



Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Μελέτη της επίδρασης τύπων λιπασμάτων στην παραγωγικότητα
και στην ποιότητα κριθαριού ζυθοποιίας στην Θεσσαλία»**

Καθηγητής:

Δαναλάτος Νικόλαος

Φοιτητής:

Τσακίριδης Κωνσταντίνος

ΒΟΛΟΣ 2021

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ:

«Μελέτη της επίδρασης τύπων λιπασμάτων στην παραγωγικότητα και στην ποιότητα κριθαριού ζυθοποιίας στην Θεσσαλία»

«Study of the effect of different types on productivity and quality of brewing barley in Thessaly»

Συγγραφή/Επιμέλεια: Τσακίριδης Κωνσταντίνος (Προπτυχιακός φοιτητής)

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Επιβλέπων: κ. Νικόλαος Δαναλάτος, καθηγητής, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και

Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

κ. Γιαννούλης Κυριάκος, Επικ. Καθηγητή, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού

Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κ. Μπαρτζιάλης Δημήτριος, Ε.ΔΙ.Π, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού

Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

«Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Δρ. Νικόλαο Δαναλάτο που με εμπιστεύτηκε στο εργαστήριο γεωργίας και εφαρμοσμένης φυσιολογίας φυτών και μου έδωσε την δυνατότητα να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία.

Επίσης, ένα εγκάρδιο ευχαριστώ στον Δρ. Μπαρτζιάλη Δημήτριο, μόνιμο προσωπικό του εργαστηρίου γεωργίας Ε.ΔΙ.Π, για την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος καθώς και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέφερε.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τον Δρ. Γιαννούλη Κυριάκο, διδάκτορα του εργαστηρίου γεωργίας και εφαρμοσμένης φυσιολογίας φυτών, για την βοήθειά του στην εργασία αυτή καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω, την Δρ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη, μόνιμο προσωπικό εργαστηρίου Γεωργίας Ε.ΔΙ.Π, που μου ανέθεσε αυτήν την πτυχιακή εργασία και για την πολύτιμη βοήθεια που μου έδωσε για να την διεκπεραιώσω.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και όσους ανθρώπους με στήριξαν ώστε να φτάσω ένα βήμα πιο κοντά στα όνειρα μου.

Περιεχόμενα

Περιλιψη.....

Σκοπός πτυχιακής εργασίας.....

1.Εισαγωγή.....

1.1 Γενικές πληροφορίες για το κριθάρι.....

1.2 Πληροφορίες για το κριθάρι βύνης.....

1.3 Ιστορική αναδρομή.....

1.4 Οικονομική σημασία.....

1.5 Βοτανικά Χαρακτηριστικά.....

1.5.1 Ριζικό σύστημα.....

1.5.2 Στέλεχος.....

1.5.3 Φύλλα.....

1.5.4 Άνθη και ταξιανθίες.....

1.5.5. Καρπός.....

1.6 Στάδια ανάπτυξης.....

1.7 Καλλιεργητικές Τεχνικές.....

1.7.1 Σπορά.....

1.7.2 Λίπανση.....

1.7.3 Άρδευση.....

1.7.4 Συγκομιδή.....

1.8 Εχθροί και ασθένειες.....

1.9 Λιπάσματα.....

2. Υλικά και μέθοδοι.....

2.1. Καλλιεργητικές φροντίδες.....

2.2. Μετεωρολογικά στοιχεία.....

2.3. Μετρήσεις ανάπτυξης των φυτών.....

3. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....

3.1. Καιρικές συνθήκες.....

3.2 Έδαφος.....

3.3 Άυξηση-Ανάπτυξη-Απόδοση

4. Συμπεράσματα.....

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην παραγωγικότητα και τελική απόδοση στην καλλιέργεια του κριθαριού (*Hordeum Vulgare*). Το κριθάρι είναι ευρέως καλλιεργημένο και αποτελεί δημητριακό υψηλού οικονομικού ενδιαφέροντος. Στην μελέτη αυτή εξετάζουμε ποικιλία κριθαριού «Grace» που είναι κατάλληλο για βυνοποίηση, υπάρχουν πολλές ποικιλίες με σκοπό την αύξηση απόδοσης και τελικής ποιότητας του φυτού. Επιπλέον, πολλές χημικές ουσίες πωλούνται δηλώνοντας ότι μπορούν να αυξήσουν την τελική απόδοση και την ποιότητα των σπόρων. Για τους σκοπούς αυτούς, διερευνήθηκε η επίδραση διαφορετικών λιπάνσεων στην ανάπτυξη και την τελική απόδοση του κριθαριού που καλλιεργήθηκε σε ένα εύφορο αργιλοπηλώδες έδαφος στο Βελεστίνο (Θεσσαλική πεδιάδα, κεντρική Ελλάδα) το 2016-17. Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι η σημαντική διαφορά που βλέπουμε είναι ως προς την απόδοση σε καρπό και στην τελική απόδοση σε κιλά, που είναι το πιο σημαντικό στοιχείο και με μεγάλη οικονομική αξία.

Σκοπός πτυχιακής εργασίας

Σκοπός του ερευνητικού έργου ήταν η μελέτη της επίδρασης τύπων λιπασμάτων στην παραγωγικότητα και στην ποιότητα κριθαριού (*Hordeum Vulgare*) στην Θεσσαλία. Χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα σχήματα κυρίως αζωτούχου λίπανσης με προϊόντα της εταιρείας COMPO ΕΛΛΑΣ ΑΕ σε σύγκριση με τη συμβατική πρακτική και το μάρτυρα (μηδενική λίπανση), ώστε να εκτιμηθεί η επίδρασή τους στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Συγκεκριμένα, οι κόκκοι που παράγονται και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ζύθου θα πρέπει να είναι ομοιόμορφοι, με λεπτό φλοιό, υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο και χαμηλή σε πρωτεΐνη, άκομη μας ενδιαφέρει η τελική ποσότητα παραγωγής.

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικές πληροφορίες για το κριθάρι

Το κριθάρι είναι δημητριακός καρπός του αγγειόσπερμου, μονοκοτυλήδονου φυτού του είδους Κριθή η κοινή (*Hordeum vulgare*) της οικογένειας των Ποσειδών (*Poaceae*) ή Αγρωστωδών (*Gramineae*). Καλλιεργείται και χρησιμοποιείται από τα πολύ παλιά χρόνια και σε μεγάλη ποικιλία κλιμάτων. Σήμερα χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για την παρασκευή ψωμιού, μπύρας αλλά και ζωοτροφών.

Η παγκόσμια παραγωγή κριθαριού, καταλαμβάνει σημαντική καλλιεργήσιμη έκταση στον πλανήτη με μεγάλη μάλιστα γεωγραφική εξάπλωση. Το κριθάρι είναι φυτό που προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορα κλίματα και μάλιστα πολύ καλύτερα από τα υπόλοιπα σιτηρά.

Στην Ελλάδα καταλαμβάνει την 3η θέση σε έκταση μετά το σκληρό και το μαλακό σιτάρι. Η καλλιέργεια του κριθαριού εκτείνεται από τις βόρειες, μέχρι τις νότιες και νησιωτικές περιοχές της χώρας μας. Η προσαρμοστικότητά του οφείλεται βασικά στους πρώιμους τύπους του, που ωριμάζουν σχετικά νωρίς και μπορούν να αποφεύγουν τις δυσάρεστες επιπτώσεις της υψηλής θερμοκρασίας και ξηρασίας στην τελική παραγωγή.

Ένα ώριμο φυτό κριθαριού αποτελείται από α) τις ρίζες, β) τα στελέχη (το βασικό και των αδελφίων) που αποτελούνται από κενά μεσογονάτια διαστήματα και 5-7 συμπαγή γόνατα, γ) τα φύλλα, που αποτελούνται από τον κολεό, το έλασμα, τα γλωσσίδια και τα ωτίδια, δ) ένα στάχυ στην κορυφή κάθε στελέχους, το οποίο απαρτίζεται από σταχύδια οργανωμένα σε ομάδες των τριών που εναλλάσσονται σε κάθε γόνατο της ράχης, ε) τα σταχύδια που προαναφέρθηκαν και αποτελούνται από ένα ανθίδιο και δύο λέπυρα

(εξωτερικά), στ) τα αυτεπικονιαζόμενα ανθίδια που αποτελούνται από το χιτώνα και τη λεπίδα που εσωκλείουν τα αναπαραγωγικά 6 όργανα και ζ) τους σπόρους.

Το κριθάρι ακολουθεί την τυπική αύξηση και ανάπτυξη των χειμερινών σιτηρών. Χαρακτηριστικό του φυτού είναι τα ευμεγέθη ωτίδια στο σημείο σύνδεσης μεταξύ κολεού και ελάσματος, τα οποία το διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα χειμερινά σιτηρά. Το ανώτερο φύλλο είναι μικρότερο από όλα τα υπόλοιπα και σε κάποιες ποικιλίες είναι συνεστραμμένο.

Όταν μόνο το κεντρικό σταχύδιο είναι γόνιμο, το κριθάρι ονομάζεται δίστιχο. Όταν και τα τρία σταχύδια σε κάθε γόνατο της ράχης είναι γόνιμα, τότε δημιουργούνται τρεις στήλες σπόρων σε κάθε πλευρά της ράχης και το κριθάρι λέγεται εξάστιχο. Σε περιπτώσεις όπου ο στάχυς είναι αραιός, είναι δυνατόν τα δύο ακραία σταχύδια κάθε κόμβου να σκεπάζονται μερικώς από τα αντίστοιχα του επόμενου κόμβου και έτσι να διακρίνονται τέσσερις στήλες κόκκων. Το άκρο του χιτώνα στις περισσότερες περιπτώσεις καταλήγει σε άγανο εκτός από ορισμένες ποικιλίες όπου έχει αντικατασταθεί από δισχιδές λοφίο. Οι αγανοφόρες ποικιλίες θεωρούνται ως οι πιο παραγωγικές.

Η ράχη στο κριθάρι έχει 10-30 κόμβους και ένα φυτό του δίστιχου κριθαριού μπορεί να έχει 25-30 σπόρους και το εξάστιχο 25-60. Οι δίστιχες ποικιλίες τείνουν να σχηματίζουν περισσότερα παραγωγικά αδέρφια, οπότε οι αποδόσεις δίστιχων και εξάστιχων ποικιλιών τείνουν να είναι παρόμοιες.

Το κριθάρι είναι αυστηρά αυτογονιμοποιούμενο φυτό και η επικονίαση γίνεται στις περισσότερες ποικιλίες όταν ο στάχυς δεν έχει εκπτυχθεί πλήρως από τον κολεό του τελευταίου φύλλου. Ο καρπός που παράγεται είναι καρύοψη.

1.2 Πληροφορίες για το κριθάρι βύνης

Η βύνη κριθαριού είναι το αποτέλεσμα της διεργασίας βυνοποίησης κατά την οποία το αδιάλυτο άμυλο μετατρέπεται μερικώς σε απλούστερα διαλυτά ζάχαρα, μειώνονται οι σύνθετες πρωτεΐνες που μετατρέπονται σε πρωτεΐνες μικρού μοριακού βάρους και αμινοξέα, και παράγονται θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη μαγιάς των ενζύμων. Η πρωτεϊνική σύνθεση του κριθαριού είναι ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες της τελικής ποιότητας της βύνης, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει πιο πολύ από όλα την γεύση, το άρωμα και το χρώμα της μπίρας. Η ζυθοποίηση πραγματοποιείται σε ορισμένες αναλογίες και με άλλα είδη δημητριακών, ανάλογα με τον τύπο της μπίρας, όπως σιτάρι, σίκαλη, καλαμπόκι, ρύζι και βρώμη.

Ζυθοποιία ονομάζεται η βιομηχανία παρασκευής μπίρας (ζύθου). Η βιομηχανία αυτή παρουσιάζει μεγάλες διαφορές ως προς τα μεγέθη των επιχειρήσεων και εργοστασίων, όσο και στις διαδικασίες και τρόπους παρασκευής, την έκταση του αυτοματισμού και τα παραγόμενα είδη μπίρας. Μπίρα εξάλλου μπορεί να παραχθεί και σπίτι, και έτσι κυρίως παραγόταν για μεγάλο μέρος της ιστορίας της. Τα εργοστάσια ζυθοποιίας γενικά έχουν σαφώς διαχωρισμένα τμήματα, με το καθένα υπεύθυνο για κάποιο τμήμα της παραγωγής.

Το κριθάρι αποτελεί ένα ιδανικό δημητριακό, κατάλληλο για την παραγωγή ζύθου. Αυτό οφείλεται κυρίως στην μεγάλη συγκέντρωση υδρολυτικών ένζυμων που παράγονται κατά τη διαδικασία της βυνοποίησης. Για βυνοποίηση προορίζονται κυρίως δίστοιχα κριθάρια. Επίσης είναι απαραίτητο να παραδίδονται για βυνοποίηση παρτίδες από μια μόνο ποικιλία και όχι μίγματα ποικιλιών, επειδή στα τελευταία αυξάνονται οι πιθανότητες ανομοιόμορφης βλάστησης. Τα επιθυμητά για την βυνοζυθοποιία ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού σχετίζονται κυρίως με τη βλαστική του ικανότητα και την περιεκτικότητά του ενδοσπερμίου σε άμυλο και αζωτούχες ουσίες (Καραμόνος, 1987). Ειδικότερα είναι τα εξής:

- Οι καρποί πρέπει να έχουν υψηλή βλαστική ικανότητα, τουλάχιστον 96%, ταχύτητα και ομοιομορφία φυτρώματος.
- Το ενδοσπέρμιο πρέπει να είναι αλευρώδες και όχι υαλώδες. Αλευρώδες ενδοσπέρμιο σχετίζεται με ευκολότερη διάσπαση και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άμυλο.
- Υψηλή περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο δεν επιδιώκεται διότι συνεπάγεται μείωση του ολικού ποσού των υδατανθράκων ενώ παράλληλα αυξάνει την περιεκτικότητα του τελικού εκχυλίσματος σε ανεπιθύμητες αζωτούχες ουσίες.
- Το μέγεθος των καρπών (βάρους 1000 καρπών) είναι ενδεικτικό της αποδοτικότητας σε βύνη. Μικρότεροι καρποί έχουν μεγαλύτερη αναλογία λεπτουριδίων/ενδοσπέρμιο, σχετίζονται με χειρότερο γέμισμα και επομένως έχουν και μικρότερη περιεκτικότητα σε άμυλο.
- Η πορεία του γεμίσματος των σπόρων. Βαθμιαίο και παρατεταμένο γέμισμα συνεπάγεται υψηλή περιεκτικότητα καρπών λόγω μεγαλύτερης ποσότητας αμύλου. Παράγοντες που προκαλούν πρόωρη διακοπή του γεμίσματος όπως οι υψηλές θερμοκρασίες, η ξηρασία, ο λίβας και η όψιμη σπορά υποβαθμίζουν την ποιότητα μειώνοντας την ποσότητα των συσσωρευμένων υδατανθράκων. Το ίδιο αποτέλεσμα έχει η υπερβολική ή όψιμη λίπανση μειώνοντας το λόγο των υδατανθράκων προς τις αζωτούχες ουσίες.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι καταγεγραμμένες περίπου 300 ποικιλίες ανοιξιάτικου κριθαριού και 100 ποικιλίες δίστοιχου χειμερινού που καλλιεργούνται για τη χρήση τους στη ζυθοποιία. Στην Ελλάδα κάποιες από τις ποικιλίες που χρησιμοποιούνται είναι οι: Grace, Zhana. Charles, Traveler, Asia. Fortuna, Κως. Prestige. Olympic et al.

1.3 Ιστορική αναδρομή

Το κριθάρι ήταν ένα από τα πρώτα δημητριακά που καλλιεργήθηκαν από τον άνθρωπο στην Εύφορη Ημισέληνο (αλλιώς ονομαζόμενη η Εγγύς Ανατολή – γη η οποία σήμερα εκτείνεται στο Ιράκ, τη Συρία, την Παλαιστίνη, το Ισραήλ και το Λίβανο) και για χιλιάδες χρόνια αποτελούσε μια από τις κύριες τροφές του. Οι σημερινές ποικιλίες φαίνεται να προέρχονται από το άγριο κριθάρι (*Hordeum vulgare*), το οποίο φυτρώνει από την Κασπία Θάλασσα μέχρι την Ερυθρά Θάλασσα και από τη Βόρεια Αφρική και την Κρήτη στα δυτικά μέχρι το Θιβέτ στα ανατολικά. Τα αρχαιότερα ευρήματα σπόρων άγριου κριθαριού προέρχονται από το Ohalo II, οικισμό στο νότιο άκρο της Θάλασσας της Γαλιλαίας, τα υπολείμματα χρονολογούνται περίπου από το 8500 π.Χ.. Η μπύρα από κριθάρι ήταν πιθανώς το πρώτο ποτό που αναπτύχθηκε από νεολιθικό άνθρωπο.

Το τετράστοιχο κριθάρι (*Hordeum vulgare* ή *tetrastichon*) είναι διαδεδομένο ως σήμερα στη Ρωσία, τη Βόρειο Αφρική, αλλά και στη Βόρειο Αμερική. Σε αυτόν τον τύπο ανήκουν οι ποικιλίες που αντέχουν στο κρύο περισσότερο από κάθε άλλο κριθάρι, ενώ το εξάστοιχο κριθάρι (*Hordeum hexastichon*), μορφή που καλλιεργείται από πολύ παλιά εποχή έως σήμερα στη νότια Ευρώπη και την ανατολική Ασία, απεικονίζεται καθαρά σε μερικά από τα αρχαιότερα νομίσματα στην Ευρώπη. Παράλληλα με το δίκοκκο σιτάρι, το κριθάρι ήταν ένα από τα βασικά δημητριακά στην αρχαία Αίγυπτο για ψωμί και μπύρα.

Το κριθάρι παραγόταν ευκολότερα από άλλα δημητριακά, αλλά γινόταν πιο δύσκολο ψωμί. Παρείχε ένα θρεπτικό, αλλά πολύ βαρύ ψωμί, ώστε έπρεπε συχνά να ψήνεται πριν το άλεσμα, παράγοντας ένα χοντρό αλεύρι (*ἄλφιτα*) που χρησιμοποιούνται για να κάνουν τη *μᾶζα*. Είναι γνωστές πολλές συνταγές για τη *μᾶζα*, ονομασία αρχαίων ελληνικών πιάτων τα οποία σερβίρονταν ωμά ή μαγειρεμένα, σαν ζωμός, με ζυμαρικά ή πίτες.

1.4 Οικονομική σημασία

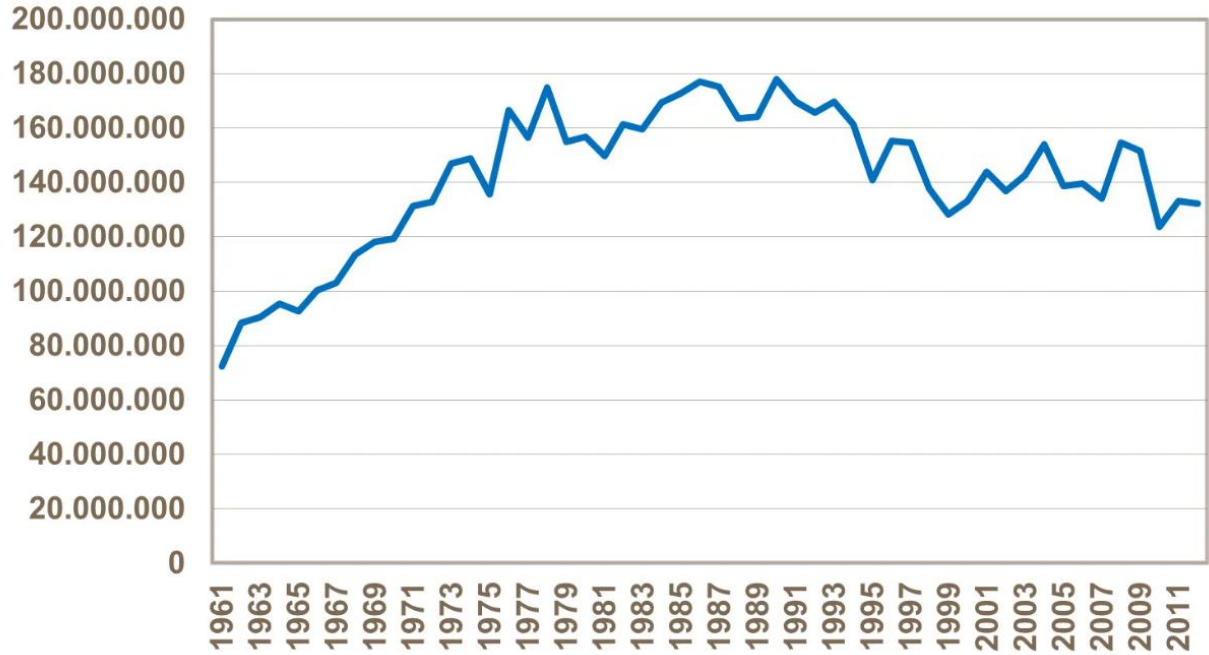
Η παγκόσμια παραγωγή στο κριθάρι βλέπουμε ότι έχει σταθεροποιηθεί ανάμεσα στους 120.000.000 με 150.000.000 τόνους από το 1995 και μετά σύμφωνα με τον FAO. Μεγάλες χώρες παραγωγής είναι η Ρωσία, η Ουκρανία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Αυστραλία, ο Καναδάς, η Τουρκία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Αργεντινή και οι ΗΠΑ (FAO). Η παγκόσμια παραγωγή κριθαριού φτάνει περίπου το 20% της αντίστοιχης του μαλακού σιταριού. Το κριθάρι είναι το δεύτερο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό μετά το σιτάρι και κατατάσσεται τέταρτο από άποψη ύψους παραγωγής, σε παγκόσμια κλίμακα, μετά το σιτάρι, το ρύζι και το καλαμπόκι (Μπλαδενόπουλος και Ματσούκας, 2000). Η παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση με κριθάρι ανήλθε το 2017 στα 470 εκατομμύρια στρέμματα με συνολική απόδοση 147 εκ. τόνους. Η μέση παγκόσμια απόδοση ήταν περίπου 313 kg/στρ. Η Ευρώπη είναι η ήπειρος που κυριαρχεί στην παραγωγή με την Ρωσία να ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες χώρες. Το 2016 στην Ευρώπη καλλιεργήθηκε το 62,1% της παγκόσμιας παραγωγής (πηγή: FAOstat 2017).

Στην Ελλάδα το κριθάρι κατέχει την τρίτη θέση σε έκταση έπειτα από το μαλακό και το σκληρό σιτάρι. Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations), η καλλιεργούμενη έκταση κριθαριού στη χώρα το 2017 ήταν περίπου 1.334.000 στρ. και η παραγωγή ξεπέρασε οριακά τους 350.400 τόνους. Η μέση στρεμματική απόδοση για το 2016 ήταν λίγο πιο πάνω από 262,67 kg/στρ. και αυξήθηκε από τα περίπου 117 kg/στρ. το 1961.

Η παγκόσμια παραγωγή κριθαριού από το 1961 - 2012

Παγκόσμια Παραγωγή (tn)

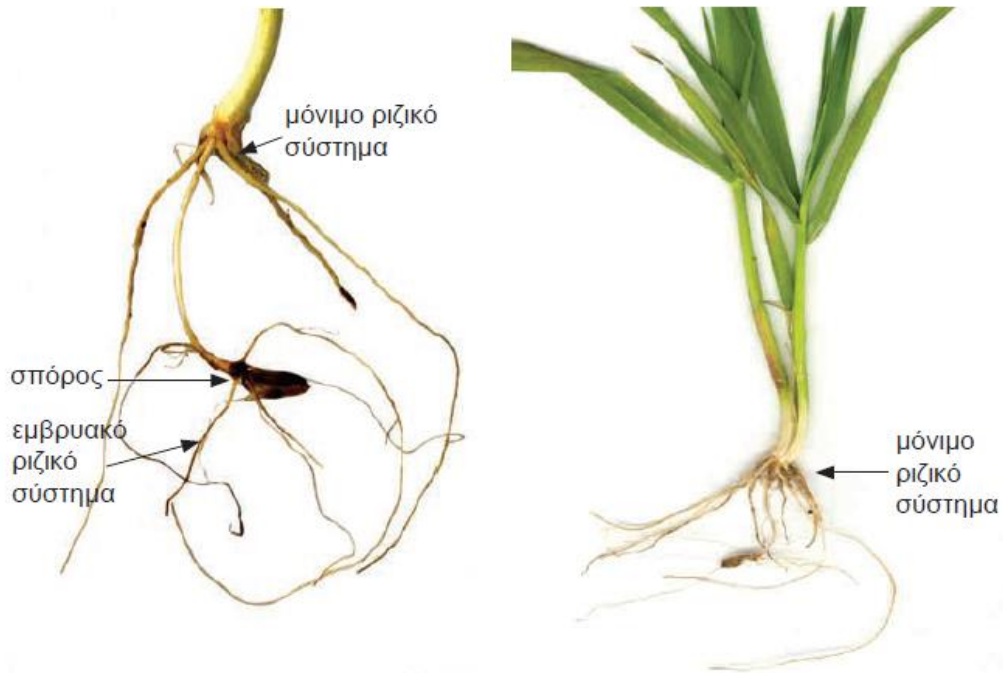
Πηγή: FAO



1.5 Βοτανικά Χαρακτηριστικά

1.5.1 Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα είναι θυσανώδες και αποτελείται από δύο κατηγορίες ριζών τις εμβρυακές και τις μόνιμες ή δευτερογενείς (Εικ.2.1).



Εικ.2.1. Ριζικό σύστημα των χειμερινών σιτηρών.

Οι εμβρυακές ρίζες βγαίνουν από το σπόρο κατά το φύτεμα, ενώ οι μόνιμες που αποτελούν τον κύριο όγκο του ριζικού συστήματος σχηματίζονται από τους πρώτους κόμβους που βρίσκονται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, το σημείο αυτό ονομάζεται σταυρός. Συνεπώς, το βάθος σποράς επηρεάζει το σχηματισμό μόνο του εμβρυακού σπόρου. Το τμήμα του φυτού μεταξύ του σπόρου και του σταυρού λέγεται μεσοκοτύλιο το μήκος του οποίου εξαρτάται από το βάθος σποράς και κυμαίνεται από 1-10 cm.

Οι εμβρυακές ρίζες είναι λεπτές, με ομοιόμορφη διάμετρο και άφθονες πλευρικές διακλαδώσεις. Παραμένουν συνήθως ενεργές καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού ριζικού συστήματος. Η συνεισφορά τους στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών

στοιχείων είναι μεγάλη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών, ενώ αργότερα με την εμφάνιση του μόνιμου ριζικού συστήματος, αυτή περιορίζεται πάρα πολύ.

Οι μόνιμες ρίζες είναι πολυάριθμες, παχύτερες και ισχυρότερες σε σχέση με τις εμβρυακές και αναπτύσσονται αρχικά σχεδόν οριζοντίως και κατόπιν στρέφονται προς τα κάτω. Η έκταση του ριζικού συστήματος και το βάθος που διεισδύουν οι ρίζες μέσα στο έδαφος εξαρτάται κυρίως από τη δομή, τη γονιμότητα, τη θερμοκρασία και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, την πυκνότητα των φυτών, την ύπαρξη ζιζανίων, το είδος και την ποικιλία του σιτηρού. Οι περισσότερες ρίζες φθάνουν σε βάθος 30 έως 50 cm, μπορούν όμως να διεισδύσουν μέχρι και 2 m.

1.5.2 Στέλεχος

Ο βλαστός του κριθαριού συνηθέστερα ονομάζεται καλάμι (Εικ. 2.2). Είναι κυλινδρικός και αποτελείται από μεσογονάτια διαστήματα, ως επί το πλείστον κενά στο εσωτερικό τους κατά την ωρίμανση και από συμπαγή γόνατα ή κόμβους. Η κοίλη κυλινδρική μορφή του στελέχους προσδίδει σ' αυτό ένα βαθμό αντοχής. Ο αριθμός των μεσογονατίων εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία του κριθαριού, επηρεάζεται όμως και από τις κλιματολογικές συνθήκες. Το μήκος των μεσογονατίων εξαρτάται από τη θέση τους στο βλαστό και από το γενότυπο. Γενικά τα μεσογονάτια της βάσης παραμένουν κοντά, ενώ εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις, το μήκος τους αυξάνει προοδευτικά από τη βάση προς την κορυφή. Μακρύτερο από όλα είναι το τελευταίο μεσογονάτιο που φέρει και την ταξιανθία. Το ύψος και η διάμετρος των βλαστών εξαρτάται από το είδος, την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Το ύψος κυμαίνεται από 60 έως 150 cm ενώ η διάμετρος από 3 έως 10 mm. Το ύψος και η διάμετρος των βλαστών σχετίζονται με το πλάγιασμα. Στη βάση των μεσογονατίων, μέσα στον κολεό του αντίστοιχου φύλλου, υπάρχει μία μικρή ζώνη που παραμένει σε μεριστωματική κατάσταση και η οποία λιγνιτοποιείται μετά το ξεστάχουασμα. Η ζώνη αυτή του στελέχους παρέχει τη δυνατότητα σε πλαγιασμένα στελέχη να επανέρχονται στην όρθια

θέση με ασύμμετρη ανάπτυξη της βάσης των μεσογονατίων. Φυσικά αυτή η επαναφορά είναι δυνατή πριν από τη λιγνιτοποίηση της μεριστωματικής αυτής ζώνης.



Εικ. 2.2. Καλλιέργεια κριθαριού στο στάδιο του καλαμώματος.

Στη βάση του βλαστού κατά κανόνα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, υπάρχει μία ζώνη από μεριστωματικούς ιστούς που καλείται στεφάνη ή σταυρός. Η ζώνη αυτή παράγει ρίζες και βλαστούς και είναι το πιο ευαίσθητο του φυτού, καθόσον καταστροφή της από χαμηλές θερμοκρασίες ή ξηρασία συνεπάγεται και καταστροφή του φυτού.

Από καταβολές οφθαλμών που βρίσκονται στους κόμβους του βλαστού, ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, εκφύονται νέα στελέχη που ονομάζονται αδελφία. Επίσης από οφθαλμούς των αδελφιών μπορούν να σχηματισθούν δευτερογενή αδελφία και ούτω καθ' εξής. Κάτω από ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες και σε επάρκεια χώρου μπορούν να δημιουργηθούν μέχρι και 150 αδελφία (βλαστοί) από ένα σπόρο.

1.5.3 Φύλλα

Τα φύλλα του κριθαριού αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήματα του φύλλου που περιβάλλει το βλαστό (καλάμι). Ο κολεός μπορεί να φέρει τρίχες ή όχι. Στην ένωση της βάσης του κολεού με τον αντίστοιχο κόμβο υπάρχει ένας μασχालιαίος οφθαλμός ο οποίος όταν βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να αναπτυχθεί σε καινούριο βλαστό (αδελφι). Το έλασμα του φύλλου είναι επίμηκες και στενό (Εικ. 2.2), με κύριες νευρώσεις παράλληλες, χωρίς διακλαδώσεις, οι οποίες συνδέονται σταυρωτά μεταξύ τους με άλλα μικρότερα νεύρα. Και οι δύο επιφάνειες του ελάσματος καλύπτονται από προστατευτικό στρώμα κυττάρων, την επιδερμίδα και εσωτερικά υπάρχει άφθονο σπογγώδες μεσόφυλλο. Τα στομάτια είναι διατεταγμένα σε παράλληλες σειρές και στις δύο πλευρές των φύλλων.

Το μήκος, το πλάτος και ο χρωματισμός του ελάσματος των φύλλων είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας. Εν τούτοις ο χρωματισμός επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την εδαφική υγρασία και η ένταση του πράσινου χρώματος από την γονιμότητα του εδάφους και κυρίως την περιεκτικότητα σε άζωτο.

Στο σημείο που ενώνεται το έλασμα του φύλλου με τον κολεό διακρίνονται δύο εξαρτήματα, το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Το γλωσσίδιο είναι μία μεμβρανώδης εκβλάστηση με όρθια έκφυση, χωρίς χρώμα. Τα ωτίδια είναι μεμβρανώδεις προεκτάσεις του ελάσματος του φύλλου, περιβάλλουν το στέλεχος ολικώς ή μερικώς και μπορεί να έχουν διάφορες αποχρώσεις, από πράσινο μέχρι ερυθρό και σε ορισμένες περιπτώσεις όταν το φυτό ωριμάζει, παίρνουν χρώμα λευκό. Τα ωτίδια μπορεί να φέρουν ή όχι χνούδι. Το μέγεθος και η μορφή του γλωσσιδίου και των ωτιδίων αποτελούν χρήσιμα χαρακτηριστικά για τη διάκριση των χειμερινών σιτηρών σε νεαρή ηλικία. Έτσι π.χ. η βρώμη έχει μεγάλο γλωσσίδιο και καθόλου ωτίδια, ενώ το κριθάρι έχει πολύ μεγάλα ωτίδια που περιβάλλουν ολόκληρο το καλάμι και προεξέχουν και μέτριο γλωσσίδιο.



Εικ. 2.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά στο σημείο ένωσης του ελάσματος του φύλλου με τον κολλεό, που βοηθούν στη διάκριση των χειμερινών σιτηρών σε νεαρή ηλικία.

Τα φύλλα είναι τοποθετημένα σε δύο σειρές η μία απέναντι από την άλλη (φυλλοταξία δίστοιχη). Ο αριθμός τους ποικίλλει συνήθως από 5-10. Το μικρότερο φύλλο συνήθως είναι το τελευταίο που λέγεται φύλλο-σημαία και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον εφοδιασμό του κόκκου με προϊόντα φωτοσύνθεσης. Αρχικά τα φύλλα έχουν σχεδόν κατακόρυφη διεύθυνση αλλά αργότερα σχηματίζουν γωνία με το βλαστό.

1.5.4 Άνθη και ταξιανθίες

Τα άνθη είναι τοποθετημένα σε ταξιανθίες. Η ταξιανθία αποτελείται από έναν κύριο αρθρωτό άξονα, τη ράχη, ο οποίος είναι προέκταση του βλαστού. Τα άνθη κατά ομάδες που καλούνται σταχύδια, είναι τοποθετημένα με διαφορετικό τρόπο στην ταξιανθία. Εάν είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στην ράχη με ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο, η ταξιανθία λέγεται στάχυς. Εάν από τον κύριο άξονα σχηματίζονται διακλαδώσεις και υποδιακλαδώσεις πάνω στις οποίες βρίσκονται τα σταχύδια, η ταξιανθία λέγεται φόβη. Η ράχη της φόβης έχει περίπου πέντε κόμπους, από τον καθένα δε βγαίνουν εναλλάξ δύο έως έξι διακλαδώσεις. Ταξιανθία στάχυ έχουν το σιτάρι, το κριθάρι, η σίκαλη και το τριτικάλε, ενώ φόβη έχει η βρώμη. Η πυκνότητα των σταχυδίων στο στάχυ ποικίλει σημαντικά. Ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των κόμβων της ράχης η ταξιανθία χαρακτηρίζεται σαν πυκνή, ενδιάμεση, χαλαρή. Το μήκος της ταξιανθίας κυμαίνεται από 5 έως 15 cm.

Ο αριθμός των σταχυδίων σε κάθε άρθρωση και ο αριθμός των άγονων και γόνιμων ανθέων σε κάθε σταχύδιο εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία, τις συνθήκες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και από τον εφοδιασμό του στάχους με προϊόντα φωτοσύνθεσης. Περισσότερες λεπτομέρειες θα δοθούν στην ειδική περιγραφή του κάθε είδους.

Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δύο λέπυρα που λέγονται εξωτερικά λέπυρα για να διακρίνονται από τα άλλα δύο που περιβάλλουν κάθε άνθος και λέγονται εσωτερικά. Τα εξωτερικά λέπυρα κα-ταλήγουν σε μία μύτη, την ακίδα. Από τα εσωτερικά λέπυρα εκείνο που αντιστοιχεί στη ράχη του κόκκου λέγεται χιτώνας και το άλλο (στην κοιλιά του κόκκου) λέγεται λεπίδα. Ο χιτώνας μπορεί να προεκτείνεται στο άκρο του και να σχηματίζει το άγανο. Η ύπαρξη ή όχι αγάνου, το μήκος, το χρώμα, η υφή και λοιπά χαρακτηριστικά του, χρησιμεύουν για την ταξινόμηση των ποικιλιών. Τα άγανα φέρουν χλωροπλάστες και έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν. Ο χιτώνας από την εξωτερική πλευρά παρουσιάζει ένα προεξέχον νεύρο, ενώ η λεπίδα μία αυλάκωση που

προσαρμόζεται στη σχισμή του σπόρου. Τα εσωτερικά λέπυρα απομακρύνονται από το σπόρο κατά τον αλωνισμό στο σιτάρι, στη σίκαλη και στο τριτικάλε, ενώ παραμένουν ενωμένα με το σπόρο στο κριθάρι. Σε κάθε άνθος, μέσα στα εσωτερικά λέπυρα, περικλείονται τρεις στήμονες, ο ύπερος που αποτελείται από μονόχωρη ωοθήκη και δύο στύλους (ενωμένους) με πτεροειδές στίγμα και δύο γλωχίνες (μικρά λεπιοειδή κατασκευάσματα) στη βάση της ωοθήκης. Οι ανθήρες στηρίζονται σε λεπτά νήματα τα οποία επιμηκύνονται πολύ γρήγορα όταν πλησιάζει η άνθηση. Οι κόκκοι της γύρης είναι λεπτοί και παράγονται σε μεγάλη αφθονία. Το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και το τριτικάλε είναι αυτογονιμοποιούμενα φυτά (παρατηρείται ποσοστό 1-4% σταυρογονιμοποίησης ανάλογα με τις ποικιλίες και τις κλιματολογικές συνθήκες), ενώ η σίκαλη είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό.



Σιτάρι

Την επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων, ακολουθεί η αύξηση του μεγέθους του στάχους και η μετακίνησή του από τη βάση του φυτού προς την κορυφή. Ο στάχυς βρίσκεται πάντα στη βάση του υψηλότερου από το έδαφος κόμβου. Όταν ο στάχυς φθάσει στον κολεό του τελευταίου φύλλου (φύλλο-ση-

μαία) ο κολεός διογκώνεται και το στάδιο αυτό λέγεται φούσκωμα. Στη συνέχεια ο κολεός του φύλλου-σημαία σχίζεται κατά μήκος και εμφανίζεται η ταξιανθία . Το στάδιο αυτό λέγεται έκπτυξη ταξιανθίας ή ξεστάχυσμα. Στις αγανοφόρες ποικιλίες πρώτα, μέσα από τον κολεό, εμφανίζονται τα άγανα και μετά ο στάχυς. Το τελευταίο μεσογονάτιο που φέρει την ταξιανθία, συνήθως συνεχίζει να αυξάνεται και μετά την εμφάνιση της ταξιανθίας, μέχρι η ταξιανθία να φθάσει πιο ψηλά από το τελευταίο φύλλο. Στο κριθάρι όμως συνήθως η εμφάνιση ολόκληρου του στάχους γίνεται μετά τη γονιμοποίηση και μάλιστα αρκετές φορές δεν βγαίνει τελείως από τον κολεό . Πρώτα εμφανίζεται η ταξιανθία στο κύριο στέλεχος και μετά στα αδέρφια, ανάλογα με τη σειρά έκπτυξής τους. Η εποχή ξεσταχυάσματος παρ' όλο ότι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος, την εποχή σποράς, τη γονιμότητα του εδάφους κ.ά. παράγοντες, είναι χαρακτηριστικό του κάθε γενότυπου και θεωρείται σαν δείκτης πρωιμότητας των ποικιλιών.



Εικόνα: Στάδιο ξεσταχυάσματος

1.5.5. Καρπός

Ο καρπός των σιτηρών είναι καρύοψη, όπου το περίβλημα του σπόρου είναι ενωμένο σταθερά και σε ολόκληρη την έκτασή του με την εσωτερική πλευρά του περικαρπίου, ώστε καρπός και σπόρος να αποτελούν μια μονάδα, τον κόκκο. Το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων επηρεάζεται από το γενότυπο, τη θέση τους στο στάχυ ή το σταχύδιο και την ποσότητα του αποθηκευθέντος ενδοσπερμίου. Στον κόκκο του κριθαριού και της βρώμης (εκτός από τις γυμνές ποικιλίες) το περικάρπιο είναι ενωμένο εντελώς με τα δύο εσωτερικά λέπυρα, τα οποία δεν απομακρύνονται με τον αλωνισμό. Σε ορισμένα είδη σιταριού όπως π.χ. στο *Triticum spelta* δεν γίνεται προσκόλληση. Απλώς τα λέπυρα και μετά τον αλωνισμό εξακολουθούν να μένουν ενωμένα σφιχτά μεταξύ τους, ώστε για την απομάκρυνσή τους να χρειάζονται ειδικά μηχανήματα.

Ο κόκκος αποτελείται από το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Το περικάρπιο αποτελείται από στρώματα κυττάρων τα οποία προέρχονται από τη διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωοθήκης. Το περίβλημα του σπόρου βρίσκεται κάτω από το περικάρπιο, αποτελείται από ημιπερατό λεπτό στρώμα κυττάρων, το οποίο προέρχεται από τη διαφοροποίηση των χιτώνων της σπερματικής βλάστης και περιβάλλει πλήρως το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. Στα κύτταρα του περιβλήματος του σπόρου μπορούν να υπάρχουν χρωστικές, οι οποίες δίνουν χρώμα στον κόκκο. Το ενδοσπέρμιο είναι ο αμυλώδης ιστός που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του κόκκου και καλύπτει το εσωτερικό του κόκκου, εκτός από τον χώρο που καταλαμβάνει το έμβρυο. Προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και στο νεαρό φυτάριο μετά τη βλάστηση του σπόρου, μέχρι το φυτό να μπορέσει να ικανοποιήσει τις ανάγκες του από το έδαφος. Το εξωτερικό στρώμα του ενδοσπερμίου αποτελεί την αλευρόνη. Τα κύτταρα της αλευρόνης είναι μεγάλα, ορθογώνια, δεν περιέχουν άμυλο και είναι πλούσια σε αλευρόκοκκους, οι οποίοι περιέχουν κυρίως πρωτεΐνες. Οι αλευρόκοκκοι περιβάλλονται από ελαιώδη σταγονίδια (Lersten 1987). Τα κύτταρα της αλευρόνης παραμένουν ζωντανά στον ώριμο κόκκο (Bradbury κ.ά. 1956). Το υπόλοιπο τμήμα του ενδοσπερμίου

εκτός από την αλευρόνη αποτελείται από μεγάλα κύτταρα πλούσια σε αμυλόκοκκους και διάσπαρτους αλευρόκοκκους. Τα κύτταρα αυτά νεκρώνονται κατά την ωρίμανση (Campbell κ.ά. 1981). Οι αμυλόκοκκοι διαφέρουν πολύ στο μέγεθος και το σχήμα. Όταν οι αλευρόκοκκοι βρίσκονται σε μεγάλη αναλογία στο ενδοσπέρμιο ο κόκκος γίνεται σκληρός και σε τομή εμφανίζει διαφανή, γυαλιστερή όψη. Αντίθετα όταν βρίσκονται σε μικρή αναλογία, το ενδοσπέρμιο γίνεται μαλακό και παρουσιάζει αλευρώδη εμφάνιση.

Το έμβρυο βρίσκεται τοποθετημένο στο ένα άκρο του κόκκου κοντά στον ποδίσκο, σε κατάσταση λήθαργου. Συνήθως ο λήθαργος οφείλεται στην ξήρανση των ιστών του κόκκου, σε ορισμένα όμως φυτά έχουν βρεθεί ουσίες στο ενδοσπέρμιο που προκαλούν το λήθαργο. Το έμβρυο είναι ένα ήδη διαφοροποιημένο νεαρό φυτάριο, στη μια πλευρά του οποίου προεξέχει μια ογκώδης κοτυληδόνα, η οποία ονομάζεται ασπίδιο, λόγω της δισκοειδούς της μορφής. Το ασπίδιο περιέχει αποθησαυριστικές ουσίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται από το έμβρυο κατά τη βλάστηση του σπόρου. Κυρίως όμως ο ρόλος του κατά τη διάρκεια της βλάστησης είναι η έκκριση ορμονικού μηνύματος στο στρώμα της αλευρόνης, η έκκριση υδρολυτικών ενζύμων και ο έλεγχος της μετακίνησης των αποθηκευμένων στο ενδοσπέρμιο θρεπτικών συστατικών προς το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Ο εμβρυακός άξονας φέρει στο κατώτερο άκρο του την πρωτογενή ρίζα και τις καταβολές των εμβρυακών ριζών. Η πρωτογενής ρίζα περιβάλλεται από μία προστατευτική κατασκευή, την κολεόρριζα. Στο ανώτερο άκρο του βλαστικού άξονα βρίσκεται το βλαστίδιο το οποίο έχει κωνική μορφή και καλύπτεται από το κολεόπτιλο, το οποίο θεωρείται ως ένα τροποποιημένο φύλλο. Το κολεόπτιλο συνήθως περικλείει 2-3 εμβρυακά φύλλα, τον άξονα του βλαστού και έναν οφθαλμό. Το έμβρυο περιέχει κυρίως λάδι και πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητά του σε άμυλο είναι μικρή. Επειδή το λάδι ταγγίζει, συνήθως το έμβρυο απομακρύνεται από το ενδοσπέρμιο πριν την άλεση του κόκκου για την παραγωγή αλευριού.

1.6 Στάδια ανάπτυξης

Στους σπόρους ορισμένων ποικιλιών σιτηρών παρουσιάζεται το φαινόμενο του λήθαργου, κατά το οποίο μορφολογικά ώριμοι και ζωντανοί σπόροι δεν βλαστάνουν αμέσως μετά τη συγκομιδή, παρ' όλο ότι τοποθετούνται σε ευνοϊκές για τη βλάστηση συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτός. Η διάρκεια λήθαργου κυμαίνεται συνήθως από ολίγες ημέρες μέχρι και 6 μήνες (Leonard και Martin 1963). Στις περισσότερες ποικιλίες διαρκεί 20-30 ημέρες. Υπάρχουν και νεια, ενώ μεγαλύτερη σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και μικρής ηλιοφάνειας (Briggs 1978). Υψηλές θερμοκρασίες κατά την αποθήκευση μικραίνουν τη από ότι οι ώριμοι. Επίσης οι ποικιλίες με ερυθρωπούς σπόρους παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια λήθαργου. Ποικιλίες με σπόρους χωρίς λήθαργο. Είναι γενετικό φαινόμενο με μεγάλες διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, την εποχή της ωρίμανσης και την αποθήκευση (Peterson 1965). Στο κριθάρι αναφέρεται ότι η διάρκεια λήθαργου ήταν μικρότερη όταν κατά την ωρίμανση επικρατούσε ζεστός καιρός με ηλιοφάνεια διάρκεια λήθαργου. Οι ανώριμοι σπόροι έχουν μεγαλύτερη διάρκεια λήθαργου

Αναφέρονται και περιπτώσεις κατά τις οποίες ενώ οι σπόροι κατά τη συγκομιδή δεν έχουν λήθαργο, εάν στη συνέχεια οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για το φύτεμα, εμφανίζουν δευτερογενή λήθαργο. Για παράδειγμα, σπόροι βρώμης αποκτούν λήθαργο σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τις μέγιστες θερμοκρασίες φυτρώματος (Taiz και Zeiger 2002).

Η αιτία που προκαλεί το λήθαργο δεν είναι πλήρως γνωστή. Μπορεί να οφείλεται στην ευαισθησία των σπόρων στη γιββερελλίνη (σε ορισμένους σπόρους η παρουσία γιββερελλίνης είναι απαραίτητη για τη βλάστηση), στις διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στην παραγωγή α-αμυλάσης, στην ικανότητα του περικαρπίου να απορροφά υγρασία και οξυγόνο και επίσης στην παρουσία αναστολέων στα λέπυρα και το περικάρπιο. Οι αναστολείς μπορεί να σχετίζονται

με παράγοντες του σπόρου (π.χ. παρουσία αμψισσικού οξέος) (Taiz και Zeiger 2002) και του περιβάλλοντος (Stoskopf 1985).

Διακοπή του λήθαργου μπορεί να προκληθεί με μείωση της υγρασίας των σπόρων, έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες, επίδραση ορισμένης φωτοπεριόδου κ.ά. παράγοντες. Ο λήθαργος επίσης διακόπτεται από τις γιββερελλίνες και τις κυτοκινίνες.

Η περιορισμένη διάρκεια λήθαργου είναι επιθυμητή σε περιπτώσεις που κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης επικρατήσει βροχερός και ψυχρός καιρός, γιατί εμποδίζει το φύτευμα των σπόρων όσο βρίσκονται ακόμα πάνω στην ταξιανθία. Το φύτευμα αυτό των σπόρων έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης και την υποβάθμιση της ποιότητας της παραγωγής που προορίζεται για την αρτοποιία και τη ζυθοποιία, λόγω της διάσπασης του αμύλου και των πρωτεϊνών. Στη χώρα μας αρκετές από τις καλλιεργούμενες ποικιλίες δεν παρουσιάζουν ουσιαστικά λήθαργο, οπότε όταν την περίοδο της συγκομιδής ο καιρός είναι βροχερός, παρατηρείται αρκετό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων στους στάχεις. Το φαινόμενο δε είναι εντονότερο όταν συγχρόνως έχουν πλαγιάσει τα φυτά, γιατί τότε οι στάχεις συγκρατούν περισσότερη υγρασία.

Οι σπόροι των σιτηρών, εάν αποθηκευτούν σε κατάλληλες συνθήκες, μπορούν να διατηρήσουν τη βλαστικότητα τους για πολλά χρόνια. Κατά μέσο όρο, από διάφορους ερευνητές, αναφέρεται ότι οι σπόροι του σιταριού μπορούν να διατηρηθούν ζωντανοί από 6-32 χρόνια, του κριθαριού 2-10, της βρώμης 6-29 και της σίκαλης 9-10 χρόνια (Barton 1961). Οι παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η βλαστικότητα και η βιωσιμότητα των σπόρων είναι κυρίως η υγρασία του περιβάλλοντος αποθήκευσης, που βρίσκεται σε ισορροπία με την υγρασία των σπόρων, η θερμοκρασία και ειδικά ο συνδυασμός αυτών των δύο. Όταν και οι δύο αυτοί παράγοντες έχουν υψηλές τιμές τότε η βλαστική ικανότητα διατηρείται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, ενώ όταν μόνον ο ένας παράγοντας έχει υψηλή τιμή, τότε το χρονικό διάστημα αυξάνεται. Στη γεωργική πράξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σπόρος για σπορά όχι μόνο της τελευταίας χρονιάς αλλά και κάπως παλαιότερος. Όταν οι παραγωγοί δεν χρησιμοποιούν

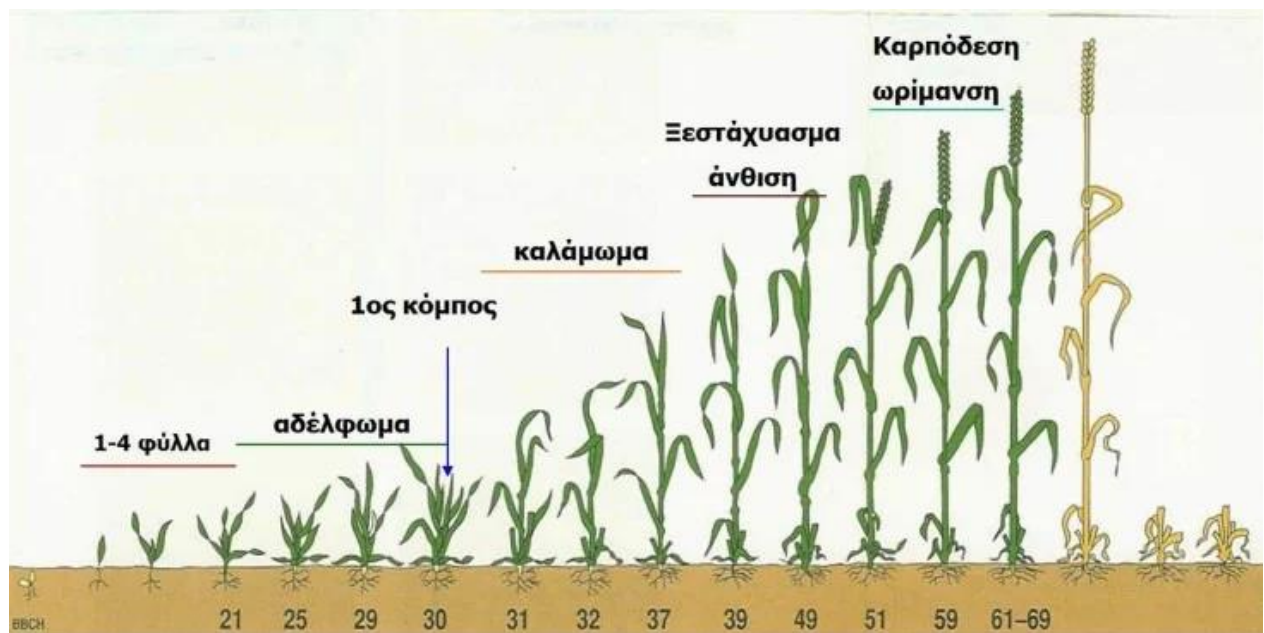
πιστοποιημένο σπόρο, προτιμότερη είναι η χρησιμοποίηση σπόρου της προηγούμενης χρονιάς, επειδή οι συνθήκες αποθήκευσης, από τους παραγωγούς, συνήθως δεν είναι οι ενδεδειγμένες.

Η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους καθορίζουν την έναρξη της βλάστησης. Οι σπόροι για να φυτρώσουν πρέπει να απορροφήσουν υγρασία ίση με το 30-45% του ξηρού τους βάρους, ανάλογα με το είδος. Η ελάχιστη, άριστη και ανώτερη θερμοκρασία για τη βλάστηση εξαρτώνται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, το γενότυπο και την ηλικία του σπόρου. Για παράδειγμα η απαιτούμενη ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτευμα βρέθηκε μικρότερη σε συνθήκες περιορισμένης υγρασίας του εδάφους (Dejong και Best 1979). Απαιτούνται δε περισσότερες θερμομονάδες όταν η υγρασία του εδάφους είναι περιορισμένη και η σπορά έγινε σε μεγάλο βάθος. Σαν ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος των χειμερινών σιτηρών θεωρούνται οι 4°C και σαν άριστη οι 22-25°C. Σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 35°C η βλάστηση γίνεται ακανόνιστα ή αναστέλλεται.

Η υγιεινή κατάσταση, η ακεραιότητα των κόκκων και το μέγεθός τους επηρεάζουν τη βλαστική ικανότητα και την ευρωστία των νεαρών φυταρίων. Οι μη ώριμοι σπόροι έχουν μικρότερη βλαστική ικανότητα, προσβάλλονται περισσότερο από μυκητολογικές ασθένειες και δίνουν λιγότερο εύρωστα φυτά σε σχέση με τους ώριμους. Οι πολύ μικροί κόκκοι δίνουν καχεκτικά φυτά τα οποία πολλές φορές δεν μπορούν να επιζήσουν. Το βάθος σποράς επηρεάζει το χρόνο που απαιτείται για το φύτευμα. Όσο βαθύτερα σπέρνεται ο σπόρος τόσο περισσότερο αργεί να φυτρώσει. Εάν δε σπαρεί πολύ βαθιά το νεαρό φυτάριο μπορεί να μην βγει στην επιφάνεια του εδάφους γιατί θα έχουν εξαντληθεί οι αποθησαυριστικές ουσίες του σπόρου. Σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εδάφους η κολεοπτίλη εμφανίζεται 4-5 ημέρες μετά τη σπορά. Σε αντίξοες συνθήκες απαιτούνται περισσότερες ημέρες. Ορισμένες φορές, όταν η σπορά γίνει καθυστερημένα το φθινόπωρο και οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, το φύτευμα αναστέλλεται για την άνοιξη. Οι κόκκοι μπορούν να παραμείνουν στο

έδαφος χωρίς να χάσουν τη ζωτικότητα τους, όταν η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους είναι χαμηλότερες από τις απαιτούμενες για τη βλάστηση.

Το κριθάρι περνάει από 3 ξεχωριστές φυσιολογικές φάσεις καθώς εξελίσσεται η ανάπτυξή του από τη σπορά μέχρι και τη συγκομιδή. Αυτές είναι το βλαστικό στάδιο, το αναπαραγωγικό στάδιο και το στάδιο γεμίσματος του κόκκου.



1η φάση: Βλαστικό στάδιο

Η φάση αυτή περιλαμβάνει τα στάδια ανάπτυξης του κριθαριού από τη σπορά έως την έναρξη του καλαμώματος. Εδώ σχηματίζονται οι πλευρικοί βλαστοί (αδέλφια) και οι ρίζες του φυτού, ενώ στα τελευταία στάδια του αδελφώματος καθορίζεται ο αριθμός των θέσεων (κόκκων) στον στάχυ.

Ο ρυθμός εξέλιξης του σταδίου επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος όπως είναι η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, η ένταση του φωτός, τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία και η υγρασία του εδάφους. Στις ανοιξιάτικες ποικιλίες κριθαριού, η φάση αυτή είναι ταχύτερη λόγω της ευνοϊκότερης θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου που επικρατούν την εποχή αυτή.

2η φάση: Αναπαραγωγικό στάδιο

Η φάση αυτή ξεκινάει με την εμφάνιση του πρώτου κόμβου και διαρκεί μέχρι το τέλος της άνθησης. Πρόκειται για ένα κρίσιμο στάδιο του βιολογικού κύκλου των φυτών, καθώς εδώ γίνεται η ανάπτυξη του στελέχους, η αύξηση των φύλλων, της ρίζας και της ταξιανθίας. Η φυλλική επιφάνεια του φυτού σε αυτό το στάδιο είναι ικανή να απορροφήσει το 95% της εισερχόμενης ενεργής ακτινοβολίας (Photosynthetically Active Radiation - PAR). Η ανάπτυξη είναι πολύ γρήγορη, με έντονη ζήτηση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος.

3η φάση: Στάδιο γεμίσματος του κόκκου

Η φάση αυτή ξεκινάει με το τέλος της άνθησης και διαρκεί έως και την ωρίμανση των κόκκων. Εδώ οριστικοποιούνται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Το «φύλλο σημαία» παίζει καθοριστικό ρόλο στον σχηματισμό των υδατανθράκων που παράγονται από εδώ και στο εξής και μεταφέρονται στον κόκκο, γι' αυτό και η επάρκειά του σε άζωτο θα πρέπει να είναι η βέλτιστη δυνατή.

1.7 Καλλιεργητικές Τεχνικές

1.7.1 Σπορά

Οι σπόροι των σιτηρών, εάν αποθηκευτούν σε κατάλληλες συνθήκες, μπορούν να διατηρήσουν τη βλαστικότητα τους για πολλά χρόνια. Κατά μέσο όρο, από διάφορους ερευνητές, αναφέρεται ότι οι σπόροι του σιταριού μπορούν να διατηρηθούν ζωντανοί από 6-32 χρόνια, του κριθαριού 2-10, της βρώμης 6-29 και της σίκαλης 9-10 χρόνια (Barton 1961).

Οι παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η βλαστικότητα και η βιωσιμότητα των σπόρων είναι κυρίως η υγρασία του περιβάλλοντος αποθήκευσης, που βρίσκεται σε ισορροπία με την υγρασία των σπόρων, η θερμοκρασία και ειδικά ο συνδυασμός αυτών των δύο. Όταν και οι δύο αυτοί παράγοντες έχουν υψηλές τιμές τότε η βλαστική ικανότητα διατηρείται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, ενώ όταν μόνον ο ένας παράγοντας έχει υψηλή τιμή, τότε το χρονικό διάστημα αυξάνεται.

Στη γεωργική πράξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σπόρος για σπορά όχι μόνο της τελευταίας χρονιάς αλλά και κάπως παλαιότερος. Όταν οι παραγωγοί δεν χρησιμοποιούν πιστοποιημένο σπόρο, προτιμότερη είναι η χρησιμοποίηση σπόρου της προηγούμενης χρονιάς, επειδή οι συνθήκες αποθήκευσης, από τους παραγωγούς, συνήθως δεν είναι οι ενδεδειγμένες.

Η ημερομηνία σποράς λόγω της στενής σχέσης μεταξύ της συσσωρευμένης ξηράς ουσίας στο σπορόφυτο και της προσαρμογής του στο ψύχος αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα στην παραγωγή χειμερινού σίτου (Fowler and Gusta, 1977). Το κριθάρι στην χώρα μας σπέρνεται το φθινόπωρο τους μήνες Οκτώβριο-Νοέμβριο. Για τις ορεινές περιοχές ο Οκτώβριος θεωρείται ο καταλληλότερος μήνας σποράς. Η καθυστερημένη σπορά συνήθως σχετίζεται με μειωμένη απόδοση και ποιότητα παραγωγής (Fowler, 1982).

Στην πολύ πρώιμη σπορά τα νεαρά φυτά μπορεί να αναπτυχθούν σε ένα προηγμένο βλαστικό στάδιο όπου αυξάνεται η πιθανότητα καταστροφής τους από παγετό. Οι Loeerky and Lafond (1989) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το βάθος του κριθαριού πρέπει να κυμαίνεται 10-25 mm έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η βέλτιστη εγκατάσταση των φυτών στον αργό το φθινόπωρο και να χρησιμοποιούνται 14-18 kg σπόρου/στρ..

Επιπλέον, ανέφερε ότι οι σπόροι που τοποθετούνται βαθύτερα από 25 mm έχει σαν αποτέλεσμα καθυστερημένη εμφάνιση των σπορόφυτων, μείωση της συσσωρευμένης ξηράς ουσίας τους και της αντοχής τους στο ψύχος. Για τον καθορισμό της ποσότητας του σπόρου που σπέρνεται ανά στρέμμα λαμβάνονται υπόψη πολλοί παράγοντες όπως είναι εποχή σποράς, γονιμότητα εδάφους, θερμοκρασία περιβάλλοντος, εδαφική υγρασία, η ποικιλία, η προετοιμασία εδάφους. Έρευνα σχετικά με τις επιδράσεις της θερμοκρασίας και της εδαφικής υγρασίας στην βλαστική ικανότητα έδειξαν ότι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είχε μεγαλύτερη επίδραση σε σχέση με την υγρασία του εδάφους (Lafont and Fowler, 1989).

1.7.2 Λίπανση

Το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το θείο, το βόριο, ο χαλκός, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος είναι ιδιαίτερα σημαντικά στοιχεία που επιδρούν στα χαρακτηριστικά της παραγωγής στο κριθάρι. Οι δυο συντελεστές που προσδιορίζουν την τελική απόδοση της παραγωγής είναι ο αριθμός των κόκκων ανά μονάδα επιφάνειας και το βάρος τους. Όλοι επομένως οι παράγοντες που ασκούν θετική επίδραση στους συντελεστές αυτούς, αυξάνουν και τις τελικές αποδόσεις της καλλιέργειας.

Ένα ισορροπημένο πρόγραμμα λίπανσης που συμπεριλαμβάνει τα απαραίτητα για το κριθάρι μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά στοιχεία, στηρίζει θετικά τους παραπάνω συντελεστές. Οι απαιτήσεις του κριθαριού σε θρεπτικά στοιχεία, ποικίλλουν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Το άζωτο και το κάλιο είναι τα θρεπτικά στοιχεία που απαιτούνται στις υψηλότερες ποσότητες για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων στα κριθάρια. Κατά τη διάρκεια της ταχείας ανάπτυξης των φυτών την περίοδο της άνοιξης, εντείνεται η πρόσληψη όλων των θρεπτικών στοιχείων. Η διαθεσιμότητά τους στα στάδια αυτά μέσω μιας επιτυχημένης τακτικής λίπανσης παίζει καθοριστικό ρόλο στη σωστή στήριξη της ανάπτυξής τους.

Συγκεκριμένα το άζωτο ευνοεί τη διαφοροποίηση και ανάπτυξη των φύλλων όπως και την αύξηση του αριθμού των αδελφιών ανά φυτό. Τα δίστιχα κριθάρια έχουν χαμηλότερο βάρος στάχων. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η επίτευξη μεγαλύτερης πυκνότητας φυτών σε σχέση με τις εξάστιχες ποικιλίες ώστε να αυξηθεί η απόδοσή τους. Η υψηλότερη πυκνότητα σποράς και το παραγωγικότερο αδελφωμα που επιτυγχάνεται με τη χορήγηση αζώτου, είναι απαραίτητα στα δίστιχα κριθάρια. Σε ποικιλίες πολλαπλών σειρών, ο στόχος θα πρέπει να είναι η δημιουργία 3 στάχων ανά φυτό, ενώ στα δίστιχα κριθάρια 2 στάχων ανά φυτό. Με βάση το συνολικό αριθμό των αδελφιών που αναπτύχθηκαν και τελικά θα επιβιώσουν, καθορίζεται και ο συνολικός αριθμός των σχηματιζόμενων στάχων. Τα αδέρφια έχουν μικρότερους στάχους σε σχέση

με το κεντρικό φυτό και παράγουν λιγότερους κόκκους με μικρότερο βάρος. Τα πιο σημαντικά μακροθρεπτικά στοιχεία στο στάδιο αυτό είναι το άζωτο, ο φωσφόρος το κάλιο και το θείο. Η επιβίωση των αδελφιών επηρεάζεται άμεσα από τις δόσεις εφαρμογής του αζώτου όσο και από το χρόνο εφαρμογής του. Η χορήγηση του αζώτου στο στάδιο αυτό θα πρέπει να ρυθμιστεί με σκοπό να καλυφθούν οι πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας. Ενδεχόμενη υπερδοσολόγηση μπορεί να οδηγήσει σε πλάγιασμα των φυτών με σημαντικές επιπτώσεις στην τελική παραγωγή.

Το κριθάρι στον αγρό λόγω του μικρού του βιολογικού κύκλου και της υψηλής ανθεκτικότητας στην θερμοκρασία και την ξηρασία, εκμεταλλεύεται με τον καλύτερο τρόπο τα ελαφρά αβαθή εδάφη των ξηρών περιοχών. Σε εδάφη που νεροκρατούν και παρουσιάζουν υψηλό υδατικό ορίζοντα, τα φυτά υποφέρουν από ασθένειες και μειώνουν δραματικά τις αποδόσεις, για αυτό πρέπει να αποκλείονται από την καλλιέργεια των σιτηρών. Ως προς την οξύτητα του εδάφους, αναπτύσσονται κανονικά και δίνουν υψηλές παραγωγές σε ένα εύρος pH από 5,5 έως 7,5 με το σιτάρι και το κριθάρι να προτιμούν τα περισσότερο αλκαλικά, ενώ η σίκαλη και η βρώμη τα πιο όξινα εδάφη. Στο κριθάρι, η εύρωστη ανάπτυξη των φυτών και η επίτευξη υψηλών στρεμματικών αποδόσεων σε καρπό, προϋποθέτουν την ικανοποιητική τροφοδοσία της καλλιέργειας με Άζωτο και Φώσφορο. Η επάρκεια των στοιχείων αυτών σε συγκεκριμένα στάδια της ανάπτυξης επηρεάζει καθοριστικά την εξέλιξη της καλλιέργειας και διαμορφώνει το τελικό ύψος και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Η βασική λίπανση είναι απολύτως απαραίτητη καθώς είναι αδύνατο να αναπτυχθούν κανονικά τα σιτηρά και να επιτύχουν υψηλές αποδόσεις σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας, χωρίς την επάρκεια θρεπτικών στοιχείων. Για τον προσδιορισμό της ποσότητας καθώς και του τύπου του λιπάσματος που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η δομή του εδάφους, το ύψος και η κατανομή των ετήσιων βροχοπτώσεων της περιοχής.

Βασική λίπανση: Διενεργείται κατά το στάδιο της προετοιμασίας του εδάφους και πριν την εγκατάσταση των φυτών σε αυτό. Τα θρεπτικά στοιχεία που προστίθενται στο έδαφος είναι κατά κανόνα άζωτο, φώσφορος και κάλιο. Η προσθήκη ασβεστίου, μαγνησίου και ιχνοστοιχείων είναι αναγκαία μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Στα σιτηρά η βασική λίπανση είναι απολύτως απαραίτητη καθώς είναι αδύνατο να αναπτυχθούν κανονικά και να επιτύχουν υψηλές αποδόσεις σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας, χωρίς την επάρκεια θρεπτικών στοιχείων.

1.7.3 Άρδευση

Στις Μεσογειακές περιοχές η πλειοψηφία των βροχοπτώσεων λαμβάνει χώρα κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα, με αποτέλεσμα να έχουμε έλλειψη νερού κατά τα στάδια άνθισης και γεμίσματος του κόκκου. Η απόδοση της καλλιέργειας εξαρτάται περισσότερο από την διαθεσιμότητα του νερού μετά την άνθιση. Οπότε το μεγαλύτερο εύρος διακυμάνσεων στην απόδοση του σίτου σε ένα Μεσογειακό περιβάλλον οφείλεται στην ακανόνιστη κατανομή των βροχοπτώσεων. Η έλλειψη νερού επηρεάζει τον αριθμό των αδελφιών, των στάχων, των κόκκων ανά στάχυ και το βάρος των κόκκων. Ο βαθμός της επιρροής όμως εξαρτάται σε ποιο στάδιο ανάπτυξης βρισκόταν η καλλιέργεια κριθαριού όταν στρεσαρίστηκε από την έλλειψη νερού. Συχνή άρδευση με καταιονισμό μπορεί να οδηγήσει στην γρήγορη εξάπλωση ασθενειών. Το σύστημα άρδευσης πλημμύρα είναι πιο αποτελεσματικό στην έκπλυση αλάτων, το οποίο είναι σημαντικό εάν τα άλατα αποτελούν πρόβλημα. Ουσιαστικά εφαρμόζοντας περιορισμένες ποσότητες νερού βασισμένες σε ένα μοτίβο βροχοπτώσεων και σωστού χρονοδιαγράμματος, αξιοποιούνται σωστά και η βροχή και η πρόσθετη άρδευση, με απώτερο σκοπό την αύξηση παραγωγής. Η υψηλή εφαρμογή αζώτου μετά από υπεράρδευση αυξάνει σημαντικά την απόδοση σε σπόρο, ενώ η ίδια ποσότητα αζώτου μπορεί να είχε προστεθεί κατά την σπορά χωρίς όμως να έχει καμία επίδραση στην απόδοση.

1.7.4 Συγκομιδή

Η συγκομιδή μπορεί να γίνει με θεραλωνιστική όταν οι καρποί έχουν υγρασία 13-14%. Επειδή όμως στις υγρασίες αυτές παρατηρείται σημαντική απώλεια καρπών κατά τη συγκομιδή στα κριθάρια που προορίζονται για βυνοποίηση συνιστάται τα φυτά να θερίζονται στο στάδιο του κηρώδους καρπού και ξηραίνονται κατά λωρίδες στον αγρό. Στο στάδιο αυτό ο στάχυς έχει συνήθως ζωηρό κίτρινο χρώμα, αλλά μπορεί να υπάρχει και διάσπαρτο πράσινο χρώμα στα στελέχη. Τα φυτά αλωνίζονται μετά από 3-4 ημέρες με θεραλωνιστική εφοδιασμένη με το κατάλληλο εξάρτημα συλλογής κομμένων φυτών. Μεγάλα ποσοστά σπασμένων καρπών υποβιβάζουν σημαντικά την αξία της παρτίδας του κριθαριού για βυνοποίηση και πολλές φορές την χαρακτηρίζουν και ως τελείως ακατάλληλη.

Γενικά, συστήνεται να θεριστεί σε περιεκτικότητα υγρασίας όχι μεγαλύτερη από 20 % και να ξεραθεί με ζεστό αέρα, ο οποίος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τους 43°C, αφού οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν σημαντικά την ικανότητα βλάστησης. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι η κομπίνα θα πρέπει να ρυθμίζεται με βάση τις προδιαγραφές που αναφέρονται στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για την εκάστοτε καλλιέργεια, ώστε να αποφευχθούν οι απώλειες σε σπόρο. Η μηχανική συγκομιδή μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του σπόρου με δύο τρόπους την καταστροφή του πυρήνα και καθαρότητα του σπόρου. Η ελάχιστη απώλεια που μπορεί να γίνει εφικτή κυμαίνεται από 0,5 έως 2 %. Οι στροφές του κινητήρα είναι συνήθως δεδομένες, αλλά αποτελούν την πιο σημαντική ρύθμιση από όλες. Μία κομπίνα με περιστροφικό ή κυλινδρικό αλωνιστή μπορούν να επιτύχουν μία αποτελεσματική συγκομιδή του κριθαριού

1.8 Εχθροί και ασθένειες

Τα σιτηρά προσβάλλονται από μεγάλο αριθμό εντόμων, όχι όμως συχνά.

Οι σημαντικότεροι εχθροί της καλλιέργειας του κριθαριού είναι:

- Σιδηροσκώληκες
- Αγροτίδες
- Κάραβος
- Χλώροπας
- Οσινέλλα
- Κηκιδόμυγα
- Βλαστορρήκτης
- Βρωμούσες
- Αφίδες
- Ακρίδες
- Θρίπας
- Νηματώδης των σιτηρών
- *Calandra granaria* L.
- *Sitotroga cerealella*
- *Plodia interpunctella*

Οι σημαντικότερες απ' τις ασθένειες που προσβάλλουν την καλλιέργεια του κριθαριού είναι οι εξής:

- Σκωριάσεις
- Δαυλίτης
- Άνθρακας
- Γραμμωτός άνθρακας
- Ωίδιο
- Σεπτοριώσεις
- Σήψη των ριζών και του λαιμού
- Παρασιτικό πλάγιασμα
- Ριζοκτονίαση
- Ελμινθοσπορίωση
- Ρυγχοσπορίωση
- Μωσαϊκωση

1.9 Λιπάσματα

Ορισμένα από τα σύγχρονα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται ευρέως για βασική λίπανση είναι:

- NovaTec® 22-8-10 + B, Zn Σύνθεση: 22% N (10% νιτρικό και 12% αμμωνιακό), 8% P₂O₅, (υδατοδιαλυτός 6%), 10% K₂O υδατοδιαλυτό Ιχνοστοιχεία: 0,3%B, 0,1% Zn. Ιδανικό για κάθε καλλιέργεια με αυξημένες απαιτήσεις σε άζωτο και κάλιο και λιγότερο σε φώσφορο.

- EasyStart® TE-Max Σύνθεση: 11% N (11,0%), 48% P₂O₅ (46%υδατοδιαλυτός). Ιχνοστοιχεία : 0,6%Fe, 0,1% Mn, 1,0%Zn. Λίπασμα NP με υψηλή περιεκτικότητα σε φώσφορο και ιχνοστοιχεία. Περιέχει *Bacillus subtilis* που βοηθάει στην υγιή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Επένδυση σπόρου μπορεί να γίνει με το παρακάτω::

- Vitanica® RZ Το Vitanica® RZ είναι ένα υγρό οργανο-ανόργανο λίπασμα NK για υδρολίπανση και διαφυλλική εφαρμογή σε όλες τις καλλιέργειες κατά τη διάρκεια ολόκληρης της περιόδου ανάπτυξης. Το Vitanica® RZ περιέχει εκχύλισμα φυκιών από το *Ecklonia maxima* που παρέχει βιοδραστικά οργανικά συστατικά (αμινοξέα, βιταμίνες). Μαζί με τον ευεργετικό και σύνθετο τρόπο δράσης των *Bacillus sp.* το Vitanica® RZ έχει μια διεγερτική επίδραση στην ανάπτυξη των ριζών και υποστηρίζει τη ζωτικότητα και την αντοχή στο στρες των φυτών.

Επιφανειακή λίπανση: Χορηγείται το υπόλοιπο της συνολικής ποσότητας του Αζώτου, σε μια ή δυο δόσεις, ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας. Στο σκληρό σιτάρι μπορεί να γίνει και μια επιπλέον εφαρμογή λίγο πριν το ξεστάχασμα για την αύξηση της παραγωγής και για τη βελτίωση της ποιότητας. Ορισμένα από τα σύγχρονα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για επιφανειακή λίπανση είναι:

- NovaTec® 40 Σύνθεση: 40-0-0 Υδατοδιαλυτό λίπασμα αζώτου με παρεμποδιστή νιτροποίησης του αζώτου (DMPP), κατάλληλο για κάθε καλλιέργεια.

Διαφυλλική λίπανση: Είναι ο γρηγορότερος τρόπος εφοδιασμού των φυτών με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία.

- Basfoliar® Triple flo Σύνθεση: 9% χαλκός, 22%μαγγάνιο, 33% ψευδάργυρος. Η ειδική του σύνθεση εξασφαλίζει την ευρωστία των καλλιεργειών καταπολεμώντας ταυτόχρονα και τις τροφοπενίες του χαλκού,μαγγανίου και ψευδαργύρου.

- Basfoliar 36 Extra Υγρό λίπασμα με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο (ειδικά καρβαμιδικής μορφής), μαγνήσιο και μαγγάνιο. Ιδιαίτερα κατάλληλο για εντατικές καλλιέργειες όπως οπωρολαχανικών, αμπελιού, καλλωπιστικών ειδικά στις περιπτώσεις που, εκτός από μεγάλη ανάγκη αζώτου υπάρχει και μεγάλη ανάγκη μαγνησίου και μαγγανίου.

2. Υλικά και μέθοδοι

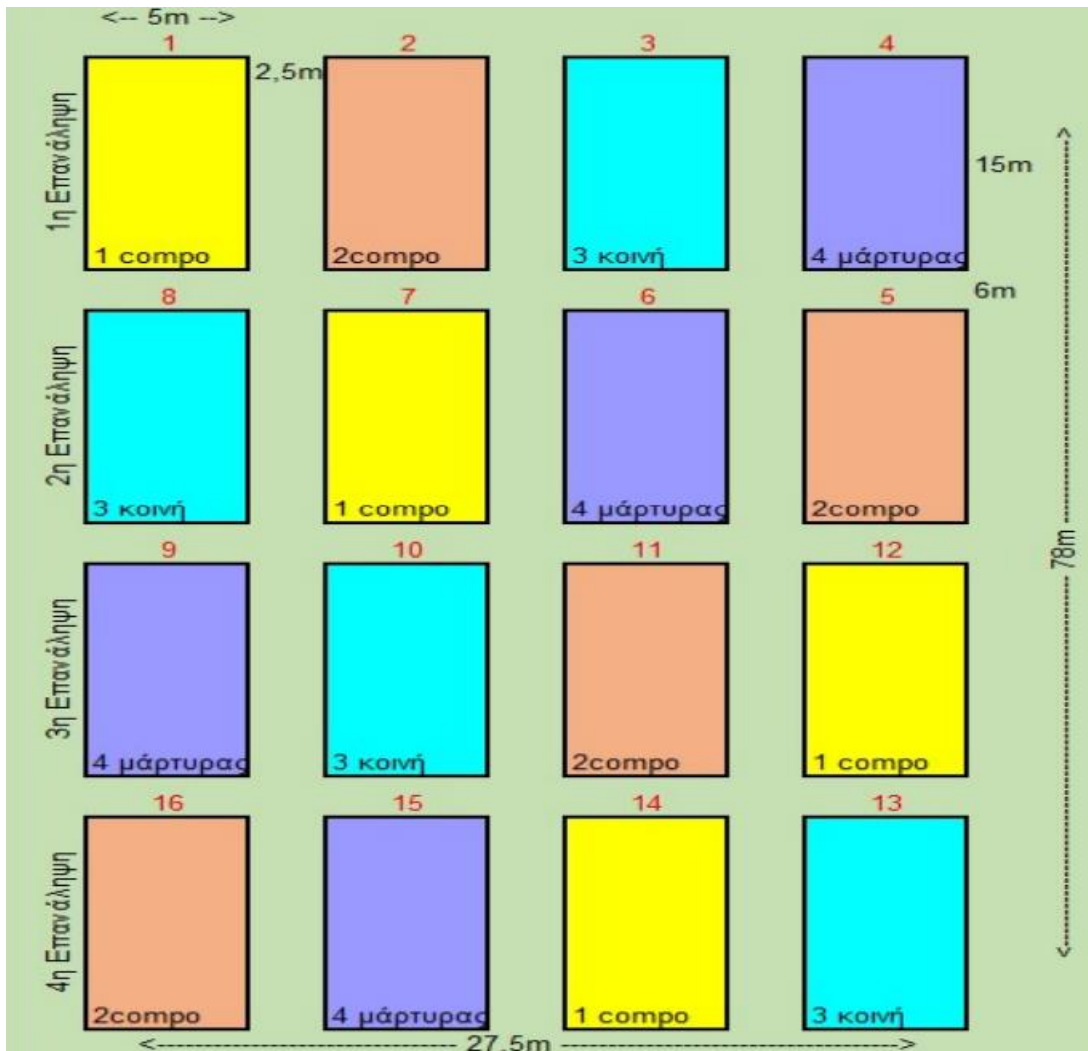
Για τους σκοπούς της μελέτης καλλιεργήθηκε κριθάρι (*Hordeum Vulgare*), ποικιλίας «Grace» το οποίο είναι από τα πλέον διαδεδομένα χειμερινά βυνοποιήσιμα κριθάρια στην Ελλάδα. Εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο την καλλιεργητική περίοδο 2016-2017 προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση διαφορετικών σεναρίων λίπανσης στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του.

2.1. Καλλιεργητικές φροντίδες

Για την εγκατάσταση του πειραματικού αγρού πραγματοποιήθηκαν όλες οι ενδεδειγμένες εργασίες αγρού. Η προετοιμασία της σποροκλίνης περιελάμβανε όργωμα και περιστροφικό καλλιεργητή. Η βασική λίπανση πραγματοποιήθηκε μία μέρα πριν τη σπορά χρησιμοποιώντας ένα διανομέα και στη συνέχεια το λίπασμα ενσωματώθηκε χρησιμοποιώντας έναν περιστροφικό καλλιεργητή. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 15 Νοεμβρίου 2016 με μηχανή σποράς σιτηρών και ποσότητα σπόρου 20 kg/στρέμμα. Πραγματοποιήθηκε χημική ζιζανιοκτονία την άνοιξη για τον έλεγχο τόσο των πλατύφυλλων ζιζανίων, όσο και των αγρωστωδών. Η εκτίμηση των εδαφικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε με δειγματοληψία και ανάλυση από διάφορα σημεία του πειραματικού αγρού σε βάθος 0-30 cm και 30 – 60 cm.

2.2. Μετεωρολογικά στοιχεία

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής που είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Οι μέσες κλιματικές τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης είναι για την περιοχή της Ν. Αγχιάλου διότι δεν υπάρχουν στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε στην καλλιέργεια του κριθαριού ήταν τυχαιοποιημένες ομάδες τεμαχίων (RCB). Οι μεταχειρίσεις ήταν τέσσερις σε τέσσερις επαναλήψεις, συνολικά δηλαδή 16 τεμάχια.



Ειδικότερα οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν στο κριθάρι ήταν οι ακόλουθες:

1^η Λίπανση: βασική λίπανση 15 kg/στρέμμα με Novatec 22-8-10, με αναστολέα νιτροποίησης και 2 kg/στρέμμα με μικροκοκκώδες BS 11-48-0 και επιφανειακή στις 7/3/2017 με 15 kg/στρέμμα με Novatec 40 (40-0-0). Επίσης πραγματοποιήθηκαν δύο διαφυλλικές λιπάνσεις, η πρώτη με Basfoliar 36-0-0 (0,5 l/στρ.) και η δεύτερη με Basfoliar Triple Flo με ιχνοστοιχεία Zn, Cu, Mn (0,075 l/στρ.).

2^η Λίπανση: αυτή η μεταχείριση περιελάμβανε επικάλυψη σπόρου με Vitamica RZ (0,024 l/στρ.) και βασική λίπανση 15 kg/στρέμμα με Novatec 22-8-10 και επιφανειακή στις 7/3/2017 με 15 kg/στρέμμα με Novatec 40 (40-0-0). Επίσης πραγματοποιήθηκαν δύο διαφυλλικές λιπάνσεις, η πρώτη με Basfoliar 36-0-0: (0,3 l/στρ.) και η δεύτερη με Basfoliar Triple Flo με ιχνοστοιχεία Zn, Cu, Mn (0,0755 l/στρ.).

3^η Λίπανση: Συμβατική λίπανση: Κοινή καλλιεργητική πρακτική στην Ελλάδα με βασική λίπανση 20 kg/στρ. 20-10-10 και επιφανειακή λίπανση στις 7/3/2017 με 25 kg/στρ. 34.5-0-0

4^η Λίπανση: Μηδενική λίπανση

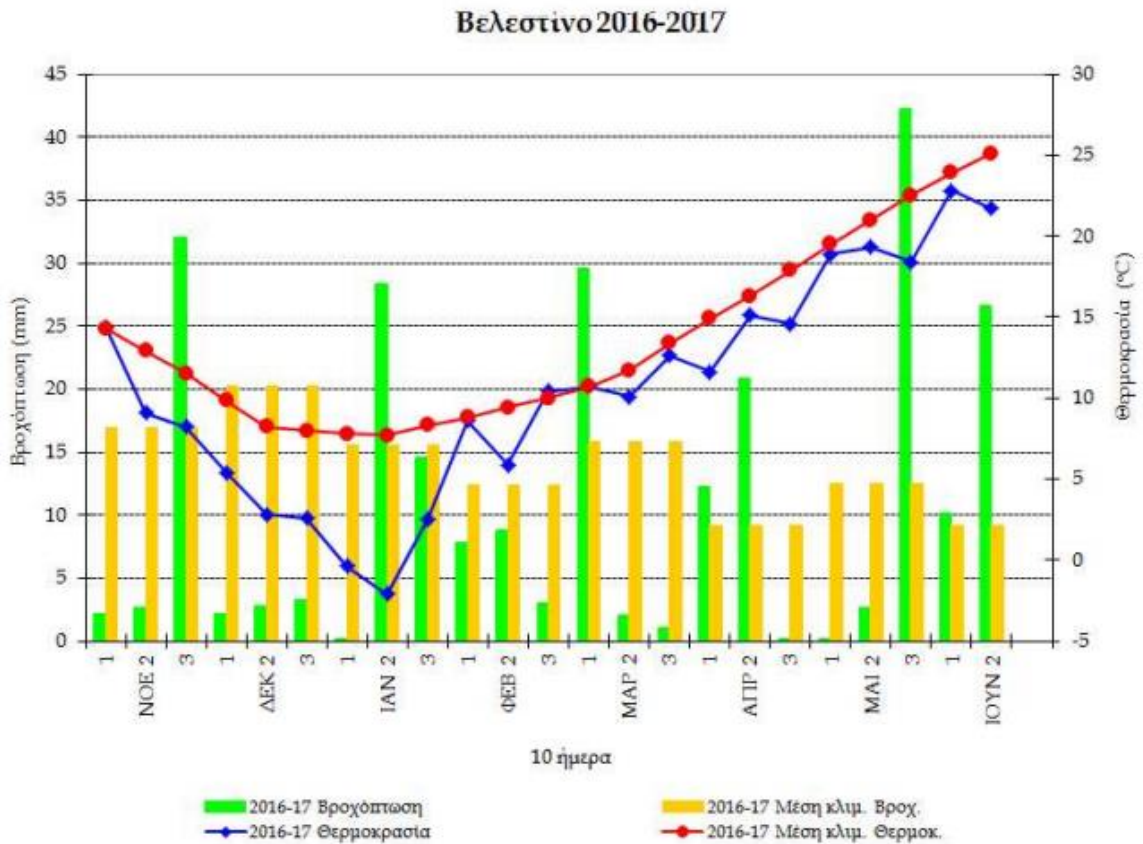
2.3. Μετρήσεις ανάπτυξης των φυτών

Ξηρά βάρη. Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες φυτών για ανάλυση της αύξησης και ανάπτυξής τους κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Κάθε δειγματοληψία περιλάμβανε την κοπή φυτών έκτασης ενός τετραγωνικού μέτρου από κάθε τεμάχιο. Αρχικά γινόταν καταγραφή του χλωρού τους βάρους. Στη συνέχεια λαμβανόταν υπόδειγμα φυτών από κάθε τεμάχιο και γινόταν διαχωρισμός σε στελέχη, καρποφόρα όργανα και φύλλα και προσδιορίζονταν τα αντίστοιχα ξηρά βάρη, όπως και το συνολικό. Η ξήρανση των δειγμάτων γινόταν σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 50 °C. Η ξήρανση θεωρείτο περατωμένη όταν δεν μεταβαλλόταν το βάρος των δειγμάτων από την προηγούμενη μέτρηση μετά την παρέλευση μιας ημέρας. Απόδοση. Για τον υπολογισμό της απόδοσης της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε αλωνισμός κάθε τεμαχίου χωριστά με τη βοήθεια της αλωνιστικής μηχανής πειραματικών αγρών του Εργαστηρίου Μηχανολογίας της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στις 10 Ιουνίου 2017. Μετρήθηκε επίσης το βάρος χιλίων κόκκων. Αναλύσεις φυτικών ιστών. Σε φυτικούς ιστούς (φύλλα, στελέχη και καρπούς ξεχωριστά) έγινε προσδιορισμός του ολικού N (%), για να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα χρήσης των λιπασμάτων.

3. Αποτελέσματα και Συζήτηση

3.1. Καιρικές συνθήκες

Στο Διάγραμμα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν στο Βελεστίνο κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας.



Διάγραμμα 1: Μέση θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ανά 10ήμερο, από Νοέμβριο 2016 έως και Ιούνιο 2017, στο Βελεστίνο.

Κατά τη σπορά (μέσα Νοεμβρίου,) επικράτησαν χαμηλότερες για την εποχή θερμοκρασίες που σε συνδυασμό με τις βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν στο τρίτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου είχαν ως αποτέλεσμα παρατεταμένο φύτρωμα αλλά χωρίς προβλήματα σε ότι αφορά τον τελικό πληθυσμό φυτών, σχεδόν σε όλα τα πειραματικά τεμάχια και τελικά την επιτυχημένη εγκατάσταση της καλλιέργειας. Η βροχόπτωση που σημειώθηκε στις 9/3/17 (περί τα 30 mm) έδωσε ώθηση στην καλλιέργεια που σε συνδυασμό με την επιφανειακή λίπανση προοιωνίζει καλή ανάπτυξη των καλλιεργειών. Ακολούθησε μια περίοδος 70 ημερών με ελάχιστες βροχοπτώσεις (συνολικά 39 mm μέχρι μέσα Απριλίου), όπως παρουσιάζονται στο διάγραμμα, οι οποίες βοήθησαν μεν στην επίτευξη παραγωγής ικανοποιητικής βιομάζας των καλλιεργειών, όμως η ξηρασία από μέσα Απριλίου μέχρι και το δεύτερο δεκαήμερο του Μαΐου είχε ως αποτέλεσμα τη συγκράτηση των αποδόσεων σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα για την περιοχή και την εικόνα της καλλιέργειας. Οι βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν κατά το τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου μέχρι και το δεύτερο του Ιουνίου ήταν μάλλον επιβλαβείς ήταν για την καλλιέργεια υποβαθμίζοντας την ποιοτικά.

3.2 Έδαφος

Η σύσταση του εδάφους του πειραματικού αγρού παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί. Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αργιλώδες με αλκαλική αντίδραση τόσο στον επιφανειακό όσο και στον υποεπιφανειακό εδαφικό ορίζοντα. Είναι ιδιαίτερα γόνιμο με ποσοστό οργανικής ουσίας 2,91% σε βάθος 0 – 30 cm και 1,86% στα 30 – 60 cm. Αυτό αποτελεί αρχικώς ένδειξη ανοργανοποίησης υψηλότερου ποσοστού οργανικού αζώτου έναντι του μέσου όρου των ελληνικών εδαφών. Δηλαδή χωρίς την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων μπορεί να επιτευχθεί απόδοση των καλλιεργειών μεγαλύτερη του μέσου όρου των αλίπαντων εκτάσεων της χώρας.

Πίνακας 1: Εδαφικές ιδιότητες των επιφανειακών (0-30 cm) και υποεπιφανειακών οριζόντων (30-60 cm).

ΒΑΘΟΣ(cm)	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ			ΥΦΗ	ΦΕΒ	CEC cmol/kg	pH(ΠΑΣΤΑΣ)	EC(ΠΑΣΤΑΣ) mS/cm	Cορ γ. g/kg	N g/kg	C/N	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ (%)	CaCO ₃	ESP
	ΑΜΜΟΣ (%)	ΙΛΥΣ (%)	ΑΡΓΙΛΟΣ (%)											ΑΜΜΟΣ (%)
0-30	26.8	31.33	41.87	C	1.27	26.05	7.63	1.17	14.52	1.67	8.78	2.91	6.78	0.88
30-60	25.93	30.93	43.13	C	1.27	23.18	7.9	0.47	9.31	1.06	8.85	1.86	7.68	1.03

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε μακροθρεπτικά και ιχνοστοιχεία κρίνεται ικανοποιητική.

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα μακροθρεπτικών και ιχνοστοιχείων των επιφανειακών (0-30 cm) και υποεπιφανειακών οριζόντων (30-60 cm).

ΒΑΘΟΣ (cm)	P-Olsen	Na+	K+	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/kg	cmol/kg		mg/kg				
0-30	18.73	0.23	1.00	5.47	15.22	1.40	1.80	0.40
30-60	3.45	0.24	0.35	7.72	16.37	0.60	2.01	0.32

3.3 Άυξηση-Ανάπτυξη-Απόδοση

Η εικόνα που παρουσίασαν τα φυτά σε αυτό το στάδιο οφείλεται κυρίως στη βασική λίπανση, αφού η επιφανειακή πραγματοποιήθηκε μια εβδομάδα πριν τη δειγματοληψία και η πρόσληψη του αζώτου δεν έχει ακόμη μετατραπεί σε παραγωγή βιομάζας σε ισχυρό βαθμό. Στην 1η δειγματοληψία φαίνεται αριθμητική (όχι στατιστική) υπεροχή των μεταχειρίσεων της Compro έναντι της συμβατικής και του μάρτυρα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην καλύτερη θρέψη στο πρώτο στάδιο αύξησης και ανάπτυξης των καλλιεργειών

Πίνακας 3: Χλωρό και ξηρό βάρος στο κριθάρι στις 17/3/2017.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ		
1η ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ 17/3/2017		
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m ²)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m ²)
	ΚΡΙΘΑΡΙ	
COMPO 1	1281.1	144.4
COMPO 2	1101.5	124.9
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	1031.6	120.4
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1012.5	108.4
ΕΣΔ.05	ns	ns
CV (%)	37.7	24.1

Στη 2η δειγματοληψία στις αρχές Μαΐου εξακολουθεί η ίδια τάση ως προς την παραγωγή βιομάζας όπως και στην 1η (Πίν. 4). Σε αυτό το στάδιο έχει ολοκληρωθεί η ανθοφορία του και ξεκινάει το γέμισμα του σπόρου.

Πίνακας 4: Χλωρό και ξηρό βάρος στο κριθάρι στις 7/5/2017.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ		
2η ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ 7/5/2017		
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m ²)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m ²)
	ΚΡΙΘΑΡΙ	
COMPO 1	4230	1444.8
COMPO 2	4098	1390
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	4010	1256
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	3414	1163
ΕΣΔ.05	ns	ns
CV (%)	15.5	15

Στην τρίτη δειγματοληψία στις 10/6/2017, οι καλλιέργεια έχει ολοκληρώσει το βιολογικό της κύκλο και πραγματοποιείται πλέον η συγκομιδή. Ως προς την παραγωγή βιομάζας, πάλι εμφανίζεται αριθμητική υπεροχή των μεταχειρίσεων της Compo (Πίν. 5). Από το πλήθος των στάχων εξάγεται το συμπέρασμα του καλύτερου αδελφώματος στις μεταχειρίσεις της Compo και μάλιστα σε στατιστικώς σημαντικό βαθμό, με την Compo 1 να υπερέχει έναντι της συμβατικής και του μάρτυρα και την Compo 2 μόνο έναντι του μάρτυρα. Σε ότι αφορά την απόδοση σε καρπό, οι μεταχειρίσεις της Compo υπερείχαν στατιστικώς έναντι του μάρτυρα, όχι όμως και της συμβατικής λίπανσης όπου η υπεροχή είναι μόνο αριθμητική. Το πιθανότερο είναι ότι η έλλειψη ικανοποιητικών βροχοπτώσεων τον Απρίλιο και καθόλου το Μάιο να ζημίωσαν την καλλιέργεια.

Η απόδοση σε καρπό και το μέγεθος σπόρου του μάρτυρα δείχνει ότι το νερό επαρκούσε ώστε να αξιοποιηθούν οι καλλιέργειες τα θρεπτικά που πήραν τα φυτά από το έδαφος, όμως δεν ήταν αρκετό ώστε να δώσει το αδιαμφισβήτητο πλεονέκτημα που προσφέρει η λίπανση στην καλλιέργεια.

Πίνακας 5: Χλωρό βάρος υποδείγματος, πλήθος στάχων και βάρος κόκκων στο κριθάρι στις 10/6/2017.

3η ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ 10/6/2017			
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (g)	ΠΛΗΘΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΒΑΡΟΣ 1000 ΚΟΚΚΩΝ (g)
	ΚΡΙΘΑΡΙ		
COMPO 1	2116	700	119
COMPO 2	2237	626	118
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	2698	631	115
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	2600	678	128

Πίνακας 6: Απόδοση σε καρπό στις 10/6/2017.

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΚΑΡΠΟ (g/m ²)	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΚΡΙΘΑΡΙ
COMPO 1	526.1
COMPO 2	501.8
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	483.6
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	433.9
ΕΣΔ.05	53.02
CV (%)	6.8

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργητικών πρακτικών μεταξύ που χρησιμοποιήσαμε. Η μόνη σημαντική διαφορά που βλέπουμε είναι ως προς την απόδοση σε καρπό και στην τελική απόδοση σε κιλά, που είναι το πιο σημαντικό στοιχείο και με μεγάλη οικονομική αξία. Στην μεταχείριση με το COMPO 1 βλέπουμε την μεγαλύτερη απόδοση σε καρπό (Πιν.7), ακολουθούν το COMPO 2, και στην συνέχεια σε λίγο πιο χαμηλή απόδοση η ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ.

Πίνακας 7: Χλωρό βάρος βιομάζας σε συγκριση με στεγνό στις 17/3/2017 και στις 7/5/2017, και σύγκριση απόδοσης σε καρπό στην συγκομιδή του κριθαριού.

	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 17-3-2017 (kg/στρ.)	ΣΤΕΓΝΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 17-3-2017 (kg/στρ.)	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 7-5-2017 (kg/στρ.)	ΣΤΕΓΝΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 7-5-2017 (kg/στρ.)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΚΑΡΠΟ (kg/στρ.)
COMPO 1	1281.1	144.4	4230	1448	526.1
COMPO 2	1101.5	124.9	4098	1390	501.8
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ	1031.6	120.4	4010	1256	483.6
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1012.5	108.4	3414	1163	433.9
ΕΣΔ.05	Ns	Ns	Ns	Ns	530.2
CV (%)	37.7	24.1	15.5	15.0	6.8

Το συγκεκριμένο πείραμα θα χρειαστεί και επιπλέον επαναλήψεις, ώστε να είναι αντιπροσωπευτικά τα αποτελέσματα για την καλλιέργεια του κριθαριού (*Hordeum Vulgare*), η επανάληψη στο χρόνο μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλέστερα συμπεράσματα ως προς την απόδοση και την ποιότητα του σπόρου.

Βιβλιογραφία

ΕΛΛΗΝΙΚΗ:

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2008. Σιτηρά: Χειμερινά-Εαρινά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, 1-415.

Παπαζαφειρίου Ζ.Γ., 1999. Οι Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Ζιώγας, Β. Ν., Α. Ν. Μαρκόγλου. 2007. Γεωργική Φαρμακολογία. Βιοχημεία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων.

Καραμάνος, Α., 1. (1987). Τα σιτηρά εύκρατων κλιμάτων.

Μπλαδενόπουλος, Κ., Ματσούκας, Ν. 2000. Κριθάρι. Μια παλιά καλλιέργεια με ευοίωνες προοπτικές. Αγροτική Έρευνα Τεχνολογία. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας.

Παπακώστα - Τασοπούλου, Δ., 2008 Ειδική Γεωργία Ι τεύχος Α Σιτηρά (χειμερινά εαρινά) Σύγχρονη παιδεία Θεσσαλονίκη.

Σφήκας, Α., 1995, Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων: Θεσσαλονίκη.

Φασούλας, Α.Κ. και Ν.Α. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη σελ. 272.

Χρηστίδης, Β. 1963. Χειμωνιάτικα σιτηρά. Δεύτερη έκδοση. Θεσσαλονίκη, σελ. 1-34.

Σκιαδάς, Κ. 2007. Προοπτικές στον τομέα των σιτηρών (με βάση προτάσεις & συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ). Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

Σφήκας Α.Γ. 1991. Ειδική Γεωργία Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ:

Salmon, S. C. 1941. "Climate and Small Grains" *Climate and Man - The Yearbook of agriculture*. 19/1. U.S. Dept. of Agriculture. pp. 321-342.

Maene, L.M. 1995. Changing Perception of Fertilizer Worldwide. Fertilizer Industry Round Table.

Leonard, W.H., and J.H. Martin. 1963. *Cereal Crops*. Macmillan and Co. London. pp. 449- 603. Harlan, J.R., and D. Zohary. 1966. Distribution of wild wheats and barley. *Science* 153:1074–1080.

Gallagher, J.N., P.V. Biscoe, and B. Hunter. 1976. Effects of drought on grain growth. *Nature*. 264. pp. 541–542

Filner, P., and J.E. Varner. 1967. A test for de novo synthesis of enzymes: density labeling with H₂O¹⁸ of barley alpha-amylase induced by gibberellic acid. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1967 Oct 58(4):1520–1526.

Bröckel, U., and C. Hahn. 2004. Product design of solid fertilizers. *Chemical Engineering Research and Design*. 82(A11). 1453-1457.

Briggs, D.E. 1978. *Barley*. illustrated. Chapman & Hall.

Chen L., 1992. Crop sequences for sustaining soil resources in China. *Proceedings of the International Crop Science*, Iowa State University, Ames Iowa. p. 101-102.

Smith C. Wayne. *Crop Production. Evolution, History, and Technology*.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ:

<http://www.fao.org>

<https://www.compo-expert.com>

<http://agrotica.blogspot.com>

<http://www.agrocapital.gr>