

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΤΟΥ
ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΧΕΙΜΕΡΙΝΩΝ ΣΙΤΗΡΩΝ ΚΑΙ
ΨΥΧΑΝΘΩΝ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΩΝ: ΣΙΑΜΠΑΝ ΙΜΠΡΑΗΜ

ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΔΗΜΑΣ ΚΙΤΣΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Κίτσιο Δήμα για την ανάθεση του σημαντικού αυτού ερευνητικού θέματος και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια και ολοκλήρωση της εργασίας αυτής. Επίσης, ευχαριστούμε τον εργαστηριακό συνεργάτη κ. Γάτση Θωμά για την βοήθεια και καθοδήγηση κατά την διεξαγωγή του πειράματος στον αγρό και τη συλλογή των αποτελεσμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πειραματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2013-2014 στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης όπου διερευνήθηκε η επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στην ανάπτυξη και στην απόδοση πέντε χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών (σιτάρι, κριθάρι, βίκo, λαθούρι και ρόβι) με και χωρίς την παρουσία των ζιζανίων. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι ο αριθμός φυτών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών στις αρχές Φεβρουαρίου επηρεάστηκε με διαφορετικό τρόπο από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος. Στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου ο αριθμός βλαστών του κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι ήταν 74, 75, 74, 82 και 20%, αντίστοιχα λιγότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Η παρουσία των ζιζανίων επίσης μείωσε των αριθμό βλαστών κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου κατά 77, 73, 60, 74 και 72%, αντίστοιχα σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Επιπλέον, η απόδοση, ο αριθμός στάχυων ή λοβών και το βάρος 1000 κόκκων των χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών (κριθάρι, σιτάρι, βίκo, λαθούρι και ρόβι) επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος και τον ανταγωνισμό των ζιζανίων. Περισσότερο επηρεάστηκε η απόδοση και ο αριθμός στάχυων και λιγότερο το βάρος 1000 κόκκων. Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου).

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η διερεύνηση σε συνθήκες αγρού της επίδρασης των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στην ανάπτυξη και απόδοση χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών (σιτάρι, κριθάρι, βίκος, λαθούρι, και ρόβι). Έχει σημασία σε ένα σύστημα αμειψισποράς ποια καλλιέργεια θα ακολουθήσει την καλλιέργεια του ηλίανθου που είναι γνωστή για τις αλληλοπαθητικές της ιδιότητες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....σελ. 2
Περίληψη.....σελ. 3
Σκοπός της εργασίας.....σελ. 4

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....σελ. 8
Εισαγωγή.....σελ. 8
1.1.1. Αλληλοπάθεια και ανταγωνισμός.....σελ. 9
1.1.2. Ιστορία της αλληλοπάθειας.....σελ. 11
1.1.3. Αλληλοπαθητικές αλληλεπιδράσεις στα αγροτικά οικοσυστήματα.....σελ. 17
1.1.4. Αλληλοπαθητικά ζιζάνια.....σελ. 17
1.1.5. Αλληλοπαθητικές καλλιέργειες.....σελ. 17
1.1.6. Μικρόβια και αλληλοπάθεια.....σελ. 18
1.1.7. Αποσύνθεση υπολειμμάτων (αποδόμηση).....σελ. 19
1.1.8. Φυτά κάλυψης και ενσωμάτωση φυτικής μάζας.....σελ. 19
1.1.9. Αλληλοχημικά ως πηγή ζιζανιοκτόνων.....σελ. 22

1.2. Μορφολογία, βιολογία και τεχνική καλλιέργειας των υπό διερεύνηση φυτών

ΗΛΙΑΝΘΟΣ

1.2.1. Εξάπλωση και οικονομική σημασία.....σελ. 25
1.2.2. Ταξινόμηση και ποικιλίες.....σελ. 27
1.2.3. Αύξηση και ανάπτυξη.....σελ. 28
Στάδια βιολογικού κύκλου.....σελ. 28-31
1.3. Οικολογικές απαιτήσεις.....σελ. 32
1.4. Καλλιεργητικές φροντίδες.....σελ. 33
1.5. Εχθροί και ασθένειες.....σελ. 36

ΣΙΤΑΡΙ

1. Βιολογικός κύκλος-Πολλαπλασιασμός σιτηρών.....σελ. 38
2. Καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα.....σελ. 41
3. Οικολογικές απαιτήσεις.....σελ. 42
4. Καλλιεργητική τεχνική.....σελ. 46
4.1. Προετοιμασία εδάφους για σπορά.....σελ. 47
4.2. Επιλογή κατάλληλου είδους και ποικιλίας.....σελ. 48
4.3. Επιλογή σπόρου.....σελ. 48-49
4.4. Σωστή σπορά.....σελ. 49

4.5. Λίπανση.....	σελ. 51
4.6. Άρδευση.....	σελ. 52
4.7 Καταπολέμηση ζιζανίων.....	σελ. 52
4.8. Καταπολέμηση ασθενειών.....	σελ. 54
4.9. Καταπολέμηση εντόμων.....	σελ. 55
4.10. Ελάχιστη καλλιέργεια.....	σελ. 56
4.11. Αμειψισπορά.....	σελ. 56

ΚΡΙΘΑΡΙ

1.1. Αμειψισπορά.....	σελ. 58
1.2. Κατεργασία εδάφους και συστήματα καλλιέργειας.....	σελ. 60
1.3. Λίπανση.....	σελ. 62
1.4. Σπορά.....	σελ. 63

ΒΙΚΟΣ

1.1.Γενική περιγραφή.....	σελ. 63
1.2. Βοτανική περιγραφή.....	σελ. 63-64
1.3. Αύξηση και ανάπτυξη.....	σελ. 64
1.4. Οικολογικές απαιτήσεις.....	σελ. 64
1.5. Καλλιεργητική τεχνική.....	σελ. 65
1.5.1. Αμειψισπορά.....	σελ. 65
1.5.2. Προετοιμασία εδάφους.....	σελ. 66
1.5.3. Λίπανση.....	σελ. 67
1.5.4. Άρδευση.....	σελ. 66
1.5.5. Περιποιήσεις μετά τη σπορά.....	σελ. 69
1.6. Διαχείριση-συγκομιδή.....	σελ. 70
1.7. Εχθροί και ασθένειες.....	σελ. 71-72
1.8. Προϊόντα και ποιότητα αυτών.....	σελ. 73

ΛΑΘΟΥΡΙ

1.1. Γενική περιγραφή.....	σελ. 74
1.2. Βοτανική περιγραφή.....	σελ. 75
1.3. Αύξηση και ανάπτυξη.....	σελ. 75
1.4. Οικολογικές απαιτήσεις.....	σελ. 76
1.5. Καλλιεργητική τεχνική.....	σελ. 76
1.6. Εχθροί και ασθένειες.....	σελ. 77
1.7. Προϊόντα και ποιότητα αυτών.....	σελ. 77

ΡΟΒΙ

1.1. Γενική περιγραφή.....σελ. 78
1.2. Βοτανική περιγραφή.....σελ. 78-79
1.3. Αύξηση και ανάπτυξη.....σελ. 79
1.4. Οικολογικές απαιτήσεις.....σελ. 79
1.5. Καλλιεργητική τεχνική.....σελ. 79-80
1.6. Εχθροί και ασθένειες.....σελ. 80
1.7. Προϊόντα.....σελ. 80

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

Έρευνα στον αγρό	
Υλικά και μέθοδοι.....σελ. 81	
Πειραματικό σχέδιο.....σελ. 83	
Αποτελέσματα-συζήτηση.....σελ. 83	
Συμπεράσματα.....σελ. 96	
Βιβλιογραφία.....σελ. 98	

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σχέσεις μεταξύ των φυτών και του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται επηρεάζονται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Sinkkonen 2006) και η ανάπτυξη και η εξέλιξη των φυτών συχνά τροποποιούνται από την παρουσία άλλων φυτών του ίδιου ή διαφορετικού είδους (Mamolos & Kalburtji 2001). Η βιοποικιλότητα και η ποικιλομορφία πολλών φυσικών οικοσυστημάτων ορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την αλληλοπάθεια και τον ανταγωνισμό, που αποτελούν κύριους μηχανισμούς αλληλεπίδρασης μεταξύ των φυτών.

Πολλά φυτά έχουν αλληλοπαθητικό δυναμικό και απελευθερώνουν πολυάριθμες χημικές ουσίες στο έδαφος. Οι ουσίες αυτές, όταν παρουσιάζονται στη σωστή ποσότητα, μορφή, συγκέντρωση και την κατάλληλη στιγμή, εμποδίζουν ή υποκινούν την ανάπτυξη άλλων φυτικών ειδών όπως και τη συχνότητα εμφάνισης διαφόρων παρασίτων (ζιζάνια, νηματώδεις, έντομα και ασθένειες) (Narwal 2006, Zimdahl 1993). Μπορούν δηλαδή να δρουν σαν ελκυστικά, απωθητικά, διεγερτικά ή και παρεμποδιστές αύξησης.

Αλληλοπαθητική δραστηριότητα εμφανίζεται σε διάφορα επίπεδα. Μπορούν να υπάρξουν αλληλοπαθητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ α. μικροοργανισμών: βακτηρίων και βακτηρίων, μυκήτων και βακτηρίων, φυκών και βακτηρίων, μυκήτων και μυκήτων, φυκών και φυκών, β. φυτών και μικροοργανισμών και γ. φυτών και φυτών δ. φυτών και εντόμων ε. εντόμων και εντόμων (Rice 1986, Chou, 2006). Η πηγή των ενεργών ουσιών μπορεί να είναι ζώντα φυτά, φυτικά υπολείμματα, βακτήρια και μύκητες του εδάφους, μυκόρριζες ή παθογόνοι οργανισμοί. Πολλοί οργανισμοί μπορούν να συμμετέχουν ταυτοχρόνως σε μια συγκεκριμένη αλληλεπίδραση (Seigler, 1996).

1.1. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ

1.1.1. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ

Η οικολογία των φυτών μελετά τις σχέσεις μεταξύ των φυτών και του περιβάλλοντός τους. Αυτές οι σχέσεις αποτελούνται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες που επηρεάζουν τα φυτά. Η διαθεσιμότητα σε φως, η θερμοκρασία, οι συνθήκες υγρασίας και τα διάφορα χαρακτηριστικά του εδάφους, όπως η διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών, και οι άλλοι οργανισμοί είναι οι πιο σημαντικοί από τους παράγοντες αυτούς (Crawley, 1997). Οι επιδράσεις ενός φυτού περιλαμβάνουν αλλαγές στους εν λόγω παράγοντες στην περιοχή του. Ένα φυτό μπορεί να επηρεάσει τη διαθεσιμότητα του φωτός κάτω από το φύλλωμα του, την ποιότητα και την ποσότητα των διαθέσιμων θρεπτικών συστατικών, καθώς και πολλές άλλες διεργασίες στο περιβάλλον του. Ειδικότερα, ένα φυτό μπορεί να απωθήσει ή να προσελκύσει άλλα φυτά, παθογόνα, έντομα που μπορεί να βλάψουν ή να ωφελήσουν τα ίδια ή τη γειτονική βλάστηση (Mallik, 2008).

Η αλληλοπάθεια αποτελεί σημαντικό μηχανισμό παρέμβασης των φυτών. Τα φυτά έχουν προσαρμοστεί φυσικά και παράγουν ένα ευρύ φάσμα χημικών ενώσεων ως μέθοδο άμυνας, ορισμένες από τις οποίες είναι αλληλοπαθητικά ενεργές (Levin, 1976). Πολλές ενώσεις που συνδέονται κυρίως με την αλληλοπάθεια, ορισμένες ως βιοχημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυτών (συμπεριλαμβανομένων και των μικροοργανισμών), φαίνεται να έχουν ένα ευρύτερο ρόλο στην αυτο-υπεράσπιση των φυτών (Lovett, 1982a). Η ανάπτυξη και η εξέλιξη των φυτών, υπό πραγματικές συνθήκες, έχουν τροποποιηθεί πολλές φορές από την παρουσία άλλων φυτών του ίδιου ή διαφορετικών ειδών (Mamolos & Kalburtji, 2001).

Άλλος κύριος μηχανισμός παρέμβασης των φυτών είναι η αφαιρετική διαδικασία που προκαλείται από τον ανταγωνισμό για τους απαραίτητους πόρους, όπως το φως, τα θρεπτικά συστατικά, το νερό, και το CO₂ (Putnam, 1986) και λαμβάνει χώρα εξαιτίας της εξάντλησης ή έλλειψης ενός ή περισσότερων από αυτών (Zimdahl, 1993). Ο ανταγωνισμός ορίζεται ως η

διαδικασία κατά την οποία δύο ή περισσότεροι οργανισμοί προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν την ίδια πηγή.

Έτσι, ο ανταγωνισμός θεωρείται ως ένα είδος αρνητικής αλληλεπίδρασης, ή παρέμβασης, στην οποία το επίπεδο ορισμένων πόρων, είτε πρόκειται για θρεπτικά συστατικά, νερό, φως, ή απλά χώρος, είναι μειωμένο. Σε γενικές γραμμές, ο ανταγωνισμός είναι εξαιρετικά σημαντικός στην αλληλεξάρτηση των φυτών, δεδομένου ότι επηρεάζει τον πρωτογενή μεταβολισμό. Η αλληλοπάθεια διαφέρει εννοιολογικά στο ότι λειτουργεί μέσω απελευθέρωσης ουσιών, συνήθως δευτεροβάθμιων μεταβολιτών, στο περιβάλλον, που επηρεάζουν στη συνέχεια άλλους οργανισμούς (Inderjit & Keating, 1999).

Αυτοί οι μηχανισμοί παρέμβασης είναι δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να διαχωριστούν σε φυσικές συνθήκες, αλλά και οι δύο έχουν τεκμηριωθεί σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν υπό ελεγχόμενες συνθήκες (Weston, 1996). Οι Fuerst και Putnam (1983), προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι ρόλοι του ανταγωνισμού και αλληλοπάθειας, πρότειναν μια σειρά βημάτων τα οποία περιλαμβάνουν: (i) τα συμπτώματα της ανταγωνιστικής παρέμβασης, (ii) την απόδειξη ότι το φυτό, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επίδραση, σχετίζεται με τη μειωμένη χρήση πόρων από το φυτό που λαμβάνει την επίδραση, (iii) τον προσδιορισμό των πόρων που έχουν περιοριστεί, και (iv) την προσομοίωση της εν λόγω παρέμβασης, λαμβάνοντας υπόψη ότι το υπεύθυνο για την επίδραση φυτό δεν είναι παρόν, με μείωση των πόρων σε τιμές ανάλογες με αυτές που βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της παρέμβασης.

Στην πράξη, πολλά από αυτά τα βήματα είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν. Ο Dcukker κ.ά., (1983) πρότειναν ότι η χρήση μιας σειράς πρότυπων πυκνότητας φυτικών ειδών, παρέχει ένα πειραματικό σχέδιο για τη μελέτη της αλληλοπάθειας. Οι Connolly (1988) και Thijs κ.ά., (1994) διαπίστωσαν ότι πειραματικά σχέδια που περιλαμβάνουν διάφορες πυκνότητες φυτών είναι κατάλληλα για τη διάκριση μεταξύ του ανταγωνισμού και της αλληλοπάθειας.

Ένα πολύ σημαντικό σημείο σχετικά με την αλληλοπάθεια είναι ότι η επίδρασή της εξαρτάται από τη χημική ένωση που προστίθεται στο περιβάλλον. Διαχωρίζεται έτσι από τον όρο ανταγωνισμό, ο οποίος περιλαμβάνει την κατάργηση ή μείωση ορισμένων παραγόντων

από το περιβάλλον οι οποίοι απαιτούνται από κάποια άλλα φυτά που υπάρχουν στο οικοσύστημα. Παράγοντες που μπορεί να μειωθούν περιλαμβάνουν το νερό, τα ανόργανα συστατικά, τα θρεπτικά συστατικά και το φως (Rice, 1984).

Ορισμένοι βιολόγοι θεωρούν την αλληλοπάθεια μέρος του ανταγωνισμού. Ο Muller (1969) πρότεινε τη χρήση του όρου παρέμβαση για την αναφορά στη συνολική επίδραση της ενός φυτού σε άλλο. Ο όρος παρέμβαση περιλαμβάνει έτσι τόσο την αλληλοπάθεια όσο και τον ανταγωνισμό (Rice, 1984).

Τα κριτήρια επιβεβαίωσης της αλληλοπαθητικής δράσης ενός φυτού περιλαμβάνουν, την απομόνωση, δοκιμή, χαρακτηρισμό και σύνθεση της αλληλοπαθητικής ουσίας, εφαρμογή της παρέμβασης με την παροχή της ουσίας όπως παρέχεται στη φύση και προσδιορισμό της ποσότητας που απελευθερώνεται, μετακινείται και απορροφάται. Η επιλεκτικότητα της τοξίνης σε διάφορα είδη αντιστοιχεί στο εύρος των ειδών που επηρεάζονται από τον αλληλοπαθητικό παράγοντα (Fuerst & Putnam, 1983, Mamolos & Kalburtji 2001).

Στην οικολογία, η αλληλοπάθεια έχει εμπλακεί ιδιαίτερα σε καταστάσεις όπου ένα φυτικό είδος εμφανίζει υπέρμετρη κυριαρχία ή παρεμποδίζει την ανάπτυξη άλλων ειδών, όπως στην περίπτωση του μίσχανθου (*Miscanthus floridus*) στην Ταϊβάν και της κάλμιας (*Kalmia angustifolia*) στον Καναδά. Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι η αλληλοπάθεια και ο ανταγωνισμός ενεργούν πάντα ταυτόχρονα και μεταξύ των περισσότερων ειδών συνήθως υπερισχύουν οι ανταγωνιστικές επιδράσεις παρά οι αλληλοπαθητικές. Τα αποτελέσματα της αλληλοπάθειας είναι πιο σύνθετα και η αλληλοπάθεια μπορεί να επηρεάσει τα είδη ή και τα στάδια της ζωής τους με διαφορετικό τρόπο (Willis, 2007).

1.1.2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑΣ

Το γεγονός ότι τα φυτά επηρεάζουν γειτονικά φυτά μέσω της απελευθέρωσης χημικών ουσιών στο περιβάλλον είναι γνωστό από το 370 π.Χ. (Willis 1985, 1997). Η γνώση αυτής της μορφής της παρέμβασης των φυτών έχει χρησιμοποιηθεί στη γεωργία από τους προϊστορικούς

χρόνους με τη χρήση προτύπου καλλιέργειας και την εφαρμογή μεθόδων, όπως η αμειψισπορά και η συγκαλλιέργεια.

Έλληνες και Ρωμαίοι παρατήρησαν το φαινόμενο της χημικής παρέμβασης των φυτών και εφάρμοσαν τη γνώση αυτή, από το 64 μ.Χ., για τη διατήρηση της απόδοσης και τη καλή διαχείριση των καλλιεργειών, των έλεγχο των ζιζανίων, των ασθενειών και των παρασίτων και την ελαχιστοποίηση παρεμβολών για την καταπολέμηση τους (Mallik, 2008).

Οι ανταγωνιστικές δράσεις ορισμένων ειδών δένδρων, όπως η καρυδιά (*Juglans spp.*) σε φυτά χαμηλής βλάστησης και σε κοντινές καλλιέργειες ήταν επίσης γνωστή στον άνθρωπο πριν από αιώνες (Rizvi και Rizvi 1992, Willis 2000, 2002, 2004).

Στην πρώτη πρόταση του συγγράμματος "Περί φυτών Ιστορία", ο Θεόφραστος (περ. 372-285 π.Χ.) αναφέρει ότι η μελέτη των φυτών έχει εξελιχθεί σε επιστήμη. «Πρέπει να εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και τα γενικά χαρακτηριστικά των φυτών από την άποψη της μορφολογίας τους, τη συμπεριφορά τους που απορρέει από τις εξωτερικές συνθήκες, τον τρόπο παραγωγής τους, και την όλη πορεία της ζωής τους». Η σχέση μεταξύ καλλιεργούμενων και άγριων φυτών, η οποία είχε έντονο ενδιαφέρον για τους αρχαίους βοτανολόγους (εν μέρει για θρησκευτικούς λόγους), έχει επίσης αναφερθεί από τον Θεόφραστο, ο οποίος έκρινε ότι χάρη στην ανθρώπινη παρέμβαση (κλάδεμα, εμβολιασμός, ξεβοτάνισμα, κλπ.) και όχι στη θεϊκή, παράγονται καλλιεργούμενα φυτά από την άγρια φύση. Ο Θεόφραστος ήταν ο πρώτος που αναφέρθηκε στην αλληλοπάθεια: «Μερικά πράγματα αν και δεν προκαλούν το θάνατο, εξασθενούν το δέντρο ως προς την παραγωγή γεύσεων και αρωμάτων. Έτσι, το λάχανο και η δάφνη έχουν αυτή την επίδραση στην άμπελο κάθε φορά που έρχεται κοντά σε αυτά τα φυτά, γυρίζει την πλάτη και κοιτάζει μακριά σαν η μυρωδιά να ήταν εχθρική προς αυτήν» (Περί φυτών Ιστορία, βιβλίο IV, XVI, 5) (Aliotta κ.ά., 2008). Ο Θεόφραστος ακόμη αναφέρει ότι το ρεβίθι δεν «ενδυναμώνει» το έδαφος όπως και άλλα συναφή φυτά (ψυχανθή), αλλά αντ' αυτού το «εξασθενεί». Επεσήμανε επίσης ότι το ρεβίθι καταστρέφει τα ζιζάνια και πάνω από όλα το τριβόλι (*Tribulus terrestris*) (Rice, 1984), καθώς επίσης ότι επηρεάζει και την ανάπτυξη των μετέπειτα καλλιεργειών (Sinkkonen, 2006). Τέλος, αναφέρει την ανασταλτική επίδραση

του τραχύ βλήτου (*Amaranthus retroflexus*) στην αλφάλφα (*Medicago sativa*) (Jelenic, 1987) (Chou, 2006).

Ο Κάτο ο Πρεσβύτερος (234-140 π.Χ.), ανέφερε στο βιβλίο του “*Liberde Agricultura*” ότι το ρεβίθι (*Cicer arietinum* L.), το κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.), η τριγωνέλλα (*Trigonella foenum-graecum* L.) και το ρόβι (*Vicia ervilia* L.) «...καίνε μέχρι γης το καλαμπόκι...» (de Agricultura , XXXVII) (Aliotta κ.ά., 2008).

Στο βιβλίο του Varro (116-27 π.Χ.) «*De Re Rustica*» πολύ ενδιαφέρων είναι ο ορισμός της γεωργίας: «δεν είναι μόνο μια τέχνη, αλλά και μια επιστήμη που μας διδάσκει τι φυτά πρέπει να έχουν σπαρθεί σε κάθε τύπο εδάφους και τι πρέπει να γίνει έτσι ώστε η γη να μπορεί να συνεχίσει να δίνει τις υψηλότερες αποδόσεις» (I, 3) (Aliotta κ.ά., 2008). Ο Βιργίλιος (70-19 π.Χ.) αναφέρει ότι, το λινάρι (*Linum usitatissimum* L.), η βρώμη (*Avena sativa* L.) και η παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.), ξηραίνουν το έδαφος, ωστόσο η αμειψισπορά περιορίζει το πρόβλημα (*Georgics* 1:77) (Aliotta κ.ά., 2008).

Είναι ενδιαφέρον ακόμη, ότι ο Columella έγραψε για τις τεχνικές συντήρησης των κυδωνιών και των μήλων «...συντηρούνται καλά σε κιβώτια από φλαμουριά ή ξύλο οξιάς και διατηρούνται σε δροσερό και ξηρό περιβάλλον. Πρέπει να είναι βέβαιο ότι τα φρούτα δεν έρχονται σε επαφή το ένα με το άλλο. Οι διαφορετικές ποικιλίες μήλων πρέπει να φυλάσσονται σε διαφορετικά κιβώτια. Στην πραγματικότητα, όταν οι διαφορετικές ποικιλίες διατηρούνται στα ίδια κιβώτια, χαλάνε γρήγορα.» (*Liber XII*, 47) (Aliotta κ.ά., 2008).

Ο Πλίνιος (Plinius Secundus, 23 -79 μ.Χ.) στο “*Naturalis Historia*”, ανέφερε ότι το ρεβίθι, το κριθάρι, η τριγωνέλλα (*Trigonella foenum-graecum*), και το ρόβι (*Vicia ervilia*) ξηραίνουν μια σιτοπαραγωγό περιοχή. Αναφέρει επίσης ότι η «σκιά» της καρυδιάς (προφανώς της *Juglans regia*) είναι «βαριά, και προκαλεί ακόμη και τον πονοκέφαλο στον άνθρωπο και καταστρέφει οτιδήποτε φύτεται στην περιοχή...». Η αναφορά του, έδειξε ότι χρησιμοποιούσε τον όρο σκιά υπό την ευρεία έννοια, για να συμπεριλάβει τη συνήθη έννοια του μερικού αποκλεισμού του φωτός, τις συνέπειες για τη θρέψη, καθώς και τις χημικές ουσίες που διαφεύγουν από τα φυτά στο περιβάλλον.

Η διαπίστωση του Πλινίου περί της απελευθέρωσης των χημικών ουσιών από τα φυτά φαίνεται από τη δήλωσή του ότι «η φύση ορισμένων φυτών αν και στην πραγματικότητα δεν είναι θανατηφόρα, είναι επιβλαβή εξαιτίας μειγμάτων μυρωδιών ή χυμών τους... Για παράδειγμα, το ραπανάκι και η δάφνη είναι επιβλαβή για την άμπελο...» Ο Πλίνιος υποστήριξε επίσης ότι «ο κύτισος και το φυτό που ονομάζεται άλμιον από τους Έλληνες, προκαλούν το θάνατο δέντρων». Δήλωσε επίσης ότι «ο καλύτερος τρόπος καταπολέμησης της φτέρης είναι να χτυπήσει κανείς το μίσχο με ένα ραβδί όταν αυτός βλαστάνει, καθώς ο χυμός από την ίδια φτέρη σκοτώνει τις ρίζες» (Rice, 1984).

Ο Lee Shi-Jen (1518-1593), διάσημος κινέζος φαρμακολόγος, έγραψε ένα βιβλίο για τα κινεζικά ιατρικά βότανα, επεξηγώντας τις τοξικές και θρεπτικές επιδράσεις των χημικών συστατικών τους, στους οργανισμούς και ιδιαίτερα στους ανθρώπους. Επίσης έδειξε ότι τα συστατικά φυτών μπορεί να επηρεαστούν από το φυσικό περιβάλλον (Chou, 2006).

Ο Culpeper (1633) ανέφερε ότι ο βασιλικός (*Ocimum basilicum*) και ο απήγανος (*Ruta graveolens* L.) δε μεγαλώνουν ποτέ μαζί ούτε κοντά το ένα άλλο. Ισχυρίστηκε επίσης ότι «υπάρχει μια τέτοια “αντιπάθεια” μεταξύ του σταφυλιού και του λάχανου και το ένα πεθαίνει εκεί που μεγαλώνει το άλλο» (Rice, 1984).

Ο Young (1804) ισχυρίστηκε ότι το τριφύλλι είναι πολύ πιθανό να αποτύχει να αναπτυχθεί σε περιοχές όπου έχει καλλιεργηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, επειδή το έδαφος έχει αρρωστήσει εξαιτίας του (Rice, 1984).

Ο De Candolle (1832) υποστήριξε ότι το πρόβλημα ασθένειας του εδάφους θα μπορούσε να οφείλεται σε εκκρίσεις καλλιεργούμενων φυτών {2,3} και ότι η εναλλαγή των καλλιεργειών θα μπορούσε να βοηθήσει ώστε να αμβλυθεί το πρόβλημα. Παρατήρησε ότι το κίρσιο (*Cirsium avernse*) στο χωράφι βλάπτει τη βρώμη, η ευφορβία (*Euphorbe* L.) και η σκαμπιόζα (*Scabiosa* L.) βλάπτουν το λινάρι και η σίκαλη βλάπτει το σιτάρι (Rice, 1984).

Ο Beobachter (1845) ανέφερε ότι το φυτό ρείκι (πιθανώς *Erica sp.*) έχει μια μοναδική ιδιότητα να δημιουργεί σκληρό υπόστρωμα μερικά εκατοστά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτό το στρώμα είναι αδιαπέραστο από το νερό και εξίσου αδιαπέραστο από τις ρίζες των δέντρων και πιθανώς δημιουργείται από τα υπολείμματα των ριζών του φυτού (*EricaL.*) (Rice, 1984).

Το 1881, οι Stickney και Hoy ανέφεραν την επιβλαβή επίδραση της μαύρης καρυδιάς (*Juglans nigra*) στην ανάπτυξη των γειτονικών φυτών (Chou, 2006). Παρατήρησαν ότι η βλάστηση στη σκιά της μαύρης καρυδιάς ήταν περισσότερο αραιή απ' ό,τι συνήθως στη σκιά των υπολοίπων δένδρων. Τόνισαν επίσης ότι δεν αναπτύσσονταν καλλιέργειες κάτω ή πολύ κοντά σε αυτή. Ο Stickney ανέφερε ότι δεν ήταν ξεκάθαρο για το αν αυτό προκαλούταν από το νερό που έσταζε από το δέντρο ή από την υψηλή απαίτηση του δέντρου σε ανόργανες ουσίες, με αποτέλεσμα την εξάντληση του εδάφους. Ο Hoy υποστήριξε, ωστόσο, ότι ο κύριος λόγος που δεν αναπτύσσονταν κάτω από αυτά τα δέντρα ήταν ο δηλητηριώδης χαρακτήρας του χυμού του φύλλου του φυτού (Rice, 1984).

Οι Schreiner και Reed (1907, 1908) ανακάλυψαν κάποια εδαφικά οργανικά οξέα, που απελευθερώθηκαν αρχικά από ρίζες φυτών τα οποία κατέστειλαν την ανάπτυξη μερικών καλλιεργούμενων φυτών (Chou, 2006).

Ο Massey (1925) ανέφερε ότι η μαύρη καρυδιά (*Juglans nigra*) και η *Juglans cinerea* προκαλούσαν μαρασμό της μηδικής, της ντομάτας, και της πατάτας, και ο Davis (1928) συσχέτισε την τοξικότητα της μαύρης καρυδιάς με τη συνθετική γιουγκλόνη (juglone) (5-hydroxy-ct-narthaquinone) και ανέφερε τις τοξικές επιδράσεις της στην μηδική και τη ντομάτα (Inderjit & Keating, 1999).

Η λέξη αλληλοπάθεια πρωτοαναφέρθηκε σε μια γερμανική έκδοση του 1937, με τίτλο “Der Einfluss einer Pflanze auf die andere – Allelopathie”, από τον Hans Molisch, καθηγητή της βοτανικής στη Βιέννη (Willis, 2007). Ο Molisch δημιούργησε τον όρο αλληλοπάθεια χρησιμοποιώντας τις δύο ελληνικές λέξεις «αλλήλο» και «πάθος» (Zimdahl, 1993).

Ενώ ο Molisch θεωρείται συχνά ο ιδρυτής της επιστήμης της αλληλοπάθειας, η έννοια αυτή είναι αμφισβητούμενη, καθώς το μεγαλύτερο μέρος του κειμένου του ασχολείται με τις επιδράσεις του αιθυλενίου σε φυτά, που τώρα θεωρείται ορμόνη των φυτών, παρά παράγοντας αλληλεπίδρασής τους και καθώς είναι ένα θέμα περισσότερο συνδεδεμένο με τη φυσιολογία των φυτών από ότι την οικολογία των φυτών (Willis, 2004, 2007).

Έως τα τέλη του 1960, ο όρος αλληλοπάθεια εφαρμόστηκε αρχικά στην οικολογία φυτών ως διευκρίνιση του μηχανισμού της αλληλεπίδρασης των φυτών, όπως η κυριαρχία μεταξύ των φυτών και η ικανότητα ανάπτυξής τους (Muller, 1969).

Οι Whittaker και Feeny (1971) δημοσίευσαν μια εργασία, αναγνωρίζοντας το σημαντικό ρόλο των αλληλοχημικών στην προσαρμογή των ειδών και στην οικολογική δόμηση των φυτοκοινωνιών. Η αλληλοπάθεια διαδραματίζει επομένως σημαντικό ρόλο στην κυριαρχία φυτών, τη διαδοχή, το σχηματισμό των φυτοκοινοτήτων, τη βλάστηση και την παραγωγικότητα των καλλιεργειών, άμεσα με την απελευθέρωση αλληλοχημικών όσο και έμμεσα, επηρεάζοντας τη δραστηριότητα των μικροβίων της ριζόσφαιρας (Muller 1966, 1969, Muller κ.ά., 1964, Whittaker & Feeny 1970, Rice 1964, 1965, Muller, 1969, Rice 1984, Rizvi&Rizvi, 1992, Chou, 1999).

Επιπλέον, ο όρος αλληλοχημικά χρησιμοποιήθηκε από τους Chou και Waller (1983), και έγινε δημοφιλής στις γεωργικές επιστήμες, που ασχολούνται με το μηχανισμό των χημικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ οργανισμών. Τέλος, ο ορισμός της αλληλοπάθειας επιβεβαιώνεται από τη Διεθνή Εταιρεία Αλληλοπάθειας το 1996 ως «κάθε διαδικασία που βασίζεται σε δευτεροβάθμιους μεταβολίτες που παράγονται από φυτά, φύκια, βακτήρια, μύκητες και επηρεάζει την ανάπτυξη και την εξέλιξη της γεωργίας και των βιολογικών συστημάτων» (Chou, 2006).

1.1.3. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΓΡΟΤΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Αλληλοπαθητικά ζιζάνια

Τα ζιζάνια αποτελούν αναπόσπαστες και οικολογικά σημαντικές συνιστώσες των αγροοικοσυστημάτων. Παρά την εκτενή απομάκρυνσή τους από τα συστήματα αυτά, τα ζιζάνια συνεχίζουν να εξελίσσονται και να αποτελούν απειλή για τις καλλιέργειες. Τα ζιζάνια, στην πραγματικότητα, έχουν εξελιχθεί από κοινού με τα καλλιεργούμενα φυτά. Φέρουν μια σειρά φυσιολογικών, αγρονομικών και αναπαραγωγικών χαρακτηριστικών, που τους δίδουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε σύγκριση με τα άλλα φυτά (Kohli κ.ά., 2004). Στα αγροοικοσυστήματα, ανταγωνίζονται με τα καλλιεργούμενα φυτά για τους πόρους, παρεμβαίνουν στη διαχείριση των καλλιεργειών, μειώνουν την απόδοσή τους και υποβαθμίζουν την ποιότητά τους με αποτέλεσμα τεράστιες οικονομικές απώλειες (Kohli κ.ά., 2006). Μεγάλος αριθμός ζιζανίων που βρίσκονται κυρίως σε αγροοικοσυστήματα είναι επίσης γνωστό ότι αναπτύσσουν αλληλοπαθητική δραστηριότητα η οποία τα καθιστά ανταγωνιστικά ισχυρότερα και, συνεπώς, επηρεάζουν δυσμενώς τις καλλιέργειες (Putnam και Weston, 1986, Kohli κ.α.. 1998a, Weston και Duke, 2003, Zimdahl, 1993).

Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας έχει καταγραφεί σε πολλά είδη ζιζανίων, τα οποία επιδρούν σε ένα ή περισσότερα είδη καλλιεργούμενων φυτών (Putnam, 1985, 1994). Ειδικότερα, ζιζάνια όπως η αγριοβρώμη, η αγριάδα, ο βέλιουρας, η κύπερη, το κίρσιο και η περιπλοκάδα έχει βρεθεί ότι παράγουν τοξικές ουσίες και εκδηλώνουν αλληλοπάθεια. Γενικά, η δράση των αλληλοπαθητικών ουσιών είναι διαφορετική στα διάφορα είδη φυτών.

Αλληλοπαθητικές καλλιέργειες

Διάφορες καλλιέργειες έχουν επίσης παρατηρηθεί ότι παρουσιάζουν αλληλοπαθητική δραστηριότητα ή ότι είναι αυτοτοξικές (Batish κ.ά., 2001). Η αυτοτοξικότητα των καλλιεργειών περιλαμβάνει την απελευθέρωση φυτοτοξινών στο έδαφος που μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τις επόμενες καλλιέργειες, προκαλώντας μικροβιακή ανισορροπία, αλλαγή στην

οργανική ύλη του εδάφους, αύξηση της διαρροής ιόντων και διαταραχή πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών (Yu & Matsui, 1997). Μερικές από τις ιδιαίτερα σημαντικές καλλιέργειες που παρουσιάζουν αυτοτοξικότητα είναι το ρύζι, το σιτάρι, το καλαμπόκι, το ζαχαροκάλαμο, η μηδική και κηπευτικά όπως το αγγούρι, το καρότο, ο μάραθος, το καρπούζι, η μελιτζάνα, η ντομάτα και το μπιζέλι (Singh κ.ά., 1999b, Yu, 1999α, Batish κ.ά., 2001). Εκτός αυτού, τα υπολείμματα των προηγούμενων καλλιεργειών επίσης επηρεάζουν την απόδοση των άλλων καλλιεργειών, μέσω της απελευθέρωσης αλληλοχημικών (Singh κ.ά., 2001, Batish κ.ά., 2001).

Από τα καλλιεργούμενα φυτά, τα σιτηρά (σίκαλη, triticale, κριθάρι, βρώμη, ρύζι, αραβόσιτος), τα ψυχανθή (βίκος, μηδική, τριφύλλι), τα ζαχαρότευτλα, η σόγια, η ελαιοκράμβη, ο σόργος και ο ηλίανθος καθώς και ο ευκάλυπτος, είναι κοινά παραδείγματα φυτών με αλληλοπαθητικές ιδιότητες. Ένα από τα καλύτερα τεκμηριωμένα φυτά, που φαίνεται να επηρεάζει άλλα φυτά μέσω των μεταβολιτών του, είναι η καρυδιά. Τα φυτά απελευθερώνουν επίσης, χημικές ουσίες που επιδρούν επίσης σε έντομα και παθογόνα (Willis, 2007, Mallik, 2008, Βασιλάκογλου, 2008).

Μικρόβια και αλληλοπάθεια

Τα μικρόβια παίζουν σημαντικό ρόλο στην αλληλοπαθητική δραστηριότητα των ανώτερων φυτών, δεδομένου ότι είναι γνωστά για την τροποποίηση ή / και τη μεταβολή της ποσότητας των αλληλοχημικών, ιδίως των φαινολών. Ωστόσο, ο ρόλος τους εξαρτάται από τις διαθέσιμες πηγές άνθρακα και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Blum, κ.α.. 1999). Τα μικρόβια μπορούν να επηρεάσουν τα αλληλοχημικά με την προσθήκη ή την εξάλειψη των πλευρικών ομάδων, τον πολυμερισμό, την παραγωγή άλλων οργανικών μορίων ή / και την ενσωμάτωση άνθρακα που προέρχονται από άλλες φαινολικές ενώσεις στη μικροβιακή βιομάζα (Martin & Haider, 1976, Blum κ.ά., 1999). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της δραστηριότητας των αλληλοχημικών. Επιπλέον, η προνομιακή χρησιμοποίηση των πηγών άνθρακα του εδάφους μπορεί επίσης να επηρεάσει το σύστημα φυτό-μικρόβιο-εδάφος καθώς και το αλληλοπαθητικό φαινόμενο (Pue κ.ά., 1995). Τα αλληλοχημικά από μικροοργανισμούς γενικά

αναστέλλουν την ανάπτυξη πολλών ετήσιων και πολυετών ειδών (Cutler, 1988, Hoagland, 1990).

Αποσύνθεση υπολειμμάτων (αποδόμηση)

Είναι γνωστό ότι ορισμένη ποσότητα φυτικών υπολειμμάτων παραμένει στο έδαφος, ιδιαίτερα σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις μετά τη συγκομιδή των καλλιεργειών. Κατά τη διάρκεια της μικροβιακής αποσύνθεσης και της ενζυματικής αποδόμησης αυτού του φυτικού υλικού, μεγάλη ποικιλία χημικών ουσιών απελευθερώνεται στο έδαφος, πολλές από τις οποίες παρουσιάζουν βιολογικές δραστηριότητες, όπως αναστολή της βλάστησης των σπόρων, της ανάπτυξης των φυτών και μείωση της απόδοσης πολλών καλλιεργειών (Börner, 1960, Chou & Patrick, 1976, Chou & Lin, 1976, McCalla, 1971, Patrieck, 1971). Ειδικότερα οι μικροοργανισμοί του εδάφους, *Fusarium*, *Pseudomonas* και *Thielaviopsis* συμμετέχουν πλήρως κατά τη διάρκεια της αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος (Chou, 2006) και πιθανών μικροοργανισμοί αλλάζουν τις μη τοξικές ενώσεις σε τοξικές συνθέτοντας αναστολείς. Επιπλέον, υδατοδιαλυτοί αναστολείς εκλύονται εύκολα από τα φυτικά υπολείμματα, καθώς οι διάφορες μεμβράνες των φυτών χάνουν τη διαφορική διαπερατότητά τους (Rice, 1984).

Οι υπεύθυνες αλληλοπαθητικές ενώσεις αυτής της διαδικασίας είναι τα μικρού μήκους λιπαρά οξέα, φαινολικά οξέα ή αλκαλοειδή. Η απελευθέρωση των οργανικών ενώσεων κατά τη διάρκεια της αποσύνθεσης των υπολειμμάτων διαφοροποιούνται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (Chou, 1999). Σε περιοχή κακής αποστράγγισης, η συσσώρευση των προαναφερόμενων ενώσεων μπορεί να φτάσει σε τέτοιο βαθμό, ώστε να επιδράσει αρνητικά στην ανάπτυξη των καλλιεργειών προκαλώντας μείωση της απόδοσης τους (Chou & Lin, 1976).

Φυτά κάλυψης και ενσωμάτωση φυτικής μάζας

Οι αλληλοπαθητικές δυνατότητες των φυτών κάλυψης (cover & smother crops) μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαχείριση των ζιζανίων στα γεωργικά οικοσυστήματα (Inderjit & Keating, 1999, Narwal, 2006, Kohli, 2006). Η δυνατότητα των φυτών κάλυψης να απελευθερώνουν τοξικές ουσίες και να δημιουργούν ένα δυσμενές περιβάλλον για τη

βλάστηση και την ανάπτυξη των ζιζανίων θα μπορούσε να εξηγήσει την αρνητική επίδραση της μεθόδου αυτής στους πληθυσμούς των ζιζανίων (Khanh κ.ά., 2005). Η αλληλοπάθεια διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο καθώς συνδέεται με τα ευεργετικά αποτελέσματα της αμειψισποράς, ιδίως όταν αφορά σιτηρά, όσπρια και σταυρανθή (Anderson & Cruse, 1995, Rice, 1995).

Η ενσωμάτωση φυτικής μάζας ορισμένων φυτών στο έδαφος μειώνει τη φυτρωτική ικανότητα των ζιζανίων και περιορίζει την ανάπτυξη τους μέσω των αλληλοπαθητικών αποτελεσμάτων τους. Η παρουσία των φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους λειτουργεί ως κάλυμμα προστασίας και μέσω της φυσικής τους αποδόμησης, καταστέλλουν τα ζιζάνια και μειώνουν έτσι την εξάρτηση από ζιζανιοκτόνα. Γενικά, η επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων στα ζιζάνια μειώνεται μετά από 4-6 εβδομάδες λόγω της απώλειας της μάζας των υπολειμμάτων και της διακοπής κατανομής των αλληλοχημικών (Kimber, 1973, Smeda & Weller, 1996).

Η προσέγγιση αυτή εκμεταλλεύεται πρωτίστως τις χημικές ουσίες που αναστέλλουν ή μειώνουν τη βλάστηση και την ανάπτυξη των ζιζανίων αλλά και δευτερευόντως τη βιομάζα που καταστέλλει τη φυσική ανάπτυξη των ζιζανίων (Mattice κ.α.. 1998, Moyer κ.α.. 2000). Αυτή η μέθοδος δεν έχει ως στόχο την πλήρη εξάλειψη των ζιζανίων, αλλά επιτρέπει τη συνύπαρξη ανταγωνιστικών φυτών. Η βιομάζα που προστίθεται στο έδαφος, ενσωματώνει την οργανική ύλη στη ριζόσφαιρα και επηρεάζει τη μικροβιακή οικολογία του εδάφους και τις θρεπτικές συνθήκες (Mallik, 2008).

Η ενσωμάτωση φυτικής μάζας έχει αυξήσει σε πολλές περιπτώσεις την απόδοση φυτών μεγάλης καλλιέργειας, καθώς παράλληλα συμβάλλει στη βελτίωση της ικανότητας του εδάφους για συγκράτηση της υγρασίας, την αύξηση της οργανικής ουσίας και τον περιορισμό της διάβρωσης (Khanh κ.ά., 2005, Nyakatawa κ.ά., 2001). Τα φυτά που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό είναι κυρίως χειμερινά σιτηρά (σίκαλη, κριθάρι, βρώμη, triticale) και ψυχανθή (τριφύλλι, βίκος) (Khanh κ.ά., 2005). Η σπορά αυτών γίνεται το φθινόπωρο ή νωρίς την άνοιξη, ενώ την άνοιξη ή στις αρχές του καλοκαιριού καταστρέφονται, είτε με χημικά μέσα και

παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους ως υλικό κάλυψης, είτε ενσωματώνονται στο έδαφος με μηχανικά μέσα (φρέζα) (Βασιλάκογλου, 2008).

Υπολείμματα διαφόρων καλλιεργειών, όπως, το ρύζι, το σόργο (Forney & Foy, 1985, Weston κ.ά., 1989, Alsaadawi κ.ά., 1986a), η σίκαλη (Barnes&Putnam, 1983, 1987, Yenish κ.ά., 1995) , το σιτάρι (Shilling κ.ά., 1985), το φαγόπυρο (*Fagopyrum esculentum*) (Eskelsen & Crabtree, 1995, Rice, 1995), το μαύρο σινάπι (*Brassica nigra*) (Bell & Muller, 1973, Rice, 1984, Jimenez-Osomio & Gliessman, 1987), και ο ηλίανθος, έχουν χρησιμοποιηθεί για την ευρεία καταστολή ζιζανίων (Liebl & Worsham, 1983, Shilling κ.α.. 1986, Shilling κ.α.. 1985). Έχει επίσης προταθεί η αλληλοπαθητική καταστολή ζιζανίων με γλυκοπατάτες (*Ipomoea batatas*) (Hanison & Peterson, 1986, Forneyκ.ά., 1985, Leather, 1983, Einhellig & Leather. 1988). Ο Anaya (1999) αναφέρει ότι η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων ηλίανθου μείωσε κατά 66% τον πληθυσμό των δικοτυλήδων ζιζανίων, ενώ οι Barnes κ.ά. (1986) αναφέρουν ότι η ενσωμάτωση νωπής φυτομάζας σίκαλης μείωσε κατά 90% το συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων. Επίσης, υπολείμματα καλλιεργειών, κριθαριού και βρώμης, έχουν επιδείξει αλληλοπαθητική δυνατότητα καταστολής των ζιζανίων (Barnes & Potnam, 1983, Einhellig &Leather, 1988, Rice, 1995, Weston, 1996, Miller, 1996, Teasdale, 1998). Τα αλληλοπαθητικά αποτελέσματα μιας καλλιέργειας κάλυψης ενδέχεται να διαφέρουν με τα διαφορετικά μέρη του φυτού (Inderjit&Keating, 1999).

Η χρησιμοποίηση φυτικών υλικών υπό μορφή σβόλων (pellets) για την αντιμετώπιση των ζιζανίων έχει εφαρμοστεί επιτυχώς στην καλλιέργεια του ρυζιού (υπό κατάκλιση). Ειδικότερα, σβόλοι αλληλοπαθητικών ποικιλιών μηδικής ή φαγόπυρου, που εφαρμόστηκαν 2 ημέρες μετά τη μεταφύτευση του ρυζιού, προκάλεσαν μείωση έως και 80% της φυτομάζας των ζιζανίων μουχρίτσα, μοσχοκύπερη (*Cyperus difformis*), σκιρπό (*Scirpus juncoides*), *Monochoria raginalis* και *Dopatrium junceum* (Khanhκ.ά., 2005).

Η παραγωγή και απελευθέρωση των τοξικών (αλληλοπαθητικών) ουσιών από τα φυτά που χρησιμοποιούνται ως ενσωματωμένη φυτική μάζα επηρεάζεται σημαντικά από: 1. το είδος του καλλιεργούμενου φυτού που θα επιλεγεί, 2. την ποικιλία του κάθε είδους, 3. τις

περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών αυτών και 4. το χρόνο ενσωμάτωσης τους στο έδαφος (Inderjit & Keating, 1999, Kobayashi, 2004). Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής μπορεί, σε ορισμένες περιπτώσεις, να προκαλέσει μείωση της φυτρωτικής ικανότητας ορισμένων ευαίσθητων καλλιεργούμενων φυτών (ύπαρξη αλληλοπαθητικών ουσιών), καθώς επίσης και την εξάντληση της εδαφικής υγρασίας σε περιόδους ξηρού χειμώνα και άνοιξης. Ακόμη, η παρουσία των υπολειμμάτων, σε ορισμένες περιπτώσεις, ευνοεί την ανάπτυξη εντόμων εδάφους και παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ η ύπαρξη φυτικών υπολειμμάτων παρεμποδίζει τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται αργότερα (για την αντιμετώπιση των ζιζανίων που δεν επηρεάζονται από τις αλληλοπαθητικές ουσίες) να φθάσουν στην επιφάνεια του εδάφους και να ενεργοποιηθούν σε αυτό (Βασιλάκογλου, 2008).

Αλληλοχημικά ως πηγή ζιζανιοκτόνων

Τα ζιζανιοκτόνα συνεχίζουν να αποτελούν βασικό στοιχείο των περισσότερων ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης ζιζανίων. Ωστόσο, η εκτεταμένη χρήση των συνθετικών ζιζανιοκτόνων δημιουργεί σοβαρές απειλές για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Δεδομένου ότι ο αριθμός των ανθεκτικών στα ζιζανιοκτόνα ζιζανίων αυξάνεται και τα συμβατικά συνθετικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα γίνονται όλο και λιγότερο αποτελεσματικά ενάντια στους ανθεκτικούς πληθυσμούς, υπάρχει η ανάγκη να ανακαλυφθούν νέα ζιζανιοκτόνα (Hear, 1997, Itoh κ.ά., 1999, Bhowmik 2000, Fischer κ.ά., 2000a,b, Duke κ.ά., 2002). Πολλά ζιζάνια έχουν γίνει ανθεκτικά σε σημαντικές κατηγορίες ζιζανιοκτόνων όπως οι τριαζίνες (s-triazines) (Gressel, 1985) και οι δινιτροαλίνες (dinitroanilines) (Mudge κ.ά., 1984). Η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σχετικά με τα προβλήματα που συνδέονται με την υπερβολική χρήση των χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων στη γεωργία έχει υπάρξει σοβαρό κίνητρο για την ανακάλυψη βιολογικά ενεργών φυσικών προϊόντων, που προέρχονται από ανώτερα φυτά και που είναι το ίδιο καλά ή καλύτερα από τα συνθετικά αγροχημικά προϊόντα και πιθανώς πολύ ασφαλέστερα (Lovett, 1989, Inderjit & Keating, 1999).

Οι Duke κ.α.. (2000) ανέφεραν ότι οι φυσικές ενώσεις έχουν αρκετά πλεονεκτήματα έναντι των συνθετικών ενώσεων. Σε αντίθεση με ένα μεγάλο μέρος των συνθετικών φυτοφαρμάκων,

τα φυσικά προϊόντα είναι ως επί το πλείστον υδατοδιαλυτά, βιοδιασπώμενα, παρουσιάζουν επιλεκτικότητα και έχουν μικρή υπολειμματική δράση. Ως εκ τούτου θεωρούνται ασφαλή από τοξικολογική σκοπιά. Η τροποποίηση των ανωτέρω φυσικών προϊόντων θα μπορούσε να δώσει πιο ενεργά και επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα και η χρήση φυσικών προϊόντων ως ζιζανιοκτόνα ή ως κατευθυντήριες δομές ανακάλυψης ζιζανιοκτόνων θα μπορούσε να αποδειχθεί ως περιβαλλοντικά ήπια μέθοδος ελέγχου (Inderjit & Keating, 1999, Duke κ.ά., 2000, Bhowmik & Inderjit 2003, Weir & Vivanco, 2008).

Τα βιολογικά ενεργά φυσικά προϊόντα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των ζιζανίων στα αγροοικοσυστήματα (Inderjit & Keating, 1999, Weir & Vivanco, 2008). Υπάρχουν περίπου 250 σημαντικά είδη ζιζανίων στη γεωργία και πολλά από αυτά έχουν αλληλοπαθητικές ιδιότητες, οι οποίες μειώνουν την ανάπτυξη και την απόδοση των καλλιεργειών (Patterson, 1986). Η ικανότητα ορισμένων φυσικών φυτικών συστατικών να αναστέλλουν αποτελεσματικά την ανάπτυξη άλλων φυτών οδήγησε στην προσπάθεια σχεδιασμού εναλλακτικών στρατηγικών διαχείρισης των ζιζανίων (Narwal, 2006, Bhowmik & Inderjit, 2003). Ο αριθμός των αλληλοχημικών που βρίσκονται στα φυτά και τα μικρόβια φέρουν τη δυνατότητα χρήσης ως ζιζανιοκτόνα άμεσα, ή έμμεσα καθώς μπορεί να χρησιμεύσουν με ως «οδηγοί» ενώσεων για τη σύνθεση νέων κατηγοριών ζιζανιοκτόνων (Duke κ.α.. 2002, Singh κ.α.. 2003b) .

Ορισμένα αλληλοχημικά έχουν ήδη διερευνηθεί ως δυνατές εναλλακτικές στρατηγικές διαχείρισης των ζιζανίων (Macías, 1995). Εκτός αυτού, οι πρόσφατες εξελίξεις στη βιοχημεία των φυτών έχει αυξήσει το επιστημονικό ενδιαφέρον για τον πιθανό ρόλο των φυτικών δευτεροβάθμιων μεταβολιτών και μικροβιακών τοξινών ως ζιζανιοκτόνα (Narwal, 2006). Οι περισσότερο υποσχόμενες ενώσεις είναι πτητικά μονοτερπένια (monoterpenes), σεσκιτερπενικές λακτόνες (sesquiterpene lactones), benzoxazinones και sorgoleone (Kohli, 2006). Ωστόσο, πριν από τη χρήση αλληλοχημικών ως ζιζανιοκτόνα, πρέπει να εξεταστούν τα ακόλουθα ερωτήματα (Bhowmik & Inderjit 2003):

1. Ποια είναι η ελάχιστη συγκέντρωση στην οποία κάθε ένωση παρουσιάζει φυτοτοξική δραστηριότητα.
2. Αν η ένωση διαχωρίζεται με ακρίβεια και μπορεί να προσδιοριστεί.
3. Ποιος είναι ο χρόνος παραμονής της ένωσης στο περιβάλλον του εδάφους.
4. Αν η ένωση επηρεάζει τη μικροβιακή οικολογία και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους.
5. Ποιος είναι ο τρόπος δράσης της ένωσης.
6. Αν έχει η ένωση τυχόν δυσμενείς επιπτώσεις στην επιθυμητή καλλιέργεια.
7. Αν η ένωση είναι ασφαλής από άποψη υγείας.
8. Κατά πόσο η παραγωγή της ένωσης σε εμπορική κλίμακα είναι οικονομική.

Αν και τα περισσότερα από τα απλά φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή είναι γνωστό ότι διαθέτουν φυτοτοξικότητα, φαίνεται να παρουσιάζονται ως αδύναμες φυτοτοξίνες όταν εφαρμόζονται στο έδαφος, και έχουν μικρή επιλεκτικότητα. Πολλές από τις φαινολικές ενώσεις [(π.χ. σαλικυλικό οξύ (salicylic acid) και το π-υδροξυβενζοϊκό οξύ (p-hydroxybenzoic acid)], σε πολύ υψηλά ποσοστά, είναι αποτελεσματικά κατά των ζιζανίων και είναι σχετικά μη-επιλεκτικά (Duke & Lydon 1987). Συνθετικές δομικές τροποποιήσεις των εν λόγω ενώσεων, ωστόσο, μπορεί να αυξήσουν τη δραστηριότητά τους και την επιλεκτικότητά τους έναντι ειδών ζιζανίων (Bhowmik & Inderjit, 2003).

Μια από τις πρώτες φυτοτοξικές ενώσεις που προσδιορίστηκε σε ανώτερα φυτά ήταν η 1,8-κινεόλη (1,8-Cineole). Η cinmethylin εξελίχθηκε ως ζιζανιοκτόνο και χρησιμοποιήθηκε εμπορικά για την καταπολέμηση των ζιζανίων για ένα μικρό χρονικό διάστημα. Ρυθμίζει την ανάπτυξη πολλών ετήσιων αγρωστωδών και καταστέλλει ορισμένα είδη πλατύφυλλων. Η δομή της είναι παρόμοια με τη δομή του 1,8-Cineole, μιας αλληλοπαθητικής χημικής ουσίας που παράγεται από είδη φασκόμηλου. Η Cinmethylin παράγεται συνθετικά αλλά θα μπορούσε να παραχθεί από τη γνωστή αλληλοπαθητική χημική ουσία (Zimdahl, 1993, Bhowmik & Inderjit, 2003).

Αλληλοπαθητικές ενώσεις που έχουν αναφερθεί ότι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των ζιζανίων είναι: ισοθειοκυανικό αλλύλιο [allylisothiocyanate (μαύρο σινάπι)], λιπαρά οξέα (φαγόπυρο), ισοφλαβονοειδή (isoflavonoids) και φαινόλες [τριφύλλι (*Trifolium spp.*), *Melilotus spp.*], φαινολικά οξέα (phenolic acids) και σκοπολετίνη [scopoletin (βρώμη)] υδροξαμικά οξέα [hydroxamicacids (σιτηρά)], φαινολικά οξέα, dhurrin, sorgoleone (σόργο) (Weston, 1996).

Στην πραγματικότητα, πολλές ενώσεις που προέρχονται από ανώτερα φυτά, για παράδειγμα η κινεόλη (Shell), οι benzoxazinones (BASF), το κινολινικό οξύ [(quinolinic acid), (BASF)] και οι λεπτοσπερμόνες [(leptospermones), (Zeneca)], έχουν χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, με ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Kohli κ.ά., 1998). Μερικά από τα φυσικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται ως εμπορικά ζιζανιοκτόνα είναι τα triketone, cinmethylin, bialaphos, glufosinate και dicamba (Bhowmik & Inderjit, 2003).

- Φυτοτοξίνες από μικρόβια με ικανότητα καταστολής ζιζανίων

Τα παθογόνα καθώς και τα μη παθογόνα μικρόβια αποτελούν πηγή πιθανών ζιζανιοκτόνων και ένας μεγάλος αριθμός των μικροβιακών απομονώσεων ελέγχεται για το σκοπό αυτό (Hoagland, 2001, Mallik, 2001, Singh κ.α.. 2003b). Οι φυτοτοξίνες μικροβιακής προέλευσης ανήκουν σε είδη ξενιστών και μη (Lynch, 1976, Omura, 1986, Hoagland, 2001, Duke κ.α.. 2002, Mallik, 2001).

1.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ, ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΥΠΟ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ

ΗΛΙΑΝΘΟΣ

1.2.1. ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Ο ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.) είναι ένα από τα τέσσερα σπουδαιότερα ελαιούχα φυτά για παραγωγή βρώσιμου λαδιού στον κόσμο. Η θρεπτική αξία του λαδιού κατατάσσεται μεταξύ των καλύτερων φυτικών λαδιών ο καλλιεργούμενος κατάγεται από την Κ. Αμερική και

οι σπόροι του αρχικά χρησιμοποιούνταν για τροφή των ανθρώπων και το φυτό ως διακοσμητικό. Αρχαιολογικά ευρήματα και γραπτές πληροφορίες δείχνουν ότι το καλλιεργούσαν από το 3.000 π.χ. (putt 1997). Άρχισε να καλλιεργείται συστηματικά στη Β. Αμερική με την άφιξη των Ευρωπαίων. Οι σπόροι καταναλώνονταν από τους Ινδιάνους ψημένοι ή αλεσμένοι σε αλεύρι και από τα άνθη παραλάμβαναν μια πορφυρή χρωστική, για τη χρώση υφασμάτων και τη διακόσμηση του σώματος, το δε λάδι χρησιμοποιούνταν για καλλωπισμό. Στην Ευρώπη η καλλιέργεια του ηλίανθου εισάχθηκε αρχικά στην Ισπανία κατά τον 16^ο αιώνα και στη συνέχεια και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες και για πολλά χρόνια παρέμεινε ως καλλωπιστικό φυτό. Ενδιαφέρον εκδηλώθηκε επίσης από γιατρούς και βοτανολόγους για φαρμακευτικούς σκοπούς. Εξαγωγή λαδιού από τον ηλίανθο έγινε αρχικά στην Αγγλία το 1716, κυρίως για βιομηχανική χρήση.

Χρήση του λαδιού του ηλίανθου ως βρώσιμου ξεκίνησε στη Ρωσία στα τέλη του 18^{ου} αιώνα και σχετίστηκε με τη θρησκευτική τους παράδοση. Αποτέλεσε δε στη χώρα αυτή μια από τις κύριες καλλιέργειες από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Μετά τη Ρωσία η καλλιέργεια διαδόθηκε στις χώρες της Α. Ευρώπης.

Στην εξάπλωση της καλλιέργειας συνετέλεσε η δημιουργία στη Ρωσία ποικιλιών με υψηλή απόδοση και περιεκτικότητα σε λάδι. Στις χ-ώρες της Β. Ευρώπης πολύ σύντομα η καλλιέργεια αντικαταστάθηκε από την ελαιοκράμβη. Ο ηλίανθος καλλιεργείται ως ξηρική και ως αρδευόμενη καλλιέργεια. Παρόλο ότι είναι ανοιξιάτικη καλλιέργεια μπορεί να καλλιεργηθεί και χωρίς άρδευση λόγω του πλούσιου ριζικού συστήματος και της σχετικής αντοχής του φυτού στις χαμηλές θερμοκρασίες, που επιτρέπει την πρόωμη σπορά και εγκατάσταση της καλλιέργειας.

1.2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Ο ηλίανθος ανήκει στο γένος *Helianthus* της οικογένειας Asteraceae ή Composite, το οποίο περιλαμβάνει 50 είδη, όλα ιθαγενή της Αμερικής. Από αυτά ρίπου 20 έχουν καλλιεργηθεί και τα περισσότερα ως καλλωπιστικά. Το όνομα *Helianthus* προήλθε από το Ελληνικό όνομα *Helios*

(ήλιος) και το *anthems*(άνθος) (Weiss 2000). Δύο είδη κύριος καλλιεργούνται σήμερα, το *Helianthus annulus* L. και το *Helianthus tuberoses* L., ηλίανθος ο κονδυλώδης.

Ανάλογα με τη χρήση τους οι ποικιλίες του ηλίανθου διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: για ξηρό καρπό (πασατέμπο, πτηνοτροφή), για εξαγωγή λαδιού και ως διακοσμητικό φυτό. Διάφορα χαρακτηριστικά του σπόρου και του φυτού είναι επιθυμητά σε κάθε κατηγορία ποικιλιών.

Στις ποικιλίες για ξηρό καρπό χαρακτηριστικό ποιότητας είναι οι μεγάλοι σπόροι, με ομοιόμορφο μέγεθος, σχήμα και χρώμα, υψηλή αναλογία ψύχος προς περιβλήματα κ.α. τα φυτά είναι υψηλόσωμα με μεγάλη ταξιανθία. Έμφαση στην απόδοση, στην περιεκτικότητα σε λάδι και τη στάση του λαδιού δίνεται στις πλειοδοτικές ποικιλίες, τα φυτά των οποίων είναι χαμηλόσωμα.

Σε ορισμένες ποικιλίες έχουν βελτιωθεί και τα χαρακτηριστικά του σπόρου, ώστε μετά ωρίμανση να χρησιμοποιούνται ως ξηρός καρπός. Τα φυτά των διακοσμητικών είναι, είτε σχετικά υψηλόσωμα και καλλιεργούνται στους μεγάλους κήπους είτε νάνα (ύψος 30-60 cm) κατάλληλα για μικρούς κήπους και γλάστρες.

Ποικιλίες που στερούνται γύρης χρησιμοποιούνται ως δρέπε άνθη. Επίσης δημιουργήθηκαν και γιγάντιοι τύποι για διακοσμητικούς λόγους χωρίς διακλαδώσεις. Το ύψος των φυτών αυτών μπορεί να φτάσει πάνω από 5 m και η διάμετρος της κεφαλής τα 60 cm (Renee's Garden 2011).

Ο ηλίανθος είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό λόγω της πρωτανείας και του ασυμβίβαστου που παρατηρείται σε ορισμένες ποικιλίες. Παρουσιάζει φτέρωση και με τη χρήση της γενετικής και πρωτοπλασματικής αρρενοστειρότητας καταστά δυνατή η δημιουργία υβριδίων σε μεγάλη κλίμακα, τα οποία κυριαρχούν σήμερα στην καλλιέργεια στις περισσότερες χώρες. Η εξάπλωση των υβριδίων οφείλεται όχι μόνο στη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και λάδι και στην αντοχή στις ασθένειες αλλά κίστο μικρότερο ύψος των φυτών που βοήθησε την πιο αποτελεσματική εκμηχάνιση της καλλιέργειας. Σε ξηρικές συνθήκες ή σε

συνθήκες περιορισμένης άρδευσης αναφέρεται ότι τα υβρίδια δεν υπερέχουν των ποικιλιών ως προς την απόδοση (Pourdad και beg 2008).

Η περιεκτικότητα σε λάδι του αναποφλοιώτη σπόρου κυμαίνεται από 24-25%. Στα υβρίδια που καλλιεργούνται σήμερα φτάνει και μέχρι 50%. Στις συνήθεις ποικιλίες και υβρίδια ηλίανθου το 90% των λιπαρών οξέων είναι πολυακόρεστα (λαϊκό και λινελαϊκό οξύ). Έχουν όμως δημιουργηθεί υβρίδια με διαφορετική σύνθεση λιπαρών οξέων, όπως θα αναφερθεί στο κεφάλαιο των προϊόντων και της ποιότητας αυτών.

1.2.3. ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Στάδια του βιολογικού κύκλου

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του ηλίανθου είναι χαρακτηριστικό του γενοτύπου ελέγχεται όμως σε σημαντικό βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό ισχύει κυρίως για τη χρονική διάρκεια από τη σπορά μέχρι την άνθηση, η οποία επηρεάζεται από την εποχή σποράς και τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες του συγκεκριμένου έτους. Έχουν προταθεί διάφορα συστήματα για τον προσδιορισμό των σταδίων ανάπτυξης, όλα όμως αναγνωρίζουν πέντε φωνολογικά στάδια ανάπτυξης (Blamey κ.ά. 1997): 1) σπορά- φύτευμα, 2) φύτευμα-διαμόρφωση ανθέων, 3) διαμόρφωση ανθέων- έναρξη άνθησης, 4) έναρξη άνθησης-τέλος άνθησης, 5) τέλος άνθησης-φυσιολογική ωρίμανση.

Το σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται ευρύτερα στη γεωργική πράξη και για όλους τους τύπους ηλίανθου, ελαιοκομικούς και παρόλα ότι δεν περιγράφει πολλές λεπτομέρειες, είναι εκείνο των Schneider και Miller (1981). Κατ' αυτό το σύστημα, ο βιολογικός κύκλος διαιρείται σε βλαστικά (v) και αναπαραγωγικά στάδια (R). Τα βλαστικά περιλαμβάνουν το φύτευμα και μια σειρά σταδίων τα οποία καθαρίζονται από τον αριθμό των εμφανιζόμενων φύλλων. Υπάρχουν 9 αναπαραγωγικά στάδια από την αρχική εμφάνιση του ανθοφόρου οφθαλμού μέχρι τη φυσιολογική ωρίμανση. Η άνθηση προσδιορίζεται στο στάδιο R5 και υποδιαιρείται σε υποστάδια ανάλογα με το ποσοστό των ανθέων της κεφαλής που βρίσκονται στο στάδιο της άνθησης ή έχουν ολοκληρώσει την άνθηση. Παρουσιάζονται διάφορα βλαστικά και αναπαραγωγικά στάδια καλλιέργειας ηλίανθου για εξαγωγή λαδιού. Η διάρκεια του

βιολογικού κύκλου κυμαίνεται ευρέως από 80 έως 170 ημ. Ανάλογα με το χρόνο σποράς και τις συνθήκες καλλιέργειας. Μέση διάρκεια βιολογικού κύκλου είναι οι 120 ημ.

Σπορά-φύτρωμα. Ο ηλίανθος παρουσιάζει επίγειο φύτρωμα. Η θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που επηρεάζει το φύτρωμα σε εδάφη με επαρκή υγρασία και αερισμό. Ικανοποιητικό φύτρωμα στη χώρα μας παρατηρείται στους 6-10°C. Έχουν δημιουργηθεί και ποικιλίες που φυτρώνουν σε θερμοκρασίες 5°C, αλλά σε αυτές, η περίοδος από τη σπορά μέχρι το φύτρωμα επιμηκύνεται. Η περιεκτικότητα των σπόρων σε λάδι και η σύσταση του λαδιού μπορεί να επηρεάσουν την ταχύτητα φυτρώματος και την ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες. Για παράδειγμα αναφέρεται ότι σπόροι με υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι υφίστανται μεγαλύτερες ζημιές σε χαμηλές θερμοκρασίες από τους σπόρους με χαμηλή περιεκτικότητα, ιδίως σε περίπτωση καθυστέρησης του φυτρώματος. Υψηλή περιεκτικότητα σε λιπώδη οξέα βοηθά στην ταχύτερη εγκατάσταση των φυτών στον αγρό (Connorkais Hall 1997, Weiss 2000).

Φύτρωμα-διαμόρφωση ανθέων. Διακρίνονται δύο φάσεις. Στην πρώτη γίνεται η διαφοροποίηση της ταξιανθίας (κεφαλής) μέχρι την εμφάνιση των πρώτων ανθικών καταβολών στο κέντρο της. Στη δεύτερη φάση ολοκληρώνεται η ανάπτυξη των ανθέων όταν τα ώριμα ανθήσουν. Η συνολική διάρκεια από το φύτρωμα μέχρι τη διαμόρφωση των ανθέων επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, τη φωτοπερίοδο και την ποικιλία, παρόλο ότι σε ορισμένες ποικιλίες η επίδραση της φωτοπεριόδου είναι περιορισμένη, λόγω διαφοράς των ποικιλιών στην ευαισθησία στη υποπερίοδο.

Παράγονται περίπου 20-40 φύλλα ανά φυτό, με το ρυθμό έκπτυξης των φύλλων και τον αριθμό τους να είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας. Οι ποικιλίες με μεγάλο αριθμό φύλλων επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και την καλλιεργητική τεχνική. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην αρδευόμενη καλλιέργεια παράγεται διπλάσιο έως τριπλάσιο φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τη μη αρδευόμενη παραγωγή φύλλων και η επιμήκυνση του στελέχους συνεχίζονται μέχρι την έναρξη της άνθησης, οπότε η ενεργός δραστηριότητα των κατώτερων φύλλων μειώνεται. Τελικά, τα δέκα κατώτερα φύλλα συνεισφέρουν περίπου μόνο το 10% στην απόδοση.

Έναρξη άνθησης-τέλος άνθησης. Η άνθηση στον ηλίανθο αρχίζει από την περιφέρεια της κεφαλής και προχωρά σταδιακά προς το κέντρο με ρυθμό περίπου 4 σειρές ανθέων ανά ημέρα. Η άνθηση σε μια κεφαλή διαρκεί 5-10 ημ. , επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, ενώ η πυκνότητα των φυτών και η ποικιλία έχουν μικρή επίδραση, εκτός εάν η ανθοκεφαλή είναι πολύ μικρή. Η διάρκεια της άνθησης επιμηκύνεται στις μεγάλες ταξιανθίες όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές και επικρατεί συννεφιά. Οι υψηλές θερμοκρασίες διαταράσσουν την άνθηση και την επικονίαση (Connor και Hall 1997).

Η άνθηση των φυτών σε καλλιέργεια υβριδίου ηλίανθου είναι αρκετά συγχρονισμένη με το 80-90% των κεφαλών να ανοίγουν σε 3-4 ημ. μετά την πρώτη. Τα άνθη είναι πρώτανδρα και κανονικά σταυρογονιμοποιούμενα με τη βοήθεια εντόμων και πολύ σπάνια με τον αέρα. Μερικές φορές οι μέλισσες είναι οι κύριοι επικονιαστές και συχνά ο λόγος μη σχηματισμού σπόρων είναι η ελλιπής επικονίαση. Τα κεντρικά άνθη παράγουν λιγότερη γύρη σε σχέση με τα περιφερειακά και οι μέλισσες τα επισκέπτονται λιγότερο. Έτσι παρουσιάζεται μικρότερη επικονίαση και δημιουργούνται λιγότεροι σπόροι στο κέντρο. Μεταξύ των ποικιλιών παρατηρούνται διαφορές και ως προς την ποσότητα παραγωγής νέκταρ, η οποία επηρεάζει την ελκυστικότητα των εντόμων. Επίσης είναι γνωστό ότι και ένα σύστημα αυτό-ασυμβιβάστου συνεισφέρει στο υψηλό ποσοστό αυτογονιμοποίησης στους γενοτύπους ελεύθερης επικονίασης και στα άηρια είδη. Οι Fernandez-Martinez και Knowles (1978) αναφέρουν ότι το αυτό-ασυμβιβαστο καθορίζεται απορροφητικά, δηλαδή η συμπεριφορά της γύρης καθορίζεται από το γενότυπο του μητρικού φυτού. Στα περισσότερα βελτιωτικά προγράμματα γίνεται προσπάθεια αφαίρεσης του χαρακτηριστικού αυτού από τις ποικιλίες και τα υβρίδια για την αύξηση της επικονίασης.

Τέλος άνθησης-φυσιολογική ωρίμανση. Το διάστημα αυτό χαρακτηρίζεται ως διάρκεια γεμίματος του σπόρου. Τόσο ο γενότυπος όσο και οι συνθήκες του περιβάλλοντος, ξηρασία, θερμοκρασία, είναι δυνατόν να επηρεάσουν τη διάρκεια αυτή. Η αύξηση (γέμισμα) του σπόρου υποστηρίζεται από την τρέχουσα φωτοσύνθεση και τη μετακίνηση αποθηκευμένων προϊόντων πριν την άνθηση, η οποία οδηγεί σε μείωση της βιομάζας των βλαστικών τμημάτων. Η μετακίνηση αφορά τόσο υδατάνθρακες όσο και αζωτούχες ουσίες. Αρχικά

αυξάνεται το περικάρπιο (περιβλήματα) και μετά περίπου 8 ημ. αρχίζει η ταχεία ανάπτυξη του εμβρύου (ψίχα). Η ανάπτυξη του περικαρπίου σταματά όταν το έμβρυο αποκτήσει το ένα τρίτο του τελικού του βάρους. Παρόλο ότι η αύξηση του σπόρου στο εσωτερικό της κεφαλής αρχίζει αργότερα σε σχέση με την περιφέρεια, οι σπόροι σε όλες τις θέσεις φτάνουν στη φυσιολογική ωρίμανση περίπου στον ίδιο χρόνο από την έναρξη της άνθησης. Ο ρυθμός όπως και η διάρκεια γεμίσματος του σπόρου μπορεί να είναι μικρότερος στους κεντρικούς σπόρους της ανθοκεφαλής, με αποτέλεσμα να υπάρχουν μικρότεροι σπόροι στο κέντρο της κεφαλής. Παρουσιάζεται μια ανθοκεφαλή στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης.

Απόδοση και συστατικά της απόδοσης

Ο αριθμός των σπόρων και το μέγεθός τους μαζί με την περιεκτικότητα σε λάδι και τον τύπου του λαδιού είναι τα κύρια συστατικά της απόδοσης στον ηλίανθο. Επίσης υπάρχει και κάποιο ενδιαφέρον για την ποσότητα της πρωτεΐνης. Τα συστατικά της απόδοσης καθορίζονται διαδοχικά κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου και επηρεάζονται από το περιβάλλον. Ο αριθμός των σπόρων καθορίζεται κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ έναρξης διαφοροποίησης των ανθέων και ταχείας ανάπτυξης του σπόρου. Η πορεία περιλαμβάνει τη διαφοροποίηση των ανθέων, την ανάπτυξη μέχρι την άνθηση, τη γονιμοποίηση και την αποβολή εμβρύων. Η περίοδος αυτή είναι μακρά σε σχέση με άλλα είδη, όπως το σιτάρι και το καλαμπόκι. Ο γενότυπος και οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η διαθεσιμότητα N στο έδαφος η ξηρασία, η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια κ.ά. καθορίζουν τον τελικό αριθμό σπόρων που θα σχηματισθούν. Η επίδραση της καταπόνησης είναι μεγαλύτερη στο κέντρο της κεφαλής, όπου παρατηρείται μικρότερος λόγος παραγόμενοι σπόροι προς διαθέσιμα άνθη (Connor και Hall 1997)

1.3. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

1.3.1.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η βλάστηση των σπόρων αρχίζει στους 4οC, γίνεται με ικανοποιητική ταχύτητα στους 8-10οC και με μέγιστη στους 15οC, στοιχεία που επιτρέπουν την πρώιμη σπορά. Τα νεαρά φυτά αντέχουν πολύ στο κρύο, έως -2οC στο στάδιο των κοτυληδόνων και έως -8οC στο στάδιο του

ενός ζεύγους μόνιμων φύλλων. Μετά το στάδιο όμως των 6-7 φύλλων, θερμοκρασίες κάτω του μηδενός προκαλούν σημαντικές ζημιές, ενώ κατά το στάδιο της ωρίμανσης θερμοκρασία 20C καταστρέφει ολόκληρο το φυτό. Άριστες θερμοκρασίες για την παραγωγή του σπόρου θεωρείται το επίπεδο των 24-26oC την ημέρα και 18-20oC την νύχτα, ενώ άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση θεωρείται το επίπεδο των 28oC. Η φωτοσύνθεση μπορεί να συνεχιστεί μέχρι και 45oC. Υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και μειώνουν του ελαίου. Οι απαιτούμενες θερμομονάδες με βάση τους 0oC είναι περίπου 2350 για τις πρώιμες ποικιλίες και 2425 για τις μεσοόψιμες. Η διευρυμένη βλαστική περίοδος του ηλίανθου, δηλαδή περίοδος με θερμοκρασίες επάνω από 0oC, επιτρέπει, όπως προαναφέρθηκε, δύο συγκομιδές το έτος σε ορισμένες περιοχές

1.3.2. ΦΩΣ

Ο ηλίανθος είναι συνήθως φυτό ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό και απαιτητικό σε φως. Μειωμένος φωτισμός κατά 40% σε σχέση με τον κανονικό, σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να μειώσει την απόδοση μέχρι και 64%. Επίσης, μειωμένος φωτισμός κατά 20% βρέθηκε ότι δεν μειώνει τη συνολική βιομάζα, αλλά μειώνει τον δείκτη συγκομιδής και επομένως την οικονομική απόδοση.

1.3.3. ΥΓΡΑΣΙΑ

Ο ηλίανθος έχει υψηλό συντελεστή διαπνοής, περίπου 550, ίσως γιατί διαθέτει πολλά και μεγάλα στομάτια. Εντούτοις θεωρείται ανθεκτικός στην ξηρασία κυρίως χάρη στο βαθύ και εκτεταμένο ριζικό του σύστημα. Έχει επίσης την ικανότητα να ανέχεται ή και να φωτοσυνθέτει και με συνθήκες μεγάλης ξηρασίας, γι' αυτό και η επίδραση της ξηρασίας δεν είναι μεγάλη. Η κριτική περίοδος είναι 20ημέρες πριν και μετά την άνθηση, οπότε σοβαρή έλλειψη υγρασίας μειώνει την απόδοση.

1.3.4. ΕΔΑΦΟΣ

Οι απαιτήσεις ως προς το έδαφος δεν είναι μεγάλες, αναπτύσσεται όμως καλύτερα σε εδάφη μάλλον ελαφρά (σ' αυτά δεν παρεμποδίζεται η διείδυση της ρίζας), οργανικά και με καλή αποστράγγιση, ενώ δεν ανέχεται αλατούχα εδάφη, όπου και παρουσιάζει μειωμένη περιεκτικότητα σε λάδι. Είναι απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά στοιχεία, ιδιαίτερα άζωτο και

φώσφορο, υπερβολική όμως ποσότητα N ελαττώνει την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Ανέχεται pH εδάφους από 5,7 έως 8,0 αλλά το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6,0 και 7,2.

1.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

1.4.1. ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Ο ξηρικός ηλίανθος, έχει θέση στην αμειψισπορά των σιταγρών. Πλεονεκτήματα αυτής της αμειψισποράς είναι το διαφορετικό βάθος του ριζικού συστήματος, οι διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά και οι διαφορές ως προς τα ζιζάνια, εχθρούς και ασθένειες των δύο καλλιεργειών. Συνεχής καλλιέργεια ηλίανθου αποδίδει λιγότερο από ότι όταν καλλιεργείται μετά από σιτάρι. Η προηγούμενη καλλιέργεια δεν πρέπει να έχει προσβληθεί από ορισμένες πολύ επιζήμιες ασθένειες του ηλίανθου, όπως *Sclerotinia* (τεύτλα, πατάτα, καρποδοτικά ψυχανθή, μηδική κ.ά.) και *Verticillium* (βαμβάκι, τεύτλα, πατάτα, ελαιοκράμβη, μηδική κ.ά.). Σε αλατούχα εδάφη ο ηλίανθος θεωρείται καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που ακολουθούν, γιατί ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη μετακινεί τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα. Είναι επίσης λιγότερο εξαντλητική καλλιέργεια απ' ότι το καλαμπόκι, αλλά αφαιρεί συνήθως μεγαλύτερη εδαφική υγρασία σε σχέση με τις περισσότερες καλλιέργειες.

1.4.2. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΑΓΡΟΥ

Η προετοιμασία του αγρού είναι παρόμοια με αυτή του καλαμποκιού και του βαμβακιού, δηλαδή απαιτεί επιμελημένη προετοιμασία του αγρού. Κρίσιμο σημείο για τις ελληνικές συνθήκες είναι η διατήρηση της εδαφικής υγρασίας σε ικανοποιητικό επίπεδο, επειδή ο σπόρος του ηλίανθου, ως ελαιούχος σπόρος, έχει ανάγκη από αρκετή υγρασία για να φυτρώσει. Η έγκαιρη αλλά και οικονομική κατεργασία του εδάφους έχει επίσης μεγάλη σημασία. Στα πλαίσια της προετοιμασίας του αγρού, οι καλλιεργητικές εργασίες που απαιτούνται είναι:

η στελεχοκοπή που κατά κανόνα γίνεται το φθινόπωρο ή χειμώνα, το φθινοπωρινό όργωμα, που πρέπει να γίνεται κατά το δυνατό νωρίτερα το φθινόπωρο ή τον χειμώνα, ηκαταστροφή ζιζανίων που γίνεται τον χειμώνα, σε μικρό βάθος για να στρώσουν οι ανωμαλίες από το όργωμα και να καταστραφούν τα ζιζάνια, τα οποία αν παραμείνουν, θα χρειαστεί την άνοιξη βαθύ όργωμα για να καταστραφούν, η προετοιμασία για σπορά, μόνο όταν ο αγρός είναι στον

ρώγο του την άνοιξη και τέλος οι *περιστασιακές καλλιέργειες*, όπως η ισοπέδωση, η αποστράγγιση και η υπεδαφοκαλλιέργεια. Επειδή το φυτό είναι βαθύρριζο, πρέπει να καταστρέφεται το αδιαπέραστο υπεδάφιο στρώμα που τυχόν υπάρχει. Το επιφανειακό στρώμα της σποροκλίνης πρέπει να είναι ελαφρά ψιλοχωματισμένο, αλλά να αποφεύγεται η «κρούστα» που συχνά παρατηρείται λόγω και της πρώιμης σποράς.

1.4.3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Ο ηλίανθος παθαίνει ζημιές από τα ζιζάνια μέχρι το στάδιο της πλήρους φυτοκάλυψης και ειδικότερα τις 15 ημέρες μετά το φύτευμα, τότε που ο ρυθμός αυξήσεως του φυτού είναι βραδύς. Στη συνέχεια ο ηλίανθος γίνεται αποπνικτικό φυτό για τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται συνήθως με συνδυασμό μηχανικών και χημικών μέσων. Υπάρχουν κατάλληλα προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα.

1.4.5. ΛΙΠΑΝΣΗ

Ως προς τη λίπανση οι αποδόσεις είναι ικανοποιητικές, όταν δίδονται κατά μέσο όρο 8 μονάδες αζώτου και 5 φωσφόρου. Πολύ συχνά επίσης απαιτείται καλιούχος λίπανση, ώστε να μην μειωθεί η απόδοση και η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Υπερβολική αζωτούχος λίπανση μειώνει την περιεκτικότητα ελαίου και αυξάνει την περιεκτικότητα πρωτεΐνης υποβαθμίζοντας όμως την ποιότητά της. Ο φώσφορος αυξάνει την περιεκτικότητα λαδιού. Εκτός από τα τρία κύρια θρεπτικά συστατικά, ο ηλίανθος απαιτεί επίσης σχετικά μεγάλες ποσότητες ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου, χαλκού και βορίου.

1.4.6. ΣΠΟΡΑ

Ο ηλίανθος πρέπει να σπέρνεται κατά το δυνατό πρώιμα, ιδιαίτερα ο ξηρικός, ώστε να αποφεύγονται οι ξηροθερμικές συνθήκες και να ικανοποιούνται οι ανάγκες σε νερό. Για τη Βόρεια Ελλάδα κατάλληλη εποχή σποράς είναι από τα μέσα Μαρτίου έως μέσα Απριλίου. Η εποχή σποράς συνδέεται και με την ποιότητα του ελαίου, γιατί προσδιορίζει την περίοδο ανθήσεως. Αν μετά την άνθηση επικρατήσουν υψηλές θερμοκρασίες, μειώνεται η περιεκτικότητα σε λινελαϊκό και αντίστροφα.

Σπέρνεται με μηχανές ακριβείας αραβοσίτου ή ζαχαροτεύτλων, ύστερα από ειδική ρύθμιση ή με άλλους δίσκους. Το βάθος σποράς είναι 3-10εκ., αναλόγως της υγρασίας του εδάφους και

του μεγέθους του σπόρου. Οι συνήθεις αποστάσεις μεταξύ γραμμών σποράς είναι 60-75εκ. (αναλόγως της ευρωστίας του φυτού). Σε μερικές περιπτώσεις σπέρνεται και σε διπλές γραμμές σποράς που απέχουν μεταξύ τους περί τα 25εκ. και από το επόμενο ζεύγος περί τα 80-120εκ. Οι αποστάσεις των φυτών επάνω στη γραμμή είναι 15-20εκ. Η ποσότητα του σπόρου κυμαίνεται από 0,5-1,5 kg/στρέμμα.

Ο άριστος πληθυσμός φυτών, κυμαίνεται από 5000-6000 φυτά/στρέμμα.

Με ευνοϊκές συνθήκες, κυρίως από άποψη υγρασίας, ο άριστος πληθυσμός τείνει ή και υπερβαίνει το ανώτερο μέγεθος. Σε πολύ πυκνούς όμως πληθυσμούς οψιμίζει τη καλλιέργεια και τα στελέχη γίνονται πιο υψηλά και αδύνατα, με αποτέλεσμα να πλαγιάζουν με τον αέρα.

Ο ηλίανθος, ως καθορισμένης ανάπτυξης φυτό, δεν ανέχεται μεγάλη απώλεια πληθυσμού φυτών. Εντούτοις, μείωση του αριθμού φυτών σε ποσοστό 10-15% δεν έχει σοβαρή επίπτωση στην απόδοση, γιατί η απώλεια αντισταθμίζεται από την αύξηση του μεγέθους της ταξιανθίας και του μέσου βάρους των σπόρων.

1.4.7. ΑΡΔΕΥΣΗ

Ο ηλίανθος καλλιεργείται συνήθως ως ξηρικός. Επωφελείται όμως από την άρδευση (2-4 ποτίσματα), με αποτέλεσμα να υπερδιπλασιάζεται πολλές φορές η απόδοση. Η άρδευση αυξάνει και την αποτελεσματικότητα της λίπανσης. Επιπλέον, αυξάνει την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι και βελτιώνει την ποιότητα των πρωτεϊνών, γιατί αυξάνει τα απαραίτητα αμινοξέα.

1.4.8. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Οι κεφαλές είναι φυσιολογικώς ώριμες, όταν η πίσω επιφάνειά τους γίνεται κίτρινη και κατά ποσοστό 10% καστανή, ενώ η υγρασία τους φτάνει το 70% και των σπόρων το 40%. Η συγκομιδή γίνεται, όταν η υγρασία του σπόρου κατέβει στο 10-15%, οπότε τα κάτω φύλλα έχουν αποξηρανθεί και τα υπόλοιπα αρχίζουν να κιτρινίζουν. Καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις απώλειες από τα πουλιά, το τίναγμα του σπόρου και τις ασθένειες (ιδιαίτερα όταν οι συνθήκες είναι υγρές). Στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται από τα τέλη Αυγούστου έως αρχές Οκτωβρίου.

Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται θεριζοαλωνιστικές μηχανές σιταριού ή καλαμποκιού, ύστερα από κατάλληλη ρύθμιση, ώστε να περιοριστούν οι απώλειες σπόρου που μπορεί να

υπερβούν το 40-45%. Η εξεύρεση και χρήση κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού θα συμβάλλει στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Ε.Ε. για να είναι εμπορεύσιμος ο σπόρος του ηλίανθου πρέπει να έχει υγρασία έως 10%, ποσοστό ελαίου τουλάχιστον 42% και ξένες ύλες έως 2%.

1.5. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Ο ηλίανθος είναι καλλιέργεια ευπρόσβλητη από διάφορους μικροοργανισμούς και έντομα. Στην Ευρώπη τα έντομα δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα, γι' αυτό και σπάνια χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα, σε αντίθεση με τις ασθένειες που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές. Στην Ελλάδα, όπου η καλλιέργεια για λάδι είναι σχετικώς πρόσφατη, δεν υπάρχει προς το παρόν σοβαρό πρόβλημα από εχθρούς και ασθένειες, ίσως και λόγω των κλιματικών συνθηκών.

Παρακάτω αναφέρονται οι σοβαρότεροι εχθροί και ασθένειες του ηλίανθου, ιδιαίτερα εκείνες που απαντώνται στην Ευρώπη και έχουν σημασία για την Ελλάδα.

1.5.1. ΕΧΘΡΟΙ

Από τα έντομα ζημιές προκαλούν τα έντομα εδάφους, τα μυζητικά (αφίδες, θρίπες), η ηλιότιδα, μερικά άλλα λεπιδόπτερα (π.χ. *Homoesoma nebullela*, που προσβάλλει τις ταξιανθίες και τους σπόρους) και μερικά κολεόπτερα (π.χ. *Smicronyx fulvus*, που προσβάλλει κυρίως τους σπόρους).

Η αντιμετώπιση των λεπιδόπτερων και κολεόπτερων επιδιώκεται με τη δημιουργία ανθεκτικών γενοτύπων, με χρήση υπερπαρασίτων και με ρύθμιση της καλλιεργητικής τεχνικής.

Σημαντικές ζημιές προκαλούν στον ηλίανθο, ιδιαίτερα όταν καλλιεργείται σε μεμονωμένα χωράφια, τα πουλιά τα οποία τρώνε τους σπόρους.

1.5.2. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

1) Περονόσπορος (*Plasmopara helianthii*). Ο μύκητας ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία. Συνήθως εμφανίζονται χλωρωτικές κηλίδες, σε όλα τα μέρη του φυτού, που αργότερα γίνονται νεκρωτικές.

2) Άσπρη όψη (*Sclerotinia sclerotinium*). Η μολυσματική μορφή του μύκητα είναι τα σκληρώτια τα οποία διαχειμάζουν στο έδαφος, σε υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Οι δευτερογενείς μολύνσεις γίνονται από ασκοσπόρια που σχηματίζουν λευκό μυκήλιο, στη συνέχεια δημιουργούνται σκληρώτια και το φυτό εμφανίζει συμπτώματα μάρανσης.

3) Γκριζωπή μούχλα (*Botrytis cinera*). Ο μύκητας προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού, αλλά αποτελεί πρόβλημα μόνον όταν οι συνθήκες είναι θερμές και υγρές (όπως στην ποτιστική καλλιέργεια). Προκαλεί κηλίδες γκριζες και υγρές.

4) Ο ηλίανθος προσβάλλεται επίσης και από άλλες μυκητολογικές ασθένειες, όπως αδρομυκώσεις (*Verticillium dahliae*), σκωρίαση (*Pucciniahelianthii*) και αλτερνάρια (*Alternaria spp.*) καθώς και από ιούς, βακτήρια και από φυτικά παράσιτα, όπως οροβάγχη κ.ά.

Εκτός από τις παραπάνω «κλασικές» ασθένειες, αναφέρθηκαν σχετικώς πρόσφατα μερικές νέες, όπως οι παρακάτω μυκητολογικές:

1) Καστανή κηλίδωση, καρκίνος του στελέχους ή φόμοψη

(*Phomopsis helianthii*). Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην πρώην Γιουγκοσλαβία το 1979. Ευνοείται από συχνές βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες. Τα συμπτώματα είναι ορατά από την έναρξη της ανθήσεως και μετά. Παρουσιάζονται καστανές κηλίδες στους μίσχους των φύλλων, στο στέλεχος και σπανιότερα και στις κεφαλές. Οι κηλίδες επεκτείνονται και προχωρούν σε βάθος με συνέπεια να παρακωλύεται η κυκλοφορία των χυμών και το φυτό να μαυρίζει και ναξηραίνεται. Ο αγρός εμφανίζει μια μορφή μωσαϊκού με αποξηραμένα και πράσινα φυτά. Οι βλαστοί γίνονται εύθραυστοι και σπάζουν με τον άνεμο.

2) Μαύρισμα στελέχους (*Phoma macdonaldi*). Προσβάλλει ταξιανθία, φύλλα και στελέχη. Τα συμπτώματα διακρίνονται από αυτά της φόμοψης, γιατί οι κηλίδες είναι μαύρες με περιφερειακή πράσινη απόχρωση. Όταν η προσβολή είναι σοβαρή, μαυρίζει όλο το στέλεχος και σπάζει.

3) Σήψη του στελέχους και των ριζών (*Sclerotium bataticola*, σκληρωτιακή μορφή του *Macrophomina phaseoli*). Προκαλεί πρόωμη ξήρανση των φυτών και ατελές γέμισμα των σπόρων, εξαιτίας της νέκρωσης των ηθμαγγειωδών σωλήνων και του περιορισμού του ριζικού συστήματος. Στα προσβεβλημένα τμήματα του φυτού σχηματίζει χαρακτηριστικά μικροσκοπικά μαύρα μικροσκληρώτια.

Η αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών επιδιώκεται με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης, δηλαδή με τον συνδυασμό: α) κατάλληλης αμειψισποράς, β) εφαρμογής ορθής καλλιεργητικής τεχνικής (π.χ. αποφυγή υπερβολικής εδαφικής υγρασίας, εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης, κατάλληλη εποχή σποράς, κατάλληλος πληθυσμός φυτών), γ) χρήση ανθεκτικών γενοτύπων (σήμερα επιδιώκεται η μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας από άγρια είδη) και δ) ορθολογικής χρήσης χημικών σκευασμάτων (απολύμανση σπόρου κ.ά.)

ΣΙΤΑΡΙ

1. Βιολογικός Κύκλος –Πολλαπλασιασμός των Σιτηρών

Ο καθορισμός του καταλληλότερου χρόνου σποράς επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες κατά το χειμώνα, από τον τύπο του εδάφους και από την ποικιλία. Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα το σιτάρι σπέρνεται το φθινόπωρο (Νοέμβριος) ενώ για τις πιο ορεινές περιοχές κατάλληλος μήνας σποράς θεωρείται ο Οκτώβριος. Ο σπόρος των σιτηρών δεν βλαστάνει αμέσως μόλις ωριμάσει, αλλά περνάει πρώτα από μία περίοδο λήθαργου, κατά την οποία υφίσταται ορισμένες μεταβολές. Η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους καθορίζουν την έναρξη του φυτρώματος. Για το σιτάρι η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι 4°C, η άριστη 20-25°C και η μέγιστη 35-37°C. Σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εδάφους η κολεοπτίλη εμφανίζεται 4-5 ημέρες μετά τη σπορά. Η βλάστηση αρχίζει όταν οι σπόροι απορροφήσουν μικρά ποσά υγρασίας, τουλάχιστον το 35-45% του ξηρού βάρους τους. Το φως δεν επηρεάζει τη βλάστηση. Μεγαλύτεροι σπόροι συνεπάγονται ταχύτερη εγκατάσταση φυταρίων, καλύτερο ανταγωνισμό με τα ζιζάνια και πιθανόν υψηλότερες αποδόσεις. Πάντως φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη επηρεάζει την

ανάπτυξη των φυταρίων περισσότερο από ότι το μέγεθος του σπόρου. (Καραμάνος, 1992, Παπακώστα, 1997). Τα διάφορα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών έχουν ως εξής:

A. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (μέχρι την εμφάνιση του 4ου φύλλου) επικρατούν οι εμβρυακές ρίζες ενώ η συμβολή των μονίμων ριζών αυξάνει βαθμιαία. Οι εμβρυακές ρίζες μπορούν να φθάσουν σε βάθος 1.00-2.00 m και παραμένουν ενεργές σε όλη τη ζωή των φυτών. Οι μόνιμες μπορεί να φθάνουν τις 1.00 m. Η αύξηση των ριζών συνεχίζεται μέχρι το ξεστάχιασμα οπότε φαίνεται ότι σταματά. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των γενοτύπων στο μήκος και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος που έχουν ως αποτέλεσμα διαφορές ως προς την αντοχή τους στην ξηρασία. Φαίνεται ότι το ριζικό σύστημα είναι ελαφρά μεγαλύτερο στις νέες ποικιλίες.

B. Όταν περάσουν περίπου 1-2 εβδομάδες μετά τη σπορά, ο ακραίος οφθαλμός φτάνει κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Τότε σχηματίζονται γρήγορα πολλοί πλευρικοί οφθαλμοί στις μασχάλες των φύλλων, που είναι ακόμα υποτυπώδη. Από αυτούς τους οφθαλμούς εκφύονται καινούρια δευτερεύοντα στελέχη, τα οποία αναπτύσσουν δικό τους ριζικό σύστημα και ονομάζονται αδέρφια. Η έκπτυξή τους διαρκεί 30-40 μέρες. Στις χειμωνιάτικες ποικιλίες σιτηρών το αδελφωμα αρχίζει το φθινόπωρο και κατά το χειμώνα αναστέλλεται για να ανακτήσει τον κανονικό του ρυθμό την άνοιξη. Ο αριθμός των αδελφιών που παράγεται από ένα φυτό επηρεάζεται από γενετικούς και οικολογικούς παράγοντες. Από τους οικολογικούς παράγοντες σημαντικότερο ρόλο παίζουν ο φωτισμός, η πυκνότητα και το βάθος της σποράς, η γονιμότητα του εδάφους, η πρωιμότητα της σποράς, η επάρκεια υγρασίας, η κατάλληλη θερμοκρασία (14°C-18°C) και η αζωτούχος λίπανση. Ο αριθμός των αδελφιών, εκτός από την περίπτωση που τα αδέρφια σχηματίζονται πολύ όψιμα, παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την απόδοση. Στο σιτάρι, στις συνήθεις συνθήκες καλλιέργειας (πυκνότητα φυτοκοινότητας), στάχεις σχηματίζουν συνήθως ο κύριος βλαστός και τα αδέρφια που σχηματίζονται νωρίς (όταν το φυτό έχει 4-6 φύλλα).

Γ. Άνθηση. Παρατηρείται συνήθως 4 έως 10 μέρες μετά το ξεστάχιασμα. Χαρακτηρίζεται από την έξοδο των στημόνων μέσα από τα λεπυρίδια. Στο σιτάρι, παρατηρείται το φαινόμενο της κλειστογαμίας κατά το οποίο οι ανθήρες σπάζουν πριν την έξοδό τους από το άνθος και πραγματοποιείται αυτεπικονίαση. Η ελάχιστη θερμοκρασία για την άνθηση στο σιτάρι είναι

10°C, η μέγιστη 32°C και η άριστη 18-24°C. Υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες κατά την άνθηση και γονιμοποίηση μπορεί να μειώσουν σημαντικά τον αριθμό των καρπών ανά στάχυ. Σοβαρές ανωμαλίες επίσης προκαλεί και η υπερβολικά ξηρή ατμόσφαιρα.

Δ. Καλάμωμα. Περίοδος ταχείας ανάπτυξης παρατηρείται την άνοιξη στην οποία γίνεται επιμήκυνση του στελέχους (καλάμι) και συγχρόνως αρχίζει η αύξηση των φύλλων, των ριζών και της ταξιανθίας. Η αντοχή του στελέχους και το τελικό ύψος, που κυμαίνεται από 30 cm μέχρι και πάνω από 1.50 m εξαρτώνται τόσο από το γενότυπο όσο και από τις συνθήκες ανάπτυξης. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η επάρκεια νερού και αζώτου στο έδαφος ευνοούν την επιμήκυνση των μεσογονατίων. Στο σιτάρι γενότυποι που έχουν και τα δύο γονίδια νανισμού Rht1 και Rht2, έχουν μικρότερο ύψος από εκείνα που έχουν ένα, τα οποία με τη σειρά τους είναι κοντύτερα από εκείνα που δεν έχουν κανένα γονίδιο. Γενικά οι διαφορές στο ύψος οφείλονται περισσότερο στο μήκος των μεσογονατίων απ' ό τι στον αριθμό τους. Τα στελέχη που έχουν μικρό ύψος, μεγάλη διάμετρο, παχύ τοίχωμα, ελαστικότητα, μεγάλο βάρος ανά 13 μονάδα μήκους, υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνες και λιγνίνη παρουσιάζουν αντοχή στο πλάγιασμα.

Ε. Ξεστάχιασμα. Την ανάπτυξη του στελέχους ακολουθεί η αύξηση του μεγέθους του στάχους και η μετακίνησή του από την βάση του φυτού προς την κορυφή. Ο στάχυς βρίσκεται πάντα στη βάση του υψηλότερου από το έδαφος κόμβου. Όταν ο στάχυς φθάσει στον κολεό του τελευταίου φύλλου ο κολεός διογκώνεται και το στάδιο αυτό λέγεται φούσκωμα. Στη συνέχεια ο κολεός του φύλλου-σημαία σχίζεται κατά μήκος και εμφανίζεται η ταξιανθία. Το στάδιο αυτό λέγεται έκπτυξη ταξιανθίας ή ξεστάχιασμα. Η εποχή ξεσταχιάσματος παρ' όλο ότι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος, από την εποχή σποράς, τη γονιμότητα του εδάφους, και από άλλους παράγοντες, είναι χαρακτηριστικό του κάθε γενοτύπου και θεωρείται σαν δείκτης πρωϊμότητας των ποικιλιών.

ΣΤ. Γέμισμα καρπών. Είναι η συσσώρευση ουσιών στους αναπτυσσόμενους καρπούς.

Διακρίνεται στα εξής στάδια:

- 1) Υδατώδης καρπός (1-2 εβδομάδες από τη γονιμοποίηση)
- 2) Γαλακτώδης καρπός (2-3 εβδομάδες από τη γονιμοποίηση)
- 3) Στάδια ζύμης (3-6 εβδομάδες από τη γονιμοποίηση)

Η χρονική πορεία του γεμίσματος είναι σιγμοειδούς μορφής. Έχει διάρκεια

30-60 ημέρες από την άνθηση, ανάλογα με το γενότυπο και τις συνθήκες του

περιβάλλοντος. Το τελικό βάρος του καρπού επηρεάζεται κυρίως από τη διάρκεια και δευτερευόντως από το ρυθμό γεμίσματος. Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν το γέμισμα είναι:

1) Θερμοκρασία (ημέρας και νύχτας). Υψηλότερες θερμοκρασίες συνεπάγονται χαμηλότερο τελικό βάρος λόγω μείωσης της διάρκειας του γεμίσματος, αυξημένης αναπνοής και ταχύτερης γήρανσης των φωτοσυνθετικών οργάνων. Θεωρείται ότι η άριστη θερμοκρασία της ημέρας είναι 25°C και της νύχτας 12°C.

2) Ηλιακή ακτινοβολία. Μειώνει και αυτή τη διάρκεια του γεμίσματος, πιθανόν λόγω αλληλεπίδρασης με τη θερμοκρασία. 3) Έλλειψη νερού προκαλεί μείωση του γεμίσματος και μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας με αποτέλεσμα μικρότερο τελικό βάρος καρπών ή και συρρικνωμένους καρπούς.

Z. Ωρίμανση. Χαρακτηρίζεται από αφυδάτωση των καρπών και το βαθμιαίο θάνατο των φυτών από το λαϊμό προς το στάχυ. Στην οικονομική ωρίμανση, που προσδιορίζει το χρόνο συγκομιδής των φυτών, όλο το φυτό είναι ξηρό και εύθραυστο. Ο καρπός είναι σκληρός, ασυμπίεστος και δεν χαράζεται εύκολα.

2. Ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται δύο είδη. Το *Triticum durum* ή σκληρό σιτάρι και το *T. aestivum* ή μαλακό σιτάρι. Το είδος *Triticum durum* αποτελεί το κυρίως καλλιεργούμενο σκληρό σιτάρι. Έχει συμπαγείς, συνήθως αγανοφόρους στάχεις, με πλατυσμένες πλευρές και στενότερες όψεις. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-7 άνθη, από τα οποία παράγονται 2-4 σπόροι. Υπάγεται στην κατηγορία των ανοιξιότικων σιτηρών. Αποτελεί το πλέον κοσμοπολιτικό είδος

και καλλιεργείται κυρίως στην Β. Αμερική, Ρωσία, Ινδία, Παραμεσόγειες χώρες κλπ. Το αλεύρι του χρησιμοποιείται για παρασκευή μακαρονιών, γλυκισμάτων και σε προσμίξεις. Το είδος *Triticum aestivum* αποτελεί το πιο διαδεδομένο μαλακό σιτάρι και έχει χιλιάδες ποικιλίες. Είναι από τα πιο παλιά σιτάρια, για το οποίο υπάρχουν ευρήματα σε λιμναίους οικισμούς. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-9 άνθη, που δίνουν 3-4 σπόρους. Είναι το πλέον κατάλληλο για την αρτοποιία.

3. Οικολογικές Απαιτήσεις

Όπως αναφέρθηκε τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών (*Poaceae* ή *Graminae*) και διακρίνονται ανάλογα με την εποχή σποράς στη χώρα μας, σε χειμερινά και εαρινά. Στα χειμερινά κατατάσσονται το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και η σίκαλη ενώ στα εαρινά το καλαμπόκι, το ρύζι, το σόργο και το κεχρί. Από τα χειμερινά σιτηρά την μεγαλύτερη οικονομική σημασία τόσο για την Ελλάδα όσο και παγκοσμίως παρουσιάζει το σιτάρι, έπειτα έρχεται το κριθάρι και τέλος η βρώμη και η σίκαλη. Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες κλιματικές απαιτήσεις των σιτηρών στην χώρα μας.

3.1. Κλίμα

Η κύρια καλλιέργεια του σιταριού βρίσκεται στην Εύκρατη ζώνη. Στην τροπική ζώνη μπορεί να καλλιεργηθεί μόνο σε μεγάλα υψόμετρα, στα δε βόρεια πλάτη ως εαρινή καλλιέργεια. Αντίθετα, το σιτάρι δεν ευδοκμεί στα θερμά ή υγρά κλίματα εκτός εάν διαθέτουν μια περίοδο σχετικά δροσερή που να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών και να επιβραδύνει τη δράση των παρασιτικών ασθενειών. Τη μεγαλύτερη αντοχή στο ψύχος έχει το μαλακό σιτάρι, που είναι και πιο διαδεδομένο. Τα σκληρά σιτάρια καλλιεργούνται σχεδόν αποκλειστικά την άνοιξη στις ψυχρές περιοχές. Το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται κυρίως στις παραμεσόγειες χώρες, όπου φαίνεται να προσαρμόζεται στο ξηροθερμικό των περιβάλλον. Η άριστη θερμοκρασία βλαστήσεως του σίτου είναι 20-22°C, η ελάχιστη 3-4°C και η μέγιστη 35°C. Στις υψηλές θερμοκρασίες το ενδοσπέρμιο υφίσταται αποσύνθεση από μικροβιακή δράση και το έμβρυο πεθαίνει. Οι εαρινές ποικιλίες αντέχουν στο ψύχος μέχρι -10°C, οι χειμερινές ως -20°C ή μετά από σκληραγώγηση ως -30°C και κάτω από χιόνι ως -40°C. Κυρίως ενδιαφέρει η θερμοκρασία

στο βάθος του 1-3 cm όπου βρίσκεται ο σταυρός, στον οποίο η ζημιά έχει τις σοβαρότερες επιπτώσεις. Άριστη θερμοκρασία για το αδέλφωμα είναι η 14- 18°C και για τη φωτοσύνθεση γύρω στους 22°C. Το σιτάρι καλλιεργείται παγκοσμίως σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 270 έως 1750 mm αλλά συνήθως (στο 75% της συνολικής έκτασης) σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι 375-775 mm H₂O (ημίξερες μέχρι ύφυγρες περιοχές). Σημασία έχει η κατανομή της βροχόπτωσης σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία. Περισσότερο νερό (το 70% των αναγκών του) χρειάζεται το σιτάρι στην περίοδο μεταξύ καλαμώματος και ανθήσεως. Στο προηγούμενο του καλαμώματος διάστημα καταναλίσκεται μόνο 10% του νερού και από το ξεστάχιασμα ως την ωρίμανση 20%. Από την πλευρά αυτή η κατανομή της βροχής στην Ελλάδα είναι δυσμενής επειδή το πιο πολύ νερό πέφτει το χειμώνα και επιπλέον η κατανομή την άνοιξη είναι ακανόνιστη. Για το λόγο αυτό η άρδευση του σιταριού είναι πολλές φορές χρήσιμη μέχρι πολύ αποτελεσματική. Στις φθινοπωρινές καλλιέργειες έλλειψη βροχών μετά τη σπορά και το φύτευμα δημιουργεί πιθανότητες αποτυχίας της καλλιέργειας, λόγω κακού φυτρώματος και καθυστέρησης της ανάπτυξης (μείωση καλλιεργητικής περιόδου). Συνήθως οι βροχές του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου ξεπερνούν τις ανάγκες των φυτών, γίνεται αποθήκευση στο έδαφος και χρησιμοποίηση της υγρασίας αργότερα. Οι βροχές της άνοιξης είναι ευεργετικές λόγω σύμπτωσής τους με την κρίσιμη περίοδο όπου τα φυτά έχουν ένα μέγιστο αναγκών σε νερό και θρεπτικά συστατικά. Όψιμες βροχές (κατά το γέμισμα) είναι χωρίς ουσιαστικό αποτέλεσμα και συνήθως ανεπιθύμητες γιατί ευνοούν το όψιμο πλάγιασμα, προσβολές από σκωριάσεις, ενώ καθυστερούν και την ωρίμανση των καρπών. Ο δριμύς χειμώνας που τον ακολουθεί δροσερή και ξηρή θερινή περίοδος ευνοεί την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Σε περιοχές με ηπιότερο κλίμα, η πρωτεΐνη στο σιτάρι είναι λιγότερη. Αυτό φαίνεται να σχετίζεται με τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσεως του κόκκου. Στις ξηρές περιοχές η περίοδος αυτή είναι μικρότερη, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της ξηρασίας. Με ηπιότερες συνθήκες η περίοδος αυτή αυξάνει και προστίθενται σε αναλογία πιο πολλοί υδατάνθρακες στον καρπό, ώστε τελικά το ποσοστό πρωτεΐνης να είναι μικρότερο. Στην Ελλάδα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του μαλακού σιταριού που καλλιεργείται στη Μακεδονία (ιδίως στη Δυτική) και Θράκη είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη Ν. Ελλάδα καθώς και εκείνου που καλλιεργείται

στο εσωτερικό της χώρας σε σύγκριση με τα παράλια. Για το σκληρό σιτάρι δεν φαίνεται να υπάρχουν αξιόλογες διαφορές μεταξύ των περιοχών της χώρας μας όπου καλλιεργείται, γενικά δε η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη είναι υψηλή.

3.2. Έδαφος

Το σιτάρι ευδοκίμει κυρίως σε εδάφη μέσης σύστασης μέχρι βαριά (αμμοπηλώδη, πηλώδη, αργιλώδη), βαθιά και καλά στραγγιζόμενα. Δεν ευδοκίμει σε εδάφη με υψηλό υδατικό ορίζοντα. Εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία δημιουργούν προδιάθεση για πλάγιασμα. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται στα γόνιμα λυοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη εδάφη, με επαρκή υγρασία και ελεύθερα ζιζανίων. Τα πολύ αμμώδη και τα κακώς στραγγιζόμενα δίνουν μικρές αποδόσεις. Ακατάλληλα για τη σιτοκαλλιέργεια είναι τα όξινα και τα ισχυρώς εκπλυθέντα εδάφη. Ως προς την υφή του εδάφους, ο σπουδαιότερος ρόλος της, που επηρεάζει τις αποδόσεις του σιταριού, είναι η συγκράτηση της υγρασίας, ιδίως κατά την περίοδο των αυξημένων αναγκών των φυτών. Η αποδοτικότητα του σιταριού αυξάνεται από 1000 σε 3000 kg/ha καθώς αυξάνεται το διαθέσιμο νερό στην καλλιέργεια από 220 σε 440 mm. Στις ημίξηρες περιοχές η αγρανάπαυση θεωρείται απαραίτητη πρακτική για την αύξηση του αποθηκευμένου στο έδαφος νερού. Η απόδοση του σιταριού σχετίζεται θετικά και γραμμικά με το νερό του εδάφους που βρίσκεται ως απόθεμα για την καλλιέργεια και αυτή η σχέση είναι πιο σημαντική από τη σχέση με το εποχιακό νερό που χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια.

3.3. Λίπανση

Είναι γνωστό ότι με τη λίπανση αυξάνει η απόδοση μέχρι ενός ορίου πέρα από το οποίο η αύξηση της απόδοσης δεν καλύπτει την αξία του επιπλέον λιπάσματος (νόμος της μη ανάλογου απόδοσης). Η χρησιμοποίηση αυξημένων ποσοτήτων λιπασμάτων, πέρα από τη ζημιά που μπορεί να προκαλέσει στην καλλιέργεια αποτελεί και απειλή για το περιβάλλον. Η αποτελεσματικότητα της λιπάνσεως με κάποιο θρεπτικό στοιχείο δεν εξαρτάται μόνο από τις ανάγκες του φυτού σ' αυτό, ή την ύπαρξη νερού για την αξιοποίησή του, αλλά και από την ύπαρξη και των άλλων θρεπτικών στοιχείων σε ορισμένες (ισόρροπες) αναλογίες. Έτσι,

συνδυασμένη λίπανση με K και N και καθόλου λίπανση έδωσε καλύτερη απόδοση από μονομερή λίπανση (μόνο με K ή N). Σημαντικά ποσά ορισμένων στοιχείων όπως καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και θείου παραμένουν στο έδαφος μετά τη συγκομιδή. Αντίθετα, η μεγάλη μάζα του αζώτου και του φωσφόρου συσσωρεύεται στους καρπούς. Επίσης υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των φωσφορικών και αζωτούχων λιπασμάτων, κατά τους Boatwright & Haas (1961) το άζωτο αυξάνει τη διαθεσιμότητα των φωσφορικών στο έδαφος ή, το πιθανότερο, προωθεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και αυξάνει τις δυνατότητες απορρόφησης φωσφορικών από τα φυτά. Η απορρόφηση των φωσφορικών από το σιτάρι είναι άριστη σε θερμοκρασίες 18-27°C.

Άζωτο (N): Συνιστάται η δόση των 3-4 kg N το φθινόπωρο σε βασική λίπανση πριν ή κατά τη σπορά και με τη μορφή θειικής αμμωνίας. Σε υγρές ή αρδευόμενες περιοχές λιπαίνουν από 3-14 kg N/στρέμμα αν δεν προηγήθηκε ψυχανθές, ενώ σε αμμώδη εδάφη ημίξηρων περιοχών μόνο 1,5-4 kg N. Αν υπάρχουν ενδείξεις ελλείψεως προστίθενται επιφανειακά άλλα 2 kg N την άνοιξη σε νιτρική μορφή. Τέτοια έλλειψη μπορεί να παρουσιαστεί όταν οι συνθήκες του χειμώνα είναι δυσμενείς (ψύχος, υγρασία για νιτροποίηση), ενώ με τις πρώτες ζέστες τα νεαρά φυτά χρειάζονται άζωτο. Για να χρησιμοποιηθεί (και να μη βλάψει) η επιφανειακή λίπανση πρέπει να υπάρχει νερό.

Φώσφορος (P): Συνιστάται η δόση των 2-2,5 kg P το στρέμμα κάθε χρόνο μέχρι να διαπιστωθεί ότι η καλλιέργεια δεν αντιδρά. Στην περίοδο εντατικής ανάπτυξης των φυτών συνιστάται η εφαρμογή καλίου σε ποσότητα 2-3 kg το στέμμα.

3.4. Σπορά

Η επιλογή της ποικιλίας ρόλο στο γρήγορο και κανονικό φύτρωμα. Η ποσότητα του σπόρου που σπέρνεται στο στρέμμα κυμαίνεται πάρα πολύ ανάλογα με την ποιότητά του (βλαστικότητα, βάρος) και τις συνθήκες σποράς (εδαφικές, κλιματικές, υγρασιακές, εποχή σποράς, ενδεχόμενοι κίνδυνοι κλπ.).

Συνιστώνται ποσότητες από 15-22 kg σπόρου ανά στρέμμα, ανάλογα με την ποικιλία. Το σιτάρι στη χώρα μας σπέρνεται κατά κανόνα το φθινόπωρο τους μήνες Οκτώβριο –Νοέμβριο. Η σπορά γίνεται σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους από 14 έως 20 cm και οι αποστάσεις επί της γραμμής κυμαίνονται από 2,5 έως 5 cm. Το σύνηθες βάθος σποράς είναι 2,5-5 cm. Το μεγαλύτερο βάθος εφαρμόζεται σε ελαφρά χωράφια, πρώιμη σπορά και συνθήκες ελλείψεως υγρασίας. Οι γραμμές σποράς θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν παράλληλες με την κίνηση του ήλιου και κάθετες προς τους επικρατέστερους ανέμους της περιοχής για να εξασφαλιστούν αφ'ενός πλουσιότερος φωτισμός και αφ'ετέρου να μειωθούν οι επιπτώσεις από το ψύχος.

3.5. Συγκομιδή και Αποθήκευση

Στην Ελλάδα, το σιτάρι θερίζεται περίπου τέλη Ιουνίου, όταν το ενδοσπέρμιο είναι σκληρό και έχει υγρασία 25-35%. Σύγχρονος θεριζοαλωνισμός γίνεται 6-10 ημέρες αργότερα, ώστε να περιορισθεί το ποσοστό της υγρασίας, που δυσκολεύει τον αλωνισμό. Η αποθήκευση γίνεται με υγρασία καρπού κάτω του 14%, σε ξηρές και δροσερές αποθήκες μέσα σε μεταλλικά δοχεία ή σάκους ή χύμα, καθώς και σε μεγάλα σιλό. Ο ρυθμός αναπνοής του σπόρου με υγρασία κάτω του 14% και θερμοκρασία κάτω των 20 °C είναι βραδύς ώστε να μην διατρέχει κίνδυνο να ανάψει. Στην υγρασία των 8-10% και θερμοκρασία 4°C σταματά και η δραστηριότητα των εντόμων στην αποθήκη

4. Καλλιεργητική Τεχνική

Είναι γνωστό ότι η θεαματική αύξηση των αποδόσεων και της παραγωγικότητας στη γεωργία προέρχονται από τη συνδυασμένη δράση τριών παραγόντων:

A. Τη δημιουργία και διάδοση νέων ποικιλιών με υψηλότερο δυναμικό απόδοσης και καλύτερη ποιότητα.

B. Την εισαγωγή νέας βελτιωμένης τεχνολογίας στη σποροπαραγωγή.

Γ. Τη βελτιωμένη τεχνική υποστήριξη των καλλιεργειών.

Σε γενικές γραμμές η τεχνική υποστήριξη που προτείνεται για την καλλιέργεια του μαλακού σιταριού ισχύει και για τα υπόλοιπα χειμωνιάτικα σιτηρά με μία διαφοροποίηση μόνο, τη λίπανση.

Η τεχνική υποστήριξη της καλλιέργειας ή τεχνική της καλλιέργειας του μαλακού σιταριού περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες:

4.1. Προετοιμασία εδάφους για σπορά

Η προετοιμασία πρέπει να γίνεται στο στάδιο του "ρώγου", γιατί τότε λόγω των χαλαρών δεσμών μεταξύ των μορίων του εδάφους απαιτείται λιγότερη μηχανική ενέργεια και γιατί έτσι εξασφαλίζονται οι καλύτερες δυνατές συνθήκες υγρασίας και αερισμού για το φύτευμα του σπόρου και προεξοφλείται ο καλύτερος δυνατός θρυμματισμός του εδάφους. Οι ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και αερισμού μαζί με την ευνοϊκή θερμοκρασία (20°C) και τον καλό θρυμματισμό του εδάφους αποτελούν τις βασικές προϋποθέσεις για ομοιόμορφο και γρήγορο φύτευμα των φυταρίων και για την ομαλή ανάπτυξη της καλλιέργειας.

Πολύ σημαντικό στοιχείο που έχει σχέση με την προετοιμασία του εδάφους, τη διατήρηση της γονιμότητας, της υφής και της συνοχής των εδαφών είναι και ο χειρισμός των υπολειμμάτων του θεριζοαλωνισμού, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου το σιτηρό διαδέχεται σιτηρό επί σειρά ετών.

Είναι γνωστό ότι η συνοχή των εδαφών (σχηματισμός κολλοειδών) οφείλεται στην οργανική ουσία και στην άργιλο και ότι η βαθμιαία μείωση των ποσοστών τους στο έδαφος συνιστά τη διαδικασία της "ερημοποίησης" των εδαφών. Κάτω από τις ξηροθερμικές συνθήκες, της νότιας Ελλάδας κυρίως, αλλά και μέρους της κεντρικής (Θεσσαλία), τα φαινόμενα της οξειδωσης (καύσης) της οργανικής ουσίας είναι ιδιαίτερα έντονα και για το λόγο αυτό θα πρέπει να ενισχυθεί η διαδικασία της χουμοποίησης, ώστε να εξασφαλιστεί κάποιο μικρό πλεόνασμα οργανικής ουσίας. Αυτό μπορεί να γίνει με την αποφυγή των καλοκαιρινών καλλιεργητικών επεμβάσεων αφενός, γιατί εκθέτουν την οργανική ουσία σε οξειδώσεις, και με το παράχωμα των υπολειμμάτων του θεριζοαλωνισμού αφετέρου, στο τέλος του καλοκαιριού.

Επειδή η διαδικασία της χουμοποίησης απαιτεί ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας, που συνήθως επικρατούν στη χώρα μας τους μήνες Μάρτιο-Απρίλιο, δηλαδή

τότε που η καλλιέργεια έχει τις μεγάλες απαιτήσεις σε υγρασία και θρεπτικά στοιχεία, απαιτείται η ενίσχυση της καλλιέργειας με επιπλέον ποσότητα αζώτου. Σύμφωνα με μακροχρόνια πειράματα που έγιναν στο Ινστιτούτο Σιτηρών η ποσότητα αυτή, ανέρχεται σε 5-6 μονάδες ανά στρέμμα και πρέπει να χορηγείται ή το φθινόπωρο μετά το παράχωμα ή στην έναρξη του αδελφώματος, για να καλύψει τις ανάγκες των μικροοργανισμών που συμμετέχουν στη διαδικασία της χουμοποίησης. Αν δεν δοθεί αυτή η επιπλέον ποσότητα οι αποδόσεις θα μειωθούν. Η ευνοϊκή επίδραση του παραχώματος και της λίπανσης που το συνοδεύει έναντι του καψίματος της καλαμιάς γίνεται φανερή δυστυχώς μετά από ένα διάστημα 7-8 ετών εφαρμογής του. Αυτή η επιβάρυνση όμως, με την επί πλέον δαπάνη της ενισχυμένης λίπανσης, αποτελεί μακροχρόνια και σίγουρη επένδυση, αφού είναι γνωστό πια ότι κάθε χρόνο χάνονται στον πλανήτη τεράστιες εκτάσεις από την καλλιέργεια, εξαιτίας της μη σωστής χρήσης των εδαφών και των περιττών καλλιεργητικών επεμβάσεων.

4.2. Επιλογή του κατάλληλου είδους και της κατάλληλης για την περιοχή ποικιλίας

Πολύ σημαντικό είναι να είναι γνωστές οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής που θα εγκατασταθεί η καλλιέργεια, γιατί σε συνδυασμό με τις συνθήκες αγοράς, θα οδηγήσει στην επιλογή της παραγωγικότερης ποικιλίας μέσα στο καταλληλότερο για την περιοχή φυτικό είδος, με το καλύτερο δυνατό οικονομικό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα για περιοχές όπου οι χειμερινοί, αλλά και οι εαρινοί παγετοί, αποτελούν περιοριστικό παράγοντα, είναι μικρή η πιθανότητα να βρεθεί στο εμπόριο κάποια ποικιλία σκληρού σιταριού ή κριθαριού που να μπορεί να υπερτερεί του μαλακού σιταριού ή του τριτικάλε, τα οποία γενικά σαν είδη είναι ανθεκτικότερα στις χαμηλές θερμοκρασίες. Αντίθετα για περιοχές όπου ο περιοριστικός παράγοντας είναι η υγρασία, το κριθάρι έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να υπερτερεί των άλλων σιτηρών ώστε τελικά να προτιμηθεί σαν καλλιέργεια.

4.3. Επιλογή σπόρου

Ο σπόρος αποτελεί την αρχή και το τέλος κάθε καλλιεργητικής προσπάθειας. Από αυτόν εξαρτώνται το γρήγορο και κανονικό φύτρωμα, η πρώτη ανάπτυξη των φυτών, η καθαρότητα και ομοιογένεια της καλλιέργειας και τέλος η απόδοση και η ποιότητα. Για τους λόγους αυτούς θα πρέπει ο σπόρος που θα χρησιμοποιήσουμε να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- α. Να ανήκει στην ποικιλία που επιλέξαμε να καλλιεργήσουμε.
- β. Να είναι καθαρός, δηλαδή απαλλαγμένος από σπόρους ζιζανίων ή άλλων ποικιλιών.
- γ. Να είναι απαλλαγμένος από ασθένειες και έντομα.
- δ. Να είναι απολυμασμένος.
- ε. Να μην περιέχει σπασμένους σπόρους ή σπασμένα έμβρυα.
- στ. Να είναι κατά το δυνατόν ομοιόμορφος σε μέγεθος και γεμάτος.
- ζ. Να έχει υψηλή φυτρωτική ικανότητα και βλαστική δύναμη.

Σπόρος που πληροί τις παραπάνω προϋποθέσεις διατίθεται από σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις. Αυτός, εφόσον δεν υποστεί ανάμειξη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δύο, σπάνια σε τρεις διαδοχικές καλλιεργητικές περιόδους και στη συνέχεια θα πρέπει να ανανεωθεί. Η ανανέωσή του, η προμήθεια δηλαδή πιστοποιημένου σπόρου κάθε δύο, τρία χρόνια, είναι απαραίτητη, γιατί η ποικιλία με τις διαδοχικές καλλιέργειες χάνει μεγάλο ποσοστό από την ομοιογένειά της και οι αποδόσεις πέφτουν σημαντικά. Η απώλεια αυτή της ομοιογένειας και απόδοσης οφείλεται σε φυσικές μεταλλάξεις, σε φυσικές διασταυρώσεις, σε φυσική επιλογή, σε αναμίξεις κατά τον αλωνισμό αλλά και σε άλλους λιγότερο σημαντικούς παράγοντες.

4.4. Σωστή σπορά

Τα κύρια σημεία που πρέπει να προσεχθούν είναι το βάθος σποράς (3-5 εκατοστά), η ομοιόμορφη κατανομή του σπόρου κατά μήκος των γραμμών σποράς, η απόθεση των σπόρων στο ίδιο βάθος και η χρησιμοποίηση της σωστής ποσότητας σπόρου για κάθε ποικιλία και για κάθε χωράφι. Για κάθε ποικιλία υπάρχει μία άριστη ποσότητα σπόρου που οδηγεί στη μέγιστη απόδοση και αυτό μπορεί να βρεθεί μόνο έπειτα από πειραματισμό.

Για το λόγο αυτό καλό είναι να ακολουθηθούν οι παρακάτω οδηγίες προκειμένου να βρεθεί αυτή η άριστη ποσότητα. Για πολύ καλή απόδοση απαιτείται η παρουσία περίπου 500.000 φυτών ανά στρέμμα. Εάν είναι γνωστό το βάρος χιλίων σπόρων της ποικιλίας με την απλή

μέθοδο των τριών βρίσκουμε την ποσότητα σπόρου που θα πρέπει να σπαρθεί σε ένα στρέμμα. Έστω για παράδειγμα ότι το βάρος χιλίων σπόρων της ποικιλίας είναι 40 γραμμάρια και ότι η βλαστική τους ικανότητα είναι 100%. Για να επιτευχθεί πυκνότητα 500.000 φυτών ανά στρέμμα χρειάζεται :

$$500.000 \times (40 \text{ γρ.} / 1000) = 20.000.000/1000 = 20.000 \text{ γρ.} = 20 \text{ κιλά σπόρο.}$$

Εάν η ποικιλία δεν αδελφώνει καλά ή οι σπόροι έχουν μικρότερη βλαστική ικανότητα, θα πρέπει να αυξηθεί ανάλογα η ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα. Επίσης αυτή θα πρέπει να αυξηθεί εάν οι συνθήκες σποράς δεν είναι ευνοϊκές (κακή προετοιμασία, ξηρασία κ.ά.) και αναμένονται απώλειες από κατανομή σπόρου σε μεγάλα βάθη ή από πουλιά και τρωκτικά.

Πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ότι η πολύ πυκνή σπορά αυξάνει το ύψος της ποικιλίας και την καθιστά ευαίσθητη στο πλάγιασμα και τις ασθένειες, επειδή τα φυτά ανταγωνίζονται για το φως και το καλάμι τους γίνεται λεπτό και ευαίσθητο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την ποικιλία Βεργίνα η άριστη ποσότητα σπόρου είναι 16-18 κιλά/στρέμμα και για την ποικιλία Γεκόρα 18-20 κιλά. Η Γεκόρα είναι μεγαλόσπερμη με βάρος χιλίων σπόρων 40-45 γραμμάρια έναντι 30-35 της Βεργίνας.

Ένα άλλο στοιχείο που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η εποχή σποράς και η κατεύθυνση των γραμμών σποράς. Οι πρώιμες ποικιλίες, όπως η Γεκόρα, πρέπει να σπέρνονται προς το τέλος της περιόδου σποράς της κάθε περιοχής και οι οψιμότερες, όπως οι Βεργίνα, Δίο, Αιγές, Τζενερόζο κ.ά., στην αρχή της.

Οι γραμμές της σποράς θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν παράλληλες με την κίνηση του ήλιου και κάθετες προς τους επικρατέστερους ανέμους της περιοχής για να εξασφαλιστούν αφενός πλουσιότερος φωτισμός και αφετέρου να μειωθούν οι επιπτώσεις από το ψύχος.

Τέλος, η σπορά θα πρέπει να γίνει κατά το δυνατόν αμέσως μετά την προετοιμασία του χωραφιού για να μη χαθεί η υγρασία και για να μη δοθεί το προβάδισμα στην ανάπτυξη ζιζανίων.

4.5. Λίπανση

Όπως ήδη αναφέρθηκε οι σύγχρονες ποικιλίες για να δώσουν μεγάλες αποδόσεις απαιτούν ισχυρή τεχνική υποστήριξη. Η λίπανση αποτελεί τη βάση αυτής της υποστήριξης και θα πρέπει να δίδεται στον κατάλληλο χρόνο και με τις ευνοϊκότερες δυνατές συνθήκες αξιοποίησης. Με τη λίπανση αυξάνει η απόδοση, αλλά μέχρι ενός ορίου πέρα από το οποίο η αύξηση της απόδοσης δεν καλύπτει την αξία του επί πλέον λιπάσματος (νόμος της μη ανάλογου απόδοσης). Η χρησιμοποίηση αυξημένων ποσοτήτων λιπασμάτων, πέρα από τη ζημιά που μπορεί να προκαλέσει στην καλλιέργεια (κυρίως σε ξηροθερμική άνοιξη) αποτελεί και απειλή για το περιβάλλον.

Δυστυχώς δεν μπορεί να υπάρξει μία και μόνη συνταγή για όλα τα είδη σιτηρών και τις ποικιλίες τους, γιατί η λίπανση αλληλοεπιδρά με το γενότυπο της ποικιλίας και με το περιβάλλον και οδηγεί στη διαφοροποίηση και της απόδοσης και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Πάντως θα πρέπει να είναι γνωστό ότι η ποσότητα και ο τύπος της λίπανσης καθορίζονται από το επίπεδο της αναμενόμενης παραγωγής, από την αντοχή της ποικιλίας στο πλάγιασμα, από την προηγούμενη καλλιέργεια και από την επίδραση της λίπανσης στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.

Από πειράματα που έχουν γίνει στο Ινστιτούτο Σιτηρών ο καλύτερος λιπαντικός συνδυασμός για το μαλακό σιτάρι είναι ο (9+9)-8-8, που σημαίνει 9 κιλά αζώτου ανά στρέμμα στη σπορά και άλλα 9 στο αδελφωμα και 8 κιλά φωσφόρου και 8 κιλά καλίου ανά στρέμμα κατά τη σπορά. Ειδικότερα για τις ποικιλίες Βεργίνα και Γεκόρα ο καλύτερος λιπαντικός συνδυασμός είναι (6+6)-8-8 και (9+9)-8-8 αντίστοιχα. Τα ίδια περίπου ισχύουν και για το τριτικάλε.

Σε περιπτώσεις όπου το έδαφος έχει όξινο pH το επιφανειακό άζωτο πρέπει να χορηγείται με τη μορφή της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Η επιφανειακή λίπανση θα πρέπει να συνοδεύεται από συνθήκες υγρασίας ευνοϊκές για τη διαλυτοποίηση και διήθηση του αζώτου στο έδαφος (βροχή ή άρδευση).

Το κάλιο χορηγείται επίσης στη σπορά γιατί είναι δυσδιάλυτο και απαιτούνται οι βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και του χειμώνα για τη διαλυτοποίησή του. Τα εδάφη της

χώρας μας είναι πλούσια σε κάλιο και σπάνια χρειάζεται η προσθήκη του. Συνήθως η έλλειψη της απαραίτητης υγρασίας στο έδαφος οδηγεί στην εκδήλωση φαινομένων έλλειψης καλίου στα φυτά.

4.6. Άρδευση

Τα χειμωνιάτικα σιτηρά έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό (70% επί του συνόλου) τη χρονική περίοδο μεταξύ καλαμώματος και άνθησης. Η περίοδος αυτή αρχίζει περίπου στα μέσα Μαρτίου και τελειώνει στα μέσα Μαΐου και είναι για τη χώρα μας η περίοδος με τις λιγότερες βροχοπτώσεις, τουλάχιστον στα κεντρικά και νότια διαμερίσματα. Στις περιοχές αυτές τα χειμωνιάτικα σιτηρά σπάνια ωριμάζουν φυσιολογικά. Συνήθως εκεί ο βιολογικός κύκλος των φυτών, κλείνει βίαια κάτω από τις ξηροθερμικές συνθήκες των μηνών Μαρτίου, Απριλίου και Μαΐου. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι εκεί οι πρώιμες ποικιλίες αποδίδουν καλύτερα.

Στις βορειοανατολικές περιοχές της χώρας (μέρος της Θεσσαλίας, Μακεδονία και Θράκη) οι συνθήκες είναι καλύτερες και οι κίνδυνοι από την ξηρασία μικρότεροι. Παρόλα αυτά όμως κι εδώ υπάρχει πάντα ο κίνδυνος υδατικής στέρσης. Για τους λόγους αυτούς και επειδή οι νέες ποικιλίες που σήμερα καλλιεργούνται στη χώρα μας έχουν υψηλό δυναμικό απόδοσης, μία τουλάχιστον άρδευση κοντά στο ξεστάχιασμα, εφόσον υπάρχει ανάγκη και δυνατότητα εφαρμογής, πρέπει να γίνεται αφού το κόστος εφαρμογής του υπερκαλύπτεται από την αυξημένη απόδοση.

4.7. Καταπολέμηση ζιζανίων

Επειδή τα χειμωνιάτικα σιτηρά καλλιεργούνται συνήθως σε εκτάσεις όπου άλλες καλλιέργειες δε μπορούν να τις αξιοποιήσουν ανταγωνιστικά, παρατηρείται το φαινόμενο της επί σειρά ετών καλλιέργειας στο ίδιο χωράφι του ίδιου είδους και πολλές φορές της ίδιας ποικιλίας φυτού. Ένα από τα δυσάρεστα αποτελέσματα αυτού του τρόπου διαχείρισης τεράστιων εκτάσεων στη χώρα μας, είναι η ανάπτυξη και διάδοση ζιζανίων με βιολογία παράλληλη με αυτή των χειμωνιάτικων σιτηρών.

Τέτοια ζιζάνια είναι τα αγρωστώδη *Lolium* spp., *Agropyron repens*, *Festuca* spp., *Falaris* spp., *Milium vernale*, *Avena fatua* και *Bromus* spp.

Τα ζιζάνια αυτά πέρα από το γεγονός ότι απαιτούν εφαρμογή εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων, ώστε να μη ζημιώνεται σημαντικά η καλλιέργεια, έχουν αναπτύξει γενοτύπους ανθεκτικούς στα συνήθη ζιζανιοκτόνα, λόγω της επί σειρά ετών εφαρμογής ορμονικών ζιζανιοκτόνων. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και με τα πλατύφυλλα ζιζάνια *Galium* spp., *Chrysanthemum segetum*, *Anthemis* spp., *Chamomila recutita*, *Bifora radians*, τα οποία έχουν αναπτύξει κάποια μορφή αντοχής στα ορμονικά ζιζανιοκτόνα.

Παράλληλα η αυξημένη αζωτούχος λίπανση βοήθησε στην αύξηση των πληθυσμών των πλατύφυλλων ζιζανίων *Anthemis* spp., *Chamomila recutita*, *Sinapis arvensis* και *Stellaria media*. Υπάρχει ακόμη μία κατηγορία ζιζανίων, που είτε αντέχουν στη σκιά όπως τα *Viola arvensis*, *Chenopodium album* και *Stellaria media*, είτε είναι ικανά να αναρριχώνται για να βρουν ευνοϊκές συνθήκες φωτισμού όπως τα *Polygonum convolvulus* και *Galium* spp.

Γενικά τα προβλήματα που δημιουργούνται από τα ζιζάνια, αφορούν τη μείωση της απόδοσης και την υποβάθμιση της ποιότητας, τις δυσκολίες κατά τη συγκομιδή και την εμφάνιση του φαινομένου της αλληλοπάθειας.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι ο έλεγχος των ζιζανίων στις καλλιέργειες των χειμωνιάτικων σιτηρών μόνο με χημικά μέσα, γίνεται διαρκώς όλο και δυσκολότερος, γιατί απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και σημαντική οικονομική επιβάρυνση. Η βιολογική καταπολέμηση των ζιζανίων από την άλλη πλευρά, δε μπορεί να προσφέρει σημαντική βοήθεια ακόμη και απαιτείται πολύς δρόμος ακόμη ώστε να ελέγχονται τα σημαντικότερα ζιζάνια.

Έτσι σήμερα ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου των ζιζανίων πρέπει να περιλαμβάνει τις παρακάτω δραστηριότητες:

- α. Σωστή προετοιμασία του εδάφους που να διευκολύνει τη σπορά σε ομοιόμορφο βάθος.
- β. Έγκαιρη και σωστή σπορά κάτω από άριστες, κατά το δυνατόν, συνθήκες υγρασίας, αερισμού και θερμοκρασίας του εδάφους, που δίνουν προβάδισμα στην εξέλιξη της καλλιέργειας.
- γ. Εφαρμογή προφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας.
- δ. Μεταφυτρωτικός έλεγχος των ζιζανίων που αναμένεται να ζημιώσουν την παραγωγή.

ε. Εναλλαγή του σιτηρού κάθε τρία χρόνια με σκαλιστική καλλιέργεια, εφόσον είναι εφικτή και όχι υποδεέστερη οικονομικά.

στ. Περιορισμός στην αλόγιστη χρήση λιπασμάτων που αυξάνουν την ευαισθησία της καλλιέργειας στα ζιζανιοκτόνα, ευνοούν την εξάπλωση των αζωτόφιλων ζιζανίων και πιθανά αλλοιώνουν το pH του εδάφους.

ζ. Εναλλαγή των ορμονικών με άλλα ζιζανιοκτόνα.

η. Επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας για τη συγκεκριμένη περιοχή και σπορά στην κατάλληλη πυκνότητα.

4.8. Καταπολέμηση ασθενειών

Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα είναι προϊόντα πολυδιασταυρώσεων και έχει καταβληθεί ιδιαίτερη προσπάθεια για εξασφάλιση αντοχής ή ανοχής, τουλάχιστον στις κυριότερες ασθένειες όπως οι τρεις σκωριάσεις (μαύρη, καστανή και κίτρινη), το ωίδιο, το ρυγχοσπόριο του κριθαριού, η εργοτίαση, οι σεπτοριάσεις και οι ελμινθοσποριάσεις. Η αντοχή αυτή όμως ποτέ δεν είναι απόλυτη και διαρκής, γιατί τα παθογόνα αναπτύσσουν συνεχώς νέες φυλές στις οποίες τελικά οι καλλιεργούμενες ποικιλίες υποκύπτουν.

Αυτό συμβαίνει γιατί οι ποικιλίες που καλλιεργούνται δεν έχουν παραλλακτικότητα (είναι μονογενότυποι) και δεν μπορεί η επιλογή για αντοχή στις ασθένειες, μέσα στην ποικιλία, να έχει αποτέλεσμα. Έτσι απαιτείται διαρκώς η δημιουργία νέων ποικιλιών.

Η καταπολέμηση, ως εκ τούτου, των ασθενειών στα σιτηρά με χημικά μέσα, τουλάχιστον στον Ελληνικό χώρο, σπάνια είναι αναγκαία και έχει σημαντικό κόστος, που είναι αμφίβολο αν καλύπτεται από την επί πλέον απόδοση. Παρόλα αυτά, στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται ποικιλίες με υψηλό δυναμικό απόδοσης και η καλλιέργειά τους γίνεται κάτω από άριστες συνθήκες νερού και λίπανσης, είναι πολύ πιθανό να απαιτηθεί επί πλέον δαπάνη για προστασία της καλλιέργειας από το ωίδιο και τις σκωριάσεις. Πρέπει πάντως να γνωρίζουμε ότι υπάρχουν διάφοροι καλλιεργητικοί χειρισμοί που μετριάζουν τις ζημιές που προκαλούνται από τις ασθένειες, όπως η κανονική πυκνότητα φυτών και η ισορροπημένη λίπανση.

Σήμερα, η αντιμετώπιση ασθενειών που μεταφέρονται με το σπόρο, όπως οι άνθρακες, ο δαυλίτης κ.ά., είναι πολύ εύκολη και γίνεται με απολύμανση του σπόρου κατά τη συσκευασία και τυποποίηση του σπόρου ή κατευθείαν στη σπαρτική μηχανή κατά τη σπορά.

Για τις ασθένειες του ριζικού συστήματος και του λαιμού, πέρα από την επιλογή ποικιλιών με αντοχή, είναι απαραίτητη η βελτίωση των συνθηκών στράγγισης του χωραφιού, της πυκνότητας των φυτών (λιγότερα φυτά) και του λιπαντικού συνδυασμού (λιγότερο άζωτο).

Υπάρχουν όμως και οι ιώσεις που μεταφέρονται με έντομα, μύκητες ή μηχανικά, για την αντιμετώπιση των οποίων απαιτείται η επιλογή ανθεκτικής ποικιλίας.

4.9. Καταπολέμηση εντόμων

Μεγάλο μέρος της παραγωγής τροφίμων στον πλανήτη μας, χάνεται κάθε χρόνο από τις ζημιές που προκαλούν τα έντομα, είτε αυτά προσβάλλουν τα φυτά στο χωράφι είτε τον καρπό στις αποθήκες. Ο χημικός έλεγχος των πληθυσμών των εντόμων προσέφερε μεγάλες υπηρεσίες στη διατροφή του ανθρώπινου είδους, αποτέλεσε όμως και την αρχή ενός φαύλου κύκλου αλληλεπίδρασης φαρμάκων, εντόμων, φυτών με άμεσες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στον άνθρωπο που είναι οι τελικοί αποδέκτες. Τα τελευταία χρόνια καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια για διάδοση της βιολογικής καταπολέμησης των εντόμων όπου υπάρχει σοβαρό πρόβλημα.

Η βιολογική καταπολέμηση συνίσταται απλά στην αντιγραφή και ενίσχυση ορισμένων μηχανισμών που χρησιμοποιεί η φύση, με σκοπό τον έλεγχο της αύξησης των πληθυσμών των εντόμων. Στη βιολογική καταπολέμηση ενισχύεται η εξάπλωση ορισμένων ασθενειών των εντόμων και η αύξηση του πληθυσμού άλλων ωφέλιμων εντόμων που χρησιμοποιούν στην τροφική τους αλυσίδα κάποιο στάδιο ανάπτυξης του βλαβερού εντόμου. Πάντως η βιολογική καταπολέμηση δεν είναι ακόμη αποτελεσματική και εφαρμόσιμη για όλα τα έντομα που παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον.

Για τους λόγους αυτούς κυρίως η χημική καταπολέμηση, η οποία θα πρέπει να χρησιμοποιείται υπεύθυνα και προσεκτικά και σε κάποιο βαθμό η καλλιεργητική τεχνική εξακολουθούν να αποτελούν τις πρακτικές κατά των εντόμων.

4.10 Ελάχιστη καλλιέργεια

Με τον όρο αυτό περιγράφεται κάθε διαδικασία που μειώνει στο ελάχιστο δυνατό τις επεμβάσεις στο έδαφος πριν από τη σπορά. Υπάρχουν σήμερα διαθέσιμες διάφορες τεχνικές σποράς με μειωμένη κατεργασία του εδάφους, που σε αρκετές περιπτώσεις δίνουν μεσοπρόθεσμα καλύτερο αποτέλεσμα από αυτό που πετυχαίνουμε με την κλασική μέθοδο προετοιμασίας του εδάφους για σπορά. Μακροπρόθεσμα όμως οι επιδράσεις από την ελάχιστη καλλιέργεια δεν φαίνεται να είναι θετικές, τουλάχιστον ως προς την απόδοση γιατί δημιουργούνται προβλήματα με την καταπολέμηση των ζιζανίων, τη συμπάγεια του εδάφους κ.ά. Θετικά αποτελέσματα από την εφαρμογή ελάχιστης καλλιέργειας αναφέρονται σε σχέση με την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση και τη διατήρηση της υγρασίας στο έδαφος.

Πάντως, στην περίπτωση της εφαρμογής της ελάχιστης καλλιέργειας στα χειμωνιάτικα σιτηρά, είναι απαραίτητη η κάθε 3-4 χρόνια εφαρμογή του παραδοσιακού τρόπου προετοιμασίας του εδάφους για σπορά, η οποία περιλαμβάνει και αναστροφή.

Με τον τρόπο αυτό μετριάζονται τα προβλήματα που έχουν σχέση με τη συμπάγεια και την καταπολέμηση των ζιζανίων

4.11. Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά βοηθά στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, την καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων, τον έλεγχο των εχθρών, ασθενειών, ζιζανίων και τελικά στην σταθεροποίηση των αποδόσεων.

Η δυνατότητα εφαρμογής αμειψισποράς στα χειμερινά σιτηρά είναι περιορισμένη. Τα χειμερινά σιτηρά καλλιεργούνται σε περιοχές που δεν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης. Σε λίγες περιπτώσεις καλλιεργούνται κυρίως σιτάρι και λιγότερο κριθάρι ζυθοποιίας, σε αρδευόμενα εδάφη. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπαίνουν στο σύστημα αμειψισποράς των εαρινών καλλιεργειών όταν παρουσιαστούν προβλήματα όπως εχθροί, ασθένειες, αύξηση των πολυετών ζιζανίων. Οι καλλιέργειες που θα επιλεγτούν για την αμειψισπορά με τα χειμερινά σιτηρά θα πρέπει να αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες για να σπέρνονται το φθινόπωρο, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες τους σε νερό από τις βροχοπτώσεις. Τέτοιες

καλλιέργειες για το νομό θα μπορούσαν να είναι τα χειμερινά ψυχανθή, καρποδοτικά ή χορτοδοτικά.

Το πλεονέκτημα των ψυχανθών είναι ότι λόγω της ικανότητας αζωτοδέσμευσης ικανοποιούν ένα μέρος των αναγκών τους σε άζωτο από την ατμόσφαιρα και αφήνουν υπολείμματα στο έδαφος πλούσια σε άζωτο. Παρουσιάζουν όμως πολλά μειονεκτήματα με τα χειμερινά σιτηρά και έτσι δεν προτιμώνται από τους παραγωγούς.

Τα σπουδαιότερα μειονεκτήματα είναι η μικρότερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες, οι μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία, η ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών, η δυσκολία μηχανικής συγκομιδής στα περισσότερα από αυτά λόγω του πλαγιάσματος.

Άλλες φθινοπωρινές καλλιέργειες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι ορισμένα φθινοπωρινά ελαιοδοτικά φυτά όπως η ελαιοκράμβη, το λινάρι και από τα ανοιξιάτικα ελαιοδοτικά, ο ηλίανθος. Ο ηλίανθος παρόλο που είναι ανοιξιάτικη καλλιέργεια σε ορισμένες περιοχές μπορεί να καλλιεργηθεί χωρίς άρδευση. Λόγω της σχετικής αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να σπαρθεί πρώιμα και έτσι να καλύψει ένα μέρος των αναγκών από τις βροχοπτώσεις του χειμώνα.

Η εναλλαγή των χειμερινών σιτηρών μεταξύ τους δεν μπορεί να θεωρηθεί αμειψισπορά επειδή έχουν τις ίδιες ασθένειες και εχθρούς και τις ίδιες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Επιπλέον πρέπει να αποφεύγεται γιατί οι σπόροι που πέφτουν στο έδαφος κατά την συγκομιδή, φυτρώνουν στην επόμενη καλλιέργεια και δημιουργείται πρόβλημα καθαρότητας σπόρων της επόμενης καλλιέργειας.

Αυτά έχουν ως συνέπεια οι παραγωγοί να εφαρμόζουν επί σειρά ετών μονοκαλλιέργεια. Η χρησιμοποίηση λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και ορισμένων εντομοκτόνων διατηρεί την απόδοση στις περισσότερες περιοχές σε ικανοποιητικά επίπεδα παράλληλα έχουμε αύξηση κόστους παραγωγής. Σε ορισμένες όμως περιοχές η μονοκαλλιέργεια των σιτηρών οδήγησε σε υποβάθμιση των εδαφών και τελικά δε σημαντική μείωση των αποδόσεων.

Σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση συνιστάται η καλλιέργεια σιτηρών στο ίδιο χωράφι κάθε δύο χρόνια. Την ενδιάμεση χρονιά το έδαφος ή μένει ακαλλιέργητο ή καλλιεργείται για την καταπολέμηση των ζιζανίων και την ευκολότερη είσοδο του νερού στο έδαφος. Το διετές σύστημα αμειψισποράς αγρανάπαυση-σιτηρό βοηθά στο να αποθηκευτεί

υγρασία στο έδαφος κατά το έτος της αγρανάπαυσης, ώστε η επόμενη καλλιέργεια να ωφεληθεί από τις βροχοπτώσεις των δύο ετών. Παρόλο ότι με την αγρανάπαυση εξοικονομείται μικρή ποσότητα υγρασίας για την επόμενη καλλιέργεια αλλά και η μικρή αυτή ποσότητα σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της καλλιέργειας των χειμερινών σιτηρών. Η καλλιέργεια φυτού χλωρής λίπανσης το έτος της αγρανάπαυσης δεν συνιστάται γιατί ενώ το όφελος από την χλωρή λίπανση είναι μικρό, έχουμε σημαντική απώλεια υγρασίας από το έδαφος.

ΚΡΙΘΑΡΙ

Το κριθάρι είναι το δεύτερο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό μετά το σιτάρι. Η παγκόσμια παραγόμενη όμως ποσότητα κριθαριού ανέρχεται περίπου στο ένα πέμπτο της παραγωγής του σιταριού. Δεν είναι πλήρως εξακριβωμένη η περιοχή καταγωγής του κριθαριού. Πιθανές περιοχές θεωρούνται η κοιλάδα του Νείλου, η Αιθιοπία, η μέση Ανατολή ή το Θιβέτ. Είναι όμως αρκετά σίγουρο ότι συγκαταλέγεται μεταξύ των πρώτων καλλιεργηθέντων σιτηρών, περίπου την ίδια εποχή κατά την οποία εξημερώθηκε το σιτάρι. καλλιεργήθηκε στη Μέση Ανατολή πριν από 10.000 π.Χ. αρχικά καλλιεργήθηκε το δίστιχο κριθάρι και αργότερα, περίπου το 6.000 π.Χ. το εξάστιχο. Στην αρχαία Αίγυπτο το ψωμί από κριθάρι και η μπύρα από κριθάρι ήταν συνηθισμένα στη διατροφή του ανθρώπου από το 3.200 π.Χ. (Wikipedia contributors 2006).

1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

1.1. Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά βοηθά στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, την καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων, τον έλεγχο των εχθρών, ασθενειών, ζιζανίων και τελικά στην σταθεροποίηση των αποδόσεων.

Η δυνατότητα εφαρμογής αμειψισποράς στα χειμερινά σιτηρά είναι περιορισμένη. Τα χειμερινά σιτηρά καλλιεργούνται σε περιοχές που δεν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης. Σε λίγες περιπτώσεις καλλιεργούνται κυρίως σιτάρι και λιγότερο κριθάρι ζυθοποιίας, σε αρδευόμενα εδάφη. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπαίνουν στο σύστημα αμειψισποράς των εαρινών καλλιεργειών όταν παρουσιαστούν προβλήματα όπως εχθροί, ασθένειες, αύξηση των

πολυετών ζιζανίων. Οι καλλιέργειες που θα επιλεχτούν για την αμειψισπορά με τα χειμερινά σιτηρά θα πρέπει να αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες για να σπέρνονται το φθινόπωρο, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες τους σε νερό από τις βροχοπτώσεις. Τέτοιες καλλιέργειες για το νομό θα μπορούσαν να είναι τα χειμερινά ψυχανθή, καρποδοτικά ή χορτοδοτικά.

Το πλεονέκτημα των ψυχανθών είναι ότι λόγω της ικανότητας αζωτοδέσμευσης ικανοποιούν ένα μέρος των αναγκών τους σε άζωτο από την ατμόσφαιρα και αφήνουν υπολείμματα στο έδαφος πλούσια σε άζωτο. Παρουσιάζουν όμως πολλά μειονεκτήματα με τα χειμερινά σιτηρά και έτσι δεν προτιμώνται από τους παραγωγούς.

Τα σπουδαιότερα μειονεκτήματα είναι η μικρότερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες, οι μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία, η ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών, η δυσκολία μηχανικής συγκομιδής στα περισσότερα από αυτά λόγω του πλαγιάσματος.

Άλλες φθινοπωρινές καλλιέργειες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι ορισμένα φθινοπωρινά ελαιοδοτικά φυτά όπως η ελαιοκράμβη, το λινάρι και από τα ανοιξιάτικα ελαιοδοτικά, ο ηλίανθος. Ο ηλίανθος παρόλο που είναι ανοιξιάτικη καλλιέργεια σε ορισμένες περιοχές μπορεί να καλλιεργηθεί χωρίς άρδευση. Λόγω της σχετικής αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να σπαρθεί πρώιμα και έτσι να καλύψει ένα μέρος των αναγκών από τις βροχοπτώσεις του χειμώνα.

Η εναλλαγή των χειμερινών σιτηρών μεταξύ τους δεν μπορεί να θεωρηθεί αμειψισπορά επειδή έχουν τις ίδιες ασθένειες και εχθρούς και τις ίδιες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Επιπλέον πρέπει να αποφεύγεται γιατί οι σπόροι που πέφτουν στο έδαφος κατά την συγκομιδή, φυτρώνουν στην επόμενη καλλιέργεια και δημιουργείται πρόβλημα καθαρότητας σπόρων της επόμενης καλλιέργειας.

Αυτά έχουν ως συνέπεια οι παραγωγοί να εφαρμόζουν επί σειρά ετών μονοκαλλιέργεια. Η χρησιμοποίηση λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και ορισμένων εντομοκτόνων διατηρεί την απόδοση στις περισσότερες περιοχές σε ικανοποιητικά επίπεδα παράλληλα έχουμε αύξηση κόστους παραγωγής. Σε ορισμένες όμως περιοχές η μονοκαλλιέργεια των σιτηρών οδήγησε σε υποβάθμιση των εδαφών και τελικά δε σημαντική μείωση των αποδόσεων.

Σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση συνιστάται η καλλιέργεια σιτηρών στο ίδιο χωράφι κάθε δύο χρόνια. Την ενδιάμεση χρονιά το έδαφος ή μένει ακαλλιέργητο ή

καλλιεργείται για την καταπολέμηση των ζιζανίων και την ευκολότερη είσοδο του νερού στο έδαφος. Το διετές σύστημα αμειψισποράς αγρανάπαυση-σιτηρό βοηθά στο να αποθηκευτεί υγρασία στο έδαφος κατά το έτος της αγρανάπαυσης, ώστε η επόμενη καλλιέργεια να ωφεληθεί από τις βροχοπτώσεις των δύο ετών. Παρόλο ότι με την αγρανάπαυση εξοικονομείται μικρή ποσότητα υγρασίας για την επόμενη καλλιέργεια αλλά και η μικρή αυτή ποσότητα σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της καλλιέργειας των χειμερινών σιτηρών. Η καλλιέργεια φυτού χλωρής λίπανσης το έτος της αγρανάπαυσης δεν συνιστάται γιατί ενώ το όφελος από την χλωρή λίπανση είναι μικρό, έχουμε σημαντική απώλεια υγρασίας από το έδαφος.

1.2. Κατεργασία του εδάφους και συστήματα καλλιέργειας

Ο χρόνος και ο τρόπος προετοιμασίας του εδάφους για την σπορά εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, η εποχή συγκομιδής της προηγούμενης καλλιέργειας, η ύπαρξη πολυετών ζιζανίων, ο όγκος των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας.

Στον κανονικό τρόπο κατεργασίας του εδάφους προηγείται το όργωμα. Όταν ο παραγωγός εφαρμόζει μονοκαλλιέργεια σιτηρών τότε το όργωμα γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου. Όργωμα το καλοκαίρι πρέπει να αποφεύγεται γιατί το έδαφος είναι πολύ ξηρό, χάνεται και η υγρασία του εδάφους και προκαλείται φθορά στα γεωργικά μηχανήματα. Θερινό όργωμα συνιστάται όταν υπάρχουν πολυετή ζιζάνια για να έρθουν τα υπόγεια αναπαραγωγικά του όργανα στην επιφάνεια και να καταστραφούν από τις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία. Όταν τα χειμερινά σιτηρά μπαίνουν σε σύστημα αμειψισποράς με ανοιξιάτικες καλλιέργειες τότε το όργωμα γίνεται το φθινόπωρο αμέσως μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας. Το όργωμα δεν πρέπει να γίνεται σε μεγάλο βάθος καθόσον ο κύριος όγκος του ριζικού συστήματος των σιτηρών βρίσκεται στα πρώτα 30 cm του εδάφους. Βαθύτερο όργωμα συνιστάται όταν η προηγούμενη καλλιέργεια αφήνει μεγάλο όγκο φυτικών υπολειμμάτων για να γίνει ευκολότερα η ενσωμάτωσή τους.

Η επόμενη καλλιεργητική εργασία που γίνεται λίγο πριν από την σπορά είναι το δισκοσβάρνισμα για τον ψιλοχωματισμό του εδάφους. Το έδαφος δεν θα πρέπει να είναι πολύ υγρό γιατί δημιουργούνται μεγάλοι σβώλοι που στην συνέχεια είναι δύσκολο να σπάσουν. Εάν

μετά την δισκοσβάρνα συνεχίζουν να υπάρχουν μεγάλοι σβώλοι τότε γίνεται και μια επιπλέον κατεργασία με απλό καλλιεργητή που συνοδεύεται πίσω από έναν ελαφρύ κύλινδρο για μικροϊσοπεδώσεις. Το έδαφος δεν χρειάζεται να είναι πολύ ψιλοχωματισμένο για την σπορά των χειμερινών σιτηρών.

Εκτός της μεγαλύτερης δαπάνης που χρειάζεται για την εκτέλεση πολλών ελαφρών καλλιεργητικών εργασιών, οι μικροί σβώλοι είναι επιθυμητοί γιατί προστατεύουν τα νεαρά φυτά από το κρύο και τον αέρα, βοηθούν τη δημιουργία πλούσιου ριζικού συστήματος και μεγαλύτερο αδέρφωμα. Κατά την διάρκεια του χειμώνα οι σβώλοι σπάζουν και παραχωρούν τη βάση των φυτών. Επιπλέον εμποδίζουν τη συμπίεση του εδάφους και τη δημιουργία κρούστας από τις βροχές του χειμώνα.

Τα τελευταία χρόνια διαμορφώθηκαν νέα συστήματα κατεργασίας του εδάφους. Όπως είναι η μειωμένη καλλιέργεια και η ακαλλιέργεια. Στην μειωμένη καλλιέργεια υποκαθίσταται το όργωμα κατά το οποίο γίνεται αναστροφή του εδάφους με απλή αναμόχλευση στο ίδιο βάθος με το όργωμα, είτε σε μικρότερο. Το πλεονέκτημα αυτού του τρόπου κατεργασίας χρειάζεται μικρότερους ελκυστήρες και λιγότερη ενέργεια σε σχέση με το όργωμα, γίνεται μικρότερη συμπίεση του εδάφους, συντομεύονται οι καλλιεργητικές εργασίες και γίνεται έγκαιρα η σπορά κυρίως όταν το φθινόπωρο είναι πολύ βροχερό ή έχει καθυστερήσει η συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας. Παρουσιάζει μειονεκτήματα όπως η μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους, η αύξηση των πολυετών ζιζανίων και οι μειωμένες αποδόσεις σε εδάφη που δεν στραγγίζουν καλά.

Ακαλλιέργεια εννοούμε το σύστημα στο οποίο γίνεται απ'ευθείας σπορά χωρίς προηγούμενη κατεργασία του εδάφους. Σε αυτή την κατηγορία μπορεί να ενταχθεί και η κατεργασία του εδάφους σε λωρίδες μικρού πλάτους και παραμονή ακαλλιέργητων των ενδιάμεσων τμημάτων. Στην ακαλλιέργεια συνήθως χρησιμοποιούνται μηχανήματα με δίσκους που κόβουν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, ανοίγουν αυλάκια και στη συνέχεια τοποθετείται ο σπόρος στο αυλάκι και καλύπτεται. Μπορεί όμως να γίνει με άθικτα τα φυτικά υπολείμματα, τα οποία προσφέρουν στήριξη στα φυτά των χειμερινών σιτηρών και συνεπώς τα προστατεύουν από το πλάγιασμα. Τα υπολείμματα αυτά δεν δημιουργούν προβλήματα στη συγκομιδή γιατί αποσυντίθενται κατά την διάρκεια του

χειμώνα. Συστήματα που δοκιμάστηκαν με αρκετή επιτυχία στην Ελλάδα είναι σπορά σιταριού στα υπολείμματα του βαμβακιού, φασόλια ή καλαμπόκι στην καλαμιά των σιτηρών.

Η μειωμένη καλλιέργεια και η ακαλλιέργεια έχουν ορισμένους περιορισμούς. Εφαρμόζονται σε εδάφη καλής δομής, με επαρκή στράγγιση, με λίγα ζιζάνια. Χρειάζονται ειδικά μηχανήματα κατεργασίας και ειδική προσαρμογή της λίπανσης. Δεν μπορούν να εφαρμόζονται επί σειρά ετών. Η ποσότητα του φωσφόρου πρέπει να προστίθεται ολόκληρη το έτος που γίνεται κανονική κατεργασία του εδάφους.

1.3. Λίπανση κριθαριού

Η λίπανση με άζωτο θεωρείται απαραίτητη και ιδίως στα άγονα εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, όπου περισσότερο καλλιεργείται το σιτάρι. Η ποσότητα του αζωτούχου λιπάσματος που αξιοποιείται είναι συνάρτηση των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής και κυρίως της διαθέσιμης υγρασίας του εδάφους. Όσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία του εδάφους τόσο μεγαλύτερο άζωτο αξιοποιείται. Υπερβολική αζωτούχος λίπανση στα υγρά εδάφη πρέπει να αποφεύγεται γιατί δημιουργούνται προβλήματα πλαγιάσματος. Επίσης περίσσεια αζώτου στα υγρά εδάφη αυξάνει την περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη. Χαρακτηριστικό ανεπιθύμητο για το κριθάρι ζυθοποιίας, επιθυμητό όμως για το κτηνοτροφικό κριθάρι. Η υγρασία και το άζωτο του εδάφους καθώς και η αλληλεπίδρασή τους παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στον καθορισμό της περιεκτικότητας των κόκκων του κριθαριού σε πρωτεΐνη. Συμπτώματα έλλειψης καλίου δεν παρατηρήθηκαν σε καλλιέργειες κριθαριού, ώστε να δικαιολογούν την

εφαρμογή τους .

Για το κριθάρι προτείνεται η λίπανση (6+6)-4-0 για αποδόσεις πάνω από 400 Kg/στρέμμα και (4+4)-4-0 για μέσες αποδόσεις της τάξεως των 300 Kg/ στρέμμα.

1.4. Σπορά κριθαριού

Η σπορά συνιστάται να γίνεται κατά τους μήνες Νοέμβριο -Δεκέμβριο, όταν ο χειμώνας είναι ήπιος. Η πολύ πρώιμη σπορά πρέπει να αποφεύγεται γιατί τα φυτά αποκτούν μεγάλη ανάπτυξη και υπάρχει κίνδυνος να πλαγιάσουν. Η ποσότητα σπόρου που απαιτείται είναι 15-20 Kg σπόρου/ στρέμμα. Όταν έχουμε περιορισμένες βροχοπτώσεις συνίσταται αραιότερη

σπορά σε σχέση με εκείνες όπου υπάρχει αρκετή υγρασία εδάφους σε όλη την περίοδο ανάπτυξης φυτών.

ΒΙΚΟΣ

1.1. Γενικά

Με το όνομα βίκος είναι γνωστά περίπου 150 είδη φυτών, τα οποία ανήκουν στο γένος *Vicia*. Τα περισσότερα είδη που καλλιεργούνται παγκοσμίως κατάγονται από τις παραμεσόγειες περιοχές. Η καλλιέργεια του βίκου είναι πολύ παλιά, αναφέρεται στη Βίβλο και οι Ρωμαίοι τον καλλιεργούσαν για ζωτροφή και για χλωρά λίπανση.

Ο βίκος καλλιεργείται ευρέως σε περιοχές με εύκρατο κλίμα ως φυτό χλωρής λίπανσης και ως χορτοδοτικό και πολύ λιγότερο για την παραγωγή καρπού. Τα είδη που κυρίως καλλιεργούνται είναι τα *V. sativa* L. subsp. *sativa* (κοινός βίκος), *V. villosa* Roth subsp. *villosa* και *V. rannonica* Crantz, με πλέον διαδεδομένο το πρώτο. Στην Αμερική έχουν δημιουργηθεί και διειδικά υβρίδια μεταξύ της *V. sativa* L. subsp. *sativa* και διαφόρων Hovelant 1995). Στην Ελλάδα ο βίκος είναι το πιο διαδεδομένο χειμερινό ψυχανθές, γιατί προσαρμόζεται ικανοποιητικά στα διάφορα οικολογικά περιβάλλοντα. Το είδος που καλλιεργείται αποκλειστικά είναι το *V. sativa* (κοινός βίκος) για παραγωγή καρπού ή σανού. Η χρησιμοποίηση του για ενσίρωση ή βόσκηση είναι περιορισμένη. Θεωρείται από τα πιο κατάλληλα φυτά χλωρής λίπανσης και αμειψισποράς με τις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών.

1.2. Βοτανική περιγραφή

Ο κοινός βίκος είναι φυτό ποώδες, ετήσιο. Το ριζικό σύστημα αποτελείται από μία λεπτή πασσαλώδη ρίζα, η οποία φέρει πολυάριθμες διακλαδώσεις. Στις ρίζες του βίκου στη χώρα μας σχηματίζονται άφθονα φυμάτια, πράγμα που υποδηλώνει ότι υπάρχουν κατάλληλα ενδογενή ριζόβια.

1.3. Αύξηση και ανάπτυξη

Ο βίκος παρουσιάζει υπόγειο φύτρωμα. Η αύξησή του είναι συνεχής, καθόσον μετά από ένα καθαρά βλαστικό στάδιο αρχίζει η έκπτυξη ανθέων και η ανάπτυξη των λοβών, ενώ

συνεχίζεται η βλαστική ανάπτυξη. Οι Caballero κ.ά. (1996α) αναφέρουν ότι η μεγαλύτερη απόδοση σε χορτομάζα (βλαστικό τμήμα και σπόρος) καθώς και σε σπόρο καλλιέργειας κοινού βίκου παρατηρήθηκαν στο στάδιο κατά το οποίο η ξηρά ουσία των σπόρων ήταν 45-55%. Με την αύξηση του βάρους των σπόρων, η αναλογία των βλαστικών τμημάτων μειώθηκε. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν τρεις φάσεις κατά την περίοδο γεμίσματος των σπόρων: 1) φάση υστέρησης μεταξύ άνθησης και έναρξης γεμίσματος των σπόρων (ξηρά ουσία σπόρων 20-25%), 2) φάση φθάνει το μέγιστο (ξηρά ουσία σπόρων 45-55%) και 3) φάση ωρίμανσης (ξηρά ουσία σπόρων >80%). Η μέγιστη συγκέντρωση ολικής πρωτεΐνης στη χορτομάζα παρατηρήθηκε προς το τέλος της περιόδου ταχείας ανάπτυξης του σπόρου, όταν η περιεκτικότητα των σπόρων σε ξηρά ουσία ήταν 45-55%. Σε αυτό το στάδιο παρατηρήθηκε και η μέγιστη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (Caballero κ.ά. 1996β).

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βίκου διαφέρουν ως προς τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου (πρώιμες, μεσοπρώιμες, όψιμες) και ως προς την παραγωγική κατεύθυνση (παραγωγή σπόρου, σανού, σπόρου και σανού).

1.4. Οικολογικές απαιτήσεις

Ο βίκος είναι φυτό των δροσερών κλιμάτων. Αν και τα διάφορα είδη βίκου και οι ποικιλίες παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή στο ψύχος, γενικά ο βίκος θεωρείται φυτό με μειωμένη αντοχή στο ψύχος. Οι σπόροι βλαστάνουν σε θερμοκρασία 2-6 βαθμούς Κελσίου και τα αναπτυγμένα φυτά αντέχουν σε χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι -10 βαθμούς Κελσίου. Η αντοχή των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες, εκτός από το γενότυπο, εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης, την ταχύτητα ανάπτυξης, την υγρασία του εδάφους κ.ά. παράγοντες. Στη χώρα μας ο βίκος δίνει τις μεγαλύτερες αποδόσεις με φθινοπωρινή σπορά. Σε βορειότερες χώρες, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα, σπέρνεται την άνοιξη, αλλά όσο το δυνατόν πρωϊμότερα.

Οι ανάγκες του βίκου σε υγρασία εδάφους είναι σχετικά μεγάλες. Οι περιοχές όπου καλλιεργείται πρέπει να έχουν ετήσιο ύψος βροχής τουλάχιστον 400 mm. Υποφέρει περισσότερο από την ξηρασία στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κατά το γέμισμα των σπόρων. Η απόδοση σε σπόρο βρέθηκε ότι σχετιζόταν θετικά με την ποσότητα νερού που

χρησιμοποίησαν τα φυτά μετά την άνθηση. Τις μεγαλύτερες αποδόσεις στις ξηροθερμικές μεσογειακές συνθήκες δίνουν οι ποικιλίες που ανθίζουν νωρίς και δένουν τους καρπούς πριν από την περίοδο έναρξης της ξηρασίας (Siddique κ.ά. 2001).

Οι εδαφικές απαιτήσεις του βίκου είναι γενικά μικρές. Προτιμά όμως τα καλώς στραγγιζόμενα, μέσης σύστασης εδάφη, μέτριας γονιμότητας, με pH 6,0-7,0. Υποφέρει πολύ από την υπερβολική υγρασία του εδάφους. Παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στην οξύτητα του εδάφους σε σύγκριση με τα περισσότερα ψυχανθή. Τα καλύτερα όμως αποτελέσματα επιτυγχάνονται σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο, τα οποία εφοδιάζονται με επαρκείς ποσότητες φωσφόρου, γιατί έχει σχετικά υψηλές απαιτήσεις σε φώσφορο.

1.5. Καλλιεργητική τεχνική

1.5.1. Αμειψισπορά

Ο βίκος μπορεί να ενταχθεί σε οποιοδήποτε σύστημα αμειψισποράς ξηρικών ή αρδευόμενων καλλιεργειών. Όταν η καλλιέργειά του γίνεται για σανό αφήνει το χωράφι απαλλαγμένο από ζιζάνια και σε πολύ καλή θρεπτική κατάσταση, λόγω της αζωτοδεσμευτικής του ικανότητας. Στην καρποδοτική καλλιέργεια μένουν σπόροι βίκου στο έδαφος μετά τη συγκομιδή, οι οποίοι έχοντας την ικανότητα να επιβιώνουν επί μακρόν αποτελούν ζιζάνια για τις επόμενες καλλιέργειες. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, σε σύστημα αμειψισποράς που περιλαμβάνει σκαλιστική καλλιέργεια (π.χ. καλαμπόκι, βαμβάκι) αυτή θα πρέπει να ακολουθεί την καλλιέργεια του βίκου.

1.5.2. Προετοιμασία εδάφους

Είναι παρόμοια με εκείνη που εφαρμόζεται για τα χειμερινά σιτηρά και περιλαμβάνει:

Όργωμα, που γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου ή μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας. Όργωμα το καλοκαίρι, όταν ο αγρός είναι ελεύθερος από καλλιέργεια, δεν συνίσταται γιατί το έδαφος είναι πολύ σκληρό, χάνεται και η

ελάχιστη υγρασία του και επιπλέον προκαλείται φθορά στα γεωργικά μηχανήματα. Καλοκαιρινό όργωμα είναι ωφέλιμο όταν υπάρχουν πολυετή ζιζάνια, με σκοπό να έλθουν τα υπόγεια αναπαραγωγικά τους όργανα στη επιφάνεια του εδάφους και να καταστραφούν από τις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία.

Ψιλοχωμάτισμα του εδάφους με δισκοσβάρνα. Εάν μετά τη δισκοσβάρνα συνεχίζουν να υπάρχουν μεγάλοι βόλοι γίνεται με επιπλέον κατεργασία με απλό καλλιεργητή ή με καλλιεργητή που συνοδεύεται από μικρό κύλινδρο για μικροϊσοπεδώσεις. Σε χωράφια σχετικά καθαρά από ζιζάνια μπορεί να γίνει καλλιέργεια βίκου με μειωμένη κατεργασία, στην οποία αποφεύγεται το όργωμα.

1.5.3. Λίπανση

Η αζωτούχος λίπανση δεν θεωρείται γενικά απαραίτητη στα χειμερινά ψυχανθή, όταν αζωτοδεσμεύουν ικανοποιητικά. Πειραματικά δεδομένα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών (Ποδηματάς 1984α) σε διάφορες περιοχές της χώρας μας, έδειξαν ότι η αζωτούχος λίπανση δεν αύξησε τις αποδόσεις του βίκου. Αντίδραση των φυτών δεν παρατηρήθηκε και στη καλιούχο λίπανση. Αντίθετα σε εδάφη που δεν ήταν επαρκώς εφοδιασμένα με φώσφορο, η λίπανση με 6 kg P₂O₅/στρ. είχε ευνοϊκή επίδραση στην απόδοση του βίκου. Δημοσιευμένα δεδομένα που να αφορούν την επίδραση του εμβολιασμού των σπόρων του βίκου με καλλιέργειες βακτηρίων υψηλής αζωτοδεσμευτικής ικανότητας σε αγρούς με ενδογενείς πληθυσμούς, από όσο γνωρίζουμε δεν υπάρχουν.

Συμπερασματικά η αζωτούχος και καλιούχος λίπανση στη χώρα μας δεν συνίσταται για το βίκο, ενώ η λίπανση με φώσφορο είναι απαραίτητη σε πτωχά σε φωσφόρο εδάφη και σε ποσότητα μέχρι 6 kg P₂O₅/στρ.

1.5.4. Σπορά

Εποχή σποράς: για τα περισσότερα οικολογικά περιβάλλοντα της Ελλάδας συνίσταται η φθινοπωρινή σπορά, με καταλληλότερη εποχή 15 Οκτωβρίου-15 Νοεμβρίου, ανάλογα με την περίοδο έλευσης των χειμερινών παγετών. Εξαίρεση αποτελούν μόνον οι περιοχές με

ισχυρούς χειμωνιάτικους παγετούς, όπου η ανοιξιάτικη σπορά υπερτερεί της φθινοπωρινής. Η σπορά την άνοιξη συνίσταται να γίνεται όσο το δυνατόν πρωιμότερα, μέσα Φεβρουαρίου-τέλη Μαρτίου. Η πολύ πρώιμη σπορά το φθινόπωρο αντενδείκνυται κυρίως στις καρποδοτικές καλλιέργειες, γιατί λόγω της μεγάλης βλαστικής ανάπτυξης τα φυτά πλαγιαίνουν. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται και η όψιμη φθινοπωρινή σπορά, γιατί τα νεαρά φυτά είναι πιο ευπαθή στο ψύχος από τα αναπτυγμένα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η απόδοση.

Συγκαλλιέργεια: ο βίκος καλλιεργείται μόνος του ή σε συγκαλλιέργεια με άλλα φυτά, κυρίως με χειμερινά σιτηρά. Πλεονεκτήματα της συγκαλλιέργειας είναι η στήριξη του βίκου στο σιτηρό, οπότε δεν πλαγιαίνει και διευκολύνεται η συγκομιδή και η μεγαλύτερη απόδοση σε φυτομάζα στη μονάδα επιφάνειας, παρ' όλο που το χόρτο είναι κατώτερης ποιότητας, σε σύγκριση με την μονοκαλλιέργεια. Καταλληλότερα φυτά στη χώρα μας για συγκαλλιέργεια είναι το κριθάρι με τις πρώιμες ποικιλίες βίκου σε θερμές και ξηρές περιοχές και η βρώμη με τις οψιμότερες ποικιλίες, σε υγρές περιοχές. Σε άλλες χώρες χρησιμοποιούνται επίσης το σιτάρι, η σίκαλη, ακόμη και τα κουκιά, τα οποία δεν πλαγιαίνουν. Στην Αγγλία συγκαλλιεργείται μίγμα σιτάρι-μπιζέλι-βίκος για ενσίρωση.

Ποσότητα σπόρου: η χρησιμοποιούμενη ποσότητα εξαρτάται από την κατεύθυνση της καλλιέργειας (σανοδοτική ή καρποδοτική), το μέγεθος των σπόρων (βάρος 1000 σπόρων 45-75 γρ.) και ποικίλλει από χώρα σε χώρα. Για μονοκαλλιέργεια αναφέρονται στη βιβλιογραφία ποσότητες 4-18 kg/στρ. Στις σανοδοτικές καλλιέργειες η ποσότητα σπόρου είναι μεγαλύτερη, γιατί επιδίωξη είναι η παραγωγή μεγάλης φυτομάζας. Πειραματικά δεδομένα έχουν δείξει ότι για τις ποικιλίες που καλλιεργούνται στη χώρα μας κατάλληλη ποσότητα σπόρου είναι 18 kg/στρ. για σανοδοτική καλλιέργεια και 16 kg/στρ. για καρποδοτική καλλιέργεια (Ηλιάδης 2004). Η σπορά γίνεται κυρίως σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 25 εκ. και σπανιότερα στα πεταχτά. Για τη σπορά χρησιμοποιούνται οι σπαρτικές μηχανές χειμερινών σιτηρών ή των ανοιξιάτικων καλλιεργειών μετά από ανάλογη τροποποίηση, καθώς και ειδικές σπαρτικές μηχανές. Καταλληλότερο βάθος σποράς είναι τα 3-5 εκ. και απαιτείται καλή κάλυψη του σπόρου.

Οι αναλογίες σπόρων σποράς στη συγκαλλιέργεια είναι συνάρτηση των συγκαλλιεργούμενων ειδών, της παραγωγικής κατεύθυνσης και της γονιμότητας του εδάφους. Για παραγωγή καρπού σε γόνιμα, υγρά εδάφη όπου ο βίκος αναπτύσσεται κανονικά συνιστάται για τη χώρα μας αναλογία σπόρων σποράς 60-70% βίκος και 30-40% σιτηρό, ενώ σε ξηρά και κάπως άγονα εδάφη, όπου το σιτηρό και ιδιαίτερα το κριθάρι είναι ισχυρός ανταγωνιστής του βίκου, η αναλογία του σιτηρού πρέπει να είναι μικρότερη (80-85% βίκος και 15-20% σιτηρό). Στη συγκαλλιέργεια για παραγωγή χόρτου η αναλογία του σιτηρού μπορεί να κυμαίνεται από 30 έως 50% (Ποδηματάς 1984α). Στο αγρόκτημα του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, για ενσίρωση χρησιμοποιούνται σε συγκαλλιέργεια 8-10 kg/στρ. βίκος και 5-7 kg/στρ. κριθάρι. Στην Ισπανία αναφέρονται ποσότητες 5-15 kg/στρ. βίκος και 2-7 kg/στρ. βρώμη (Caballero κ.ά. 1995) και με αυτό το μίγμα το ποσοστό του βίκου στο σανό ανέρχεται στο 40-70%. Όταν η σπορά γίνεται με το χέρι, το κάθε είδος σπέρνεται χωριστά, ενώ όταν γίνεται με κοινές σπαρτικές μηχανές τα είδη σπέρνονται συγχρόνως, σε χωριστές γραμμές. Στη σύγχρονη σπορά με κοινές σπαρτικές μηχανές δυσκολία παρατηρείται στη συγκαλλιέργεια βίκου-βρώμης, όπου η βρώμη, λόγω της μορφής του σπόρου, δεν κατανέμεται σωστά πάνω στη γραμμή σποράς.

1.5.5. Περιποιήσεις μετά τη σπορά

Συνίσταται η εξασφάλιση καλής στράγγισης των αγρών κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Στο βίκο σαν ξηρική καλλιέργεια, κύριο πρόβλημα αποτελούν μόνο τα ετήσια ζιζάνια (πλατύφυλλα και αγρωστώδη), ενώ η επίδραση των πολυετών ζιζανίων είναι περιορισμένη. Το πρόβλημα των ζιζανίων στην μονοκαλλιέργεια του βίκου αντιμετωπίζεται σήμερα με προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα, τα οποία εφαρμόζονται αμέσως μετά τη σπορά του βίκου ή με μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Στη συγκαλλιέργεια ενδεχομένως να παρατηρηθεί πρόβλημα ζιζανίων, όπως π.χ. όταν ο πληθυσμός σιναπιού (*Sinapis arvensis*) είναι μεγάλος, γιατί δεν μπορεί να γίνει εφαρμογή ζιζανιοκτόνων.

Σε περίπτωση μεγάλης ανάπτυξης του βίκου στο τέλος του χειμώνα, λόγω πρώιμης σποράς ή ήπιων θερμοκρασιών, για να αποφευχθεί πρόωρο πλάγιασμα, είναι αποτελεσματική η

βόσκηση του βίκου με γρήγορο πέρασμα των ζώων (πρόβατα ή βοοειδή). Με την αποφυγή πλαγιάσματος η απόδοση σε καρπό μπορεί να αυξηθεί, να μην επηρεαστεί ή να μειωθεί, ανάλογα με τις συνθήκες που θα ακολουθήσουν. Γενικά όμως όσο πιο νωρίς γίνει η βόσκηση τόσο λιγότερες είναι οι δυσμενείς επιδράσεις. Βόσκηση μετά τα μέσα Μαρτίου πρέπει να αποφεύγεται. Βόσκηση καρποδοτικής καλλιέργειας βίκου γίνεται πολλές φορές από τους κτηνοτρόφους χωρίς να συντρέχει λόγος πλαγιάσματος, απλώς και μόνο για να εξασφαλίσουν χλωρά τροφή για τα ζώα. Σε αυτή την περίπτωση η απόδοση σε καρπό μειώνεται.

1.6. Διαχείριση- Συγκομιδή

Βόσκηση: στην συγκαλλιέργεια που εγκαθίσταται το φθινόπωρο αποκλειστικά για βόσκηση κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης, σπουδαία σημασία για την γρήγορη αναβλάστηση της καλλιέργειας και την παραγωγή μεγάλης συνολικής βιομάζας έχει ο χρόνος έναρξης της βόσκησης. Συνιστάται να αποφεύγεται η βόσκηση μέχρι τα φυτά να φθάσουν σε ύψος τουλάχιστον 15 εκ. (Miller και Hoveland 1995). Βόσκηση φυτών μικρότερου ύψους έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση των οφθαλμών βάσης του φυτού, οι οποίοι θα δώσουν την αναβλάστηση.

Χορτοδοτική καλλιέργεια: το στάδιο κοπής του βίκου για σανό πρέπει να συνδυάζει μεγάλη φυτομάζα και καλή ποιότητα χόρτου. Η καλύτερη ποιότητα λαμβάνεται στην άνθηση, τότε όμως η φυτομάζα είναι περιορισμένη. Στην αρχή του γεμίσματος των σπόρων η φυτομάζα αυξάνει μέχρι ένα σημείο ενώ η ποιότητα διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Κατά την ωρίμανση μειώνεται η φυτομάζα λόγω πτώσης του φυλλώματος και η ποιότητα υποβαθμίζεται. Οι Caballero κ.ά. (1996α) προτείνουν η κοπή του βίκου για σανό να γίνεται όταν η ξηρά ουσία των σπόρων είναι στο 45-55%. Σ' αυτό το στάδιο επιτυγχάνεται και η μέγιστη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (Caballero κ.ά. 1996α). Πειράματα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών (Ποδηματάς 1984α) έδειξαν ότι η καταλληλότερη εποχή συγκομιδής του σανοδοτικού βίκου είναι όταν οι περισσότεροι λοβοί έχουν αποκτήσει τα 2/3 του φυσικού τους μεγέθους. Σ' αυτό το στάδιο ανάπτυξης η πλειονότητα των σπόρων βρίσκεται στο στάδιο μαλακής ζύμης. Στη συγκαλλιέργεια με σιτηρό η κοπή γίνεται στο ίδιο στάδιο του

βίκου, κατά το οποίο το σιτηρό βρίσκεται στο στάδιο γάλακτος-μαλακής ζύμης, ανάλογα με το είδος, την ποικιλία, την εποχή σποράς, τις καιρικές συνθήκες κλπ.

Για ενσίρωση η κοπή γίνεται στο ίδιο στάδιο που αναφέρθηκε για το σανό. Χρονικά, τις συνθήκες του Αγροκτήματος του ΑΠΘ, η κοπή συγκαλλιέργειας βίκου-κριθариού για ενσίρωση τοποθετείται στο πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου.

Η κοπή της χορτομάζας που προορίζεται για σανό γίνεται με χορτοκοπτική μηχανή και σπάνια με το χέρι, χρησιμοποιώντας δρεπάνι ή άλλα εργαλεία. Η χορτομάζα αφήνεται στο έδαφος κατά γραμμές μέχρι να ξηραθεί (ενδιάμεσα αναστρέφεται) και στη συνέχεια δεματοποιείται. Τόσο η αναστροφή όσο και η δεματοποίηση πρέπει να γίνονται τις πρωινές ώρες πριν χαθεί εντελώς η νυκτερινή υγρασία που επικάθεται στη χορτομάζα, για να μειώνονται οι απώλειες. Η κοπή για ενσίρωση γίνεται με ειδική μηχανή, η οποία τεμαχίζει τη χορτομάζα σε μικρά κομμάτια και την τοποθετεί στην πλατφόρμα με την οποία θα γίνει η μεταφορά της στο χώρο ενσίρωσης. Όταν η χορτομάζα έχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας ακολουθείται διαφορετική τακτική. Το χόρτο κόβεται με χορτοκοπτική μηχανή τις πρωινές ώρες και αφήνεται στο έδαφος. Το απόγευμα, αφού έχει χάσει ένα μέρος της υγρασίας του συλλέγεται από το έδαφος, τεμαχίζεται και μεταφέρεται στο χώρο ενσίρωσης.

Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ με πολύ καλά αποτελέσματα.

Καρποδοτική καλλιέργεια: η ωρίμανση των λοβών του βίκου αρχίζει σταδιακά από τη βάση του φυτού προς την κορυφή. Οι λοβοί της βάσης είναι οι πιο ανεπτυγμένοι και παραγωγικοί και γι' αυτό η συγκομιδή πρέπει να γίνεται πριν αρχίσει το τίναγμα των σπόρων αυτών των λοβών, παρ' όλο ότι οι λοβοί στο επάνω τμήμα του φυτού είναι ακόμα πράσινοι. Στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής οι περισσότεροι λοβοί χάνουν το πράσινο χρώμα και παίρνουν τη γνωστή αχυρένια εμφάνιση. Η συγκομιδή γίνεται 1) σε μία φάση με θεριζοαλωνιστικές μηχανές και 2) σε δύο φάσεις: α) θερισμός των φυτών και παραμονή τους στο έδαφος μέχρι να αποξηραθούν και β) αλωνισμός. Με το δεύτερο τρόπο είναι πιο εύκολη η συγκομιδή, παρατηρούνται όμως απώλειες από πτώση σπόρου στο έδαφος κατά τη διάρκεια αποξήρανσης των φυτών. Όταν η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνισμό, ορισμένοι σπόροι

έχουν υψηλό ποσοστό υγρασίας και γι' αυτό συνήθως θα πρέπει να προηγηθεί της αποθήκευσης η ξήρανση του σπόρου.

Η συγκομιδή συγκαλλιέργειας βίκου-σιτηρού για καρπό γίνεται πιο εύκολα, λόγω του μη πλαγιάσματος του βίκου. Ο σπόρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα ζώα ως μίγμα, όπως λαμβάνεται από τον αλωνισμό, εύκολα όμως μπορεί να γίνει διαχωρισμός του μίγματος στα συστατικά του, σε οποιοδήποτε κοινό καθαριστήριο σπόρων.

Χλωρά λίπανση: η εποχή ενσωμάτωσης εξαρτάται από την πρωιμότητα ανάπτυξης της χορτομάζας και κυρίως από την ημερομηνία σποράς της καλλιέργειας που θα ακολουθήσει. Εάν η ενσωμάτωση γίνει νωρίς την άνοιξη, όταν η ποσότητα της χορτομάζας είναι μικρή, η λιπαντική αξία είναι περιορισμένη. Εάν γίνει σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης, τότε αφ' ενός η μεγάλη ποσότητα χορτομάζας είναι δύσκολο να αναστραφεί και να ενσωματωθεί στο έδαφος, οπότε δυσκολεύεται η σπορά της επόμενης καλλιέργειας και αφ' ετέρου δε γίνεται εύκολα η αποσύνθεσή της, λόγω σκληροποίησης των στελεχών. Επίσης με την καθυστέρηση της ενσωμάτωσης εξαντλείται και η υγρασία του εδάφους. Γενικά συνιστάται η ενσωμάτωση του βίκου να γίνεται κατ' ελάχιστον 2-3 εβδομάδες πριν από τη σπορά της επόμενης καλλιέργειας, ώστε να δοθεί χρόνος για τη μερική αποσύνθεσή του.

1.7. Εχθροί και ασθένειες

1.7.1. Εχθροί

Άπιο (*Apion pisi*). Είναι μικρό κολεόπτερο, με μακρύ ρύγχος. Τα τέλεια δραστηριοποιούνται νωρίς την άνοιξη και προκαλούν μικρές διαβρώσεις, μη περιμετρικές, στα νεαρά φύλλα. Επίσης προκαλούν ζημιές και στους νεαρούς οφθαλμούς. Τα θηλυκά ωτοκοούν στις ωοθήκες των ανθέων. Έχει μία γενεά το χρόνο.

Αντιμετωπίζεται εύκολα με εντομοκτόνα.

Βρούχος (*Bruchus branchialis*). Είναι μικρό κολεόπτερο το οποίο αποτελεί πρόβλημα για το βίκου που προορίζεται για καρπό. Τα νεαρά τέλεια τοποθετούν τα αυγά τους στους νεαρούς λοβούς και οι προνύμφες κατατρώγουν τους σπόρους.

Ψεκασμός με εντομοκτόνα γίνεται μόνο στη σποροπαραγωγική καλλιέργεια.

1.7.2. Ασθένειες

1.7.2.1. Μυκητολογικές

Οι σοβαρότερες μυκητολογικές ασθένειες που παρατηρήθηκαν στη χώρα μας είναι (Ποδηματάς 1984α, Θανασουλόπουλος 1995):

Τήξεις (κυρίως από *Rhizoctonia solani* και *R .violacea*).

Σήψεις στελεχών (*Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, και *Botrytis cinerea*).

Κηλίδωση φύλλων (κυρίως *Ascochyta pinodella*). Δημιουργούνται ακανόνιστου σχήματος και σκούρου χρώματος κηλίδες στα φύλλα, αλλά και αποχρωματισμός του στελέχους.

Σκωρίαση (*Uromyces fabae*). Στα φύλλα και στους βλαστούς σχηματίζονται καστανόχρωμα φακίδια τα οποία αργότερα ελευθερώνουν τα σπόρια του μύκητα.

Ο αποτελεσματικότερος τρόπος για την αντιμετώπιση των ασθενειών του βίκου είναι η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών και η αμειψισπορά. Η χρησιμοποίηση φυτοφαρμάκων είναι οικονομικά ασύμφορη.

1.7.2.2. Ιολογικές

Ιός της κίτρινης δακτυλιωτής κηλίδωσης της αγκινάρας (artichoke yellow ring spot virus, AYRSV). Επισημάνθηκε για πρώτη φορά στη χώρα μας σε νεαρά φυτά βίκου (Terzakis κ.ά. 2002). Τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν έντονο νανισμό, μικροφυλλία και ποικιλοχλώρωση. Ο ιός μεταδίδεται με το σπόρο του βίκου.

1.8. Προϊόντα και ποιότητα αυτών

Χορτοδοτική καλλιέργεια. Οι αποδόσεις επηρεάζονται σημαντικά από την καλλιεργούμενη ποικιλία, την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική τεχνική και από εδαφοκλιματικούς παράγοντες όπως τη θερμοκρασία, το ύψος και την κατανομή των βροχοπτώσεων, τη γονιμότητα, τη μηχανική σύσταση και το pH του εδάφους. Για το λόγο αυτό οι αποδόσεις που αναφέρονται στην Ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία κυμαίνονται σε ευρέα όρια. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η μέση απόδοση στη χώρα μας το 1998 ήταν 353 kg σανού/στρ. (ΕΣΥΕ1998). Αποτελέσματα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών (Ποδηματάς 1984α) αναφέρουν αποδόσεις 500 kg σανού/στρ., οι οποίες με τη χρησιμοποίηση της κατάλληλης ποικιλίας σε ευνοϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες είναι δυνατόν να φτάσουν τα 1000 kg σανού/στρ. Η απόδοση πειραματικού βίκου στην Κεντρική Ισπανία ήταν 312 kg σανού/στρ. όταν η κοπή έγινε στο στάδιο γεμίσματος των λοβών (Caballero κ.ά. 1995). Σε μία επισκόπηση του ρόλου των χορτοδοτικών ψυχανθών στα συστήματα καλλιέργειας των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην περιοχή της Μεσογείου, αναφέρονται αποδόσεις σανού μείγματος βίκου-σιτηρών από 200 έως 600 kg/στρ. (Caballero 1993). Στο αγρόκτημα του ΑΠΘ οι αποδόσεις μείγματος βίκου-κριθής για ενσίρωση κυμαίνονται από 2.500 έως 3.000 kg/στρ. ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε χρονιάς.

Η χημική σύσταση του σανού ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία κοπής των φυτών, την ποικιλία, τις συνθήκες ανάπτυξης και τους χειρισμούς κατά την κοπή και την αποξήρανση. Ο βίκος αποτελεί αξιόλογη πηγή πρωτεΐνης, ενέργειας και θρεπτικών στοιχείων για τα ζώα. Οι Caballero κ.ά. (1995) αναφέρουν ότι βίκος στο στάδιο μέσης ξηράς ουσίας σπόρων 30% είχε περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 19,3% και περιεκτικότητα ξηράς ουσίας 63,4%, ενώ στο στάδιο ξηράς ουσίας σπόρων 60% οι τιμές ήταν 16,7% και 59,1%, αντίστοιχα. Γενικά η θρεπτική αξία καλής ποιότητας σανού βίκου (με διατήρηση του μεγαλύτερου μέρους των φύλλων) είναι παρόμοια με εκείνη της μηδικής και του τριφυλλιού.

Καρποδοτική καλλιέργεια. Όπως για τη χορτοδοτική καλλιέργεια έτσι και για την καρποδοτική οι αποδόσεις σε σπόρο κυμαίνονται ευρύτατα. Οι Miller και Hoveland (1995) αναφέρουν από 40 μέχρι και πάνω από 150 kg σπόρου/στρ., το Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών

Φυτών και Βοσκών (Ποδηματάς 1984α) 150-220 kg/στρ., ο Σφήκας (1984) 100-150 kg σπόρου/στρ., η ΕΣΥΕ (1998) 165 kg/στρ.

ΛΑΘΟΥΡΙ

1.1. Γενικά

Με το όνομα λαθούρι είναι γνωστά πολλά είδη, τα οποία ανήκουν στο γένος *Lathyrus*. Ως κέντα καταγωγής θεωρούνται η περιοχή της Μεσογείου, η Κεντρική και Ανατολική Ασία. Σύμφωνα με τις αρχαιολογικές έρευνες, το λαθούρι είναι από τα πρώτα ψυχανθή που καλλιεργήθηκαν από τον άνθρωπο.

Τρία από τα καλλιεργούμενα είδη λαθουριού είχαν κατά καιρούς σημασία για τη χώρα μας: το βρώσιμο λαθούρι (*Lathyrus sativus*), το κτηνοτροφικό (*Lathyrus cicera*) και το ωχρό λαθούρι (*Lathyrus ochrus*). Μερικά είδη λαθουριού καλλιεργούνται ως καλλωπιστικά φυτά. Γνωστό καλλωπιστικό είδος είναι το μοσχομπίζελο (*Lathyrus odoratus* L.). Αρκετά άλλα είδη λαθουριού απαντώνται αυτοφυή στη χώρα μας. Οι καρποί του λαθουριού περιέχουν την τοξική ουσία λαθυρίνη, που σε περίπτωση κατανάλωσης μεγάλης ποσότητας σπόρων από τα ζώα μπορεί να προκαλέσει σοβαρές νευρολογικές διαταραχές (λαθυρίαση).

Το βρώσιμο λαθούρι καλλιεργείται στην Ινδία και σε μικρή έκταση σε διάφορες περιοχές της Κ., Ν. και Α. Ευρώπης, της Ν. Αμερικής και στο Ιράν. Το κτηνοτροφικό, καλλιεργείται σε ορισμένες περιοχές της Ν. και Α. Ευρώπης (κυρίως στην Ισπανία), της Ν. Αφρικής και της Εγγύς Ανατολής (Lopez Bellido 1994). Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του λαθουριού τα τελευταία χρόνια έχει περιορισθεί σημαντικά και καλλιεργείται κυρίως στις νότιες περιοχές της χώρας, όπου αντικαθιστά την καλλιέργεια του βίκου και άλλων ψυχανθών λόγω της καλύτερης προσαρμοστικότητάς του σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι το κτηνοτροφικό λαθούρι, κυρίως ως χορτοδοτικό και σε μικρή έκταση το βρώσιμο λαθούρι, κυρίως για την παραγωγή της φάβας.

1.2. Βοτανική περιγραφή

Το λαθούρι είναι ετήσιο πώδες φυτό. Οι βλαστοί και οι μίσχοι φέρουν πτερύγια.

Βρώσιμο λαθούρι: Το ριζικό σύστημα είναι πασσαλώδες. Η κύρια ρίζα φθάνει σε βάθος 50-70 εκ. και φέρει πολλές δευτερεύουσες ρίζες. Ο βλαστός διακλαδίζεται και η ανάπτυξη του φυτού είναι ημιόρθια και αναρριχώμενη. Το ύψος του φυτού φτάνει τα 40-90 εκ., ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Τα φύλλα είναι σύνθετα και αποτελούνται από ένα ζεύγος γραμμοειδών φυλλαρίων και από διακλαδιζόμενη έλικα. Τα άνθη εκφύονται μονήρη και έχουν πολύ μακρύ ποδίσκο.

Κτηνοτροφικό λαθούρι: Η κύρια πασσαλώδης ρίζα φθάνει σε βάθος 80-120 εκ. και έχει λιγότερες δευτερεύουσες ρίζες από το βρώσιμο λαθούρι. Το ύψος του φυτού φθάνει τα 30-50 εκ. Τα φύλλα είναι παρόμοια με του βρώσιμου. Στις μασχάλες όμως των φύλλων απαντάται ένα μόνο άνθος και με ποδίσκο βραχύτερο από τα φύλλα.

1.3. Αύξηση και ανάπτυξη

Το λαθούρι έχει υπόγειο φύτρωμα. Είναι φυτό συνεχούς ανάπτυξης. Η ανάπτυξη της βιομάζας ακολουθεί μία σιγμοειδή καμπύλη, με τη μεγαλύτερη ταχύτητα αύξησης μετά την άνθηση και μείωση κοντά στην ωρίμανση. Κατά μέσο όρο παράγει μικρότερη βιομάζα, έχει μικρότερη απόδοση σε σύγκριση με άλλα ψυχανθή, όπως το μπιζέλι και τα κουκιά και οψιμότερη έναρξη άνθησης. Ο Thomson και οι συνεργάτες του (1997) αξιολογώντας τα αποτελέσματα πειράματος σύγκρισης διαφόρων ειδών ψυχανθών σε περιοχές Αυστραλίας με μεσογειακό κλίμα, παρατήρησαν ότι στο *Lathyrus sativus* η πορεία της άνθησης και ωρίμανσης των λοβών γινόταν με σχετικά χαμηλό ρυθμό. Οι ερευνητές αυτοί καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της απόδοσης στο λαθούρι στα επίπεδα άλλων ψυχανθών μπορεί να επιτευχθεί με την επιλογή γενοτύπων που παρουσιάζουν α) πρώιμη άνθηση, ανάπτυξη λοβών και ωρίμανση, ώστε να αποφεύγουν τις ξηροθερμικές συνθήκες και β) ικανότητα να συγκεντρώνουν μεγάλη ποσότητα βιομάζας.

1.4. Οικολογικές απαιτήσεις

Το βρώσιμο λαθούρι προσαρμόζεται σε ξηρά κλίματα, παρ' όλο ότι ανέχεται υψηλή βροχόπτωση. Έτσι καλλιεργείται σε περιοχές με ετήσια βροχόπτωση 320-1360 χιλ. Αντέχει κατάκλυση με νερό περισσότερο από πολλά άλλα είδη ψυχανθών. Είναι ανθεκτικό στις υψηλές

θερμοκρασίες και την ξηρασία. Το κτηνοτροφικό λαθούρι είναι ανθεκτικό στο κρύο και τον παγετό κατά το αρχικό στάδιο ανάπτυξης και καλλιεργείται ως φθινοπωρινό στη ζώνη της Μεσογείου. Φυτρώνει ακόμη και στους 2-3°C. Αναπτυγμένα φυτά αντέχουν μέχρι -12°C. Κατά την περίοδο όμως της άνθησης, θερμοκρασίες λίγο κάτω από το μηδέν είναι δυνατόν να προκαλέσουν σοβαρές καταστροφές. Την άνοιξη είναι ανθεκτικό στην ξηρασία.

Οι εδαφικές απαιτήσεις είναι μικρές. Το βρώσιμο λαθούρι προσαρμόζεται σε πτωχά εδάφη, ανέχεται δε βαριά, πηλώδη εδάφη. Είναι ευαίσθητο στην οξύτητα του εδάφους. Το κτηνοτροφικό λαθούρι επίσης προσαρμόζεται σε πτωχά εδάφη, όχι όμως πολύ υγρά ή κορεσμένα με νερό. Γενικά το λαθούρι προτιμά εδάφη με αλκαλικό pH.

1.5. Καλλιεργητική τεχνική

Ο τρόπος προετοιμασίας του εδάφους είναι παρόμοιος με εκείνον του βίκου. Πειραματικά δεδομένα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών έδειξαν ότι το λαθούρι αντιδρά μόνο στη φωσφορική λίπανση και συνιστώνται 6 kg P₂O₅/ στρ. (Στεφάνης 1984).

Καταλληλότερη εποχή σποράς για τη χώρα μας θεωρείται το διάστημα μεταξύ 15 Οκτωβρίου και 15 Νοεμβρίου. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα σπόρου εξαρτάται από το μέγεθος του σπόρου και τον προορισμό της καλλιέργειας. Συνιστώνται 16-20 kg σπόρου/στρ. για χορτοδοτική καλλιέργεια και 14-15 kg σπόρου/στρ. για παραγωγή καρπού. Για διευκόλυνση της συγκομιδής του καρπού, στην Ισπανία συνιστώνται 12,5 kg σπόρου/στρ. (Lopez Bellido 1994). Σε ορισμένες χώρες για την υποστήριξη του λαθουριού και περιορισμό πλαγιάσματος, χρησιμοποιείται ανάμειξη σπόρος κριθαριού σε ποσότητα 1,5-2 kg/στρ. Εκτός από την αμιγή καλλιέργεια εφαρμόζεται και συγκαλλιέργεια με ένα χειμερινό σιτηρό, σε διάφορες αναλογίες σπόρων. Η σπορά γίνεται σε αποστάσεις 25 εκ. μεταξύ των γραμμών με τις κοινές σπαρτικές μηχανές των χειμερινών σιτηρών. Συνιστάται ισοπέδωση του αγρού πριν τη σπορά, εάν είναι δυνατόν και κυλίνδρισμα αμέσως μετά τη σπορά για τον εύκολο και χωρίς απώλειες θερισμό.

Για την καταπολέμηση των ζιζανίων χρησιμοποιούνται διάφορα ζιζανιοκτόνα.

Η εποχή συγκομιδής της καλλιέργειας για καρπό καθορίζεται από το κιτρινωπό χρώμα των περισσότερων λοβών και πριν αρχίζει το άνοιγμα των κατώτερων λοβών. Χρησιμοποιούνται δύο τρόποι συγκομιδής. Θερισμός των φυτών, παραμονή τους στην επιφάνεια του αγρού για να αποξηρανθούν και στη συνέχεια αλωνισμός, ή θεριζοαλωνισμός με τις θεριζοαλωνιστικές μηχανές των σιτηρών, μετά από κατάλληλη ρύθμιση.

Το στάδιο κοπής της χορτοδοτικής καλλιέργειας καθορίζει την ποιότητα και την ποσότητα του λαμβανόμενου χόρτου. Συγκομιδή στο στάδιο άνθησης δίνει σανό καλής ποιότητας αλλά σε μικρή ποσότητα. Στην έναρξη της ωρίμανσης η ποιότητα είναι κατώτερη και η ποσότητα μειωμένη επειδή έχουν ξηραθεί τα φύλλα και τινάζονται κατά το θερισμό. Συνήθως η χορτοδοτική καλλιέργεια συγκομίζεται όταν οι κατώτεροι λοβοί έχουν πάρει το φυσικό τους μέγεθος και οι σπόροι τους βρίσκονται στο στάδιο μαλακής ζύμης. Αυτό το στάδιο στη χώρα μας εντοπίζεται μέσα στο Μάιο.

1.6. Εχθροί και ασθένειες

Τα κυριότερα έντομα που προσβάλλουν το λαθούρι είναι: **ο βρούχος (*Bruchus spp.*), ο φυτονόμος (*Hypera postica*) και το άπιο (*Apion spp.*)**

Οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες που έχουν παρατηρηθεί σε διάφορες περιοχές της χώρας μας είναι: **η σκληρωτινίαση (*Sclerotinia sclerotiorum*), οι σκωριάσεις (*Uromyces spp.*), η ασκοχύτωση (*Ascochyta pisi*) και το ωίδιο (*Erysiphe pisi*).**

1.7. Προϊόντα και ποιότητα αυτών

Χορτοδοτική καλλιέργεια: Η απόδοση εξαρτάται από την ποικιλία, τις οικολογικές συνθήκες και την καλλιεργητική τεχνική. Κυμαίνεται σε ευρέα όρια, από 250 έως 600 kg σανού/στρ. Όταν το περιβάλλον είναι υγρό και δροσερό, σχηματίζεται μεγάλη βιομάζα σε βάρος του καρπού.

Καρποδοτική καλλιέργεια: Στο λαθούρι δεν έγινε μεγάλη βελτιωτική προσπάθεια. Για το λόγο αυτό οι αποδόσεις είναι μικρές. Για το βρώσιμο λαθούρι στην Ισπανία, σε καλλιέργειες αγρού, αναφέρονται αποδόσεις 50-260 kg καρπού/στρ., ενώ σε πειραματικές καλλιέργειες με

βελτιωμένες ποικιλίες 213-624 kg/στρ. (Lopez-Bellido 1994). Στην Ινδία η μέση απόδοση είναι 31 kg/στρ. Για το κτηνοτροφικό λαθούρι αναφέρονται αποδόσεις 150-250 kg καρπού/στρ., σε καλλιέργειες αγρού στη Ν. Ευρώπη και 158-304 kg/στρ., σε πειραματικές καλλιέργειες στη Β. Ισπανία (Lopez Bellido 1994). Στην Ελλάδα οι αποδόσεις πειραματικών καλλιεργειών κυμαίνονταν από 250-300 kg καρπού/στρ. (Στεφάνης 1984). Σε καλλιέργεια αγρού, η μέση απόδοση κατά το 1998 για το βρώσιμο λαθούρι ήταν 117 kg σπόρου/στρ., και για το κτηνοτροφικό 215 kg/στρ. (ΕΣΥΕ 1998).

ΡΟΒΙ

1.1. Γενικά

Το ρόβι είναι ένα καλλιεργούμενο είδος του γένους *Vicia*. Η παλαιότερη ονομασία του ήταν *Ervum ervilia* L. σήμερα όμως αναφέρεται ως *Vicia ervilia* (L.) Wild. Ως κέντρο καταγωγής του θεωρείται η περιοχή της Μεσογείου και η Εγγύς Ανατολή. Στη χώρα μας η καλλιέργειά του ήταν γνωστή από τους αρχαίους χρόνους. Περιγράφεται από το Θεόφραστο και το Διοσκουρίδη. Στο είδος αυτό αναφέρεται ο όροβος των αρχαίων Ελλήνων, ο καρπός του οποίου χορηγούνταν στα ζώα, κυρίως στα βόδια και στις κότες, ενώ το άχυρο μετά τον αλωνισμό αποτελούσε θρεπτικότερη τροφή για τα αιγοπρόβατα. Επίσης το αλεύρι του καρπού χρησιμοποιούνταν ως ζυμωτική ύλη στην αρτοποιία (Λέτσας 1957).

Παρ' όλο ότι το ρόβι παρουσιάζει πλεονεκτήματα, όπως αντοχή στην ξηρασία και το κρύο, καλλιεργείται σε περιορισμένη έκταση κυρίως στην Τουρκία, στις χώρες της Μεσογείου (κυρίως την Κ. και Ν. Ισπανία) και σε περιοχές των δυτικών Η.Π.Α. Στη χώρα μας καλλιεργείται σήμερα σε ελάχιστη έκταση στις ορεινές περιοχές, κυρίως για την παραγωγή καρπού για τα ζώα και σπάνια για σανό, επειδή έχει μικρή βλαστική ανάπτυξη.

1.2. Βοτανική περιγραφή

Το ρόβι είναι φυτό ετήσιο, πώδες, με όρθια ανάπτυξη. Έχει πλούσιο αναπτυγμένο ριζικό σύστημα. Το ύψος του κυμαίνεται από 20 έως 60 εκ. και έχει περιορισμένο αριθμό διακλαδώσεων. Τα φύλλα είναι σύνθετα με πολλά ζεύγη (8-14) γραμμοειδών-λογχοειδών

φυλλαρίων. Το άκρο των φύλλων δεν καταλήγει σε έλικα. Στη βάση κάθε φύλλου βρίσκονται δύο οδοντωτά παράφυλλα. Οι ταξιανθίες εκφύονται από τις μασχάλες των φύλλων και έχουν 1-4 κρεμαστά άνθη, τα οποία συνδέονται στον άξονα της ταξιανθίας με ένα μικρό ποδίσκο. Το χρώμα των ανθέων είναι λευκό, μερικές όμως φορές έχουν ροδόχρωμη απόχρωση. Οι λοβοί έχουν μήκος 2-3 εκ. και φέρουν 2-4 σπόρους. Οι σπόροι είναι εμφανείς, καθώς στο λοβό στη θέση των σπόρων υπάρχουν συσφίξεις. Το σχήμα των σπόρων είναι γωνιώδες, το χρώμα τους ανοιχτό μπεζ ως ερυθρο-καφέ και το βάρος 1000 σπόρων 28-40 g.

1.3. Αύξηση και ανάπτυξη

Το ρόβι έχει υπόγειο φύτερωμα και συνεχή ανάπτυξη. Είναι φυτό μακράς φωτοπεριόδου (>14 ώρες). Αναπτύσσεται γρήγορα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης. Ανθίζει και ωριμάζει νωρίτερα από το βίκο. Η άνθηση διαρκεί για λιγότερο από ένα μήνα. Έχει μικρότερη βλαστική ανάπτυξη από το βίκο, μεγαλύτερο όμως δείκτη συγκομιδής (Abd El Moneim 1993).

1.4. Οικολογικές απαιτήσεις

Το ρόβι χαρακτηρίζεται από μεγάλη αντοχή στην ξηρασία, ακόμη και κατά την άνοιξη. Έχει την ικανότητα και στα πολύ ξηρά έτη να δίνει παραγωγή. Σε ευνοϊκές συνθήκες οι αποδόσεις είναι υψηλές. Αντέχει αρκετά στο κρύο καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης. Θερμοκρασίες μικρότερες από -10°C, είναι δυνατόν να προκαλέσουν ζημιές στα νεαρά φυτά και για το λόγο αυτό σε πολύ ορεινές περιοχές σπέρνεται την άνοιξη.

Έχει ελάχιστες απαιτήσεις σε έδαφος. Μπορεί να αξιοποιήσει καλύτερα από κάθε άλλο ψυχανθές τα πτωχά και ξηρά εδάφη των ορεινών περιοχών. Σ' αυτές τις περιοχές αντικαθιστά το κτηνοτροφικό μπιζέλι. Προσαρμόζεται στα ουδέτερα ή ελαφρώς όξινα εδάφη (pH 6-7). Δεν αντέχει στα άλατα. Ανέχεται ασβεστούχα εδάφη, αρκεί να μην είναι πολύ βαριά πηλώδη.

1.5. Καλλιεργητική τεχνική

Προσαρμόζεται σε οποιοδήποτε σύστημα αμειψισποράς. Η προετοιμασία του εδάφους γίνεται όπως και για τα άλλα χειμερινά ψυχανθή. Συνήθως δεν χρειάζεται λίπανση, εκτός από τα φτωχά εδάφη όπου συνιστάται να προστίθενται μέχρι 6 kg P₂O₅/στρ.

συνθήκες κάθε περιοχής (πρωϊμότερα στις ορεινές περιοχές). Η συνιστώμενη απόσταση σποράς είναι 25 εκ. μεταξύ των γραμμών και η ποσότητα σπόρου 10 kg/στρ. (Ηλιάδης 2004). Στην Ισπανία οι παραγωγοί χρησιμοποιούν αποστάσεις σποράς 15-20 εκ. και ποσότητα σπόρου 10-13 kg/στρ. (Lopez- Bellido 1994). Η σπορά γίνεται σε γραμμές με τις σπαρτικές των χειμερινών σιτηρών και μερικές φορές στα πεταχτά.

Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ζιζανιοκτόνα όπως και στα άλλα ψυχανθή.

Η συγκομιδή για καρπό γίνεται όταν κιτρινίσει το φυτό και χρησιμοποιούνται οι θεριζοαλωνιστικές των σιτηρών. Προτιμώνται οι πρωινές ώρες για την αποφυγή απωλειών σπόρου. Παλαιότερα γινόταν θερισμός ή συνήθως εκρίζωση των φυτών (επειδή η ανάπτυξη ήταν μικρή), παραμονή τους στο έδαφος μεμονωμένα ή σε σειρές μέχρι να ξηραθούν και στη συνέχεια αλωνισμός. Η καλλιέργεια για σανό συγκομίζεται όταν οι κατώτεροι λοβοί βρίσκονται στο στάδιο της μαλακής ζύμης.

1.6. Εχθροί και ασθένειες

Σημαντικότερος εχθρός είναι ο βρούχος (*Bruchus spp.*).

Δεν αναφέρθηκαν ιδιαίτερα προβλήματα ασθενειών στο ρόβι. λόγω κυρίως της πολύ περιορισμένης καλλιεργούμενης έκτασης. Πιθανές είναι οι κοινές ασθένειες των περισσότερων χειμερινών ψυχανθών.

1.7. Προϊόντα

Χορτοδοτική καλλιέργεια: Οι αποδόσεις είναι πολύ μικρές, 200-300 kg σανού/στρ. Η ποιότητα του σανού θεωρείται καλή, παρόμοια με εκείνη του βίκου.

Καρποδοτική καλλιέργεια: Οι αποδόσεις κυμαίνονται σε ευρέα όρια. Στην Ισπανία αναφέρονται αποδόσεις 40-220 kg/στρ. σε καλλιέργειες αγρού, ενώ σε πειραματικές καλλιέργειες με βελτιωμένες ποικιλίες 160-300 kg/στρ. (Lopez-Bellido 1994). Στη Συρία σε πειραματικές καλλιέργειες η απόδοση καρπού των καλύτερων γενοτύπων ροβιού κυμάνθηκε

από 98 έως 127 kg/στρ. ενώ του βίκου από 72 έως 141 kg/στρ (Abd El Moneim 1993). Στη χώρα μας η μέση στρεμματική απόδοση κατά το 1998 ήταν 119 kg/στρ. (ΕΣΥΕ 1998).

Η ποιότητα του καρπού θεωρείται παρόμοια με αυτή του βίκου. Οι καρποί χορηγούνται κυρίως στα πρόβατα και στα βοοειδή. Δεν συνιστάται η χορήγηση στα μονογαστρικά ζώα, λόγω της τοξικότητας των σπόρων και την παρεμπόδιση της ανάπτυξής τους. Οι σπόροι του ροβιού περιέχουν διάφορους αντιθρεπτικούς παράγοντες, όπως κυανογόνα γλυκοζίδια, καναβανίνη και αναστολείς της τρυψίνης.

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΧΕΙΜΕΡΙΝΩΝ ΣΙΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΨΥΧΑΝΘΩΝ

- **Υλικά και μέθοδοι**

Η πειραματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2013-2014 στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης. Το έδαφος, όπου εγκαταστάθηκε το πείραμα, είχε ιλύς 17%, άργιλο 7%, άμμο 76%, pH 8,4 και οργανική ουσία 1,4%. Το πείραμα περιελάμβανε τρεις παράγοντες, δηλαδή ενσωμάτωση των υπολειμμάτων του ηλίανθου και μη στο έδαφος, τα πέντε καλλιεργούμενα φυτά (σιτάρι, κριθάρι, βίκο, λαθούρι και ρόβι) και τα την παρουσία η μη των ζιζανίων.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των υπο- υποδιαιρεμένων τεμαχίων, όπου η παρουσία των υπολειμμάτων του ηλίανθου αποτελούσε τα κύρια τεμάχια, τα πέντε καλλιεργούμενα φυτά (σιτάρι, κριθάρι, βίκο, λαθούρι και ρόβι) αποτελούσαν υποτεμάχια και η παρουσία η μη των ζιζανίων τα υπο-υποτεμάχια. Κάθε συνδυασμένος

παράγοντας είχε τέσσερις επαναλήψεις. Το μέγεθος κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν 2 x5 m. Η απόσταση μεταξύ των ομάδων ήταν 3 m, ενώ μεταξύ των τεμαχίων 1 m.

Ο πειραματικός αγρός οργώθηκε στις 12/02/2013, ενώ μια εβδομάδα αργότερα έγινε φρεζάρισμα και ενσωμάτωση στο έδαφος της βασικής λίπανσης (10 kg N και 5 kg P₂O₅/στρ) που εφαρμόστηκε ως θειοφωσφορική αμμωνία (20-10-0)).

Η σπορά των του ηλίανθου έγινε με σπαρτική μηχανή αμέσως μετά την προετοιμασία του εδάφους στις 23/02/2013 σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 75cm, ενώ η ποσότητα σπόρου χρησιμοποιήθηκε ήταν 700 g/στρ.

Η συγκομιδή του ηλίανθου έγινε με θεριζοαλωνιστική μηχανή των σιτηρών, μετά από κατάλληλη προσαρμογή εξαρτημάτων.

Η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων του ηλίανθου στο έδαφος έγινε με φρέζα στις 10/11/2013. Ταυτόχρονα με την ενσωμάτωση των υπολειμμάτων έγινε και η βασική λίπανση με 10 kg N και 5 kg P₂O₅/στρ που εφαρμόστηκε ως θειοφωσφορική αμμωνία (20-10-0).

Η σπορά των πέντε χειμερινών καλλιεργούμενων φυτών έγινε με σπαρτική μηχανή αμέσως μετά την ενσωμάτωση των υπολειμμάτων του ηλίανθου στο έδαφος στις 15/11/2013. Η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιήθηκε για το σιτάρι και κριθάρι ήταν 16 kg/στρ, ενώ για το βίκο, λαθούρι και ρόβι ήταν 16, 12.5 και 10 kg/στρ, αντίστοιχα.

Μετά το φύτευμα των καλλιεργούμενων φυτών και των ζιζανίων οριοθετήθηκε στο κέντρο κάθε πειραματικού τεμαχίου 1 m² στα οποία έγιναν οι προγραμματισμένες μετρήσεις και η συγκομιδή. Ειδικότερα, μετρήθηκε ο αριθμός φυτών/m² και των πέντε χειμερινών καλλιεργειών, ενώ μετά το αδελφωμα των χειμερινών σιτηρών μετρήθηκε ο αριθμός βλαστών/m². Επίσης, μετρήθηκε και αριθμός φυτών των ζιζανίων που είχε φυτρώσει. Επιπρόσθετα, κατά την καλλιεργητική περίοδο έγιναν δυο δειγματοληψίες (συγκομιδή 0.32 m²) στις αρχές Μαρτίου και Απριλίου, όπου μετρήθηκε το νωπό και ξηρό βάρος των πέντε χειμερινών καλλιεργειών και των ζιζανίων.

Το 1 m² κάθε πειραματικού τεμαχίου, που οριοθετήθηκε αρχικά, συγκομίστηκε με το χέρι κατά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου και στα συγκομισθέντα δείγματα προσδιορίστηκαν το συνολικό βάρος, ο αριθμός στάχων ή λοβών, η απόδοση και το βάρος 1000 κόκκων των καλλιεργούμενων φυτών, ενώ το συνολικό βάρος και ο αριθμός φυτών των ζιζανίων.

Η ανάλυση των δεδομένων του αριθμού φυτών/m², του νωπού και ξηρού βάρους, του αριθμού βλαστών/φυτό των πέντε καλλιεργούμενων φυτών και των ζιζανίων καθώς επίσης και η ανάλυση των δεδομένων των συστατικών της απόδοσης έγινε χωριστά. Οι αναλύσεις των δεδομένων έγιναν με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος MSTAT.

2.2. Πειραματικό σχέδιο

Αποτελέσματα - συζήτηση

1.Αριθμός φυτών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (ANOVA) έδειξε ότι ο αριθμός φυτών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών στις περισσότερες περιπτώσεις δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος. Ο αριθμός φυτών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών/m² στις αρχές Φεβρουαρίου επηρεάστηκε με διαφορετικό τρόπο από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος. Ο αριθμός φυτών των πέντε χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών/m² (κριθάρι, σιτάρι, βίκο, λαθούρι και ρόβι) στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου ήταν σχετικά μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Ο αριθμός φυτών του ρόβι επηρεάστηκε περισσότερο από υπολείμματα ηλίανθου και λιγότερο ο αριθμός φυτών του σιταριού και λαθούρι. Ειδικότερα, αριθμός φυτών του ρόβι στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν

στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου ήταν 20% μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (Πίνακας 1).

Η παρουσία των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (με και χωρίς υπολείμματα του ηλίανθου μείωσε των αριθμό φυτών των καλλιεργούμενων φυτών από ότι στο μάρτυρα (χωρίς ζιζάνια). Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στον αριθμό φυτών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών

Χωρίς ζιζάνια

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών/m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	406	372
Σιτάρι	300	280
Βίκος	280	268
Λαθούρι	203	202
Ρόβι	62	50
cv	23	

Με ζιζάνια

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών/ m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	387	360
Σιτάρι	239	261
Βίκος	234	267
Λαθούρι	197	180
Ρόβι	55	44
CV	25	

2.Αριθμός βλαστών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (ANOVA) έδειξε ότι ο αριθμός βλαστών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών (κριθάρι, σιτάρι, βίκο, λαθούρι και ρόβι) στις αρχές Απριλίου επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος και την παρουσία των ζιζανίων ($P < 0.01$). Στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου ο αριθμός βλαστών των πέντε καλλιεργούμενων φυτών ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Περισσότερο επηρεάστηκε ο αριθμός βλαστών του λαθούρι, σιταριού, βίκου και κριθαριού και λιγότερο του ρόβι. Ειδικότερα, ο αριθμός βλαστών κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι ήταν 74, 75, 74, 82 και 20%, αντίστοιχα λιγότερο από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου) (Πίνακας 2).

Η παρουσία των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια μείωσε σημαντικά τον αριθμό βλαστών και των πέντε καλλιεργούμενων φυτών από ότι στο μάρτυρα (χωρίς ζιζάνια) σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (με και χωρίς υπολείμματα του ηλίανθου. Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου (Πίνακας 2). Η παρουσία των ζιζανίων μείωσε τον αριθμό βλαστών κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου κατά 77, 73, 60, 74 και 72%, αντίστοιχα σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου) (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στον αριθμό βλαστών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών

Χωρίς ζιζάνια

Επεμβάσεις	Αριθμός βλαστών/m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	862	222,7
Σιτάρι	262	65,0
Βίκος	480	126,2
Λαθούρι	621	115,5
Ρόβι	172	123,2
cv		

Με ζιζάνια

Επεμβάσεις	Αριθμός βλαστών/ m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	998	228,25
Σιτάρι	267	72
Βίκος	406	161
Λαθούρι	549	141,75
Ρόβι	144	40,75
CV		

3.Νωπό βάρος χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

Το νωπό βάρος των χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών (κριθάρι, σιτάρι, βίκος, λαθούρι και ρόβι) στις αρχές Απριλίου επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος και την παρουσία των ζιζανίων ($P < 0.01$). Στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου το νωπό βάρος των πέντε καλλιεργούμενων φυτών ήταν σημαντικά μικρότερο από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Περισσότερο επηρεάστηκε το νωπό βάρος του ρόβι και λαθούρι και λιγότερο του βίκου και σιταριού. Ειδικότερα, το νωπό βάρος κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι ήταν 68, 75, 76, 82 και 90%, αντίστοιχα λιγότερο από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου) (Πίνακας 3).

Η παρουσία των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια, επίσης μείωσε σημαντικά το νωπό βάρος και των πέντε καλλιεργούμενων φυτών από ότι στο μάρτυρα (χωρίς ζιζάνια) σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (με και χωρίς υπολείμματα του ηλίανθου. Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου (Πίνακας 3). Η παρουσία των ζιζανίων μείωσε το νωπό βάρος κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου κατά 90, 77, 61, 80 και 79%, αντίστοιχα σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου) (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στο νωπό βάρος χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών

Χωρίς ζιζάνια

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος γρ/ m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	2500	806,25
Σιτάρι	1530	381,25
Βίκος	2095	512,5
Λαθούρι	2090	366,25
Ρόβι	1590	151,25
CV		

Με ζιζάνια

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος γρ/ m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	3820	380
Σιτάρι	1410	325
Βίκος	2130	616,25
Λαθούρι	1740	350
Ρόβι	510	108,75
CV		

4. Ξηρό βάρος χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (ANOVA) έδειξε ότι το ξηρό βάρος των χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών (κριθάρι, σιτάρι, βίκος, λαθούρι και ρόβι) στις αρχές Απριλίου επηρεάστηκε σημαντικά όμως με διαφορετικό τρόπο από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος και την παρουσία των ζιζανίων ($P < 0.05$). Γενικά, ξηρό βάρος και των πέντε χειμερινών καλλιεργειών επηρεάστηκε λιγότερο από το νωπό βάρος. Στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου το ξηρό βάρος των πέντε καλλιεργούμενων φυτών ήταν σημαντικά μικρότερο από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Περισσότερο επηρεάστηκε το ξηρό βάρος του σιταριού και λαθούρι και λιγότερο του βίκου, ρόβι και κριθαριού. Ειδικότερα, το νωπό βάρος κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι ήταν 15, 31, 5, 24 και 14%, αντίστοιχα λιγότερο από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου) (Πίνακας 4).

Η παρουσία των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια, επίσης μείωσε σημαντικά το νωπό βάρος του ρόβι και σιταριού από ότι στο μάρτυρα (χωρίς ζιζάνια) σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (με και χωρίς υπολείμματα του ηλίανθου. Αντίθετα, το ξηρό βάρος του κριθαριού, βίκου και λαθούρι δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του ηλίανθου στο έδαφος. Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου (Πίνακας 4). Η παρουσία των ζιζανίων μείωσε το νωπό βάρος κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου κατά 3, 46, 6, 6 και 42%, αντίστοιχα σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου) (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στο ξηρό βάρος χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

Χωρίς ζιζάνια

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βλαστών γρ/ m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	98,25	84,25
Σιτάρι	125,7	85,7
Βίκος	77,5	73,25
Λαθούρι	72,5	55,5
Ρόβι	38,75	33
CV		

Με ζιζάνια

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βλαστών/gr	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	79,25	77
Σιτάρι	125,75	68
Βίκος	86,2	81,7
Λαθούρι	53,25	50,25
Ρόβι	64,5	27,33
CV		

5. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος ζιζανίων (βερόνικα, στελάρια)

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (ANOVA) έδειξε ότι ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος. Ο αριθμός φυτών των ζιζανίων/m² στις αρχές Φεβρουαρίου επηρεάστηκε με διαφορετικό τρόπο από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος.

Ο αριθμός φυτών των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Ειδικότερα, αριθμός φυτών των ζιζανίων

βερόνικα και στελάρια στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου στο κριθάρι, σιτάρι, βίκο, λαθούρι και ρόβι ήταν 79, 86, 66, 83 και 77%, αντίστοιχα λιγότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου) (Πίνακας 5).

Το νωπό βάρος και των δυο ζιζανίων, επίσης επηρεάστηκε με τον ίδιο τρόπο όπως και ο αριθμός φυτών. Ειδικότερα, νωπό βάρος των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου (Πίνακας 6).

Πίνακας 5. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στον αριθμό φυτών ζιζανίων.

Αριθμός φυτών ζιζανίων

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών ζιζανίων/ m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	270	56,25
Σιτάρι	620	85
Βίκος	320	108,75
Λαθούρι	550	95
Ρόβι	1350	315
CV		

Πίνακας 6. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στο νωπό βάρος ζιζανίων.

Νωπό βάρος ζιζανίων

	Χωρίς υπολείμματα					Με υπολείμματα				
	ΚΡΙΘΑΡ Ι	ΣΙΤΑΡ Ι	ΒΙΚΟ Σ	ΛΑΘΟΥΡ Ι	ΡΟΒ Ι	ΚΡΙΘΑΡ Ι	ΣΙΤΑΡ Ι	ΒΙΚΟ Σ	ΛΑΘΟΥΡ Ι	ΡΟΒ Ι
ΒΕΡΟΝΙΚΑ	183	219	154	127	141	131,25	131,5	194,5	208,75	202
ΣΤΕΛΛΑΡΙ Α	85	166	54	58	26	39,25	52	64,75	65,75	84,5

6. Απόδοση, αριθμός στάχυων και το βάρος 1000 κόκκων χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (ANOVA) στη συγκομιδή έδειξε ότι η απόδοση, ο αριθμός στάχυων ή λοβών και το βάρος 1000 κόκκων των χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών (κριθάρι, σιτάρι, βίκο, λαθούρι και ρόβι) επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων ηλίανθου στο έδαφος και την παρουσία των ζιζανίων ($P < 0.01$). Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου απόδοση, ο αριθμός στάχυων ή λοβών και το βάρος 1000 κόκκων των πέντε χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Περισσότερο επηρεάστηκε η απόδοση και ο αριθμός σταχιών και λιγότερο το βάρος 1000 κόκκων (Πίνακας 7,8,9). Ειδικότερα, απόδοση του κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι ήταν 70, 65, 74, 70 και 85%, αντίστοιχα λιγότερο από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Ωστόσο, ο αριθμός σταχιών του κριθαριού, σιταριού, βίκου, λαθούρι και ρόβι ήταν 74, 75, 74, 82 και 20%, αντίστοιχα λιγότερο από ότι στο μάρτυρα (χωρίς

υπολείμματα ηλίανθου), ενώ η αντίστοιχη μείωση του βάρους 1000 κόκκων ήταν μικρότερη (Πίνακας 8,9).

Η παρουσία των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια επίσης, μείωσε σημαντικά την απόδοση, τον αριθμό στάχων ή λοβών και το βάρος 1000 κόκκων των πέντε καλλιεργούμενων χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς ζιζάνια) σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (με και χωρίς υπολείμματα του ηλίανθου. Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου (Πίνακας 7,8,9).

Πίνακας 7. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στην απόδοση χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

Επεμβάσεις	Απόδοση kg/στρ.	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	350	295
Σιτάρι	485	410
Βίκος	422	160
Λαθούρι	358	300
Ρόβι	185	60
CV		

Πίνακας 8. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στον αριθμό στάχων ή λοβών χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

ΧΩΡΙΣ ΖΙΖΑΝΙΑ

Επεμβάσεις	Αριθμός σταχιών ή λοβών/m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	471	448,75
Σιτάρι	--	540,5
Βίκος	201	236,25
Λαθούρι	919	358,75
Ρόβι	--	206
CV		

ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΑ

Επεμβάσεις	Αριθμός σταχιών ή λοβών/m ²	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	454	527,25
Σιτάρι	580	753,5
Βίκος	262	114,5
Λαθούρι	154	442,75
Ρόβι	--	244
CV		

Πίνακας 9. Επίδραση των ενσωματωμένων στο έδαφος υπολειμμάτων του ηλίανθου στο βάρος 1000 κόκκων χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών.

ΧΩΡΙΣ ΖΙΖΑΝΙΑ

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 κόκκων/γρ	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	41	38
Σιτάρι	35	29
Βίκος	60	52
Λαθούρι	56	44
Ρόβι	29	12
CV		

ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΑ

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 κόκκων/γρ	
	Χωρίς υπολείμματα ηλίανθου	Με υπολείμματα ηλίανθου
Κριθάρι	37	32
Σιτάρι	34	28
Βίκος	44	22
Λαθούρι	48	39
Ρόβι	27	13
CV		

2.2.3. Συμπεράσματα

1. Η ενσωμάτωση στο έδαφος των υπολειμμάτων του ηλίανθου επηρέασε με διαφορετικό τρόπο την ανάπτυξη και την απόδοση των πέντε χειμερινών καλλιεργειών (κριθάρι, σιτάρι, βίκο, λαθούρι και ρόβι).

2. Η ανάπτυξη και η απόδοση του ρόβι επηρεάστηκε περισσότερο από υπολείμματα ηλίανθου και λιγότερο από ότι των άλλων καλλιεργούμενων φυτών. Ειδικότερα, αριθμός φυτών του ρόβι στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου ήταν 20% μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (Πίνακας 1).

3. Η παρουσία των ζιζανίων βερόνικα και στελάρια σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (με και χωρίς υπολείμματα του ηλίανθου μείωσε την ανάπτυξη και την απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών από ότι στο μάρτυρα (χωρίς ζιζάνια). Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου (Πίνακας 1).

4. Στη συγκομιδή στα πειραματικά τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος υπολείμματα του ηλίανθου η απόδοση, ο αριθμός στάχων ή λοβών και το βάρος 1000 κόκκων των πέντε χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στο μάρτυρα (χωρίς υπολείμματα ηλίανθου). Περισσότερο επηρεάστηκε η απόδοση και ο αριθμός στάχων και λιγότερο το βάρος 1000 κόκκων.

Βιβλιογραφία

- Aliotta, G., Malik, A.U. and Pollio A. (2008). Historical Examples of Allelopathy and Ethnobotany from Mediterranean Region. In Zeng, R.S., Mallik, A.U. and Luo S.M. (eds.) *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. Springer, New York, USA, 11-24.
- Bhowmik, P.C. And Inderjit (2003). Challenges and Opportunities in Implementing Allelopathy for Natural Weed Management. *Crop Protection* 22: 661-671.
- Chou, C.H. (2006). Introduction to allelopathy. In Reigosa, M. J. (ed.) *Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 1-10.
- Duke, S.O., Baerson S.R., Rimando, A.M., Pan, Z., Dayan, F.E., 1 and Belz, R.G. (2007), Biocontrol of Weeds with Allelopathy: Conventional and Transgenic Approaches. In Vurro, M. and Gressel, J. (eds.) *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management*, Gualdo Tadino, Italy, 8–19 September 2006. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 75-85.
- Duke, S.O., Romagni, J.G. and Dayan, F.E. (2000). Natural Products as Sources for New Mechanisms of Herbicidal Action. *Crop Protection* 19: 583-589.
- Einhellig, F.A. (1996). Interactions Involving Allelopathy in Cropping Systems. *Agronomy Journal* 88: 886-893.
- Einhellig, F.A. and Leather, G.R (1988). Potentials for Exploiting Allelopathy to Enhance Crop Production. *Journal of Chemical Ecology* 14: 1829-1844.
- Friedman, J. and Waller, G.R. (1985). Allelopathy and Autotoxicity. *Trends in Biochemical Sciences* 10: 47-50.

- Fuerst, E.P. and Putnam, A.R. (1983). Separating the Competitive and Allelopathic Components of Interference: Theoretical Principles. *Journal of Chemical Ecology* 9: 937-944.
- Gliessman, S.R. (1983). Allelopathic Interactions in Crop-Weed Mixtures: Applications for Weed Management. *Journal of Chemical Ecology* 9: 991-999.
- Gniazdowska, A. and Bogatek, R. (2005). Allelopathic Interactions between Plants. Multi Site Action of Allelochemicals. *ACTA Physiologiae Plantarum* 27: 395-407.
- Haugland, E. and Brandsaeter, L.O. (1996). Experiments in Bioassay Sensitivity in the Study of Allelopathy. *Journal of Chemical Ecology* 22: 1845-1859
- Hierro, J.L. and Callaway, R.M. (2003). Allelopathy and Exotic Plant Invasion. *Plant and Soil* 256: 29-39.
- Inderjit and Keating, K.I. (1999). Allelopathy: Principles, Procedures, Processes, and Promises for Biological Control. In Sparks, D.L. (ed.). *Advances in Agronomy* 67: 141-231.
- Inderjit and Duke, S.O. (2003). Ecophysiological Aspects of Allelopathy. *Planta* 217: 529-539.
- Kohli, R.K., Batish, D.R. and Singh, H.P. (2006). Allelopathic Interactions in Agroecosystems. In Reigosa, M.J. (ed.) *Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 465-494.
- Leather, G.R. (1983). Weed Control Using Allelopathic Crop Plants. *Journal of Chemical Ecology* 9: 983-989.
- Leather, G.R. and Einhellig, F.A. (1988). Bioassay of Naturally Occurring Allelochemicals for Phytotoxicity. *Journal of Chemical Ecology* 14: 1821-1828.
- Lotina-Hennsen, B., King-Diaz, B., Aguilar, M.I. and Hernandez Terrones, M.G. (2006). Plant Secondary Metabolites. Targets and Mechanisms of Allelopathy. In Reigosa, M. J. (ed.)

Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 229-266.

- Lovett, J.V., Ryuntyu, M.Y. and Liu, D.L. (1989). Allelopathy, Chemical Communication, and Plant Defense. *Journal of Chemical Ecology* 15: 1193-1202.
- Mallik, A.U. (2000). Challenges and Opportunities in Allelopathy - Research: A Brief Overview. *Journal of Chemical Ecology* 26: 2007-2009.
- Mallik, A.U. (2008). Allelopathy: Advances, Challenges and Opportunities. In Zeng, R.S., Mallik, A.U. and Luo S.M. (eds.) *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. Springer Science, New York, USA, 25-38.
- Mallik, A.U. (2008). Introduction: Allelopathy Research and Application in Sustainable Agriculture and Forestry. In Zeng, R.S., Mallik, A.U. and Luo S.M. (eds.) *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. Springer Science, New York, USA, 1-9.
- Mamolos, A. P. and Kalbwtji K. L. (2001). Significance of Crop Rotation. *Journal of crop production* 4: 197-218.
- Miller, D.A. (1996). Allelopathy in Forage Crop Systems. *Agronomy Journal* 88: 854-859.
- Narwal, S.S. (2006). Allelopathy in Ecological Sustainable Agriculture. In Reigosa, M.J. (ed.) *Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 537-564.
- Ninkovic, V., Glinwood, R. and Petterson, J. (2006). Communication between Undamaged Plants by Volatiles: The Role of Allelobiosis. In Baluska, F., Mancuso, S. and Volkmann, D. (Eds.) *Communication in Plants*. Springer, Berlin, Germany, 421-434.
- Putnam, A.R. and Defrank, J. (1983). Use of Phytotoxic Plant Residues for Selective Weed Control. *Crop Protection* 2: 173-181.

- Putnam, A.R., Defrank, J. and Barnes, J.P. (1983). Exploitation of Allelopathy for Weed Control in Annual and Perennial Cropping Systems. *Journal of Chemical Ecology* 9: 1001-1010.
- Rice, E.L. (1984). *Allelopathy* (Second Edition). Academic Press, London, UK.
- Seigler, D.S. (1996). Chemistry and Mechanisms of Allelopathic Interactions. *Agronomy Journal* 88: 876-885.
- Seigler, D.S. (2006). Basic Pathways for the Origin of Allelopathic Compounds. In Reigosa, M. J. (ed.) *Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 11-62.
- Sinkkonen, A (2006). Ecological relationships and allelopathy. In Reigosa, M.J. (ed.) *Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 375-394.
- Weidenhamer, J.D (1996). Distinguishing Recourse Competition and Chemical Interference: Overcoming the Methodological Impasse. *Agronomy Journal* 88: 866-875.
- Weidenhamer, J.D (2008). Allelopathic Mechanisms and Experimental Methodology. In Zeng, R.S., Mallik, A.U. and Luo S.M. (eds.) *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. Springer, New York, USA, 119-136.
- Weir, T.L. and Vivanco, J.M. (2008). Allelopathy: Full circle from Phytotoxicity to Mechanisms of Resistance. In Zeng, R.S., Mallik, A.U. and Luo S.M. (eds.) *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. Springer, New York, USA, 105-118.
- Weston, L.A. (1996). Utilization of Allelopathy for Weed Management in Agroecosystems. *Agronomy Journal* 88: 860-866.
- Willis, R.J. (2004). *Justus Ludewig von Uslar, and the First Book on Allelopathy*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Willis, R.J. (2007). *The History of Allelopathy*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

- Xuan, T.D., Shinkichi, T., Khanh, T.D. and Min, C.I. (2005). Biological Control of Weeds and Plant Pathogens in Paddy Rice by Exploiting Plant Allelopathy: an overview. *Crop Protection* 24: 197-206.
- Zhou, Y.H. and Yu, J.Q. (2006). Allelochemicals and Photosynthesis. In Reigosa, M. J. (ed.) *Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 127-140.
- Zimdahl, R.L., (1993). *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press, San Diego, USA.
- Βασιλάκογλου, Ι. (2008). *Σύγχρονη Ζιζανιολογία*. Σταμούλη, Αθήνα.
- Πατακιούτας Γ. (2007), Διδακτικές σημειώσεις μεταπτυχιακού προγράμματος «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες», Ιωάννινα.
- Τραυλός Η. (2007), Διδακτικές σημειώσεις μεταπτυχιακού προγράμματος «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες», Ιωάννινα.