

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ
ΤΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ
ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΠΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΝΤΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΥΤΟ ΣΕ
ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑΣ**

ΔΑΜΠΑΣΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΕΥΣΤΡΑΤΙΑΔΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ
ΤΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ
ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΠΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΝΤΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΥΤΟ ΣΕ
ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΔΑΜΠΑΣΗ ΣΤΕΦΑΝΟΥ
ΕΥΣΤΡΑΤΙΑΔΗ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΙΤΣΙΟΣ ΔΗΜΑΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Αναπληρωτή καθηγητή του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. κύριο Δήμα Κίτσιο για την βοήθειά του τόσο στην επιλογή του θέματος, όσο για τις συμβουλές και τις κατευθυντήριες γραμμές που μας έδωσε για την πραγματοποίηση της πτυχιακής μας εργασίας.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, για το χώρο που μας παραχώρησε για την διεξαγωγή του πειράματός μας και για τα υλικά που μας βοήθησαν να διεκπεραιώσουμε το πείραμα της πτυχιακής μας διατριβής. Τέλος, ευχαριστούμε όλους τους καθηγητές και τους συμφοιτητές μας που μας βοήθησαν στο έργο μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι πειραματική εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης κατά τα έτη 2012-2013. Σκοπός της πτυχιακής διατριβής μας ήταν να προσδιοριστεί η πιθανή φυτοτοξική δράση των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο σιτάρι και βίκο και στα ζιζάνια που επηρεάζουν τις δυο αυτές καλλιέργειες σε ένα σύστημα αμειψισποράς. Τα ζιζάνια που αξιολογήθηκαν ήταν η βερονίκη (*Veronica hederipholia* L.), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.), το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.), το χαμομήλι (*Chamomilla recutita* L.) και η στελάρια (*Stellaria media* L.)

Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι ο αριθμός φυτών και των δυο καλλιεργούμενων φυτών (σιτάρι, βίκο) επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος. Περισσότερο επηρεάστηκε η φυτρωτική ικανότητα της καλλιέργειας του βίκου και λιγότερο του σιταριού.

Ο αριθμός φυτών σιταριού 30 ημέρες μετά την σπορά του στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στα αντίστοιχα πειραματικά τεμάχια όπου δεν υπήρχαν υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου. Κατά μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων ο αριθμός φυτών σιταριού στα πειραματικά τεμάχια που ενσωματωθήκαν τα υπολείμματα του γλυκού σόργου ήταν 10 έως 15% μικρότερος από ότι στα τεμάχια χωρίς υπολείμματα. Ωστόσο, η μείωση του αριθμού φυτών του βίκου στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου ήταν από 25 έως 30%.

Ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος του ζιζανίου παπαρούνα στην καλλιέργεια του σιταριού έξι μήνες μετά την σπορά επηρεάστηκαν σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών της παπαρούνας στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα ήταν κατά 20% μικρότερος από ότι στους μάρτυρες, ενώ το νωπό βάρος του ζιζανίου αυτού ήταν κατά 34% μικρότερο σε σχέση με τον μαρτύρα.

Η απόδοση σε καρπό της καλλιέργειας του σιταριού επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση της καλλιέργειας του βίκου. Κατά μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων η απόδοση του σιταριού στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα ήταν κατά 25% μικρότερο από ότι στα τεμάχια χωρίς υπολείμματα γλυκού σόργου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ	
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	7
1. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΟΡΓΟΥ	7
1.1. Εισαγωγή.	7
1.2. Τύποι και ποικιλίες καλλιεργούμενου σόργου.	8
1.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.	11
1.4. Αύξηση και ανάπτυξη.	17
1.5. Προσαρμοστικότητα.	18
1.6. Καλλιεργητική τεχνική.	21
1.7. Συγκομιδή καλλιεργούμενων ειδών σόργου.	27
1.8. Εχθροί και ασθένειες.	29
1.9. Προϊόντα, ποιότητα και χρήσεις του σόργου.	31
2. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ	35
2.1. Ταξινόμηση και ποικιλίες του σιταριού.	38
2.2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.	43
2.3. Διαμόρφωση της απόδοσης.	47
2.4. Οικολογικές απαιτήσεις.	49
2.5. Καλλιεργητική τεχνική.	52
2.6. Προϊόντα.	56
2.7. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού.	58
2.8. Εχθροί και ασθένειες.	62
3. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΒΙΚΟΥ	71
3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.	71
3.2. Αύξηση και ανάπτυξη.	72
3.3. Οικολογικές απαιτήσεις.	73
3.4. Καλλιεργητική τεχνική.	73
3.5. Διαχείριση-Συγκομιδή.	77
3.6. Εχθροί και ασθένειες.	79
3.7. Προϊόντα και ποιότητα αυτών.	81

4.	ZIZANIA	83
4.1.	Χαρακτηριστικά ζιζανίων.	83
4.2.	Κατάταξη ζιζανίων.	85
4.3.	Φυσιολογία.	87
4.4.	Επικινδυνότητα.	88
4.5.	Επιδράσεις ζιζανίων.	89
4.6.	Αναπαραγωγή ζιζανίων.	92
5.	ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ	99
5.1.	Χημικές ομάδες αλληλοπαθητικών ουσιών.	100
5.2.	Μηχανισμός δράσης αλληλοπαθητικών ουσιών.	101
6.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	105
6.1.	Υλικά και μέθοδοι.	105
6.2.	Αποτελέσματα και συζήτηση.	109
6.2.1.	Αριθμός φυτών σιταριού και βίκου/ m ² 30 ημέρες μετά τη σπορά.	109
6.2.2.	Ο αριθμός φυτών των ζιζανίων που φύτεψαν και στις δυο καλλιέργειες 30 ήμερες μετά την σπορά τους.	109
6.2.3.	Αριθμός φυτών, βλαστών και νωπό βάρος των καλλιεργούμενων φυτών σιτάρι και βίκο 6 μήνες μετά την σπορά.	111
6.2.4.	Ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος των ζιζανίων που αναπτύχθηκαν και στις δυο καλλιέργειες μετά την σπορά τους.	112
6.2.5.	Αποδώσεις σε καρπό της καλλιέργειας του σιταριού και του βίκου στην συγκομιδή.	117
6.3.	Συμπεράσματα.	119
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	120

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΟΡΓΟΥ

1.1. Εισαγωγή

Το σόργο είναι ένα από τα σπουδαιότερα καρποδοτικά σιτηρά που χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου στις ημίξηρες τροπικές περιοχές, καθόσον μπορεί να αναπτυχθεί με επιτυχία σε συνθήκες τόσο ξηρικές και τόσο θερμές όπου δεν μπορεί να καλλιεργηθεί το καλαμπόκι και τα άλλα σιτηρά, εκτός από το κεχρί. Η μεγαλύτερη καλλιέργεια σόργου εντοπίζεται στις ημίξηρες τροπικές και υποτροπικές περιοχές, αλλά καλλιεργείται και σε ορισμένες εύκρατες περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση. Ανάλογα με την περιοχή στην οποία καλλιεργείται είναι και η χρήση του προϊόντος. Σε ορισμένες περιοχές της Αφρικής για παράδειγμα, παρέχει μαζί με το κεχρί πάνω από το 90% της ενέργειας στη διατροφή του πληθυσμού, ενώ στις αναπτυγμένες χώρες χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή. Το σόργο κατάγεται από τις στέπες και σαβάνες της Αφρικής. Η εξημέρωσή του έγινε σε διάφορες περιοχές, με διάφορες κλιματολογικές συνθήκες και διαμορφώθηκαν πάρα πολλοί τύποι. Λεπτομέρειες για τους διάφορους τύπους και τις περιοχές όπου αναπτύχθηκαν αυτοί οι τύποι δίνονται στο υποκεφάλαιο της ταξινόμησης. Η πρώτη εξημέρωση του σόργου έγινε μάλλον στη Ν.Δ. Αιθιοπία περίπου το 5000 π.Χ. και μέσου της Αραβικής χερσονήσου μεταφέρθηκε στις Ινδίες και την υπόλοιπη Ασία. Προς δυσμάς η εξάπλωση της καλλιέργειας καθυστέρησε. Λεπτομέρειες για την εξημέρωση του σόργου στις διάφορες περιοχές της Αφρικής και την εξάπλωση του στην Ινδία και Κίνα δίνονται από την Kimber (2000). Η παγκόσμια καλλιεργηθείσα έκταση με σόργο για παραγωγή καρπού το 2006 ανήλθε στα 415 εκατομ. στρ. και παρήχθησαν 56 εκατομ. tn. Η μέση απόδοση ανήλθε στα 136 Kg καρπού/στρ. Το 63% των καλλιεργούμενων εκτάσεων κατανεμήθηκε στην Αφρική με μέση απόδοση 104 Kg/στρ. και κυριότερες χώρες παραγωγής τη Νιγηρία, το Σουδάν και την Αιθιοπία. Το 26% των εκτάσεων καλλιεργήθηκε στην Ασία, με μέση απόδοση 105 kg/στρ. και κυριότερες χώρες παραγωγής την Κίνα και την Ινδία. Το 9% των εκτάσεων καλλιεργήθηκε στην Αμερική (το μισό περίπου της έκτασης στη Λατινική Αμερική) με μέση απόδοση 352 Kg/στρ. Στην Ευρώπη

και την Αυστραλία καλλιεργήθηκε το υπόλοιπο 2% των εκτάσεων. Στην Ευρώπη κυρίως καλλιεργήθηκε στη Γαλλία και Ιταλία με μέση απόδοση 396 Kg/στρ. (FAOSTAT 2006). Το χορτοδοτικό σόργο το 2006 καλλιεργήθηκε σε 11 εκατομ. στρ. και παράχθηκαν 25 εκατομ. τη χορτομάζας με μέση απόδοση 2.046 Kg/στρ. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ήταν η Αργεντινή, το Μεξικό και οι ΗΠΑ. Στην Ευρώπη το χορτοδοτικό σόργο καλλιεργήθηκε κυρίως στην Ιταλία, Γαλλία, Πορτογαλία και Ισπανία (FAOSTAT 2006).

Στη χώρα μας η καλλιέργεια τόσο του καρποδοτικού όσο και του χορτοδοτικού σόργου είναι ελάχιστη. Ένα από τα είδη σόργου, με μικρή παγκόσμια σημασία, που καλλιεργήθηκε παλαιότερα στη χώρα μας και συνεχίζει να καλλιεργείται και σήμερα, σε μικρή όμως έκταση, είναι το σόργο για σκούπα (σαρωθρόχορτο). Το 1930 καλλιεργήθηκε σε 18.500 στρ., αυξήθηκε στις 100.000 στρ. το 1963, σταδιακά μειώθηκε και το 1965 η καλλιεργούμενη έκταση ήταν μόνο 5.300 στρ. (Χασιώτης 1972, Καραμάνος 1999). Ακριβή στατιστικά στοιχεία για την παρούσα έκταση της καλλιέργειας δεν υπάρχουν, αλλά αυτή είναι πολύ μικρή. Η καλλιέργεια του σόργου για σκούπα εντοπίζεται στο Νομό Έβρου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην περιοχή της Ορεστιάδας το 1999 καλλιεργήθηκαν 425 στρ., ενώ το 2007 μόλις 100 στρ. Το σόργο έχει πολλές χρήσεις ανάλογα με τον τύπο και την περιοχή καλλιέργειας. Ο καρπός χρησιμοποιείται για διατροφή του ανθρώπου, ως ζωοτροφή και για διάφορες βιομηχανικές χρήσεις. Το χόρτο του σόργου χορηγείται σε όλες τις κατηγορίες των ζώων. Από τις ταξιανθίες του σόργου παράγονται σκούπες. Από τα στελέχη του ζαχαροφόρου σόργου εξάγεται σιρόπι. Το σιρόπι αυτό χρησιμοποιείται ως γλυκαντική υλη ή μετά από ζύμωση παράγεται αλκοόλη και βιοαιθανόλη.

1.2. Τύποι και ποικιλίες καλλιεργούμενου σόργου

Το γένος *Sorghum* παρουσιάζει πολύ μεγάλη ποικιλομορφία τύπων. Διαιρείται σε πέντε υπογένη: *Sorghum*, *Chaetosorghum*, *Heterosorghum*, *Parasorghum* και *Stiposorghum* (Dahlberg 2000). Το καλλιεργούμενο σόργο ανήκει στο υπογένος *Sorghum* και στο είδος *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Ο βασικός χρωμοσωμικός αριθμός τού υπογένους *Sorghum* είναι $n=10$ και τα περισσότερα μέλη αυτού του γένους είναι διπλοειδή ($2n=20$), αλλά αρκετά μέλη είναι πολυπλοειδή ($2n=40$). Έγιναν διάφορες ταξινομήσεις του

καλλιεργούμενου σόργου (*S. bicolor*) με βάση διάφορα κριτήρια. Μία από τις ταξινομήσεις που επικράτησε είναι εκείνη των Harlan και de Wet (1972) που διαίρεσαν το είδος σε πέντε τύπους: Bicolor, Guinea, Caudatum, Kafir και Durra και δέκα ενδιάμεσους τύπους που προέκυψαν από συνδυασμό των πέντε βασικών τύπων. Οι βασικοί τύποι, γενικά, είναι εύκολο να διακριθούν με βάση μόνο τη μορφολογία των σταχυδίων και αυτό είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της ταξινόμησης των Harlan και de Wet (1972). Αυτή η ταξινόμηση χρησιμοποιείται σήμερα για το χαρακτηρισμό των γενοτύπων του σόργου στις τράπεζες του γενετικού υλικού (Rooney 2004). Η προέλευση (House κ.α.2000) και τα βασικά χαρακτηριστικά των σταχυδίων των πέντε τύπων είναι :

Bicolor. Παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση τύπων στην Ασία, έχει όμως ευρέος διαδοθεί και στην Αφρική. Οι σπόροι είναι επιμήκεις και τα λέπυρα σφίγγουν τους σπόρους, οι οποίοι μπορεί να είναι πλήρως καλυμμένοι ή κατά τα 3/4.

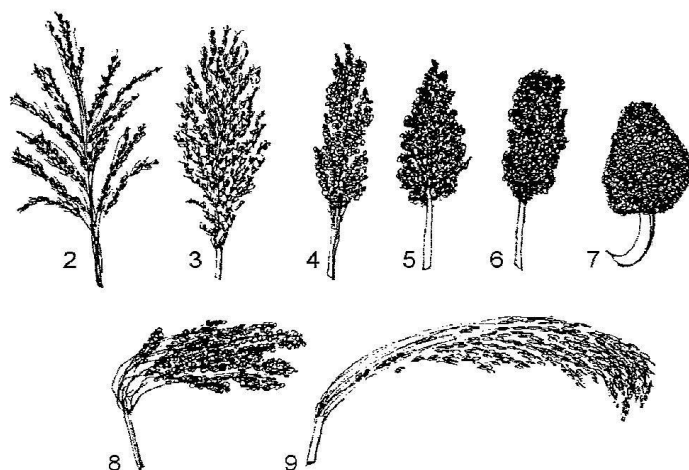
Guinea. Προέρχεται κυρίως από τη Δ. Αφρική και υπάρχει ένα δεύτερο κέντρο καταγωγής στην Τανζανία. Οι σπόροι είναι διαφόρων μεγεθών, πεπλατυσμένοι, τα λέπυρα είναι λογχοειδή, χαλαρά και το μήκος τους σχεδόν ίδιο ή μεγαλύτερο από το σπόρο.

Caudatum. Είναι περισσότερο διαδεδομένο στην περιοχή από την ανατολική Νιγηρία μέχρι το ανατολικό Σουδάν και την Ουγγαρία. Οι καρποί είναι ασύμμετροι, καμπυλόγραμμοι από τη μία πλευρά και επίπεδοι ή κοίλοι από την αντίθετη και τα λέπυρα έχουν το μισό μήκος του σπόρου ή λιγότερο.

Kafir. Είναι πρωτίστως τύπος της ανατολικής Αφρικής, νότια του Ισημερινού. Οι καρποί είναι σχεδόν συμμετρικοί, λιγότερο ή περισσότερο σφαιρικοί. Τα λέπυρα σφίγγουν το σπόρο και έχουν διάφορα μεγέθη.

Durra. Κυριαρχεί στην Αιθιοπία και την περιοχή κοντά στη Σαχάρα. Καλλιεργείται κυρίως στην Αραβία, τη Μικρά Ασία, την Ινδία, τη Μπούρμα και κατά μήκος της κοιλάδας του Νείλου. Οι σπόροι είναι στρογγυλοί, αντιστρόφως ωοειδείς. Τα λέπυρα είναι πολύ πλατιά με συνήθως χαρακτηριστική πτύχωση κοντά στο άκρο τους. Οι ταξιανθίες του σόργου ανάλογα με τη συμπάγειά τους ταξινομούνται σε κατηγορίες. Κατά κάποιο τρόπο το είδος της ταξιανθίας συνδέεται με τη μορφολογία των σταχυδίων (Harlan και de Wet 1972). Οι τύποι Bicolor και Guinea έχουν κάπως χαλαρές

ταξιανθίες (τύπος 2,3 και 4), οι Kafir και Durra περισσότερο συμπαγείς (τύπος 5,6 και 7). Ο Caudatum έχει ευρύ φάσμα ταξιανθιών. Τύπο ταξιανθίας No 9 έχει το σόργο σκούπας. Ο τύπος No 1 έχει κρατηθεί για τους άγριους γενοτύπους, ο δε τύπος No 8 παρατηρείται σε λίγους και μάλλον ανόμοιους τύπους σόργου (Εικ. 1.1)



Εικόνα 1.1

Από πρακτική άποψη, ανάλογα με τη χρήση του, το καλλιεργούμενο σόργο ταξινομείται ως:

Καρποδοτικό. Ο καρπός χρησιμοποιείται ως τροφή του ανθρώπου και ως ζωοτροφή.

Χορτοδοτικό. Καλλιεργείται για παραγωγή σανού, ενσιρώματος και για βόσκηση.

Ζαχαρούχο. Τα στελέχη είναι γλυκά και χυμώδη, τα φυτά υψηλόσωμα και δίνουν καλή απόδοση σε χόρτο, όχι όμως σε σπόρο. Καλλιεργείται για την παραγωγή ζαχαρούχου χυμού και αλκοόλης. Τελευταία χρησιμοποιείται για παραγωγή βιοαιθανόλης, ως καύσιμο.

Σκούπα. Από τις μακριές, λεπτές και εύκαμπτες ταξιανθίες γίνονται σκούπες.

Το σόργο κατά κανόνα είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό. Το ποσοστό αυτογονιμοποίησης κατά μέσο όρο είναι 5 έως 6 %, κυμαίνεται όμως από 2 έως 35%. Η γύρη μεταφέρεται με τον αέρα. Οι πρώτες ποικιλίες σόργου προέρχονταν κυρίως από τις τροπικές και υποτροπικές περιοχές, είχαν

μεγάλο ύψος, 3 έως 5 m και χρειάζονταν 120 έως 180 ημ. για να ωριμάσουν. Με τη βελτίωση αυτών των ποικιλιών στις εύκρατες περιοχές και την ενσωμάτωση γονιδίων νανισμού δημιουργήθηκαν ποικιλίες με μικρότερο ύψος, 1,2 έως 2,5m, με μεγαλύτερο δείκτη συγκομιδής, καλύτερη ανταπόκριση στη διαχείριση της καλλιέργειας και δυνατότητα μηχανικής συγκομιδής. Η ανακάλυψη της κυτοπλασματικής αρρενοστειρότητας στο σόργο που ανακοινώθηκε το 1954 από τους Stephens και Holland, πολύ γρήγορα οδήγησε στη δημιουργία εμπορικών υβριδίων στο σόργο. Η ετέρωση στο σόργο είναι μεγάλη, όπως και στο καλαμπόκι. Η αύξηση της απόδοσης λόγω των υβριδίων σόργου αυξήθηκε στις ΗΠΑ πάνω από 300 % από το 1950 έως το 1990. Στην Ινδία και τις ΗΠΑ τα υβρίδια που αναπτύχθηκαν γενικά βασίζονται σε καθαρή σειρά μητέρα από τον τύπο Durga και επικονιαστή από τον τύπο Kafir (Kelly και George 1998). Σήμερα καλλιεργούνται τόσο βελτιωμένες ποικιλίες όσο και υβρίδια, ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειας, τις οικονομικές συνθήκες και τον τύπο του σόργου. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη στα βελτιωτικά προγράμματα εξαρτώνται από τον τύπο του σόργου και την κατεύθυνση της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, για παραγωγή καρπού καλλιεργούνται χαμηλόσωμα φυτά για διευκόλυνση της μηχανικής συγκομιδής, ενώ για παραγωγή χόρτου επιζητούνται υψηλόσωμοι γενότυποι για μεγάλη παραγωγή.

1.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ριζικό σύστημα. Το ριζίδιο είναι η μόνη εμβρυακή ρίζα του σόργου και φέρει πλάγιες διακλαδώσεις. Το μόνιμο ριζικό σύστημα είναι πλούσιο με λεπτότερες και περισσότερο ινώδεις ρίζες σε σχέση με το καλαμπόκι. Η διαφορά στο ριζικό σύστημα μεταξύ του καλλιεργούμενου σόργου και του πολυετούς ζιζανίου *Sorghum halepense* (βέλιουρας) είναι τα ριζώματα που υπάρχουν μόνο στο βέλιουρα. Το μέγιστο βάρος του ριζικού συστήματος στο σόργο παρατηρείται περίπου στην άνθηση και το ριζικό σύστημα μπορεί να επεκταθεί σε βάθος στο έδαφος μέχρι 1,5 έως 2 m, με ρυθμό 2 έως 5 cm/ημ. (Fageria κ.α.1991). Το βάθος και η δραστηριότητα του ριζικού συστήματος εξαρτώνται κυρίως από την υγρασία του εδάφους και από το γενότυπο. Στο πλουσιότερο και βαθύτερο ριζικό σύστημα οφείλεται η μεγαλύτερη αντοχή του

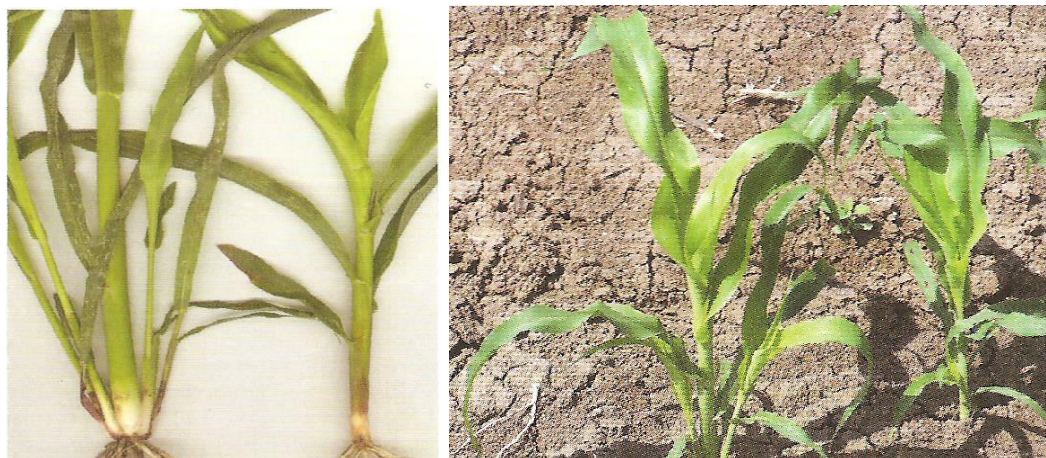
σόργου στην ξηρασία σε σχέση με το καλαμπόκι. Υπό ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας, από κόμβους πάνω από την επιφάνεια του εδάφους εκφύονται εναέριες ρίζες (Εικ.1.2), οι οποίες συμβάλλουν στη στήριξη του φυτού και εμποδίζουν το πλάγιασμα.



Εικόνα 1.2

Βλαστός. Είναι καλάμι και αποτελείται από γόνατα και μεσογονάτια διαστήματα, όπως στο καλαμπόκι. Το ύψος ανάλογα με την ποικιλία κυμαίνεται από 50 cm έως πάνω από 5 m και η διάμετρος στη βάση από 0,5 έως 5 cm. Ο βλαστός έχει 7 έως 20 γόνατα και μεσογονάτια διαστήματα και ένα φύλλο εκφύεται από κάθε γόνατο. Βρέθηκαν τέσσερα υποτελή γονίδια (dw 1 έως dw 4) τα οποία μειώνουν το μήκος των μεσογονατίων, αλλά όχι τον αριθμό τους (Quinby και Karper 1954). Ανάλογα κυρίως με τον αριθμό (τα γονίδια δρουν αθροιστικά) και λιγότερο με το είδος αυτών των υποτελών γονιδίων στο γένωμα του σόργου, καθορίζεται το ύψος. Για παράδειγμα με ένα γονίδιο το ύψος ανάλογα με την ποικιλία κυμαίνεται από 120 - 210 cm, με δύο από 80 - 130 cm και με τρία από 50 - 60 cm (Morgan και Finlayson 2000). Ο βλαστός έχει εντεριώνη που μπορεί να είναι χυμώδης ή σκληρή. Η χυμώδης εντεριώνη είναι γλυκιά ή όχι. Το σόργο αδελφώνει λιγότερο ή περισσότερο ανάλογα με τον τύπο και την πυκνότητα σποράς (Εικ. 1.3). Το αδελφωμα καθορίζεται από την κυριαρχία της κορυφής. Στο σόργο σε αντίθεση με τα άλλα σιτηρά, δεν σχηματίζονται αδελφια μόνο κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης. Μεγάλη δραστηριότητα παραγωγής αδελφιών στον κεντρικό βλαστό παρατηρείται επίσης κατά τη διάρκεια της άνθησης και μετά

την άνθηση. Η ωρίμανση αυτών των διακλαδώσεων καθυστερεί και δημιουργούνται προβλήματα κατά τη συγκομιδή.



Εικόνα 1.3

Φύλλα. Από κάθε κόμβο τού στελέχους, εναλλάξ, εκφύεται και ένα φύλλο. Στις νάνες ποικιλίες οι κολεοί των φύλλων αλληλεπικαλύπτονται. Τα φύλλα είναι παρόμοια με εκείνα του καλαμποκιού, αλλά παρατηρείται μεγαλύτερη παραλλακτικότητα στο μήκος και το πλάτος, ανάλογα με το γενότυπο. Το έλασμα του σόργου διαφέρει και διακρίνεται από εκείνο του καλαμποκιού από την οδοντωτή περιφέρεια και την άνω επιφάνεια που είναι λεία. Κατά μήκος του μίσχου στην άνω επιφάνεια των φύλλων υπάρχουν πολυάριθμα μηχανικά κύτταρα, τα οποία σε συνθήκες ξηρασίας προσδίδουν ικανότητα στο έλασμα να συστρέφεται και να αναδιπλώνεται κατά μήκος, ώστε να μειώνονται οι απώλειες νερού. Άλλα επιπλέον χαρακτηριστικά που προσδίδουν αντοχή στην ξηρασία είναι το κηρώδες περίβλημα της επιδερμίδας των φύλλων, το μικρό μέγεθος των στομάτων κ. α. Ο αριθμός των φύλλων βρίσκεται σε άμεση σχέση με το μήκος της βλαστικής περιόδου. Οι πρώιμες ποικιλίες έχουν λιγότερα φύλλα από τις όψιμες.

Ταξιανθία. Τα φυτά του σόργου είναι μόνοικα και μονόκλινα, ενώ του καλαμποκιού μόνοικα και δικλινή. Η ταξιανθία είναι φόβη, αποτελεί προέκταση του στελέχους και διαφέρει όπως αναφέρθηκε ως προς τη συμπάγεια και το μέγεθός της. Οι ταξιανθίες έχουν όρθια ανάπτυξη η κάμπτονται προς τα κάτω. Οι όρθιες ταξιανθίες είναι χαρακτηριστικό των βελτιωμένων ποικιλιών, κυρίως επειδή διευκολύνουν τη μηχανική συγκομιδή. Στις διακλαδώσεις της φόβης τα

σταχύδια βρίσκονται κατά ζεύγη, ένα άμισχο (γόνιμο) και ένα έμισχο (άγονο). Το γόνιμο σταχύδιο αποτελείται από δύο παχιά λέπυρα και δύο ανθίδια, εκ των οποίων το ένα μόνο είναι γόνιμο. Κάθε γόνιμο ανθίδιο αποτελείται από το χιτώνα, τη λεπίδα, δύο γλωχίνες, τρεις στήμονες και τον ύπερο. Ο χιτώνας και η λεπίδα είναι λεπτοί, υμενώδεις. Το άγανο, εάν υπάρχει, είναι προέκταση του χιτώνα του γόνιμου ανθούς. Τα φυτά του σόργου είναι κατά κανόνα αυτογονιμοποιούμενα. Σε μία φόβη μπορούν να παραχθούν 800 έως 3.000 κόκκοι.

Κόκκος. Οι κόκκοι διαφέρουν σε μέγεθος και σχήμα ανάλογα με τον τύπο του σόργου. Τα λέπυρα μπορεί να αποχωρίζονται εύκολα η δύσκολα από το σπόρο. Οι σπόροι μιας φόβης διαφέρουν μέχρι 10% σε βάρος ανάλογα με τη θέση τους στην κορυφή, το κέντρο ή τη βάση της φόβης. Για παράδειγμα σε ορισμένα υβρίδια μεγαλύτεροι είναι οι κόκκοι της κορυφής ενώ σε άλλα της βάσης. Η καρύοψη έχει διάφορα χρώματα όπως λευκό, κρεμ, κόκκινο, κίτρινο, καφέ κ.α. Ορισμένες λευκές ποικιλίες έχουν έγχρωμες κηλίδες. Το χρώμα του σπόρου οφείλεται σε χρωστικές του περικαρπίου ή του σπερματικού περιβλήματος η και των δυο. Το σκούρο χρώμα υποδηλώνει παρουσία ταννινών ή άλλων συγγενών προς τις ταννίνες ουσιών. Η αποφλοιώση των σπόρων είναι απαραίτητη όταν προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Ο σπόρος αποτελείται κατά μέσο όρο από 84% ενδοσπέρμιο, 10% έμβρυο και 6% περικάρπιο. Το ενδοσπέρμιο είναι κιτρινωπό ή έγχρωμο. Το άμυλο στο ενδοσπέρμιο ποικίλει από 76% έως 100% αμυλοπηκτίνη, στις κηρώδεις ποικιλίες. Όπως στο καλαμπόκι, υπάρχουν ποικιλίες με γλυκό ενδοσπέρμιο.

Καρποδοτικό σόργο. Το ύψος των φυτών στις διάφορες χώρες κυμαίνεται εντός ευρέων ορίων. Οι ποικιλίες και τα υβρίδια του καρποδοτικού σόργου που καλλιεργούνται στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ αλλά και σε χώρες της Ασίας (πχ. Κίνα) έχουν κοντόσωμα φυτά 60 έως 150 cm κατάλληλα για μηχανική συγκομιδή. Ως επί το πλείστον τα στελέχη κατά την ωρίμανση είναι σκληρά. Υπάρχουν όμως και ποικιλίες με ημι-χυμώδη στελέχη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την παραγωγή καρπού όσο και για χόρτο. Αυτές οι ποικιλίες χρησιμοποιούνται και για ενσίρωση. Τα φύλλα στις νέες ποικιλίες και στα υβρίδια είναι μεγάλα και φαρδιά. Οι ταξιανθίες είναι συνήθως μεγάλες και ως επί το πλείστον συμπαγείς. Οι σπόροι έχουν χρώμα κίτρινο, λευκό ή

ερυθρό. Οι σπόροι που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση έχουν χρώμα λευκό.

Χορτοδοτικό σόργο. Υπάρχουν πολλοί τύποι ποικιλιών και υβριδίων χορτοδοτικού σόργου. Οι γενότυποι του χορτοδοτικού σόργου για ενσίρωση έχουν ύψος 2-3 m και μεγάλη δυνατότητα παραγωγής χόρτου και καρπού. Τα υβρίδια έχουν παρόμοια απόδοση σε ενσίρωμα με το καλαμπόκι, χρησιμοποιώντας περίπου 1/3 λιγότερο νερό από το καλαμπόκι. Οι γενότυποι του χορτοδοτικού σόργου για παραγωγή σανού ή βόσκηση, τυπικά είναι καθαρές σειρές σόργου του Σουδάν ή υβρίδια μεταξύ του σόργου και του σόργου του Σουδάν. Στα υβρίδια αυτά συνήθως ο θηλυκός γονέας είναι ανδρόστειρη σειρά σόργου του Σουδάν ή σόργου διαφόρων τύπων και ο επικονιαστής σόργο του Σουδάν. Ο σχεδιασμός αυτός των υβριδίων γίνεται ώστε να παράγονται λεπτότερα στελέχη, πολλά αδέρφια, μεγάλη μάζα φύλλων και δυνατότητα αναβλάστησης μετά από κοπή. Στα υβρίδια σόργου-σόργου του Σουδάν έχει ενσωματωθεί ευαισθησία στη φωτοπερίοδο, ώστε να μην ανθίζουν μέχρι το μήκος της ημέρας να φθάσει κοντά στις 12 ώρες. Επειδή η ποιότητα του χόρτου συνδέεται στενά με την άνθηση και την ωρίμανση, η καθυστέρηση στην άνθηση συντελεί στη διατήρηση της καλής ποιότητας του χόρτου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Γενότυποι στους οποίους έχουν ενσωματωθεί υποτελή γονίδια τα οποία προσδίδουν καφετί χρώμα στα μεσαία νεύρα των φύλλων έχουν βελτιωμένη γευστικότητα και πεπτικότητα λόγω μικρότερης περιεκτικότητας σε λιγνίνη. Τα υποτελή αυτά γονίδια επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε λιγνίνη. Το σόργο όμως με καφετί μεσαίο νεύρο, είναι περισσότερο ευαίσθητο στο πλάγιασμα λόγω της μικρότερης περιεκτικότητας των βλαστών σε λιγνίνη, που σταθεροποιεί τα στελέχη. Βελτίωση προς την κατεύθυνση της αντοχής στο πλάγιασμα αυτών των υβριδίων ήταν επιτυχής, χρειάζεται όμως περαιτέρω έρευνα.

Ζαχαρούχο σόργο. Τα στελέχη είναι πολύ χυμώδη με υψηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρα. Τα φυτά είναι ψηλόσωμα, μέχρι 6 m (Εικ. 1.5). Οι βελτιωμένες ποικιλίες παρουσιάζουν αντοχή στο πλάγιασμα και σε ορισμένες ασθένειες. Οι ταξιανθίες γενικά είναι μικρές, πυκνές ή αραιές, με σκούρο χρώμα. Το ζαχαρούχο σόργο εκτός από την παραγωγή σιροπιού, τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ενδιαφέρον για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Για τη δημιουργία ποικιλιών κατάλληλων ειδικά για παραγωγή βιοαιθανόλης, το

ζαχαρούχο σόργο και το σόργο για ενσίρωση μπορούν να αποτελέσουν τη βάση, αλλά τα κριτήρια επιλογής πρέπει να είναι διαφορετικά από εκείνοι του ζαχαρούχου σόργου για παραγωγή σιροπιών. Τα χαρακτηριστικά του χυμού επηρεάζουν τη ζύμωση των ζαχάρων.



Εικόνα 1.5

Σόργο για σκούπα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του τύπου είναι οι πολύ μακριές (50 έως 100 cm), πλούσια διακλαδιζόμενες και χαλαρές ταξιανθίες. Από τις ταξιανθίες μετά την αφαίρεση των σπόρων παράγονται σκούπες. Ο κίτρινος άξονας της ταξιανθίας έχει 7 έως 9 κόμβους με κοντά μεσογονάτια διαστήματα, από τους οποίους εκφύονται οι μακριές πλάγιες διακλαδώσεις. Οι κόκκοι έχουν σχήμα ατρακτοειδές και συνεχίζουν να περιβάλλονται από τα λέπυρα κατά τον αλωνισμό. Το χρώμα των λεπύρων είναι σκούρο (κόκκινο καφέ) ή κίτρινο. Τα στελέχη έχουν ύψος 0,90 έως 4,5 m και είναι ξυλώδη, με ξηρή εντεριώνη. Από τους ανώτερους κόμβους εκτός από την κεντρική ταξιανθία, μπορούν να σχηματισθούν και άλλες, οι οποίες όμως είναι κατώτερης ποιότητας. Οι νάνες ποικιλίες συνήθως έχουν ένα ή περισσότερα αδέρφια που παράγουν αξιοποιήσιμες ταξιανθίες. Καλλιεργούνται κατά κανόνα μόνον ποικιλίες γιατί τα υβρίδια που δημιουργήθηκαν δεν παρουσίασαν πλεονεκτήματα όσον αφορά την απόδοση και την ποιότητα της ταξιανθίας.

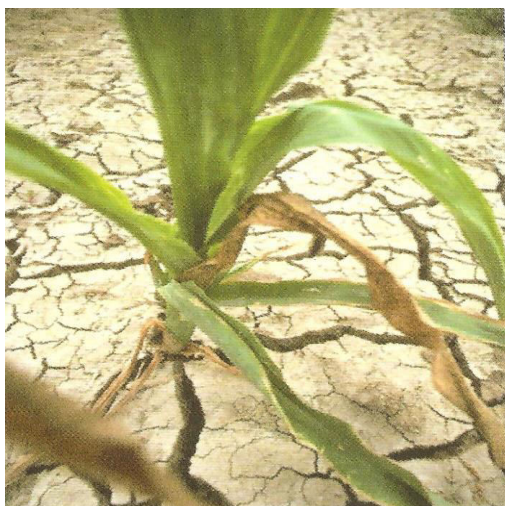
1.4. Αύξηση και ανάπτυξη

Το σόργο είναι καλλιέργεια της θερμής περιόδου του έτους και ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες ημέρας και νύχτας. Ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι οι 10°C. Ορισμένες ποικιλίες παρουσιάζουν λήθαργο μέχρι και ένα μήνα μετά από τη συγκομιδή. Τα νεαρά φυτά του σόργου χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρό ρυθμό ανάπτυξης, ειδικά σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης των νεαρών φυτών είναι οι 16 έως 18°C. Άριστη θερμοκρασία για φωτοσύνθεση είναι οι 30 έως 36°C. Η ανάπτυξη του σόργου ακολουθεί διάφορα σταδία. Ο αριθμός των φύλλων επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο. Παρ' όλο ότι ο γενότυπος, η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος (ορισμένες φορές) επηρεάζουν τη διάρκεια των σταδίων ανάπτυξης, η ίδια γενική πορεία βρέθηκε σε πρώιμα, μέσης πρωιμότητας και όψιμα υβρίδια σόργου. Το χρονικό διάστημα από το φύτευμα μέχρι την άνθηση επηρεάζεται συγχρόνως από τη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο. Το σόργο τυπικά είναι φυτό βραχείας φωτοπεριόδου. Σε συνθήκες μακράς φωτοπεριόδου η πριν την άνθηση βλαστική περίοδος, επεκτείνεται με αποτέλεσμα καθυστέρηση στην άνθηση. Η ευαισθησία του σόργου στη φωτοπερίοδο ρυθμίζεται από διάφορα γονίδια. Ένα από τα σπουδαιότερα επιτεύγματα των βελτιωτών είναι η μείωση της ευαισθησίας των ποικιλιών του σόργου στη φωτοπερίοδο με αποτέλεσμα να επεκταθεί η προσαρμοστικότητα του σόργου και στις εύκρατες περιοχές με συνθήκες μεγάλων ημερών κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του σόργου, την ποικιλία ή το υβρίδιο, το υψόμετρο, τη θερμοκρασία, το μήκος της ημέρας, το φωτισμό, τις συνθήκες του εδάφους και άλλους παράγοντες. Απλώς αναφέρεται ότι στα νέα υβρίδια η διάρκεια του βιολογικού κύκλου είναι μικρότερη σε σχέση με τις παλιές ποικιλίες. Στις εύκρατες περιοχές κυμαίνεται από 80-120 ημ. Η άνθηση αρχίζει 2-6 ημ. μετά την εμφάνιση των ταξιανθιών. Μπορεί όμως να ξεκινήσει πριν ακόμη η φόβη να έχει βγει τελείως από τον κολεό του τελευταίου φύλλου. Η άνθηση αρχίζει από την κορυφή της φόβης και προχωρεί προς τη βάση και διαρκεί αρκετές ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία, σε ψυχρές συνθήκες μπορεί να διαρκέσει πάνω από δύο εβδομάδες.

Το σόργο όπως προαναφέρθηκε είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό. Η φυσιολογική ωρίμανση επιτυγχάνεται περίπου 25 έως 55 ημ. από την άνθηση στις εύκρατες περιοχές και 34 έως 70 ημ. στις τροπικές. Κατά τη φυσιολογική ωρίμανση η περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία είναι περίπου 30% και έχει σχηματιστεί η ζώνη αποκοπής, όπως στο καλαμπόκι. Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας, όπως σε όλα τα σιτηρά ακολουθεί μια σιγμοειδή καμπύλη. Το μέγιστο του δείκτη φυλλικής επιφάνειας στο σόργο συνήθως επιτυγχάνεται λίγο πριν την άνθηση και σε εμπορικές καλλιέργειες καρποδοτικού σόργου στις ΗΠΑ βρέθηκε να είναι περίπου 5. Σε ξηρές περιοχές κυμαίνεται από 2 έως 4. Το σόργο ως φυτό C₄ έχει υψηλό ρυθμό παραγωγής ξηράς ουσίας. Μία από τις υψηλότερες αποδόσεις σπόρου που έχει αναφερθεί είναι 1.650 kg/στρ. Στις βελτιωμένες κοντόσωμες ποικιλίες ο δείκτης συγκομιδής κυμαίνεται από 0,4 έως 0,5. Τα συστατικά της απόδοσης, όπως και στα άλλα σιτηρά, είναι ο αριθμός των φυτών ανά στρ., ο αριθμός των φοβών ανά φυτό, ο αριθμός των σπόρων ανά φόβη και το ατομικό βάρος του σπόρου. Υψηλές αποδόσεις επιτυγχάνονται μόνον όταν όλα τα προηγούμενα συστατικά είναι στο άριστο επίπεδο. Αυτό απαιτεί ικανοποιητικό πληθυσμό φυτών, επάρκεια νερού και θρεπτικών στοιχείων, άριστη διαχείριση της καλλιέργειας και μία ποικιλία με υψηλό δυναμικό παραγωγής. Η ετέρωση είναι υψηλή στα εμπορικά υβρίδια. Μεγαλύτερος αριθμός σπόρων ανά φυτό έχει βρεθεί ως το συστατικό της απόδοσης που συνεισφέρει περισσότερο στην ετέρωση.

1.5. Προσαρμοστικότητα της καλλιέργειας του σόργου

Το σόργο προσαρμόζεται στις τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές. Θέλει υψηλές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του και δεν αντέχει στον παγετό. Η αζωτούχος λίπανση αυξάνει την ευαισθησία των νεαρών φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες. Μπορεί να υποστεί υψηλές θερμοκρασίες με μικρότερη ζημία, περισσότερο από κάθε καλλιέργεια. Θερμοκρασίες όμως κοντά στους 40° C κατά την άνθηση μειώνουν την παραγωγή, λόγω ατελούς γονιμοποίησης. Στις τροπικές περιοχές καλλιεργείται ολόκληρο το χρόνο, ανάλογα με τις βροχοπτώσεις, ενώ στις εύκρατες περιοχές περιορίζεται την άνοιξη και το καλοκαίρι. Η μεγαλύτερη παραγωγή σόργου εντοπίζεται στις περιοχές μεταξύ 40° Β.Π. και 40° Ν.Π. Η χαρακτηριστική ιδιότητα του σόργου είναι η μεγάλη αντοχή του στην ξηρασία (Εικ.1.6).



Εικόνα 1.6

Οι ποικιλίες όμως διαφέρουν ως προς την αντίδραση του στην ξηρασία. Η αντοχή στην ξηρασία συνδέεται με μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά τα σπουδαιότερα από τα οποία είναι: 1) μικρός ρυθμός ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος μέχρι το ριζικό σύστημα να αναπτυχθεί κανονικά, 2) μεγάλο βάρος και όγκο ρίζας και υψηλός λόγος ρίζα/βλαστοί σε ανθεκτικές ποικιλίες, 3) μεγαλύτερο μόνιμο ριζικό σύστημα και μικρότερη φυλλική επιφάνεια από το καλαμπόκι, 4) ικανότητα μείωσης του οσμωτικού δυναμικού και διατήρηση της σπαργής κατά τη διάρκεια της ξηρασίας, 5) ικανότητα διατήρησης σχετικά υψηλού υδατικού δυναμικού με την αύξηση της ξηρασίας στο έδαφος, 6) μείωση των απωλειών νερού λόγω μορφολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων όπως παχιά εφημερίδα με κηρώδες επίχρισμα και μηχανικά κύτταρα που προκαλούν τύλιγμα των φύλλων για μείωση της διαπνοής. Επιπλέον το σόργο σε περίοδο ξηρασίας αναστέλλει τη βλάστηση, πέφτει σε μια μορφή λήθαργου για να αρχίσει εκ νέου τη δραστηριότητα του όταν του παρασχεθεί νερό. Εάν το κεντρικό στέλεχος καταστραφεί, αναβλαστάνουν οι οφθαλμοί της βάσης και δίνουν αδέρφια. Μεταξύ των τύπων και των ποικιλιών του σόργου παρατηρούνται διαφορές ως προς την αντοχή στην ξηρασία. Βρέθηκαν διάφορα γονίδια που δίνουν αντοχή στην ξηρασία. Οι γενότυποι που παραμένουν πράσινοι για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα είναι αρκετά πιο ανθεκτικοί στην ξηρασία από εκείνους που ξηραίνονται γρηγορότερα. Παρ' όλο όμως ότι το σόργο έχει την ικανότητα να

αντέχει στην ξηρασία, το φυτό ανταποκρίνεται στην παρουσία άφθονου νερού στο έδαφος. Κυρίως κατά το φούσκωμα της ταξιανθίας και την έξοδο της, είναι τα πλέον ευαίσθητα σταδία στην ξηρασία. Οι περιοχές των ΗΠΑ όπου καλλιεργείται το σόργο έχουν ετήσια βροχόπτωση μεγαλύτερη από 400 mm, με το μεγαλύτερο μέρος της βροχής κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Σε περιοχές με υψηλή βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου δεν μπορεί να ανταγωνισθεί το καλαμπόκι ως προς την απόδοση. Μία άλλη ιδιότητα του σόργου είναι ότι μπορεί να ανεχθεί παροδικά κατάκλιση με νερό και να αναπτυχθεί σε σκληρά αργιλώδη εδάφη με μικρή ή ενδιάμεση αποστράγγιση.

Το σόργο αναπτύσσεται με επιτυχία σε πολλούς τύπους εδαφών. Προσαρμόζεται καλύτερα και από το κεχρί σε βαριά, συνεκτικά, αργιλώδη εδάφη, καθώς και σε ελαφρά, αμμώδη εδάφη με pH=5,5 έως 8,3. Θεωρείται φυτό ανθεκτικό στην οξύτητα. Άριστο pH για το καρποδοτικό σόργο είναι το 6,2 έως 7,8. Σε εδάφη με pH<5,7 συνίσταται ασβέστωση. Επειδή το σόργο συχνά καλλιεργείται σε περιοχές με μικρή βροχόπτωση και για το λόγο αυτό αρδεύεται, είναι δυνατόν να παρουσιαστούν προβλήματα αλάτων. Το σόργο θεωρείται ως φυτό μέτρια ανθεκτικό στην αλατότητα (Πίνακας 1.1). Παρουσιάζει λίγο μεγαλύτερη αντοχή από το σιτάρι, μεγαλύτερη από το καλαμπόκι αλλά αρκετά μικρότερη από το κριθάρι. Το όριο για την αποφυγή απωλειών είναι το 6,8 dS m⁻¹. Για κάθε μονάδα αύξησης της αλατότητας πάνω από το 6,8 dS m⁻¹ παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης κατά 10%. Το σόργο είναι περισσότερο ευαίσθητο στην αλατότητα στο στάδιο των 4 έως 6 φύλλων.

Πίνακας 1.1.

Καλλιέργεια	Όριο dS/m	Κατάταξη
Κριθάρι	8,0	Ανθεκτικό
Ζαχαρότευτλα	7,0	Ανθεκτικό
Σόργο	6,8	Μέτρια Ανθεκτικό
Σιτάρι	6,0	Μέτρια Ανθεκτικό
Σόγια	5,0	Μέτρια Ανθεκτικό
Ρύζι	3,0	Ευαίσθητο
Καλαμπόκι	1,7	Ευαίσθητο

1.6. Καλλιεργητική τεχνική

Αμειψισπορά. Τα συστήματα καλλιέργειας που συμπεριλαμβάνουν το σόργο, ποικίλουν στις διάφορες περιοχές που καλλιεργείται το σόργο. Οι κατευθύνσεις είναι είτε συνεχής καλλιέργεια σόργου είτε διάφοροι συνδυασμοί αμειψισποράς. Σε περιοχές που υπάρχει επαρκής βροχόπτωση ή άρδευση, είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί συνεχής καλλιέργεια σόργου για όσο χρονικό διάστημα οι αποδόσεις διατηρούνται σε υψηλό επίπεδο. Η συνεχής καλλιέργεια προϋποθέτει όμως άριστη γεωργική πρακτική όπως κατάλληλη λίπανση, άρδευση, φυτοπροστασία, διαχείριση φυτικών υπολειμμάτων κ.ά. Οι επιπτώσεις της συνεχούς καλλιέργειας σόργου στο έδαφος δεν θεωρούνται ιδιαίτερα επιβλαβείς. Το σόργο μπορεί να ακολουθήσει οποιαδήποτε καλλιέργεια στο σύστημα αμειψισποράς. Ευνοείται από την αμειψισπορά κυρίως όταν οι συντελεστές παραγωγής δεν βρίσκονται στο άριστο. Για παράδειγμα, βαμβάκι-σόργο η σόγια-σόργο συντελεί σε αύξηση των αποδόσεων του σόργου. Στην αμειψισπορά σόγια-σόργο η απόδοση του σόργου αυξήθηκε 67% όταν δεν εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση. Άλλα κατάλληλα συστήματα είναι σιτάρι-σόργο και καλαμπόκι-σόργο. Αναφέρεται μικρότερη αύξηση και απόδοση για σόργο που ακολούθησε καλλιέργεια ηλίανθου, πιθανώς λόγω φυτοτοξικών φαινολικών ουσιών που απελευθερώθηκαν στο έδαφος από τα υπολείμματα του ηλίανθου. Στη χώρα μας το σόργο εντάσσεται στα συστήματα αμειψισποράς των ανοιξιάτικων καλλιεργειών. Προσοχή όμως χρειάζεται για τις καλλιέργειες που ακολουθούν το σόργο. λόγω δυσμενών επιδράσεων όπως: 1) το σόργο εξαντλεί την υγρασία του εδάφους και τα θρεπτικά στοιχεία, 2) αφήνει υπολείμματα με υψηλό ποσοστό ζαχάρων, τα οποία ευνοούν τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών του εδάφους και την κατανάλωση του διαθέσιμου αζώτου σε βάρος των φυτών, 3) φαινόμενα αλληλοπάθειας του σόργου. Το πρόβλημα στέρησης του αζώτου από τους μικροοργανισμούς του εδάφους μπορεί να αντιμετωπισθεί με προσθήκη αζωτούχου λιπάσματος και όψιμες εαρινές καλλιέργειες, γιατί με την αποσύνθεση των υπολειμμάτων του σόργου αρχίζει η αποδέσμευση του αζώτου.

Κατεργασία του εδάφους. Ακολουθείται γενικά εκείνη που πραγματοποιείται και για το καλαμπόκι. Στο σόργο είναι απαραίτητος καλός ψιλοχωματισμός του εδάφους, γιατί ο σπόρος του σόργου είναι μικρότερος του καλαμποκιού και τα νεαρά φυτά αναπτύσσονται βραδύτερα. Το σόργο καλλιεργείται επιτυχώς και με συστήματα μειωμένης κατεργασίας και ακαλλιέργειας όπως το καλαμπόκι. Επισημαίνεται ότι η αντιμετώπιση των ζιζανίων είναι πιο κρίσιμη στα συστήματα αυτά.

Λίπανση. Το σόργο εξαντλεί το έδαφος από τα θρεπτικά στοιχεία, λόγω του εκτεταμένου ινώδους ριζικού συστήματος και της αποτελεσματικής χρησιμοποίησης των θρεπτικών στοιχείων. Για υψηλές όμως αποδόσεις η λίπανση θεωρείται στις περισσότερες περιπτώσεις απαραίτητη. Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων και κυρίως του αζώτου που συγκεντρώνουν τα φυτά εξαρτάται από τον τύπο του σόργου, την απόδοση και την καλλιεργητική τεχνική (πυκνότητα σποράς, άρδευση, αμειψισπορά κ.ά.). Παρακάτω αναφέρεται αναλυτικά η λίπανση για κάθε είδος σόργου.

Καρποδοτικό σόργο. Η απόδοση σε καρπό αυξάνει με την αζωτούχο λίπανση μέχρι ένα όριο και συνέχεια παραμένει σταθερή ή μειώνεται λόγω κυρίως του πλαγιάσματος. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε αρδευόμενους αγρούς για απόδοση 600 kg/στρ. χρειάζονται περίπου 20 kg N/στρ. Σε περίπτωση έλλειψης φωσφόρου συνιστώνται μέχρι 6 kg P₂O₅/στρ. Κάλιο εφαρμόζεται όταν υπάρχουν ενδείξεις έλλειψής του. Το άζωτο χορηγείται συνήθως ως βασική και επιφανειακή λίπανση, όπως στο καλαμπόκι.

Χορτοδοτικό. Στα μη αρδευόμενα εδάφη, μία μικρή ποσότητα αζώτου, 3 έως 6 kg/στρ. θεωρείται αρκετή. Λίπανση με P και K σπάνια χρειάζεται. Στα αρδευόμενα εδάφη αναφέρεται αντίδραση στην αζωτούχο λίπανση μέχρι τα 20 kg N/στρ. Στα θερμά, υγρά κλίματα 15-20 τη χλωρομάζας ανά στρέμμα έχουν επιτευχθεί με 10 kg N/στρ. Εάν όμως εφαρμοσθεί μεγάλη ποσότητα αζώτου και η ανάπτυξη περιορισθεί από ξηρασία ή άλλες αιτίες, αυξάνεται η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων (NO₃⁻) και του πρωσσικού οξέος (HNC) σε επίπεδα τοξικά για τα ζώα. Για χορτοδοτική καλλιέργεια, πειραματικά δεδομένα στη χώρα μας συνηγορούν για την εφαρμογή 8 έως 16 kg N/στρ. ως βασική και 8 kg N/στρ. μετά από κάθε κοπή. Για καλλιέργεια ενσίρωσης, η αζωτούχος λίπανση είναι κάπως αυξημένη, 20-22 kg N/στρ.

Ζαχαρούχο. Έρευνες του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια έδειξαν ότι το σόργο για παραγωγή ζυμώσιμων ζαχάρων απαιτεί μόλις το 36% της αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόζεται στο καλαμπόκι. Αναφέρεται ότι, όταν για εμπορική καλλιέργεια καλαμποκιού απαιτούνται 22 kg N/στρ., για καλλιέργεια ζαχαρούχου σόργου απαιτούνται μόνον 7 έως 14 kg/στρ. Ενδεικτικά για το ζαχαρούχο σόργο συνιστώνται από 10 έως 15 kg N/στρ. Μεγάλη ποσότητα αζώτου πρέπει να αποφεύγεται, γιατί το ζαχαρούχο σόργο είναι ευαίσθητο στο πλάγιασμα (Εικ. 1.7) .



Εικόνα 1.7

Σόργο για σκούπα. Προτείνονται 7 έως 14 kg N/στρ. και 4 kg P₂O₅/στρ. Στην περιοχή της Ορεσιτιάδας όπου καλλιεργείται το σόργο εφαρμόζονται από τους παραγωγούς 5 kg/στρ. αμμωνιακού αζώτου και 2-4 kg P₂O₅/στρ., ως βασική λίπανση. Κατά την επιφανειακή λίπανση εφαρμόζονται 5-10 kg/στρ. νιτρικού αζώτου.

Σπορά. Στις τροπικές περιοχές το σόργο σπέρνεται όλο το χρόνο, ανάλογα με την περίοδο των βροχοπτώσεων. Στις εύκρατες περιοχές σπέρνεται την άνοιξη όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι 12 έως 14 °C, μία έως δύο εβδομάδες μετά την καλλιέργεια του καλαμποκιού, σε κάθε περιοχή. Όταν η σπορά γίνει σε χαμηλές θερμοκρασίες, οι σπόροι σαπίζουν. Η πρόωγη σπορά εξασφαλίζει άνθηση και καλή επικονίαση πριν από την έλευση των υψηλών θερμοκρασιών του καλοκαιριού. Σε όψιμη σπορά ποικιλιών ή υβριδίων μεγάλου βιολογικού κύκλου υπάρχει κίνδυνος

καταστροφής των φυτών από πρώιμο παγετό το φθινόπωρο. Τα υβρίδια σόργου μικρού βιολογικού κύκλου μπορούν να σπαρθούν και σαν επίσπορη καλλιέργεια κυρίως για την παραγωγή βιομάζας (ενσίρωση ή σανός). Η επίσπορη καλλιέργεια για παραγωγή χόρτου δίνει λιγότερες κοπές.

Πληθυσμός φυτών

Καρποδοτική καλλιέργεια. Ο πληθυσμός των φυτών ποικίλει πολύ στις διάφορες περιοχές ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του νερού, την ποικιλία, την τεχνική καλλιέργειας, το μήκος του βιολογικού κύκλου και την αναμενόμενη απόδοση σε κάθε περιοχή. Στις μη αρδευόμενες περιοχές ο πληθυσμός των φυτών κυμαίνεται από 4.000 έως 6.000 φυτά/στρ. με μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, περίπου 1 m. Στους αρδευόμενους αγρούς ο συνιστώμενος πληθυσμός είναι 10.000 έως 16.000 φυτά/στρ. με αποστάσεις 50 έως 70 cm μεταξύ των γραμμών. Για σποροπαραγωγική καλλιέργεια συνιστώνται αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 75 cm και πάνω στη γραμμή 10 cm.

Χορτοδοτική καλλιέργεια. Ο πληθυσμός των φυτών εξαρτάται κυρίως από τη χρήση για την οποία προορίζεται η βιομάζα. Για τη χώρα μας μετά από έρευνα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών συνιστώνται οι παρακάτω αποστάσεις σποράς και ποσότητες σπόρου ανάλογα με την κατεύθυνση της καλλιέργειας:

1. Ενσίρωση. Αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 70-80 cm, πάνω στη γραμμή 10-15 cm και ποσότητα σπόρου 2,5-3,0 kg/στρ. Η απόσταση των 70 cm μεταξύ των γραμμών είναι απαραίτητη προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σιροκοπτική.

2. Χλωρό χόρτο ή σανός. Αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 30-40 cm, συνεχής σπορά επάνω στη γραμμή και ποσότητα σπόρου 4 kg/στρ. Με μικρότερη ποσότητα σπόρου αυξάνεται η διάμετρος των στελεχών και καθυστερεί η αποξήρανση.

3. Βόσκηση. Αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 15-20 cm, ποσότητα σπόρου 5 kg/στρ.

Ζαχαρούχο σόργο. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών κυμαίνονται από 70 έως 100 cm. Επί της γραμμής τα φυτά απέχουν μεταξύ τους 10 έως 15 cm. Εάν ο πληθυσμός είναι πολύ μεγαλύτερος τότε δημιουργούνται δυο βασικά προβλήματα. Τα φυτά πλαγιάζουν (η αντοχή του σόργου στο πλάγιασμα είναι σχετικά μικρή) και τα στελέχη σπάζουν και περιέχουν μικρότερη ποσότητα χυμού σε σχέση με τα στελέχη που δίνουν την ίδια απόδοση αλλά έχουν μεγαλύτερη διάμετρο.

Σόργο για σκούπα. Σε υγρές περιοχές των ΗΠΑ οι συνιστώμενες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι 90 έως 100 cm και πάνω στη γραμμή 8 έως 10 cm. Μεγαλύτερες αποστάσεις πάνω στη γραμμή 15 έως 22 cm χρησιμοποιούνται στις πιο ξηρές περιοχές. Η ποσότητα σπόρου κυμαίνεται μεταξύ 400 και 600 kg/στρ. Στη Θράκη, όπου κυρίως καλλιεργείται το σόργο στη χώρα μας, οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί είναι 70 cm και πάνω στη γραμμή 20-25 cm, ή 75 cm μεταξύ των γραμμών και 16 cm πάνω στη γραμμή. Η ποσότητα σπόρου είναι περίπου 1 kg/στρ.

Τρόπος και βάθος σποράς. Η σπορά γίνεται με σπαρτικές του σιταριού ή των ανοιξιάτικων καλλιεργειών, μετά από κατάλληλη ρύθμιση. Το βάθος σποράς εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και την υγρασία. Σε βαριά εδάφη με υγρασία συνιστάται βάθος σποράς 2,5 έως 3 cm ενώ σε αμμώδη 4-5cm. Το σόργο μπορεί να βλαστήσει και σε μεγαλύτερο βάθος, αλλά τα φυτά αργούν να αναδυθούν στην επιφάνεια του εδάφους και ο τελικός πληθυσμός των φυτών μπορεί να είναι μειωμένος.

Αντιμετώπιση ζιζανίων. Το σόργο είναι αρκετά ευαίσθητο στον ανταγωνισμό των ζιζανίων ιδίως κατά το φύτευμα και τα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Η έγκαιρη απομάκρυνση των ζιζανίων είναι απαραίτητη. Τα ζιζάνια πρέπει να αντιμετωπίζονται σε διάστημα 3 εβδομάδων μετά τη σπορά. Η παραμονή τους στον αγρό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σταδιακά συντελεί σε μείωση των αποδόσεων, η οποία μπορεί να φτάσει το 55% μετά από παραμονή 8 εβδομάδων. Ζιζάνια τα οποία φυτρώνουν 30 ημ. από τη σπορά του σόργου προκαλούν ελάχιστη ή καθόλου ζημία στην απόδοση και συνήθως αντιμετωπίζονται με σκάλισμα. Η ορθή αντιμετώπιση των ζιζανίων επιτυγχάνεται με ολοκληρωμένη διαχείριση η οποία συνδυάζει μηχανικές,

καλλιεργητικές και χημικές μεθόδους. Όσον αφορά τα ζιζανιοκτόνα, λίγα έχουν δημιουργηθεί ειδικά για το σόργο, μάλλον λόγω του μικρού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει σαν καλλιέργεια στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι η χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων και η ανθεκτικότητα των φυτών του σόργου δεν είναι τόσο καλή, όσο στις άλλες καλλιέργειες π.χ. το καλαμπόκι.

Άρδευση. Παρ' όλο ότι το σόργο είναι είδος ανθεκτικό στην ξηρασία, ανταποκρίνεται στην άρδευση και προσαρμόζεται ιδιαίτερα καλά σε μειωμένη άρδευση. Η ποσότητα νερού που χρειάζεται για την παραγωγή μιας αποδεκτής απόδοσης στο καρποδοτικό σόργο είναι περίπου 400 έως 500 mm, το οποίο νερό προέρχεται από το αποθηκευμένο στο έδαφος, τις βροχοπτώσεις και την άρδευση. Οι μέγιστες αποδόσεις επιτυγχάνονται με 550 έως 650 mm συνολικής διαθέσιμης υγρασίας. Η μεγαλύτερη κατανάλωση νερού στο σόργο παρατηρείται δυο εβδομάδες πριν από το στάδιο φουσκώματος της ταξιανθίας και μέχρι την ολοκλήρωση της άνθησης. Έλλειψη νερού στο έδαφος σε αυτό το χρονικό διάστημα μειώνει τον αριθμό των κόκκων, ενώ έλλειψη νερού στα επόμενα στάδια μειώνει το βάρος των κόκκων. Το καρποδοτικό σόργο καλλιεργείται σε περιοχές όπου δεν υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα νερού για άρδευση. Όταν το νερό είναι επαρκές, προτιμάται το καλαμπόκι που είναι πιο παραγωγικό. Με 2 έως 3 αρδεύσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να παραχθεί το 80 έως 90% της μέγιστης αναμενόμενης παραγωγής σε κάθε περιοχή. Μεγάλη αύξηση της απόδοσης με την άρδευση παρατηρείται στο χορτοδοτικό σόργο. Η απόδοση σε σανό από 400 kg/στρ. σε ξηρική καλλιέργεια έφθασε στα 2200 kg/στρ. σε ποτιστική. Ο αριθμός των ποτισμάτων ρυθμίζεται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τη διαθεσιμότητα του νερού. Απαραίτητο είναι το πότισμα μετά από κάθε κοπή, για γρήγορη αναβλάστηση. Στο ζαχαρούχο σόργο η επάρκεια νερού καθ' όλη τη βλαστική περίοδο αυξάνει το βάρος των στελεχών και την ποσότητα του λαμβανόμενου ζαχαρούχου χυμού. Το σόργο για σκούπα επίσης αρδεύεται στη χώρα μας, το κρίσιμο στάδιο εντοπίζεται 10-15 ημ. πριν την εμφάνιση της ταξιανθίας, οπότε γίνεται και η πρώτη άρδευση. Συνήθως γίνονται άλλες 1 έως 2 αρδεύσεις. Η τελευταία άρδευση γίνεται όταν η φόβη έχει αποκτήσει το μισό του τελικού της μεγέθους και οι σπόροι βρίσκονται στο στάδιο του γάλακτος. Με δύο

βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, γεγονός όχι ασυνήθιστο στη Θράκη, λαμβάνονται ικανοποιητικές αποδόσεις χωρίς άρδευση.

1.7. Συγκομιδή καλλιεργούμενων ειδών σόργου.

Καρποδοτική καλλιέργεια. Όταν το σόργο είναι κατάλληλο για συγκομιδή, οι σπόροι λαμβάνουν το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας και γίνονται σκληροί. Σε αυτό το στάδιο η υγρασία των σπόρων είναι 18 έως 20%. Η συγκομιδή μπορεί να καθυστερήσει, εάν το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες, ώστε η υγρασία να μειωθεί στο 13 έως 14%, για να μην χρειασθεί ξήρανση πριν την αποθήκευση. Με την παραμονή όμως του σόργου στον αγρό για περαιτέρω ξήρανση αυξάνονται οι απώλειες από πιθανό πλάγιασμα, τίνανγμα των σπόρων και από τα πουλιά. Στο καρποδοτικό σόργο οι καρποί φθάνουν στη φυσιολογική ωρίμανση (υγρασία 25 έως 35%), ενώ τα φυτά διατηρούν ακόμη το πράσινο χρώμα. Γι' αυτό πρέπει να καθυστερήσει η συγκομιδή μέχρι να ξηραθούν τα στελέχη και τα φύλλα για να γίνει θεριζοαλωνισμός. Για την επιτάχυνση της συγκομιδής, όταν συντρέχουν διάφοροι λόγοι, όπως έγκαιρη προετοιμασία του αγρού για την επόμενη καλλιέργεια, πρώιμοι παγετοί κ.ά. εφαρμόζονται διάφορες αποξηραντικές, του φυλλώματος, ουσίες. Εάν αυτές εφαρμοσθούν στη φυσιολογική ωρίμανση, η απόδοση δεν επηρεάζεται δυσμενώς. Το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης προσδιορίζεται όταν οι σπόροι στο κάτω μέρος της ταξιανθίας (οι τελευταίοι που ωριμάζουν) έχουν σχηματίσει τη μαύρη ζώνη αποκοπής, όπως στο καλαμπόκι. Η συγκομιδή των κοντόσωμων ποικιλιών γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές, στις οποίες πρέπει να γίνει προσεκτική ρύθμιση. Οι ταξιανθίες είναι δύσκολο να αλωνιστούν πλήρως και οι σπόροι σπάζουν.

Χορτοδοτική καλλιέργεια. Για ενσίρωση το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής είναι όταν ο σπόρος βρίσκεται στο στάδιο μεταξύ γάλακτος και μαλακής ζύμης αλλά πριν από τη γήρανση των ελασμάτων των φύλλων. Άλλοι ερευνητές θεωρούν ότι το στάδιο που συνδυάζει απόδοση σε ενσίρωμα και ποιότητα, είναι το στάδιο της σκληρής ζύμης του σπόρου. Η συγκομιδή και ο τεμαχισμός γίνεται με τις ίδιες μηχανές που χρησιμοποιούνται για την ενσίρωση του καλαμποκιού (Εικ. 1.8). Για χλωρό χόρτο ή σανό συνίσταται η κοπή να γίνεται (στα 10-15 cm από το έδαφος) όταν τα φυτά έχουν ύψος

περίπου 1 m. Μπορούν στη χώρα μας να γίνουν τέσσερις κοπές στο στάδιο αυτό με συνολική απόδοση 8 τον. χλωρό χόρτο/στρ. ή 2 τον. σανό/στρ. Επίσης σε αυτό το στάδιο κοπής, η περιεκτικότητα σε πρωσσικό οξύ (υδροκυάνιο) είναι πολύ μικρή. Η καλλιέργεια σόργου είναι έτοιμη να βοσκηθεί 5 έως 6 εβδομάδες μετά τη σπορά. Αλλά η βόσκηση δεν πρέπει να αρχίσει πριν τα φυτά αποκτήσουν ύψος τουλάχιστον 60 cm. Σε νεαρότερο στάδιο υπάρχει κίνδυνος δηλητηριάσεων από το υδροκυάνιο.



Εικόνα 1.9

Ζαχαρούχο σόργο. Η συγκομιδή των φυτών για παραγωγή σιροπιού γίνεται γενικά όταν οι σπόροι βρίσκονται στο στάδιο της ζύμης. Πρωιμότερη συγκομιδή δημιουργεί προβλήματα κατά τη διάρκεια της διαύγασης του σιροπιού, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη. Για παραγωγή αιθανόλης συνίσταται το γλυκό σόργο να συγκομίζεται στο στάδιο της ωρίμανσης του σπόρου, στο οποίο μπορεί να συνδυασθεί υψηλή περιεκτικότητα ζαχάρων στο στέλεχος και απόδοση σε καρπό. Οι Almodares και άλλοι στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης του σπόρου τα φυτά του γλυκού σόργου είχαν τη μεγαλύτερη απόδοση σε στελέχη, τις υψηλότερες τιμές Brix και περιεκτικότητας σε ζαχαρόζη. Οι χαμηλότερες τιμές σε όλα αυτά τα χαρακτηριστικά παρατηρήθηκαν στην άνθηση.

Σόργο για σκούπα. Η συγκομιδή γίνεται όταν οι ταξιανθίες έχουν πάρει ανοικτό πράσινο χρώμα και οι σπόροι βρίσκονται στο στάδιο του γάλακτος. Συνήθως οι διακλαδώσεις της φόβης αρχίζουν να κοκκινίζουν και γίνονται λιγότερο ελαστικές 4 έως 5 ημ. μετά το προαναφερθέν στάδιο. Δεν

πρέπει να επιδιώκεται συγχρόνως και παραγωγή σπόρου. Εάν καθυστερήσει η συγκομιδή για να ωριμάσει ο σπόρος, η ποιότητα του σαρωθρόχορτου υποβαθμίζεται. Η συγκομιδή των φοβών γίνεται με το χέρι, εργασία χρονοβόρα και πολύ δαπανηρή. Στον Έβρο η συγκομιδή γίνεται το τρίτο δεκαήμερο του Αυγούστου, όταν οι φόβες έχουν κίτρινο χρώμα και οι σπόροι έχουν φτάσει στη φυσιολογική ωρίμανση. Οι παραγωγοί ενδιαφέρονται τόσο για τις φόβες όσο και για το σπόρο που συμπληρώνει το εισόδημα τους. Κατά τη συγκομιδή κόβεται το ανώτερο τμήμα του φυτού σε απόσταση 50 cm περίπου από τον κόμβο της ταξιανθίας. Το προϊόν (ταξιανθίες με ορισμένο μήκος καλάμιού) που ονομάζεται σαρωθρόχορτο, μεταφέρεται σε ειδικούς χώρους, τα αλώνια. Εκεί γίνεται η εκκόκκιση του σπόρου και η ξήρανση του σαρωθρόχορτου. Ο καρπός ξηραίνεται και πουλιέται για ζωοτροφή. Το σαρωθρόχορτο αφού ξηραθεί για 5-10 ημ. στα αλώνια με την ηλιοφάνεια, δεματοποιείται και αποθηκεύεται ή διατίθεται στις ειδικές βιοτεχνίες που κατασκευάζουν τις σκούπες. Η εκκόκκιση του σπόρου μπορεί να γίνει και μετά την ξήρανση, αλλά υποβαθμίζεται το προϊόν γιατί σπάζουν οι λεπτές πλάγιες διακλαδώσεις.

1.8. Εχθροί και ασθένειες

Το σόργο έχει αρκετούς κοινούς εχθρούς και ασθένειες με το καλάμπόκι. Δύο εχθροί που εμφανίστηκαν στους πειραματικούς αγρούς ζαχαρούχου σόργου της EBZ στη Λάρισα ήταν οι αφίδες και η σεσάμια:

Αφίδες (*Rhopalosiphum maidis* Fitch, *Schizaphis graminum* Rondani). Προσβάλλουν κυρίως τους κολεούς των φύλλων, την άνω επιφάνεια των φύλλων και τις ταξιανθίες. Σε περίπτωση έντονης προσβολής έχουμε ανάπτυξη καπνίας στα μελιτώδη αποκρίματα που εκκρίνουν. Οι αφίδες μυζούν τους χυμούς των φύλλων (Εικ. 1.10). Η *Schizaphis graminum* επιπλέον εκκρίνει τοξίνες στα φυτά, οι οποίες δημιουργούν κοκκινωπές κηλίδες. Έχουν πολλές γενεές το έτος. Στα νεαρά φυτά σπάνια οι προσβολές επιβάλλουν τη λήψη μέτρων. Αργότερα εάν χρειασθεί, γίνεται ψεκασμός με εντομοκτόνα.



Εικόνα 1.10

Σεσάμια (*Sesamia nonagrioides* Lefevre). Είναι λεπιδόπτερο έντομο. Το κεφάλι και η προθωρακική πλάκα έχουν σκούρο καστανό χρώμα, ενώ το υπόλοιπο σώμα είναι ανοικτό ρόδινο. Οι προνύμφες ανοίγουν σπές και εισχωρούν στο εσωτερικό του στελέχους και στη συνέχεια τρέφονται από το περιεχόμενο του ορύσσοντας στοά (Εικ. 1.11). Η εντεριώνη μεταχρωματίζεται και προκαλείται ξήρανση του φυτού. Σε έντονη προσβολή τα στελέχη σπάζουν. Το έντομο έχει τρεις γενεές το έτος και διαχειμάζει ως αναπτυγμένη προνύμφη στα υπολείμματα της καλλιέργειας. Γενικά οι ζημιές από την πρώτη γενεά δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα. Το πρόβλημα είναι έντονο στις όψιμες καλλιέργειες και ιδιαίτερα από τη 2η και 3η γενεά του εντόμου που αντιμετωπίζονται με εντομοκτόνες ουσίες.



Εικόνα 1.11

1.9. Προϊόντα, ποιότητα και χρήσεις σόργου.

Καρποδοτική καλλιέργεια. Οι αποδόσεις κυμαίνονται πάρα πολύ. Οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση είναι η ποικιλία και η άρδευση. Με τα κοντόσωμα υβρίδια οι μέσες αποδόσεις στις ΗΠΑ είναι μεγαλύτερες από 400 kg/στρ. Μέσες αποδόσεις μεγαλύτερες από 500 kg/στρ. επιτυγχάνονται στην Αίγυπτο, Ιταλία και Γαλλία. Χωρίς άρδευση και με τις παραδοσιακές υψηλόσωμες ποικιλίες, οι αποδόσεις κυμαίνονται από 80-200 kg /στρ. Οι πρωτεΐνες του σόργου είναι πτωχές σε λυσίνη και γι' αυτό για ισορροπημένη διατροφή χρειάζεται η προσθήκη πρωτεΐνης από ψυχανθή. Το άμυλο του σόργου έχει τις ίδιες ιδιότητες με το άμυλο του καλαμποκιού. Το ενδοσπέρμιο των συνήθων ποικιλιών αποτελείται από 22 έως 30% αμυλόζη. Γενότυποι με τρία υποτελή γονίδια wx, περιέχουν στην καρύωση κυρίως αμυλοπηκτίνη. Το σόργο είναι σπουδαία πηγή βιταμίνης B, εκτός από B12. Οι ξηροί ώριμοι καρποί δεν περιέχουν βιταμίνη C. Το περικάρπιο και το στρώμα της αλευρόνης είναι πλούσια σε μεταλλικά στοιχεία. Στον καρπό του σόργου υπάρχουν αντιθρεπτικοί παράγοντες όπως είναι ταννίνες, φυτικό οξύ και κυανογόνα γλυκοσίδια. Ανάλογα με την ύπαρξη η όχι ταννινών και τον ιστό στον οποίο βρίσκονται αυτές, το σόργο ταξινομείται σε τρεις τύπους: 1. όχι ταννίνες, 2. ταννίνες στο έγχρωμο σπερματικό περίβλημα, 3. ταννίνες στο έγχρωμο σπερματικό περίβλημα και στο περικάρπιο. Το σόργο που περιέχει ταννίνες καλείται «tannin ή brown» ακόμη και εάν το περικάρπιο είναι λευκό, κίτρινο ή κόκκινο. Η εμφάνιση του κόκκου δεν συνδέεται απαραίτητα με την παρουσία ταννινών ή με την περιεκτικότητά τους. Οι ταννίνες έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Επίσης προστατεύουν τα φυτά από εχθρούς και ασθένειες. Παρουσιάζουν όμως αντιθρεπτικές ιδιότητες, όπως μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης, μείωση της πεπτικότητας της πρωτεΐνης και της αποτελεσματικότητας της τροφής στα ζώα. Γενικά το λευκό σόργο είναι το πλέον αποδεκτό στη διατροφή του ανθρώπου. Το φυτικό οξύ αποθηκεύεται κυρίως στο στρώμα της αλευρόνης και λιγότερο στο έμβρυο. Το φυτικό οξύ ενώνεται με τα θρεπτικά στοιχεία (π.χ. ασβέστιο, ψευδάργυρο, σίδηρο, μαγνήσιο) με αποτελέσματα να μη μπορούν να απορροφηθούν από τον οργανισμό του ανθρώπου και των ζώων. Το σόργο περιέχει περισσότερες ενώσεις φυτικού οξέος σε σχέση με τα άλλα σιτηρά. Το κυριότερο κυανογόνο γλυκοσίδιο στο σόργο είναι η δουρίνη. Η δουρίνη διασπάται και σχηματίζει

πρωσσικό οξύ (υδροκυάνιο) το οποίο είναι πολύ τοξικό για τα ζώα. Η περιεκτικότητα του σόργου σε κυανογόνα γλυκοσίδια εξαρτάται από την ποικιλία, το τμήμα του φυτού, το περιβάλλον και την καλλιεργητική τεχνική όπως π.χ. την αζωτούχο λίπανση. Η δουρίνη κυρίως συγκεντρώνεται στα φύλλα των αναπτυσσόμενων φυτών. Στις ποικιλίες σόργου του Σουδάν που χρησιμοποιούνται για βόσκηση, βρίσκεται σε ελάχιστη ποσότητα η απουσιάζει. Το σόργο περιέχει επίσης αναστολείς ενζύμων (πχ. τρυψίνης, χυμοτρυψίνης, α-αμυλάσης). Η ανάπτυξη μυκοτοξινών είναι μικρότερο πρόβλημα στο σόργο σε σχέση με το καλαμπόκι. Ο καρπός του σόργου στην Αφρική και την Ασία χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου ενώ στο δυτικό ημισφαίριο ως ζωοτροφή. Οι σπόροι για ζωοτροφή έχουν συνήθως κοκκινωπό χρώμα, ενώ για ανθρώπινη κατανάλωση συνήθως λευκό. Από το αλεύρι του σόργου παρασκευάζονται διάφορα αρτοσκευάσματα και τοπικά προϊόντα. Σημαντικές ποσότητες σόργου χρησιμοποιούνται για παρασκευή βύνης, αλκοολούχων ποτών (κυρίως μπύρας) και αμύλου για διάφορες βιομηχανικές χρήσεις. Στα ζώα ο καρπός χορηγείται ολόκληρος ή αλεσμένος σε διάφορο βαθμό και ως σύμπηκτα (pellets). Είναι κατάλληλος για διατροφή των πουλερικών, των χοίρων και των βοοειδών. Παρ' όλο ότι η θρεπτική αξία του σόργου κατά μέσο όρο είναι 2 έως 4 % μικρότερη εκείνης του καλαμποκιού, το κόστος παραγωγής του σόργου είναι 10 έως 15% μικρότερο εκείνου του καλαμποκιού. Λαμβάνοντας υπόψη και τις μικρές απαιτήσεις του σόργου σε νερό, προβλέπεται ότι στο μέλλον θα αυξηθεί η καλλιέργεια του σόργου ως ζωοτροφή.

Χορτοδοτική καλλιέργεια. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενσιρώματος και σανού και για βόσκηση. Παρατηρείται μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών σόργου που καλλιεργούνται για ενσίρωση ως προς τα αγροκομικά χαρακτηριστικά π.χ. ύψος, πρωιμότητα, απόδοση σε καρπό και βιομάζα, ξηρά ουσία, χημική σύσταση. Η απόδοση σε ενσίρωμα των υψηλόσωμων ποικιλιών είναι παρόμοια με εκείνη του καλαμποκιού. Για παράδειγμα σε πειράματα αγρού στις ΗΠΑ οι αποδόσεις ποικιλιών σόργου σε ενσίρωμα κυμάνθηκαν από 4,3 έως 6,9 τον./στρ. Το σπουδαιότερο αγροκομικό χαρακτηριστικό το οποίο επηρεάζει την ποιότητα ενσιρώματος είναι η περιεκτικότητα σε καρπό. Ποικιλίες που περιέχουν 30 έως 40 % καρπό δίνουν και την καλύτερη ποιότητα ενσιρώματος. Αναφέρεται ως

άριστη περιεκτικότητα καρπού για το σόργο ενσίρωσης τουλάχιστον 48 % της ξηράς ουσίας. Το ενσίρωμα του σόργου έχει ελαφρώς μικρότερη γευστικότητα και πεπτικότητα σε σύγκριση με το ενσίρωμα του καλαμποκιού. Για σανό, όπως προαναφέρθηκε, καλλιεργούνται ποικιλίες σόργου του Σουδάν ή υβρίδια σόργου-σόργου του Σουδάν. Η απόδοση σε σανό εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, την καλλιεργητική τεχνική και τη συχνότητα των κοπών. Όταν η κοπή γίνει στο στάδιο που τα φυτά έχουν ύψος περίπου 1m σε σύνολο τεσσάρων κοπών λαμβάνονται κατά μέσο όρο 8 tn χλωρού χόρτου/στρ. ή 2 tn σανού/στρ. Στο στάδιο αυτό η περιεκτικότητα σε πρωσσικό οξύ έχει μηδενισθεί. Στο σόργο για βόσκηση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ύψος των φυτών στο οποίο θα αρχίζει η βόσκηση. Νεαρά φυτά σόργου δεν πρέπει να βόσκονται γιατί περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωσσικό οξύ. Το μέγιστο του πρωσσικού οξέος παρατηρείται όταν το φυτό βρίσκεται στο στάδιο των οκτώ φύλλων και στη συνέχεια μειώνεται σταδιακά μέχρι την ωρίμανση. Ασφαλής βόσκηση μπορεί να γίνει όταν τα φυτά έχουν ύψος 60 cm και μεγαλύτερο. Νεαρά φυτά, νεαρές διακλαδώσεις και αδελφία έχουν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωσσικό οξύ. Παρ' όλο ότι το πρωσσικό οξύ είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας, επηρεάζεται από διάφορους κλιματικούς παράγοντες. Αυξάνεται με την καταπόνηση λόγω ξηρασίας και όταν παγώσουν τα φυτά. Επίσης αυξάνεται με την υπερβολική αζωτούχο λίπανση και την έλλειψη φωσφόρου. Επιζήμια για τα ζώα είναι και η περιεκτικότητα της χλωρομάζας σε νιτρικά. Η έλλειψη υγρασίας είναι ο κυριότερος λόγος συγκέντρωσης νιτρικών στη χλωρομάζα του σόργου.

Ζαχαρούχο σόργο. Οι αποδόσεις σε στελέχη και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του χυμού, που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, παρουσιάζουν μεγάλο εύρος λόγω της γενετικής παραλλακτικότητας, των πρακτικών καλλιέργειας και των εδαφοκλιματικών συνθηκών. Οι αποδόσεις σε βιομάζα μπορεί να κυμαίνονται από 1,8 τον./στρ. μέχρι πάνω από 10 τον./στρ., και η περιεκτικότητα σε χυμό από 65 έως 80%. Η περιεκτικότητα ζαχάρων στο χυμό κυμαίνεται από 9 έως 15% και η απόδοση σε ζάχαρα από 360 kg/στρ. μέχρι 4.500 kg/στρ. Μπορούν να παραχθούν με τη ζύμωση 380-560 lt/στρ. αιθανόλη. Σε πειραματικούς αγρούς στον Βόρειο Έβρο, κατά τη συγκομιδή γλυκού σόργου στο τέλος Οκτωβρίου παράχθηκαν 12 τον./στρ. χλωρών στελεχών με 10% περίπου ζάχαρα και 700 λίτρα/στρ. βιοαιθανόλη. Από το

ζαχαρούχο χυμό εκτός από αιθανόλη παράγεται σιρόπι και εξάγεται και ζάχαρη με διαφορετική όμως μεθοδολογία από εκείνη που χρησιμοποιείται στο ζαχαροκάλαμο και τα ζαχαρότευτλα (Rooney και Waniska 2000). Από 1 τον. στελέχη μπορούν να παραχθούν 82 έως 90 kg ζάχαρης, ποσότητα που σήμερα θεωρείται ασύμφορη.

Σόργο για σκούπα. Καλλιεργείται κυρίως για τις ταξιανθίες από τις οποίες κατασκευάζονται σκούπες. Πολλοί παραγωγοί όμως, συγκομίζουν την καλλιέργεια στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης του σπόρου για να πάρουν συμπληρωματικό εισόδημα από την πώληση του σπόρου για ζωοτροφή. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση η ποιότητα των ταξιανθιών είναι κατώτερη. Οι αποδόσεις επηρεάζονται κυρίως από την επάρκεια νερού. Για παράδειγμα σε ξηρικές συνθήκες αναφέρονται αποδόσεις σε ξηρές ταξιανθίες από 20 έως 70 kg/στρ. Στην περιοχή της Ορεστιάδας η μέση απόδοση είναι 250 kg/στρ. σαρωθρόχορτο και περίπου 250 kg σπόρος/στρ. Να σημειωθεί ότι οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα έχουν ύψος περίπου 1,5 m. Οι αποδόσεις σε σαρωθρόχορτο είναι μεγαλύτερες, 300-350 kg/στρ. στις αρδευόμενες εκτάσεις και μικρότερες, 100-150 kg/στρ. στις μη αρδευόμενες. Τελικά από ένα στρέμμα καλλιέργειας παράγονται περίπου 350 σκούπες.

2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Η καλλιέργεια του σιταριού άρχισε από τους προϊστορικούς χρόνους και δεν έχει προσδιορισθεί μέχρι σήμερα με βεβαιότητα η περιοχή καταγωγής του, ούτε και η περιοχή στην οποία καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά. Ενδείξεις δείχνουν ότι οι διπλοειδείς και τετραπλοειδείς γενότυποι πρωτοεμφανίστηκαν πριν από το 8.000 π.Χ. στις λεκάνες των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη, σήμερα στις περιοχές της Συρίας και του Ιράκ. Πρώτοκαλλιεργήθηκαν σε αυτές τις περιοχές το 7.000. π.Χ. Στις Βαλκανικές χώρες και την Ελλάδα οι γενότυποι αυτοί έφτασαν το 5.000 π.Χ. Οι εξαπλοειδείς γενότυποι εξελίχθηκαν πριν το 7.000 π.Χ. σε μια ζώνη που εκτεινόταν νότια της Κασπίας και βόρεια του Ιράν και ανατολικά μέχρι το βόρειο Αφγανιστάν. Το σιτάρι αποτελεί το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο σιτηρό στον κόσμο. Σε όρια εξάπλωσης υστερεί μόνον έναντι του κριθαριού, το οποίο καλλιεργείται σε κάπως μεγαλύτερα υψόμετρα, λόγω της ύπαρξης γενοτύπων μικρού βιολογικού κύκλου. Είναι κατά κύριο λόγο καλλιέργεια της Ευκράτου ζώνης. Η εξάπλωσή του εντοπίζεται συνήθως μεταξύ 30 και 60° Β.Π. και 27 και 40°Ν.Π. και από παραθαλάσσιες περιοχές μέχρι υψόμετρο 3.000 m. Στις τροπικές περιοχές καλλιεργείται από υψόμετρο 2.000 έως 3.000 m. Στις περιοχές αυτές με χαμηλό υψόμετρο η καλλιέργεια του αποτυγχάνει λόγω προσβολής του φυλλώματος από εχθρούς και ασθένειες και επίσης λόγω μέσων υψηλών θερμοκρασιών.

Είναι φθινοπωρινή καλλιέργεια, αλλά σε περιοχές με δριμύ χειμώνα καλλιεργείται σαν εαρινή. Κάθε μήνα του έτους συγκομίζεται και μία καλλιέργεια σιταριού σε κάποια περιοχή της γης. Η συγκομιδή στην Εύκρατη ζώνη γίνεται τους μήνες Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο. Στο νότιο ημισφαίριο, όπου καλλιεργείται σημαντικά μικρότερη έκταση, η συγκομιδή γίνεται από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Ιανουάριο. Το πιο διαδεδομένο είδος σιταριού παγκοσμίως είναι το μαλακό, γιατί παρουσιάζει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα και αντοχή στο κρύο απ' ότι το σκληρό. Το σκληρό σιτάρι δίνει καλή ποιότητα σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα. Η παγκόσμια παραγωγή σιταριού αυξήθηκε σταδιακά από το 1946 έως το 1992 με έναν μέσο ετήσιο ρυθμό 9,5 εκατομμύρια τόνους. Η αύξηση αυτή από το 1974 ήταν πολύ μεγαλύτερη στην Ασία. Η μεγαλύτερη παραγωγή έχει επιτευχθεί από την

αύξηση της στρεμματικής απόδοσης. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις από το 1974 παρέμειναν σχεδόν σταθερές. Η διατήρηση της αυξητικής πορείας της παραγωγής του σιταριού είναι απαραίτητη, για την ασφάλεια στη διατροφή του αυξανόμενου πληθυσμού της γης. Οι χώρες που παρήγαγαν τις μεγαλύτερες ποσότητες σιταριού κατά το 2006 πάνω από 20 εκατομμύρια, είναι κατά σειρά η Κίνα, η Ινδία, οι ΗΠΑ, η Ρωσία, η Γαλλία, ο Καναδάς, η Γερμανία, το Πακιστάν και η Τουρκία. Το περισσότερο σιτάρι καταναλώνεται εντός των χωρών που παράγεται. Λίγες χώρες παράγουν σιτάρι σε μεγαλύτερη ποσότητα από τις ανάγκες τους. Οι κυριότερες χώρες εξαγωγής σιταριού είναι οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Αργεντινή και ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η καλλιεργούμενη έκταση με σιτάρι στη χώρα μας, από το 1940 μέχρι σήμερα, διατηρείται σχεδόν στα ίδια επίπεδα (με μικρές διακυμάνσεις), 8-10 εκατομ. στρ. ετησίως. Οι μέσες αποδόσεις όμως αυξήθηκαν σημαντικά, από 100 kg/στρ. το 1940 έφθασαν τα 230 kg/στρ. το 2006. Η αύξηση των αποδόσεων οφείλεται στη χρησιμοποίηση βελτιωμένων ποικιλιών και λιπασμάτων, στη βελτίωση της τεχνικής καλλιέργειας και στην εκμηχάνιση. Η χώρα μας έγινε αυτάρκης σε σιτάρι από το 1956 και σήμερα έχει περιθώρια εξαγωγής. Το σιτάρι καλλιεργείται κυρίως σε μη αρδευόμενους αγρούς και μόνον για λόγους αμειψισποράς σε αρδευόμενους. Η κατανομή των καλλιεργούμενων εκτάσεων μεταξύ μαλακού και σκληρού σιταριού στη χώρα μας καθορίστηκε από τη στήριξη των τιμών των προϊόντων των δύο αυτών ειδών από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Για παράδειγμα το 1996 καλλιεργήθηκαν 7,2 εκατομ. στρ. με μαλακό σιτάρι και μόνο 2,0 εκατομ. στρ. με σκληρό. Αντίθετα το 2005 η κατανομή ήταν 1,0 εκατομ. στρ. με μαλακό και 7,5 εκατομ. στρ. με σκληρό, το οποίο είχε υψηλή επιδότηση, ώστε η στρεμματική πρόσοδος να είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το μαλακό. Η επέκταση όμως της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού σε περιοχές με εδαφοκλιματικές συνθήκες όχι κατάλληλες για την καλλιέργεια του είχε σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του.

Το μέλλον της σιτοκαλλιέργειας στη χώρα μας μετά την αναμόρφωση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και την αποσύνδεση της ενίσχυσης των παραγωγών από το προϊόν, θα εξαρτηθεί από την ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας του σιταριού έναντι άλλων καλλιεργειών. Η μεγαλύτερη ποσότητα του σιταριού παγκοσμίως χρησιμοποιείται άμεσα για τη διατροφή του

ανθρώπου και μικρότερες ποσότητες για τη διατροφή των ζώων, ως σπόρος σποράς και για παραγωγή διαφόρων βιομηχανικών προϊόντων. Περισσότερες πληροφορίες για το θέμα αυτό θα δοθούν στο σχετικό κεφάλαιο.

Προοπτικές για το μέλλον. Για τη διατροφή του πληθυσμού το 2020, αναφερόμενοι σε παγκόσμιο επίπεδο, θα χρειασθεί 40% μεγαλύτερη παραγωγή σιταριού σε σχέση με το 2000. Εάν αυτό μεταφραστεί σε απόδοση, σημαίνει ότι η μέση παγκόσμια απόδοση θα πρέπει να φτάσει τα 400 kg/στρ. από 250 kg/στρ. που ήταν το 2000. Εξετάζοντας το θέμα από την αισιόδοξη πλευρά, μπορεί να γίνει προσέγγιση του στόχου αυτού, πιο μακροχρόνια όμως, με τη συνεχή υποστήριξη και επένδυση στη γεωργική επιστήμη και έρευνα. Η αύξηση της παραγωγής με τη συνεχή επέκταση της καλλιέργειας του σιταριού στα εναπομείναντα φυσικά οικοσυστήματα είναι οικολογικά απαράδεκτη. Το οικονομικό δε κόστος της παραγωγής με την εντατικοποίηση των υποδομών και την αύξηση των εισροών, είναι πολύ μεγάλο. Κάτι άλλο το οποίο θα πρέπει επίσης να προσεχθεί, λόγω των οικονομικών συνθηκών που έχουν δημιουργηθεί παγκοσμίως, είναι η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας του σιταριού η οποία θα προέλθει από μεγάλη μείωση του κόστους. Συνεπώς η αύξηση της παραγωγής του σιταριού θα προέλθει από τη γενετική βελτίωση και την ένταξη της καλλιέργειας του σιταριού σε αειφορικά γεωργικά συστήματα και την ολοκληρωμένη διαχείριση, περιλαμβανομένου και του εδάφους. Αύξηση της απόδοσης, με τη γενετική βελτίωση πρέπει να επιτευχθεί τόσο σε περιβάλλοντα με υψηλό δυναμικό παραγωγής όσο και σε αυτά με χαμηλό δυναμικό. Η αύξηση μέχρι τώρα προέκυψε από το χειρισμό λίγων κυριών γονιδίων όπως είναι αυτά που ρυθμίζουν τη μείωση του ύψους, την προσαρμοστικότητα στη φωτοπερίοδο και την εαρινοποίηση. Στα περιβάλλοντα με υψηλό δυναμικό παραγωγής, στόχος θα είναι η δημιουργία νέων παραγωγικών ποικιλιών που να διαθέτουν αυξημένη και πιο αποτελεσματική ικανότητα εκμετάλλευσης του νερού, του αζώτου και των άλλων εισροών με μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης και αύξησης της υπέργειας βιομάζας, αυξημένη φωτοσυνθετική ικανότητα, ικανότητα μετακίνησης των προϊόντων φωτοσύνθεσης στον καρπό, αύξηση του αριθμού των κόκκων στο στάχυ, αντοχή στους εχθρούς και τις ασθένειες κ.ά. Η κατανόηση των παραγόντων που καθορίζουν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών θα προέλθει από το συνδυασμό της συμβατικής φυσιολογίας και της εφαρμογής

των μεθόδων της μοριακής γενετικής. Η ανταγωνιστικότητα και βιωσιμότητα της καλλιέργειας του σιταριού σε αυτά τα περιβάλλοντα υψηλής δυναμικότητας εξαρτάται από τις τεχνολογίες διαχείρισης της καλλιέργειας όπως είναι η μειωμένη κατεργασία του εδάφους, η σωστή χρήση των εισροών, η ένταξη του σιταριού στα συστήματα αμειψισποράς των αρδευομένων καλλιεργειών, η βελτίωση του τρόπου εφαρμογής των λιπασμάτων, της άρδευσης, των ζιζανιοκτόνων και άλλων επεμβάσεων που θα μειώσουν το κόστος παραγωγής. Στα περιβάλλοντα χαμηλής δυναμικότητας (οριακά περιβάλλοντα) οι νέες ποικιλίες που θα δημιουργηθούν πρέπει να έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως αντοχή στην ξηρασία, τις υψηλές θερμοκρασίες, την οξύτητα, την αλκαλικότητα και τη μειωμένη γονιμότητα του εδάφους. Γενετική βελτίωση θα προέλθει κυρίως με: 1) την ελεύθερη διακίνηση του γενετικού υλικού σε παγκόσμιο επίπεδο, 2) την εξεύρεση νέας γενετικής παραλλακτικότητας μέσα στο γένος *Triticum* με διασταυρώσεις μεταξύ ειδών διαφόρου προέλευσης, ώστε να αυξηθεί η γενετική βάση του σιταριού, 3) τη διερεύνηση της ετέρωσης με σκοπό τη δημιουργία υβριδίων, 4) τη γενετική μηχανική, 5) τη βιοτεχνολογία, 6) την εφαρμογή των μοριακών δεικτών και 7) τα διαγονιδιακά φυτά. Συμπερασματικά, για να επιτευχθούν οι ανωτέρω στόχοι θα πρέπει να χρηματοδοτηθεί η έρευνα στο σιτάρι με τα ίδια ποσά όπως το διάστημα 1960-1980, όπου παρατηρήθηκε η μεγάλη αύξηση στην απόδοση.

2.1. Ταξινόμηση και ποικιλίες σιταριού.

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum*. Η κατάταξη των ειδών του γένους γίνεται με βάση τις ομάδες χρωμοσωμάτων που περιέχουν. Το γένος *Triticum* έχει τρεις κύριες ομάδες χρωμοσωμάτων τις A, B, D. Ανάλογα με τον αριθμό των ομάδων διακρίνουμε τα είδη σε διπλοειδή AA(2n=14), τετραπλοειδή AABB(2n=28) και εξαπλοειδή AABBDD(2n=42). Επίσης αναφέρεται και μία τέταρτη ομάδα χρωμοσωμάτων η G, η οποία μοιάζει αρκετά με την B και προσδιορίστηκε στο είδος *Triticum timopheevii*, με γένωμα AAGG. Το *T. timopheevii* χρησιμοποιήθηκε σαν πηγή κυτοπλασματικής ανδροστειρότητας και παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε ασθένειες όπως σκωριάσεις, வீδιο, δαυλίτη κ.α. Οι άγριοι πρόγονοι του σιταριού είχαν στάχεις με εύθραυστη ράχη, ώστε οι σπόροι να διασκορπίζονται μετά την ωρίμανση και με τον τρόπο αυτό να

εξασφαλίζεται η διαιώνιση του είδους. Με την καλλιέργεια ευνοηθήκαν οι πλέον παραγωγικοί ετήσιοι τύποι με σχετικά άθραυστη ράχη, γυμνούς και μεγάλους σπόρους και με μεγάλη ικανότητα αδελφώματος. Από τα είδη τα οποία καλλιεργήθηκαν παλαιότερα ή και συνεχίζουν να καλλιεργούνται και σήμερα πιο διαδεδομένο παγκοσμίως είναι το *T.aestivum* L. subsp. *aestivum*, κοινό σιτάρι, η κύρια χρήση του οποίου είναι η παρασκευή ψωμιού. Ακολουθεί με μεγάλη διαφορά το *T.turgidum* L. subsp. *durum*, σκληρό σιτάρι, από το οποίο παράγεται το σιμιγδάλι που χρησιμοποιείται για την παρασκευή κυρίως των μακαρονιών. Το *T. Monococcum* L. subsp *monococcum*, μονόκοκκο σιτάρι, καλλιεργείται μόνον σε ορισμένες περιοχές της Μέσης Ανατολής και της Ν. Ευρώπης για την παρασκευή τυπικού μαύρου ψωμιού και ως τροφή για τα βόδια και τα άλογα. Το *T. turgidum* subsp. *dicoccon*, καλλιεργείται ως ζωοτροφή σε ορισμένες περιοχές της Ευρώπης και στη Dakota των ΗΠΑ. Το *T. aestivum* subsp. *compactum* καλλιεργείται σε ορισμένες περιοχές των ΗΠΑ, της Β. Ευρώπης και της ΒΔ. Ασίας και χρησιμοποιείται σε διάφορα παρασκευάσματα ζαχαροπλαστικής και αρτοποιίας. Το *T. aestivum* L. subsp. *spelta*, θεωρείται το πρώτο εξαπλωειδές σιτάρι που καλλιεργήθηκε. Ο κόκκος είναι ντυμένος, αλλά το φυτό είναι ανθεκτικότερο στις αντιξοότητες σε σχέση με τα άλλα εξαπλωειδή είδη ιδίως στο στάδιο του νεαρού φυταρίου. Για το λόγο αυτό προσαρμόζεται καλύτερα στις ορεινές περιοχές. Καλλιεργείται στην Ισπανία, σε περιοχές της Κ. Ευρώπης και σε μικρή έκταση στις ΗΠΑ. Το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια του σπέλτα (αγριοσίταρο) αυξήθηκε τελευταία στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς προσαρμόζεται σε συστήματα παραγωγής μειωμένων εισροών και το αλεύρι του χρησιμοποιείται για την παραγωγή ειδικών τύπων ψωμιού και άλλων αρτοποιημάτων. Από τα προηγούμενα είδη στη χώρα μας καλλιεργούνται μόνον το μαλακό και το σκληρό σιτάρι. Στην Εικ. 2.1 παρουσιάζεται η μορφολογία των στάχων των σπουδαιότερων ειδών του γένους *Triticum*.



Εικ. 2.1 Μορφολογία των στάχων των κυριότερων ειδών του γένους *Triticum*:

1. *T. monococcum* L. subsp. *monococcum*
2. *T. turgidum* L. subsp. *dicoccon*
3. *T. turgidum* L. subsp. *durum*
4. *T. turgidum* L. subsp. *polonium*
5. *T. turgidum* L. subsp. *turgidum*
6. *T. aestivum* L. subsp. *spelta*
7. *T. aestivum* L. subsp. *aestivum*
8. *T. aestivum* L. subsp. *compactum*
9. *T. aestivum* L. subsp. *sphaerococcum*

Το σιτάρι ταξινομείται επίσης με βάση αγροκομικά κριτήρια, το χρώμα των κόκκων, την ποιότητα του ενδοσπερμίου, τη σκληρότητα του κόκκου κ.α. Στα αγροκομικά κριτήρια περιλαμβάνεται η διάρκεια εαρινοποίησης των διαφόρων γενοτύπων και οι άριστες θερμοκρασίες για εαρινοποίηση. Ανάλογα με το χρώμα του σπερματικού περιβλήματος οι κόκκοι ταξινομούνται σε κόκκινους και λευκούς. Το κόκκινο χρώμα οφείλεται σε τρία κυρίαρχα γονίδια, ενώ το πραγματικό λευκό έχει υποτελή γονίδια και στις τρεις θέσεις. Το μόνο πλεονέκτημα που παρουσιάζει το λευκό περίβλημα είναι ότι αυξάνει την απόδοση στο μύλο, γιατί δεν χρειάζεται τόσο λεπτομέρεια για την απομάκρυνση των μικρών κομματιών περιβλήματος από το αλεύρι. Στις ΗΠΑ η βελτίωση επικεντρώνεται στις ερυθρές ποικιλίες και αυτές επικρατούν στην

καλλιέργεια.

Ανάλογα με τη δομή του ενδοσπερμίου ο κόκκος χαρακτηρίζεται ως «σκληρός» (κερατοειδές η υαλώδες ενδοσπέρμιο) και ως «μαλακός» (αλευρώδες ενδοσπέρμιο). Οι αρχαίοι Έλληνες κατέτασσαν συνήθως τους «σίτους» ανάλογα με: 1) το χρώμα των κόκκων ως «σίτον ερυθρόν» και «σίτον λευκόν» 2) τη σύνθεση των κόκκων ως σίτον «σητάνιον», «αλευρίτην» και «σεμιδαλίτην» 3) τη μορφή του στάχυ ως «σίτον αγανοφόρον» και «μη αγανοφόρον» και 4) το χρόνο αναβλάστησης του φυτού ως «σίτον του φθινοπώρου ή όσιον» και «σίτον της ανοίξεως ή πρώιον» (Λέτσας 1957). Διασταυρώσεις μεταξύ ειδών του γένους *Triticum* και συγγενικών γενών έδωσαν βιώσιμους απογόνους. Τα *Triticale* προήλθαν από τη διασταύρωση του *Triticum* με το *Secale*, ενώ το *Agrotricum* με το *Agropyron*. Οι κύριοι στόχοι αυτών των διασταυρώσεων είναι η δημιουργία γενετικής παραλλακτικότητας στο καλλιεργούμενο σιτάρι, η αντοχή σε ασθένειες και έντομα, οι αυξημένες αποδόσεις κάτω από δυσμενείς συνθήκες, όπως χαμηλές θερμοκρασίες και άγονα εδάφη. Επίσης στόχο αποτελεί και η δημιουργία πολυετούς σιταριού. Οι περισσότερες όμως από αυτές τις διασταυρώσεις δεν είχαν τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Κλάσεις Σιταριού	Προϊόντα
<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i> (σκληρό ενδοσπέρμιο)	Ψωμί, τσουρέκια, φύτρα σιταριού, δημητριακά, ζύμη για πίτσες
<i>T. aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i> (μαλακό ενδοσπέρμιο)	Κρακεράκια, κέικ, μπισκότα, τσουρέκια, βάφλες, φύτρα σιταριού
<i>T. aestivum</i> subsp. <i>compactum</i> (μαλακό ενδοσπέρμιο)	Κρακεράκια, κέικ, κουλούρια
<i>T. turgidum</i> subsp. <i>durum</i>	Μακαρόνια, ζυμαρικά διάφορα, διάφορες ζύμες

Ποικιλίες. Το σιτάρι έχει διγενή άνθη που συνήθως αυτογονιμοποιούνται. Έτσι η κλασική μεθοδολογία βελτίωσης είναι αυτή των αυτογονιμοποιούμενων φυτών, που συνίσταται στη δημιουργία ποικιλιών - καθαρών σειρών. Έχουν δημιουργηθεί πολλές ποικιλίες σιταριού σε όλο τον κόσμο. Διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το ύψος των φυτών, τη μορφολογία του στάχους και του σπόρου, την ύπαρξη ή μη αγανών, την ικανότητα αδελφώματος και σκληραγώγησης στις χαμηλές θερμοκρασίες, την πρωιμότητα άνθησης και ωρίμανσης, την αντοχή στο πλάγιασμα, την ποιότητα των σπόρων και άλλα χαρακτηριστικά. Σε περιοχές όπου οι θερμοκρασίες επιτρέπουν τη φθινοπωρινή σπορά του σιταριού, οι χειμερινές ποικιλίες είναι αποδοτικότερες των εαρινών. Λόγω της πληθώρας των διαθέσιμων ποικιλιών είναι συχνά δύσκολη η επιλογή της πιο κατάλληλης ποικιλίας για συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Οι παραγωγοί για σχετικές πληροφορίες θα πρέπει να απευθύνονται σε κρατικούς φορείς, οι οποίοι αξιολογούν τις διάφορες ποικιλίες. Θεαματική αύξηση των αποδόσεων του σιταριού παρατηρήθηκε στις αναπτυσσόμενες χώρες με τη χρησιμοποίηση κοντόσωμων ποικιλιών. Πιο γνωστές είναι εκείνες που δημιουργήθηκαν από τον Dr Norman Borlaug ο οποίος για αυτή του την προσφορά τιμήθηκε το 1970 με το βραβείο Νόμπελ. Κοντόσωμες ποικιλίες δημιουργήθηκαν επίσης και σε άλλες χώρες. Οι ποικιλίες αυτές προέκυψαν από τη διασταύρωση νάνων ποικιλιών ύψους 15 έως 20 cm με συνηθισμένου ύψους ποικιλίες και προέκυψαν απόγονοι 12 έως 30 cm χαμηλότεροι. Οι κοντόσωμες ποικιλίες έχουν σκληρά και κοντά στελέχη και παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, ακόμα και σε εδάφη μεγάλης γονιμότητας και σε υψηλές πυκνότητες φυτών. Αυτά τα χαρακτηριστικά επιτρέπουν στους παραγωγούς να χρησιμοποιούν τεχνικές καλλιέργειας που αυξάνουν τις αποδόσεις.

Πολλοί βελτιωτές στραφήκαν και στη δημιουργία υβριδίων σιταριού, όπως και στο καλαμπόκι, θεωρώντας ότι μπορεί να προέλθει αύξηση των αποδόσεων από 20 έως 30%. Η παραγωγή υβριδίων στο σιτάρι είναι πολύ πιο δύσκολη σε σχέση με το καλαμπόκι, γιατί το σιτάρι έχει τέλεια άνθη και όπως προαναφέρθηκε είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό. Το πρώτο βήμα για την παραγωγή σπόρων υβριδίων σε εμπορική κλίμακα είναι η δημιουργία ενός συστήματος ανδροστειρότητας. Δύο τύποι ανδροστειρότητας έχουν

χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή υβριδίων. Ο ψεκασμός με χημική ουσία που προκαλεί ανδροστεριότητα και η κυτοπλασματική ανδροστεριότητα. Η διάδοση των υβριδίων είναι ακόμη περιορισμένη, λόγω δυσκολιών στην παραγωγή σπόρου υβριδίων. Επίσης δεν έχει επιτευχθεί η αναμενόμενη αύξηση στην απόδοση. Στις περισσότερες περιπτώσεις το κόστος παραγωγής του σπόρου δεν αντισταθμίζεται από την αύξηση των αποδόσεων. Λόγω των προαναφερθέντων προβλημάτων πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι η αύξηση των αποδόσεων θα προέλθει από τη βελτίωση των υπάρχουσών ποικιλιών και όχι από τη δημιουργία υβριδίων.

2.2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.

Τα περισσότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά έχουν αναφερθεί στη γενική περιγραφή. Η μορφολογία του σιταριού, στο σημείο ένωσης του κολεού του φύλλου με τον βλαστό, παρουσιάζεται στην Εικ. 2.2.

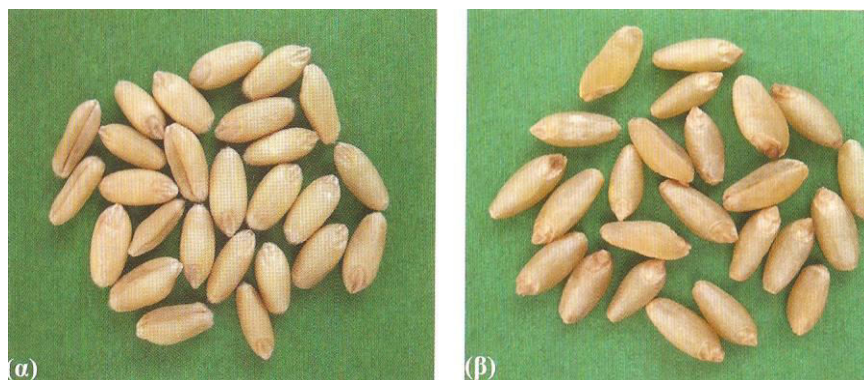


Εικ. 2.2 Μορφολογία του σιταριού στο σημείο ένωσης του κολεού του φύλλου με τον βλαστό. Τα ωτίδια είναι μεσαίου μεγέθους.

Εδώ θα δοθούν περισσότερα στοιχεία που αφορούν τη μορφολογία της ταξιανθίας του σιταριού. Η ταξιανθία είναι στάχυς, ο οποίος αποτελείται από πολλά σταχύδια τοποθετημένα εναλλάξ επάνω στη ράχη. Σε κάθε θέση υπάρχει ένα σταχύδιο. Η ράχη σε άλλα είδη είναι ισχυρή και σε άλλα εύθραυστη. Οι ζημίες από χαλάζι στην ωρίμανση είναι μεγαλύτερες σε ποικιλίες με εύθραυστη ράχη. Το μήκος του στάχυ συνήθως είναι 7-10 cm στο μαλακό και 6-8 cm στο σκληρό σιτάρι. Διαφορές μεταξύ των ειδών παρατηρούνται και ως προς την πυκνότητα των σταχυδίων επάνω στο στάχυ.

Η ταξιανθία του σκληρού σιταριού είναι περισσότερο συμπαγής από εκείνη του μαλακού. Συνήθως οι συμπαγέστεροι στάχεις έχουν μικρότερο μήκος και οι αραιότεροι μεγαλύτερο, ώστε ο αριθμός σταχυδίων ανά στάχυ να είναι σχετικά σταθερός. Κάθε σταχύδιο αποτελείται από 2 έως 9 ανθίδια (άνθη) εκ των οποίων το ένα ή τα δύο ανώτερα είναι στείρα. Συνήθως σε κάθε σταχύδιο παράγονται 2 έως 3 καρποί. Στις αγανοφόρες ποικιλίες κατά την ωρίμανση το χρώμα των αγάνων είναι λευκό, ερυθρό ή μαύρο. Τα μαύρα άγανα κυρίως απαντώνται στο σκληρό σιτάρι. Το μέγεθος και το σχήμα του κόκκου ποικίλλει εντός ευρύτατων ορίων. Στο αντίθετο του εμβρύου άκρο του κόκκου υπάρχει ένας θύσανος τριχιδίων, ο οποίος καλείται βούρτσα. Το μήκος των τριχιδίων και η έκταση που καταλαμβάνει η βούρτσα ποικίλει ανάλογα με το είδος του σιταριού και την ποικιλία.

Οι κόκκοι διαφέρουν επίσης ως προς το χρώμα και τη σκληρότητα (λεπτομέρειες δόθηκαν στην ταξινόμηση του σιταριού). Η τυπική διαφοροποίηση μεταξύ των κόκκων του μαλακού και του σκληρού σιταριού παρουσιάζεται στην Εικ. 2.3.



Εικόνα 2.3 Τυπικοί κόκκοι: (α) μαλακού, (β) σκληρού σιταριού.

Στάδια και φάσεις ανάπτυξης. Η ανάπτυξη του σιταριού ακολουθεί μια συνέχεια τριών φάσεων, τη βλαστική, την αναπαραγωγική και τη φάση γεμίσματος του κόκκου, όπως αναφέρθηκε στη γενική περιγραφή των σιτηρών. Στη διάρκεια αυτών των φάσεων το φυτό διαμορφώνει και αυξάνει τα διάφορα όργανά του και συμπληρώνει το βιολογικό του κύκλο. Η διάρκεια της κάθε φάσης και ο αριθμός των καταβολών που δημιουργούνται σε κάθε μία, καθορίζεται από την αλληλεπίδραση του γενοτύπου και του περιβάλλοντος. Η βλαστική φάση αρχίζει από τη σπορά μέχρι την έναρξη καταβολών των ανθέων, η αναπαραγωγική από την έναρξη των καταβολών των ανθέων μέχρι

την άνθηση και η τρίτη του γεμίσματος του κόκκου από την άνθηση μέχρι την ωρίμανση. Πριν από την άνθηση διαμορφώνεται ο αριθμός των κόκκων και μετά την άνθηση καθορίζεται το βάρος των κόκκων. Τυπικά τα συστατικά της απόδοσης σχηματίζονται καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του σιταριού, αναμφιβόλως όμως ορισμένες φάσεις είναι σπουδαιότερες, σε σχέση με άλλες, στον καθορισμό του δυναμικού απόδοσης. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι η περίοδος μεταξύ του τέλους σχηματισμού των σταχυδίων και της άνθησης είναι πολύ μεγάλης σημασίας. Αυτό προκύπτει από την υψηλότερη συσχέτιση που παρουσιάζει η απόδοση με τον αριθμό των κόκκων ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με το ατομικό βάρος του κόκκου. Στοιχεία για τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν τις διάφορες φάσεις ανάπτυξης και τη διάρκειά τους έχουν αναφερθεί στο υποκεφάλαιο της αύξησης και ανάπτυξης στη γενική περιγραφή των χειμερινών σιτηρών. Η αύξηση του κόκκου του σιταριού ακολουθεί την τυπική σιγμοειδή καμπύλη η οποία στην ουσία είναι μια εικόνα της φυσιολογίας εναπόθεσης του αμύλου, καθόσον το άμυλο, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης του στον κόκκο (>70 % του βάρους) συντελεί στη διαμόρφωση της καμπύλης. Το άμυλο στον καρπό βρίσκεται με τη μορφή αμυλοκόκκων στα κύτταρα του ενδοσπερμίου.

Οι αμυλόκοκκοι κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, Α, Β, Γ, ανάλογα με το μέγεθός τους, παρόλο ότι οι ιδιότητες τους και η φυσιολογία της σύνθεσής τους είναι επίσης διαφορετική. Οι Α-τύπου είναι οι μεγαλύτεροι, με διάμετρο 10-50μm, φακοειδής σχήμα και συνιστούν περίπου το 80 % της ολικής μάζας του αμύλου και μόνο το 10 % του αριθμού των αμυλοκόκκων. Οι Β-τύπου είναι σφαιρικοί, με διάμετρο 5-10μm και συνιστούν το 15 % της μάζας του αμύλου και των αμυλοκόκκων. Οι Γ-τύπου επίσης είναι σφαιρικοί, οι μικρότεροι σε μέγεθος και συνεισφέρουν μόνο το 5 % της ολικής μάζας του αμύλου, ενώ αποτελούν το 75 % του συνολικού πληθυσμού των αμυλοκόκκων. Κατά τη διάρκεια της φάσης υστέρησης όπου γίνεται η διαίρεση των κυττάρων του ενδοσπερμίου, αρχίζουν να δημιουργούνται και οι θέσεις σχηματισμού του αμύλου. Α-τύπου αμυλοπλάστες δημιουργούνται στα κύτταρα του ενδοσπερμίου 4-12 ημέρες μετά την άνθηση και σχηματίζουν Α-τύπου αμυλόκοκκους. Β-τύπου αμυλοπλάστες δημιουργούνται περίπου 15 ημέρες μετά την άνθηση και μέχρι τη φυσιολογική ωρίμανση και παράγουν Β-τύπου αμυλόκοκκους. Λίγα είναι γνωστά για την ανάπτυξη των Γ-τύπου

αμυλοπλαστών, εκτός του ότι αρχίζουν να εμφανίζονται περίπου 25 ημέρες μετά την άνθηση.

Ο ρυθμός αύξησης των κόκκων στο σιτάρι κατά τη διάρκεια της ευθύγραμμης αύξησης στον αγρό συνήθως κυμαίνεται από 1,4-2,0 mg/κόκκο/ημ. Μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης παρουσιάζουν οι κόκκοι των μεσαίων σταχυδίων, όπου ο ρυθμός μπορεί να φτάσει μέχρι τα 3,0 mg/κόκκο/ημ. Σιγμοειδή καμπύλη ακολουθεί και η συγκέντρωση της πρωτεΐνης στον κόκκο. Ο ρυθμός εναπόθεσης πρωτεΐνης στη διάρκεια της ευθύγραμμης φάσης είναι περίπου 0,15-0,20 mg/κόκκο/ημ. ανάλογα με το γενότυπο, τη λίπανση, τη θερμοκρασία κ.α. παράγοντες. Λόγω της επίδρασης όλων αυτών των παραγόντων, η συγκέντρωση πρωτεΐνης στον κόκκο μπορεί να κυμαίνεται από 4 έως 10 mg. Κάθε κλάσμα πρωτεΐνης (πχ. αλβουμίνη, γλοβουλίνη κα.) παρουσιάζει διαφορετικό ρυθμό και διάρκεια σύνθεσης. Στις μεσογειακές κλιματικές συνθήκες της χώρας μας οι δύο κύριοι παράγοντες που περιορίζουν την απόδοση του σιταριού είναι η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν μετά το στάδιο της άνθησης. Οι συνθήκες αυτές επιταχύνουν την ξήρανση των φωτοσυνθετικών οργάνων, περιορίζουν τη φωτοσύνθεση και συντομεύεται ο χρόνος γεμίσματος του κόκκου. Στο σκληρό σιτάρι βρέθηκε ότι λόγω της ξηρασίας επιμηκύνθηκε ο χρόνος μέχρι την άνθηση, αντιθέτως μειώθηκε ο χρόνος για την εμφάνιση του μέγιστου δείκτη φελλικής επιφάνειας, προκαλώντας επιτάχυνση του γηρασμού στα φυτά. Ενδεικτικά στη χώρα μας η ευθύγραμμη διάρκεια γεμίσματος του κόκκου στο σιτάρι περιορίστηκε στις 21 ημ. ενώ στις περιβαλλοντικές συνθήκες της Β. Ευρώπης διήρκησε 30 ημ. Αυτός είναι ο κυριότερος λόγος των μικρότερων κόκκων σε μεσογειακό περιβάλλον.

Οι υψηλές θερμοκρασίες εκτός από το βάρος του κόκκου επηρεάζουν και τη χημική του σύσταση. Από τα συστατικά του κόκκου τη μεγαλύτερη μείωση έχουμε στο άμυλο, συστατικό που παράγεται από τον άνθρακα των προϊόντων φωτοσύνθεσης και μικρότερη στη συγκέντρωση της πρωτεΐνης. Οι υψηλές θερμοκρασίες βελτιώνουν την ποιότητα του σκληρού σιταριού γιατί αυξάνουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

2.3. Διαμόρφωση της απόδοσης.

Οι παράγοντες της απόδοσης όπως αναφέρθηκε στη γενική ανάπτυξη των σιτηρών είναι ο αριθμός των στάχων ανά μονάδα επιφάνειας, ο αριθμός των κόκκων ανά στάχυ και το βάρος του κόκκου. Το γινόμενο του αριθμού των στάχων ανά μονάδα επιφάνειας επί τον αριθμό των κόκκων ανά στάχυ δίνει τον αριθμό των κόκκων ανά μονάδα επιφάνειας. Η συνεισφορά κάθε ενός από αυτά τα συστατικά στη διαμόρφωση της απόδοσης επηρεάζεται κατά διαφορετικό τρόπο από το γενότυπο, τις κλιματολογικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και το ύψος της απόδοσης. Σε διετή πειραματισμό στον αγρό όπου μελετήθηκαν τέσσερις ποικιλίες μαλακού και σκληρού σιταριού, βρέθηκε ότι οι κλιματολογικές συνθήκες και η λίπανση επηρέασαν μόνο τη συνεισφορά του αριθμού των στάχων και το βάρος του κόκκου στη συνολική παραλλακτικότητα της απόδοσης μεταξύ των ποικιλιών. Η παραλλακτικότητα του αριθμού των κόκκων ανά στάχυ παρέμεινε σχεδόν σταθερή.

Υψηλές αποδόσεις στο σιτάρι μπορούν να προέλθουν από πολλούς συνδυασμούς τιμών των συστατικών της απόδοσης. Είναι όμως τεκμηριωμένο ότι η απόδοση διαμορφώνεται κυρίως από τον αριθμό των παραγόμενων κόκκων ανά μονάδα επιφάνειας και λιγότερο από το βάρος του κόκκου. Όταν όμως συγκρίνονται ποικιλίες μεταξύ τους τότε και το βάρος του κόκκου παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του παραγωγικού δυναμικού. Οι νέες ποικιλίες σιταριού που δημιουργήθηκαν με τη βελτίωση τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν αυξημένη απόδοση. Ο κύριος παράγοντας που συνετέλεσε στην αύξηση των αποδόσεων είναι η αλλαγή στη φαινολογία του φυτού με την αύξηση του ποσοστού κατανομής της ολικής βιομάζας στον καρπό. Ο δείκτης συγκομιδής από 0,34 κατά μέσο όρο στις παλαιές ποικιλίες έφθασε στο 0,44 στις νέες. Σε ορισμένες δε νέες ποικιλίες φθάνει και ως 0,50. Η αύξηση του δείκτη συγκομιδής ήταν αποτέλεσμα της μείωσης του ύψους των φυτών. Θεωρείται ότι οι σημερινές τιμές του δείκτη συγκομιδής και του ύψους, έχουν φτάσει σχεδόν στο μέγιστο σημείο, γεγονός που υποδηλώνει ότι αποτελεσματικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν δεν διαφαίνεται ότι μπορεί να είναι αποτελεσματικά στη βελτίωση του σιταριού προς την κατεύθυνση αύξησης των αποδόσεων.

Σχετικά με τα συστατικά της απόδοσης στις νέες ποικιλίες η αύξηση της απόδοσης προήλθε από την αύξηση του αριθμού των κόκκων ανά μονάδα επιφάνειας, ενώ το βάρος του κόκκου δεν παρουσίασε σταθερή συνεισφορά στην αύξηση της απόδοσης σε ολόκληρο τον κόσμο. Σε σχέση με τις παλαιές, οι νέες ποικιλίες παρουσιάζουν μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης που εκφράζεται με μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης των φύλλων, μικρότερη βλαστική περίοδο, ταχύτερο ρυθμό σχηματισμού ανθιδίων, λιγότερα φύλλα και λιγότερα αδέρφια. Ενώ όμως οι παλαιότερες ποικιλίες σχηματίζουν περισσότερα αδέρφια, στις νέες ποικιλίες η επιβίωση των αδελφιών είναι μεγαλύτερη (35 % και 51 % στις παλαιές και νέες, αντίστοιχα). Οι ποικιλίες με τη μικρότερη διάρκεια από τη σπορά μέχρι την άνθηση, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια γεμίσματος του κόκκου, χαρακτηριστικό επιθυμητό σε ξηροθερμικό μεσογειακό κλίμα, όπως στη χώρα μας. Η πρωιμότητα της άνθησης πρέπει να αξιολογείται σε σχέση με τους όψιμους παγετούς της κάθε περιοχής, γιατί τα στάδια της έκπτυξης της ταξιανθίας και της άνθησης είναι πολύ ευαίσθητα στον παγετό.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό το οποίο αποτελεί αντικείμενο βελτίωσης και είναι πολύ σημαντικό για την αύξηση της απόδοσης στα ξηροθερμικά περιβάλλοντα κατά την άνοιξη είναι η ικανότητα των ποικιλιών να μετακινούν περισσότερα προϊόντα φωτοσύνθεσης από τα βλαστικά τμήματα προς τον καρπό. Αυτό το χαρακτηριστικό συνδέεται θετικά και με τη μεγαλύτερη βιομάζα στην άνθηση. Διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών παρατηρείται τόσο ως προς τα προϊόντα φωτοσύνθεσης που παράγονται μετά την άνθηση όσο και σε εκείνα που συγκεντρώθηκαν πριν την άνθηση στα βλαστικά τμήματα και μετακινούνται προς τον καρπό. Για τις Ελληνικές συνθήκες η συνεισφορά της ξηράς ουσίας των βλαστικών τμημάτων στο βάρος του καρπού κυμάνθηκε από 6-73 % στις διαφορές ποικιλίες που μελετήθηκαν. Υψηλό ποσοστό του N και P του καρπού προέρχεται από μετακίνηση από τα βλαστικά τμήματα, η οποία επηρεάζεται από το γενότυπο και τις κλιματολογικές συνθήκες. Οι Bauer κ.α. (1987) αναφέρουν ότι στους στάχεις ανοιξιάτικου σιταριού κατά τη φυσιολογική ωρίμανση το 71 % του αζώτου και το 57 % του φωσφόρου προήλθε από τη μετακίνηση από τα φύλλα και τα στελέχη. Μεγαλύτερη συμμετοχή του μετακινηθέντος P (50-100 %, ανάλογα με την ποικιλία) αναφέρεται από την Parakosta (1994). Διαφορές μεταξύ των ποικιλιών παρατηρούνται και ως προς το ποσοστό του ολικού N κατά την άνθηση που

μετακινείται. Αναφέρεται ότι στις ποικιλίες σιταριού που μελέτησαν, το ποσοστό αυτό κυμαίνονταν από 60,9 έως 80,7 %. Η απόδοση και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στους υπάρχοντες γενοτύπους σιταριού συνδέονται αρνητικά. Κάθε προσπάθεια για την αύξηση της πρωτεΐνης οδήγησε σε μείωση της απόδοσης. Το κέρδος σε δυναμικό απόδοσης που επιτεύχθηκε τις τελευταίες δεκαετίες μείωσε το γενετικό δυναμικό συγκέντρωσης αζώτου.

2.4. Οικολογικές απαιτήσεις

Λίγα φυτά μπορούν να παράγουν ικανοποιητικά σε τόσο μεγάλη ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών, όπως το σιτάρι. Το σιτάρι, C₃ φυτό, ευνοείται από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος και ανάπτυξης των φυτών είναι 3° έως 4°C, η άριστη 20° έως 25 °C και η μέγιστη 32° έως 35°C. Ιδιαίτερη σημασία έχει η θερμοκρασία που επικρατεί σε βάθος 1 έως 3 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, όπου βρίσκεται η στεφάνη του φυτού. Οι ζημιές της στεφάνης έχουν μεγαλύτερη σημασία για την επιβίωση του φυτού, παρά οι ζημιές τις οποίες υφίστανται τα υπέργεια τμήματα. Θερμοκρασίες ημέρας πάνω από 30 °C ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών, επιταχύνουν την ξήρανση του φυλλώματος και μειώνουν την αύξηση του κόκκου.

Σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του στάχου είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του ύψους των φυτών, τη δημιουργία φύλλου-σημαία με φαρδύτερο έλασμα και την αύξηση του αριθμού των ανθέων ανά στάχου. Οι θερμοκρασίες στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου καθορίζουν τον αριθμό των κόκκων που θα συγκομισθούν καθώς και το βάρος του κόκκου. Υψηλές θερμοκρασίες και αποξηραντικοί άνεμοι συντελούν στη δημιουργία συρρικνωμένων κόκκων. Η αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία και τη σκληραγώγηση των φυτών που θα έχει προηγηθεί. Γενικά αναφέρεται ότι θερμοκρασίες μικρότερες από -18 °C προκαλούν το θάνατο των φυτών των περισσότερων ποικιλιών. Σκληραγωγημένα όμως φυτά ανθεκτικών ποικιλιών μπορούν να αντέξουν θερμοκρασίες ατμόσφαιρας μέχρι -30 °C. Εάν δε είναι σκεπασμένα με χιόνι μέχρι και -40 °C, γιατί κάτω από το χιόνι η θερμοκρασία διατηρείται υψηλότερη. Οι ανοιξιότικες ποικιλίες παρουσιάζουν μικρότερη αντοχή στις

χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με τις φθινοπωρινές. Το μαλακό σιτάρι έχει μεγαλύτερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες από το σκληρό. Στο σιτάρι υπάρχει στενή συσχέτιση ανάμεσα στην πρωιμότητα και στην αντοχή στο κρύο. Όσο πρωιμότερες είναι οι ποικιλίες τόσο πιο ευαίσθητες είναι στο κρύο. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα είναι ευαίσθητες ή έχουν ενδιάμεση αντοχή στο κρύο, γιατί ενδιαφέρει η πρωιμότητα, με την οποία αποφεύγεται η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο ωρίμανσης.

Το σιτάρι παρόλο ότι δεν κατατάσσεται μεταξύ των πολύ ανθεκτικών στην ξηρασία φυτών, έχει ικανότητα προσαρμογής σε συνθήκες ανεπαρκούς υγρασίας εδάφους. Στις περιοχές όπου καλλιεργείται το σιτάρι, η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 250 έως 1750 mm, αλλά περίπου στα τρία τέταρτα της καλλιεργούμενης παγκοσμίως έκτασης, μεταξύ 375 και 875 mm. Για τη μέγιστη απόδοση χρειάζονται από 250 έως 1000 mm, αλλά σημασία εξίσου σπουδαία με την ποσότητα έχει και η κατανομή της βροχόπτωσης. Το σιτάρι έχει τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό το διάστημα μεταξύ καλαμώματος και άνθησης. Σε ένα συνεπώς ιδανικό κλίμα για το σιτάρι, την άνοιξη θα πρέπει να υπάρχουν αρκετές βροχοπτώσεις. Στην Ελλάδα όμως οι περισσότερες βροχοπτώσεις πέφτουν το φθινόπωρο και το χειμώνα, με αποτέλεσμα η απόδοση να εξαρτάται κατά μεγάλο μέρος από την πιθανότητα βροχής κατά τα τελευταία στάδια ανάπτυξης των φυτών. Επίσης και οι πολλές βροχές κατά την περίοδο της ωρίμανσης δεν είναι επιθυμητές, γιατί καθυστερούν την ωρίμανση, ευνοούν την ανάπτυξη ασθενειών και τις προσβολές από έντομα, το πλάγιασμα των φυτών, το φύτερωμα των σπόρων στο στάχυ, μειώνουν την περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη και υποβαθμίζουν την αρτοποιητική αξία του αλεύρου.

Παρόλο ότι το σιτάρι μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών, τις υψηλότερες αποδόσεις δίνει σε γόνιμα, βαθιά, καλώς στραγγιζόμενα ιλυοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη εδάφη. Τα πολύ ελαφρά ή τα αργιλώδη εδάφη δεν συνιστώνται. Μακροχρόνιες παρατηρήσεις στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης έδειξαν ότι γενικά η απόδοση ήταν μικρότερη στα αμμοπηλώδη και στα αργιλώδη εδάφη σε σύγκριση με τα αργιλοπηλώδη και τα αμμοαργιλοπηλώδη. Επιπλέον η εξάρτηση της απόδοσης από τις βροχοπτώσεις ήταν μεγαλύτερη στα αργιλοπηλώδη και τα αμμοαργιλοπηλώδη σε σχέση με τα αλλά δύο εδάφη. Ακατάλληλα επίσης είναι και τα όξινα εδάφη,

γιατί το σιτάρι είναι μέτρια ανθεκτικό στην οξύτητα. Το ελάχιστο pH που συνίσταται για την καλλιέργεια του σιταριού είναι το 5,5. Τις υψηλότερες αποδόσεις δίνει σε εδάφη με pH 7,0 έως 8,5 .

Περιβάλλον και ποιότητα. Η υψηλή περιεκτικότητα των κόκκων του σιταριού σε πρωτεΐνη αποτελεί χαρακτηριστικό ποιότητας. Οι κόκκοι του σκληρού σιταριού έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη από τους κόκκους του μαλακού. Η αναλογία πρωτεΐνη προς άμυλο στον κόκκο, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους κατά το στάδιο γεμίσματος του κόκκου. Επίσης επηρεάζεται και από το διαθέσιμο άζωτο του εδάφους, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Διαφορές στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη παρατηρούνται και μεταξύ των ποικιλιών του κάθε τύπου. Η διάρκεια γεμίσματος του κόκκου επιμηκύνεται, όταν οι θερμοκρασίες είναι σχετικά χαμηλές και υπάρχει άφθονη διαθέσιμη υγρασία στο έδαφος, με αποτέλεσμα να αποθηκεύεται στον κόκκο μεγάλη ποσότητα αμύλου. Ο κόκκος σε αυτή την περίπτωση παρουσιάζει εμφάνιση αμύλου και έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Αντίθετα, όταν υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες και περιορισμένη υγρασία στο έδαφος, ο χρόνος ωρίμανσης συντομεύεται, ο κόκκος συγκεντρώνει περισσότερη πρωτεΐνη και λιγότερο άμυλο, γίνεται σκληρός και έχει εμφάνιση υαλώδη. Σε ξηροθερμικές συνθήκες διαταράσσεται περισσότερο η αποθήκευση αμύλου από ότι η σύνθεση πρωτεΐνης. Για υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη απαραίτητη προϋπόθεση είναι και η ύπαρξη ικανοποιητικής ποσότητας αζώτου σε όλη τη διάρκεια ανάπτυξης του φυτού. Όπως προαναφέρθηκε το άζωτο του κόκκου προέρχεται, κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από τη μετακίνηση αζώτου από τα βλαστικά τμήματα προς τον κόκκο, αλλά και από την απορρόφηση N από το έδαφος, μετά την άνθηση. Το σκληρό σιτάρι δίνει καλή ποιότητα όταν αναπτύσσεται σε ξηροθερμικές συνθήκες. Βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια γεμίσματος του κόκκου υποβαθμίζουν την ποιότητα, γιατί οι κόκκοι γίνονται μαλακοί και σε τομή έχουν εμφάνιση αμυλώδη. Το καλής ποιότητας σκληρό σιτάρι πρέπει να περιέχει μικρό ποσοστό αμυλωδών κόκκων.

Η επίδραση του εδάφους στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, είναι μικρότερη από εκείνη του κλίματος. Σιτάρι υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη παράγεται σε περιοχές με γόνιμα εδάφη και περιορισμένη υγρασία

κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Σε εδάφη με μικρή περιεκτικότητα σε άζωτο οι κόκκοι γίνονται μαλακοί και αμυλώδεις ακόμη και όταν οι κλιματικές συνθήκες ευνοούν τη συγκέντρωση πρωτεΐνης. Μεγάλες αποδόσεις με σπόρους υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη συνήθως λαμβάνονται με αζωτούχο λίπανση. Μάλιστα η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ποιότητα είναι μεγαλύτερη όταν η εφαρμογή της γίνεται κοντά στην περίοδο της άνθησης. Στη χώρα μας παράγεται καλής ποιότητας σκληρό σιτάρι, όταν βέβαια καλλιεργείται στις κατάλληλες περιοχές. Η ποιότητα του μαλακού σιταριού είναι ικανοποιητική, χωρίς όμως να κατατάσσεται μεταξύ των καλύτερων που παράγονται σε άλλες χώρες. Από σχετικές έρευνες έχει βρεθεί ότι η ποιότητα του μαλακού σιταριού είναι καλύτερη στη Θράκη και τη Μακεδονία, ιδίως τη Δυτική, από ότι στην νοτιότερη Ελλάδα. Επίσης μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη παρατηρείται στο σιτάρι που παράγεται στο εσωτερικό της χώρας παρά στα παράλια.

2.5. Καλλιεργητική τεχνική.

Σχετικά με την αμειψισπορά, την προετοιμασία του εδάφους, τον έλεγχο των ζιζανίων, τη συγκομιδή και την αποθήκευση, ισχύουν τα ίδια με όλα τα υπόλοιπα χειμερινά σιτηρά. Ειδικά για το σιτάρι θα γίνει αναφορά στις ανάγκες του φυτού σε λιπαντικά στοιχεία και στη συνιστώμενη λίπανση, καθώς επίσης στην εποχή σποράς και στην πυκνότητα σποράς.

Λίπανση, επίδραση της λίπανσης στην απόδοση και την ποιότητα. Η ποσότητα της βιομάζας (βιολογική απόδοση) ανά μονάδα επιφανείας στο σιτάρι αυξάνεται γραμμικά με την εφαρμογή αυξανόμενων ποσοτήτων αζωτούχου λίπανσης μέχρι ένα ανώτερο σημείο, πέρα από το οποίο μένει σχεδόν σταθερή. Σε επίπεδο φυτού η αύξηση της βιομάζας συνδέεται με μεγαλύτερα φύλλα τα οποία παραμένουν πράσινα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, υψηλότερα στελέχη, επιβίωση περισσότερων αδελφιών, τα οποία δίνουν περισσότερα στάχια. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συνήθως δεν αυξάνεται. Η αντίδραση της απόδοσης σε σπόρο στην αζωτούχο λίπανση σε σχέση με τη βιομάζα διαφέρει σε τρία σημαντικά σημεία: 1) η κλίση της ευθύγραμμης φάσης είναι μικρότερη, 2) φθάνει το μέγιστο σε χαμηλότερη ποσότητα προστιθέμενης λίπανσης και 3) αμέσως μετά το μέγιστο μειώνεται. Η διάφορα της συμπεριφοράς μεταξύ της βιολογικής

απόδοσης και της απόδοσης σε σπόρο περιγράφεται με το δείκτη συγκομιδής, ο οποίος μειώνεται με την αζωτούχο λίπανση. Η μείωση της απόδοσης με την υψηλή αζωτούχο λίπανση οφείλεται στην εξασθένηση των βλαστικών οργάνων που κάνει τα φυτά περισσότερο επιρρεπή στο πλάγιασμα. Όταν δε η αζωτούχος λίπανση συνδέεται με μεγάλη πυκνότητα ευνοεί την ανάπτυξη ασθενειών. Μεταξύ των συστατικών της απόδοσης ο αριθμός των σπόρων ανά m^2 είναι ο άριστος δείκτης της αντίδρασης του σιταριού στη λίπανση. Το σιτάρι έχει την ικανότητα να συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη ποσότητα του απορροφηθέντος N στο σπόρο, όπως παρουσιάζεται με την ευθύγραμμη αύξηση της πρωτεΐνης σε αντίδραση στην αζωτούχο λίπανση. Η αρτοποιητική αξία βελτιώνεται με την αζωτούχο λίπανση, μέχρι ένα μέγιστο, το οποίο επιτυγχάνεται με υψηλότερη αζωτούχο λίπανση σε σχέση με το μέγιστο της απόδοσης. Στη συνέχεια η περεταίρω προσθήκη αζώτου μειώνει την ποιότητα της πρωτεΐνης ενώ αυξάνει την ποσότητα της, επειδή το επιπλέον άζωτο στο σπόρο αντιπροσωπεύεται από τις γλοιαδίνες και μη πρωτεϊνικό άζωτο, συστατικό τα οποία υποβιβάζουν την αρτοποιητική αξία. Η ποσότητα της αζωτούχου λίπανσης πρέπει να είναι ανάλογη με την αναμενόμενη απόδοση για να αποφευχθούν δυσμενείς επιπτώσεις και σπατάλη λιπάσματος.

Συνιστώμενη λίπανση. Γενικά, το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου (60-76%) και του φωσφόρου (68-71%) της ολικής υπέργειας βιομάζας απομακρύνεται με τον καρπό, ενώ όσον αφορά το K η μεγαλύτερη ποσότητα παραμένει στο άχυρο. Ενδεικτικά για κάθε 100 Kg σπόρου απομακρύνονται 1,9-2,5 Kg N, 0,30-0,50 Kg P και 0.4 Kg K. Από τα υπόλοιπα στοιχεία το μεγαλύτερο μέρος του Mg απομακρύνεται με τον καρπό, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του Ca και του S παραμένουν στο άχυρο. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης λίπανσης εκτός από την ποσότητα των στοιχείων που απομακρύνονται με τον καρπό, όπως αναφέρθηκε και στη γενική περιγραφή, λαμβάνονται υπόψη και η γονιμότητα του εδάφους, η προηγούμενη καλλιέργεια, η λίπανση της προηγούμενης καλλιέργειας, η διαχείριση των φυτικών υπολειμμάτων, οι απώλειες λόγω έκπλυσης, διάβρωσης κ.α. παράγοντες. Για τις κλιματολογικές συνθήκες και τον τρόπο καλλιέργειας του σιταριού στη χώρα μας (συνήθως μονοκαλλιέργεια) συνιστώνται 10-15 Kg N/στρ. Οι μεγαλύτερες ποσότητες πρέπει να εφαρμόζονται σε περιοχές όπου οι αποδόσεις υπερβαίνουν τα 500 Kg/στρ. Η αζωτούχος λίπανση των

υψηλόσωμων ποικιλιών πρέπει να είναι σχετικά περιορισμένη. Μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε N συντελεί στην ανάπτυξη μεγάλης βλαστικής μάζας με αυξημένο κίνδυνο πλαγιάσματα. Πειραματικά δεδομένα έχουν δείξει ότι το σιτάρι πολλές φορές δεν αντιδρά στην αζωτούχο λίπανση λόγω του υπολειμματικού αζώτου στο έδαφος. Η λίπανση με φώσφορο δεν είναι απαραίτητη σε όλα τα εδάφη και σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Ο φώσφορος δεν εκπλύνεται, αλλά δεσμεύεται στο έδαφος και αποδίδεται σταδιακά στα φυτά. Μπορεί να χορηγείται κάθε δύο ή τρία χρόνια σε μεγαλύτερη ποσότητα. Σε διαπιστωμένη έλλειψη P με αναλύσεις εδάφους, συνιστώνται μέχρι 6 Kg/στρ. Προσθήκη K και άλλων στοιχείων δεν χρειάζεται γιατί δεν έχουν αναφερθεί ελλείψεις αυτών στα Ελληνικά εδάφη που καλλιεργούνται χειμερινά σιτηρά. Η λίπανση με το μεγαλύτερο ποσοστό του N και όλο τον P γίνεται πριν από τη σπορά με διασκορπισμό σε όλη την επιφάνεια του αγρού και ενσωμάτωση και το υπόλοιπο N προστίθεται νωρίς την άνοιξη επιφανειακά. Ειδικά για το σκληρό σιτάρι μια μικρή ποσότητα N θα ήταν επιθυμητό να χορηγηθεί την περίοδο της άνθησης, για αυξημένη περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη. Δεν συνιστάται όμως, γιατί με την έλλειψη βροχών την άνοιξη, η πιθανότητα να αξιοποιηθεί είναι πολύ μικρή. Στα συστήματα μειωμένης κατεργασίας ή ακαλλιέργειας, η διαχείριση της λίπανσης πρέπει να είναι διαφορετική γιατί το λίπασμα δεν μπορεί να διασκορπισθεί ομοιόμορφα και να ενσωματωθεί. Η βασική λίπανση, συνήθως μόνον άζωτο, μπαίνει στη σπαρτική μαζί με το σπόρο, δεν πρέπει όμως η ποσότητα να ξεπερνά τα 2 Kg N/στρ. για να μην δημιουργηθούν προβλήματα τοξικότητας. Η μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου προστίθεται επιφανειακά την άνοιξη και μπορεί να εισχωρήσει σε βάθος μόνο με τις βροχοπτώσεις ή την άρδευση για να αξιοποιηθεί από τα φυτά. Δυσκολία παρουσιάζεται με την προσθήκη του φωσφόρου ο οποίος όταν τοποθετηθεί επιφανειακά δεν μετακινείται. Η κατεργασία σε λωρίδες και η προσθήκη του φωσφόρου λίγο κάτω από το σπόρο κατά τη σπορά ή άλλα συστήματα τοποθέτησης του λιπάσματος σε κάποιο βάθος πρέπει να εξετάζονται σε εδάφη πτωχά σε φωσφόρο.

Σπορά. Το σιτάρι στη χώρα μας σπέρνεται το φθινόπωρο. Σπορά σιταριού την άνοιξη δεν συνιστάται, γιατί μειώνονται πολύ οι αποδόσεις. Σε ανοιξιάτικη σπορά, το κριθάρι αντικαθιστά το σιτάρι. Για τις πιο ορεινές περιοχές κατάλληλος μηνάς σποράς θεωρείται ο Οκτώβριος, ενώ για τις υπόλοιπες ο Νοέμβριος. Η πολύ πρώιμη και η πολύ όψιμη φθινοπωρινή σπορά παρουσιάζουν μειονεκτήματα. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας σπόρου για τη σπορά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η γονιμότητα του εδάφους, η εποχή σποράς, οι θερμοκρασίες κάθε περιοχής κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η προετοιμασία του εδάφους και η ποικιλία. Οι καινούριες ποικιλίες που είναι κοντόσωμες και έτσι δεν πλαγιάζουν εύκολα, δίνουν τις υψηλότερες αποδόσεις σε μεγάλες πυκνότητες. Μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου συνιστάται σε ορεινές περιοχές, όπου πολλά φυτά καταστρέφονται από τους παγετούς του χειμώνα, σε εδάφη στα οποία δεν έγινε καλή προετοιμασία και σε περίπτωση καθυστέρησης της σποράς. Στα γόνιμα εδάφη συνιστάται πυκνή σπορά κοντόσωμων ποικιλιών που δεν πλαγιάζουν, για υψηλές αποδόσεις. Επίσης μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου συνιστάται στις περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις ή άρδευση. Συμπερασματικά η αγρονομική συμπεριφορά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του χειμερινού σιταριού επηρεάζονται κυρίως από τις κλιματολογικές συνθήκες και λιγότερο από τη χρησιμοποιούμενη ποσότητα σπόρου. Στη διεθνή βιβλιογραφία συνιστώνται ποσότητες σπόρου από 6 έως 15 Kg/ στρ. Στο Βέλγιο αναφέρεται ότι για καλές αποδόσεις στο τέλος του χειμώνα η πυκνότητα θα πρέπει να είναι περίπου 200 φυτά/m². Η πυκνότητα αυτή επιτυγχάνεται με σπορά 10 Kg σπόρου/στρ. που αντιστοιχεί σε 220 σπόρους/m². Στις ΗΠΑ και στον Καναδά οι συνιστώμενες πυκνότητες σποράς κυμαίνονται από 67 έως 400 σπόροι/m². Πειραματικά δεδομένα από την περιοχή των Σερρών με διάφορες ποικιλίες σκληρού σιταριού έδειξαν ότι η απόδοση σε όλες τις ποικιλίες δεν διαφοροποιήθηκε με αύξηση της πυκνότητας από τα 300 στα 600 φυτά/m². Παρατηρήθηκε αντιστάθμιση μεταξύ των συστατικών της απόδοσης στις διάφορες πυκνότητες. Αυξανόμενου του πληθυσμού των φυτών μειώθηκε σταδιακά ο αριθμός των σταχιών/φυτό και ο αριθμός των κόκκων/στάχυ. Μικρότερη μείωση παρατηρήθηκε στο βάρος του κόκκου.

Για έναν αριθμό παραγωγικών στάσεων, κατά μέσο όρο, 400-500/ m² απαιτήθηκαν 10-11 Kg σπόρου/στρ. για τις ποικιλίες με βάρος 1000 κόκκων <40 gr και 15-16 Kg/στρ. για τις ποικιλίες με βάρος 1000 κόκκων >40 gr. Μετά από ευρύ πειραματισμό στη χώρα μας από το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης, συνιστώνται 14 έως 18 kg σπόρου/στρ. σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και μέχρι 20 kg σπόρου /στρ. σε ορεινές περιοχές και για ποικιλίες που δεν αδελφώνουν πολύ. Πρέπει δε να λαμβάνεται υπόψη ότι τα νεαρά φυτά του σκληρού σιταριού είναι πιο ευαίσθητα στις χαμηλές θερμοκρασίες από αυτά του μαλακού και έτσι παρατηρούνται μεγαλύτερες απώλειες φυτών λόγω παγετού στο σκληρό σιτάρι. Οι παραγωγοί τις περισσότερες φορές αδικαιολόγητα χρησιμοποιούν αρκετά μεγαλύτερες ποσότητες σπόρου. Από πολλές μετρήσεις που έχουν γίνει στη χώρα μας με τη συνηθισμένη ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί, 20 έως 25 Kg/στρ., αντιστοιχούν 700 σπόροι/ m² και από αυτούς φυτρώνουν 500 σπόροι/ m². Τελικά όμως η μέση απόδοση διαμορφώνεται από 250-300 φυτά/ m² , με κατά μέσο όρο 1,3 στάξεις/φυτό.

2.6. Προϊόντα

Το σιτάρι έχει πάρα πολλές χρήσεις. Υπερτερεί των άλλων σιτηρών λόγω των μοναδικών φυσικών και χημικών ιδιοτήτων της πρωτεΐνης που περιέχει. Ο καρπός αποτελεί την κυριότερη τροφή του μισού πληθυσμού της γης. Το μεγαλύτερο μέρος του παγκοσμίως παραγόμενου καρπού από το μαλακό σιτάρι χρησιμοποιείται, μετά από αλευροποίηση, για την παρασκευή ψωμιού. Το σιτάρι και η βρίζα είναι τα μόνα σιτηρά από τα οποία παράγεται ψωμί. Ας σημειωθεί όμως ότι το ψωμί που παράγεται από το σιτάρι είναι πολύ καλύτερης ποιότητας και ότι το αλεύρι της βρίζας χρησιμοποιείται συνήθως σε ανάμιξη με το αλεύρι του σιταριού για παραγωγή ψωμιού. Από το σκληρό σιτάρι λαμβάνεται το σιμιγδάλι που αποτελεί την πρώτη ύλη για την παραγωγή των ζυμαρικών. Επιπλέον από το αλεύρι και το σιμιγδάλι παρασκευάζονται και διάφορα αρτοσκευάσματα και προϊόντα ζαχαροπλαστική. Μια μικρή ποσότητα καρπού χρησιμοποιείται με άλλες μορφές, χωρίς προηγουμένως να μετατραπεί σε αλεύρι (πχ. χονδροαλεσμένος για παρασκευή σούπας, φύτρα σιταριού κα.)

Μόνον κατώτερης ποιότητας σπόρος σιταριού χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, λόγω της μεγαλύτερης συγκριτικά τιμής του σιταριού σε σχέση με τα άλλα σιτηρά. Εκτός από τα πουλερικά όπου ο σπόρος χορηγείται ολόκληρος, στα υπόλοιπα ζώα πρέπει προηγουμένως να αλεσθεί. Στη διατροφή των ζώων χρησιμοποιούνται επίσης τα υποπροϊόντα της αλευροβιομηχανίας (πίτυρα, έμβρυα και άλλα) και το άχυρο που παραμένει στον αγρό μετά τον αλωνισμό.

Καλλιέργεια σιταριού αποκλειστικά για παραγωγή βιομάζας που θα χρησιμοποιηθεί για βόσκηση, σανό ή ενσίρωση δεν γίνεται στη χώρα μας. Η χρήση αυτή είναι πολύ περιορισμένη και στις άλλες χώρες. Πληροφορίες για την καλλιέργεια του σιταριού αποκλειστικά για παραγωγή βιομάζας δίνονται από τους Gooding και Davies (1997). Υπό ορισμένες όμως προϋποθέσεις μπορεί να γίνει βόσκηση καρποδοτικής καλλιέργειας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης χωρίς σημαντική επίπτωση στην απόδοση σε καρπό. Η βόσκηση δεν εξασφαλίζει μόνον χλωρά τροφή για τα ζώα, άλλα μπορεί να αποβεί ωφέλιμη και για την απόδοση σε καρπό. Με τη βόσκηση μειώνεται το πλάγισμα λόγω μείωσης του μήκους των κατώτερων μεσογονατίων, ελέγχεται η υπερβολική ανάπτυξη την άνοιξη, απομακρύνονται οι ιστοί που πιθανόν έχουν παγώσει, αντιμετωπίζονται διάφορα ζιζάνια. Το σιτάρι αποτελεί πηγή παραγωγής αμύλου και γλουτένης για τη βιομηχανία. Το άμυλο βρίσκει πολλές χρήσεις στις βιομηχανίες τροφίμων, πλαστικών, χαρτιού, στη χημική βιομηχανία στην υφαντουργία κα. Από το άμυλο παράγεται αιθανόλη για την ποτοποιία και άλλες βιομηχανικές χρήσεις. Τα τελευταία χρόνια γίνεται έρευνα για τη χρησιμοποίηση της αιθανόλης ως βιοκαύσιμο, το κόστος όμως παραγωγής προσωρινά είναι υψηλό. Η γλουτένη που αποτελεί παραπροϊόν κατά την εξαγωγή του αμύλου από το σπόρο, χρησιμοποιείται στην αρτοποιία και τις βιομηχανίες τροφίμων. Τέλος το άχυρο εκτός από τη διατροφή των ζώων όπως αναφέρθηκε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στρωμνή, για παραγωγή πολτού από όπου παρασκευάζεται κόντρα πλακέ και χαρτί, για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

2.7. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού

Σύσταση των κόκκων. Σε έναν καλά αναπτυγμένο κόκκο σιταριού, κατά μέσο όρο, το έμβρυο αποτελεί το 3 % του βάρους, το περικάρπιο το 9 %, το στρώμα της αλευρόνης το 8 % και το αμυλώδες ενδοσπέρμιο το 80 %. Στην κύμανση των τιμών στο αλεύρι εκτός από τους παράγοντες που οφείλονται στους κόκκους από τους οποίους παράγεται συμβάλλει και ο τρόπος που γίνεται η αλευροποίηση και τα προϊόντα του αλεύρου που χρησιμοποιούνται. Οι διάφορες κλάσεις (τύποι) σιταριού έχουν διαφορετική σύσταση κόκκου κυρίως όσον αφορά την περιεκτικότητά σε πρωτεΐνη και το είδος του άμυλου. Στους τόπους με μαλακούς κόκκους, η πρωτεΐνη κυμαίνεται από 8,5 έως 9,5 %, σε εκείνους με σκληρούς κόκκους, από 12,5 έως 13,5% και στο σκληρό σιτάρι από 14,0 έως 15,0%. Τα σιτάριά με σκληρούς κόκκους αναφέρονται και ως «δυνατά» και εκείνα με μαλακούς ως «αδύνατα».

Πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες του σιταριού με βάση τη διαλυτότητα τους κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες: 1) αλβουμίνες, οι οποίες είναι διαλυτές στο νερό, 2) γλοβουλίνες, οι οποίες είναι αδιάλυτες στο νερό αλλά διαλυτές σε αραιά αλατούχα διαλύματα, 3) γλοιαδίνες, οι οποίες είναι αδιάλυτες τόσο στο νερό όσο και στα αλατούχα διαλύματα, αλλά διαλυτές σε αλκοολούχο διάλυμα 70 % και 4) γλουτενίνες, οι οποίες είναι αδιάλυτες σε όλα τα προηγούμενα διαλύματα, αλλά διαλυτές σε αραιά οξέα ή αλκάλια. Με τη χρησιμοποίηση πρόσφατων μεθόδων της χημείας των πρωτεϊνών, έγινε διαχωρισμός των προηγούμενων βασικών κατηγοριών σε υποκατηγορίες που βοήθησε στην καλύτερη κατανόηση του ρόλου τους στην ποιότητα των παραγομένων προϊόντων. Οι πρωτεΐνες του σιταριού έχουν χαμηλή περιεκτικότητα στα απαραίτητα αμινοξέα λυσίνη, τρυπτοφάνη και μεθειονίνη. Οι μεταβολικές πρωτεΐνες (αλβουμίνες και γλοβουλίνες) παρόλο ότι είναι σε αφθονία, συνεισφέρουν ελάχιστα στη δύναμη της ζύμης και την ποιότητα για την παρασκευή ψωμιού. Αυτές οι πρωτεΐνες όμως είναι ουσιώδεις για την αύξηση και ανάπτυξη του νεαρού φυτώριου κατά τη βλάστηση. Οι αποθηκευτικές πρωτεΐνες (γλοιαδίνες και γλουτενίνες) καθορίζουν τις φυσικές ιδιότητες της ζύμης. Όταν το αλεύρι αναμιγνύεται με το νερό οι αποθηκευτικές πρωτεΐνες συνδέονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζεται μια συμπαγής μάζα που καλείται γλουτένη. Η γλουτένη έχει μοναδικές μηχανικές ιδιότητες όπως είναι

η ελαστικότητα, η πλαστικότητα και η αντοχή στην έκταση. Αυτές οι ιδιότητες δίνουν την ικανότητα στη γλουτένη να εκτείνεται και να σχηματίζει κυψελωτό πλέγμα κατά τη διάρκεια της αρτοποιήσης. Μέσα στο πλέγμα συγκρατείται το CO₂ το οποίο παράγεται από την αλκοολική ζύμωση των ζαχάρων με τη βοήθεια της ζύμης που προστίθεται κατά την παρασκευή του ψωμιού. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζεται ο σκελετός του ψωμιού. Η αλκοόλη εξατμίζεται και τα κύτταρα της ζύμης πεθαίνουν κατά το ψήσιμο του ψωμιού.

Οι υψηλού μοριακού βάρους αποθηκευτικές πρωτεΐνες είναι λιγότερο διαλυτές και συνεισφέρουν περισσότερο στη δύναμη της ζύμης από ότι οι μικρότερου μοριακού βάρους και περισσότερο διαλυτές πρωτεΐνες, οι οποίες κυρίως καθορίζουν την εκτατότητα της ζύμης. Η υφή (το πορώδες του ψωμιού) εξαρτάται επίσης και από το λόγο γλοιαδίνης προς γλουτενίνη. Επομένως εύκολα συνάγεται το συμπέρασμα της σπουδαιότητας όχι μόνον του ποσοστού γλουτένης αλλά και της ποιότητας της. Στο σκληρό σιτάρι η γλουτένη είναι ασθενέστερη σε σχέση με το μαλακό. Εντούτοις όμως σε ορισμένες χώρες το σκληρό σιτάρι χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ψωμιού, το οποίο όμως έχει μικρότερο όγκο σε σχέση με το κανονικό ψωμί. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και η ασθενέστερη γλουτένη του σκληρού σιταριού είναι τα στοιχεία που το κάνουν κατάλληλο για την παραγωγή των ζυμαρικών.

Υδατάνθρακες. Σχεδόν το σύνολο των υδατανθράκων βρίσκεται σε μορφή αμύλου. Ένα μικρό ποσοστό (μικρότερο από 3 %) απαντάται ως ζαχαρόζη, φρουκτόζη και αλλά ζάχαρα. Ένα επίσης μικρό ποσοστό αποτελούν οι ακατέργαστες ίνες. Παρόλο ότι τα ζάχαρα είναι παρόντα σε μικρή ποσότητα, είναι απαραίτητα για την παρασκευή του ψωμιού γιατί αποτελούν υπόστρωμα για τις ζύμες. Το άμυλο αποτελείται από αμυλώδη κατά 25 % και αμυλοπηκτίνη κατά 75%. Το άμυλο παίζει σπουδαίο ρόλο στον καθορισμό της ποιότητας του ψωμιού και την ικανότητα να απορροφά το νερό, να ζελατινοποιείται κ.α. Το ενζυμικό δυναμικό σε α- και β-αμυλάσες έχει μεγάλη σημασία κατά την αρτοποιήση, γιατί διασπούν το άμυλο. Οι ακατέργαστες ίνες περιλαμβάνουν το μέρος εκείνο των υδατανθράκων που αποτελούν συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων και είναι κυρίως οι κυτταρίνες και ημικυτταρίνες.

Λιπαρές ουσίες. Η περιεκτικότητα του κόκκου του σιταριού σε λιπαρές ουσίες είναι μικρή 1,5-2,0%. Η σημασία τους όμως είναι μεγάλη κατά την

παρασκευή του ψωμιού. Τα λιπίδια εμπλέκονται στη σύνδεση της γλοιαδίνης και της γλουτενίνης κατά το σχηματισμό γλουτένης και στη σύνδεση της γλουτένης με το άμυλο, ώστε η ζύμη να αποτελεί ένα σύνολο.

Ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες. Ο κόκκος του σιταριού είναι πλούσιος σε κάλιο, φωσφόρο, θείο, μαγνήσιο και ασβέστιο. Σε μικρότερα ποσοστά ανιχνεύονται Cl, Fe και Na. Επίσης στον κόκκο περιέχονται σημαντικές ποσότητες βιταμινών. Ο κόκκος του σιταριού είναι εξαιρετική πηγή της λιποδιαλυτής βιταμίνης E και υδροδιαλυτών πρωτεϊνών της ομάδας B κυρίως θειαμίνη ριβοφλαβίνη και νιασίνη. Οι βιταμίνες αυτές βρίσκονται κυρίως στο έμβρυο και συνεπώς απομακρύνονται στους κυλινδρόμυλους για την παραλαβή του λευκού αλεύρου.

Ορισμός της ποιότητας. Ο ορισμός της ποιότητας του σιταριού διαφέρει από τον έναν τύπο στον άλλο. Ο απλούστερος ορισμός είναι εκείνος που αναφέρεται στην καταλληλότητα για το σκοπό που προορίζεται: σιτάρι που είναι επιθυμητό για μια συγκεκριμένη χρήση είναι καλής ποιότητας, σιτάρι μη επιθυμητό, είναι κατώτερης ποιότητας. Η ποιότητα του σκληρού σιταριού καθορίζεται σύμφωνα με την καταλληλότητα για παραγωγή σιμιγδαλιού και μακαρονιού ενώ του μαλακού σύμφωνα με τις ιδιότητες που το κάνουν κατάλληλο για αλευροποίηση και παραγωγή ψωμιού και άλλων προϊόντων. Για τον καθορισμό της ποιότητας λαμβάνονται υπόψη διάφορα κριτήρια όπως η συμπεριφορά στο άλεσμα η ρεολογία της ζύμης, η ποιότητα αρτοποιίας, η θρεπτική αξία για τον άνθρωπο και τα ζώα, η ικανότητα αποθήκευσης και άλλα. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κόκκων έχουν σχέση με την αλευροποιία και την αρτοποιία.

Αλευροποιία. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπ' όψη είναι η σκληρότητα του κόκκου, η υγρασία, το εκατολιτρικό βάρος, η απόδοση σε αλεύρι, η περιεκτικότητα σε τέφρα (ανόργανα στοιχεία), οι ξένες ύλες και η αναλογία βάρος σπόρου προς πρωτεΐνη αλεύρου. Επιθυμητοί είναι κόκκοι μέτριας σκληρότητας. Οι πολύ σκληροί κόκκοι χρειάζονται μεγαλύτερη δύναμη για να αλεσθούν και συνήθως το αλεύρι έχει μεγαλύτερο ποσοστό τέφρας που είναι ανεπιθύμητο χαρακτηριστικά. Κακής ποιότητας θεωρούνται και οι πολύ μαλακοί κόκκοι, οι οποίοι δίνουν μικρότερη απόδοση σε αλεύρι επειδή ο αποχωρισμός του ενδοσπερμίου από τα πίτυρα δεν είναι εύκολος. Επίσης το

αλεύρι που προκύπτει από τους μαλακούς κόκκους έχει την τάση να σχηματίζει συσσωματώματα το κοσκίνισμα να είναι ατελές και να γίνεται με βραδύ ρυθμό. Επιθυμητό είναι το μεγάλο εκατολιτρικό βάρος. Η απόδοση σε αλεύρι αυξάνει και η περιεκτικότερα του αλεύρου σε τεφρά μειώνεται με την αύξηση του εκατολιτρικό βάρους.

Αρτοποιία. Το ποσοστό των σπόρων που έχουν βλαστήσει μειώνει την αρτοποιητική αξία λόγω διάσπασης των πρωτεϊνών. Η ποσότητα των πρωτεϊνών και η ποιότητα τους καθορίζουν τις ιδιότητες της ζύμης, από την οποία παρασκευάζεται το ψωμί. Οι σπουδαιότερες ιδιότητες είναι ο απαιτούμενος χρόνος για το σχηματισμό της ζύμης, η ικανότητα απορρόφησης νερού και η δυνατότητα διόγκωσης. Επίσης σπουδαίοι δείκτες είναι η τιμή καθίζησης (δείκτης Zeleny) και ο αριθμός πτώσης που σχετίζεται έμμεσα με το ενζυμικό δυναμικό. Οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών γίνονται με ειδικά όργανα, όπως είναι ο φαρινογράφος και ο εξτανσιογράφος. Για τα ελληνικά σιτηρά ενδιαφέρον παρουσιάζει το ποσοστό προσβολής από έντομα της οικογένειας Pentadomidae, γιατί με την προσβολή εκχύνονται στον κόκκο πρωτεολυτικά ένζυμα τα οποία διασπούν τις πρωτεΐνες και εξασθενεί η γλουτένη (μη σωστή διόγκωση του ψωμιού).

Ποιότητα σκληρού σιταριού. Το επιθυμητό τελικό προϊόν από το σκληρό σιτάρι δεν είναι το αλεύρι αλλά το σιμιγδάλι, το οποίο είναι προϊόν άλεσης των κόκκων, ορισμένης διαμέτρου. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αναφέρονται στην παραλαβή του σιμιγδαλιού και στην παρασκευή των μακαρονιών. Για μεγαλύτερη απόδοση σε σιμιγδάλι οι κόκκοι πρέπει να είναι σκληροί (υαλώδη δομή), με μεγάλο εκατολιτρικό βάρος και βάρος 1000 κόκκων. Επίσης δεν θα πρέπει να φέρουν μαύρα στίγματα από προσβολές μυκήτων. Τα μαύρα στίγματα δεν μπορούν να απομακρυνθούν από το σιμιγδάλι και μεταφέρονται στα ζυμαρικά. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 13% σε ολόκληρο τον κόκκο. Συνήθως ή περιεκτικότητα του σιμιγδαλιού σε πρωτεΐνη είναι κατά μία ποσοστιαία μονάδα μικρότερη σε σχέση με εκείνη του ολόκληρου κόκκου. Για την παρασκευή των ζυμαρικών τα κυριότερα επιθυμητά χαρακτηριστικά είναι το κίτρινο χρώμα του σιμιγδαλιού και η ποσότητα και ποιότητα των πρωτεϊνών, οι οποίες συνδέονται με την αντοχή, τη σκληρότητα και τη σταθερότητα των ζυμαρικών κατά το βρασμό.

2.8. Εχθροί και ασθένειες

Η φυτοπροστασία στα σιτηρά στηρίζεται κυρίως σε προληπτικά μέτρα, όπως χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, εφαρμογή αμειψισποράς και καλλιεργητικές εργασίες που αποσκοπούν στον περιορισμό των εχθρών και ασθενειών. Αντίθετα η χημική καταπολέμηση με την εφαρμογή ψεκασμών σπάνια συμφέρει οικονομικά. Η επένδυση των σπόρων πριν από τη σπορά με φυτοπροστατευτικά προϊόντα περιορίζει τις προσβολές.

Εχθροί. Τα σιτηρά προσβάλλονται από μεγάλο αριθμό ειδών εντόμων, όχι όμως σε τακτική βάση. Μπορούν να εμφανιστούν περιοδικά προβλήματα σε ορισμένες περιοχές της χώρας. Για την αντιμετώπιση αυτών των καταστάσεων συνίσταται να ενταχθούν σε προγράμματα παρακολούθησης της πληθυσμιακής τους διακύμανσης και πρόληψη των εξάρσεων με καλλιεργητικές και αντιπροστατευτικές τεχνικές. Οι σημαντικότεροι εχθροί είναι:

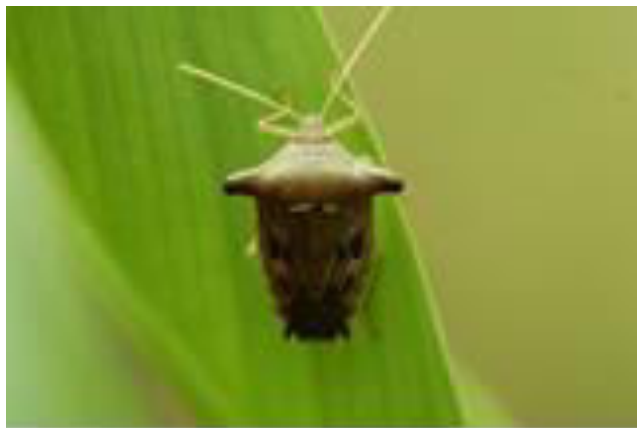
Ζαβρος των σιτηρών (*Zabrus tenebrioides* Goeze). Είναι ένα κολεόπτερο είδος που προσβάλλει καλλιεργούμενα και αυτοφυή αγρωστώδη, ενώ η βρώμη προσβάλλεται σπάνια. Έχει μία γενιά το έτος. Οι προνύμφες που διαχειμάζουν στο έδαφος είναι δραστήριες όλο το χειμώνα (έκτος από τις πολύ ψυχρές περιόδους). Αρχίζουν να προσβάλλουν τα σιτηρά από τα μέσα Σεπτεμβρίου. Κατασκευάζουν μία κάθετη προς την επιφάνεια του εδάφους, στοά από όπου εξέρχονται και τρώγουν τα φύλλα της βάσης του φυτού. Πολλές φορές μάλιστα τραβούν με χαρακτηριστικό τρόπο τα φύλλα μέσα στη στοά όπου τα κατατρώγουν, αφήνοντας μόνο τις νευρώσεις. Τελικά η εικόνα που παρουσιάζεται είναι μία τούφα από κιτρινωμένες φυτικές ίνες. Οι ζημιές τις περισσότερες φορές εμφανίζονται κατά κηλίδες. Τα τέλεια έντομα εμφανίζονται τέλος άνοιξης - αρχές καλοκαιριού και προσβάλλουν κατά τη διάρκεια της νύχτας τα άνθη και τους νεαρούς κόκκους των σιτηρών. Την ημέρα παραμένουν μέσα στο χώμα η κάτω από τα φυτά. Αργότερα γίνονται ημερόβια και μεταναστεύουν πετώντας σε μακρινές αποστάσεις προσβάλλοντας άλλους αγρούς. Τέλος Αυγούστου - τέλος Σεπτεμβρίου τοποθετούν τα αυγά τους στο έδαφος, από το οποίο προέρχονται οι προνύμφες της επόμενης γενιάς. Η αντιμετώπιση του ζαβρού πρέπει να γίνεται

πρωτίστως με καλλιεργητικοί μέτρα και δευτερευόντως με τη χρήση εντομοκτόνων. Η αμειψισποράς η διαχείριση της καλαμιάς μετά τη συγκομιδή με κάψιμο η ενσωμάτωση η καταστροφή των αγρωστωδών ζιζανίων, η αποφυγή της καλλιέργειας σε βαριά και αργιλώδη εδάφη μπορούν να βοηθήσουν αποτελεσματικά στη μείωση του πληθυσμού του ζάβρου. Η αντιμετώπιση του με τα διατιθέμενα εντομοκτόνα δεν είναι πάντοτε δυνατή. Συνίσταται εφαρμογή εντομοκτόνων το φθινόπωρο η το χειμώνα, κατά προτίμηση τη νύχτα που βγαίνει το έντομο από το καταφύγιο του. Για λόγους οικονομίας συνιστάται ψεκάσμος μόνο στις κηλίδες προσβολής και στη γύρω από αυτές περιοχή.



Βρωμούσες (διάφορα γένη της οικογένειας *Pentatomidae*, με γνωστά είδη στη χώρα μας τα *Aelia rostrata* Boheman, *Eurygaster ssp.* και *Nezara viridula* L.). Τα τέλεια έντομα (ημίπτερα) διαχειμάζουν σε ορεινές τοποθεσίες. Την άνοιξη τα θηλυκά εμφανίζονται στους αγρούς του σιταριού και σπανιότερα των άλλων σιτηρών και τοποθετούν τα αυγά τους στην άνω επιφάνεια των φύλλων. Οι νεαρές προνύμφες αρχικά απομυζούν τα νεαρά στελέχη και φύλλα και αργότερα η δραστηριότητα τους επικεντρώνεται στους σπόρους. Οι ζημιές στα νεαρά φύλλα εκδηλώνονται με την ύπαρξη νυγμάτων. Οι νεαροί στάχεις που προσβάλλονται φέρουν στο άνω άκρο τους λευκά άγανα σε μορφή τούφας, ενώ παρατηρείται και σταμάτημα της ανάπτυξης τους. Οι νεαροί κόκκοι λόγω της μύζησης τους από τις προνύμφες χάνουν το περιεχόμενό τους και γίνονται λισβοί. Εάν η προσβολή γίνει όταν οι κόκκοι πλησιάζουν στην ωρίμανση, γύρω από το νύγμα εμφανίζεται χαρακτηριστική

κηλίδα αποχρωματισμού. Κατά τη μύζηση εκχέονται πρωτεολυτικά ένζυμα, τα οποία διασπούν τις πρωτεΐνες και έτσι υποβαθμίζεται η αρτοποιητική αξία του αλεύρου του σιταριού. Η χημική αντιμετώπιση παρουσιάζει υψηλό κόστος και εάν χρειαστεί να γίνει, θα πρέπει ο πληθυσμός των εντόμων να είναι μεγαλύτερος από 10/m².



Κριόκερος των σιτηρών (*Lema melanopus* L.). Τα ενήλικα άτομα (μικρά κολεόπτερα) διαχειμάζουν σε προφυλαγμένες θέσεις (καλαμιά, ξερά φύλλα) και ωτοκοούν στην πάνω επιφάνεια των φύλλων. Τόσο τα τέλεια όσο και οι προνύμφες τρώγουν κατά λωρίδες την πάνω επιδερμίδα και το παρέγχυμα του μεσοφύλλου μεταξύ των νευρώσεων, αφήνοντας την κάτω επιδερμίδα τού φύλλου ανέπαφη. Οι προνύμφες αφού συμπληρώσουν την ανάπτυξη τούς πέφτουν στο έδαφος όπου νυμφώνονται. Μετά την ωρίμανση των σιτηρών τα τέλεια έντομα μεταφέρονται σε πράσινα αυτοφυή αγρωστώδη και το φθινόπωρο αποσύρονται για διαχείμαση, όπως προαναφέρθηκε. Η αντιμετώπισή του γίνεται με προληπτικά μέτρα όπως αμειψισπορά, βαθιές αρόσεις, αποφυγή υπερβολικής αζωτούχου λίπανσης. Σε περιπτώσεις αυξημένων πληθυσμών συνιστώνται οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα.



Αφίδες. Οι αφίδες (μικρά ημίπτερα) προσβάλλουν όλα τα υπέργεια τμήματα των σιτηρών και απομυζούν τους χυμούς, με αποτέλεσμα να αναστέλλεται η ανάπτυξη των φυτών, τα φύλλα τους να γίνονται κίτρινα και οι νεαροί κόκκοι να παραμένουν ατροφικοί. Επίσης θεωρούνται φορείς ορισμένων ιώσεων όπως πχ. της ίωσης του κίτρινου νανισμού της κριθής. Έχουν πολλές γενεές το έτος. Οι αφίδες έχουν πολλούς φυσικούς εχθρούς που περιορίζουν σημαντικά τον πληθυσμό τους. Ψεκασμός με εντομοκτόνα συνιστάται μόνο σε περίπτωση έντονης προσβολής.



Ασθένειες Μυκητολογικές. Τα σιτηρά προσβάλλονται από μεγάλο αριθμό ειδών μυκήτων. Μπορούν να εμφανιστούν κατά καιρούς προβλήματα σε ορισμένες περιοχές της χώρας. Για την αντιμετώπιση αυτών των καταστάσεων συνιστάται η αμειψισπορά, η εναλλαγή καλλιεργειών, η καλλιέργεια μη συγγενικών ειδών και η ορθή άρδευση. Οι σημαντικότερες ασθένειες είναι:

Σκωριάσεις (*Puccinia* spp.). Οι σκωριάσεις των σιτηρών είναι ασθένειες που οφείλονται σε Βασιδιομύκητες. Χαρακτηρίζονται ως υποχρεωτικά παράσιτα εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις. Έχουν πολύπλοκο βιολογικό κύκλο) με κύρια σημεία την ετεροοικία τα πολλά στάδια σπορίων και τη μεγάλη εξειδίκευση τους στους ξενιστές. Οι σκωριάσεις προσβάλλουν τα στελέχη, τα φύλλα και σχεδόν όλα τα υπέργεια όργανα των σιτηρών μέχρι και τους κόκκους. Σχηματίζουν επάνω στα όργανα αυτά χαρακτηριστικούς «σωρούς» (φλύκταινες) ουρεδοσωρών και τελειοσωρών, σε μορφή κηλίδων ή

γραμμώσεων, με χρώμα συνήθως κόκκινο-καστανό και αποχρώσεις σκουριάς, απ' όπου οι ασθένειες πήραν και το όνομα τους. Οι διαστάσεις και το χρώμα των σπορών καθορίζουν τον εξειδικευμένο τύπο προσβολής, που μπορεί όμως να διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, τη φυλή του μύκητα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Στον ίδιο ξενιστή μπορούν να παρουσιασθούν περισσότερα είδη σκωριάσεων. Οι κυριότερες σκωριάσεις είναι:

Μαύρη σκωρίαση ή σκωρίαση του στελέχους του σιταριού (*Puccinia graminis* Pers.). Προσβάλλει όλα τα χειμερινά σιτηρά. Τα σπόρια σχηματίζονται κυρίως στα στελέχη, στους κολεούς, στο έλασμα των φύλλων και δευτερευόντως στα όργανα του στάχου. Οι φλύκταινες είναι επιμήκεις και έχουν χρώμα καστανό.

Καστανή σκωρίαση του σιταριού ή σκωρίαση των φύλλων (*Puccinia recondita* Rob.). Προσβάλλει κυρίως το σιτάρι και ορισμένες ποικιλίες κριθαριού. Οι ουρεδοσποροί εμφανίζονται στην πάνω επιφάνεια των φύλλων διάσπαρτοι και έχουν χρώμα αρχικά πορτοκαλί και αργότερα καστανό σκουριάς, ενώ οι τελειοσποροί εμφανίζονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή των κολεών.

Κίτρινη σκωρίαση ή γραμμωτή σκωρίαση (*Puccinia striiformis* West). Προσβάλλει το σιτάρι και το κριθάρι. Οι ουρεδοσποροί είναι κίτρινοι και εμφανίζονται σε μακριές γραμμές κυρίως στα φύλλα και τους στάχεις και δευτερευόντως στα άλλα όργανα. Η σοβαρότητα των σκωριάσεων σήμερα είναι περιορισμένη λόγω της χρησιμοποίησης ανθεκτικών ποικιλιών. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν χαμηλού κόστους προστατευτικά η εξοντωτικά μυκητοκτόνα, αφού όμως πρώτα η εφαρμογή θεωρηθεί οικονομικά συμφέρουσα.



Δαυλίτες (*Tilletia* spp.) και Άνθρακες (*Ustilago* spp.). Οι ασθένειες αυτές προκαλούνται από πολλά είδη μυκήτων τα περισσότερα εκ των οποίων είναι απολύτως εξειδικευμένα και έχουν πολλές φυλές με διαφορετική παθογόνο δύναμη. Ανάλογα με την εμφάνιση των συμπτωμάτων διακρίνονται σε «γυμνούς άνθρακες», «καλυμμένους άνθρακες», Στους γυμνούς άνθρακες συνήθως προσβάλλονται όλοι οι ιστοί του στάχυ εκτός από τη ράχη. Αυτοί αποικίζονται ενδοκυτταρικά και μεταβάλλονται σε σωρούς τελειοσπορίων που διασπείρονται με τη βροχή και τον αέρα. Κόκκοι που προέρχονται από προσβεβλημένη καλλιέργεια έχουν το μύκητα τόσο στην επιφάνεια όσο και στο έμβρυο. Στους καλυμμένους άνθρακες το κύριο χαρακτηριστικό είναι η αρκετά ανθεκτική μεμβράνη που εγκλείει τους σωρούς των τελειοσπορίων μέχρι την ωρίμανση των φυτών. Οι προσβεβλημένοι στάχεις διακρίνονται κατά την ωρίμανση. Ο μύκητας υπάρχει μόνο στην επιφάνεια των κόκκων. Οι γραμμωτοί άνθρακες είναι εμφανείς στα φύλλα την άνοιξη ή το καλοκαίρι, σε πολύ όψιμες καλλιέργειες. Πριν από το ξεστάχιασμα, εμφανίζονται στους κολεούς στο έλασμα των φύλλων και λίγο αργότερα στα στελέχη και τους στάχεις, επιμήκεις, γκριζόμαυρες ραβδώσεις η γραμμές παράλληλες με τα νεύρα του φύλλου που αποτελούνται από υποδερμικούς τελειοσωρούς. Με την πάροδο του χρόνου οι σωροί αυξάνουν σε μέγεθος, σχίζουν την επιδερμίδα και απελευθερώνουν τις γκριζόμαυρες μάζες των σπορίων. Τα ασθενή φυτά συνήθως παρουσιάζουν νανισμό και το αδέλωμα είναι άφθονο. Τα προσβεβλημένα φυτά από δαυλίτη παρουσιάζουν μέτρια ανάπτυξη και δύσκολα διακρίνονται στον αγρό μέχρι την έκπτυξη του στάχυ. Οι στάχεις των προσβεβλημένων φυτών είναι λεπτότεροι, τα λέπυρα σε μερικά η όλα τα σταχύδια είναι ανοιγμένα και τα άγανα σχηματίζουν αμβλεία γωνία. Το εσωτερικό των κόκκων αντικαθίσταται από τα μαύρα σπόρια του μύκητα και μόνο το περικάρπιο μένει άθικτο. Το περικάρπιο θρυμματίζεται κατά το θεριζοαλωνισμό ελευθερώνοντας μαύρα, σαν σκόνη. σπόρια με έντονη μυρωδιά σαπισμένων ψαριών. Που οφείλεται στην ουσία τριμεθυλαμίνη. Τα σπόρια μολύνουν το έδαφος και τους κόκκους, δίνοντας σ' αυτούς χρώμα γκριζόμαυρο και άσχημη μυρωδιά. Εκτός από την υποβάθμιση της ποιότητας, ιδιαίτερα στο σιτάρι, παρατηρείται και σημαντική μείωση της απόδοσης εάν σπαρεί μολυσμένος σπόρος. Οι δαυλίτες και οι άνθρακες αντιμετωπίζονται με τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, καλλιεργητικά μέτρα όπως αμειψισπορά,

πρώιμη σπορά σε μικρό βάθος, περιορισμό της υψηλής εδαφικής υγρασίας και απολύμανση του σπόρου με διάφορα απολυμαντικά σπόρων. Συνίσταται η σπορά πιστοποιημένου σπόρου και ιδιαίτερα για την προστασία από τους μύκητες (γυμνοί άνθρακες) που διατηρούνται στο έμβρυο του σπόρου.



Ωίδιο των σιτηρών (*Erysiphe graminis* DC.). Προσβάλλει όλα τα εναέρια μέρη των φυτών, αλλά συνήθως ο μύκητας είναι περισσότερο εμφανής στην πάνω επιφάνεια των κατώτερων φύλλων, όπου σχηματίζονται λευκές έως γκριζόλευκες επανθίσεις. Οι προσβεβλημένοι ιστοί των φυτών με την πάροδο του ιστοί των φυτών με την πάροδο του χρόνου ξηραίνονται. Το ωίδιο προκαλεί βλάβες γιατί τρέφεται με θρεπτικά στοιχεία των ιστών, μειώνει τη φωτοσυνθετική επιφάνεια των φύλλων και αυξάνει την αναπνοή και τη διαπνοή. Το σιτάρι και το κριθάρι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία στη μόλυνση την περίοδο της ταχείας ανάπτυξης τους. Η πυκνή σπορά, η ισχυρή αζωτούχος λίπανση, η υψηλή υγρασία του εδάφους και οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας. Η καλύτερη αντιμετώπιση του ωιδίου γίνεται με τη χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών. Η εφαρμογή μυκητοκτόνων είναι αποτελεσματική, το κόστος όμως είναι απαγορευτικό για τη χώρα μας.



Άλλες ασθένειες που είναι δυνατόν να εμφανιστούν στα χειμερινά σιτηρά είναι:

Σήψεις ριζών και στελέχους. Οι κυριότερες από αυτές είναι το παρασιτικό πλάγιασμα των σιτηρών, η σήψη λευκών στάχων, η ριζοκτονία, οι σήψεις από *Pythium* spp. Η ξηρά σηψιρριζία και η ελμινθοσπορίαση του λαιμού. Συνήθως οι σήψεις παρουσιάζονται όταν επικρατούν δυσμενείς συνθήκες καλλιέργειας, όπως υψηλή υγρασία εδάφους, παρατεταμένος χειμώνας.

Κηλιδώσεις φύλλων. Κυριότερες είναι οι σεπποριάσεις, η ρυγχοσπορίαση, η κεφαλοσπορίαση και η αλτερναρίαση.

Ιολογικές. Αναφέρονται οι κυριότερες ιολογικές ασθένειες που εντοπίστηκαν στα χειμερινά σιτηρά στη χώρα μας.

Εδαφομεταδιδόμενο μωσαϊκό του σιταριού (wheat soil-borne mosaic furovirus, WSBMV). Αρκετά διαδεδομένη ασθένεια του σιταριού. Η κλίμακα ξενιστών του ιού είναι περιορισμένη. Εκτός από το σιτάρι προσβάλλει το κριθάρι και τη σίκαλη. Ο φυσικός τρόπος μετάδοσης του ιού είναι με τον εδαφογενή φυκομύκητα *Polymyxa graminis* Led. OP.*graminis*. Οι ζημιές είναι μεγαλύτερες σε υγρές περιοχές. με εδάφη συνεκτικά που νεροκρατούν. Τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν μωσαϊκό που κυμαίνεται από ανοικτό πράσινο μέχρι κίτρινο. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των προσβεβλημένων φυτών είναι περιορισμένη. Σε ορισμένες ποικιλίες προκαλεί ήπιο ή έντονο νανισμό. Συνήθως τα συμπτώματα εμφανίζονται στη νέα βλάστηση της άνοιξης και σπάνια το φθινόπωρο. Η εμφάνιση των συμπτωμάτων είναι ομοιογενής η κατά κηλίδες, ανάλογα με την κατανομή του φορέα. Προσβεβλημένες περιοχές στον αγρό διακρίνονται από απόσταση, εξαιτίας του διαφορετικού χρωματισμού. Η αντιμετώπιση της ασθένειας βασίζεται κυρίως στη χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών. Λιγότερο αποτελεσματικοί τρόποι είναι η αμειψισπορά και η όψιμη σπορά. Συνιστάται η απολύμανση των μηχανημάτων.

Ραβδωτό μωσαϊκό του σιταριού (wheat streak mosaic virus, WSMV). Είναι σημαντική ασθένεια των σιτηρών και ευρέως διαδεδομένη. Στη χώρα μας ο ιός ανιχνεύτηκε σε καλλιέργειες μαλακού σιταριού στη Β.Α. Πελοπόννησο. Ο WSMV μεταδίδεται (με επαφή) με τα άκαρι *Aceria tulipae* Keifer. Η εμφάνιση της ασθένειας στον αγρό σχετίζεται άμεσα με την

εξάπλωση του ακάρεος, φορέα του ίου. Τα συμπτώματα ξεκινούν από την περιφέρεια του χωραφιού και προχωρούν προοδευτικά προς το κέντρο. Τα προσβεβλημένα φυτά παραμένουν νάνα, τα φύλλα γίνονται πρασινοκίτρινα, με ασυνεχείς: εναλλασσόμενου χρώματος ραβδώσεις κατά μήκος των νευρώσεων. Σε περίπτωση πρώιμων προσβολών τα στάχια παραμένουν μερικώς ή ολικώς στείρα. Για την αντιμετώπιση της ασθένειας συνίσταται χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών, αμειψισπορά, καταστροφή των πηγών διατήρησης ίου και φορέα και όψιμη σπορά το φθινόπωρο.

3. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΒΙΚΟΥ

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 ζωοτροφή και για χλωρά λίπανση. Ο βίκος καλλιεργείται ευρέως σε περιοχές με εύκρατο κλίμα ως φυτό χλωράς 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. pannonica* Crantz, με πλέον διαδεδομένο το πρώτο. Στην Αμερική έχουν δημιουργηθεί και διειδικά υβρίδια μεταξύ της *V. sativa* L subsp. *sativa* και διαφόρων άλλων ειδών βίκου (Miller και 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 και σανού. Η χρησιμοποίησή του για ενσίρωση ή βόσκηση είναι περιορισμένη. Θεωρείται από τα πιο κατάλληλα φυτά χλωρά λίπανσης και αμειψισποράς με τις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών.

3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

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. Η ανάπτυξη του βίκου είναι έρπουσα ή αναρριχώμενη. Οι βλαστοί εκφύονται από τη βάση των φυτών (ο κεντρικός βλαστός παύει να επιμηκύνεται) είναι κοίλοι εσωτερικά, με τετράγωνη διατομή και το ύψος τους κυμαίνεται από 30 έως 80 cm. Τα φύλλα είναι σύνθετα, αποτελούμενα από 5-8 ζεύγη αντίθετων φυλλαρίων και καταλήγουν σε διακλαδιζόμενη έλικα. Τα φυλλάρια στο άκρο τους φέρουν ένα μικρό αγκάθι.

Τα άνθη εκφύονται από τις μασχάλες των φύλλων συνήθως κατά ζεύγη, σπανιότερα μεμονωμένα και μπορεί να έχουν ένα μικρό ποδίσκο (Εικ 3.1). Το χρώμα τους είναι μπλε-πορφυρό ή ροδόχρουν. Το είδος *V. sativa* είναι

αυτογονιμοποιούμενο φυτό, ενώ το *V. villosa* σταυρογονιμοποιούμενο. Οι λοβοί είναι επιμήκεις, πεπλατυσμένοι, με μήκος 3-7 cm, πλάτος 5-10 mm και περιέχουν 4-12 σπόρους. Οι σπόροι έχουν σφαιρικό σχήμα, αλλά κάπως πεπλατυσμένο και χρώμα μαύρο ή γκριζο, με οφθαλμό στενό, χρώματος ανοικτότερου από το περισπέρμιο.



Εικόνα 3.1

3.2. Αύξηση και ανάπτυξη

Ο βίκος παρουσιάζει υπόγειο φύτευμα. Η αύξηση του είναι συνεχής, καθόσον μετά από ένα καθαρά βλαστικό στάδιο αρχίζει η εκπτώξω ανθέων και η ανάπτυξη των λοβών, ενώ συνεχίζεται η βλαστική ανάπτυξη. Οι Caballero κ.α. (1996) 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 ταχείας ανάπτυξης, η οποία συνεχίζεται μέχρι που η μάζα των σπόρων στο φυτό 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%. Σ' αυτό το στάδιο παρατηρήθηκε και η μέγιστη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βίκου διαφέρουν ως προς τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου (πρώιμες, μεσοπρώιμες, όψιμες) και ως προς την

παραγωγική κατεύθυνση (παραγωγή σπάρου, σανού, σπόρου και σανού).

3.3. 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 °C και τα αναπτυγμένα φυτά αντέχουν σε χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι -10 °C. Η αντοχή των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες, εκτός από το γενότυπο, εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης, την ταχύτητα ανάπτυξης, την υγρασία του εδάφους και άλλους παράγοντες. Για την ανάπτυξη του φυτού πλέον κατάλληλες είναι οι μέτριες θερμοκρασίες. 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 πρωιμότερα. Οι ανάγκες του βίκου σε υγρασία εδάφους είναι σχετικά μεγάλες. Οι περιοχές όπου καλλιεργείται πρέπει να έχουν ετήσιο ύψος βροχής τουλάχιστον 400mm. Υποφέρει περισσότερο από την ξηρασία στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κατά το γέμισμα των σπόρων.

Η απόδοση σε σπόρο βρέθηκε ότι σχετίζονταν θετικά με την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιήσαν 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. 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 φωσφόρο.

3.4. Καλλιεργητική τεχνική.

Αμειψισπορά. Ο βίκος μπορεί να ενταχθεί σε οποιοδήποτε σύστημα αμειψισποράς ξηρικών ή αρδευόμενων καλλιεργειών. Όταν η καλλιέργεια 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 (πχ. καλαμπόκι, βαμβάκι) αυτή θα πρέπει να ακολουθεί την καλλιέργεια του βίκου.

Προετοιμασία του εδάφους. Είναι παρόμοια με εκείνη που εφαρμόζεται για τα χειμερινά σιτηρά και περιλαμβάνει: 1) Όργωμα, το οποίο 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 στην επιφάνεια του εδάφους και να καταστραφούν από τις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία. 2) φιλοχωμάτισμα του εδάφους με δισκοσβάρνα. Εάν μετά τη δισκοσβάρνα συνεχίζουν να υπάρχουν μεγάλοι βόλοι γίνεται μία 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.

Λίπανση. Η αζωτούχος λίπανση δεν θεωρείται γενικά απαραίτητη στα χειμερινά ψυχανθή, όταν αζωτοδεσμεύουν ικανοποιητικά. Πειραματικά δεδομένα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών σε διάφορες περιοχές της χώρας μας, έδειξαν ότι η αζωτούχος λίπανση δεν αύξησε τις αποδόσεις του βίκου. Αντίδραση των φυτών δεν παρατηρήθηκε και στην 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 αζωτούχος και καλιούχος λίπανση στη χώρα μας δεν συνίσταται για το βίκο, ενώ η λίπανση με φωσφόρο είναι απαραίτητη σε πτωχά σε φώσφορο εδάφη και σε ποσότητα

μέχρι 6 kg P₂O₅/στρ.

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

Συγκαλλιέργεια. Ο βίκος καλλιεργείται μόνος του ή σε συγκαλλιέργεια με άλλα φυτά, κυρίως με χειμερινά σιτηρά. Πλεονεκτήματα της συγκαλλιέργειας είναι: 1) η στήριξη του βίκου στο σιτηρό, οπότε δεν πλαγιάζει και διευκολύνεται η συγκομιδή και 2) η μεγαλύτερη απόδοση σε φυτομάζα στη μονάδα επιφάνειας, παρ' όλο ότι 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 (Kelly και George 1998), τα οποία δεν πλαγιάζουν. 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 45-75g) 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 18Kg/στρ. για σανοδοτική καλλιέργεια και 16 kg/στρ. για καρποδοτική καλλιέργεια (Ηλιάδης 2004). Η σπορά γίνεται κυρίως σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 25 cm και σπανιότερα στα πεταχτά. Για τη σπορά χρησιμοποιούνται οι σπαρτικές μηχανές των χειμερινών σιτηρών η των

ανοιξιάτικων καλλιεργειών μετά από ανάλογη τροποποίηση, καθώς και ειδικές σπαρτικές μηχανές. Καταλληλότερο βάθος σποράς είναι τα 3-5 cm 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 συνίσταται 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% (Ποδήματος 1984). Στο αγρόκτημα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, για ενσίρωση χρησιμοποιούνται σε συγκαλλιέργεια 8-10 Kg/στρ. βίκος και 5-7 kg/στρ. κριθάρι. Στην Ισπανία αναφέρονται ποσότητες 5-15Kg/στρ. βίκος με 2-7 kg/στρ. βρώμη (Caballero κ.α. 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 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.

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 του 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 η βοοειδή). Με την αποφυγή του πλαγιάσματος η απόδοση σε καρπό μπορεί να αυξηθεί, να μην επηρεαστεί η να μειωθεί, ανάλογα με τις συνθήκες που θα ακολουθούσουν. 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. Σ' αυτή την περίπτωση η απόδοση σε καρπό μειώνεται.

3.5. Διαχείριση-Συγκομιδή.

Βόσκηση. Στην καλλιέργεια 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. Συνίσταται να αποφεύγεται η βόσκηση μέχρι τα φυτά να φτάσουν σε ύψος τουλάχιστον 15 cm. Βόσκηση φυτών μικρότερου ύψους έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση των οφθαλμών της 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. Προτείνεται 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. Πειράματα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, 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 της μαλακής ζύμης. Στη συγκαλλιέργεια με σιτηρό η κοπή γίνεται στο ίδιο στάδιο του βίκου, κατά το οποίο το σιτηρό βρίσκεται στο στάδιο του 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, στις συνθήκες του Αγροκτήματος του ΑΠΘ, η κοπή συγκαλλιέργειας βίκου-κριθαρίου για ενσίρωση τοποθετείται στο πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου. Η κοπή της χαρτομάζας 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 ή 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 της ενσίρωσης.

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 γ' αυτό η συγκομιδή πρέπει να γίνεται πριν αρχίσει το τίναγμα των σπόρων αυτών των λοβών, παρ' όλο ότι λοβοί στο επάνω τμήμα του φυτού είναι ακόμη 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 δυο φάσεις: α) θερισμός των φυτών και παραμονή τους στο έδαφος μέχρι να αποξηρανθούν και β) αλωνισμός. Με το δεύτερο τρόπο είναι πιο εύκολη η συγκομιδή, παρατηρούνται όμως απώλειες από πτώση σπόρου στο έδαφος κατά τη διάρκεια της 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 χαρτομάζας και κυρίως από την ημερομηνία σποράς της καλλιέργειας που θα ακολουθήσει. Εάν η ενσωμάτωση γίνει νωρίς την άνοιξη, όταν η ποσότητα της χαρτομάζας είναι μικρή, η λιπαντική αξία είναι περιορισμένη. Εάν γίνει σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης, τότε αφενός η μεγάλη ποσότητα χορτομάζας είναι δύσκολο να αντιστραφεί και να ενσωματωθεί στο έδαφος, οπότε δυσκολεύεται η σπορά της επόμενης καλλιέργειας και αφετέρου δε γίνεται εύκολα η αποσύνθεση της, λόγω σκληροποίησης των στελεχών. Επίσης με την καθυστέρηση της ενσωμάτωσης εξαντλείται και η υγρασία του εδάφους. Γενικά συνίσταται 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 αποσύνθεση του.

3.6. Εχθροί και ασθένειες.

Εχθροί, οι σπουδαιότεροι που εμφανίζονται συνήθως στην καλλιέργεια του βίκου και αποτελούν απειλή, είναι:

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 μια γενεά το χρόνο. Αντιμετωπίζεται εύκολα με εντομοκτόνα.



Βρούχος (*Bruchus branchialis*). Είναι μικρό κολεόπτερο το οποίο αποτελεί πρόβλημα για το βίκο που προορίζεται για καρπό. Τα νεαρά τέλεια τοποθετούν τα αυγά τους στους νεαρούς λοβούς και οι προνύμφες κατατρώνουν τους σπόρους. Ψεκασμός με εντομοκτόνα γίνεται μόνο στη σποροπαραγωγική καλλιέργεια.



Ασθένειες

Μυκητολογικές. Οι σοβαρότερες μυκητολογικές ασθένειες που παρατηρήθηκαν στη χώρα μας είναι (Ποδηματάς 1984, 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.



Ιολογικές. Ιός της κίτρινης δακτυλιωτής κηλίδωσης της αγκινάρας (*artichoke yellow ringspot virus*, AYRSV). Επιστημάνθηκε για πρώτη φορά στη χώρα μας σε νεαρά φυτά βίκου (Τερζάκης 2002). Τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν έντονο νανισμό, μικροφυλλία και ποικιλοχλώρωση. Ο ιός μεταδίδεται με το σπόρο του βίκου.

3.7. 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. (ΕΣΥΕ 1998). Αποτελέσματα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών (Ποδηματάς 1984) 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 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-κρίθης 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. Ο βίκος στο στάδιο μέσης ξηράς ουσίας σπόρων 30% είχε περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 19,3% και πεπτικότητα 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 1984) 150-220 kg σπόρου/στρ., ο Σφήκας (1984) 100-150 kg/στρ., η ΕΣΥΕ (1998) 165 kg/στρ.

4. ZIZANIA

Τα ζιζάνια (weeds) εμφανίστηκαν από τη στιγμή που ο άνθρωπος άρχισε να καλλιεργεί τη γη. Η παρουσία τους αναφέρεται και στην Παλαιά Διαθήκη ως μία από τις τιμωρίες του Θεού προς τους Πρωτόπλαστους. Από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα δόθηκαν διάφοροι ορισμοί για τη λέξη «ζιζάνιο». Ο επικρατέστερος από αυτούς είναι ο ορισμός που δόθηκε από τον Anderson το 1977 (Anderson, 1996) και χαρακτηρίζει ως ζιζάνιο «κάθε φυτό που αναπτύσσεται εκεί όπου και όταν δεν είναι επιθυμητό».

4.1. Χαρακτηριστικά ζιζανίων.

Ορισμένα φυτά μπορούν και εξελίσσονται σε ζιζάνια εξαιτίας ορισμένων χαρακτηριστικών που τους επιτρέπουν τη γρήγορη εξάπλωση και εγκατάσταση σε μια τοποθεσία, καθώς και την ανάπτυξη αποτελεσματικών μηχανισμών επιβίωσης, που καθιστούν δύσκολη τη μετέπειτα εξάλειψή τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Παράγουν σπόρους και όργανα αγενούς αναπαραγωγής για μεγάλο χρονικό διάστημα και σε μεγάλη ποσότητα. Επιτυγχάνουν την παραγωγή μικρού αριθμού οργάνων πολλαπλασιάσου ακόμη και σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος.
2. Τα όργανα αναπαραγωγής έχουν λήθαργο και μεγάλη μακροβιότητα.
3. Δεν απαιτούν ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος κατά το φύτεμα ή τη βλάστησή τους.
4. Τα νεαρά φυτά έχουν υψηλό ρυθμό ανάπτυξης.
5. Η περίοδος βλάστησής τους είναι περιορισμένη και παράγουν σπόρους σε μικρό χρονικό διάστημα από το φύτεμα τους (μικρός βιολογικός κύκλος).
6. Τα περισσότερα είδη πολλαπλασιάζονται ταυτόχρονα με αυτογονιμοποίηση και σταυρογονιμοποίηση, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αναπαραγωγή κάτω από δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος, αλλά και να διατηρείται η γενετική παραλλακτικότητα.
7. Δεν απαιτούν ειδικούς επικονιαστές (π.χ. έντονα) προκειμένου να γίνει η σταυρεπικονίαση.

8. Διασπείρονται με ποικίλους τρόπους σε κοντινές και μακρινές αποστάσεις.
9. Τα κατώτερα τμήματα των πολυετών ζιζανίων είναι εύθραυστα, ώστε να αποτρέπεται η ολική απομάκρυνση τους από το έδαφος με το ξεβοτάνιασμα ή τα μηχανικά μέσα.
10. Ανταγωνίζονται αποτελεσματικά τα υπόλοιπα φυτά, διότι αξιοποιούν αποτελεσματικότερα τη γονιμότητα του εδάφους. Επιπλέον, πολλά είδη ζιζανίων εκδηλώνουν το φαινόμενο της αλληλοπάθειας το οποίο αυξάνει την ένταση της παρεμβολής (interference) των ζιζανίων προς τα καλλιεργούμενα φυτά (το φαινόμενο της αλληλοπάθειας σχολιάζεται σε επόμενο υποκεφάλαιο).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των ζιζανίων. Η αναγνώριση των ζιζανίων σε νεαρό στάδιο έχει μεγάλη σπουδαιότητα, διότι συσχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματική αντιμετώπιση τους και την ελαχιστοποίηση των επιβλαβών επιδράσεών τους στα καλλιεργούμενα φυτά. Για τον προσδιορισμό των ζιζανίων χρησιμοποιούνται διάφοροι οδηγοί που περιλαμβάνουν σύντομη περιγραφή αυτών των φυτών, καθώς και έγχρωμο φωτογραφικό υλικό. Γεγονός που δίνει σε γεωπόνους και καλλιεργητές τη δυνατότητα της γρήγορης και ευκολότερης αναγνώρισης των ζιζανίων που απαντώνται συχνότερα σε καλλιεργούμενες και μη εκτάσεις.

Τα περισσότερα ζιζάνια ανήκουν στο άθροισμα των αγγειοσπέρμων (Magnoliophyta) και ειδικότερα στις δύο κλάσεις αυτού, τα δικοτυλήδονα (Magnoliopsida) και τα μονοκοτυλήδονα (Liliopsida) φυτά. Υπάρχουν όμως και ζιζάνια που ανήκουν στα αθροίσματα των εκούισετόφυτων (Equisetophyta) και των πτεριδόφυτων (Pteridophyta). Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των μονοκοτυλήδονων και ειδικότερα των αγρωστωδών φυτών είναι:

1. Το μήκος, το πλάτος και η συστροφή (αριστερόστροφο, δεξιόστροφο) του ελάσματος των φύλλων.
2. Το χρώμα και το άνοιγμα του κολεού των φύλλων.
3. Η ύπαρξη ή μη και τα χαρακτηριστικά του γλωσσιδίου. Το γλωσσίδιο είναι μεμβρανώδες ή τριχωτό προσάρτημα προς την εσωτερική πλευρά του φύλλου, στη θέση που ενώνεται το έλασμα με τον κολεό.

4. Η ύπαρξη και τα χαρακτηριστικά των ωτιδίων. Τα ωτίδια είναι οι απολήξεις σχήματος δακτύλων του ελάσματος ορισμένων αγρωστωδών φυτών
5. Το σχήμα και η έκφυση του καλαμιού (βλαστού).
6. Το είδος της ταξιανθίας.
7. Η ύπαρξη και το είδος οργάνων αγερούς αναπαραγωγής.

Γενικά, ο προσδιορισμός των μονοκοτυλήδων, ειδικότερα των αγρωστωδών, φυτών είναι δύσκολος και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και εμπειρία. Ο προσδιορισμός των δικοτυλήδων φυτών είναι ευκολότερος και βασίζεται σε μεγάλο αριθμό μορφολογικών χαρακτηριστικών των ζιζανίων, όπως:

1. Το σχήμα και τα χαρακτηριστικά των κοτυληδόνων.
2. Το σχήμα και τα χαρακτηριστικά (ύπαρξη τριχών, περιφέρεια, κορυφή, ύπαρξη κηλίδων) των φύλλων.
3. Το σχήμα, η έκφυση και τα χαρακτηριστικά του βλαστού.
4. Το χρώμα των ανθέων και το είδος της ταξιανθίας.
5. Η ύπαρξη και το είδος των οργάνων αγερούς αναπαραγωγής.

4.2. Κατάταξη ζιζανίων

Εκτός από τη βοτανική ταξινόμηση που αναφέρθηκε προηγουμένως, τα ζιζάνια μπορούν να καταταγούν με τη χρήση άλλων κριτηρίων όπως είναι ο βιολογικός κύκλος, οι οικολογικές απαιτήσεις, η φυσιολογία και η επικινδυνότητά τους.

Βιολογικός κύκλος. Με βάση τη χρονική διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους τα ζιζάνια κατατάσσονται σε ετήσια, διετή και πολυετή. Τα ετήσια ζιζάνια ολοκληρώνουν τη βλαστική ανάπτυξή τους και σποροποιούν σε χρονικό διάστημα μικρότερο του ενός έτους από το φύτεμα τους. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα περισσότερα είδη ζιζανίων. Επιπλέον, τα ετήσια ζιζάνια διακρίνονται σε φθινοπωρινά και ανοιξιόφιμα, ανάλογα με την εποχή φυτώματος. Πολλαπλασιάζονται κυρίως ευγενώς και παράγουν μεγάλο αριθμό σπόρων. Εξαιρετική αποτελεί το ετήσιο ζιζάνιο αντράκλα (*Portulaca*

oleracea) το οποίο, εκτός από σπόρους, πολλαπλασιάζεται και με τμήματα βλαστού.

Τα διετή ζιζάνια ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους σε χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του ενός έτους, αλλά μικρότερο από δύο. Κατά τη διάρκεια του πρώτου χρόνου βλαστάνουν και σχηματίζουν ρόδακα η γογγυλώδη ρίζα, τμήματα που τα χρησιμοποιούν ως δεξαμενές αποθήκευσης υδατανθράκων. Διαχειμάζουν στο στάδιο αυτό και αναπτύσσουν ανθικό στέλεχος και ταξιανθίες την άνοιξη του δεύτερου έτους. Τα πιο διαδεδομένα διετή ζιζάνια της Ελλάδας είναι το κώνιο (*Conium maculatum*), το άγριο καρότο (*Daucus carota*), η κόνυζα (*Conyza* spp.), ο φλώμος (*Verbascum* spp.) και το γαϊδουράγκαθο (*Onopordum acanthium*).

Τα πολυετή ζιζάνια ζουν περισσότερο από δύο έτη και παράγουν πολλές φορές όργανα πολλαπλασιασμού. Τα περισσότερα πολυετή ζιζάνια παράγουν, εκτός από σπόρους, και υπόγεια όργανα αναπαραγωγής (σχολιάζονται παρακάτω στο υποκεφάλαιο της αναπαραγωγής). Υπάρχουν όμως και πολυετή ζιζάνια που αναπαράγονται κυρίως με σπόρους. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το αγριοράδικο (*Taraxacum officinale*), το ραδίκι (*Cichorium intybus*) και το πεντάνευρο (*Plantago* spp.). Τα ζιζάνια αυτά αναπαράγονται εγγενώς, αλλά έχουν και τη δυνατότητα να αναβλαστήσουν από τα υπόγεια τμήματά τους (ρίζες ή βλαστοί), όταν καταστραφεί το υπέργειο τμήμα. Ορισμένα πολυετή ζιζάνια έχουν ξυλώδη βλαστό και θαμνώδη μορφή. Αυτά αποτελούν ζιζάνια κυρίως δασών και μη καλλιεργούμενων περιοχών.

Οικολογικό περιβάλλον . Με βάση το οικολογικό περιβάλλον τους τα ζιζάνια κατατάσσονται σε ζιζάνια καλλιεργούμενων ή ακαλλιέργητων εκτάσεων, σε ζιζάνια λιβαδιών και σε ζιζάνια υδροβιότοπων. Τα περισσότερα είδη ζιζανίων απαντώνται σε ποικίλα οικολογικά περιβάλλοντα. Αντίθετα, ορισμένα απαιτούν συγκεκριμένες συνθήκες, προκειμένου να εγκατασταθούν και να αναπτυχθούν. Ειδικότερα, η λέμνα (*Lemna minor*) και η ειχόρνια (*Eichhornia crassipes*) αναπτύσσονται μόνο σε υδατικά περιβάλλοντα, όπου οι ρίζες τους βρίσκονται ελεύθερες μέσα στο νερό. Ακόμη, υπάρχουν ζιζάνια που προτιμούν τα κατακλυσμένα με νερό εδάφη και απαντώνται κυρίως σε στραγγιστικά κανάλια και σε ορυζώνες. Στα ζιζάνια αυτά ανήκουν το ψαθί (*Typha* spp.) και οι σκιρπιοί (*Scirpus* spp.).

4.3. Φυσιολογία

Τα περισσότερα ζιζάνια παράγουν, με την ενσωμάτωση του CO₂ στον κύκλο του Calvin, φωσφογλυκερικό οξύ, δηλαδή υδατάνθρακες με τρία άτομα άνθρακα. Τα ζιζάνια αυτά χαρακτηρίζονται ως C₃ φυτά. Αντίθετα, ορισμένα ζιζάνια σχηματίζουν αντί του φωσφογλυκερικού οξέος το οξαλοξικό οξύ που είναι υδατάνθρακας με τέσσερα άτομα άνθρακα. Τα ζιζάνια αυτά χαρακτηρίζονται ως C₄ φυτά και είναι περισσότερο ανταγωνιστικά από ότι τα C₃, εξαιτίας του αποτελεσματικότερου μηχανισμού φωτοσύνθεσης που διαθέτουν. Ειδικότερα, σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (περίπου 35°C) και μεγάλης ηλιοφάνειας τα C₄ φυτά παράγουν μεγάλες ποσότητες υδατανθράκων και έχουν υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης από ότι τα C₃ φυτά, τα οποία, εξαιτίας της φυτοαναπνοής, παρουσιάζουν μείωση του ρυθμού ανάπτυξης κάτω από τις συνθήκες αυτές. Αντίθετα, τα C₃ φυτά παρουσιάζουν το μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης και ανάπτυξης σε μικρότερες θερμοκρασίες (περίπου 25°C). Επιπροσθέτως, τα C₄ φυτά έχουν μεγαλύτερο (διπλάσιο σχεδόν) δείκτη αξιοποίησης του νερού από ότι τα C₃ φυτά, γεγονός που τα κάνει περισσότερο ανταγωνιστικά στις ξηροθερμικές συνθήκες του καλοκαιριού. Μερικά από τα σπουδαιότερα και συχνότερα απαντώμενα C₃ και C₄ ζιζάνια (Patterson, 1985)

C ₃ ζιζάνια		C ₄ ζιζάνια	
Αγριοβρώμες	<i>Avena</i> spp.	Αντράκλα	<i>Portulaca oleracea</i>
Αγριομελιτζάνα	<i>Xanthium strumarium</i>	Αγριάδα	<i>Cynodon dactylon</i>
Αγριομπαραμπάκι	<i>Abutilon theophrasti</i>	Αιματόχορτο	<i>Digitaria sanguinalis</i>
Ανριοτομάτα	<i>Solanum nigrum</i>	Βέλιουρας	<i>Sorghum halepense</i>
Άγριο σινάπι	<i>Sinapis arvensis</i>	Βλήτα	<i>Amaranthus</i> spp.
Αν. πολύγονο	<i>Bilderdykia convolvulus</i>	Γλυστρίδα	<i>Portulaca oleracea</i>
Καφέλλα	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Κοχία	<i>Kochia scoparia</i>
Κίρσιο	<i>Cirsium arvense</i>	Κύπερος	<i>Cyperus</i> spp.
Λουβουδιά	<i>Chenopodium album</i>	Μουχρίσα	<i>Echinochloa crus-galli</i>
Μολόχες	<i>Malva</i> spp.	Σετάριες	<i>Setaria</i> spp.
Περικοκλάδα	<i>Convolvulus arvensis</i>	Τριβόλι	<i>Tribulus terrestris</i>
Στελλάρια	<i>Stellaria media</i>		
Τάτουλας	<i>Datura stramonium</i>		

Τα ζιζάνια μπορούν να καταταγούν σε τρεις κατηγορίες με βάση τις απαιτήσεις τους σε φωτοπερίοδο, προκειμένου να ανθοφορήσουν: 1. στα ζιζάνια που χρειάζονται μικρή διάρκεια ημέρας, όπως η αγριομπαμπακιά και το βλήτο, 2. στα ζιζάνια που ανθοφορούν με μεγάλο μήκος ημέρας, όπως ο βρόμος, η καφέλλα και η ραφανίδα και 3. στα ζιζάνια που ανθοφορούν ανεξάρτητα από το μήκος ημέρας, όπως η αγριοτομάτα

4.4. Επικινδυνότητα

Με βάση την επικινδυνότητά τους τα ζιζάνια κατατάσσονται σε μη τοξικά, τοξικά και δηλητηριώδη. Τα τοξικά και τα δηλητηριώδη ζιζάνια δεν πρέπει να καταναλώνονται από τα ζώα, διότι προκαλούν διαταραχές του πεπτικού συστήματος, δερματικές παθήσεις ή ακόμη και θάνατο. Ακόμη, τμήματά τους όπως οι σπόροι δεν πρέπει να αναμειγνύονται με τα γεωργικά προϊόντα. Για το λόγο αυτό οι κυβερνήσεις των κρατών δημοσιεύουν πίνακες με τα τοξικά και δηλητηριώδη ζιζάνια, καθώς και οδηγίες για την αντιμετώπισή τους και την απομάκρυνσή τους από τα γεωργικά προϊόντα. Τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται είναι: 1. η χρήση καθαρού πιστοποιημένου σπόρου και 2. η έγκαιρη αντιμετώπιση αυτών των ζιζανίων στον αγρό. Στους παρακάτω πίνακες δίνονται τα επιστημονικά ονόματα των σπουδαιότερων τοξικών και δηλητηριωδών ζιζανίων.

<i>Acroptilon repens</i>	<i>Hydrilla verticillata</i>
<i>Aegilops cylindrica</i>	<i>Hypocnemum procumbens</i>
<i>Agrostemma githago</i>	<i>Ipomoea spp.</i>
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	<i>Medicago polymorpha</i>
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	<i>Nassella trichotoma</i>
<i>Cardaria spp.</i>	<i>Onopordum acanthium</i>
<i>Carduus acanthoides</i>	<i>Orobanche ramosa</i>
<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Panicum repens</i>
<i>Cenchrus incertus</i>	<i>Peganum harmala</i>
<i>Centaurea spp.</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Rorippa austriaca</i>
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Salvinia molesta</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Senecio jacobaea</i>
<i>Coronopus squamatus</i>	<i>Solanum carolinense</i>
<i>Cucumis melo</i>	<i>Solanum viarum</i>
<i>Cuscuta spp.</i>	<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Drymaria arenarioides</i>	<i>Stipa brachychaeta</i>
<i>Eichhornia azurea</i>	<i>Striga spp.</i>

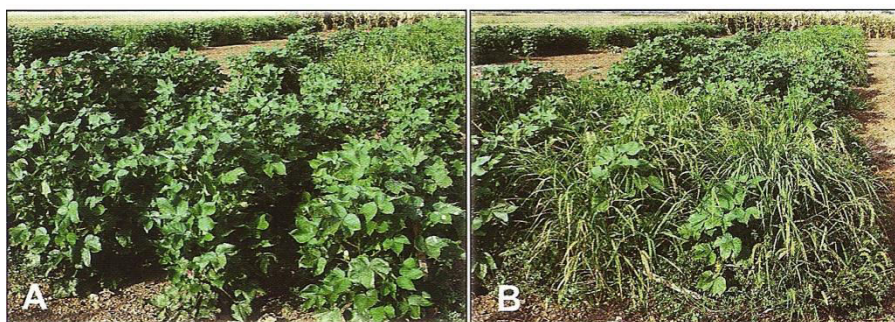
4.5. Επιδράσεις ζιζανίων

Η παρουσία των ζιζανίων στα διάφορα οικοσυστήματα έχει άλλοτε επιβλαβείς και άλλοτε ευεργετικές επιδράσεις. Οι επιβλαβείς επιδράσεις των ζιζανίων διακρίνονται σε έμμεσες και άμεσες. Οι έμμεσες επιδράσεις περιλαμβάνουν τις οικονομικές απώλειες λόγω: 1. της εφαρμογής μεθόδων αντιμετώπισης των ζιζανίων (π.χ. χημική αντιμετώπιση), 2. της εφαρμογής μεθόδων ελαχιστοποίησης των επιβλαβών επιδράσεων στο περιβάλλον (ρύπανση) και τους οργανισμούς μη στόχους και 3. της φυτοτοξικότητας των ζιζανιοκτόνων στα καλλιεργούμενα φυτά. Οι άμεσες επιδράσεις περιλαμβάνουν τις οικονομικές απώλειες λόγω: 1. της μείωσης της ποσότητας των παραγόμενων προϊόντων, 2. της υποβάθμισης της ποιότητας αυτών και 3. της μείωσης του δείκτη συγκομιδής

Επιβλαβείς επιδράσεις. Η μείωση της ποσότητας των παραγόμενων προϊόντων προκαλείται από τον ανταγωνισμό των ζιζανίων με τα καλλιεργούμενα φυτά για νερό, φως, θρεπτικά συστατικά και χώρο. Επιπλέον, ορισμένα είδη ζιζανίων εκδηλώνουν αλληλοπάθεια (allelopathy), δηλαδή απελευθερώνουν στο περιβάλλον τοξικές για τα καλλιεργούμενα φυτά ουσίες, το φαινόμενο της αλληλοπάθειας σχολιάζεται σε επόμενο υποκεφάλαιο. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα ζιζάνια αποτελούν ξενιστές εχθρών (έντομα, ακάρεα, νηματώδεις) και παθογόνων μικροοργανισμών (μύκητες, βακτήρια, ιοί) των καλλιεργούμενων φυτών. Επιπροσθέτως, η παρουσία τους ευνοεί την ανάπτυξη υγρασίας και με αυτό τον τρόπο διευκολύνει την εγκατάσταση και τον πολλαπλασιασμό των παθογόνων μικροοργανισμών, ιδιαίτερα σε δενδροκομικές καλλιέργειες. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση της απόδοσης των καλλιεργούμενων φυτών. Ακόμη, τα ζιζάνια που ανθίζουν κατά την περίοδο ανθοφορίας της αχλαδιάς δημιουργούν προβλήματα στην επικονίασή της, επειδή το νέκταρ της έχει μικρή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, με αποτέλεσμα οι μέλισσες να μην το προτιμούν και να καταφεύγουν στα άνθη των ζιζανίων που έχουν νέκταρ καλύτερης ποιότητας (Βασιλακάκης και Θέριος, 1984). Η παρουσία των ζιζανίων δυσκολεύει τις καλλιεργητικές φροντίδες (λίπανση, άρδευση), ενώ αυξάνει τον κίνδυνο ζημιών από παγετούς στις δενδροκομικές καλλιέργειες. Περαιτέρω, ορισμένα ζιζάνια που περιέχουν δηλητηριώδη έλαια προκαλούν,

κατά την καύση τους, φυτοτοξικότητα στα καλλιεργούμενα φυτά.

Η παρουσία των ζιζανίων σε ακαλλιέργητες εκτάσεις προκαλεί μείωση της ορατότητας, όταν αυτά βρίσκονται παραπλεύρως του οδικού δικτύου, προκαλούν απόφραξη των αρδευτικών και στραγγιστικών καναλιών, όταν αναπτύσσονται σε αυτά και αυξάνουν τον κίνδυνο από πυρκαγιά, όταν βρίσκονται πλησίον των κτηρίων και των δασών. Τέλος, η παρουσία σπόρων ή καρπών ζιζανίων, όπως τα *Solanum nigrum* και *Bides spp.*, υποβαθμίζουν την ποιότητα των παραγόμενων ινών βαμβακιού και του μαλλιού προβάτων, αντίστοιχα, εξαιτίας των χρωστικών που προσθέτει το πρώτο στις ίνες και των σπόρων του δεύτερου που αγκιστρώνονται στο μαλλί των ζώων.



Καλλιέργεια βαμβακιού δίχως ζιζάνια (Α) και με ζιζάνια (Β)

Ευεργετικές επιδράσεις. Η παρουσία των ζιζανίων στις διάφορες καλλιέργειες δεν έχει μόνο ζημιογόνες, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις έχει και ευεργετικές επιδράσεις, από τις οποίες οι σπουδαιότερες είναι: 1. η προστασία του εδάφους από διάβρωση, σε καλλιέργειες που είναι εγκατεστημένες σε επικλινή εδάφη (παρουσία πυκνού χλοοτάπητα από ζιζάνια), 2. ο περιορισμός των ζημιών στους ώριμους καρπούς δένδρων, εξαιτίας της αξιοποίησης από τα ζιζάνια μέρους της πλεονάζουσας εδαφικής υγρασίας, 3. η διευκόλυνση της κίνησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων και η παρεμπόδιση του σχηματισμού αδιαπέραστου στρώματος, εξαιτίας της παρουσίας βαθύρριζων ζιζανίων σε συνεκτικά εδάφη, 4. η ανάπτυξη καλύτερου χρώματος στους καρπούς μήλων, εξαιτίας της αξιοποίησης του εδαφικού αζώτου από τα ζιζάνια κατά την περίοδο της ωρίμανσης (Βασιλειάδης, 1988) και 5. η αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των επιβλαβών εντόμων και των φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών, εξαιτίας της παρουσίας ζιζανίων που είναι ξενιστές ωφέλιμων εντόμων και μικροοργανισμών.

Η παρουσία ορισμένων ζιζανίων στα λιβάδια αυξάνει την ποικιλομορφία της χλωρίδας και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ποικιλομορφία της πανίδας στην περιοχή. Η αυξημένη βιοποικιλότητα λαμβάνεται ως ένδειξη μη εντατικής καλλιέργειας του εδάφους, γεγονός που είναι επιθυμητό (μείωση της έντασης διαχείρισης) και συνιστάται από τις αρμόδιες επιτροπές της Ενωμένης Ευρώπης, διότι ενθαρρύνει την επίσκεψη και αναπαραγωγή σπάνιων ειδών πτηνών. Ακόμη, ορισμένα είδη ζιζανίων, όπως η ήρα (*Lolium spp.*) και η φεστούκα (*Festuca spp.*), αποτελούν συστατικά των μειγμάτων που χρησιμοποιούνται στη δημιουργία λειμώνων. Ένα χαρακτηριστικό μείγμα λειμώνων περιέχει τα αγρωστώδη *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* και *Poa trivialis*, τα ψυχανθή *Trifolium incarnatum* και *Onobrychis viciifolia*, καθώς και άλλα είδη που βελτιώνουν τη διατροφική αξία του χόρτου όπως τα *Plantago lanceolata*, *Chicorium intybus* και *Symphytum officinale*.

Τα ζιζάνια, στις περιόδους που δεν είναι ανθισμένα τα καλλιεργούμενα φυτά, αποτελούν πηγή νέκταρος και γύρης για τα έντομα που είναι επικονιαστές των καλλιεργειών. Ακόμη, ορισμένα ζιζάνια είναι ελκυστικότερα για τα παράσιτα των καλλιεργούμενων φυτών με συνέπεια να μειώνονται οι προσβολές από αυτά (π.χ. οι αφίδες προτιμούν περισσότερο τα ζιζάνια που βρίσκονται στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων από ότι την ίδια την καλλιέργεια).

Τέλος, πολλά ζιζάνια χρησιμοποιούνται ως τροφή από τον άνθρωπο και τα ζώα (ζωχοί, λάπαθα, βλήτα, αγριοράδικο ή σταμναγκάθι, καφέλλα, γλυστρίδα, τσουκνίδα), ως πηγή αιθέριων ελαίων (αρτεμίσια, χαμομήλι) και φαρμακευτικών ουσιών. Πολλά φάρμακα που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο έχουν ως προέλευσή τους προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού των ζιζανίων. Τέτοιο φυτό είναι το δηλητηριώδες *Digitalis purpurea* που αποτελεί πηγή δύο γλυκοσιδίων, των digitalin και digitoxin, τα οποία χρησιμοποιούνται ως τονωτικά του καρδιακού και κυκλοφορικού συστήματος.

4.6. Αναπαραγωγή ζιζανίων

Η ικανότητα παραγωγής μεγάλου αριθμού σπόρων και οργάνων αγενούς αναπαραγωγής είναι ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των φυτών που αποτελούν ζιζάνια. Οι περισσότεροι από αυτούς τους σπόρους είναι ικανοί να φυτρώσουν, ακόμη και αν το μητρικό φυτό καταστραφεί πριν τη φυσιολογική ωρίμανσή τους. Τα όργανα αναπαραγωγής των ζιζανίων μπορούν να διασπαρθούν σε μικρές και μεγάλες αποστάσεις, ενώ φυτρώνουν ή βλαστάνουν σταδιακά (φαινόμενο λήθαργου).

Εγγενής αναπαραγωγή. Τα ετήσια και διετή ζιζάνια αναπαράγονται κυρίως με σπόρους. Εξαίρεση αποτελεί η αντράκλα (γλυστρίδα) η οποία πολλαπλασιάζεται και με τμήματα βλαστού. Επιπρόσθετα, ορισμένα πολυετή ζιζάνια αναπαράγονται κυρίως με σπόρους. Τέτοια ζιζάνια είναι το αγριοράδι και τα πεντάνευρα. Ο αριθμός των σπόρων που μπορεί να παράγει ένα ζιζάνιο επηρεάζεται από το είδος και από τις συνθήκες ανάπτυξης και ανταγωνισμού. Γενικά, τα ζιζάνια παράγουν μεγάλο αριθμό σπόρων ανά φυτό. Η αγριομπαμπακιά παράγει μέχρι 4.300 σπόρους, η στελλάρια μέχρι 39.000, ενώ η αντράκλα μπορεί να παράγει μέχρι 52.000 σπόρους ανά φυτό. Ακόμη, στα περισσότερα είδη ζιζανίων η παραγωγή σπόρων γίνεται ταυτόχρονα με αυτογονιμοποίηση και με σταυρογονιμοποίηση, ώστε να εξασφαλίζεται η αναπαραγωγή, ακόμη και όταν επικρατούν αντίξοες συνθήκες για επικονίαση, αλλά και να διατηρείται η γενετική παραλλακτικότητα. Το τελευταίο (γενετική παραλλακτικότητα) είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή εγκατάσταση των ζιζανίων σε νέα οικολογικά περιβάλλοντα.

Διασπορά ζιζανίων. Η επιβίωση των ζιζανίων βασίζεται σε μεγάλο ποσοστό στην επιτυχή διασπορά των οργάνων πολλαπλασιασμού τους. Τα όργανα αγενούς αναπαραγωγής και οι σπόροι των περισσότερων ζιζανίων παραμένουν πλησίον του μητρικού φυτού. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις τα όργανα αυτά μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις, με αποτέλεσμα την εμφάνιση νέων ειδών ζιζανίων σε μία περιοχή. Η διασπορά των ζιζανίων γίνεται κυρίως με τη βοήθεια του ανέμου, του νερού, των ζώων και του ανθρώπου. Ο άνεμος μεταφέρει γρήγορα και σε μεγάλες αποστάσεις σπόρους ζιζανίων, όπως αυτά που ανήκουν στην οικογένεια των σύνθετων (Asteraceae). Τα ζιζάνια της οικογένειας αυτής εφοδιάζουν τους σπόρους

τους (αχαίνιο) με ειδική κατασκευή (πάππο), ώστε να παρασύρονται εύκολα από τον άνεμο και να διασπείρονται σε μεγάλες αποστάσεις . Για το λόγο αυτό ζιζάνια, όπως η κόνουζα (*Coryza* spp.), το αγριοράδικο, το κίρσιο και οι ζωχοί (*Sonchus* spp.), έχουν τη δυνατότητα να μετακινηθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να εγκατασταθούν σε νέες περιοχές. Ζιζάνια άλλων οικογενειών χρησιμοποιούν τον άνεμο με διαφορετικό τρόπο. Αυτά τα φυτά έχουν σφαιρική κόμη και κατά την περίοδο της ωρίμανσης των σπόρων αποκόπτονται πολύ εύκολα από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κύλιση όλου του ζιζανίου με την επίδραση του ανέμου και την εναπόθεση των σπόρων σε μεγάλες αποστάσεις από εκεί όπου αναπτύχθηκε το ζιζάνιο. Τα γνωστότερα γένη που χρησιμοποιούν τον παραπάνω μηχανισμό διασποράς είναι τα *Salsola* και *Panicum*. Οι σπόροι ορισμένων ζιζανίων μπορούν να επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού και έτσι μεταφέρονται μέσω αυτού σε μεγάλες αποστάσεις. Ακόμη και ορισμένοι από τους σπόρους που δεν επιπλέουν μπορούν να παρασυρθούν από την κίνηση του νερού, εφόσον βρίσκονται στον πυθμένα του καναλιού ή του ποταμού. Με αυτό τον τρόπο η είσοδος του νερού μπορεί να μεταβάλει τη χλωρίδα των ζιζανίων στους αγρούς που κατακλύζονται από το νερό. Τα ζώα συμβάλλουν στη διασπορά ζιζανίων των οποίων οι σπόροι ή οι καρποί έχουν εξαρτήματα που τους επιτρέπουν να αγκιστρώνονται στο τρίχωμά τους. Οι καρποί της αγριομελιτζάνας και του ασπράγκαθου (*Xanthium* spp.) διαθέτουν μικρές αγκιστροειδή εξαρτήματα, ενώ η σπονδυλωτή σετάρια (*Setaria verticillata*) διαθέτει πολλές, μικρές και ισχυρές τρίχες στην ταξιανθία της. Τα ζιζάνια αυτά αγκιστρώνονται στο τρίχωμα των ζώων και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις. Τα ζιζάνια των γενών *Ecballium* και *Phoradendron* έχουν κολλώδεις σπόρους οι οποίοι προσκολλώνται στα πόδια των πτηνών και αργότερα αποκολλώνται, συνήθως σε διαφορετικές τοποθεσίες.

Οι σπόροι των ζιζανίων που αποτελούν τροφή για τα ζώα μπορούν και μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις, ενώ βρίσκονται στο πεπτικό σύστημα αυτών. Σε ορισμένες περιπτώσεις η παραμονή των σπόρων στο στομάχι των ζώων έχει ευνοϊκή επίδραση στη φορτωτική ικανότητά τους, διότι καταστρέφονται εν μέρει τα σκληρά και αδιαπέραστα από το νερό τοιχώματα. Επιπλέον, η χρήση της κοπριάς ζώων για βελτίωση της δομής των εδαφών εγκυμονεί τον κίνδυνο διασποράς και εγκατάστασης νέων ειδών ζιζανίων,

αλλά και την αύξηση του πληθυσμού των ζιζανίων που ήδη υπάρχουν στην περιοχή.

Λήθαργος ζιζανίων. Λήθαργος ονομάζεται η φυσιολογική κατάσταση των σπόρων ή των οργάνων αγενούς αναπαραγωγής, κατά την οποία αυτά δε φυτρώνουν ή δε βλαστάνουν παρόλο που επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, οξυγόνου και φωτισμού. Ο λήθαργος αποτελεί, μετά τον πολλαπλασιασμό, το σημαντικότερο χαρακτηριστικό για την επιβίωση των ζιζανίων. Παρεμποδίζει το φύτευμα των ζιζανίων στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι αντίξοες για την αύξηση και πολλαπλασιασμό αυτών. Επιπλέον, παρεμποδίζει το ταυτόχρονο φύτευμα όλων των σπόρων ενός είδους, γεγονός που θα επέτρεπε την εύκολη και οριστική αντιμετώπισή τους.

Ο λήθαργος μπορεί να διακριθεί σε πρωτογενή και δευτερογενή. Ο πρωτογενής περιλαμβάνει τον ενδογενή και τον προκαλούμενο λήθαργο και παρουσιάζεται αμέσως μετά τη φυσιολογική ωρίμανση των σπόρων. Ειδικότερα, ο ενδογενής λήθαργος οφείλεται:

1. Σε σκληρά και αδιαπέραστα από το νερό και το οξυγόνο τοιχώματα των σπόρων (άγριο σινάπι, αγριομπαμπακιά, βέλιουρας, βλήτα, μουχρίτσα, στελλάρια). Η τριβή των σπόρων με το έδαφος, η δράση των μικροοργανισμών ή η διέλευσή τους από το πεπτικό σύστημα των ζώων έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ανοιγμάτων στο περίβλημα και κατά συνέπεια την είσοδο του νερού και του οξυγόνου που προάγουν τη βλάστηση. Για το λόγο αυτό σπόροι ζιζανίων που έχουν σκληρά τοιχώματα δέχονται την επίδραση τριβής σε υαλόχαρτο ή άμμο ή εμβαπτίζονται σε θειικό οξύ πριν τη χρησιμοποίησή τους στη διεξαγωγή πειραμάτων.
2. Σε υπανάπτukτα έμβρυα τα οποία συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους μετά την αποκόλληση του σπόρου από το μητρικό φυτό.
3. Σε ύπαρξη ουσιών, όπως η κουμαρίνη και διάφορα οξέα, όπως το αμπισικό, το καφεϊκό και το φερουλικό. Οι ουσίες αυτές παρεμποδίζουν την ενεργοποίηση του εμβρύου, ενώ η έκπλυσή τους με το νερό της βροχής ή των αρδεύσεων και συνεπώς η μείωση της συγκέντρωσής τους στο σπόρο επιτρέπει το φύτευμα. Στην παρουσία αυτών των ουσιών οφείλεται ο λήθαργος που έχει ο ένας από τους δύο σπόρους του καρπού της αγριομελιτζάνας (*Xanthium strumarium*), έτσι ώστε να μη φυτρώνουν

ταυτόχρονα. Για το λόγο αυτό, σπόροι ζιζανίων, των οποίων ο λήθαργος οφείλεται στην παρουσία παρόμοιων ουσιών, δέχονται την επίδραση νερού πριν τη χρησιμοποίησή τους στη διεξαγωγή πειραμάτων.

4. Σε απουσία ουσιών, όπως η α-αμυλάση, που είναι απαραίτητες για την ενεργοποίηση του εμβρύου. Ο σπόρος φυτρώνει μόνο μετά από ένα χρονικό διάστημα, απαραίτητο για τη βιοσύνθεση αυτών των ουσιών.

Ο προκαλούμενος λήθαργος οφείλεται σε εναλλαγές της φωτοπεριόδου ή της θερμοκρασίας. Τα φθινοπωρινά ετήσια ζιζάνια φυτρώνουν το φθινόπωρο και το χειμώνα, ενώ παραμένουν σε λήθαργο την άνοιξη και το καλοκαίρι. Αντίθετα, οι σπόροι των ανοιξιάτικων ετήσιων ζιζανίων φυτρώνουν την άνοιξη και στις αρχές του καλοκαιριού και παραμένουν σε λήθαργο την υπόλοιπη περίοδο. Το φως αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους παράγοντες που επηρεάζουν το φύτεμα των σπόρων των ζιζανίων, αλλά και την κατάσταση του λήθαργου αυτών.

Το φυτόχρωμα (phytochrome) είναι ο υπεύθυνος μηχανισμός που δέχεται την επίδραση του φωτός και απαντάται σε δύο μορφές: 1) τη μορφή που προάγει και 2) τη μορφή που αναστέλλει το φύτεμα. Η αναλογία με την οποία απαντάται κάθε μορφή εξαρτάται από την ένταση του ηλιακού φωτός και συγκεκριμένα από την αναλογία ερυθρής και υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η ερυθρού μήκους κύματος ηλιακή ακτινοβολία ενεργοποιεί τη μορφή του φυτοχρώματος που προάγει τη βλάστηση των σπόρων. Αντίθετα, υπέρυθρου μήκους κύματος ακτινοβολία ενεργοποιεί τη μορφή του φυτοχρώματος που εισάγει το σπόρο σε λήθαργο. Ο δευτερογενής (επιβαλλόμενος) λήθαργος είναι μία κατάσταση αναστολής του φυτώματος στην οποία εισέρχονται οι σπόροι που, ενώ είναι ικανοί να φυτρώσουν, εισέρχονται σε λήθαργο εξαιτίας επικείμενων δυσμενών συνθηκών του περιβάλλοντος. Τέτοιες συνθήκες μπορεί να είναι το παράχωμα των σπόρων σε μεγάλο βάθος. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία του εδάφους ή την περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό, το φως, η διαδοχική ύγρανση και ξήρανση της επιφάνειας του εδάφους, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο ή σε διοξείδιο του άνθρακα στο έδαφος είναι παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν ή να διακόψουν το λήθαργο. Η μικροχλωρίδα του εδάφους επηρεάζει το λήθαργο, δεδομένου ότι επηρεάζει την περιεκτικότητα σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Γενικά, ερεθίσματα, όπως η απότομη μείωση του φωτός, της υγρασίας, της θερμοκρασίας ή του

λόγου των συγκεντρώσεων (O_2/CO_2), μπορούν να προκαλέσουν το δευτερογενή λήθαργο.

Παραμονή σπόρων ζιζανίων στο έδαφος. Η μηχανική κατεργασία του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα το παράχωμα, σε μεγάλο βάθος, των σπόρων των ζιζανίων που βρίσκονται στην επιφάνεια, εκεί όπου οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για το φύτερωμα. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται μία τράπεζα σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος. Οι σπόροι αυτοί προστατεύονται από τα πτηνά, τα έντομα και τους μικροοργανισμούς και φυτρώνουν μόνο όταν ξαναβρεθούν στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, με τη βοήθεια της μηχανικής κατεργασίας. Μέρος αυτών των σπόρων θα διακόψουν το λήθαργο και, εάν δεν καταστραφούν από τους μικροοργανισμούς και τα έντομα, θα φυτρώσουν την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Το σύστημα κατεργασίας του εδάφους και τα είδη των καλλιεργούμενων φυτών που περιλαμβάνονται στην αμειψισπορά επηρεάζουν τα είδη και τα ποσοστά των σπόρων που μετέχουν σε αυτή την τράπεζα γενετικού υλικού των ζιζανίων. Οι σπόροι των ζιζανίων παραμένουν στο έδαφος και διατηρούν για μεγάλο χρονικό διάστημα τη φορτωτική ικανότητά τους. Το διάστημα αυτό εξαρτάται από το είδος του ζιζανίου, το μέγεθος του σπόρου και το βάθος εδάφους στο οποίο βρίσκονται. Γενικά, μικρού μεγέθους σπόροι παραχώνονται σε μεγαλύτερο βάθος (μετακίνηση διαμέσου των πόρων και σχισμών) και διατηρούνται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Φύτερωμα ή βλάστηση ζιζανίων. Το φύτερωμα (διεργασίες εισόδου νερού και ενεργοποίησης του εμβρύου) των σπόρων των ζιζανίων και η βλάστηση των οργάνων αγενούς αναπαραγωγής τους επηρεάζονται από τη θερμοκρασία του εδάφους, την υγρασία και το λόγο της συγκέντρωσης οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα (O_2/CO_2) επιπλέον, το φύτερωμα ορισμένων ζιζανίων επηρεάζεται από την ένταση του φωτός και από την παρουσία ή απουσία ουσιών στο έδαφος. Η άριστη θερμοκρασία φυτώματος για όλα τα ζιζάνια κυμαίνεται από 15 έως 35°C. Πολλά φθινοπωρινά ζιζάνια φυτρώνουν κατά ένα μικρό ποσοστό και σε θερμοκρασίες μικρότερες από 10°C, ενώ ορισμένα ανοιξιότικα ζιζάνια φυτρώνουν και σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 35°C. Οι σπόροι ορισμένων ζιζανίων φυτρώνουν καλύτερα, όταν εκτίθενται σε εναλλασσόμενες θερμοκρασίες από ότι σε μια σταθερή θερμοκρασία. Η μείωση του οξυγόνου στο έδαφος (συμπιεσμένο έδαφος) έχει

ως αποτέλεσμα τη μείωση του φυτρώματος των περισσότερων ζιζανίων. Τέλος, οι σπόροι του ολοπαράσιτου κουσκούτα (*Cuscuta* spp.) απαιτούν την παρουσία διεγερτικών ουσιών από τα φυτά ξενιστές προκειμένου να φυτρώσουν.

Αγενής αναπαραγωγή. Τα ζιζάνια αναπαράγονται αγενώς κυρίως με μεταμορφωμένους βλαστούς και μεταμορφωμένες ρίζες. Οι μεταμορφωμένοι βλαστοί περιλαμβάνουν: 1. τα ριζώματα, 2. τους στόλωνες, 3. τους κονδύλους και 4. τους βολβούς. Στις μεταμορφωμένες ρίζες ανήκουν: 1. οι έρπουσες και 2. οι πασσαλώδεις ρίζες. Τα ριζώματα είναι υπόγειοι βλαστοί. Φέρουν γόνατα και μεσογονάτια διαστήματα. Στα γόνατα βρίσκονται τα λεπιοειδή φύλλα τα οποία περικλείουν τους οφθαλμούς. Ακόμη, σε αυτά σχηματίζονται επίκτητες ρίζες. Τα ριζώματα έχουν οριζόντια έκφυση (ο ακραίος οφθαλμός στρέφεται πάντοτε προς τα κάτω) και είναι πεπλατυσμένα. Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*), η αγριάδα (*Cynodon dactylon*), η νεραγριάδα (*Paspalum distichum*) και το αγρόπυρο (*Agropyron repens*) είναι ζιζάνια που αναπαράγεται αγενώς με ριζώματα. Οι στόλωνες είναι υπόγειοι βλαστοί όπως τα ριζώματα, αλλά βρίσκονται σε μικρότερο βάθος ή έρπουν στην επιφάνεια του εδάφους (ο ακραίος οφθαλμός στους στόλωνες μπορεί να στραφεί και προς τα πάνω). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη αποχρωματισμένων και πράσινων τμημάτων. Η αγριάδα αναπαράγεται αγενώς και με στόλωνες. Οι κόνδυλοι είναι υπόγειοι, διογκωμένοι (ωοειδείς) βλαστοί που έχουν 5 έως 30 οφθαλμούς σε σπειροειδή διάταξη. Πολλές φορές είναι ενωμένοι μεταξύ τους σε σειρά ή σχηματίζουν δίκτυο. Η πολυετής κύπερη (*Cyperus* spp.) πολλαπλασιάζεται αγενώς με κονδύλους. Οι βολβοί είναι υπόγειοι συμπιεσμένοι βλαστοί με σαρκώδη φύλλα και πολύ κοντά μεσογονάτια διαστήματα. Συνήθως έχουν έναν ακραίο οφθαλμό. Το αγριοκρέμμυδο (*Allium* spp.) αναπαράγεται αγενώς με βολβούς. Οι έρπουσες ρίζες είναι οριζόντιες, μεταμορφωμένες ρίζες που φέρουν επίκτητους οφθαλμούς. Διακρίνονται από τα ριζώματα από την απουσία γονάτων και λεπιοειδών φύλλων και από την τυχαία θέση δημιουργίας των επίκτητων οφθαλμών. Το κίρσιο, το βρωμολάχανο (*Cardaria draba*), η περιπλοκάδα (*Convolvulus arvensis*) και το σολανό (*Solanum elaeagnifolium*) πολλαπλασιάζονται αγενώς με τμήματα έρπουσας ρίζας. Οι πασσαλώδεις ρίζες είναι απλές, κατακόρυφες και

συνήθως ξυλοποιημένες με επίκτητους οφθαλμούς, από τους οποίους μπορούν να προέλθουν νέα φυτά. Τα λάπαθα (*Rumex* spp.) πολλαπλασιάζονται αγενώς με τα πρώτα 10 εκατοστά της πασσαλώδους ρίζας τους. Ορισμένα ετήσια ζιζάνια μπορούν να διασπαρθούν και αναπαραχθούν αγενώς χρησιμοποιώντας τμήματα του βλαστού τους. Η γλιστρίδα (*Portulaca oleracea*) αναπαράγεται ευγενώς, καθώς και με τμήματα βλαστού που φέρουν οφθαλμούς.

5. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ

Ο όρος αλληλοπάθεια αναφέρεται στο φαινόμενο της παραγωγής και απελευθέρωσης στο περιβάλλον τοξικών χημικών ουσιών από τα φυτά. Οι ουσίες αυτές είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού (δε συμμετέχουν σε κάποια γνωστή φυσιολογική λειτουργία) και αναστέλλουν το φυτό ή περιορίζουν την ανάπτυξη των φυτών που ανήκουν, στις περισσότερες περιπτώσεις, σε διαφορετικά είδη. Στις περιπτώσεις που η αλληλοπάθεια εκδηλώνεται σε φυτά του ίδιου είδους, καλείται αυτοπάθεια (autotoxicity). Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας έχει καταγραφεί σε τουλάχιστον 50 είδη ζιζανίων, τα οποία επιδρούν μέσω αυτής σε ένα ή περισσότερα είδη καλλιεργούμενων φυτών (Putman, 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. Ο Vasilakoglou κ.ά. (2005) βρήκαν ότι τα εκχυλίσματα της αγριάδας και του βέλιουρα προκάλεσαν μεγαλύτερη μείωση στο φυτό, το νωπό βάρος και το μήκος ρίζας του βαμβακιού, της μουχρίτσας και της σπονδυλωτής σετάριας από ότι στον αραβόσιτο.

Επιπλέον, τα εκχυλίσματα του βέλιουρα προκάλεσαν μεγαλύτερη μείωση στο φυτό, το νωπό βάρος και το μήκος ρίζας των φυτών δεικτών από ότι τα εκχυλίσματα της αγριάδας. Από τα καλλιεργούμενα φυτά, τα σιτηρά (σίκαλη, triticale, κριθάρι, βρώμη, ρύζι, αραβόσιτος), τα ψυχανθή (βίκος, μηδική, τριφύλλι), τα ζαχαρότευτλα, η σόγια, η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος παράγουν τέτοιες ουσίες και ασκούν αλληλοπαθητική επίδραση στα ζιζάνια. Γενικά, σε πειράματα εργαστηρίου έχει αποδειχθεί η ικανότητα πολλών ειδών να παράγουν αλληλοπαθητικές ουσίες. Παρ' όλα αυτά, το γεγονός της σύνθεσης αυτών των ουσιών από μόνο του δεν μπορεί να ερμηνεύσει την αλληλεπίδραση των φυτών, εάν ταυτόχρονα δε συμπληρώνεται και από παρόμοια δεδομένα πειραμάτων αγρού (Foy και Inderjit, 2001 Inderjit κ.ά., 2001). Η αδυναμία των αλληλοπαθητικών ουσιών να προκαλέσουν βιολογικό αποτέλεσμα σε συνθήκες αγρού, στις περισσότερες περιπτώσεις, οφείλεται: 1. στη μικρή συγκέντρωσή τους, 2. στη μικρή υπολειμματική διάρκεια τους στο έδαφος, 3. στην αδυναμία απελευθέρωσής τους από τους ιστούς του φυτού που τις παράγει, 4. στο μεταβολισμό τους σε μη φυτοτοξικές ουσίες από τα

υπόλοιπα είδη φυτών ή 5. στην αδυναμία τους να εισέλθουν στους ιστούς των φυτών

5.1 Χημικές ομάδες αλληλοπαθητικών ουσιών

Οι χημικές ουσίες που ευθύνονται για το φαινόμενο της αλληλοπάθειας είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού και μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη βιοσύνθεση τους σε μεγάλες ομάδες όπως τα αλκαλοειδή, τα φαινυλοπροπάνια, τα στεροειδή, τα τερπενοειδή, οι κουμαρίνες, οι κουινόνες, τα φλαβονοειδή, οι ταννίνες, οι χελιαννάνες, τα γλυκοσίδια, οι αλδεΐδες και οι ακετογενίνες (Macias κ.ά., 2004, Putman, 1985). Επιπλέον, η αλληλοπαθητική δράση αποδίδεται και σε ουσίες που ανήκουν στις λακτόνες, τις αλκοόλες, τα πολυπεπτίδια, τα νουκλεοσίδια και τα μεγάλου μήκους λιπαρά οξέα. Οι χελιαννάνες συνήθως έχουν ως πρόδρομη ουσία την κουμαρίνη, οι βενζοξαζινόνες το ινδολυλοξικό οξύ, ενώ τα φαινολικά παράγωγα την φαινυλαλανίνη.

Η παραγωγή των αλληλοπαθητικών ουσιών γίνεται σε όλα τα μέρη του φυτού (ρίζες, βλαστό, φύλλα, άνθη) και η απελευθέρωση τους στο περιβάλλον γίνεται κυρίως με πέντε τρόπους: 1. με την εξάτμιση από τα φύλλα, όταν οι ουσίες αυτές είναι έντονα πτητικές, 2. με την έκπλυση από τα φύλλα και το βλαστό, ιδιαίτερα για τις υδατοδιαλυτές ουσίες, 3. την απέκκριση από τις ρίζες, 4. μέσω της αποδόμησης των αλληλοπαθητικών φυτών στο έδαφος και 5. με τη διασπορά γύρης που περιέχει αλληλοπαθητικές ουσίες (Aldrich και Kremer, 1997, Khanh κ.ά., 2005). Επιπλέον, η παραγωγή των ουσιών αυτών από τα φυτά επηρεάζεται από παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων, η θερμοκρασία, το φως και η υγρασία, αλλά και από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Γενικά, η παραγωγή των αλληλοπαθητικών ουσιών είναι εντονότερη σε φυτά που βρίσκονται υπό δυσμενείς συνθήκες (stress) (Putman, 1985).

Η υψηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, ο ανταγωνισμός που προκαλείται από άλλα είδη φυτών, οι πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες και η παρουσία ενός ζιζανιοκτόνου ή ενός παθογόνου μικροοργανισμού αποτελούν συνθήκες στις οποίες αυξάνεται συνήθως η παραγωγή των αλληλοπαθητικών ουσιών (Zimdahl, 2007). Επιπλέον, σε συνθήκες καταπόνησης αυξάνεται η ευαισθησία των περισσότερων φυτών

στη δράση των αλληλοπαθητικών ουσιών (Einhelling, 2004).

5.2 Μηχανισμός δράσης αλληλοπαθητικών ουσιών

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες επιδρούν σε ορισμένες λειτουργίες και φυσιολογικές διεργασίες των φυτών όπως: 1. η επιμήκυνση των κυττάρων και η ανάπτυξη ριζικών τριχιδίων, 2. η διαπερατότητα των μεμβρανών, 3. η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, 4. η φωτοσύνθεση, 5. η αναπνοή, 6. το άνοιγμα των στοματίων, 7. η σύνθεση των πρωτεϊνών και 8. η αύξηση που οφείλεται σε ορμονική δράση. Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι ο μηχανισμός δράσης των περισσότερων αλληλοπαθητικών ουσιών είναι παρόμοιος με εκείνο των ζιζανιοκτόνων. Ειδικότερα, οι αλληλοπαθητικές ουσίες που ανήκουν στα τερπενοειδή [monoterpens (cineole), sequiterpenes (artemisin), quassinoids, saponins (betulin), diterpenes (podolactone) triterpenes (ailanthone, holacanthone, glaucarubolone, chaparrinone)] αναστέλλουν τη μίτωση, επιδρούν στην ακεραιότητα των κυτταρικών μεμβρανών, παρεμβαίνουν στη μιτοχονδριακή αναπνοή, αναστέλλουν τη σύνθεση της χλωροφύλλης και αναστέλλουν τη δράση του ενζύμου συνθετάση της ασπαραγίνης (Duke και Oliva, 2004).

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες που κατατάσσονται στις φαινολικές ουσίες παράγωγα των cinamic (hydrocinnamic, salicylic) and benzoic (hydroxybenzoic, gallic) acids, coumarins (ferulic acid, coumaric acid, caffeic, scopoletin, umbelliferone, esculetin), tannins, polyphenolic complexes, flavonoids (myricetin, naringenin, kaempferol, catechin), aldehydes (vanillin)] αναστέλλουν την αύξηση των φυτών (Einhelling, 2004). Η αναστολή αυτή συνήθως είναι αποτέλεσμα των μεταβολών: 1. στη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών, λόγω της προσκόλλησης των αλληλοπαθητικών ουσιών στους υποδοχείς των μεμβρανών (Uribe-Carvajal κ.ά., 2008), 2. στις υδατικές σχέσεις των φυτών, 3. στο ρυθμό φωτοσύνθεσης, 4. στο ρυθμό αναπνοής, καθώς και 5. στη μείωση του ρυθμού πρόσληψης καλίου και νιτρικών από τις ρίζες (Vaughan και Ord, 1991). Τα παράγωγα των σιναμικού και βενζοϊκού οξέων μεταβάλλουν τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών με αποτέλεσμα την έξοδο από το κύτταρο διαφόρων ανιόντων και κατιόντων και ταυτόχρονα την παρεμπόδιση της εισόδου σε άλλα στοιχεία (Shann και Blum, 1987). Επιπρόσθετα, οι αλληλοπαθητικές αυτές ουσίες

μειώνουν την πρόσληψη από το φυτό των θρεπτικών στοιχείων, όπως το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο και το μαγνήσιο. Η μείωση της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων που προκαλείται από την παρουσία των αλληλοπαθητικών ουσιών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του υδατικού δυναμικού και της σπαργής του φυτού. Αποτέλεσμα αυτών είναι τελικά η μείωση της αύξησης του φυτού (Barkosky κ.ά., 2000). Ο Barizamakenga κ.ά. (1995) βρήκαν ότι τα παράγωγα των σιναμικού και βενζοϊκού οξέων καταστρέφουν την ακεραιότητα των μεμβρανών, διότι μειώνουν τον αριθμό των θειικών ομάδων.

Επιπλέον, προκαλούν υπεροξειδωση των λιπιδίων μέσω του σχηματισμού ελεύθερων ριζών στις μεμβράνες και την ταυτόχρονη παρεμπόδιση της δράσης των καταλασών και υπεροξειδασών. Ακόμη, έχει βρεθεί ότι οι αλληλοπαθητικές ουσίες της ομάδας αυτής επηρεάζουν τη δράση των αυξινών και διαφόρων ενζύμων (Prasad και Devi, 2001) και μειώνουν τη φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού. Ειδικότερα, αυξάνουν, σε ορισμένες περιπτώσεις, τη δράση των υπεροξειδασών, των καταλασών και της οξειδάσης του ινδολουλο-οξικού οξέος (IAA), ενώ μειώνουν τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης και αυξάνουν την αγωγιμότητα των στοματίων των φύλλων, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο ρυθμός αξιοποίησης του διοξειδίου του άνθρακα (Einhelling, 2004). Η ουσία sorgoleone που παράγεται από το σόργο (*Sorghum bicolor*) αναστέλλει τη φωτοσύνθεση, διότι προσκολλάται στην πλαστοκινόνη και παρεμποδίζει την κατανάλωση οξυγόνου στο επίπεδο του κυτοχρώματος bc1 (Uribe-Carvajal κ.ά., 2008). Οι κουμαρίνες αναστέλλουν τη μίτωση και την οξειδωση του ινδολουλο-οξικού οξέος, ενώ ανταγωνίζονται τη δράση του αμπισισικού οξέος και ενεργοποιούν τη σύνθεση του αιθυλενίου. Ο περιορισμός της αύξησης των ριζών προκαλεί υδατική καταπόνηση στο φυτό, με αποτέλεσμα να προκαλείται το κλείσιμο των στοματίων και η μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Οι ταννίνες μειώνουν το ρυθμό της αναπνοής μέσω της μείωσης της συγκέντρωσης του οξυγόνου στα μιτοχόνδρια και της διακοπής της ροής των ηλεκτρονίων σε αυτά. Επιπλέον, οι ταννίνες ανταγωνίζονται τη δράση των γιββερελλινών, παρεμποδίζουν τη δράση της DNA-πολυμεράσης και μειώνουν τη μεταφορά των πρωτεϊνών (Quah, 1990 Wink και Latz-Brunning, 1995). Τέλος, τα φλαβονοειδή παρεμποδίζουν τη μεταφορά ηλεκτρονίων στις μεμβράνες των μιτοχονδρίων και την υδρόλυση

της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP). Οι αλληλοπαθητικές ουσίες που ανήκουν στην ομάδα των υδροξαμικών οξέων (hydroxamic acids) παράγονται κυρίως από φυτά της οικογένειας των αγρωστωδών φυτών (Poaceae). Οι σπουδαιότερες ουσίες αυτής της ομάδας είναι οι βενζοξαζινόνες 2(3H)-benzoxazoline (BOA) και 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one (DIBOA). Οι ουσίες αυτές προκαλούν αναστολή του φυτρώματος και της ανάπτυξης των ριζών και των βλαστών νεαρών σπορόφυτων των αγρωστωδών και δικοτυλήδων φυτών (Barnes κ.ά., 1987). Η αναστολή αυτή της αύξησης των νεαρών σπορόφυτων είναι κυρίως αποτέλεσμα της παρεμπόδισης της διεργασίας της μίτωσης (Sanchez-Moreiras κ.ά., 2004). Η ομάδα των χελιαννανών περιλαμβάνει τις αλληλοπαθητικές ουσίες heliannane και heliannuol οι οποίες παράγονται κυρίως στα φύλλα του ηλίανθου (Macias κ.ά., 2004). Οι ουσίες αυτές προκαλούν μείωση του φυτρώματος και της ανάπτυξης αγρωστωδών και δικοτυλήδων φυτών, ενώ η τοξικότητα τους αυξάνει με την αύξηση του μεγέθους του ετεροκυκλικού δακτυλίου του μορίου τους. Σε πειράματα διερεύνησης της αλληλοπαθητικής ικανότητας του ηλίανθου, ο Gniazdowska κ.ά. (2007) βρήκαν ότι το εκχύλισμα ηλίανθου προκάλεσε μείωση της βλάστησης του σιναπιού (*Sinapis alba*). Ειδικότερα, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι το εκχύλισμα του ηλίανθου δεν προκάλεσε άμεσα το θάνατο των σπορών, αλλά αρχικά προκάλεσε λήθαργο στους σπόρους και στη συνέχεια το θάνατο αυτών. Η φυτοτοξικότητα αυτή αποδόθηκε στην υπερπαραγωγή υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) και στη διαρροή ηλεκτρολυτών από τους σπόρους σιναπιού, με αποτέλεσμα την υπεροξειδωση των λιπιδίων και την καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών. Επιπλέον, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του αμπισισικού οξέος (ABA) παρουσία του εκχυλίσματος ηλίανθου. Το ABA ευθύνεται για το λήθαργο των σπόρων, διότι παρεμποδίζει τη μεταβολική δραστηριότητα του εμβρύου και μειώνει την παραγωγή αιθυλενίου στους σπόρους. Γενικά, οι αλληλοπαθητικές ουσίες του ηλίανθου διαταράσσουν την ορμονική ισορροπία μεταξύ ABA και αιθυλενίου, που θεωρούνται παράγοντες που ελέγχουν τη βλάστηση των σπόρων και την αύξηση των νέων σπορόφυτων.

Η χημική ομάδα των αλκαλοειδών περιλαμβάνει αλληλοπαθητικές ουσίες όπως τα gramine και hordenine που παράγονται από το κριθάρι (*Hordeum vulgare*) και την artemisin που παράγεται από την αρτεμισία

(*Artemisia annua*). Οι ουσίες αυτές παρεμποδίζουν την πρόσληψη νατρίου και καλίου και, πιθανώς με αυτό τον τρόπο, παρεμποδίζουν την αύξηση των φυτών (Uribe-Carvajal κ.ά., 2008). Η ουσία *tricolorin* που παράγεται από μία ιπομοία (*Ipomea tricolor*) αναστέλλει τη ροή ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II, ενώ οι ουσίες *squamocin*, *bullatacin* και *motrillin* που παράγονται από το *Αηνοα rugruea* παρεμποδίζουν τη βιοσύνθεση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) και τη μεταφορά των ηλεκτρονίων (Uribe-Carvajal κ.ά., 2008).

6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

6.1. Υλικά και μέθοδοι

Οι πειραματική εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης κατά τα έτη 2012-2013. Η καλλιέργεια του σόργου σπάρθηκε στις 25-5-2012. Η ποικιλία του γλυκού σόργου που χρησιμοποιήθηκε ήταν η TOPPER.

Οι πειραματικές μετρήσεις έδειξαν ότι ο αριθμός βλαστων/2 m μήκος ή 1.5 m² ήταν αντίστοιχα σε κάθε επανάληψη (47, 52, 48, 55) = (31, 35, 32, 37 βλαστοί m²). Το νωπό βάρος ήταν kg/2m μήκος ή 1,5 m² (27.4, 22.1, 24.90, 21.1) = (18.2, 14.7, 16.6, 14.0 kg/m²) αντίστοιχα και συγκέντρωση σε σάκχαρα 14,5%. Επιπροσθέτως, η απομάκρυνση του υπέργειου τμήματος μετά τη συγκομιδή έγινε 19-10-2012 (Εικ. 6.1.). Στη συγκομιδή οι αποδώσεις του γλυκού σόργου σε βιομάζα ήταν 6 έως 8 τόνους το στρέμμα. Μετά την συγκομιδή της καλλιέργειας του σόργου έγινε ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας αυτής στις 13-12-2012 (Εικ. 6.2.) .



Εικόνα 6.1

Μετά από 15 ημέρες από την ενσωμάτωση των, στις 28-12-2012, έγινε λίπανση του εδάφους με σύνθετο λίπασμα τύπου 20-10-0. Η σπορά των χειμερινών καλλιεργειών βίκου και σιταριού έγινε με σπαρτική μηχανή των χειμερινών σιτηρών στις 28-10-2012.



Εικόνα 6.2. Ενσωμάτωση των υπολειμμάτων γλυκού σόργου στον αγρό.

Η ποσότητα σπόρου του σιταριού που χρησιμοποιήθηκε ήταν 20 kg/στρέμμα ποικιλίας CLAUDIO. Ενώ, για τον βίκο χρησιμοποιήθηκαν 15 kg/στρέμμα ποικιλίας ΤΕΜΠΗ (ΤΕΜΠΙ). Στη συνέχεια, με το φύτευμα των χειμερινών καλλιεργειών έγινε καταμέτρηση των φυτρωμένων καλλιεργούμενων φυτών και των ζιζανίων 30 ημέρες μετά την σπορά. Επιπλέον, 6 μήνες μετά την σπορά αξιολογήθηκε ο αριθμός φυτών, βλαστών και το νωπού βάρους των καλλιεργούμενων φυτών και των ζιζανίων (Εικ 6.3). Στη συγκομιδή αξιολογήθηκε η απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό το πλήρες τυχαίο με τέσσερις επαναλήψεις. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα MSTAT- C.



Εικόνα 6.3. Καταμέτρηση νωπού βάρους, αριθμού φυτών και βλαστών σε δειγματοληψία με πλαίσιο 0,25 m².



Εικόνα 6.4. Νεαρά φυτά σιταριού και βίκου, λίγο μετά το φύτευμά τους.

Συνολικό ξηρό βάρος του σόργου στη συγκομιδή (5-4-2013).

Βιομάζα γλυκού σόργου πριν τη συγκομιδή	
Επανάληψη	Kg/ m ²
I	7,8
II	6,1
III	7,4
IV	5,8
M.O.	6,8

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε κατά την διάρκεια του πειράματος, κατά τα έτη 2012-2013 παρουσιάζεται παρακάτω.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ 2012 - 2013

ΕΚΚΛΗΣΙΑ	I		II		III		IV		ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	
	Common vetch	Common vetch	Common vetch	Common vetch	Common vetch	Common vetch	Common vetch	Common vetch	
	Corn	Corn	Corn	Corn	Corn	Corn	Corn	Corn	
	Soy bean	Soy bean	Soy bean	Soy bean	Soy bean	Soy bean	Soy bean	Soy bean	
Sweet sorghum Cover crop	Control	Sweet sorghum Cover crop	Control	Sweet sorghum Cover crop	Control	Sweet sorghum Cover crop	Control		

—————→
Κεντρικός δρόμος

6.2. Αποτελέσματα και συζήτηση

6.2.1. Αριθμός φυτών σιταριού και βίκου/ m² 30 ημέρες μετά τη σπορά

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι ο αριθμός φυτών και των δυο καλλιεργειών (σιτάρι, βίκο) επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος. Περισσότερο επηρεάστηκε ο αριθμός φυτών (φυτρωτική ικανότητα) της καλλιέργειας του βίκου και λιγότερο του σιταριού. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών σιταριού 30 ημέρες μετά την σπορά του στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στα αντίστοιχα πειραματικά τεμάχια όπου δεν υπήρχαν υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου. Κατά μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων ο αριθμός φυτών σιταριού στα πειραματικά τεμάχια που ενσωματωθήκαν τα υπολείμματα τις καλλιέργειας του σόργου ήταν 10 έως 15% μικρότερος από ότι στα τεμάχια που δεν ενσωματώθηκε. Ωστόσο, η μείωση του αριθμού φυτών του βίκου στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου ήταν 25% έως 30 %. (Πίνακας 1)

Πίνακας 1. Αριθμός φυτών σιταριού και βίκου/ m² 30 ημέρες μετά τη σπορά

Αριθμός φυτών/ m ²				
Σιτάρι			Βίκος	
Επαναλήψεις	με υπολείμματα σόργου	χωρίς υπολείμματα σόργου	με υπολείμματα σόργου	χωρίς υπολείμματα σόργου
I	188	196	124	140
II	124	156	108	168
III	130	136	124	180
IV	120	122	148	192
M.O.	140,5	152,5	126	170
C.V.	19			

6.2.2. Ο αριθμός φυτών των ζιζανίων που φύτρωσαν και στις δυο καλλιέργειες 30 ημέρες μετά την σπορά τους.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων (ANOVA) έδειξε ότι ο αριθμός φυτών των ζιζανίων που φύτρωσαν στα πειραματικά τεμάχια στην καλλιέργεια του σιταριού και βίκου 30 ημέρες μετά την σπορά τους επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία υπολειμμάτων γλυκού σόργου. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών του ζιζανίου Βερονίκη (*Veronica hederipholia* L.) επηρεάστηκε

σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου και στις δυο καλλιέργειες. Ο αριθμός φυτών του ζιζανίου αυτού μετά την καλλιέργεια του σιταριού, στα τεμάχια όπου ενσωματώθηκαν υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου, ήταν 55% μικρότερος από ότι στον μαρτύρα (τεμάχια χωρίς ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας του σόργου). Η αντίστοιχη μείωση του αριθμού φυτών της Βερονίκης, μέσα στην καλλιέργεια του βίκου ήταν 45% (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Αριθμός φυτών του ζιζανίου Βερονίκη (*Veronica hederipholia* L.) / m² στην καλλιέργεια του σιταριού και βίκου 30 ημέρες μετά τη σπορά τους.

Αριθμός φυτών του ζιζανίου Βερονίκη / m ²				
Στην καλλιέργεια του σιταριού			Στην καλλιέργεια του βίκου	
Επαναλήψεις	με υπολείμματα σόργου	χωρίς υπολείμματα σόργου	με υπολείμματα σόργου	χωρίς υπολείμματα σόργου
I	16	40	20	44
II	8	32	14	28
III	24	34	20	28
IV	26	56	24	36
M.O.	18,5	40,5	19,5	34
C.V.	22			

Ο αριθμός φυτών του ζιζανίου παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.) επίσης επηρεάστηκε από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου που ενσωματώθηκαν στο έδαφος. Στα πειραματικά τεμάχια που ενσωματώθηκαν τα υπολείμματα του γλυκού σόργου, ο αριθμός φυτών της παπαρούνας και στις δυο καλλιέργειες, μειώθηκε περισσότερο από ότι ο αριθμός φυτών της βερονίκης. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών του ζιζανίου αυτού στην καλλιέργεια του σιταριού στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα σόργου ήταν 49% μικρότερος σε σχέση με τον μαρτύρα (χωρίς υπολείμματα σόργου). Ωστόσο, στην καλλιέργεια του βίκου ο αριθμός φυτών της παπαρούνας στα τεμάχια με υπολείμματα γλυκού σόργου, ήταν κατά 63% μικρότερος σε σχέση με τον μαρτύρα. (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Αριθμός φυτών του ζιζανίου παπαρούνα (*Papaver roheas* L.) / m² στην καλλιέργεια του σιταριού και βίκου 30 ημέρες μετά τη σπορά τους.

Αριθμός φυτών του ζιζανίου παπαρούνα / m ²				
Στην καλλιέργεια του σιταριού			Στην καλλιέργεια του βίκου	
Επαναλήψεις	με υπολείμματα σόργου	χωρίς υπολείμματα σόργου	με υπολείμματα σόργου	Βίκος χωρίς καλλιέργεια σόργου
I	8	20	16	36
II	6	6	24	60
III	8	20	20	36
IV	10	16	16	72
M.O.	8	15,5	19	51
C.V.	23			

6.2.3 Αριθμός φυτών, βλαστών και νωπό βάρος των καλλιεργούμενων φυτών σιτάρι και βίκο 6 μήνες μετά την σπορά.

Ο αριθμός φυτών και βλαστών της καλλιέργειας του σιταριού επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων, 6 μήνες μετά από την σπορά. Ωστόσο, δεν παρατηρηθήκαν σημαντικές διαφορές στο νωπό βάρος της καλλιέργειας. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών και βλαστών του σιταριού στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα της καλλιέργειας του γλυκού σόργου ήταν κατά 14% και 13% αντίστοιχα μικρότερος συγκριτικά με τα πειραματικά τεμάχια που δεν ενσωματώθηκαν υπολείμματα γλυκού σόργου (μαρτυράς). (Πινάκας 4).

Πίνακας 4. Αριθμός φυτών, βλαστών και νωπό βάρος της καλλιέργειας του σιταριού / m² 6 μήνες μετά τη σπορά.

Επαναλήψεις	Χωρίς υπολείμματα σόργου			Με υπολείμματα σόργου		
	Αριθμός βραστών	Αριθμός φυτών	Νωπό. βάρος (g)	Αριθμός βραστών	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	472	160	1.840	460	152	1.840
II	776	240	2.400	420	140	1.760
III	372	124	1.120	668	220	2.640
IV	840	280	3.400	568	188	2.640
M.O.	615	201	2.190	529	175	2.220
CV	23					

Ο αριθμός βλαστών της καλλιέργειας του βίκου στα τεμάχια που ενσωματώθηκαν υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου, μειώθηκε περισσότερο απ' ό τι ο αριθμός βλαστών και φυτών τις καλλιέργειας του σιταριού. Ωστόσο, το νωπό βάρος του βίκου, όπως και στο σιτάρι, δεν επηρεαστήκαν σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του σόργου. Ειδικότερα, ο αριθμός βλαστών της καλλιέργειας του βίκου στα πειραματικά τεμάχια που ενσωματώθηκαν τα υπολείμματα του γλυκού σόργου ήταν 28% μικρότερος από ότι τον μαρτύρα (χωρίς υπολείμματα). (Πινάκας 5).

Πίνακας 5. Αριθμός βλαστών και νωπό βάρος της καλλιέργειας βίκου / m² 6 μήνες μετά τη σπορά.

Χωρίς υπολείμματα σόργου			Με υπολείμματα σόργου	
Επαναλήψεις	Αριθμός βραστών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός βραστών	Νωπό βάρος (g)
I	260	1.060	264	1.480
II	280	1.080	168	1.160
III	240	1.040	268	1.600
IV	440	2.000	180	880
M.O.	305	1.295	220	1.280
CV	18			

6.2.4. Ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος των ζιζανίων που αναπτύχθηκαν και στις δυο καλλιέργειες μετά την σπορά τους.

Η ανάλυση των ζιζανίων (ANOVA) έδειξε ότι ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος του ζιζανίου παπαρούνα στην καλλιέργεια του σιταριού έξι μήνες μετά την σπορά επηρεάστηκαν σημαντικά από την παρουσία των υποδημάτων του γλυκού σόργου. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών της παπαρούνας στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα ήταν κατά 20% μικρότερος από ότι στους μάρτυρες, ενώ το νωπό βάρος του ζιζανίου αυτού στα τεμάχια με υπολείμματα με γλυκό σόργο κατά 34% μικρότερος σε σχέση με τον μαρτύρα. (Πινάκας 6).

Πίνακας 6. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου παπαρούνα (*Papaver roheas* L.) στην καλλιέργεια του σιταριού 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	28	1.860	24	3.940
II	20	1.360	24	1.060
III	8	480	16	464
IV	8	240	16	420
M.O.	16	985	20	1.471
CV	19			

Επίσης, ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος του ζιζανίου αυτού, στην καλλιέργεια του βίκου επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος της παπαρούνας στα τεμάχια με υπολείμματα γλυκού σόργου ήταν κατά 22% και 77% αντίστοιχα μικρότερα σε σχέση με τον μαρτύρα (χωρίς υπολείμματα). (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου παπαρούνα (*Papaver roheas* L.) στην καλλιέργεια του βίκου 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	40	860	16	1.640
II	16	660	20	5.040
III	8	280	60	940
IV	24	120	16	540
M.O.	22	480	28	2.040
CV	22			

Ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος του ζιζανίου άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) σε αντίθεση με την παπαρούνα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος (Πίνακας 8 και 9). Ωστόσο, το νωπό βάρος του ζιζανίου αυτού που αναπτύχθηκε στο βίκο στο πειραματικό τεμάχιο με υπολείμματα γλυκού σόργου, ήταν 14% μικρότερο συγκριτικά με τα τεμάχια που δεν έγινε ενσωμάτωση υπολειμμάτων.

Πίνακας 8. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) στην καλλιέργεια του σιταριού 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	0	0	4	1.200
II	4	2.160	4	3.000
III	8	5.600	8	2.640
IV	4	1.720	8	3.400
M.O.	4	2.370	6	2.560
CV				

Πίνακας 9. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) στην καλλιέργεια του βίκου 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	20	4.800	20	7.840
II	20	6.340	12	5.000
III	4	1.520	8	3.320
IV	4	1.800	4	900
M.O.	12	3.615	11	4.265
CV				

Ο αριθμός φυτών και νωπού βάρους των ζιζανίων χαμομήλι (*Chamomilla recutita* L.), βερονίκη (*Veronica hederipholia* L.) και στελάρια (*Stellaria media* L.) και στις δυο καλλιέργειες, 6 μήνες μετά τη σπορά ήταν σημαντικά μικρότερος στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα γλυκού σόργου συγκριτικά με τα τεμάχια χωρίς υπολείμματα. (Πίνακες 10,11,12,13,14,15,16).

Πίνακας 10. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου χαμομήλι (*Chamomilla recutita* L.) στην καλλιέργεια του σιταριού 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	0	0	12	120
II	0	0	68	480
III	0	0	60	540
IV	0	0	60	1.140
M.O.	0	0	50	570
CV	18			

Πίνακας 11. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου χαμομήλι (*Chamomilla recutita* L.) στην καλλιέργεια του βίκου 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επανάληψη	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	0	0	68	260
II	0	0	12	40
III	0	0	20	160
IV	0	0	20	80
M.O.	0	0	30	135
CV				

Πίνακας 12. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου βερονίκη (*Veronica hederipholia* L.) στην καλλιέργεια του σιταριού 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	0	0	24	20
II	0	0	152	160
III	0	0	32	20
IV	0	0	100	120
M.O.	0	0	77	80
CV	24			

Πίνακας 13. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου βερονίκη (*Veronica hederipholia* L.) στην καλλιέργεια του βίκου 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	0	0	68	220
II	0	0	4	20
III	0	0	92	240
IV	0	0	60	100
M.O.	0	0	56	145
CV	14			

Πίνακας 14. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου στελάρια (*Stellaria media* L.) στην καλλιέργεια του σιταριού 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου		Χωρίς υπολείμματα σόργου	
	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
1	0	0	0	0
2	0	0	56	120
3	0	0	24	40
4	0	0	16	40
M.O.	0	0	24	50
CV	22			

Πίνακας 15. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου στελάρια (*Stellaria media* L.) στην καλλιέργεια του βίκου 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Με υπολείμματα σόργου			Χωρίς υπολείμματα σόργου	
Επαναλήψεις	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	0	0	0	0
II	0	0	24	20
III	0	0	200	160
IV	0	0	68	80
M.O.	0	0	73	65
CV				

Πίνακας 16. Αριθμός φυτών και νωπό βάρος/m² του ζιζανίου στελάρια (*Stellaria media* L.) στην καλλιέργεια του σιταριού 6 μήνες μετά τη σπορά του.

Με υπολείμματα σόργου			Χωρίς υπολείμματα σόργου	
Επαναλήψεις	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)	Αριθμός φυτών	Νωπό βάρος (g)
I	0	0	0	0
II	0	0	0	0
III	0	0	0	0
IV	0	0	32	20
M.O.	0	0	8	5
CV				

6.2.5. Αποδώσεις σε καρπό της καλλιέργειας του σιταριού και του βίκου στην συγκομιδή.

Η απόδοση σε καρπό της καλλιέργειας του σιταριού επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος. Αντίθετα, δεν παρατηρηθήκαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση της καλλιέργειας του βίκου. Κατά μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων η απόδοση του σιταριού στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα ήταν κατά 25% μικρότερο από ότι στα τεμάχια χωρίς υπολείμματα γλυκού σόργου (μάρτυρας). (Πίνακας 17 και 18)

Πίνακας 17. Αποδόσεις της καλλιέργειας του σιταριού

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου	Χωρίς υπολείμματα σόργου
	Απόδοση kg/m ²	Απόδοση kg/m ²
I	0,399	0,566
II	0,428	0,362
III	0,294	0,412
IV	0,346	0,274
M.O.	0,367	0,404
C.V.	21	

Πίνακας 18. Αποδόσεις της καλλιέργειας του βίκου

Επαναλήψεις	Με υπολείμματα σόργου	Χωρίς υπολείμματα σόργου
	Απόδοση kg/m ²	Απόδοση kg/m ²
I	0,223	0,275
II	0,360	0,561
III	0,423	0,291
IV	0,418	0,346
M.O.	0,356	0,368
C.V.	19	

6.3. Συμπεράσματα

Ο αριθμός φυτών και των δυο καλλιεργούμενων φυτών (σιτάρι, βίκος) επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος. Περισσότερο επηρεάστηκε η φυτρωτική ικανότητα της καλλιέργειας του βίκου και λιγότερο του σιταριού.

Ο αριθμός φυτών σιταριού 30 ημέρες μετά την σπορά του στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου ήταν σημαντικά μικρότερος από ότι στα αντίστοιχα πειραματικά τεμάχια όπου δεν υπήρχαν υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου. Κατά μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων ο αριθμός φυτών σιταριού στα πειραματικά τεμάχια που ενσωματώθηκαν τα υπολείμματα του γλυκού σόργου ήταν 10 έως 15% μικρότερος από ότι στα τεμάχια χωρίς υπολείμματα. Ωστόσο, η μείωση του αριθμού φυτών του βίκου στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα της καλλιέργειας του σόργου ήταν από 25 έως 30%.

Ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος του ζιζάνιου παπαρούνας στην καλλιέργεια του σιταριού έξι μήνες μετά την σπορά επηρεάστηκαν σημαντικά από την παρουσία των υποδημάτων του γλυκού σόργου. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών της παπαρούνας στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα ήταν κατά 20% μικρότερος από ότι στους μάρτυρες, ενώ το νωπό βάρος του ζιζάνιου αυτού ήταν κατά 34% μικρότερο σε σχέση με τον μάρτυρα.

Η απόδοση σε καρπό της καλλιέργειας του σιταριού επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των υπολειμμάτων του γλυκού σόργου στο έδαφος. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση της καλλιέργειας του βίκου. Κατά μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων η απόδοση του σιταριού στα πειραματικά τεμάχια με υπολείμματα ήταν κατά 25% μικρότερο από ότι στα τεμάχια χωρίς υπολείμματα γλυκού σόργου.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία:

- Aldrich, R.J. and R.J. Kremer. 1997. Principles in Weed Management. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 455 p.
- Anderson, W.P. 1996. Weed Science: principles and applications. 3rd edition, West Publishing Company. 388 p.
- Arduini, 1., A. Masoni, L. Ercoli and M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. European Journal of Agronomy 25:309-318.
- Barkosky, R.R., F.A. Einhelling, and J.L. Butler. 2000. Caffeic acid-induced changes in plant-water relationships and photosynthesis in leafy spurge (*Euphorbia esula*). Journal of Chemical Ecology 26:2095-2109.
- Barnes, J.P., A.R. Putnam, B.A. Burke, and A..J. Aasen. 1987. Isolation and characterization of allelochemicals in rye herbage. Phytochemistry 26:1385-1390.
- Baziramakenga, Ft., G.D. Leroux, and Fi.R. Simard. 1995. Effects of benzoic and cinnamic acids on membrane permeability of soybean roots. Journal of Chemical Ecology 21:1271-1285.
- Carver, B.F. and J .D. Ownby. 1995. Acid soil tolerance in wheat. Advances in Agronomy 54:117-173.

- Dahlberg, J .A. 2000. Classification and characterization of sorghum. In Smith, C.W. and R.A. Frederiksen (eds) Sorghum: origin, history, technology and production pp. 99-130. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Delorit, R.J., L.J. Greub and H.L. Ahlgren. 1984. Crop Production. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. Fifth edition. 768 p.
- Duke, S.O. and A. Oliva. 2004. Mode of action of phytotoxic terpenoids. pp. 201-216. In Allelopathy — Chemistry and mode of action of allelochemicals. F.A. Macias, J.C.G. Galindo, J.M.G. Molinillo, and H.G. Cutler (Eds). CRC Press. Boca Raton, London, New York, Washinton, D.C.
- Einhelling, F.A. 2004. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. pp. 217-238e. In Allelopathy — Chemistry and mode of action of allelochemicals. F.A. Macias, J.C.G. Galindo, J.M.G. Molinillo, and H.G. Cutler (Eds). CRC Press. Boca Baton, London, New York, Washington, D.C.
- Fageria, N.K., V.C. Baligar and C.A. Jones. 1991. Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Dekker, Inc. New York. 476p.
- FAOSTAT 2006. FAOSTAT Database results.
- Finney, K.F., W.T. Yamazaki, Y.L. Youngs and G.L. Rubenthaler. 1987. Quality of hard, soft and durum wheats. In Heyne, E.G. (ed) Wheat and wheat improvement pp. 677-748. American Society of Agronomy, Inc., Madison, USA, Agronomy Series No 13, Second edition.

- Foy, C.L. and Inderjit. 2001 . Understanding the role of allelopathy in weed interference and declining plant diversity. *Weed Technology* 15:873-878.
- Gniazdowska, A., K. Oracz, and R. Bogatek. 2007. Phytotoxic effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) leaf extracts on germinating mustard (*Sinapis alba* L.) seeds. *Allelopathy Journal* 19: 215-226.
- Gooding, M.J and W.P. Davies. 1997. *Wheat production and utilization: Systems, quality and environment*. CAB International UK. 355p.
- Harlan, J .R. and J .M. de Wet. 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop Science* 12:172-176.
- House, L.R., M. Gomez, D.S. Murty, Y. Sun and B.N. Verma. 2000. Development of some agricultural industries in several African and Asian Countries. In Smith, C.W. and R.A. Frederiksen (eds) *Sorghum: origin, history, technology and production* pp. 131-190. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Kelly, A.F. and R.A. George. 1998. *Encyclopaedia of seed production of world crops*. John Wiley and Sons, Inc., New York. 403p.
- Khanh, D.T., M.I. Chung, T.D. Xuan, and S. Tawata. 2005. The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191:172-184.
- Kimber, C.T. 2000. Origins of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. In Smith, C.W. and R.A. Frederiksen (eds) *Sorghum: origin, history, technology and production* pp. 3-98. John Wiley and Sons, Inc., New York.

- Macias, F.A., J.M.G. Molinillo, D. Chinchilla, and J.C.G. Galindo. 2004. Heliannanes — a structure — activity relationship (SAR) study. pp. 103-124. In *Allelopathy — Chemistry and mode of action of allelochemicals*. F.A. Macias, J.C.G. Galindo, J.M.G. Molinillo, and H.G. Cutler (Eds). CRC Press. Boca Raton, London, New York, Washinton, D.C.
- Miralles, D.J. and G.A. Slafer. 1999. Wheat development. In Satoire, E.H. and G.A. Slafer (eds) *Wheat: ecology and physiology of yield determination* pp. 13-43. Food Products Press, An Imprint of the Hawarth Press, Inc., N.Y.
- Morgan, P.W. and S.A. Finlayson. 2000. Physiology and genetics of maturity and height. In Smith, C.W. and R.A. Frederiksen (eds) *Sorghum: origin, history, technology and production* pp. 227-259. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Papakosta, D.K. 1994a. Analysis of wheat cultivar differences in grain yield, grain nitrogen yield and nitrogen utilization efficiency. *Journal of Agronomy and Crop Science* 173:1260-270.
- Papakosta, D.K. 1994b. Phosphorus accumulation and translocation in wheat as affected by cultivar and nitrogen fertilization. *Journal of Agronomy and Crop Science* 173:1260-270.
- Papakosta, D.K. and A.A. Gagianas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal* 83:864-870.
- Paulsen, G.M. 1987. Wheat stand establishment. In Heyne, E.G. (ed) *Wheat and wheat improvement* pp. 384-389. American Society of Agronomy, Inc., Madison, USA, Agronomy Series No 13, Second edition.

- Pingali, P.L. and S. Rajaram. 1998. Technological opportunities for sustaining wheat productivity growth toward 2020. IFPRI Brief No. 51 ([www.ifpri.org/2020/briefs/ number 51 .htm](http://www.ifpri.org/2020/briefs/number%2051.htm)).
- Porter, J .R. and M. Gawith. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European Journal of Agronomy* 10:23-36.
- Prasad, M.N.V. and S.R. Devi. 2001. Physiological basis for allelochemicals action of ferulic acid. In *Allelopathy symposium: physiological aspects of allelopathy*. pp. 27-45. N. Bonjoch, and M.J. Reigosa Roger (eds). First European OECD. Vigo, Spain. Printed by Gamesal, S.A.
- Putnam, A.L. 1994. Phytotoxicity of plant residues. In *Managing Agricultural Residues*. P.W. Unger (ed.), pp. 285-314. Lewis Pubs. (CRC Press) Boca Raton, FL.
- Putnam, A.R. 1985. Weed allelopathy. Chap. 5. pp. 131-155. In *Weed Physiology, Vol. 1: Reproduction and Ecophysiology*. S.O. Duke (ed.). CRC Press. Boca Raton, FL.
- Quah, S.G.H. 1990. The effects of five allelopathic chemicals on respiration of soybean mitochondria. MS Thesis. University of South Dakota, Vermillion, SD.
- Quinby, J .R. and R.E. Karper. 1954. Inheritance of height in sorghum. *Agronomy Journal* 46:211-216.
- Rajaram, S. 2001. Prospects and promise of wheat breeding in the 21st century. *Euphytica* 19:3-15.

- Rooney, W.L. 2004. Sorghum improvement - Integrating traditional and new technology to produce improved genotypes. *Advances in Agronomy* 83:37-109.
- Royo, C., N. Aparicio, R. Blanco and D. Villegas. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes growth under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 20:419-430.
- Sanchez-Moreiras, A.M., T. Coba de la Pena, A. Martinez, L. Gonzalez, F. Pellisier, and M.J. Reigosa. 2004. Mode of action of the hydroxamic acid BOA and other related compounds. pp. 239-252. In *Allelopathy — Chemistry and mode of action of allelochemicals*. F.A. Macias, J.C.G. Galindo, J.M.G. Molinillo, and H.G. Cutler (Eds). CBC Press. Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.
- Shann, J.R. and U. Blum. 1987. The uptake of ferulic and p-hydroxybenzoic acids by *Cucumis sativus*. *Phytochemistry* 26:2959-2964.
- Smith, C. W. 1995. *Crop production: Evolution, history and technology*. John Wiley and Sons, Inc. New York, 469p.
- Stephens, J .C. and R.F. Holland. 1954. Cytoplasmic male - sterility for hybrid sorghum seed production. *Agronomy Journal* 46:20-23.
- Stone, P.J. and R. Savin. 1999. Grain quality and its physiological determinants. In Satorre, E.H. and G.A. Slafer (eds) *Wheat: ecology and physiology of yield determination* pp. 85-120. Food Products Press, New York.
- Stoskopf, N.C. 1985. *Cereal grain crops*. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia. 516 p.

- Uribe-Carvajal, S., S. Guerrero-Castillo, B. King-Diaz, and B. Lotina Hennessen. 2008. Allelochemicals targeting the phospholipid bilayer and the proteins of biological membranes. *Allelopathy Journal* 21 :1-24.
- Vasilakoglou, I., K. Dhima, and I. Eleftherohorinos. 2005. Allelopathic potential of bermudagrass and johnsongrass and their interference with cotton and corn. *Agronomy Journal* 97:303-313.
- Vaughan, D. and B.G. Ord. 1991. influence of phenolic acids on the sodium, calcium and chloride contents of *Pisum sativum* under axenic conditions. *Soil Biology and Biochemistry* 23: 1 191-1 193.
- Wink, M. and B. Latz-Bruning. 1995. Allelopathic properties of alkaloids and other natural products. *ACS Symposium Series* 582:117-126.
- Zimdahl, R.L. 2007. *Fundamentals of weed science* (third edition). Elsevier Inc. New York. p. 666.
- Βασιλάκογλου Ιωάννης, (2008), *Σύγχρονη Ζιζανιολογία*, Εκδόσεις Σταμούλι, Αθήνα.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., (2008), *Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης*, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα, (3^η έκδοση).
- Καραμάνος, Α.Ι. 1999. Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων: Αραβόσιτος, σόργο, ρύζι, κεχρί. Εκδόσεις Παπάζη, Αθήνα. Σελ. 384.
- Παπακώστα – Τασοπούλου Δέσποινα, (2012), *Ειδική Γεωργία Σιτηρά και Ψυχανθή*, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδιά, Θεσσαλονίκη.

- Ποδηματάς, Κ.Ι. 1984. Θ βίκος. Υπουργείο Γεωργίας, Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα. Έντυπο σελ. 11.
- Σφήκας, Α.Γ. 1984. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά φυτά. Έκδοση Τρίτη, Θεσσαλονίκη
- Φασούλας, Α.Κ. και Ν.Α. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη σελ. 272.
- Χασιώτης, Κ.Ε. 1972. Περί καλλιέργειας του σαρωθρόχορτου εν Ελλάδι. Τυπογραφείο Εμμ. Ροδάκη, Αθήνα. Σελ. 106

Εικόνες:

- Agrobest grup, [on line], <http://www.abgenternasyonel.com>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- Agrobest grup, [on line], <http://www.agrobestgrup.com>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- BioLib Biological Library, [on line], <http://www.biolib.cz>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- Cropview A View From The Field, [on line], <http://cropview.wordpress.com>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- Farm6, [on line], <http://farm6.staticflickr.com>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- Flickriver, [on line], <http://www.flickriver.com>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- FORESTRY IMAGES, [on line], <http://www.forestryimages.org>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- INRA SCIENCE & IMPACT, [on line], <http://www.inra.fr>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]

- Soil, Crop and More Information “Compiling Information for Family and friend”, [on line], <http://soilcropandmore.info>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]
- WIKIPEDIA The Free Encyclopedia, [on line], <http://en.wikipedia.org>, [πρόσβαση 19 Οκτωβρίου 2013]