευθεροχωρινός, 2020). Βέβαια ο De Candolle (1832), ήταν ο πρώτος που υπέθεσε ότι χημικές ουσίες που εκκρίνονται από τις καλλιέργειες προκαλούσαν παρουσία ασθενικού χώματος και πρότεινε τη μέθοδο της αμειψισποράς ως τον καλύτερο τρόπο λύσης του προβλήματος. Μετά από αυτό πέρασαν πολλά χρόνια μέχρι οι Schreiner & Reed (1908) να διεξάγουν την πρώτη σωστή και προσεγμένη έρευνα που να αφορά την αλληλοπάθεια. Απομόνωσαν χημικές ενώσεις από τα φυτά και από το έδαφος. Παρόλα αυτά τον όρο αλληλοπάθεια τον αποδίδουμε στον Hans Molisch ένα Γερμανό επιστήμονα όπου το 1937 συνέθεσε από δύο ελληνικές λέξεις την αλληλοπάθεια το αλλήλον που σημαίνει κάτι που γίνεται μεταξύ ατόμων και το πάθος που είναι το υποφέρω (Molisch, 1937 ; Rizvi et al., 1992). Η αλληλοπάθεια αναφέρεται στην έμμεση ή άμεση επίδραση ενός φυτού σε ένα άλλο μέσω της παραγωγής και απελευθέρωσης χημικών ουσιών στο περιβάλλον (Rice, 1984). Η απελευθέρωση αυτή μπορεί να έχει ανασταλτικό ή διεγερτικό αποτέλεσμα ανάλογα με την ποσότητα της χημικής ουσίας που δέχεται το φυτό (Putnam & Tang, 1986 ; Rice, 1995).

Φτάνοντας στην πιο σύγχρονη εποχή σύμφωνα με τον Βασιλάκογλου (2012) ο ορισμός της αλληλοπάθειας συνδέεται με την παραγωγή και απελευθέρωση από διάφορα φυτά στο περιβάλλον ουσιών που είναι τοξικές. Οι οποίες φαίνεται να είναι προερχόμενες από προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού (δεν παίρνουν μέρος στις γνωριμίες φυσιολογικής λειτουργίας των φυτών) και οδηγούν στην αναστολή του φυτρώματος ή στον περιορισμό της ανάπτυξης των φυτών (Βασιλάκογλου, 2012). Η ανακάλυψη της χημικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των φυτών μας παρείχε νέες γνώσεις. Δηλαδή, ότι εκτός από τον ανταγωνισμό για τους παράγοντες ανάπτυξης στα φυτά, μπορούν να επηρεάσουν και το μέγλωμα των γειτονικών φυτών απελευθερώνοντας χημικά στο περιβάλλον. Μία σαφής διάκριση μεταξύ της αλληλοπάθειας και του ανταγωνισμού, στην πρώτη περίπτωση, είναι ότι κάτι

απελευθερώνεται στο περιβάλλον (τοξικές ουσίες), ενώ στη δεύτερη περίπτωση, κάτι απομακρύνεται από το περιβάλλον (θρεπτικά στοιχεία νερό και άλλα). Η αλληλοπάθεια μπορεί να αφορά φυτά του ίδιου είδους άρα ονομάζεται αυτοτοξικότητα ή φυτά διαφορετικού είδους άρα να αποκαλείται ετεροτοξικότητα (Kumar, 1991 ; Kohli et al., 1998 ; Kushal, 1987). Ο προσδιορισμός των αλληλοχημικών και η επεξήγηση της έννοιας της αλληλοπάθειας έχει προχωρήσει τα τελευταία χρόνια και έχει ενθαρρυνθεί από την ανάπτυξη της έρευνας και της τεχνολογίας που δεν υπήρχαν. Αυτές οι σύγχρονες τεχνικές επιτρέπουν τον εντοπισμό και την απομόνωση των διαφόρων χημικών ουσιών που παράγουν. Είναι γνωστό πλέον ότι απελευθερώνονται διαφορετικές ενώσεις από φυτά και μικρόβια που έχουν επιρροή στην ανάπτυξη και τις λειτουργίες των ειδών που τις δέχονται (Einhellig, 1995). Οι Whittaker & Feeny (1971) ταξινόμησαν αυτές τις φυτοχημικές ουσίες σε πέντε ομάδες φαινυλοπροπάνια, ακετογενίνες, τερπενοειδή, στεροειδή και αλκαλοειδή.

3.2 Βιοσύνθεση – Τρόποι απελευθέρωσης

Η σύνθεση των αλληλοχημικών ενώσεων στα φυτά πιστεύεται ότι εξελίχθηκε μέσω κληρονομήσιμων μεταλλάξεων για να βοηθήσει την προστασία και την επιβίωσή τους στο περιβάλλον. Όλη αυτή η διαδικασία θεωρείται αποτέλεσμα βιολογικών και φυσικών εξελικτικών πιέσεων για τα διάφορα είδη των φυτών (Stone & Williams, 1992 ; Seigler, 1996 ; Wink, 1999). Τα αλληλοχημικά συντίθενται ως προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού από τα φυτά (Whittaker & Feeny, 1971 ; Wink, 1999) και υπάρχουν σε όλα τα μέρη και τους ιστούς των φυτών, φύλλα, μίσχους, ρίζες, λουλούδια και σπόρους (Rice, 1974 ; 1984 ; Putman & Tang, 1986). Ονομάζονται δευτερογενείς μεταβολίτες μιας και συσσωρεύονται στα φυτά όμως δεν έχουν προφανή σκοπό στις κύριες μεταβολικές διαδικασίες των φυτών (Rice, 1974). Για να θεωρηθούν αποτελεσματικές οι αλληλοχημικές ουσίες είναι σημαντικό να γίνει απελευθέρωσή τους και μεταφορά ακριβώς στο φυτό στόχο σε επαρκείς ποσότητες. Όπως ανέφερε ο Hance Muller (1974) για την εμφάνιση αλληλοπάθειας υπάρχουν κάποια κριτήρια:

- Να συντίθεται και να παράγονται τέτοιου είδους ουσίες από τα φυτά.
- Να γίνει μεταφορά των ουσιών αυτών από το φυτό που τις παράγει προς τον στόχο του.
- Ο στόχος να βρεθεί υπό την επιρροή των τοξικών ουσιών σε επαρκείς ποσότητες για να δράσει.

Παρόλα αυτά ένας άλλος τρόπος για να καταταχθεί ένα φυτό ως αλληλοπαθητικό είναι ακολουθώντας έξι βήματα τα οποία τέθηκαν από τον Willis (1985) και είναι τα εξής:

- Να παράγει υποχρεωτικά κάποια τοξική ουσία.
- Να εμφανίζει κάποιο μηχανισμό που να συντελεί στην απελευθέρωση της αλληλοχημικής ουσίας από το φυτό στο περιβάλλον.
- Αλλά και ενός μηχανισμού για να φροντίζει την αποθήκευση της και διατήρηση της στο περιβάλλον.

- Αυτή η τοξική ουσία μετέπειτα να προσλαμβάνεται από το φυτό στόχο σε δόση και χρόνο αρκετό για να είναι εμφανής η δράση της.
- Να μπορεί μέσα από την συμπτωματολογία και την παράθεση της να είναι εμφανής η αναστολή της ανάπτυξης ενός είδους φυτού από ένα άλλο είδος φυτού.
- Τέλος να γίνει παράθεση του ρόλου που έπαιξαν στην εμφάνισή της αλληλοπάθειας οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες.

Ακόμα, τα φυτά απελευθερώνουν αλληλοπαθητικές ουσίες μέσω της εξάτμισης (Muller, 1965) η οποία γίνεται από τα φύλλα κατά τη διάρκεια που οι ουσίες είναι πτητικές (Aldrich & Kremer, 1997 ; Khanh et al., 2005), της έκπλυσης που παίρνει θέση στα φύλλα και τον βλαστό για τις ουσίες που είναι υδατοδιαλυτές (Aldrich & Kremer, 1997 ; Khanh et al., 2005), της αποσύνθεσης φυτικών υπολειμμάτων (Einhellig, 1995), ως εκκρίματα τμημάτων της ρίζας (Neill & Rice, 1971 ; Tang & Young, 1982) και με τη διασπορά της γύρης που περιέχει αλληλοπαθητικές ουσίες (Aldrich & Kremer, 1997 ; Khanh et al., 2005). Μέσα από διάφορες έρευνες, έχει φανεί πως η σύνθεση αλληλοπαθητικών ουσιών έχει άμεση συσχέτιση με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες οι οποίες επικρατούν. Κάποια από τα πιο σημαντικά φαίνεται να είναι η παρουσία θρεπτικών στοιχείων, η θερμοκρασία που επικρατεί και παρουσία φωτός και υγρασίας αλλά και πιο είναι το στάδιο της ανάπτυξης του φυτού (Putnam, 1985). Μάλιστα η παραγωγή αλληλοπαθητικών ουσιών είναι πιο μεγάλη σε ποσότητα όταν τα φυτά υφίστανται καταπόνηση (stress) (Aldrich & Kremer, 1997). Όπως τα μεγάλα ποσοστά ηλιακής ακτινοβολίας, η ανταγωνιστικότητα με άλλα φυτά, η επικράτηση πολύ υψηλών ή χαμηλών θερμοκρασιών, η χρήση ενός ζιζανιοκτόνου και η παρουσία ενός παθογόνου μικροοργανισμού (Zimdahl, 2007). Ενώ, όταν τα φυτά βρίσκονται σε stress μεγαλώνει το ποσοστό ευαισθησίας στην επίδραση των αλληλοπαθητικών ουσιών (Einhellig et al., 2004). Ο Ελευθεροχωρινός (2020), αναφέρει σαν παράδειγμα την καλλιέργεια ηλίανθου που παράγει 15 και 16 φορές περισσότερη ποσότητα χλωρογενικού και ισοχλωρογενικού οξέος σε συνθήκες καταπόνησης.

3.3 Μηχανισμός δράσης αλληλοπαθητικών ουσιών

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες επηρεάζουν αναστέλλοντας με τους εξής τρόπους τα φυτά :

- Την αύξηση και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος μέσω της αναστολής της επιμήκυνσης των κυττάρων.
- Την διαδικασία της φωτοσύνθεσης.
- Την βιοσύνθεση της χλωροφύλλης.
- Τη σύνθεση καροτενοειδών.
- Τη λειτουργία των μιτοχονδρίων και τη βιοσύνθεση ATP.
- Τη σύνθεση αμινοξέων.
- Τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών.
- Τη σύνθεση νουκλεϊκών οξέων.
- Τη βιοσύνθεση λιπιδίων.
- Την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών από το έδαφος.
- Τη λειτουργία των στοματίων.
- Τη λειτουργία κυτταρικών μεμβρανών.
- Τη λειτουργία φυσιολογικών διεργασιών.
- Τη λειτουργία διεργασιών που έχουν ως συνέπεια την φελλοποίηση και απόφραξη των ξυλωδών αγγείων.
- Τη δράση αυξίνης.
- Την αλληλεπίδραση με ομάδες θειόλης διαφόρων ενζύμων που είναι χρήσιμα για το φύτευμα των σπόρων των ζιζανίων με αποτέλεσμα την αναστολή της δράσης τους και την τελική νέκρωση των νεαρών σποροφύτων (Ελευθεροχωρινός, 2020 ; Dayan et al., 2012 ; Weir et al., 2004).

Για παράδειγμα οι τερπενοειδής αλληλοπαθητικές ουσίες επεμβαίνουν αναστέλλοντας την διαδικασία της μίτωσης, επιδρώντας στις κυτταρικές μεμβράνες, παρεμβαίνοντας στην μιτοχονδριακή αναπνοή, αναστέλλοντας τη σύνθεση χλωροφύλλης αλλά και την δράση του ενζύμου συνθετάση της ασπαραγίνης (Duke & Oliva, 2004). Ακόμα οι φαινολικές ουσίες παρουσιάζουν τις εξής επιδράσεις, γίνεται προσκόλληση των αλληλοπαθητικών ουσιών στους υποδοχείς μεμβρανών επηρεάζοντας την διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών (Uribe-Carvajal et al., 2008). Επιπλέον επηρεάζετε η αναπνοή και η φωτοσύνθεση, οι υδατικές σχέσεις των φυτών ενώ μειώνεται το προσλαμβανόμενο κάλιο και νάτριο από το ριζικό σύστημα (Vaughan and Ord, 1991).

Όπως έχει προαναφερθεί σύμφωνα με τους Whittaker & Feeny (1971) η ταξινόμηση των χημικών ουσιών γίνεται σε πέντε ομάδες τα φαινυλοπροπάνια, τις ακετογενίνες, τα τερπενοειδή τα στεροειδή και τα αλκαλοειδή. Ουσίες των κατηγοριών αυτών οι οποίες απομονώθηκαν από καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη και μελετήθηκαν είναι οι εξής:

- Η αγκροστεμίνη που παρατηρήθηκε στο ζιζάνιο γόγγολη.
- Η βενζοξαζινοειδή που εμφανίζεται στις καλλιέργειες σίκαλη, μαλακό σιτάρι και τον αραβόσιτο. Οι οποίες εκτός από αλληλοπαθητική δράση εμφανίζουν και φαρμακευτική.
- Η διυδροξυ-βενζοξαζίνη και βενζοξαζολίνη όπου η παραγωγή γίνεται στη σίκαλη και στο σιτάρι.
- Η διυδροξυ-μεθοξυ-βενζοξαζίνη που βρέθηκε στο σιτάρι και τον αραβόσιτο.
- Η γιουγκλόνη που παράγεται από τη μαύρη καρυδιά.
- Η γκοσσυπόλη που παράγεται από το βαμβάκι.
- Η γκραμίνη που εμφανίζεται στο κριθάρι.
- Η λεπτοσπερμόνη που απομονώθηκε από είδη των *Callistemon citrinus* και *Ceptospermum scoparium*.

- Η σκοπολετίνη που βρέθηκε στην αγριοβρώμη, τη βρώμη, το κριθάρι και σιτάρι.
- Η σοργολεόνη που παράγεται από το σόργο.
- Οι γλυκοσινολικές ουσίες που παράγονται από είδη *Sinapis alba* και *Brassica juncea* (Batish et al., 2001 ; Cornes, 2006).

Πίνακας 2. Τα σπουδαιότερα είδη ζιζανίων για τα οποία έχει βρεθεί ότι εκδηλώνουν αλληλοπάθεια, ορισμένες από τις σπουδαιότερες αλληλοπαθητικές ουσίες για τα καλλιεργούμενα φυτά που επηρεάζονται από αυτές.

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Αλληλοπαθητικές ουσίες	Επηρεαζόμενες καλλιέργειες
Αγριοβρώμη	<i>Avena fatua</i> , <i>Avena sterilis</i>	Scopoletin	Σιτάρι, κριθάρι, λινάρι
Αγριομπαμπακιά	<i>Abutilon theophrasti</i>		Πολλά είδη
Άγριο σινάπι	<i>Sinapis arvensis</i>	Glucosinolates, Isothiocyanates, Epithinitriles, nitriles	Πολλά είδη
Αγριάδα	<i>Cynodont dactylon</i>	Caffeic acid, chlorogenic acid, cinnamic, p- coumaric acid, ferulic acid	Κριθάρι, σόγια, βαμβάκι
Αιματόχορτο	<i>Digitaria sanguinalis</i>		Βαμβάκι

Αμβροσία	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>		
Αρτεμισία	<i>Artemisia vulgaris</i>	Artemisin	Αγγούρι
Βέλιουρας	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgoleone, dhurrin, taxiphyllin, p-hydroxybenzoic acid, p-coumaric acid	Σόγια, βαμβάκι, κριθάρι
Βλήτο τραχύ	<i>Amaranthus retroflexus</i>		Σιτάρι, σόγια
Βρωμολάχανο	<i>Cardaria draba</i>	Glucosinolates	Μηδική, σιτάρι
Γλυστρίδα	<i>Portulaca oleracea</i>		Μηδική, τομάτα, σιτάρι
Έρα	<i>Lolium rigidum</i>		Βρώμη, μαρούλι, τριφύλλι
Κίρσιο	<i>Cirsium arvense</i>		Πολλά είδη
Κύπερη	<i>Cyperus spp.</i>	Caffeic acid, chlorogenic acid, cinnamic, p-coumaric acid, ferulic acid	Ελαιοκράμβη, αγγούρι, βαμβάκι, σόγια, κριθάρι, ρύζι, σόργο, ρεπάνι, τομάτα
Λουβουδιά	<i>Chenopodium album</i>		Ζαχαρότευτλα, ελαιοκράμβη, σιτάρι, αραβόσιτος

Μουχρίτσα	<i>Echinochloa crus-galli</i>		Σιτάρι, σόγια, ρύζι
Περιπλοκάδα	<i>Convolvulus arvensis</i>		Σιτάρι
Σολανό ή Γερμανός	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Steroidal saponins, alkaloids, flavonoids	Βαμβάκι, μαρούλι, σιτάρι σκληρό
Τάτουλας	<i>Datura stramonium</i>		Πολλά είδη

ΠΗΓΗ: (Batish et al., 2006; Duke et al., 2002; Kiemnec and McInnis, 2002; Bothman, A., 2002; Alhemed, A.A, Nader, S.A, Ebrahim, B.B., 2016).

3.4 Η αλληλοπάθεια στον αγρό

Όταν δεν βρισκόμαστε σε συνθήκες εργαστηρίου αλλά στον αγρό ο διαχωρισμός της αλληλοπάθειας από τον ανταγωνισμό και ο τρόπος που επηρεάζει το καθένα τα διάφορα φυτά είναι δύσκολος. Δηλαδή, η επίδραση στο φύτρωμα και την ανάπτυξη ενός φυτού ζιζανίου από ένα άλλο αλληλοπαθητικό καλλιεργούμενο φυτό είναι πιθανό να οφείλεται τόσο στην επίδραση τοξικών ουσιών από το αλληλοπαθητικό φυτό όσο και στον ανταγωνισμό για θρεπτικά στοιχεία μιας και γίνεται κατανάλωση τους από τους μικροοργανισμούς που έχουν προέλθει από την αποδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων (Aldrich & Kremer, 1997 ; Ελευθεροχωρινός, 2008). Συμπερασματικά, οι διαδικασίες του ανταγωνισμού και της αλληλοπάθειας συμβαίνουν την ίδια στιγμή με την πρώτη να αφορά τη μείωση της ανάπτυξης των φυτών με την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων (νερού και φωτός) ενώ στην δεύτερη με την απελευθέρωση των τοξικών αλληλοχημικών ουσιών (Rice, 1984 ; Putnam, 1985 ; Weston & Duke, 2003). Υπάρχουν και πολλές περιπτώσεις όπου τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εδάφους (η εργασιακή κατάσταση, η δομή, η γονιμότητα, η παρουσία μικροβίων) εμποδίζουν στην επίδραση της αλληλοπάθειας (Ελευθεροχωρινός, 2008). Ενώ έχουν διεξαχθεί πολλά εργαστηριακά πειράματα που έχουν αποδείξει την αλληλοπαθητική ικανότητα πολλών φυτών δεν είναι αρκετό. Αυτό συμβαίνει διότι χρειάζονται και διάφορα πειράματα αγρού για να επαληθεύσουν την ικανότητα τους αυτή και σε πραγματικές συνθήκες (Foy & Inderjit, 2001). Σύμφωνα με τον Βασιλάκογλου (2012) πολλές φορές σε συνθήκες αγρού παρατηρείται δυσκολία στην έκφραση προβλημάτων λόγω της αλληλοπάθειας στα γειτονικά φυτά και αυτό οφείλεται:

- Στις μικρές ποσότητες στις οποίες συγκεντρώνονται.
- Στην μικρής διάρκειας υπολειμματική διάρκεια τους στο έδαφος.
- Στην μη δυνατότητα απελευθέρωσης των τοξικών ουσιών από τους ιστούς.
- Στη δυνατότητα του φυτού στόχου να μεταβολίσει σε μη φυτοτοξική ουσία.
- Στην μη ικανότητα τους να εισβάλλουν στους ιστούς του φυτού στόχου.

Β.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

4.1 Σκοπός της εργασίας

Ένα σημαντικό πρόβλημα που έχει ανακύψει τα τελευταία χρόνια είναι η σίτιση του παγκόσμιου πληθυσμού καθώς έχουμε την συνεχή αύξηση του. Η παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση κατά κύριο λόγο είναι σταθερή για αυτό και πρέπει να στοχεύσουμε στην όσο γίνεται καλύτερη αξιοποίηση της. Παράγοντες που εμποδίζουν την καλύτερη αξιοποίηση της, την επίτευξη των μέγιστων αποδόσεων της αλλά και οδηγούν στην απώλεια του εισοδήματος των αγροτών είναι η παρουσία ζιζανίων, ασθενειών (μυκητολογικές, βακτηριολογικές, ιολογικές) και εντόμων. Παρόλα αυτά η αγροτική κοινότητα δίνει προσοχή στα ζιζάνια ως το βασικότερο λόγω απωλειών αποδόσεων των καλλιεργειών. Αυτό οφείλεται τόσο στον ανταγωνισμό τους για νερό, θρεπτικά στοιχεία και φως όσο και στο φαινόμενο της αλληλοπάθειας με την παραγωγή τοξικών ουσιών. Είναι γνωστό ότι οι αροτριάδες καλλιέργειες είναι από τις σημαντικότερες για τη διατροφή του ανθρώπινου πληθυσμού και του ζωικού κεφαλαίου. Μία από αυτές είναι η καλλιέργεια του σιταριού στο οποίο η παρουσία των ζιζανίων προκαλεί σημαντική μείωση της απόδοσής του.

Στη ερευνητική εργασία έγινε η μελέτη της επίδρασης των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανού στην ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες αγρού καθώς επίσης και σε συνθήκες εργαστηρίου.

4.2 Υλικά και μέθοδοι

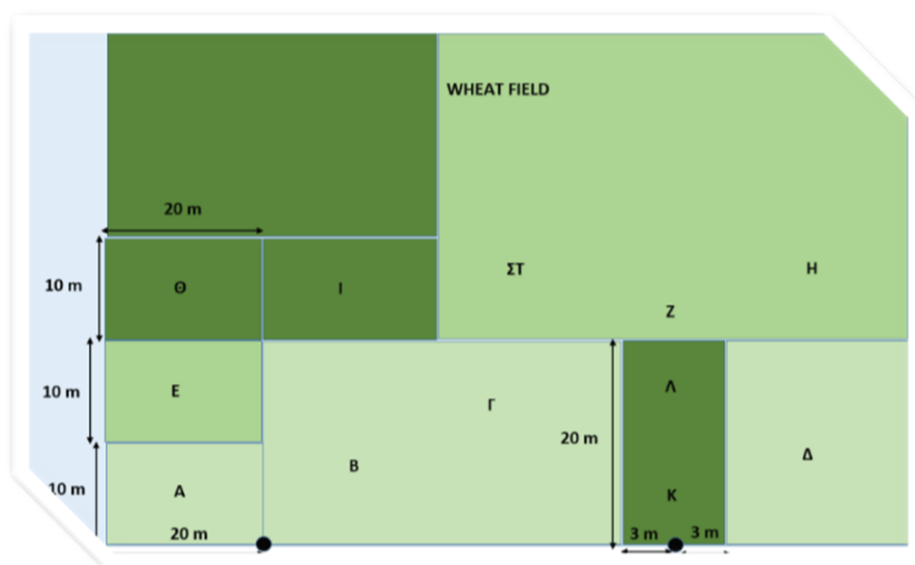
Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε τόσο σε συνθήκες αγρού σε αγροτεμάχιο που παραχωρήθηκε στην περιοχή του Αγίου Αθανασίου της Θεσσαλονίκης όσο και στο εργαστήριο Γεωργίας και Ζιζανιολογίας στο τμήμα Γεωπονίας (πρώην τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων) του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος-ΔΙΠΑΕ (πρώην Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης-ΑΤΕΙΘ) κατά τη χρονική περίοδο Φεβρουαρίου 2022 έως Ιούνιο 2022 ειδικότερα κατά τη διάρκεια του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι υλικά:

- Πατόφτυαρο
- Έναν οδηγό μέτρο μήκους 1m
- Καρτελάκια
- Λεκάνη
- Απορροφητικό διηθητικό χαρτί
- Ζυγός ακριβείας
- Χάρακας
- Φούρνος αποτέφρωσης
- Σακιά (1m²)
- Κόσκινο
- Δρεπάνι
- Κλαδευτήρι
- Διάφανα σακουλάκια
- Μεταλλικοί δίσκοι
- Φυτά-σπόροι σκληρού σιταριού (από πιστοποιημένο παραγωγό).

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες αγρού και εργαστηρίου. Για την επίτευξη των πειραματικών διαδικασιών σε πρώτο στάδιο σε συνθήκες αγρού συλλέχθηκαν φυτά σκληρού σιταριού (*Triticum durum*) στο στάδιο του αδελφώματος. Τα δείγματα αυτά στάλθηκαν στο εργαστήριο Ζιζανιολογίας και Γεωργίας του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος για διεξοδικό έλεγχο και μετρήσεις. Στο δεύτερο στάδιο της πειραματικής διαδικασίας ξανά στον αγρό στην περιοχή του Αγίου Αθανασίου συλλέχθηκαν δείγματα αυτή την φορά στο στάδιο της συγκομιδής τα οποία στάλθηκαν στο εργαστήριο για μελέτη και καταγραφή διαφόρων μετρήσεων. Στην συνέχεια, θα γίνει διεξοδική ανάλυση της παραπάνω πειραματικής διαδικασίας.

4.3 Διαδικασία σποράς στον αγρό – συλλογή πρώτων δειγμάτων και ανάλυση τους

Στην περιοχή του Αγίου Αθανασίου της Θεσσαλονίκης παραχωρήθηκε αγρός από ιδιώτη για τις ανάγκες της πειραματικής διαδικασίας σε πραγματικές συνθήκες. Το χωράφι αφού έγινε κατεργασία του και ενσωμάτωση των υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό, της προηγούμενης περιόδου σπάρθηκε με σκληρό σιτάρι το Νοέμβριο του 2021 σε όλη την έκταση του. Αφού πέρασαν κάποιοι μήνες, που αφέθηκε να εξελιχθεί η ανάπτυξη της καλλιέργειας στις 15 Φεβρουαρίου που τα φυτά διανούσαν την περίοδο του αδελφώματος, πραγματοποιήθηκε η συλλογή του δείγματος για τη διεξαγωγή της εργασίας. Όπως φαίνεται στο σχέδιο της κάτοψης του τεμαχίου το χωράφι είναι χωρισμένο σε τρεις περιοχές. Μία με καθόλου παρουσία σολανού, μία με λίγη παρουσία σολανού 15-18 φυτά σολανού/m² και μία με πολύ παρουσία σολανού 30-34 φυτά σολανού/m².



Εικόνα 10. Με το έντονο πράσινο η περιοχή με πολύ σολανό, το ανοιχτό πράσινο η περιοχή με λίγο σολανό και το πιο ανοιχτό πράσινο με καθόλου σολανό.

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν ήταν τρία από κάθε περιοχή άρα συνολικά συλλέχθηκαν 9 δείγματα. Η διαδικασία είχε ως εξής: το πρώτο δείγμα συλλέχθηκε όπως φαίνεται και από την κάτοψη πρώτα στο κομμάτι του αγρού με καθόλου παρουσία σολανού, τοποθετήθηκε ο οδηγός μετρό στο έδαφος, σηματοδεύτηκαν τα σημεία για να μπορέσει να αφαιρεθεί ο οδηγός και με το πατόφτυαρο να σκαφτεί

ώστε να παρθεί το πρώτο δείγμα του μάρτυρα. Το σκάψιμο έγινε μέχρι το σημείο που θα αφαιρεθεί και η ρίζα μαζί με το σπορόφυτο. Αφού λοιπόν αφαιρεθούν τα φυτά από το έδαφος κουνιούνται με απαλές κινήσεις για να απομακρυνθεί η περίσσεια χώματος από το ριζικό σύστημα. Στη συνέχεια, τοποθετούνται σε πλαστική σακούλα, μπαίνει ένα καρτελάκι που να αναγράφει τα στοιχεία του δείγματος και κλείνεται καλά. Επαναλαμβάνεται η διαδικασία άλλες 2 φορές ολοκληρώνοντας έτσι το κομμάτι του αγρού που δεν περιέχει σολανό. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και στα σημεία με λίγο αλλά και πολύ σολανό, παίρνοντας και από εκεί 3 δείγματα στο καθένα. Αφού τελειώσει η συλλογή των δειγμάτων στο εργαστήριο ξεκινάει η μελέτη τους. Αρχικά, τοποθετείται το πρώτο δείγμα σε μία λεκάνη με νερό ώστε να μουλιάσει το σημείο της ρίζας που καλύπτεται από χώμα προκειμένου να καθαριστεί από τα εδαφικά υπολείμματα για να είναι όσο το δυνατόν ακριβέστερες οι μετρήσεις. Αφού λοιπόν οι ρίζες καθαρίστηκαν πλήρως, τοποθετήθηκαν τα φυτά σε απορροφητικό χαρτί ώστε να διωχτεί η περίσσεια υγρασίας που προήλθε από την διαδικασία του καθαρισμού. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τα υπόλοιπα δείγματα. Αφού λοιπόν τελειώσει αυτή η διαδικασία, γίνονται οι εξής μετρήσεις σε κάποιες από τις οποίες χρησιμοποιείται χάρακας σε κάθε δείγμα ξεχωριστά όσο είναι ακόμα νωπό:

- Το συνολικό αριθμό φυτών.
- Το συνολικό νωπό βάρος.
- Τον αριθμό των αδελφιών
- Το μήκος της ρίζας κάθε φυτού του δείγματος ξεχωριστά.
- Το μήκος του βλαστού κάθε φυτού.

Όταν τελειώσουν αυτές οι μετρήσεις τοποθετείται το πρώτο δείγμα στο φούρνο αποτέφρωσης για περίπου πέντε ώρες ώστε να φύγει κάθε υγρασία και να γίνει ξήρανση του. Μετά αφαιρείται το δείγμα και με ζυγαριά ακριβείας ζυγίζεται το συνολικό ξηρό βάρος, το ξηρό βάρος της ρίζας και του βλαστού. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για όλα τα δείγματα.

4.4 Δεύτερο μέρος διαδικασίας στον αγρό – συγκομιδή σιταριού και ανάλυσή του

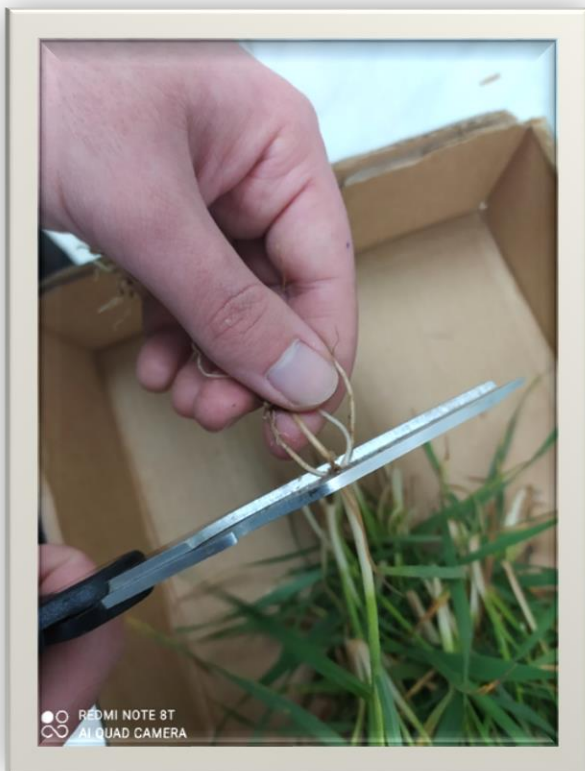
Στο δεύτερο κομμάτι του πειράματος, ξανά στο αγροτεμάχιο την περίοδο του Ιουνίου δηλαδή της συγκομιδής του σπόρου αυτή τη φορά συλλέχθηκαν 12 δείγματα 4 από την κάθε περιοχή ενδιαφέροντος (καθόλου σολανό, λίγο σολανό 15-18 φυτά σολανού/m², πολύ σολανό 30-34 φυτά σολανού/m²) με το κάθε δείγμα να είναι ποσότητας ενός τετραγωνικού μέτρου. Η διαδικασία έγινε ως εξής: με δρεπάνι κόπηκαν τα φυτά του σκληρού σιταριού και τοποθετήθηκαν σε σακιά χωρητικότητας 1m² για να γίνει μελέτη τους στο εργαστήριο. Αρχικά, στο εργαστήριο το κάθε δείγμα ζυγίστηκε με ζυγαριά ακριβείας και μετρήθηκε ο αριθμός των στάχων που βρισκόταν σε κάθε σακί. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του κλαδευτηριού κόπηκε ο στάχης από τον βλαστό και στο κάθε δείγμα μετρήθηκε ο αριθμός κόκκων ανά 10 στάχια/m². Μετέπειτα, το κάθε δείγμα κοσκινίστηκε εξ ολοκλήρου για να γίνει η απελευθέρωση του σπόρου προκειμένου να ολοκληρωθούν οι υπόλοιπες μετρήσεις. Οι οποίες είναι το βάρος 1.000 κόκκων και η απόδοση, δηλαδή το βάρος των σπόρων συνολικά κάθε σακιού. Τέλος με βάση τα αποτελέσματα βγαίνουν οι αντίστοιχοι μέσοι όροι για κάθε ένα από τα δείγματα.



Εικόνα 11. Καθαρισμός του ριζικού συστήματος των φυτών από εδαφικά υπολείμματα.



Εικόνα 12. Μέτρηση ρίζας και βλαστού με τη βοήθεια χάρακα.



Εικόνα 13. Διαχωρισμός της ρίζας και του βλαστού με την βοήθεια ψαλιδιού.



Εικόνα 14 Ζύγιση νωπού βάρους βλαστών.



Εικόνα 15. Ζύγιση νωπού βάρους ριζών.



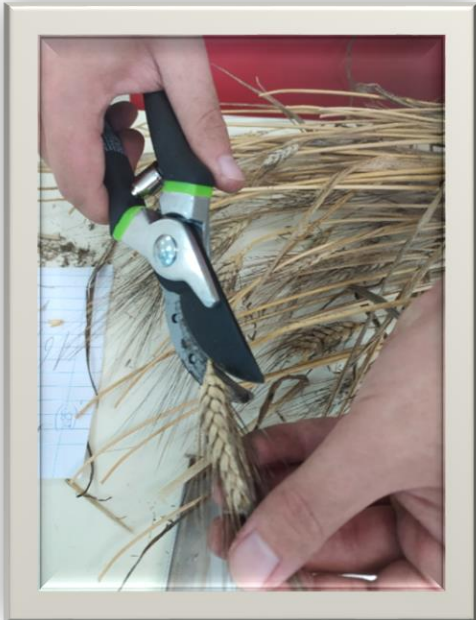
Εικόνα 16. Τοποθέτηση δειγμάτων στον αποτεφρωτικό φούρνο για ξήρανση.



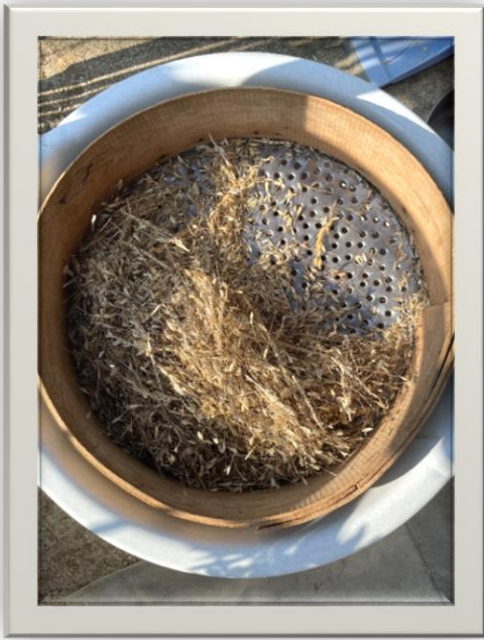
Εικόνα 17. Ζύγιση ξηρού βάρους βλαστών.



Εικόνα 18. Ζύγιση ξηρού βάρους ριζών.



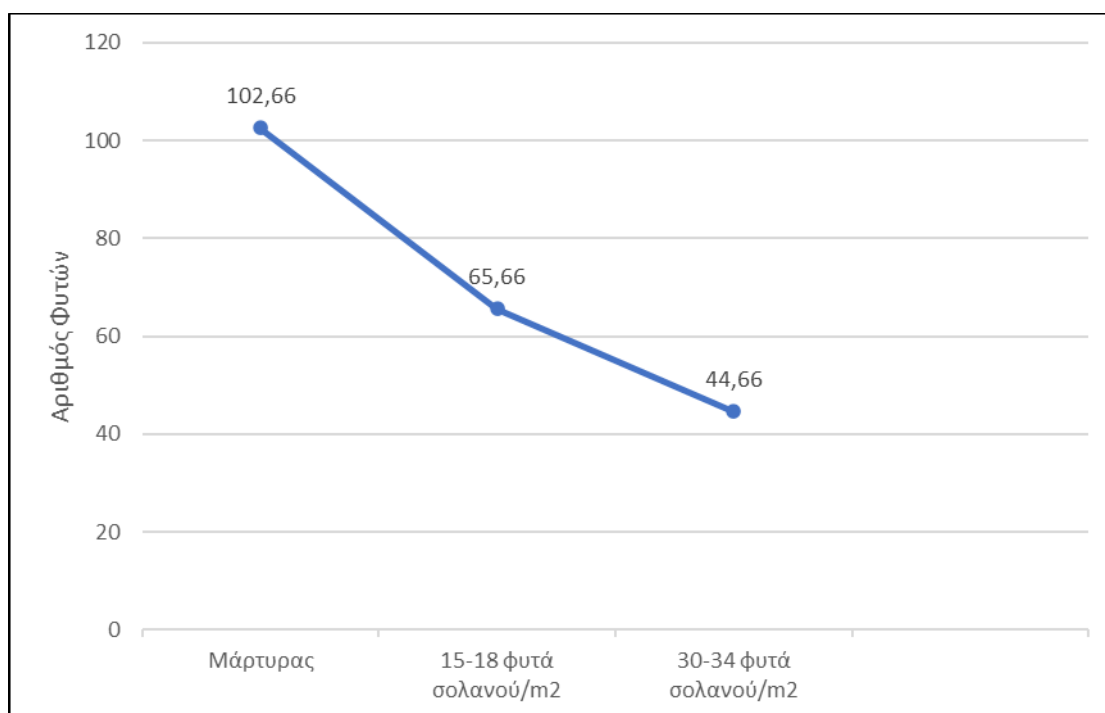
Εικόνα 19. Κοπή στάχων από το βλαστό.



Εικόνα 20. Κοσκίνισμα για την απομάκρυνση των λεπύρων και των αγάνων.

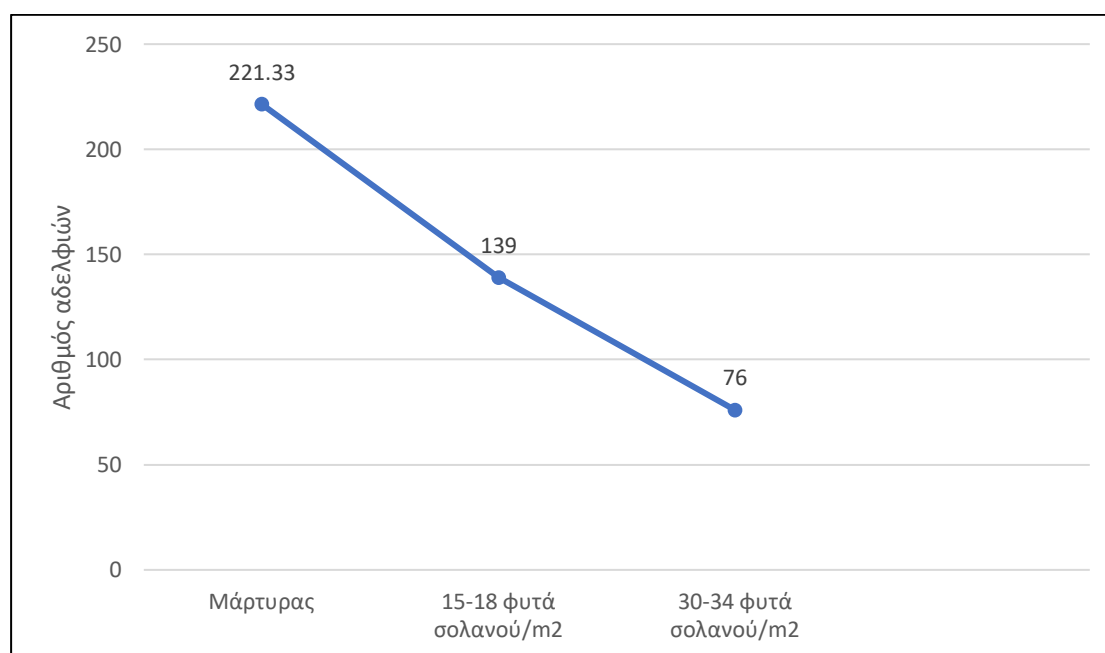
4.5 Αποτελέσματα και συζήτηση

Η ενσωμάτωση υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν από τη σπορά του σκληρού σιταριού επηρέασε σημαντικά τον αριθμό φυτών του (φυτρωτική ικανότητα). Ο αριθμός φυτών του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² αριθμός φυτών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 37% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² αριθμός φυτών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 63% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 1).



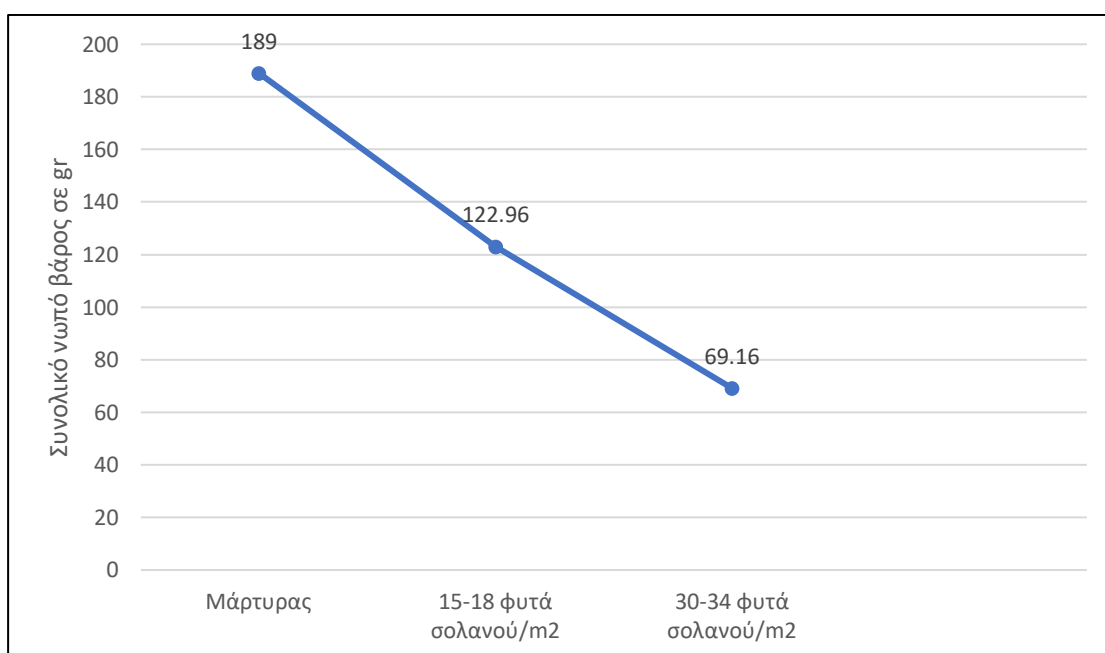
Σχήμα 1. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στον αριθμό φυτών του σκληρού σιταριού.

Η ενσωμάτωση υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανού (*Solanum elaeagnifolium*) πριν από τη σπορά του σκληρού σιταριού επηρέασε επίσης, σημαντικά τον αριθμό αδελφιών του. Ο αριθμός αδελφιών του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² ο αριθμός αδελφιών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 37,2% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² ο αριθμός αδελφιών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 65,7% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ο αριθμός αδελφιών του σκληρού σιταριού στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m γραμμής μειώθηκε περισσότερο από ότι ο αριθμός φυτών (Σχήμα 1, 2).



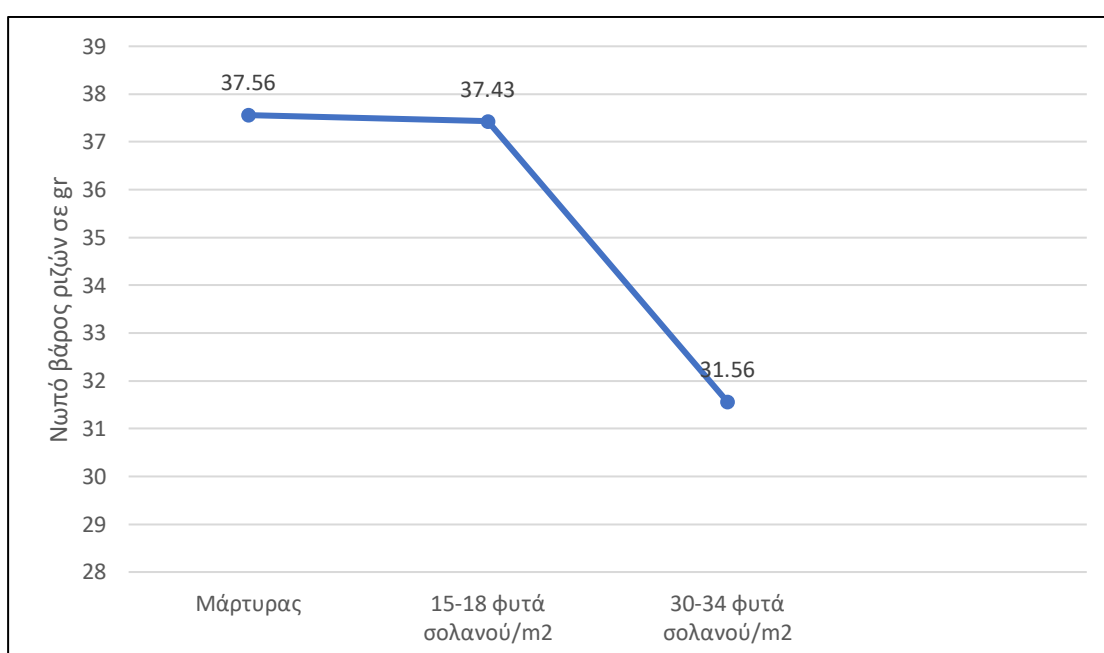
Σχήμα 2. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στον αριθμό αδελφιών του σκληρού σιταριού.

Το συνολικό νωπό βάρος του σκληρού σιταριού μετά την ενσωμάτωση των υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου τα ενσωματωμένα υπολείμματα ήταν 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το συνολικό νωπό βάρος του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 35% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το συνολικό νωπό βάρος μειώθηκε κατά 63,4% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 3).



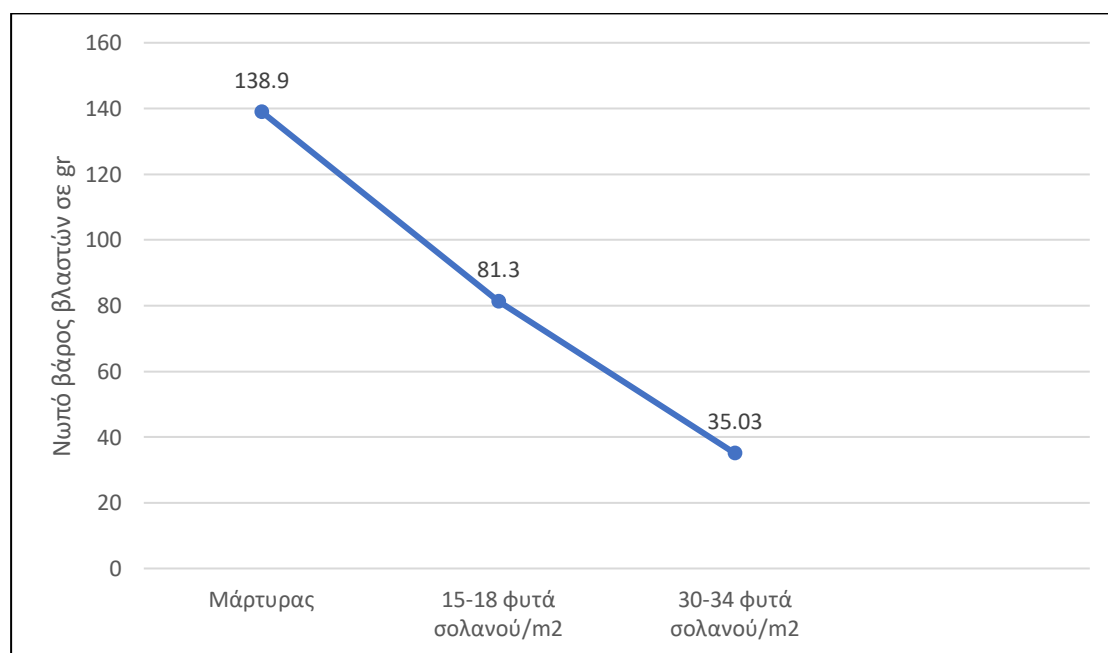
Σχήμα 3. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο συνολικό νωπό βάρος του σκληρού σιταριού.

Το νωπό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού δεν υπέστη σημαντική μείωση στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) σε ποσότητες 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το νωπό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 0.4% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το νωπό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 16% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 4).



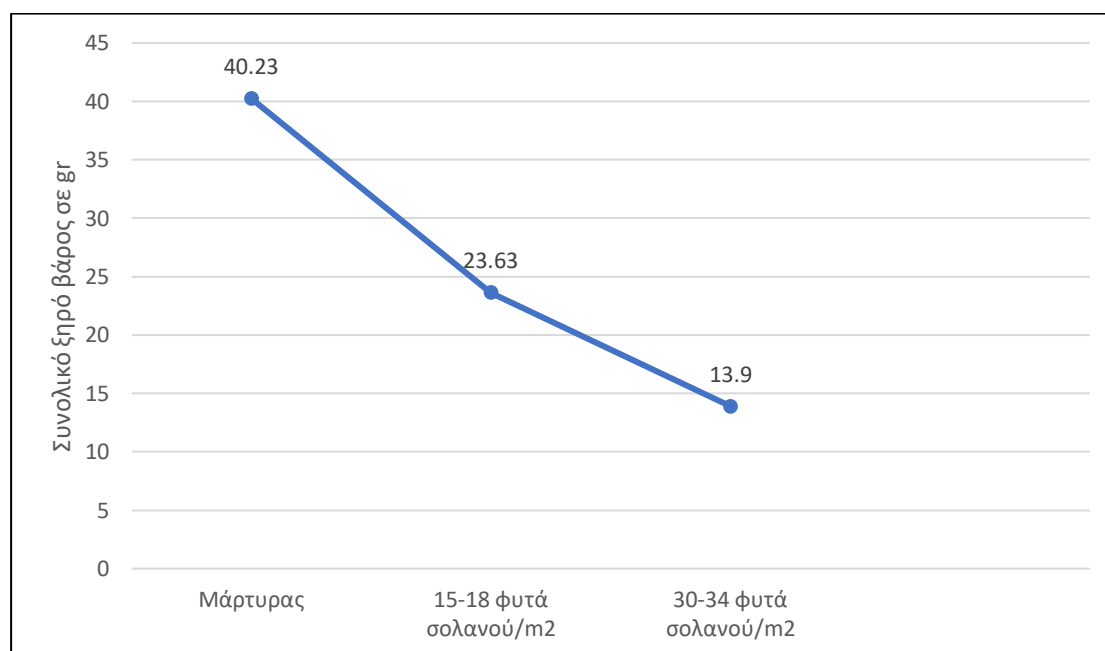
Σχήμα 4. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο νωπό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού.

Η ενσωμάτωση υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν από τη σπορά του σκληρού σιταριού επηρέασε επίσης, σημαντικά το νωπό βάρος των βλαστών του. Το νωπό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το νωπό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 41,5% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το νωπό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 74,8% συγκριτικά με το μάρτυρα. Το νωπό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m γραμμής μειώθηκε περισσότερο από ότι το νωπό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού (Σχήμα 4,5).



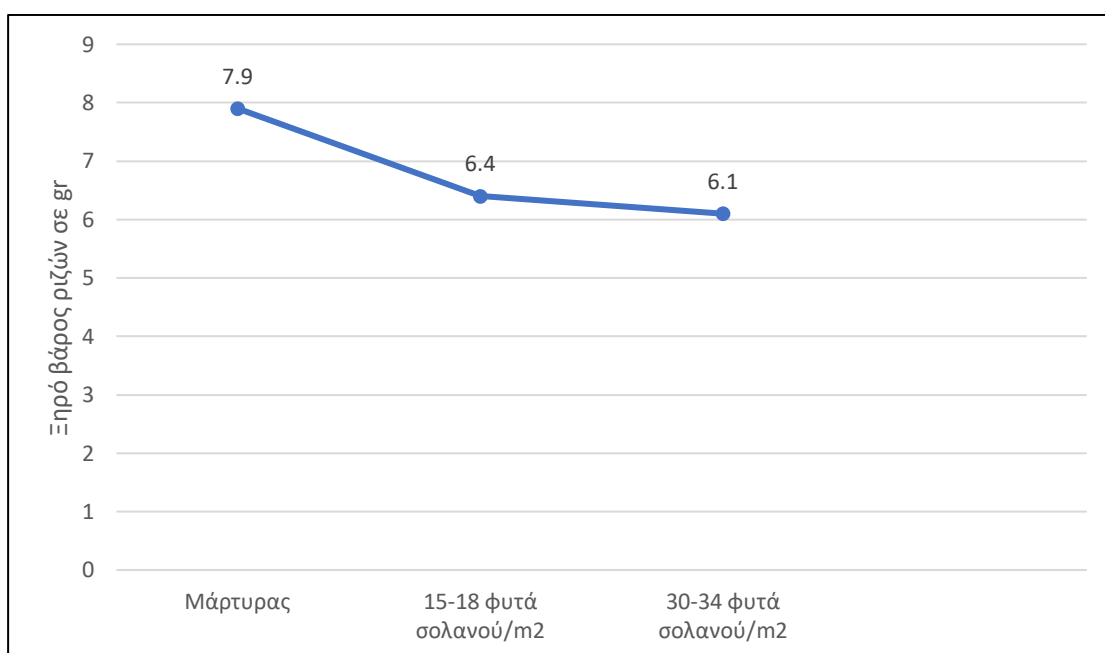
Σχήμα 5. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο νωπό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού.

Από την ενσωμάτωση υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν τη σπορά παρατηρήθηκε επίσης ότι επηρεάστηκε σημαντικά το συνολικό ξηρό βάρος. Πιο συγκεκριμένα, το συνολικό ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το συνολικό ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 41,3% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το συνολικό ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 65,5% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 6).



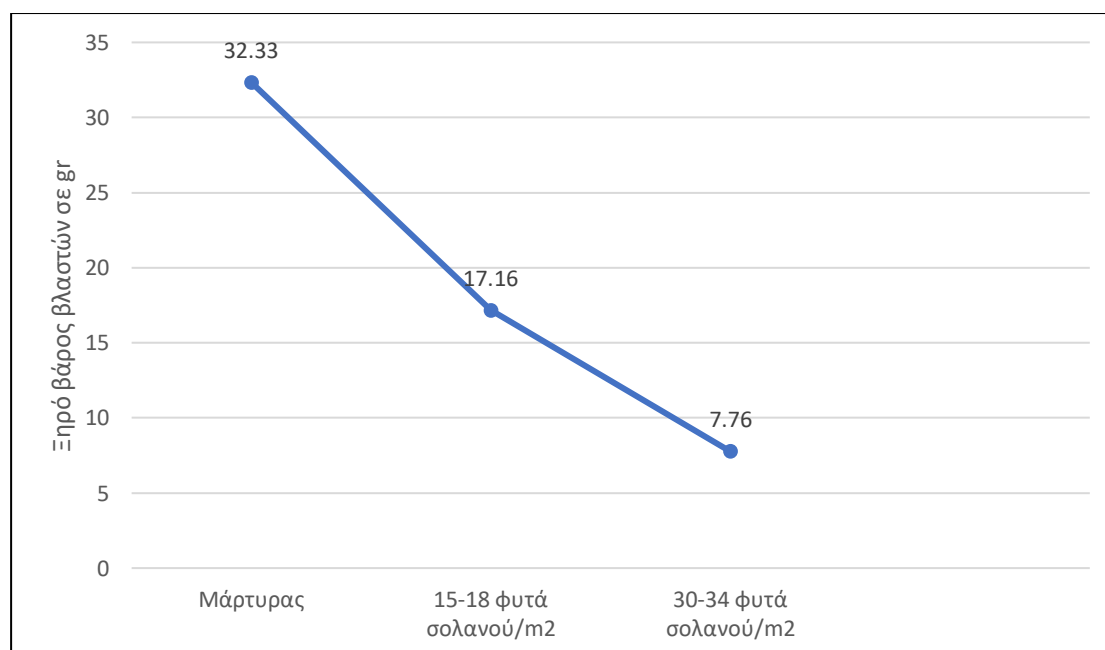
Σχήμα 6. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο συνολικό ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού.

Το ξηρό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού, από τα ενσωματωμένα υπολείμματα του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*), δεν υπέστη σημαντική μείωση στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το ξηρό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού μειώθηκαν κατά 19% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το ξηρό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 22,8% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 7).



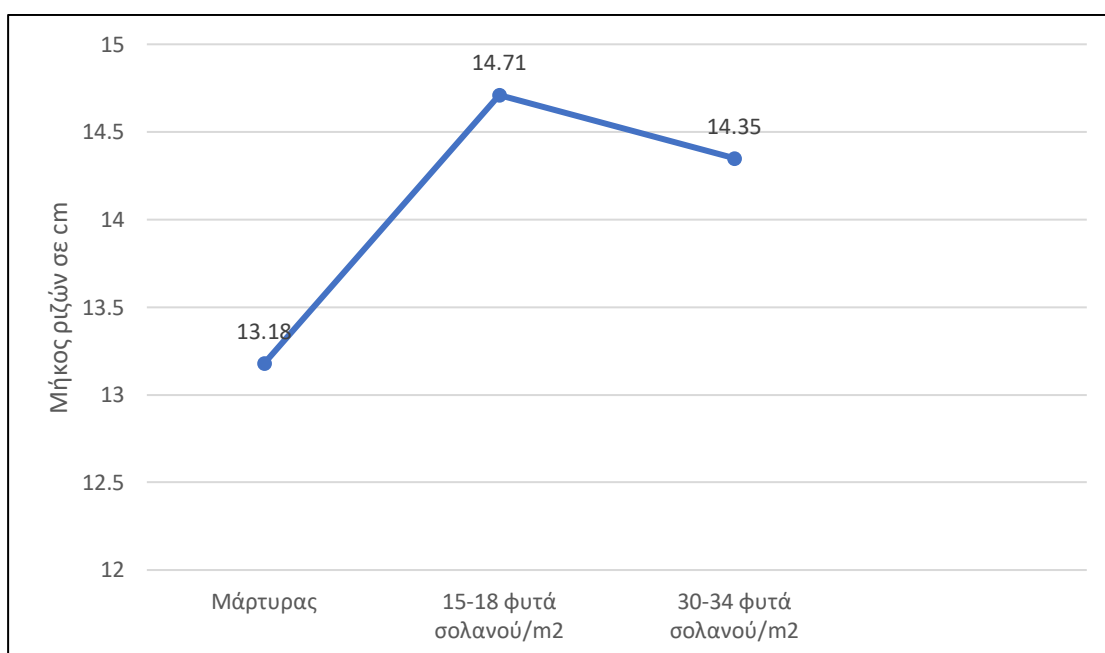
Σχήμα 7. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο ξηρό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού.

Όπως βλέπουμε είναι εμφανής η αρκετά μεγάλη επιρροή των ενσωματωμένων πριν από τη σπορά υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) και στο ξηρό βάρος των βλαστών. Πιο συγκεκριμένα, το ξηρό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το ξηρό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 47% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το ξηρό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 76% συγκριτικά με το μάρτυρα. Το ξηρό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m γραμμής μειώθηκε περισσότερο από ότι το ξηρό βάρος των ριζών του σκληρού σιταριού (Σχήμα 7,8).



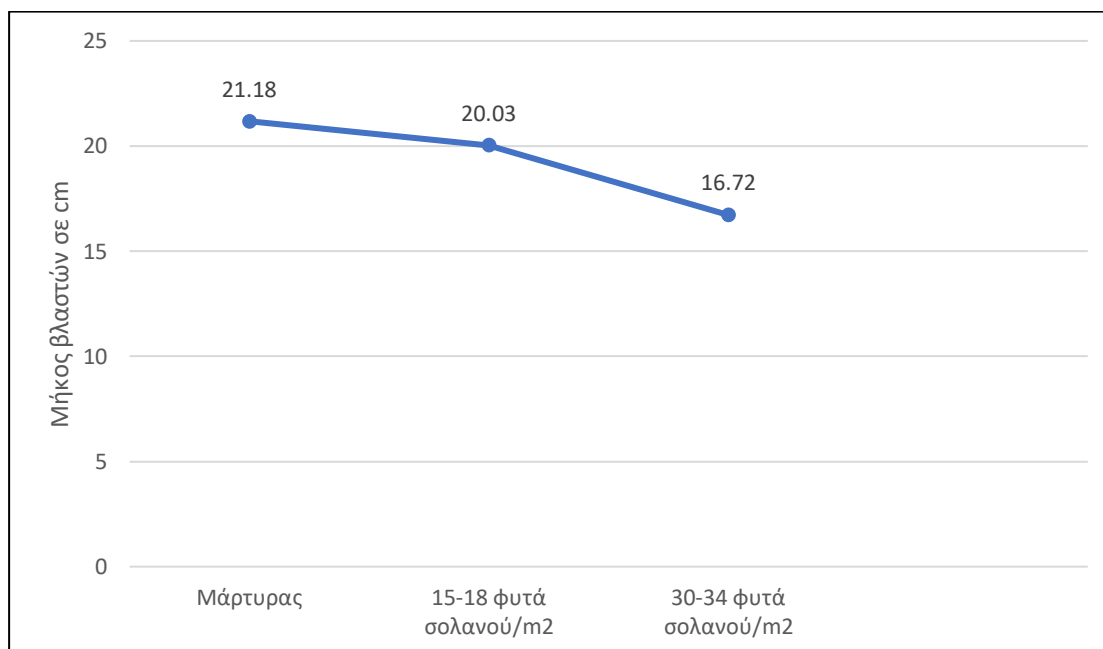
Σχήμα 8. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο ξηρό βάρος των βλαστών του σκληρού σιταριού.

Η ενσωμάτωση υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν από τη σπορά του σκληρού σιταριού επηρέασε επίσης, σημαντικά το μήκος των ριζών του. Το μήκος των ριζών του σκληρού σιταριού αυξήθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το μήκος των ριζών του σκληρού σιταριού αυξήθηκε κατά 11,6% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το μήκος των ριζών αυξήθηκε κατά 8,87% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 9).



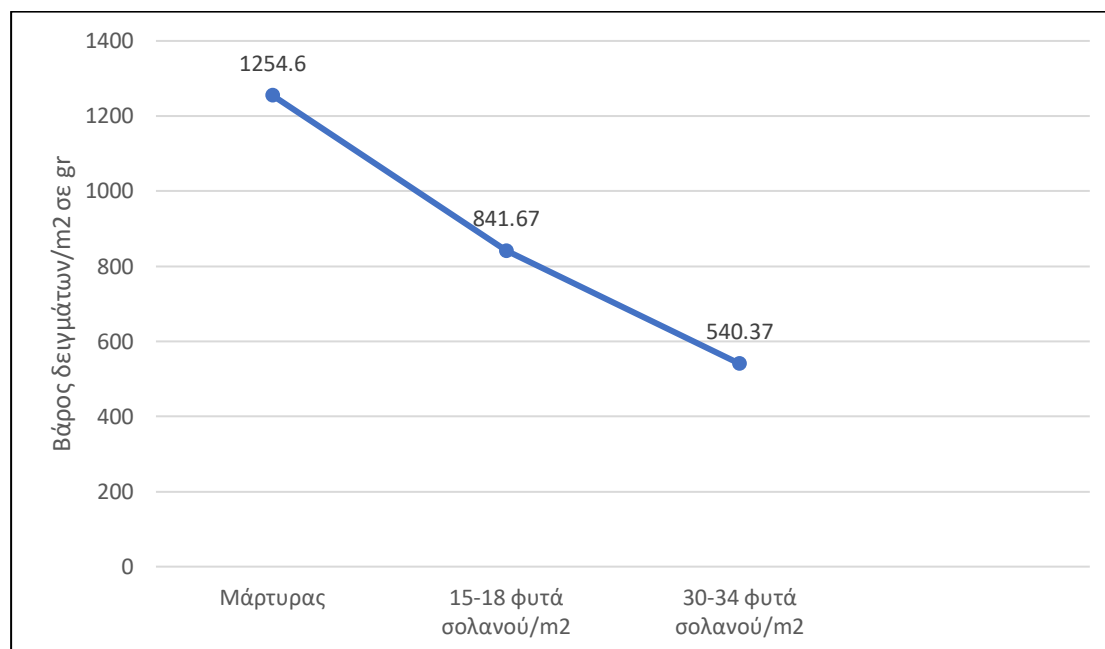
Σχήμα 9. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο μήκος των ριζών του σκληρού σιταριού.

Τα ενσωματωμένα υπολείμματα του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν τη σοδιά όπως είναι εμφανές επηρέασαν και το μήκος των βλαστών. Αναλυτικότερα, το μήκος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το μήκος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 5,5% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το μήκος των βλαστών του σκληρού σιταριού μειώθηκε 21,1% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 10).



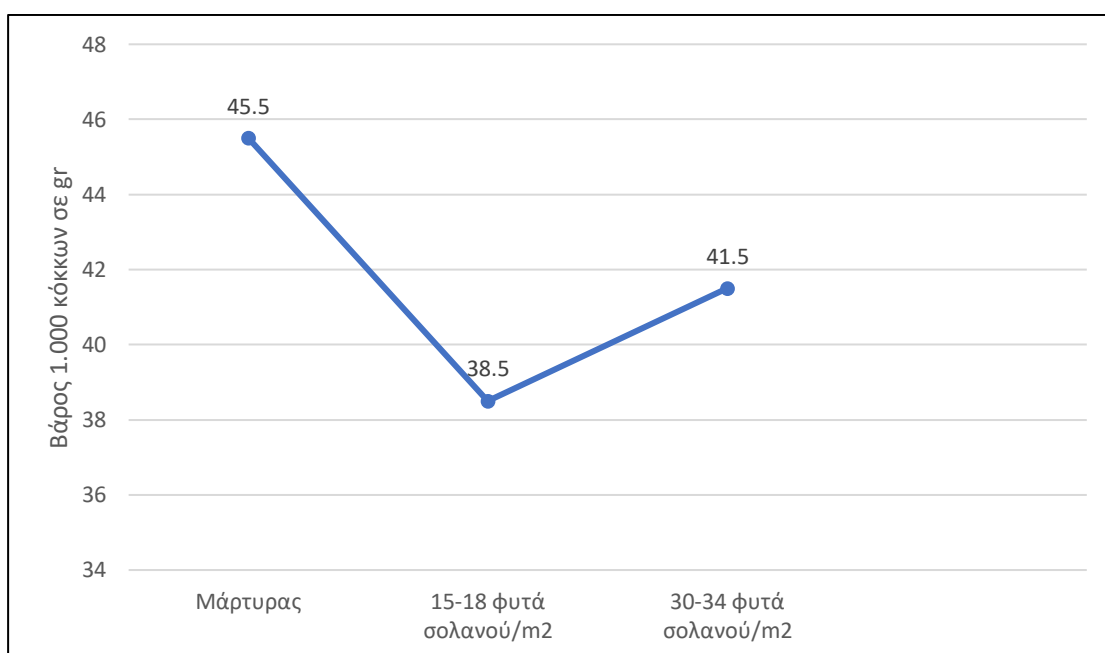
Σχήμα 10. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο μήκος των βλαστών του σκληρού σιταριού.

Η ενσωμάτωση υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν από τη σπορά του σκληρού σιταριού επηρέασε επίσης, σημαντικά το βάρος των δειγμάτων/ m^2 σκληρού σιταριού μετά τη συγκομιδή. Το βάρος δειγμάτων/ m^2 του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/ m^2 συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/ m^2 το βάρος δειγμάτων/ m^2 του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 33% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/ m^2 το βάρος δειγμάτων/ m^2 του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 57% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 11).



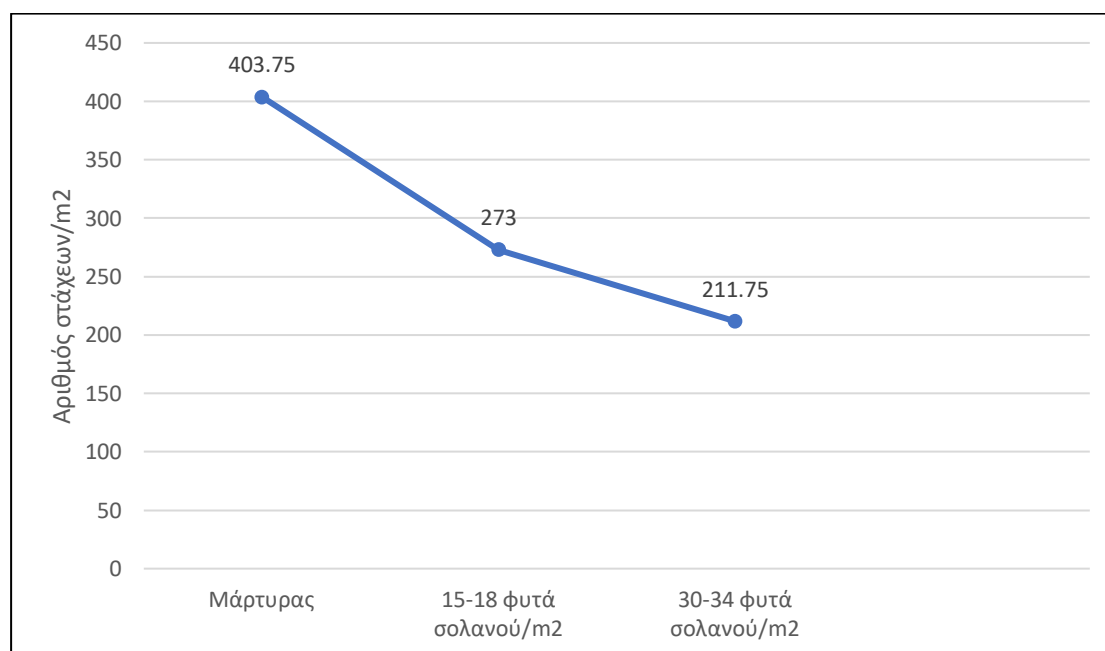
Σχήμα 11. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο βάρος των δειγμάτων/ m^2 του σκληρού σιταριού.

Το βάρος 1.000 κόκκων του σκληρού σιταριού από τα ενσωματωμένα, πριν τη σπορά, υπολείμματα του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² το βάρος 1.000 κόκκων του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 15,4% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² το βάρος 1.000 κόκκων του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 8,8% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 12).



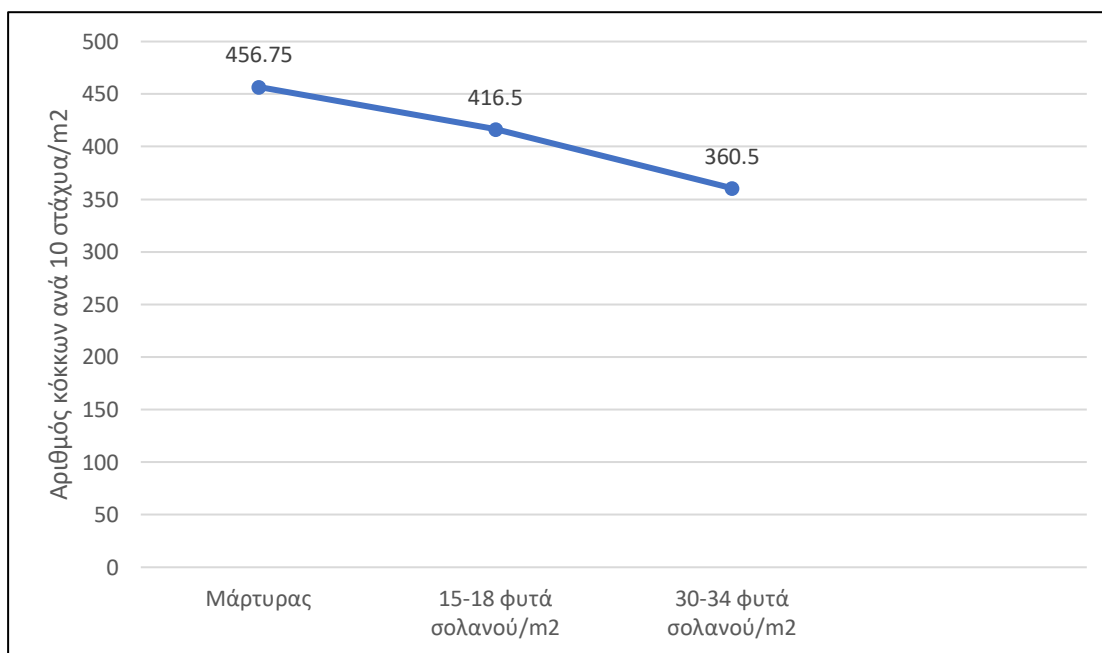
Σχήμα 12. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στο βάρος 1.000 κόκκων του σκληρού σιταριού.

Ακόμα, παρατηρήθηκε πως επηρεάστηκε σημαντικά ο αριθμός στάχων/ m^2 από τα ενσωματωμένα στο έδαφος υπολείμματα του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*). Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός στάχων/ m^2 του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/ m^2 συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/ m^2 ο αριθμός στάχων/ m^2 του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 32,4% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/ m^2 ο αριθμός στάχων/ m^2 του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 47,6% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 13).



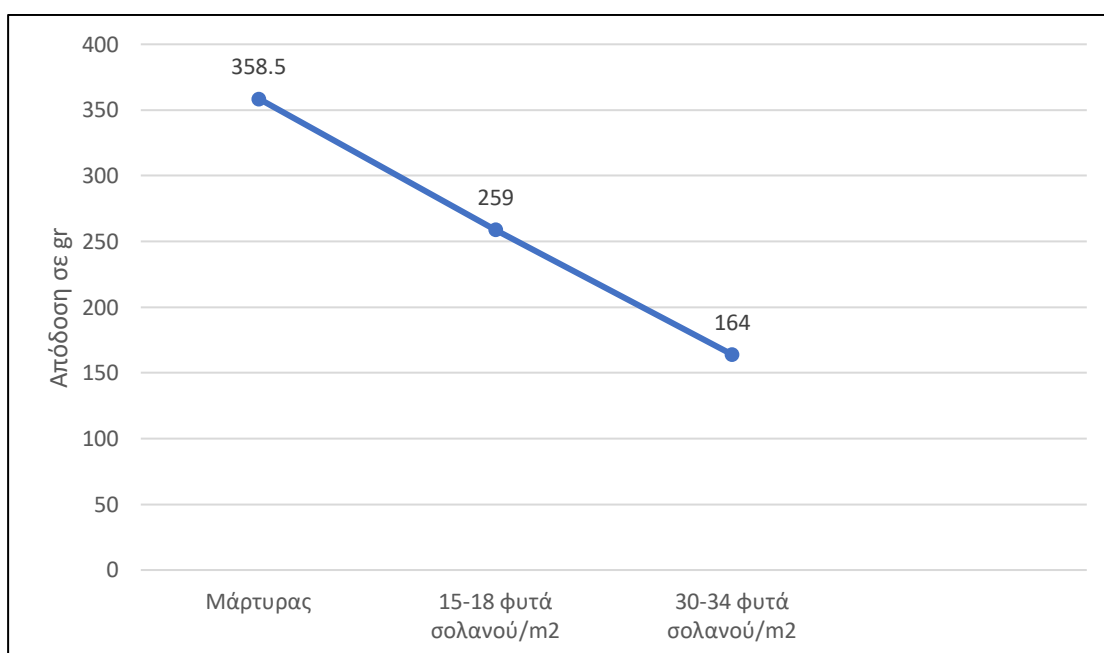
Σχήμα 13. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στον αριθμό στάχων/ m^2 του σκληρού σιταριού.

Όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, είναι εμφανής η επιρροή των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) και στον αριθμό κόκκων ανά 10 στάχυα/m². Προκύπτοντας, το συμπέρασμα ότι ο αριθμός κόκκων ανά 10 στάχυα/m² του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² ο αριθμός κόκκων ανά 10 στάχυα/m² του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 8,9% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² ο αριθμός κόκκων ανά 10 στάχυα/m² του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 21,1% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 14).



Σχήμα 14. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στον αριθμό κόκκων ανά 10 στάχυα/m² του σκληρού σιταριού.

Η ενσωμάτωση υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν από τη σπορά του σκληρού σιταριού επηρέασε επίσης, σημαντικά την απόδοση του. Η απόδοση του σκληρού σιταριού μειώθηκε σημαντικά στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 και 30-34 φυτών σολανού/m² συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 15-18 φυτών σολανού/m² η απόδοση του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 27,8% συγκριτικά με το μάρτυρα. Ωστόσο, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² η απόδοση του σκληρού σιταριού μειώθηκε κατά 54,3% συγκριτικά με το μάρτυρα (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Η επίδραση των ενσωματωμένων υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) στην απόδοση του σκληρού σιταριού.

4.5 Συμπεράσματα

1. Γενικά, τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων του ζιζανίου σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πριν από τη σπορά επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού.
2. Η αύξηση της πυκνότητας του ζιζανίου από 15-18 σε 30-34 φυτά σολανού/m² προκάλεσε σημαντικά μεγαλύτερη μείωση στην ανάπτυξη και στην απόδοση του σκληρού σιταριού.
3. Στο στάδιο του αδελφώματος ο αριθμός φυτών του σκληρού σιταριού στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα 30-34 φυτών σολανού/m² μειώθηκε κατά 63%, ενώ ο αριθμός αδελφιών κατά 65,7% συγκριτικά με το μάρτυρα.
4. Στη συγκομιδή η απόδοση, το συνολικό ξηρό βάρος και ο αριθμός στάχων μειώθηκε κατά 54,3%, 57%, και 47,6%, αντίστοιχα σε σχέση με το μάρτυρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βασιλάκογλου, Ι. (2012). Σύγχρονη Ζιζανιολογία, 2^η Έκδοση. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 19-20.
- Βασιλάκογλου, Ι. και Κ. Δήμας. (2017). Ζιζάνια – Σύγχρονος οδηγός αναγνώρισης και αντιμετώπισης. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 432 – 435.
- Γκόγκας, Δ., (2005). Οι ποικιλίες μαλακού σιταριού του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε – Ι. Σιτηρών. Επιστημονικό δελτίου: Νέα σειρά αριθ.4.
- Δαναλάτος, Ν., (2005). Σημειώσεις ειδικής γεωργίας Ι. (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή). Βόλος.
- Ελευθεροχωρινός, Η.Γ., (2020). Ζιζανιολογία. Βιολογία και Διαχείριση Ζιζανίων. Ζιζανιοκτόνα, Φυτά και Περιβάλλον. Αθήνα: Εκδόσεις ΑγροΤύπος.
- Ελευθεροχωρινός, Η. (2008). Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον. Αρχές και μέθοδοι διαχείρισης. Αθήνα: Εκδόσεις ΑγροΤύπος.
- Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. (1996). Ζιζανιολογία. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα, σελ. 63 – 64.
- Μετζάκης, Δ., (1998). Ειδική Γεωργία Ι – Σιτηρά. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. Τ.Ε.Ι Ηπείρου. Άρτα.
- Παπακώστα – Τασοπούλου, Δ., (2012). Ειδική γεωργία σιτηρά και ψυχανθή, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- Σφήκας, Α.Γ., (1995). Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά. Α.Π.Θ Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Θεσσαλονίκης.
- Τσαπικούνης, Φ. (2002). Ζιζάνια – Χρήσιμα στοιχεία για την βιολογία και καταπολέμησή τους. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 149.
- Τσιγκάνας, Θ., (2007), «Ο «εισβολέας Γερμανός» απειλή για τους αγρότες» Η Καθημερινή, Κυριακή, Αύγουστος, 5, σελ.
- Φασούλας, Α., Σενλόγλου, Ν., (1966). Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abernathy, J. R., & Keeling, J. W. (1979). Silverleaf nightshade control in cotton with glyphosate. Silverleaf nightshade control in cotton with glyphosate.
- Australian Weeds Committee. (2012). Weeds of national significance: Silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) draft strategic plan. Canberra: Australian Weeds Committee
- Acevedo-Rodríguez, P. (1996). Flora of St. John, US Virgin Islands (Vol. 78, pp. 1-581). Bronx, New York: New York Botanical Garden.
- Aldrich, R. J., & Kremer, R. J. (1997). Principles in weed management (No. Ed. 2). Iowa State University Press.
- Alhemediy, A., Nader, S., & Ebrahim, B. (2016). Impact of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) organs powder on germination and growth of wheat durum (Cham-5). International Journal of ChemTech Research, 9(7), 619-633.
- Al-Kaisi, M.M., and J.F. Shanahan. 2007. Irrigation of winter wheat. [Online] . Available at www.ext.colostate.edu/PUBS/crops/00556.html. Colorado State University Extension Agriculture. CO.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K., & Dawra, G. P. (2006). Potential of allelopathy and allelochemicals for weed management. Handbook of sustainable weed management, 209-256.
- Baye, Y. & Bouhache, M. (2007). Study of the competition between yellow nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav) and spring maize (*Zea mays*L.). EPPO Bulletin, 37(1), 129–131.
- Bellows, T. S. (2001). Restoring population balance through natural enemy introductions. Biological Control, 21(3), 199-205.
- Bothma, A. (2002). Allelopathic potential of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.), MSc. (Agriculture) Horticulture. Pretoria, South Africa: University of Pretoria.

- Boukhris-Bouhachem, S., Hulle, M., Rouzé-Jouan, J., Glais, L., & Kerlan, C. (2007). *Solanum elaeagnifolium*, a potential source of Potato virus Y (PVY) propagation. *EPPO bulletin*, 37(1), 125-128.
- Boyd, J. W., & Murray, D. S. (1982). Growth and development of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*). *Weed Science*, 30(3), 238-243.
- Boyd, J. W., Murray, D. S., & Tyrl, R. J. (1984). Silverleaf nightshade, *Solanum elaeagnifolium*, origin, distribution, and relation to man. *Economic botany*, 38(2), 210-217.
- Bozzini, A. (1988). Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. *Durum wheat: chemistry and technology*, 1-16.
- Brunel, S. (2011). Pest risk analysis for *Solanum elaeagnifolium* and international management measures proposed. *EPPO bulletin*, 41(2), 232-242.
- Burrows, G. E., Tyrl, R. J., & Edwards, W. C. (1981). Toxic plants of Oklahoma—thornapples and nightshades. *Journal of the Oklahoma Veterinary and Medical Association*, 23, 106-109.
- Cornes, D. 2006. Callisto: a very successful maize herbicide inspired by allelochemistry. Syngenta AG, CH4002 Basel, Switzerland.
- Culliney, T. W. (2005). Benefits of classical biological control for managing invasive plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(2), 131-150.
- Cuthbertson, E. G., Leys, A. R., & McMaster, G. (1976). Silverleaf nightshade—a potential threat to agriculture. *Agricultural Gazette of New South Wales*, 87(6), 11-13.
- Dayan, F. E., Owens, D. K., & Duke, S. O. (2012). Rationale for a natural products approach to herbicide discovery. *Pest management science*, 68(4), 519-528.
- DE CANDOLLE, M.A.P., 1832. *Physiologie Vegetale*. Tome III. Paris: Bechet Jeune, Lib. Fac. Med., pp. 1474-1475.
- DiTomaso, J. M. (2000). Invasive weeds in rangelands: species, impacts, and management. *Weed science*, 48(2), 255-265.

- DiTomaso, J. M. (1997, October). Risk analysis of various weed control methods. In Proc. Calif. Exotic Pest Plant Council. Symp (Vol. 3, pp. 34-39).
- Duke, S. O., Oliva, A., Macias, F., Galindo, J., Molinillo, J., & Cutler, H. (2004). Mode of action of phytotoxic terpenoids (pp. 201-206). CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- Duke, S. O., Dayan, F. E., Rimando, A. M., Schrader, K. K., Aliotta, G., Oliva, A., & Romagni, J. G. (2002). Chemicals from nature for weed management. *Weed science*, 50(2), 138-151.
- Economidou, E. (1975). Recherches sur la flore adventice de Grèce. V. Distribution et écologie de *Solanum elaeagnifolium* Cav.
- Einhellig, F. A., Galindo, J. C. G., Molinillo, J. M. G., & Cutler, H. G. (2004). Mode of allelochemical action of phenolic compounds. *Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals*, 217-238.
- EINHELLIG, F.A., 1995. Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy. In Inderjit, et al, (eds). *Allelopathy: organisms, Processes and Applications*, pp. 96-116. ACS Symp. Ser. 582. Am. Chem. Soc., Washington, DC.
- Eleftherohorinos, I. G., Bell, C. E., & Kotoula-Syka, E. (1993). Silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) control with foliar herbicides. *Weed technology*, 7(4), 808-811.
- EPPO Bulletin. (2020). Invasive Species Compendium -*Solanum elaeagnifolium*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/50516#todistributionDatabaseTable>.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, (2007). Data sheets on quarantine pests, *Solanum elaeagnifolium*. Bulletin OEPP/EPPO Paris, Bulletin 37, 236–245.
- Feuerherdt, L. (2009). Overcoming a deep rooted perennial problem-silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) in South Australia. *Plant Protection Quarterly*, 24(3), 123-124.
- Fitzpatrick, E. A., & Nix, H. A. (1969). A model for simulating soil water regime in alternating fallow-crop systems. *Agricultural Meteorology*, 6(5), 303-319.

- Foy, C. L. (2001). Understanding the role of allelopathy in weed interference and declining plant diversity. *Weed Technology*, 15(4), 873-878.
- Glanznig, A. (2003). Weeds and pests: Eradicating the invasive threat. Position Paper, 3(01).
- Gooding, M. J., & Davies, W. P. (1997). Wheat production and utilization: systems, quality and the environment. CAB international.
- Heap, J. W., Honan, I., & Smith, E. (1997). Silverleaf nightshade: a technical handbook for Animal and Plant Control Boards in South Australia. Primary Industries SA.
- Hierro, J. L., & Callaway, R. M. (2003). Allelopathy and exotic plant invasion. *Plant and soil*, 256(1), 29-39.
- Hoddle, M. S. (2004). Restoring balance: using exotic species to control invasive exotic species. *Conservation Biology*, 18(1), 38-49.
- Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., & Herberger, J. P. (1977). The world's worst weeds. Distribution and biology. University Press of Hawaii.
- Hunziker, A.T., (1979). South American Solanaceae: a synoptic survey. In: *The Biology and taxonomy of the Solanaceae* [ed. by Hawkes, J. G. \Lester, R. N. \Skelding, A. D.]. London, UK: Published for the Linnean Society of London by Academic Press, 49-85.
- James, L. F., Evans, J. O., Ralphs, M. H., & Child, R. D. (1991). Noxious range weeds. Westview Press.
- Jenkins, P. T. (1996). Free trade and exotic species introductions. *Conservation Biology*, 10(1), 300-302.
- Johnson, D. R., Wyse, D. L., & Jones, K. J. (1996). Controlling weeds with phytopathogenic bacteria. *Weed Technology*, 10(3), 621-624.
- Keane, R. M., & Crawley, M. J. (2002). Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in ecology & evolution*, 17(4), 164-170.

- Khanh, T. D., Chung, M. I., Xuan, T. D., & Tawata, S. (2005). The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(3), 172-184.
- Kiemnec, G. L., & McInnis, M. L. (2002). Hoary cress (*Cardaria draba*) root extract reduces germination and root growth of five plant species. *Weed Technology*, 16(1), 231-234.
- Knapp, S., Sagona, E., Carbonell, A. K., & Chiarini, F. (2017). A revision of the *Solanum elaeagnifolium* clade (*Elaeagnifolium* clade; subgenus *Leptostemonum*, Solanaceae). *PhytoKeys*, (84), 1.
- KOHLI, R.K., BATISH, D. & SINGH, H.P., 1998. Allelopathy and its implications in agroecosystems. In A.S. Basra (Ed.). *Crop Sciences: Recent advances*, pp. 169-202. Haworth Press. N.Y.
- Kremer, R. J., & Kennedy, A. C. (1996). Rhizobacteria as biocontrol agents of weeds. *Weed Technology*, 10(3), 601-609.
- Krigas, N., Tsiafouli, M. A., Katsoulis, G., Votsi, N. E., & van Kleunen, M. (2021). Investigating the invasion pattern of the alien plant *Solanum elaeagnifolium* Cav. (Silverleaf Nightshade): environmental and human-induced drivers. *Plants*, 10(4), 805.
- KUMAR, R., 1991. Studies on autotoxicity in *Lantana camara* L. Ph.D. Thesis, Panjab University, Chandigarh, India.
- KUSHAL B., 1987. Physiological and biochemical aspects of allelopathy and eradication of *Lantana camara* L. Ph.D. Thesis Panjab University, Chandigarh, India.
- Kwong, R. M., Saggiocco, J. L., Weiss, J., Hunt, T., & Morfe, T. (2008, May). Feasibility of biological control of silverleaf nightshade in Australia. In *Proceedings of the 16th Australian Weeds Conference* (pp. 256-258). Queensland Weeds Society Brisbane.
- Lafond, G. P., & Fowler, B. D. (1989). Soil temperature and water content, seeding depth, and simulated rainfall effects on winter wheat emergence. *Agronomy Journal*, 81(4), 609-614.

- Loeppky, H., Lafond, G. P., & Fowler, D. B. (1989). Seeding depth in relation to plant development, winter survival, and yield of no-till winter wheat. *Agronomy Journal*, 81(1), 125-129.
- Lonsdale, W.M., (1999). Global patterns of plant invasions and the concept of invisibility. *Ecology* 80:1522-1536.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., and Bazzaz, F. A. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Applic.* 10: 689–710.
- Manchester, S. J., & Bullock, J. M. (2000). The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. *Journal of Applied Ecology*, 37(5), 845-864.
- Masle, J., & Passioura, J. B. (1987). The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. *Functional Plant Biology*, 14(6), 643-656.
- McEvoy, P. B. (2002). Insect-plant interactions on a planet of weeds. *Entomologia experimentalis et applicata*, 104(1), 165-179.
- McEvoy, P. B., & Coombs, E. M. (1999). Biological control of plant invaders: regional patterns, field experiments, and structured population models. *Ecological Applications*, 9(2), 387-401.
- McFadyen, R. E. C. (1998). Biological control of weeds. *Annual review of entomology*, 43(1), 369-393.
- McKenzie, R. H. (2013). Phosphorus fertilizer application in crop production. *Alberta Agriculture and Rural Development*.
- McKenzie, R. H., Schatz, W., & Middleton, A. (2000). Fertilizing winter wheat in southern Alberta.
- McKenzie, D. N. (1976). Silverleaf nightshade—another perennial problem. In *Proceedings of the Australian Weeds Conference*, Melbourne (pp. 3-9).
- McKenzie, D.N. (1980). Report on silver-leaf nightshade research, Pamphlet No. 79. Victoria, Australia: Department of Crown Lands and Survey.

- McNeely, J. A. (2004). Strangers in our midst: The problem of invasive alien species. *Environment*, 46(6), 16.
- Mekki, M. (2007). Biology, distribution and impacts of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). *EPPO bulletin*, 37(1), 114-118.
- Molisch, H. (1937). *Der einfluss einer pflanze auf die andere, allelopathie von Hans Molisch. Mit 15 abbildungen im text.* Verlag von Gustav Fischer.
- Molnar VM & McKenzie DN (1976) Progress Report on Silverleaf Nightshade Research. Pamphlet no. 61. Keith Turnbull Research Institute, Victoria (AU).
- Monaco, T. J., Weller, S. C., and Ashton, F. M. 2002. *Weed Science: Principles and Practices.* 4th ed., John Wiley & Sons, New York.
- Morton CV, 1976. A revision of the Argentine species of *Solanum*. Cordoba, Argentina: Academia Nacional de Ciencias, 1-260.
- MULLER, C.H., 1974. Allelopathy in the environmental complex. In B.R. Strain and W.D. Billings (eds). *Handbook of vegetation science Part IV: Vegetation and environment*, pp. 73-85. Dr. W. Junk, B.V. Publisher, The Hague.
- Muller, C. H. (1965). Inhibitory terpenes volatilized from *Salvia* shrubs. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 38-45.
- Mullin, B. H., Anderson, L. W. J., DiTomaso, J. M., Eplee, R. E., and Getsinger, K. D. 2000. Invasive plant species. *CAST Issue Paper No. 13: 1–18.*
- National Invasive Species Council (US). (2001). *Meeting the Invasive Species Challenge: Management Plan.* The Council.
- Neill, R. L., & Rice, E. L. (1971). Possible role of *Ambrosia psilostachya* on pattern and succession in old-fields. *American Midland Naturalist*, 344-357.
- Orloff, S., Wright, S., & Ottman, M. (2012, December). Nitrogen management impacts on wheat yield and protein. In *Proceedings, California Alfalfa & Grains Symposium, Sacramento, CA, December* (pp. 11-12).
- Parsons WT, 1981. *Noxious Weeds of Victoria.*, Melbourne, Australia: Inkata Press.

- Parsons, W. T., & Cuthbertson, E. G. (1992). *Noxious Weeds of Australia* Inkata Press. Melbourne/Sydney.
- P.B.I. Solanum Project, (2014). Solanaceae Source website., USA: Planetary Biodiversity Inventories (PBI), National Science Foundation. <http://www.solanaceaesource.org/>.
- Pier, (2014). *Pacific Islands Ecosystems at Risk*. Honolulu, USA: HEAR, University of Hawaii. <http://www.hear.org/pier/index.html>
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T., and Tsomondo, T. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agric. Ecosys. Environ.* 84: 1–20.
- Porter, J. R., & Gawith, M. (1999). Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European journal of agronomy*, 10(1), 23-36.
- PUTNAM, A.R., & TANG, C.S., 1986. Allelopathy: State of the science. In A.R. Putnam, & C.S. Tang (eds). *The science of allelopathy*, pp. 1- 19. Wiley, N.Y.
- PUTNAM, A.R., 1985. Weed allelopathy. In S.O. Duke (ed.). *Weed Physiology. Volume 1: Reproduction and ecophysiology*, pp. 131- 155. CRC Press. Florida. USA.
- Reichard, S., & Campbell, F. (1996). Invited but unwanted: A new decision-making process could help curb the devastating effects of invasive plants on natural environments in the US. *American Nurseryman*, 184, 39-45.
- Reichard, S. H., & White, P. (2001). Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States: most invasive plants have been introduced for horticultural use by nurseries, botanical gardens, and individuals. *BioScience*, 51(2), 103-113.
- Reichard, S. E. (1997). Prevention of invasive plant introductions on national and local levels. In *Assessment and management of plant invasions* (pp. 215-227). Springer, New York, NY.

- Rice, E. L. (1995). Biological control of weeds and plant diseases: advances in applied allelopathy. University of Oklahoma Press.
- RICE, E.L., 1984. Allelopathy. 2nd edition. Academic Press, New York.
- RICE, E.L., 1974. Allelopathy. Academic Press, New York.
- Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, V. K., & Rizvi, V. (1992). A discipline called allelopathy. In Allelopathy (pp. 1-10). Springer, Dordrecht.
- Robinson, A. F., Orr, C. C., & Abernathy, J. R. (1978). Distribution of *Nothanguina phyllobia* and its potential as a biological control agent for silver-leaf nightshade. *Journal of Nematology*, 10(4), 362.
- Russell, D. W., & Wilson, J. D. (1994). Steroid 5 α -reductase: two genes/two enzymes. *Annual review of biochemistry*, 63(1), 25-61.
- Salmon, S. C. (1941). Climate and small grains. *Yearbook of Agriculture*, 334-35.
- Schreiner, O., & Reed, H. S. (1908). The toxic action of certain organic plant constituents. *Botanical gazette*, 45(2), 73-102.
- Schmitz, D. C., & Simberloff, D. (1997). Biological invasions: a growing threat. *Issues in Science and Technology*, 13(4), 33-40.
- Seigler, D. S. (1996). Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. *Agronomy Journal*, 88(6), 876-885.
- Sforza, R. E. N. E., & Jones, W. A. (2007). Potential for classical biocontrol of silverleaf nightshade in the Mediterranean Basin. *EPPO bulletin*, 37(1), 156-162.
- Sigg, J. (1998). The role of herbicides in preserving biodiversity. *Fremontia*, 26(4), 65-67.
- Sinden, J., Jones, R., Hester, S., Odom, D., Kalisch, C., James, R., and Cacho, O. 2004. The economic impact of weeds in Australia. CRC for Australian Weed Management Technical Series No. 8: 1–55.
- Smith, C.W. 1995. Crop production: Evolution, history and technology. John Wiley and Sons, Inc. New York. 469 pp.

- Stanton, R., Heap, J., Carter, R. & Wu, H. (2009). *Solanum elaeagnifolium* Cav. In: Groves, R.H., Shepherd, R.C.H. & Richardson, R.G. (Eds.) *The biology of Australian weeds*, Vol. 3. Melbourne: RG and FJ Richardson, pp. 1–35.
- Stanton, R., Wu, H., & Lemerle, D. (2012). Factors affecting silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) germination. *Weed Science*, 60(1), 42-47.
- Stoltz, C. W. (1994). Vegetative regeneration of the weed *Solanum elaeagnifolium* (silverleaf nightshade) (Doctoral dissertation, MSc Thesis. University of Port Elizabeth, Port Elizabeth (ZA)).
- Stone, M. J., & Williams, D. H. (1992). On the evolution of functional secondary metabolites (natural products). *Molecular microbiology*, 6(1), 29-34.
- Stoskopf, N.C. 1985. *Cereal grain crops*. Reston Pub. Co. Inc. Reston. Virginia.
- Symon, D. E. (1981). A revision of the genus *Solanum* in Australia. *Journal of the Adelaide Botanic Gardens*, 4, 1-367.
- Tang, C. S., & Young, C. C. (1982). Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root system of bigalta limpograss (*Hemarthria altissima*). *Plant Physiology*, 69(1), 155-160.
- Uludag, A., Gbehounou, G., Kashefi, J., Bouhache, M., Bon, M. C., Bell, C., & Lagopodi, A. L. (2016). Review of the current situation for *Solanum elaeagnifolium* in the Mediterranean Basin. *EPPO Bulletin*, 46(1), 139-147.
- Uribe-Carvajal, S., Guerrero-Castillo, S., King-Díaz, B., & Henssen, B. L. (2008). Allelochemicals targeting the phospholipid bilayer and the proteins of biological membranes. *Allelopathy Journal*, 21(1), 1-23.
- USDA-NRCS, 2003. *Plant Guide for Solanum elaeagnifolium*. Baton Rouge, LA, USA: National Plant Data Center. <https://plants.usda.gov/java/factSheet>
- Valamoti, S. M., & Kotsakis, K. (2016). Transitions to agriculture in the Aegean: the archaeobotanical evidence. In *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe* (pp. 91-108). Routledge.

- van Kleunen, M., Pyšek, P., Dawson, W., Kreft, H., Pergl, J., Weigelt, P., ... & Winter, M. (2019). The global naturalized alien flora (GloNAF) database. *Ecology*, 2019; 100: 1.
- van Wilgen, B. W., Richardson, D. M., Le Maitre, D. C., Marais, C., & Magadlela, D. (2001). The economic consequences of alien plant invasions: examples of impacts and approaches to sustainable management in South Africa. *Environment, development and sustainability*, 3(2), 145-168.
- Vaughan, D., & Ord, B. G. (1991). Influence of phenolic acids on the sodium, calcium and chloride contents of *Pisum sativum* under axenic conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 23(12), 1191-1193.
- Vavilov, N. I., Vavilov, M. I., & Dorofeev, V. F. (1992). *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press.
- Washington State Noxious Weed Control Board (2006) Silverleaf Nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). Olympia, Washington (US). http://www.nwcb.wa.gov/weed_info/Solanum_elaeagnifolium
- Wassermann, V. D., Zimmermann, H. G., & Neser, S. (1988). The weed silverleaf bitter apple ("satansbos") (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) with special reference to its status in South Africa (No. 214).
- Weir, T. L., Park, S. W., & Vivanco, J. M. (2004). Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current opinion in plant biology*, 7(4), 472-479.
- Westbrooks, R. G. (1998). *Invasive plants: changing the landscape of America*.
- Weston, L. A., & Duke, S. O. (2003). Weed and crop allelopathy. *Critical reviews in plant sciences*, 22(3-4), 367-389.
- Whittaker, R. H., & Feeny, P. P. (1971). Allelochemicals: Chemical Interactions between Species: Chemical agents are of major significance in the adaptation of species and organization of communities. *Science*, 171(3973), 757-770.
- Willis, R. J. (1985). The historical bases of the concept of allelopathy. *Journal of the History of Biology*, 18(1), 71-102.

- Wink, M. (Ed.). (1999). Biochemistry of plant secondary metabolism (Vol. 2). CRC Press.
- Zedler, J. B., & Kercher, S. (2004). Causes and consequences of invasive plants in wetlands: opportunities, opportunists, and outcomes. *critical Reviews in Plant sciences*, 23(5), 431-452.
- Zhu, X. C., Wu, H. W., Stanton, R., Burrows, G. E., Lemerle, D., & Raman, H. (2013). Morphological variation of *S. olanum elaeagnifolium* in south-eastern Australia. *Weed Research*, 53(5), 344-354.
- Zimdahl, R.L., (2007). *Fundamentals of weed science* (third edition). Elsevier Inc. New York. p. 666.
- Zimdahl, R. L. (2018). *Fundamentals of weed science*. Academic press.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <https://www.cabi.org/isc/datasheet/50516>
- www.fao.org
- <http://archive.eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/SGEA175/Xeimerina%20sitira%20psixanthi.pdf>
- <https://farm-el.desigusxpro.com/posadka/ogorod/zlaki/pshenitsa/osobennosti-kornevoj-sistemy.html>
- https://www.google.com/search?q=%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%B1+%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9&tbm=isch&ved=2ahUKewiUqYjYuuL7AhWSNuwKHSirDTIQ2-cCegQIABAA&oq=%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%B1+%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQZoFCAAQgAQ6BggAEAcQHjoICAAQCBAHEB5QkQZY8mVgoGpoAHA AeACAAdoBiAGGL5IBBjAuMjcuNZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sc

[ient=img&ei=TOGNY5RTku2wB6jWtpAD&bih=714&biw=1536&rlz=1C1KNTJ_eLGR977GR977#imgrc=86qIPdVRS23kqM&imgdii=usNpOld4LeCoYM](https://www.google.com/search?ei=TOGNY5RTku2wB6jWtpAD&bih=714&biw=1536&rlz=1C1KNTJ_eLGR977GR977#imgrc=86qIPdVRS23kqM&imgdii=usNpOld4LeCoYM)

- [https://www.google.com/search?q=%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%B3%CE%B9%CE%B1+%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%85&tbm=isch&ved=2ahUKewiHi8abvOL7AhW4wAIHHSLvDH8Q2-cCegQIABAA&oq=%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%B3%CE%B9%CE%B1+%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%85&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAAQzoFCAAQgAQ6BggAEAcQHjoiCAAQCBAHEB5QmwZY2UFgoEVoAHAAeACAAZECiAGgHpIBBjAuMTMuNp gBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=5eKNY8eEO7iBi-gPot6z-Ac&bih=714&biw=1519&rlz=1C1KNTJ_eLGR977GR977&hl=el#imgrc=nCBV6TVBh-p6YM](https://www.google.com/search?q=%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%B1+%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%85&tbm=isch&ved=2ahUKewiHi8abvOL7AhW4wAIHHSLvDH8Q2-cCegQIABAA&oq=%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%B3%CE%B9%CE%B1+%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%85&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAAQzoFCAAQgAQ6BggAEAcQHjoiCAAQCBAHEB5QmwZY2UFgoEVoAHAAeACAAZECiAGgHpIBBjAuMTMuNp gBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=5eKNY8eEO7iBi-gPot6z-Ac&bih=714&biw=1519&rlz=1C1KNTJ_eLGR977GR977&hl=el#imgrc=nCBV6TVBh-p6YM)
- <https://docplayer.gr/6121426-Stadia-anaptyxis-sitiron.html>
- https://www.google.com/search?q=solanum+elaeagnifolium&rlz=1C1KNTJ_eLGR977GR977&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKewiw3_W9nOL7AhUDQvEDHbfiDycQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=714&dpr=1.25#imgrc=o8-N12VYy4-BzM
- <https://www.tovima.gr/2016/11/08/science/germanos-ena-ksenoferto-fyto-poy-epelaynei-stin-ellada/>
- <https://returntothenatives.wordpress.com/2012/01/29/solanum-elaeagnifolium-silverleaf-nightshade-fruit/>
- http://idtools.org/id/table_grape/weed-tool/key/GrapeSeedKey/Media/Html/fact_sheets/Sol-ela.html

