



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΥΠΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΤΗ
ΘΕΣΣΑΛΙΑ**

ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ



ΕΠΙ

ΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2019

Η τριμελής επιτροπή αποτελείται από τους:

- κ. Δαναλάτο Νικόλαο, καθηγητή, επιβλέπων,
- κ. Αντωνιάδη Βασίλειο, Αναπληρωτή Καθηγητή, Μέλος,
- κ. Μπαρτζιάλη Δημήτριο, ΕΔΠ, Μέλος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήταν μεγάλη μου παράλειψη να μην εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην τριμελή επιτροπή, καθώς και στον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Δαναλάτο Νικόλαο για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών και να πραγματοποιήσω τη πτυχιακή μου διατριβή.

Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω και ένα μεγάλο ευχαριστώ στον αναπληρωτή καθηγητή Αντωνιάδη Βασίλειο για τη φιλοξενία που μου προσέφερε στο Εργαστήριο Εδαφολογίας, καθώς και για τη πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε για τη συγγραφή της συγκεκριμένης εργασίας.

Εκείνοι, όμως, που ήταν συνεχώς δίπλα μου καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν το μόνιμο προσωπικό του Εργαστηρίου Γεωργίας Ε.ΔΙ.Π, ο Δρ. Μπαρτζιάλης Δημήτριος και η Δρ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη, οι οποίοι με τη καθοδήγηση τους και τις πολύτιμες γνώσεις τους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω, επίσης, και το διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, Δρ. Γιαννούλη Κυριάκο. Οι συμβουλές και τα σχόλια του με κατεύθυναν κατά τη διάρκεια του πειράματος και τα εφόδια που μου προσέφερε θα με συνοδεύουν και στη μετέπειτα ζωή μου.

Τέλος, οφείλω να εκφράσω ένα εγκάρδιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για τη στήριξη και την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΣΙΤΗΡΩΝ.....	8
1.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	9
1.3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	10
1.4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ 11	
1.4.1. Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	11
1.4.2. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	12
1.4.2.1. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	13
1.5. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ.....	14
1.5.1. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	14
1.5.2. ΣΤΕΛΕΧΟΣ.....	15
1.5.3. ΑΝΘΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ.....	16
1.5.4. ΦΥΛΛΑ.....	17
1.5.5. ΚΑΡΠΟΣ.....	18
1.6. ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	20
1.7. ΛΗΘΑΡΓΟΣ.....	22
1.8. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	23
1.9. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	24
1.9.1. ΣΠΟΡΑ.....	24
1.9.2. ΛΙΠΑΝΣΗ.....	24
1.9.3. ΑΡΔΕΥΣΗ.....	26
1.9.4. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	28
1.10. ΕΧΘΡΟΙ.....	28
1.11. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	29
1.12. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	30
1.12.1. ΠΟΙΚΙΛΙΑ MERIDIANO.....	30

1.13. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ.....	30
1.13.1. ΤΥΠΟΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ.....	30
1.13.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ.....	32
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	35
2.1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ.....	35
2.2. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	35
2.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ.....	38
2.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	38
2.4.1. ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	38
2.4.2. ΕΔΑΦΟΣ.....	39
2.4.3. ΑΥΞΗΣΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	40
2.4.4. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	41
2.4.5. ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ.....	43
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	47

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή έχει ως μέριμνα την επίδραση διαφορετικών τύπων λιπασμάτων στη παραγωγικότητα και τη τελική απόδοση του προϊόντος στη καλλιέργεια σκληρού σίτου και κριθαριού. Τα συγκεκριμένα σιτηρά καλλιεργούνται ευρέως σε όλο τον κόσμο καθότι αποτελούν δημητριακά υψηλού οικονομικού ενδιαφέροντος. Πειράματα πραγματοποιούνται συνεχώς με στόχο τη παραγωγή ποικιλιών με υψηλές αποδόσεις και άριστης ποιότητας χαρακτηριστικά καθώς και τη μείωση της ευαισθησίας της κάθε καλλιέργειας σε διάφορους παράγοντες. Ακόμη, υπάρχουν ορισμένες χημικές ουσίες που κυκλοφορούν στο εμπόριο όπου δηλώνουν ότι μπορούν να αυξήσουν τη παραγωγή και τη ποιότητα των σπόρων, κυρίως σε πρωτεΐνες. Για τους λόγους αυτούς, παρατηρήθηκε η διαφορετικότητα στους τύπους λιπάνσεων τόσο στην ανάπτυξη των καλλιεργειών όσο και στην τελική απόδοση. Οι καλλιέργειες εγκαταστάθηκαν σε ένα εύφορο και αργιλοπηλώδες έδαφος στο Βελεστίνο Μαγνησίας (Θεσσαλική πεδιάδα, κεντρική Ελλάδα) το 2017-2018.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η παρούσα διατριβή έχει ως σκοπό να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο επιδρούν οι διαφορετικοί τύποι λιπάνσεων στη παραγωγικότητα και στη τελική απόδοση στη καλλιέργεια του κριθαριού και του σκληρού σιταριού στη Θεσσαλία. Η λιπαντική αγωγή είχε ως στόχο την αύξηση της πρωτεΐνης του καρπού, ώστε το τελικό προϊόν να είναι ποιοτικότερο για τη βιομηχανία ζυμαρικών και ζύθου. Γι αυτό και τα σχήματα λίπανσης που χορηγήθηκαν με προϊόντα της εταιρίας COMPO ΕΛΛΑΣ ΑΕ ήταν διαφορετικά σε σχέση με τη συμβατική και τη μηδενική λίπανση (μάρτυρα), με απώτερο στόχο την εκτίμηση της επίδρασης τους στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΣΙΤΗΡΩΝ

Υπάρχουν περισσότερα από 195.000 είδη φυτών τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, ώστε ο άνθρωπος να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες. Παρόλα αυτά, για τη διατροφή χρησιμοποιούνται λιγότερα από 300 (<0,1% των φυτικών ειδών). Ωστόσο, 17 από αυτά τα είδη είναι σε θέση να παρέχουν στον άνθρωπο τις απαραίτητες ποσότητες, με τα σιτηρά να βρίσκονται στις πρώτες θέσεις προτίμησης σε ποσοστιαία βάση.

Η καλλιέργεια σίτου (σκληρού και μαλακού) είναι ιδιαίτερα σημαντική όσον αφορά τη διατροφή και τις ανάγκες του ανθρώπου. Αυτό μπορεί να γίνει ευκολότερα κατανοητό αν αναλογιστεί κανείς τις επιπτώσεις που θα υπήρχαν στην ανθρωπότητα αν δεν υπήρχαν οι καλλιέργειες των σιτηρών. (Σκιαδάς, 2007) Τα σιτηρά στην Ελλάδα διακρίνονται ανάλογα με την εποχή σποράς σε χειμερινά και εαρινά. Σιτάρι, βρώμη, σίκαλη, κριθάρι ανήκουν στα χειμερινά, ενώ στα εαρινά ανήκουν το καλαμπόκι, το ρύζι, το κεχρί και το σόργο. Τα σιτηρά κατατάσσονται στην οικογένεια των αγρωστωδών (Gramineae) και αποτελούν κύρια τροφή εκατομμυρίων ανθρώπων σε όλη τη γη, παρέχοντας ποσοστό μεγαλύτερο του 55% της ενέργειας των τροφών και 50% των πρωτεϊνών που καταναλώνονται. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2008)

Εκτός, όμως, της τεράστιας και πολύπλευρης διατροφικής τους αξίας τα σιτηρά παρουσιάζουν και ορισμένα, ακόμη, πλεονεκτήματα που αφορούν:

1. Τη μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διάφορες κλιματικές συνθήκες
2. Την εύκολη αποθήκευση λόγω της χαμηλής ποσότητας υγρασίας (<13%) και υψηλής συμπίκνωσης
3. Την εύκολη μεταχείριση τους με τις κατάλληλες μηχανές
4. Στη φιλική τους σχέση με το περιβάλλον (Παπακώστα, 1997)

Τα χειμερινά σιτηρά συναντώνται, κυρίως, σε μη αρδευόμενες και πεδινές περιοχές. (Παπακώστα, 1997)

Λόγω της χρήσης παραγωγικών ποικιλιών οι αποδόσεις έχουν αυξηθεί σε σημαντικό βαθμό. Οι παραγωγικές αυτές ποικιλίες διαθέτουν ευρύ φάσμα προσαρμογής σε διάφορα εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα, όπως επίσης και στη βελτίωση της καλλιέργειας και την εκμηχάνιση της. Από την άλλη, όμως, η αύξηση όλων αυτών των εισροών (προϊόντα φυτοπροστασίας και λιπάσματα) έχουν δημιουργήσει πλήθος προβλημάτων στο περιβάλλον, στο παραγόμενο προϊόν και, κατά συνέπεια, στην υγεία τόσο του παραγωγού όσο και του ανυποψίαστου καταναλωτή.

Τα τελευταία χρόνια έγινε, ιδιαίτερα, γνωστός ο όρος αειφορική ανάπτυξη μαζί με την οργανική γεωργία. (Σιστάνης, 2009) Όλα τα προγράμματα βελτίωσης που

πραγματοποιούνται γίνονται υπό οργανικές συνθήκες. Η επιλογή, η διατήρηση καθώς και η αναπαραγωγή του γενετικού υλικού γίνονται επίσης υπό οργανικές συνθήκες. Οι ποικιλίες που θα προκύψουν διαθέτουν ορισμένα γνωρίσματα, όπως:

1. Ανταγωνιστική δράση έναντι των ζιζανίων
2. Αποτελεσματική αξιοποίηση νερού και θρεπτικών στοιχείων
3. Ανθεκτικότητα κατά διαφόρων μορφών καταπόνησης
4. Υψηλή ποιότητα τελικού προϊόντος
5. Σταθερή απόδοση σε όχι και τόσο ευνοϊκά περιβάλλοντα (Zeven, 1998)

Τα σιτηρά αποτελούν μία κατηγορία μόνα τους, αφού άμεσα τροφοδοτούν το 53% της απαραίτητης ενέργειας στον άνθρωπο (μέσω προϊόντων όπως είναι τα ζυμαρικά, το ρύζι και η μύρα) και έμμεσα τροφοδοτούν το 47%, αφού πρώτα έχουν χορηγηθεί για κτηνοτροφική χρήση (π.χ κρέας, αυγά, γάλα). Οι πρωτεΐνες όλων των σιτηρών περιέχουν σε υψηλό επίπεδο τα απαραίτητα αμινοξέα, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων όπως είναι η μεθειονίνη και η λυσίνη.

1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το κριθάρι ανήκει στο γένος *Hordeum* της οικογένειας των Αγρωστωδών (Poaceae ή Gramineae). Συγγενεύει και με ορισμένα άγρια είδη. Χρησιμοποιείται τόσο για κτηνοτροφική χρήση όσο και στη παρασκευή μύρας. Ενώ, το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* της οικογένειας των Αγρωστωδών (Poaceae ή Gramineae). Συγγενεύει με τα άγρια γένη *Agropyron* και *Aegilops*. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται, κυρίως, δύο είδη. Το *Triticum durum* (σκληρό σιτάρι) που προορίζεται για μακαρονοποιία και το *Triticum aestivum* (μαλακό σιτάρι) που προορίζεται για τη παρασκευή ψωμιού. Το *Triticum durum* είναι ένα είδος σιταριού που καλλιεργείται ευρέως σε όλο τον κόσμο αλλά κατά βάση καλλιεργείται στη Β. Αμερική, στην Ινδία, στη Ρωσία και φυσικά σε χώρες γύρω από τη Μεσόγειο. Το σκληρό σιτάρι διαθέτει πυρήνα με υψηλά επίπεδα γλουτένης και κατά συνέπεια υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, κάτι που το καθιστά κατάλληλο για παρασκευή ζυμαρικών και κάποιων ειδών *poodls*. Από την άλλη, υπάρχει το μαλακό σιτάρι που διαθέτει χαμηλή πρωτεΐνη και χρησιμοποιείται στη παρασκευή μπισκότων και κέικ.

1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η καλλιέργεια των σιταριών χρονολογείται ότι ξεκίνησε, τουλάχιστον, 100 αιώνες πριν, περίοδο δηλαδή που ο άνθρωπος προσπαθούσε μόνος του να παράξει τη τροφή του. Με τη βοήθεια κάποιων ευρημάτων, αρχαιολόγοι υποστηρίζουν ότι η πρώτη καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε το 15.000 π.Χ. (Harlan, 1981, αναφερόμενος από Gooding and Davies, 1997)

Πολλές καλλιέργειες σιτηρών έχουν συγκεκριμένη καταγωγή. Ο αραβόσιτος βοήθησε ιδιαίτερα το πολιτισμό των ινδιάνων της Αμερικής (Αζτέκοι, Ίνκας, Μάγιας), το ρύζι τους πολιτισμούς της Ανατολικής Ασίας (Κίνα, Ιαπωνία), ενώ το σιτάρι βοήθησε γενικότερα τον Ευρωπαϊκό Πολιτισμό αλλά και ένα μέρος του Ασιατικού. Παρόλα αυτά, μέχρι και σήμερα δεν έχει προσδιοριστεί η ακριβή καταγωγή του, με πιο πιθανό ενδεχόμενο να κατάγεται από τη ΒΔ Ασία, χώρο Συρίας και Μεσοποταμίας. (Γκόγκας, 2005) Σύμφωνα, βέβαια, με τον Vavilon (1992), το σκληρό σιτάρι έχει τις ρίζες του από την Αιθιοπία.

Η αντίληψη που θέλει τα σιτηρά να προέρχονται από αγρωστώδη που φύονταν σε περιοχές της Μέσης Ανατολής ολοένα και κυριαρχεί. Τα είδη αυτά χρονολογούνται ότι εξημερώθηκαν περίπου το 15.000-10.000 π.Χ στη Μεσοποταμία, κοντά στους ποταμούς Τίγρη και Ευφράτη. (Bozzini, 1988)

Στον ελληνικό χώρο (Κρήτη, Πελοπόννησο, Θεσσαλία) βρέθηκαν πολλοί και διαφορετικοί σπόροι σιτηρών. Η πρώτη εμφάνιση αυτών θεωρείται ότι έγινε το 7.000 π.Χ. (Valamoti and Kostakis, 2007)

Οι Αιγύπτιοι θεωρούσαν υπεύθυνη τη θεά Ίσιδα για τη καλλιέργεια των σιτηρών, οι κινέζοι το εξέλαβαν ως δώρο του Ουρανού και οι έλληνες ως δωρεά από τη θεά Δήμητρα στον Ελευσίνιο Τριπτόλεμο. Αρχαία κείμενα του πολιτισμού της Αιγύπτου κάνουν λόγο για παρασκευή ψωμιού με χρήση μαγιάς. (Gooding and Davies, 1997) Μεταξύ άλλων, η εξημέρωση του σιταριού βοήθησε στην αύξηση της παραγωγής, καθώς και στην εγκατάσταση σταθερού αριθμού κοινοτήτων, με αποτέλεσμα τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού. (Παπακώστα, 2000-2001) Η καλλιέργεια των σιτηρών και η διατήρηση των ποικιλιών τους, έφτασε σε σημείο να εξαρτάται εξολοκλήρου από τον άνθρωπο, μετά τη διαδικασία της εξημέρωσης. Τα χαρακτηριστικά που διαθέτουν τα σιτηρά (π.χ προσαρμοστικότητα) τα κατατάσσουν στα ευρέως χρησιμοποιούμενα και διαδεδομένα καλλιεργούμενα είδη φυτών του πλανήτη. (Παπακώστα, 2000-2001) Οι πρώτες προσπάθειες, αφορούσαν

καλλιέργειες μονόκοκκου και δίκοκκου σιτηριού, ενώ αργότερα εμφανίστηκαν φυτά όπου διαχωρίζονταν τα λέπυρα από το σπόρο. Η διάδοση του συγκεκριμένου φυτού δεν άργησε. Το 500 μ.Χ εξαπλώθηκε σε πολλές παραμεσόγειες χώρες και όχι μόνο, καθώς έφτασε να καλλιεργείται σε τεράστιες εκτάσεις σε χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ρωσία και η Ν. Αμερική. (Φασούλας και Σενλόγλου, 1996)

1.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

1.4.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Στον πλανήτη το ποσοστό καλλιέργειας των σιτηρών φτάνει το 40% κάθε χρόνο, από τα οποία κάτι περισσότερο από το 20% ενισχύει το παγκόσμιο ακαθάριστο προϊόν. Το 1996 η παγκόσμια παραγωγή κατάφερε και ξεπέρασε τους 2 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Το 2014 η παραγωγή των σημαντικότερων σιτηρών ανήλθε στους 2.817 εκατομμύρια τόνους. (FAOSTAT, 2014) Οι 729 εκατομμύρια τόνοι αυτής της παραγωγής αντιπροσωπεύουν τη καλλιέργεια σκληρού και μαλακού σίτου, με τη συγκεκριμένη καλλιέργεια να παρουσιάζει ολοένα και περισσότερη αυξητική τάση. Ο σκληρός σίτος αποτελεί σχεδόν το 10% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής σίτου, με το υπόλοιπο 90% να καταλαμβάνει ο μαλακός. Πιο συγκεκριμένα, η παγκόσμια παραγωγή σκληρού σίτου βρίσκεται μεταξύ 58-73 εκατομμυρίων τόνων, του μαλακού περίπου στα 650 εκατομμύρια τόνους, του κριθαριού στα 144 εκατομμύρια τόνους και της βρώμης στα 23 εκατομμύρια τόνους. Η Ρωσία, αυτή τη στιγμή, διαθέτει τη μεγαλύτερη παραγωγή κριθαριού και βρώμης, ενώ η Κίνα τη μεγαλύτερη παραγωγή σκληρού σίτου. (FAOSTAT, 2014)

Είδος	Παραγωγή (tn)	Απόδοση (kg/στρ)	Βασική Ήπειρος Παραγωγής (%)	Βασική Χώρα Παραγωγής (tn)
Αραβόσιτος	1021	557	Αμερική – 51,5	Η.Π.Α – 126
Βρώμη	23	240	Ευρώπη – 64,1	Ρωσία – 5
Κεχρί	29	89	Ασία – 51,3	Ινδία – 11
Κριθάρι	144	291	Ευρώπη – 64,8	Ρωσία – 20
Ρύζι	741	454	Ασία – 90,1	Κίνα – 206
Σίκαλη	15	291	Ευρώπη – 88,8	Γερμανία – 4
Σιτάρι	729	330	Ασία – 43,3	Κίνα – 126
Σόργο	68	154	Αφρική – 42,7	Η.Π.Α - 11
Σύνολο	2770	-	-	-

Πίνακας 1: Κατανομή, κατά αλφαβητική σειρά, των σπουδαιότερων σιτηρών της παγκόσμιας παραγωγής. (FAOSTAT, 2014)

Με τον παραπάνω πίνακα γίνεται φανερό ότι η παραγωγή σε παγκόσμιο επίπεδο, των σπυδαϊότερων σιτηρών, είναι 2.770 εκατομμύρια τόνοι. Υπάρχουν, βέβαια, και σιτηρά μικρότερης σημασίας που καταλαμβάνουν τους υπόλοιπους 47 εκατομμύρια τόνους. Το κυριότερο εξ αυτών είναι το τριτικάλε, με τη παραγωγή του παγκοσμίως να αγγίζει τα 17 εκατομμύρια τόνους. (fao.org)

Η εκμετάλλευση των σιτηρών καθώς και η παγκόσμια παραγωγή, τα τελευταία 30 χρόνια, σημειώνει ραγδαία αύξηση και από ότι φαίνεται θα συνεχίσει να σημειώνει, μιας και αποτελεί καλλιέργεια ήσσονος σημασίας. (fao.org)

Τα μεγαλύτερα ποσοστά στον κλάδο των εισαγωγών παγκοσμίως κατέχουν η Αμερική, ο Καναδάς και η Ρωσία, ενώ τα μεγαλύτερα ποσοστά εξαγωγών διαθέτουν η Ευρώπη και η Μέση Ανατολή. (news.bbc.com.uk)

1.4.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ελληνική παραγωγή σιτηρών αυξάνεται χρόνο με το χρόνο, καθώς αποτελεί καλλιέργεια που δεν περνά απαρατήρητη. Καλλιεργούνται σε τεράστιες εκτάσεις σε όλη τη χώρα και συνεισφέρουν περίπου το 20% του ακαθάριστου γεωργικού εθνικού προϊόντος. (Γκόγκας 2005)

Η δυναμικότητα, ανά περιοχή, καλλιέργειας και παραγωγής σιτηρών παρατίθεται στο παρακάτω πίνακα.

Περιοχές	Ε Τ Ο Σ				
	2002	2004	2005	2006	2014
Κεντρική Μακεδονία	3.165.868	3.392.080	3.355.778	3.279.489	3.263.532
Θεσσαλία	1.278.994	1.411.061	1.415.089	1.369.495	2.021.842
Ιόνια νησιά	37.751,40	42.600,70	45.298,10	42.671,40	23.371
Στερεά Ελλάδα	963.775	951.365,20	1.007.982	956.223,10	540.297
Αττική	75.904,50	86.557,80	82.484,40	86.897,50	55.227
Νότιο Αιγαίο	140.826	161.441,30	149.775,90	164.705,70	45.199
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	1.838.562	1.933.780	1.935.499	1.827.072	1.371.017
Δυτική Μακεδονία	1.515.170	1.603.424	1.467.780	1.472.149	1.228.496
Πελοπόννησος	276.505,60	289.921,50	301.292,50	296.595,40	135.594
Βόρειο Αιγαίο	138.294,20	143.332,50	148.724,40	142.138	111.540
Κρήτη	58.385,40	61.169,30	48.495,80	52.333,30	24.851
Δυτική Ελλάδα	728.530,70	741.362,30	769.324	763.161,70	977.596
Ήπειρος	189.658,60	187.167	191.218,50	191.322	78.445
Σύνολο	10.381.225	11.005.263	10.918.742	10.644.343	9.877.007

Πίνακας 2: Καλλιεργούμενες εκτάσεις σιτηρών, ανά γεωγραφική περιοχή στον ελλαδικό χώρο (στρέμματα). (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία)

1.4.2.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Έτος	Έκταση (στρ)	Απόδοση (tn)
1980	2.200	550
1981	2.600	637
1982	2.800	644
1983	3.000	540
1984	3.100	775
1985	3.700	723
1990	6.000	1.560
1991	6.150	1.537
1992	6.190	1.671
1993	6.220	1.617
1994	6.290	1.761
1995	7.100	1.988
1996	7.130	1.996
1997	7.145	2.000
1998	7.100	1.988
1999	7.120	1.922
2000	7.100	1.917
2001	7.080	1.840
2002	7.160	1.648
2003	7.110	1.402
2004	7.208	1.711
2005	7.200	1.500

Πίνακας 3: Καλλιέργεια σκληρού σίτου στην Ελλάδα τη περίοδο 1980-2005. (cerealinstitute.gr)

Όπως φαίνεται στο παραπάνω πίνακα, η παραγωγή σκληρού σίτου με τη πάροδο των χρόνων ολοένα και αυξάνεται. Τη δεκαετία του 1970 το μαλακό σιτάρι πρωταγωνιστεί στην ελληνική ύπαιθρο, αλλά από το 1984 και ύστερα θα μπει σε δεύτερη μοίρα, πίσω από το σκληρό. Έτσι λοιπόν, φτάνουμε στο σημείο όπου η Ελλάδα είναι ελλειμματική σε μαλακό σιτάρι και πλεονασματική σε σκληρό. Η εν λόγω κατάσταση έχει τις ρίζες της πίσω στο 1983 όπου η Κοινή Αγροτική Πολιτική της Ε.Ε έδωσε πολλών ειδών κίνητρα στους παραγωγούς να καλλιεργήσουν σκληρό σιτάρι. Το 1980 η Ελλάδα διέθετε 7.000.000 στρέμματα μαλακού σίτου, από τα οποία στις αρχές της επόμενης δεκαετίας απέμειναν μόνο τα 4.000.000 στρέμματα. Κατά την αντίθετη πλευρά κινήθηκε η καλλιέργεια του σκληρού σίτου, αφού από 2.870.000 στρέμματα που καλλιεργούνταν το 1980 σχεδόν τριπλασιάστηκαν ξεπερνώντας τα 6.000.000 στρέμματα το 1990. Οι ραγδαίες αυτές αλλαγές είχαν ως αποτέλεσμα η καλλιέργεια του σκληρού σίτου να μετακινηθεί στα πιο γόνιμα εδάφη και του μαλακού στα λιγότερο γόνιμα ή και άγονα εδάφη, κάτι που τελικά υποβάθμισε τη ποιότητα του πρώτου και μείωσε την απόδοση του δεύτερου. Το 2003, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων έκανε γνωστή την καλλιεργούμενη έκταση σίτου με το μαλακό να καταλαμβάνει 1.239.780 στρέμματα και το σκληρό 7.197.400 στρέμματα.

1.5 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1.5.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το υπόγειο τμήμα των σιτηρών είναι θυσσανώδες και αποτελείται, κατά βάση, από δύο μέρη: τις εμβρυακές και τις μόνιμες ή δευτερογενείς ρίζες. Οι εμβρυακές προκύπτουν από το σπόρο, ενώ οι μόνιμες, που αποτελούν και το μεγαλύτερο μέρος, προκύπτουν από τους πρώτους κόμβους στο σημείο του σταυρού. Επομένως, το βάθος σποράς είναι σε θέση να επηρεάσει, μόνο, το εμβρυακό τμήμα. Το μεσοκοτύλιο, που εξαρτάται από το βάθος σποράς, είναι το μήκος του φυτού μεταξύ σπόρου και σταυρού. (Stoskopf 1985)



Εικόνα 1: Νεαρό ριζικό σύστημα

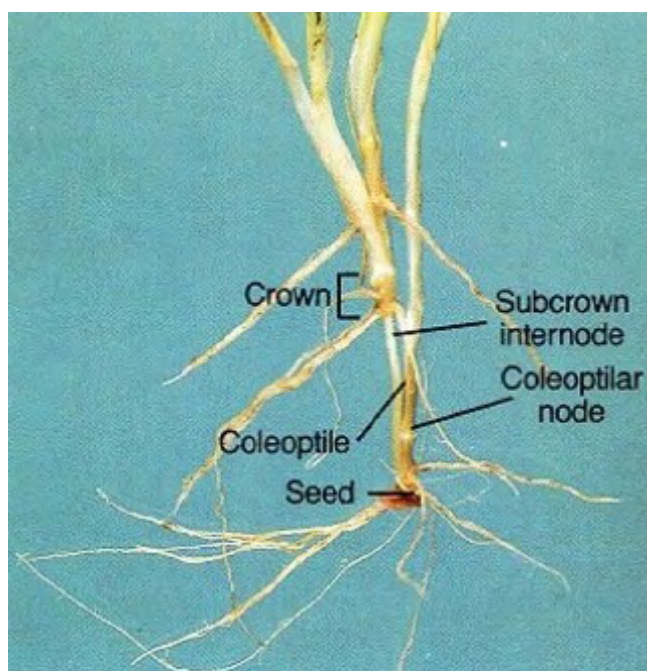


Εικόνα 2: Ημιανεπτυγμένο ριζικό σύστημα

Οι εμβρυακές ρίζες, που αποτελούν και μικρό ποσοστό του συνολικού ριζικού συστήματος, διατηρούνται ενεργές κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του φυτού και βοηθούν στα μέγιστα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης απορροφώντας νερό και απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία. Οι μόνιμες ρίζες από μορφολογικής άποψης είναι παχύτερες και δυνατώτερες. Η αρχική τους ανάπτυξη κατευθύνεται οριζόντια, ενώ στη συνέχεια κατακόρυφα. Οι ρίζες, κατά κύριο λόγο, φτάνουν σε βάθος 30-50 cm χωρίς να αποκλείεται το ενδεχόμενο να φτάσουν και τα 2 μέτρα.

Το ριζικό σύστημα για να μπορέσει να αναπτυχθεί σωστά απαιτεί βαθιά, γόνιμα εδάφη και καλά στραγγιζόμενα. Οι ποικιλίες που είναι ανθεκτικές στη ξηρασία φαίνεται να παρουσιάζουν πλουσιότερο ριζικό σύστημα σε αντίθεση με τις ευπαθείς. (Hamblin et. Al. 1990) Παρόλα αυτά, το ύψος των φυτών δε σχετίζεται με τη μορφή του υπόγειου τμήματος του φυτού αλλά εξαρτάται από το γενότυπο. (Stoskopf 1985) Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος τη περίοδο της άνθησης μειώνεται, παρέχοντας

το φυτό περισσότερη έμφαση στο υπέργειο τμήμα του. Η βρώμη είναι αυτή που παρουσιάζει μεγαλύτερη ανάπτυξη του μόνιμου ριζικού συστήματος, και έπειτα ακολουθεί το κριθάρι και τελευταίο το σιτάρι.



Εικόνα 3: Ριζικό Σύστημα Σιτηρών

1.5.2 ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Το στέλεχος ή ο βλαστός των σιτηρών περιλαμβάνει ένα κυκλικό σωλήνα και ένα κενό στο εσωτερικό του, στο οποίο υπάρχουν διαστήματα με συμπαγή κατασκευή, οι κόμβοι ή γόνατα. Το ύψος του βλαστού των σιτηρών ποικίλει ανάλογα το είδος και τη ποικιλία από 0,60 - 1,50 m. (Σφήκας 1995)

Η ζώνη ανάμεσα από το στέλεχος και το ριζικό σύστημα ονομάζεται σταυρός ή στεφάνη και περιλαμβάνει μεριστωματικούς ιστούς, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να παράγουν φύλλα και ρίζες. Λόγω και της συγκεκριμένης τους ιδιότητας, αποτελεί και τη πιο ευαίσθητη περιοχή στα σιτηρά. Σε περίπτωση καταπόνησης της συγκεκριμένης περιοχής καταστρέφονται ιστοί και είναι δυνατό να προκληθεί και η ξήρανση του φυτού. (Μετζάκης 1998)

Από καταβολές οφθαλμών που υπάρχουν στα γόνατα του στελέχους, εμφανίζονται νέα στελέχη, τα αδέρφια. Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργηθούν δευτερογενή αδέρφια από οφθαλμούς των αδελφιών και ούτω καθ' εξής. Με τις κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες είναι εφικτό να σχηματισθούν 150 αδέρφια (στελέχη) από ένα σπόρο. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

1.5.3 ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα των χειμερινών σιτηρών διακρίνονται σε δύο τμήματα, το έλασμα και τον κολεό. Ο κολεός αποτελεί το κατώτερο τμήμα του φύλλου, που περιβάλλει το στέλεχος, και πολλές φορές έχει τρίχες. Στο σημείο που ενώνεται η βάση του κολεού με το αντίστοιχο γόνατο υπάρχει ένας οφθαλμός, ο οποίος αν βρεθεί κοντά στο έδαφος μπορεί να αναπτυχθεί σε καινούριο στέλεχος (αδέλφι). Το έλασμα των φύλλων είναι επίμηκες και αρκετά στενό με παράλληλες νευρώσεις που δεν διακλαδίζονται και συνδέονται σταυρωτά με άλλα νεύρα μικρότερα. Και στις δύο επιφάνειες του ελάσματος υπάρχει ένα στρώμα κυττάρων τα οποία έχουν την ικανότητα να προστατεύουν τις δύο αυτές επιφάνειες. Το στρώμα, αυτό, ονομάζεται επιδερμίδα με τον εσωτερικό χώρο να διαθέτει σε μεγάλες ποσότητες σπογγώδες μεσόφυλλο. Και οι δύο πλευρές των φύλλων διαθέτουν, ταξινομημένα σε παράλληλες σειρές, στομάτια. Ανάλογα το είδος του σιτηρού, είναι δυνατό να επιτευχθεί στροφή του ελάσματος είτε δεξιά (κριθάρι, σιτάρι), είτε αριστερά (βρώμη), είτε και προς τις δύο πλευρές προκαλώντας διπλή συστροφή. Επιπλέον, μπορεί να είναι είτε λείο είτε να καλύπτεται από χνούδι. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

Δύο, ακόμη, σημαντικά εξαρτήματα είναι το γλωσσίδιο και τα ωτίδια, τα οποία βρίσκονται στο σημείο ένωσης του ελάσματος με το κολεό. Το γλωσσίδιο, αρχικά, είναι μία εκβλάστηση με όρθια έκφυση που δε διαθέτει χρώμα. Τα ωτίδια, από την άλλη, είναι μία προέκταση του ελάσματος του φύλλου που περιβάλλει το βλαστό είτε ολικώς, είτε μερικώς (ανάλογα το είδος) διαθέτοντας πολλά είδη χρωμάτων (από πράσινο μέχρι ερυθρό και τη περίοδο της ωρίμανσης μέχρι και λευκό). Ορισμένα ωτίδια πιθανόν να φέρουν χνούδια, ενώ άλλα όχι. Το σχήμα, το μέγεθος και η μορφή του γλωσσιδίου και των ωτιδίων αποτελούν σημαντικές παραμέτρους αναγνώρισης και διάκρισης των χειμερινών σιτηρών στα πρώιμα στάδια. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)



Εικόνα 4: Σιτάρι

Εικόνα 5: Κριθάρι

Εικόνα 6: Σίκαλη

Τα φύλλα είναι διατεταγμένα σε δύο σειρές, η μία απέναντι από την άλλη (φυλλοταξία δίστοιχη). Ο αριθμός ποικίλει από 5 μέχρι 10. Το μικρότερο φύλλο κάθε φυτού λέγεται φύλλο-σημαία και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη φωτοσύνθεση. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

Στη νεαρή ηλικία του φυτού, τα μεσογονάτια διαστήματα είναι αρκετά μικρά με αποτέλεσμα και ο αριθμός των φύλλων να περιορίζεται. Τα φύλλα σε αυτό το στάδιο είναι σε μορφή τούφας με σκοπό να προστατέψουν το αρχέφυτρο από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Την άνοιξη, και με την άνοδο της θερμοκρασίας, τα μεσογονάτια διαστήματα επιμηκύνονται με αποτέλεσμα τα φυτά να παίρνουν ύψος. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)



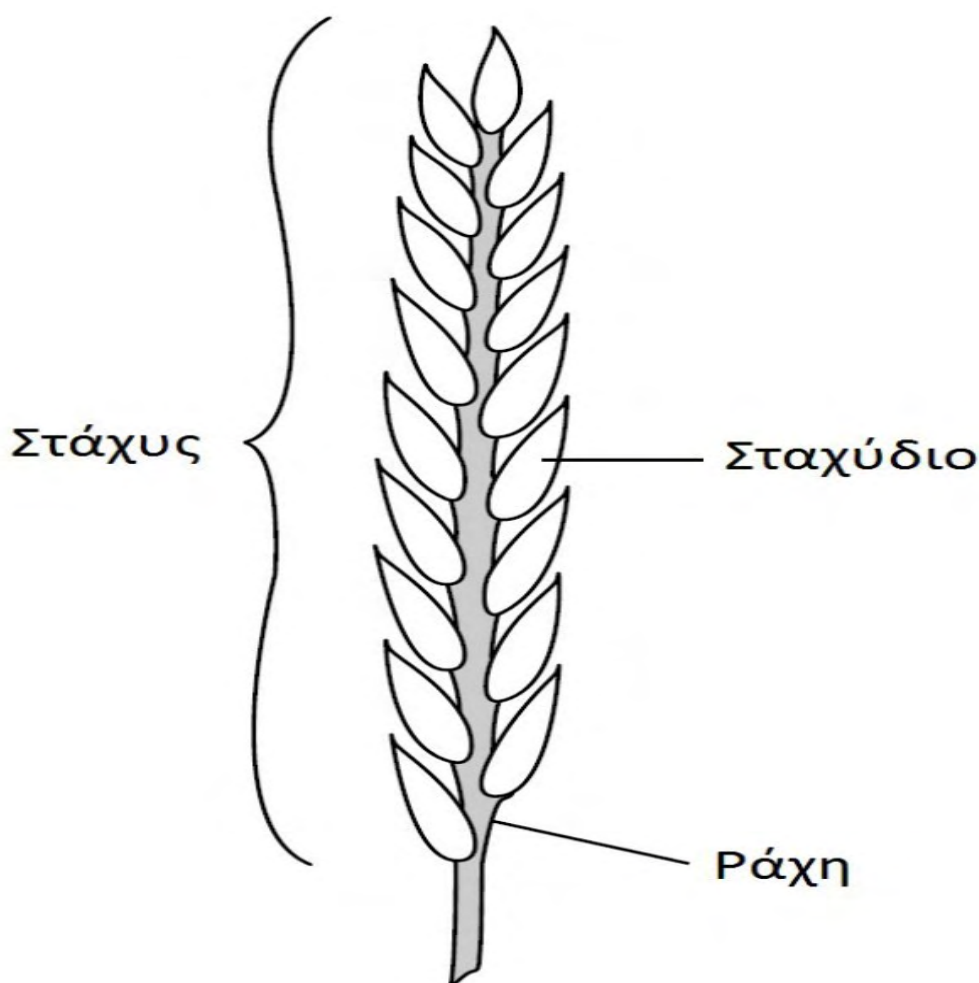
Εικόνα 7: Σημείο ένωσης του ελάσματος με το κολεό

1.5.4 ΑΝΘΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ

Όλα τα σιτηρά σχηματίζουν δύο είδη ταξιανθιών: φόβη και στάχυ. (Σφήκας 1995) Η ταξιανθία περιλαμβάνει τη ράχη, έναν αρθρωτό άξονα, ο οποίος αποτελεί και τη προέκταση από το στέλεχος.

Από την άλλη, τα άνθη διατάσσονται ανά ομάδες, τα λεγόμενα σταχύδια, στη ταξιανθία και διαμορφώνονται σε δύο διαφορετικές μεταξύ τους ταξιανθίες. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012) Η ταξιανθία του σιταριού είναι σύνθετος στάχυς. (Δαναλάτος 2005) Η ράχη διαθέτει ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο, πάνω στον οποίο βρίσκονται τα άνθη εναλλάξ τοποθετημένα. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012) Το μήκος του κάθε στάχυ κυμαίνεται από 5 έως και 15 εκατοστά. (Δαναλάτος 2005) Ανάλογα την απόσταση μεταξύ των κόμβων η ράχη μπορεί να

χαρακτηριστεί είτε ως πυκνή, είτε ως χαλαρή, είτε ως ενδιάμεση. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)



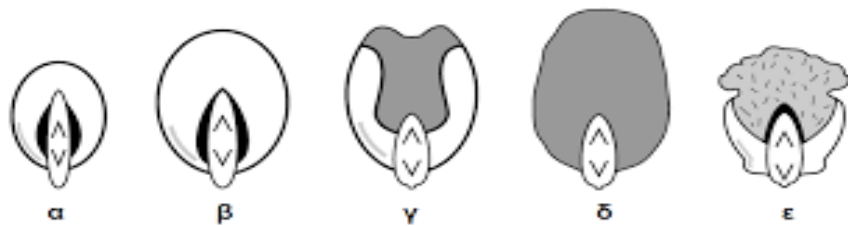
Εικόνα 8: Στάχυς

1.5.5 ΚΑΡΠΙΟΣ

Ο καρπός όλων των σιτηρών είναι καρύωση. Μιας και το περίβλημα του σπόρου είναι καλά ενωμένο, σε συνδυασμό με το καρπό αποτελούν το κόκκο. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

Ο κόκκος αποτελείται, κατά βάση, από 4 μέρη: το περίβλημα του σπόρου, το περικάρπιο, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Το περικάρπιο δημιουργείται από τη διαφοροποίηση τοιχωμάτων της ωοθήκης. Το περίβλημα του σπόρου, που βρίσκεται εντός του περικαρπίου, είναι αυτό που περιβάλλει και προστατεύει πλήρως το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. (Δαναλάτος 2005)

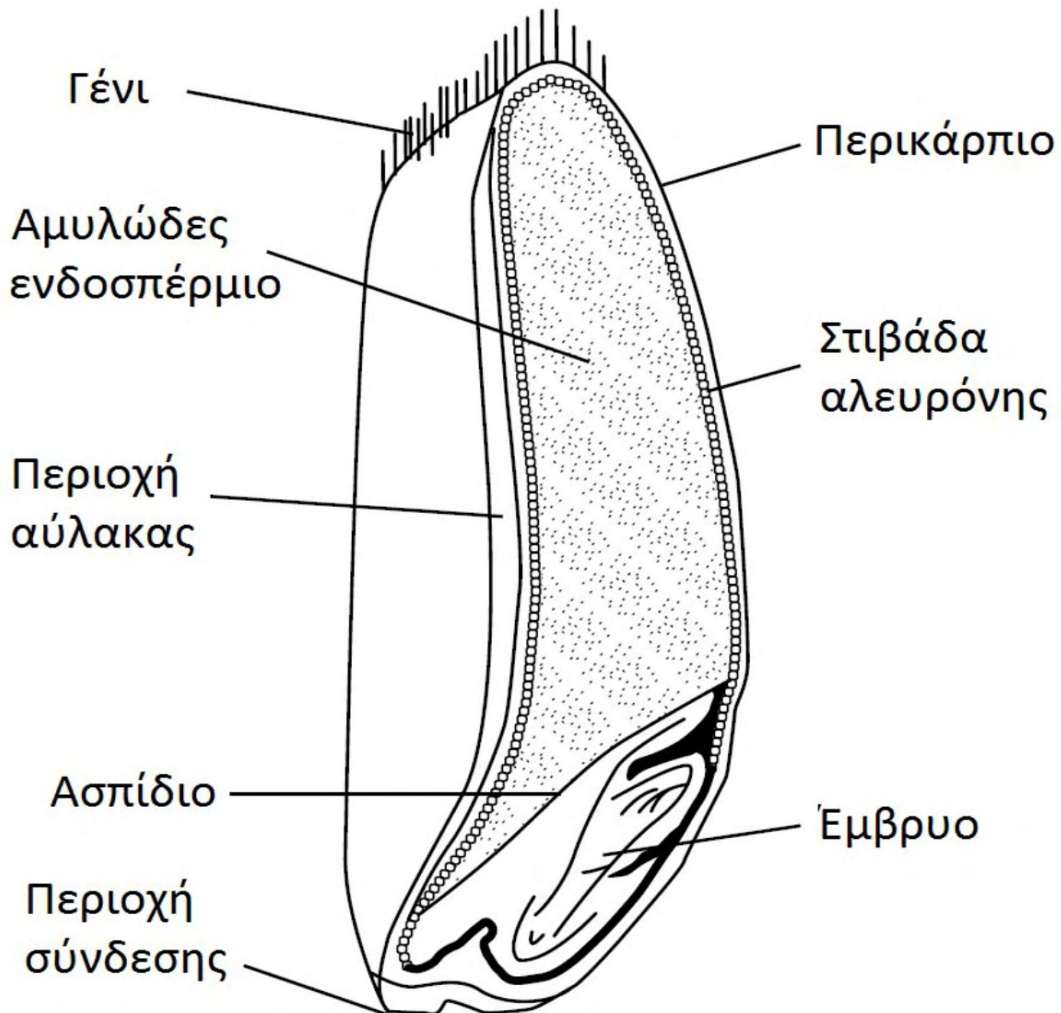
Ενδοσπέρμιο



Εικόνα 9: Ενδοσπέρμιο

Το ενδοσπέρμιο αποτελεί τον αμυλώδη ιστό που σχηματίζεται κατά την ανάπτυξη του κόκκου και έχει την ιδιότητα να καλύπτει το εσωτερικό του κόκκου, εκτός φυσικά του χώρου που καταλαμβάνεται από το έμβρυο. Ο ρόλος του είναι ιδιαίτερα σημαντικός, εφόσον, προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στο έμβρυο που αναπτύσσεται, μέχρις ότου ενηλικιωθεί το φυτό και μπορέσει να τραφεί από το έδαφος. Το στρώμα εξωτερικά του ενδοσπερμίου ονομάζεται αλευρόνη, τα κύτταρα της οποίας είναι ορθογώνια, μεγάλα, δε περιέχουν άμυλο αλλά πρωτεΐνες. (Lersten 1987) Στον ώριμο κόκκο, όλα τα κύτταρα της αλευρόνης παραμένουν ζωντανά. (Brudberry et. al. 1956) Εκτός της αλευρόνης, το υπόλοιπο μέρος περιλαμβάνει μεγάλα κύτταρα που είναι πλούσια σε αμυλόκοκκους και διασκορπισμένους αλευρόκοκκους. Τη περίοδο της ωρίμανσης τα κύτταρα, αυτά, νεκρώνονται. (Campbell et. al. 1981) Το μέγεθος και το σχήμα των αμυλόκοκκων διαφέρει σημαντικά. Τη περίοδο που στο ενδοσπέρμιο αναλογία των αλευρόκοκκων είναι μεγάλη παρατηρείται σκλήρυνση του κόκκου. Ακόμη, μία τομή είναι αρκετή ώστε να διαπιστωθεί η γυαλιστερή και διαφανής όψη. Αντιθέτως, στη περίπτωση που οι αλευρόκοκκοι είναι σε μικρή αναλογία το ενδοσπέρμιο γίνεται αρκετά μαλακό με αλευρώδη εμφάνιση.

Στο ένα άκρο του κόκκου, σε μικρή απόσταση από το ποδίσκο, βρίσκεται το έμβρυο, σε κατάσταση ληθάργου. Το έμβρυο αποτελεί ένα διαφοροποιημένο νεαρό φυτάριο, από τη μία πλευρά του οποίου προεξέχει μία κοτυληδόνα μεγάλου όγκου, που λέγεται ασπίδιο, εξαιτίας της στρογγυλής του μορφής.



Εικόνα 10: Σπόρος σκληρού σίτου

1.6 ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Η αύξηση και ανάπτυξη των σιτηρών σχετίζεται άμεσα με τις κλιματολογικές συνθήκες. Η ανάπτυξη πραγματοποιείται σε τρία στάδια, το βλαστικό, το αναπαραγωγικό και το γέμισμα του κόκκου. Όσο, λοιπόν, πραγματοποιούνται αυτά τα στάδια τα όργανα του φυτού συνεχώς αυξάνονται, ολοκληρώνοντας με αυτό τον τρόπο το βιολογικό του κύκλο. Το χρονικό διάστημα της κάθε φάσης καθώς και ο αριθμός των καταβολών κάθε οργάνου εξαρτώνται από την αλληλεπίδραση του γενότυπου με το περιβάλλον. (Παπακάστα – Τασοπούλου 2012)

Όπως σε όλα τα φυτά έτσι και στα σιτηρά διακρίνονται ορισμένα βασικά στάδια ανάπτυξης, όπως είναι η βλάστηση, το φύτερωμα, το αδέλφωμα, το καλάμωμα, το ξεστάχιασμα, και τέλος η ωρίμανση. Πιο συγκεκριμένα:

1. Βλάστηση – Φύτερωμα: Το διάστημα μετά τη σπορά (5-8 μέρες), μόλις οι σπόροι βρεθούν στις κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας βλαστάνουν. Τη περίοδο του φυτρώματος οι σπόροι είναι να ικανοί να απορροφήσουν νερό σε αναλογία 30-40% του βάρους του. Στη συνέχεια με την αύξηση του εμβρύου το περίβλημα σπάει και εμφανίζεται η ρίζα και αργότερα η κολεοπίτλη (περιβάλλει το βλαστίδιο). (Σφήκας 1991, Δαναλάτος 2013) Οι σπόροι ακόμη και μετά το φύτερωμα τους βρίσκονται στο έδαφος.

2. Αδέλφωμα: Είναι η εμφάνιση νέων βλαστών από τους πλάγιους οφθαλμούς. Όλα τα φυτά είναι σε θέση να φέρουν έναν ή και περισσότερους βλαστούς, οι οποίοι ονομάζονται αδελφια. Μετά το φύτερωμα, περίπου 10-15 μέρες, παρατηρούνται στις μασχάλες των φύλλων πλευρικοί οφθαλμοί, οι οποίοι θα εξελιχθούν σε πλευρικά στελέχη. (Δαναλάτος 2013) Το αδέλφωμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό μιας και σχετίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με την τελική παραγωγή. Οι δύο, και πολύ σημαντικοί λόγοι, που απαιτείται σωστό αδέλφωμα είναι:

- Εξισορροπούνται ορισμένες ανωμαλίες τελευταίας στιγμής (π.χ προσβολή από έντομα και ασθένειες, αραιό φύτερωμα), με αποτέλεσμα να μην καθιστά προβληματική τη καλλιέργεια εφόσον αδελφώνουν.
- Αυξάνεται η παραγωγή, αφού η σχέση μεταξύ απόδοσης και αριθμού αδελφιών είναι θετική. (Μετζάκης 1998)

3. Καλάμωμα: Είναι το διάστημα αυξημένης ανάπτυξης του στελέχους, κατά το οποίο παρατηρείται και η επιμήκυνση των μεσογονάτιων διαστημάτων, η μεγέθυνση των φύλλων, η ανάπτυξη ταξιανθίας και των ριζών. Πιο συγκεκριμένα, η επιμήκυνση των μεσογονάτιων διαστημάτων παρατηρείται όταν το κατώτατο μεσογονάτιο έχει αποκτήσει το μισό μέγεθος της τελικής ανάπτυξης. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012) Ο πρώτος κόμβος θα εμφανιστεί μόλις το στέλεχος αποκτήσει ύψος περίπου 20-30cm. (Σφήκας 1991)

4. Ξεστάχιασμα: Είναι το στάδιο εμφάνισης του στάχυ που εκπτύσσεται από το κολεό του τελευταίου φύλλου (Δαναλάτος 2013) Η εμφάνιση αυτή πραγματοποιείται, κυρίως, στις αρχές της άνοιξης, περίοδος που το φυτό αφήνει το βλαστικό και περνάει στο αναπαραγωγικό στάδιο. (Σφήκας 1991)

5. Ωρίμανση: Παρατηρείται ένα μήνα, περίπου, μετά το ξεστάχιασμα. Το μήνα αυτό παρατηρείται συσσώρευση οργανικών ουσιών στο καρπό, με αποτέλεσμα το σχηματισμό του εμβρύου και του ενδοσπερμίου. (Σφήκας 1991) Η ωρίμανση αποτελείται από τα εξής στάδια:

Γάλακτος, Κηρού (απουσία χλωροφύλλης), Σκληρού σπόρου (ευαίσθητα τα φυτικά μέρη) και Ωριμου σπόρου (ευαίσθητος και ο σπόρος).

1.7 ΛΗΘΑΡΓΟΣ

Λήθαργος είναι η μη βλάστηση του σπόρου, ακόμη, και κάτω από την ύπαρξη ευνοϊκών συνθηκών και επάρκειας νερού και οξυγόνου. Το φαινόμενο αυτό δε παρουσιάζεται σε όλες τις ποικιλίες σιτηρών. Είναι δυνατόν να διαρκέσει μέχρι και 6 μήνες (μη σταθερή διάρκεια). (Leonard and Martin 1963) Παρόλα αυτά η πιο σύνηθες διάρκεια είναι 20 με 30 ημέρες. Ο λήθαργος μπορεί να θεωρηθεί και ως ένα γενετικό φαινόμενο, το οποίο μπορεί να επηρεαστεί από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την εποχή ωρίμανσης και, φυσικά, από την αποθήκευση. (Peterson 1965)

Διαστήματα όπου η θερμοκρασία κατά τη περίοδο της ωρίμανσης ήταν υψηλή (ζεστός καιρός με ηλιοφάνεια), στη καλλιέργεια κριθαριού, έδειξαν ότι ο λήθαργος ήταν μικρότερος σε σχέση με τα διαστήματα όπου τη περίοδο της ωρίμανσης επικρατούσαν χαμηλές θερμοκρασίες. (Briggs 1978) Γενικά, οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την αποθήκευση έχουν δείξει πως ελαχιστοποιούν τη περίοδο του ληθάργου, τη στιγμή που οι ανώριμοι σπόροι αυξάνουν τη διάρκεια ληθάργου, σε αντίθεση με τους ώριμους. Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι ποικιλίες με ερυθρωπούς σπόρους έχουν αυξημένη διάρκεια ληθάργου. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

Υπάρχει, βέβαια, η περίπτωση να εμφανισθεί και δευτερογενής λήθαργος. Πιο συγκεκριμένα, έχουν παρατηρηθεί περιστατικά κατά τα οποία, αν οι σπόροι δε μπορέσουν να βρουν ευνοϊκές συνθήκες να φυτρώσουν τότε παρουσιάζουν δευτερογενή λήθαργο. Η βρώμη αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα δευτερογενούς ληθάργου, όταν η θερμοκρασία έχει περάσει το ανώτατο επιτρεπτό, για τη καλλιέργεια, όριο. (Taiz and Zeiger 2002)

Οι λόγοι που οδηγούν μία καλλιέργεια στη κατάσταση του ληθάργου δεν έχουν διευκρινιστεί πλήρως. Ορισμένοι εξ αυτών, πιθανότατα, να έχουν να κάνουν:

- με τη παρουσία της γιββερελλίνης, που είναι απαραίτητη για τη βλάστηση,
 - με τη παραγωγή της α-αμυλάσης,
 - την ιδιότητα του περικαρπίου να απορροφά οξυγόνο και υγρασία,
 - τους αναστολείς στα λέπυρα και το περικάρπιο (πιθανόν να έχουν σχέση με τους παράγοντες του σπόρου και του περιβάλλοντος)
- (Taiz and Zeiger 2002, Stoskopf 1985)

Διακοπή του ληθάργου είναι δυνατό να επιτευχθεί:

- με μείωση της υγρασίας των σπόρων,
- με μείωση της θερμοκρασίας,
- με επίδραση ορισμένης φωτοπεριόδου,
- με γιββερελλίνες, και
- με κυτοκινίνες.

(Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

1.8 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Τα σιτηρά καλλιεργούνται σε πλήθος εδαφοκλιματικών συνθηκών. Αποφεύγεται η καλλιέργεια τους σε υγρά ή θερμά κλίματα, παρά μόνο μιας μικρής περιόδου που απαιτείται για την επιτυχημένη βλάστηση τους, χωρίς όμως να γίνουν στόχος μυκητολογικών ασθενειών. Βασικές περιοχές παραγωγής σιτηρών αποτελούν οι περιοχές που η ετήσια βροχόπτωση είναι από 300-1150 mm. Τέτοιες περιοχές βρίσκονται, κατά κύριο λόγο, μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 30⁰-55⁰ της Βόρειας Εύκρατης Ζώνης και 25⁰-40⁰ της Νότιας Εύκρατης Ζώνης. Το ρύζι αποτελεί το μόνο σιτηρό που μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές με έντονες βροχοπτώσεις, εξαιτίας, κυρίως, των πολλών ασθενειών, της έκπλυσης των θρεπτικών και της δυσκολίας σποράς και συγκομιδής. (Salmon 1941)

Όπως όλες οι καλλιέργειες έτσι και τα σιτηρά απαιτούν συγκεκριμένες θερμοκρασίες ώστε να μπορέσουν να φυτρώσουν. Οι κατάλληλες θερμοκρασίες είναι μεταξύ 20-24°C. Θερμοκρασίες άνω των 34°C και κάτω των 2°C είναι σε θέση να εμποδίσουν το φύτευμα. Η θερμοκρασία του εδάφους δε θα πρέπει να είναι μικρότερη των 5°C. (Porter and Gawith 1999, Rusell and Wilson 1994) Ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του φυτού είναι από 17-23°C. Θερμοκρασίες άνω των 30°C μειώνουν τον αριθμό των ανθέων (πριν την άνθηση) και προκαλούν στείρα γύρη μειώνοντας, με αυτόν τον τρόπο, τον αριθμό των σπόρων.

Τα σιτηρά είναι αρκετά σκληραγωγημένα με αποτέλεσμα την αυξημένη αντοχή τους στις χαμηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Η αντοχή εξαρτάται κυρίως από τη ποικιλία. Οι χειμερινές ποικιλίες, για παράδειγμα, διαθέτουν αντοχή σκληραγωγησης μέχρι και τους -30°C, ενώ αν τα φυτά είναι σκεπασμένα με χιόνι αντέχουν μέχρι και τους -40°C (καθώς η θερμοκρασία κάτω από το χιόνι διατηρείται υψηλότερη). Από την άλλη, οι ανοιξιότικες ποικιλίες έχουν πολύ μικρότερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

Οι ανοιξιότικες ποικιλίες είναι δυνατόν να αντέχουν σε θερμοκρασία -10°C στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, ενώ κατά την έκπτυξη του στάχυ θερμοκρασίες κάτω του μηδενός μειώνουν άμεσα τη παραγωγή (Σφήκας 1995)

Τα σιτηρά αποτελούν καλλιέργεια που μπορούν να σπαρθούν σε ποικίλα εδάφη. Βέβαια, τα πιο αποτελεσματικά είναι τα βαθεία, γόνιμα, με αργιλοπηλώδη σύσταση και καλή στράγγιση. Καλό είναι να αποφεύγονται όξινα εδάφη, λόγω της μέτριας αντοχής των σιτηρών. Το pH θα πρέπει να κυμαίνεται από 6-8,5 (Παπακώστα – Τασοπούλου 2012)

1.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

1.9.1 ΣΠΟΡΑ

Η ημερομηνία, η θερμοκρασία και η υγρασία σποράς αποτελούν, ίσως, τους πιο κρίσιμους παράγοντες της παραγωγής και της ποιότητας των σιτηρών. (Fowler and Gusta 1977) Στην Ελλάδα, η σπορά πραγματοποιείται μέσα Νοεμβρίου, ενώ στις ορεινές περιοχές μέσα Οκτωβρίου. Καθυστερήση της σποράς έχει ως συνέπεια μείωση της απόδοσης και της ποιότητας. (Fowler 1982) Αντίθετα, η πρόωγη σπορά έχει ως αποτέλεσμα αυξημένη ευαισθησία και καταστροφή της καλλιέργειας από ανοιξιιάτικους παγετούς.

Το βάθος σποράς σχετίζεται με πολλούς παράγοντες. Κατά κύριο λόγο, κυμαίνεται από 10-25mm, ώστε να υπάρχει ο απαραίτητος αερισμός και να εξασφαλιστεί η βέλτιστη εγκατάσταση των φυτών. Βάθος σποράς μεγαλύτερο των 25mm δυσκολεύει την εμφάνιση σπορόφυτων και μειώνει την αντοχή του φυτού στους ανοιξιιάτικους παγετούς. (Loerpkky and Lafond 2009)

Για την ποσότητα σπόρου που σπέρνεται ανά στρέμμα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί παράγοντες. Οι κυριότεροι εξ αυτών είναι:

- Γονιμότητα εδάφους
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Υγρασία περιβάλλοντος
- Εποχή σποράς
- Προετοιμασία εδάφους και
- Ποικιλία

Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν τη σπουδαιότητα της θερμοκρασίας περιβάλλοντος έναντι της υγρασίας. (Lafont and Fowler 1989) Κατά βάση, η ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα κυμαίνεται από 14-20 κιλά. Η μικρότερη τιμή αφορά περιοχές με ήπιο κλίμα το χειμώνα, ενώ η μεγαλύτερη αφορά ημιορεινές, ορεινές περιοχές και ποικιλίες που δυσκολεύονται να αδελφώσουν.

1.9.2 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η λίπανση θα πρέπει να ακολουθείται από εδαφολογική ανάλυση ώστε να προσδιοριστούν οι ακριβείς τροφopenίες της καλλιέργειας. Με την ορθή λίπανση επιτυγχάνεται υψηλή παραγωγή και αρίστης ποιότητας προϊόν. (agri-fact)

Κύριο στοιχείο που συχνά βρίσκεται σε έλλειψη αποτελεί το άζωτο (N). Ελλείψει αζώτου οι καλλιέργειες των σιτηρών μειώνουν την απόδοση τους και τη ποιότητα τους. Με τη σωστή χρήση του αζώτου είναι δυνατό να επιτευχθεί υψηλή παραγωγή σίτου. Αν, όμως, χορηγηθεί υπερβολική αζωτούχα λίπανση τότε η παραγωγή, η

απόδοση και το κέρδος θα μειωθούν καθώς το υπερβολικό άζωτο θέτει τα φυτά σε πλάγιασμα. Το μέγιστο της παραγωγής σχετίζεται άμεσα με τον ορθό υπολογισμό και χρήση του αζώτου στα σιτηρά.

Τα σιτηρά που βρίσκονται σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη είναι σε θέση να δώσουν υψηλές παραγωγές, αφού, απορροφούν τη ποσότητα αζώτου που τους χορηγείται. Στα κακώς στραγγιζόμενα εδάφη, η συσσώρευση νερού στην επιφάνεια του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα να χαθεί μεγάλη ποσότητα αζώτου λόγω απονιτροποίησης (wheat facts)

Το άζωτο καλό είναι να χορηγείται σε δύο δόσεις. Ο σίτος απαιτεί λίγη ποσότητα αζώτου κατά τη σπορά (βασική λίπανση-35%). Η υπερβολική αζωτούχα βασική λίπανση κάνει το φυτό περισσότερο ευάλωτο σε ασθένειες. Ένα ποσοστό 65% χορηγείται νωρίς την άνοιξη πριν το καλάμωμα (επιφανειακή λίπανση).

Ανάγκες θρεπτικών στοιχείων για το σκληρό σιτάρι(kgr/στρ.)		
Άζωτο (N)	Φώσφορος (P ₂ O ₅)	Κάλιο (K ₂ O)
12-16	3-4	0-2

Στην βασική λίπανση προτείνεται να μπαίνει το 1/3 του αζώτου, όλος ο φώσφορος και όλο το κάλιο. Στην επιφανειακή λίπανση μπαίνει το υπόλοιπο άζωτο.

Βασικά θρεπτικά στοιχεία	
N(άζωτο)	5 βάρος %(σε αμιδική μορφή NH ₂)
P ₂ O ₅ (πεντοξείδιο του φωσφόρου)	5 βάρος % σε υδατοδιαλυτή μορφή
K ₂ O(διοξείδιο του καλίου)	5 βάρος % σε υδατοδιαλυτή μορφή
Ιχνοστοιχεία (σε ποσοστιαίο βάρος) σε χηλική μορφή	
B(βόριο)	0,030
Cu(χαλκός)	0,020
Mo(μολυβδαίνιο)	0,003
Zn(ψευδάργυρος)	5,00
Mn(μαγγάνιο)	0,020
Mg(μαγνήσιο)	0,025
Fe(σίδηρος)	0,060

Η χρήση αζώτου την άνοιξη έχει ως στόχο την αύξηση της παραγωγής αλλά και την αύξηση της περιεκτικότητας του σπόρου σε πρωτεΐνη. Το άζωτο καλό είναι να μη ξεπερνάει τα 15 κιλά/στρ. Μεγαλύτερη ποσότητα θα εφαρμοστεί στη περίπτωση που συγκομισθείσα παραγωγή ξεπεράσει τα 500 κιλά/στρ. (Παπακόστα-Τασοπούλου 2012)

Πίνακας. Αναμενόμενη στρεμματική απόδοση σιταριού και ανάγκες σε άζωτο *στοιχεία του Ινστιτούτου Σιτηρών ΕΘΙΑΓΕ	
Κιλά/ στρέμμα	Μονάδες Αζώτου / στρέμμα
300	9
400	12
500	15
600	18

Ο χρόνος εφαρμογής του αζώτου καθώς και η ποσότητα αυτού θα πρέπει να σχετίζονται με τη πιθανή παραγωγή, όπως αναφέρεται στο παραπάνω πίνακα.

Ορισμένες φορές παρατηρούνται προβλήματα κατά τη δεύτερη εφαρμογή του αζώτου (τέλος χειμώνα-αρχές άνοιξης). Υπερβολική βροχόπτωση είναι ικανή να απομακρύνει τη ποσότητα αζώτου που χορηγήθηκε, ιδιαίτερα σε εδάφη επικλινή. Ξηρός καιρός μετά την επιφανειακή λίπανση μειώνει την απορρόφηση από τα φυτά. Ακόμη, το έδαφος πολλές φορές είναι αυτό που καθυστερεί και ορισμένες φορές εμποδίζει την απορρόφηση αζώτου.

Η εφαρμογή φωσφόρου πραγματοποιείται μόνο κατά τη σπορά (βασική λίπανση), οπότε σε μία και μόνο δόση. Το έδαφος έχει την ικανότητα να δεσμεύει το φωσφόρο και να τον απελευθερώνει σταδιακά, όποτε το φυτό έχει ανάγκη. Για το λόγο αυτό, η εφαρμογή φωσφόρου δεν είναι πάντα απαραίτητη σε όλους τους εδαφικούς τύπους. Ο φώσφορος χορηγείται κατόπιν υπόδειξης της εδαφολογικής ανάλυσης, χωρίς να υπερβαίνει τα 6 κιλά/στρ. (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012) Έλλειψη φωσφόρου στα σιτηρά οδηγεί σε μειωμένη ανάπτυξη κατά το αδελφωμα, ενώ περίσσεια προκαλεί πρόωμη ωρίμανση (ιδιαίτερα σημαντική σε περιοχές με πολλούς παγετούς). (agri-fact)

Η περίπτωση του καλίου είναι λίγο πιο εύκολη, αφού το ελληνικό έδαφος έχει αφθονία καλίου. Ως τροφοπενία είναι εύκολα αναγνωρίσιμη, καθώς νεκρώνει περιφερειακά το φύλλο, ενώ περίσσεια του δεν προκαλεί προβλήματα στη καλλιέργεια. (Σφήκας 1995) Εφόσον η εδαφολογική ανάλυση έχει δείξει έλλειψη καλίου γίνεται εφαρμογή 2-3 κιλά/στρ.

Τέλος, να επισημανθεί ότι για τη μέγιστη παραγωγή και άριστη ποιότητα δεν αρκεί μόνο η ορθή λίπανση αλλά εξαρτάται από ένα σύνολο παραγόντων όπως είναι: ο χρόνος οργώματος, η ποικιλία, οι συνθήκες σποράς, η ανθεκτικότητα του σπόρου σε ασθένειες και εχθρούς.

1.9.3 ΑΡΔΕΥΣΗ

Το σκληρό σιτάρι αποτελεί καλλιέργεια που αν του παραχθεί νερό είναι ικανό να αυξήσει κατακόρυφα την απόδοση του. Σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές η παραγωγή περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό. Αυτές οι περιοχές απαιτούν βροχοπτώσεις κατά την άνθιση και το γέμισμα το κόκκου. Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση της καλλιέργειας είναι η παρουσία νερού μετά την άνθιση. (Masle and Passioura 1987, Fitzpatrick and Nix 1969) Λόγω του μεσογειακού κλίματος, οι ακαθόριστες διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων είναι αυτές που επηρεάζουν τη τελική παραγωγή. Απουσία νερού μειώνεται ο αριθμός των αδελφιών, των στάχων και των κόκκων. Παρόλα αυτά, το σημαντικότερο είναι σε ποιο στάδιο ανάπτυξης βρισκόταν το φυτό όταν του προκλήθηκε το υδατικό στρες.

Τα χειμερινά σιτηρά έχουν πολύ στενές σχέσεις με το νερό και αυτό γίνεται περισσότερο κατανοητό από τη τελική παραγωγή, προσφέροντας υψηλές αποδόσεις. Επιπλέον, η διαχείριση του νερού είναι ιδιαίτερα σημαντική και θα πρέπει να γίνεται με πρόγραμμα και όχι ακανόνιστα. (Al-Kaisi and Shanahan 2007)

Για να μπορέσει να επιτευχθεί το μέγιστο της παραγωγής και της ποιότητας θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να επιλεγθεί το αποτελεσματικότερο σύστημα άρδευσης. Ο καταιονισμός και η στάγδην άρδευση είναι σε θέση με λιγότερο νερό να αυξήσουν τη παραγωγή, σε αντίθεση με τη πλημμύρα. Η συχνή χρήση με καταιονισμό οδηγεί στην εξάπλωση ασθενειών. Η πλημμύρα χρησιμοποιείται σε αλατούχα εδάφη με σκοπό την έκπλυση.

Μία άλλη τεχνική άρδευσης αποτελεί το υπόγειο σύστημα ή ακόμη ένα σύστημα όπου οι αυλακιές και τα σαμάρια έχουν μεγαλύτερο πλάτος. Η τεχνική αυτή αυξάνει τη διήθηση νερού, με αποτέλεσμα να μη προτιμάται συχνά.

Μελέτες έδειξαν ότι αν χρησιμοποιηθεί το 1/3 των απαιτήσεων της καλλιέργειας σε νερό τότε η τελική παραγωγή θα αυξηθεί κατά 60%, ενώ αν εφαρμοστούν στη καλλιέργεια τα 2/3 τότε η τελική παραγωγή θα αυξηθεί κατά 90% από τη προσδοκώμενη απόδοση. (Oweis et. al. 1999)

Αν ακολουθηθεί ένα πρόγραμμα άρδευσης βασισμένο στη συχνότητα των βροχοπτώσεων η καλλιέργεια θα μπορεί να προσφέρει τη μέγιστη παραγωγή. Στη περίπτωση που η καλλιέργεια σκληρού σίτου τελειώσει το βιολογικό της κύκλο χωρίς να υποστεί υδατικό στρες τότε η απόδοση είναι σε θέση να αγγίξει τα μέγιστα όρια. (Harold 1988)

Με την αύξηση της άρδευσης γίνεται κατανοητό ότι θα πρέπει να αυξηθεί και η ποσότητα αζώτου στη καλλιέργεια. Η μη αρδευόμενη καλλιέργεια σιτηρών έχει την τάση να αυξάνει τη περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη, σε αντίθεση με την αρδευόμενη. Η κατάλληλη περίοδος εφαρμογής του αζώτου είναι κατά τη διάρκεια των βλαστικών σταδίων. Εφαρμογή αζώτου κατά το ξεστάχυσμα δεν επιδρά στην αύξηση της παραγωγής, αλλά αυξάνει τη περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη. (Orloff et. al. 2012) Συνεπώς, η τελική απόδοση των χειμερινών σιτηρών είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Για να μπορέσει να επιτευχθεί το μέγιστο τόσο της απόδοσης όσο και της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη θα πρέπει να συνδυαστεί η άρδευση με την εφαρμογή αζώτου. Σε ξηρές περιοχές, για τη μέγιστη παραγωγή σκληρού σίτου απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η μείωση των αρδεύσεων τη περίοδο του γεμίσματος του κόκκου. (Guler 2003)

Η ισορροπημένη άρδευση είναι το κλειδί, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη προσδοκώμενη απόδοση. Η περίπτωση της υπεράρδευσης στο σκληρό σιτάρι επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη των αδελφιών, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την τελική παραγωγή. Η υπερβολική άρδευση αναστέλλει την ανάπτυξη των πρωτογενών αδελφιών, ενώ παράλληλα καθυστερεί και την ανάπτυξη των νέων. Ακόμη, ξεπλένεται το άζωτο που είχε χορηγηθεί παρουσιάζοντας τροφοπενίες στο βλαστό και

στα αδέρφια. Μετά τη χρήση υπερβολικής άρδευσης, απαιτείται η εφαρμογή αζώτου. (Robertson et. al. 2009)

Τέλος, να αναφερθεί ότι η παραγωγή σκληρού σίτου σε αρδευόμενη περιοχή είναι μεγαλύτερη τη χρονιά που ο καιρός είναι δροσερότερος. Συνεπώς, οι καιρικές συνθήκες είναι αυτές που σε μεγάλο βαθμό καθορίζουν τη τελική απόδοση της καλλιέργειας. (Karam et. al. 2009)

1.9.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή του σίτου, καλό είναι, να πραγματοποιείται όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία φτάσει το 13-15%. Αν για οποιοδήποτε λόγο ξεπεραστεί αυτό το όριο η συγκομιδή μπορεί να πραγματοποιηθεί κανονικά, με την προϋπόθεση ο συγκομισμένος σπόρος να υποστεί ξήρανση σε διάστημα μικρότερο των 24 ωρών από τη συγκομιδή, με σκοπό να αποφευχθούν τυχόν αλλοιώσεις. Παρόλα αυτά, η συγκομιδή δε θα πρέπει να πραγματοποιηθεί με περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 20%. Κατά την ξήρανση, ο θερμός αέρας δε θα πρέπει να ξεπερνάει τους 43°C, εφόσον η ικανότητα βλάστησης μειώνεται στις υψηλές θερμοκρασίες. Καταλληλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία, κατά την αποθήκευση, αποτελεί το 12-12,5%.

Η πιο συχνή και διαδεδομένη τεχνική συγκομιδής όλων των σιτηρών είναι η μηχανική, με θεριζοαλωνιστική μηχανή. Αποτελεί μια τεχνική που είναι σε θέση να επηρεάσει τη ποιότητα του τελικού σπόρου με:

- καταστροφή του πυρήνα και
- καθαρότητα του σπόρου

Φυσικά, υπάρχουν και απώλειες κατά τη συγκομιδή, χωρίς όμως να ξεπερνάνε το 2%. Κατά τη συγκομιδή, θα πρέπει οπωσδήποτε να η κομπίνα να ρυθμιστεί ανάλογα με το είδος καλλιέργειας όπως αναφέρεται στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή, με στόχο να μειωθούν, όσο γίνεται, οι απώλειες του σπόρου. Την πιο σημαντική ρύθμιση αποτελούν οι στροφές του κινητήρα, που συνήθως, είναι δεδομένες αλλά απαιτείται έλεγχος. Οι πιο αποτελεσματικές κομπίνες συγκομιδής σιτηρών είναι οι κομπίνες με περιστροφικό ή κυλινδρικό αλωνιστή. (Harvesting Wheat)

1.10 ΕΧΘΡΟΙ

Τα σιτηρά αποτελούν καλλιέργεια που δεν προσβάλλονται και τόσο συχνά από έντομα, χωρίς αυτό να σημαίνει πως η παρουσία τους στις καλλιέργειες δε προκαλεί σοβαρά προβλήματα.

Οι κυριότεροι εχθροί των σιτηρών είναι οι εξής:

- Αγρότιδες
- Ακρίδες
- Αφίδες
- Βλαστορρήκτης
- Βρωμούσες
- Θρίπας
- Κάραβος
- Κηκιδόμυγα
- Κριόκερος
- Νηματώδης των σιτηρών
- Οσινέλλα
- Σιδηροσκώληκες
- Χλώροπας
- *Calandra granaria* L.
- *Sitotroga cerealella*
- *Plodia interpunctella* (Καραμάνος 1992)

1.11 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Οι ασθένειες, που είναι πιο συχνό φαινόμενο έναντι των εχθρών, δημιουργούν αρκετά και σοβαρά προβλήματα στις καλλιέργειες των σιτηρών. Η κατάσταση επιδεινώνεται ακόμη περισσότερο με τις συχνές βροχοπτώσεις τη περίοδο της άνοιξης.

Οι κυριότερες ασθένειες που δημιουργούν και τα μεγαλύτερα προβλήματα είναι οι εξής:

- Άνθρακας
- Γραμμωτός άνθρακας
- Δαυλίτης
- Ελμινθοσπορίωση
- Μωσαϊκωση
- Παρασιτικό πλάγιασμα
- Ριζοκτονίωση
- Ρυγχοσπορίωση
- Σεπτοριώσεις
- Σήψη των ριζών και του λαιμού
- Σκωριάσεις
- Ωίδιο (Καραμάνος 1992)

1.12 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Τα σιτηρά διακρίνονται σε κατηγορίες με βάση κυρίως μορφολογικά, φυσιολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Μορφολογικά παρουσιάζουν διαφορές ως προς το πάχος, το ύψος, την ανθεκτικότητα, το χρώμα και τα φύλλα. Όσον αφορά τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά, ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει η πρωιμότητα, καθώς και αν είναι χειμερινής ή ανοιξιάτικης περιόδου. Οι πιο σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται στα στάχυα και έχουν να κάνουν με τη πυκνότητα των σταχυδίων, το σχήμα, το χρώμα και το μήκος των αγάνων. (Σφήκας 1995)

Βάσει όλων αυτών των κατηγοριών, παρατηρούνται διαφορές οι οποίες γίνονται περισσότερο αντιληπτές στο βάρος χλίων κόκκων, στην υγρασία, στη περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνες και στις ξένες ύλες. (Bushuk 1985)

1.12.1 ΠΟΙΚΙΛΙΑ MERIDIANO

Αποτελεί ποικιλία σκληρού σίτου με υψηλό δυναμικό παραγωγής και μεγάλη προσαρμοστικότητα σε ποικίλα εδάφη. Είναι μεσοπρώιμη και διαθέτει μεγάλη αντοχή στο ψύχος, τη ξηρασία και τις ασθένειες. Παρουσιάζει μέτριο ύψος με καφέ άγανα και, το σημαντικότερο, δίνει ποιοτικό καρπό για τη παρασκευή ζυμαρικών και ζωοτροφών υψηλών προδιαγραφών, χάρις τα επίπεδα πρωτεΐνης που κυμαίνονται από 13 μέχρι 15%.

1.13 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Οι βιομηχανίες λιπασμάτων της χώρας έχουν ως κύρια μέριμνα τη βελτίωση των ήδη υπάρχοντων λιπασμάτων ή την ανάπτυξη νέων καινοτόμων τύπων λιπασμάτων. Αυτό γίνεται με σκοπό τη βελτίωση των παραγόμενων προϊόντων, την αύξηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης τους και τη προστασία του περιβάλλοντος (αζωτούχα λιπάσματα). (Maene 1995, Trenkel et. al. 1988)

1.13.1 ΤΥΠΟΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Τα λιπάσματα υπόκεινται σε συνεχή βελτίωση μέσα από κατάλληλα προγράμματα σχεδιασμού του προϊόντος. (Brockel and Hahn 2004)

Το κάθε προϊόν διαθέτει έναν δικό του τύπο που προσδιορίζεται από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες, τη σταθερότητα, τη θερμοκρασία, την υγρασία και τη περιβαλλοντική ασφάλεια.

Ο σκοπός δημιουργίας στερεών λιπασμάτων αποσκοπεί στη μείωση της σκόνης και της συσσωμάτωσης. Επίσης, μεγάλο πρόβλημα δημιουργείται στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας του ανόργανου αζώτου, αφού τα φυτά είναι σε θέση να προσλάβουν νιτρικά ιόντα ή αμμώνιο. Το αμμώνιο έχει την ικανότητα να διατηρείται στο έδαφος μετά την εφαρμογή. Είτε γίνεται χορήγηση είτε είναι διαθέσιμο τα φυτά και το έδαφος ανταγωνίζονται για αμμώνιο. (Amberger 1996)

Η ανταγωνιστικότητα αυτή για το άζωτο, όχι όμως του νιτρικού, είναι πηγή πολλών προβλημάτων. Ένα μικρό ποσοστό, εν τέλει, φτάνει στις ρίζες των φυτών ώστε να προσληφθεί.

Το άζωτο συμπεριλαμβάνεται στα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των οργανισμών. Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της χλωροφύλλης και της πρωτεΐνης και έχει ως ρόλο τη δημιουργία κυττάρων. (Vickery 1981) Ακόμη, συμμετέχει ενεργά στις σημαντικότερες διεργασίες των φυτών, την αναπνοή και τη φωτοσύνθεση. (Lewis et. al. 2004, Takashima et. al. 2004) Αν και σε πολλά εδάφη υπάρχει περίσσεια αζώτου, η εφαρμογή του γίνεται με στόχο την ασφαλή ανάπτυξη της καλλιέργειας καθώς και την αύξηση της γονιμότητας του εδάφους. Η ουρία $[(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)]$, για παράδειγμα, είναι κύριος τύπος χημικού λιπάσματος. Από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν προέκυψε ότι η ουρία χορηγείται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50%, ανά τον κόσμο.

Οι λόγοι που οδηγούν στη μεγάλη, αυτή, εφαρμογή της ουρίας έχουν να κάνουν:

- με το υψηλό ποσοστό αζώτου (46%)
- την ευκολία μεταφοράς και
- την υψηλή διαλυτότητα

Ο σύλλογος Αμερικανικών Φυτικών Τροφίμων Υπεύθυνοι Ελέγχου (AAPFCO) δημοσίευσε τις εξής κατηγορίες (Επίσημη έκδοση 57):

Βραδείας ή ελεγχόμενης-απελευθέρωσης λίπασμα: Είναι τα λιπάσματα που δεν παρέχουν άμεσα τα θρεπτικά τους στο φυτό, αλλά καθυστερούν τη διαθεσιμότητα τους εφοδιάζοντας τις ρίζες για μακροχρόνιο διάστημα, σε αντίθεση με άλλα λιπάσματα που παρέχουν τα θρεπτικά τους άμεσα στα φυτά όπως είναι, για παράδειγμα, το φωσφορικό και το νιτρικό αμμώνιο. Η ιδιότητα αυτή των συγκεκριμένων λιπασμάτων οφείλεται σε ένα σύνολο παραγόντων όπως είναι η ελεγχόμενη διαλυτότητα στο νερό, τις πρωτεΐνες, την απόφραξη καθώς και ταχεία υδρόλυση των χαμηλού μοριακού βάρους ενώσεων.

Σταθεροποιημένο αζωτούχο λίπασμα: Είναι το λίπασμα αζώτου το οποίο περιέχει έναν σταθεροποιητή. Σταθεροποιητής είναι ένα στοιχείο που έχει ως στόχο την επέκταση του χρόνου παραμονής του αζωτούχου λιπάσματος στο έδαφος. Η παραμονή αυτή πραγματοποιείται υπό αμμωνιακή μορφή ή μορφή ουρίας.

Αναστολέας νιτροποίησης: Είναι το στοιχείο που έχει την ιδιότητα να αναστέλλει τη βιολογική οξείδωση του νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου.

Αναστολέας ουρεάσης: Είναι το στοιχείο που έχει την ικανότητα να αναστέλλει την υδρολυτική δράση από το ένζυμο ουρεάση για την ουρία.

1.13.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Η λίπανση ακολουθεί, συνήθως, ένα πρόγραμμα δύο δόσεων που αποτελείται από τη βασική και την επιφανειακή.

Βασική λίπανση: Πραγματοποιείται κατά το στάδιο της σποράς ή ακόμη καλύτερα και νωρίτερα. Κατά τη βασική λίπανση γίνεται χορήγηση αζώτου, φωσφόρου, καλίου και όπου απαιτείται, πάντα συμβουλευόμενοι την εδαφολογική ανάλυση, γίνεται εφαρμογή και ορισμένων ιχνοστοιχείων όπως είναι το μαγνήσιο και το ασβέστιο. Αποτελεί κύρια κατηγορία της ανάπτυξης και της βλαστικότητας των φυτών καθώς και της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας.

Η μη έλλειψη αζώτου στο καλάμωμα των σιτηρών μεταφράζεται ως:

- αυξημένος αριθμός επιζώντων αδελφιών
- μεγαλύτερα και περισσότερα στάχυα/στρ
- μεγαλύτεροι και περισσότεροι κόκκοι/στάχυ

Η μη έλλειψη αζώτου στο ξεστάχυασμα των σιτηρών μεταφράζεται ως:

- αυξημένος χρόνος δράσης των φύλλων
- αυξημένη περιεκτικότητα σε καλής ποιότητας πρωτεΐνες

Ορισμένα από τα πιο διαδεδομένα και συχνά χρησιμοποιούμενα λιπάσματα κατά τη βασική λίπανση αποτελούν τα εξής:

- NovaTec® 22-8-10 + B, Zn

Σύσταση: Αποτελείται από 22% άζωτο (12% αμμωνιακό και 10% νιτρικό), 8% P₂O₅ (από το οποίο το 6% είναι υδατοδιαλυτός), 10% K₂O και από μερικά ιχνοστοιχεία όπως το Βόριο (0,3%) και ο Ψευδάργυρος (0,1%). Αποτελεί ιδανική επιλογή για εδάφη με μεγάλες απαιτήσεις σε άζωτο και κάλιο και μικρότερες σε φώσφορο.

- Easy Start® TE Max + B, S

Σύσταση: Αποτελείται από 11% άζωτο, 48% P₂O₅ (από το οποίο το 46% είναι υδατοδιαλυτός) και από μερικά ιχνοστοιχεία όπως είναι ο Σίδηρος (0,6%), το Μαγγάνιο (0,1%) και ο Ψευδάργυρος (1,0%). Ακόμη, αποτελείται και από *Bacillus subtilis*, με στόχο την ορθή ανάπτυξη του υπόγειου τμήματος του φυτού. Αποτελεί ιδανική επιλογή για εδάφη με τροφοπενίες φωσφόρου.

Ορισμένες φορές, είναι απαραίτητη η επένδυση του σπόρου, ώστε να αποφευχθούν τυχόν τροφοπενίες στη καλλιέργεια, αλλά και για να αυξηθεί η ανθεκτικότητα του φυτού σε ασθένειες. Το ιδανικότερο σκεύασμα για το λόγο αυτό αποτελεί το:

- NutriSeed®

Είναι υγρό λίπασμα που χορηγείται προληπτικά με στόχο την αντιμετώπιση ασθενειών και τροφοπενιών στη καλλιέργεια των θρεπτικών.

Επιφανειακή λίπανση: Πραγματοποιείται αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη κάνοντας εφαρμογή τις εναπομείναντες μονάδες της εκάστοτε καλλιέργειας. Όσον αφορά το σκληρό σίτο, μπορεί να γίνει μία ακόμη χορήγηση πριν το ξεστάχασμα, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο στην αύξηση της παραγωγής και της ποιότητας.

Ένα από τα πιο διαδεδομένα και συχνά χρησιμοποιούμενα λίπασμα κατά την επιφανειακή λίπανση αποτελεί το:

- NovaTec® 40

Σύσταση: Αποτελείται από 40% υδατοδιαλυτό λίπασμα αζώτου με παρεμποδιστή νιτροποίησης (DMPP). Ιδανική επιλογή για ποικίλες καλλιέργειες.

Διαφυλλική λίπανση: Πραγματοποιείται για άμεση απορρόφηση των στοιχείων από τα φυτά.

Ορισμένα από τα πιο διαδεδομένα και συχνά χρησιμοποιούμενα λιπάσματα κατά τη διαφυλλική λίπανση αποτελούν τα εξής:

- Basfoliar® Triple flo

Σύσταση: Αποτελείται από Χαλκό (9%), Μαγγάνιο (22%) και Ψευδάργυρο (33%). Κατάλληλο για την υγιή ανάπτυξη των καλλιεργειών αντιμετωπίζοντας παράλληλα τυχόν τροφοπενίες χαλκού, μαγγανίου και ψευδαργύρου.

- Basfoliar 36 Extra

Αποτελεί υγρό λίπασμα εμπλουτισμένο με άζωτο (καρβαμιδικής μορφής), μαγγάνιο και μαγνήσιο. Ιδανικό για καλλιέργειες όπως είναι: τα σιτηρά, το αμπέλι και τα οπωρολαχανικά καθώς και σε περιπτώσεις καλλωπιστικών και ανθοκομικών φυτών που παρουσιάζεται υψηλή ανάγκη εφαρμογής μαγγανίου και μαγνησίου.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τη υλοποίηση της συγκεκριμένης πτυχιακής διατριβής καλλιεργήθηκε σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*), που αποτελεί ένα χειμερινό σιτηρό ήσσονος σημασίας για όλο τον κόσμο, και κριθάρι (*Hordeum vulgare*). Ο πειραματικός αγρός, όπου εγκαταστάθηκαν οι καλλιέργειες τη περίοδο 2017-2018 βρίσκεται στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Στόχος του συγκεκριμένου πειράματος είναι να παρατηρηθούν οι επιδράσεις διαφορετικών τεχνικών λίπανσης στη τελική απόδοση και ποιότητα των προϊόντων. Για τις ανάγκες του πειράματος, ως καταλληλότερη ποικιλία σκληρού σίτου, επιλέχθηκε η Meridiano, που αποτελεί ποικιλία υψηλοαποδοτική με εγκατάσταση σε ποικίλα εδάφη.

2.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Πρώτη μέριμνα και πιο σημαντική, πριν την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας, αποτελεί η γνώση των χαρακτηριστικών του εδάφους. Γι το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε εδαφική δειγματοληψία από όλο τον αγρό και σε βάθος 0-30cm και 30-60cm.

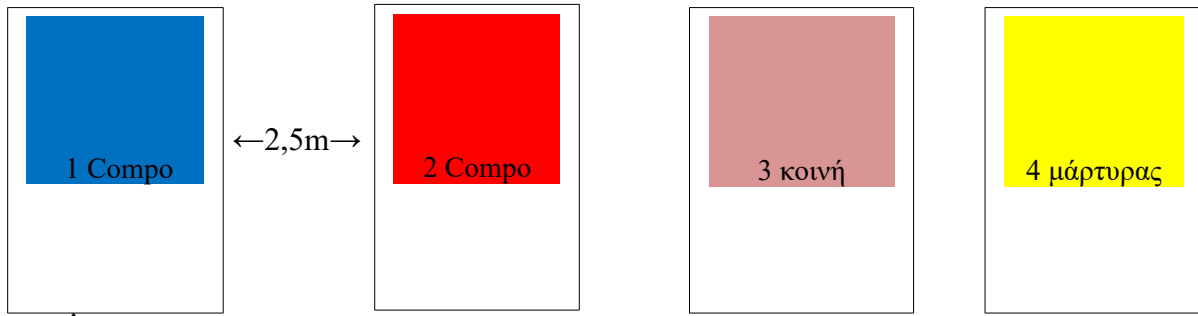
Στη συνέχεια, για την επιτυχημένη εγκατάσταση των παραπάνω καλλιεργειών πραγματοποιήθηκαν όλες οι απαιτούμενες ενέργειες στον αγρό. Η προετοιμασία του αγρού αποτελούνταν από όργωμα και περιστροφικό καλλιεργητή. Μία μέρα πριν τη σπορά (29 Νοεμβρίου 2017) πραγματοποιήθηκε η βασική λίπανση του πειραματικού αγρού με διανομέα, ενώ στη συνέχεια έγινε ενσωμάτωση του λιπάσματος με περιστροφικό καλλιεργητή. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 30 Νοεμβρίου 2017 με μηχανή σποράς σιτηρών. Η ποσότητα του σπόρου που χορηγήθηκε στον αγρό ήταν 20 kg/στρ. Την άνοιξη, λόγω εμφάνισης πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων, εφαρμόστηκε χημική ζιζανιοκτονία.

2.2 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο χώρο του αγροκτήματος είναι εγκατεστημένος μετεωρολογικός σταθμός, από το εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, από τον οποίο και συλλέγονται τα απαιτούμενα δεδομένα. Η μέση τιμή θερμοκρασίας και βροχόπτωσης αφορούν τη περιοχή της Ν. Αγχιάλου καθώς τα στοιχεία για τη περιοχή του Βελεστίνου είναι ελλιπή.

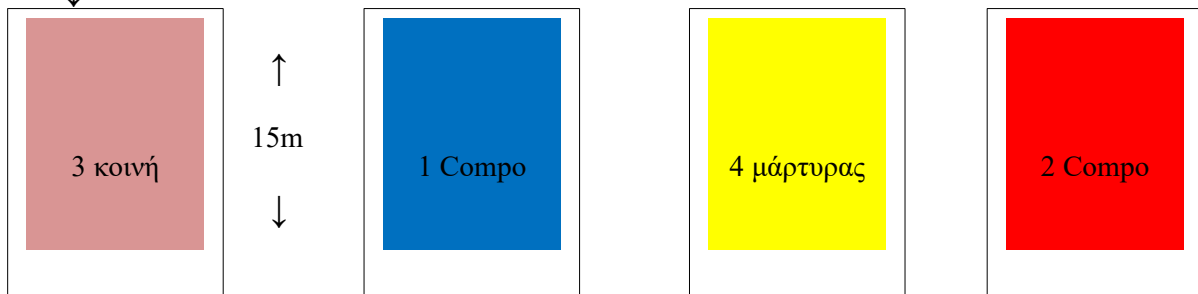
←5m→

1^η Επανάληψη



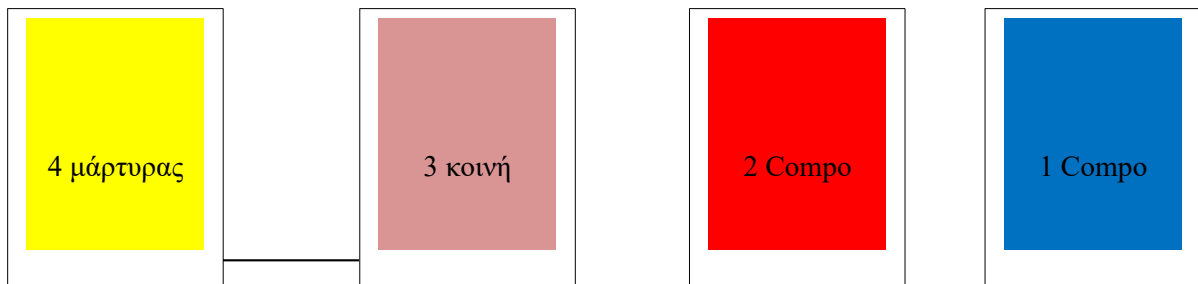
↑
6m
↓

2^η Επανάληψη

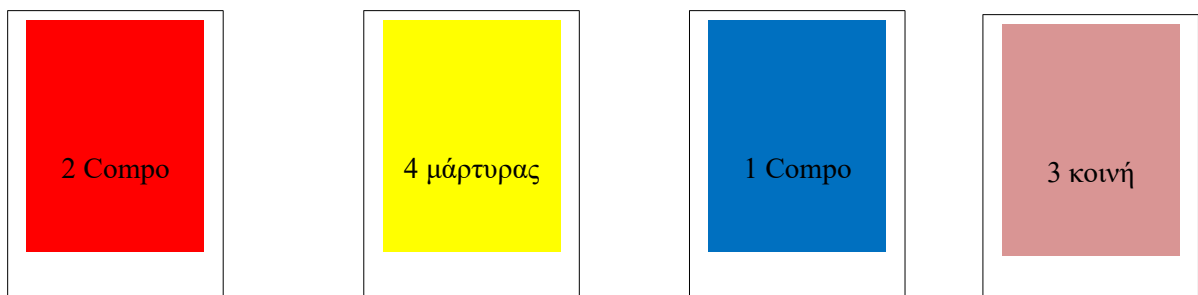


↑
15m
↓

3^η Επανάληψη



4^η Επανάληψη



Μήκος Πειραματικού Αγρού: 78μ.

Πλάτος Πειραματικού Αγρού: 27,5μ.

Τα πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε απεικονίζεται στο παραπάνω σχήμα. Χρησιμοποιήθηκαν τυχαιοποιημένες ομάδες τεμαχίων (RCB). Όπως οι επαναλήψεις ήταν τέσσερις έτσι και οι μεταχειρίσεις. Επομένως, τα πειραματικά τεμάχια ήταν συνολικά 16, για τη κάθε καλλιέργεια.

Συγκεκριμένα, οι μεταχειρίσεις στο σκληρό σίτο ήταν οι εξής:

Compo 1: Πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση με Novatec 22-8-10, που περιέχει αναστολέα νιτροποίησης, και περίπου 2 kg/στρ. BS 11-48-0, που αποτελεί ένα μικροκοκκώδες λίπασμα ιδανικό για το πετυχημένο φύτρωμα του σπόρου. Συνολικά χορηγήθηκαν 4,62 kg/στρ. άζωτο, 2,56 kg/στρ. φώσφορος και 2 kg/στρ. κάλιο. Στις 4/3/2017 πραγματοποιήθηκε η επιφανειακή λίπανση με Novatec 40-0-0 χορηγώντας 20 kg/στρ. άζωτο.

Ακόμη, εφαρμόστηκαν και 2 διαφυλλικές λιπάνσεις: με Basfoliar 36-0-0 (0,3 l/στρ) και με Basfoliar Triple Flo, που περιέχει ιχνοστοιχεία ψευδαργύρου, χαλκού και μαγγανίου (0,075 l/στρ).

Compo 2: Πραγματοποιήθηκε επικάλυψη σπόρου με Nutriseed καθώς και βασική λίπανση 20 kg/στρ με Novatec 22-8-10. Συνολικά, χορηγήθηκαν 4,4 kg/στρ άζωτο, 1,6 kg/στρ φώσφορο και 2 kg/στρ κάλιο. Επιφανειακή λίπανση πραγματοποιήθηκε στις 4/3/2017 με Novatec 40 (40-0-0). Διαφυλλική λίπανση πραγματοποιήθηκε σε δύο δόσεις με Basfoliar 36-0-0 (0,3 l/στρ) και με Basfoliar Triple Flo, που περιέχει ιχνοστοιχεία ψευδαργύρου, χαλκού και μαγγανίου (0,075 l/στρ).

Συμβατική λίπανση: Πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση με 25kg/στρ. με 20-10-10. Συνολικά, χορηγήθηκαν 5 kg/στρ. άζωτο, 2,5 kg/στρ. φώσφορος και 2,5 kg/στρ. κάλιο. Επιφανειακή λίπανση πραγματοποιήθηκε στις 4/3/2017 με 30 kg/στρ. νιτρική αμμωνία (34,5-0-0). Συνολικά, κατά την επιφανειακή λίπανση χορηγήθηκαν περίπου 10,35 kg/στρ. άζωτο)

Μάρτυρας: Δεν πραγματοποιήθηκε κάποιου είδους λίπανση.

2.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ

Αναλύσεις φύλλων: Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα φύλλα τη περίοδο του βιολογικού κύκλου των καλλιεργειών τόσο σε επίπεδο ποσοστού χλωροφύλλης όσο και στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, αφού μετρήθηκε το ύψος.

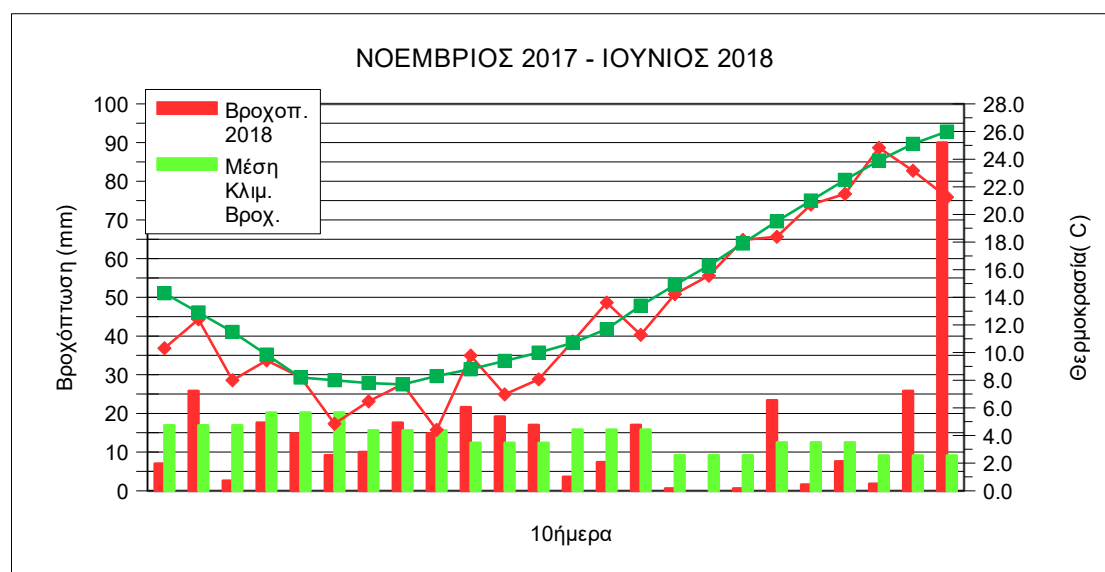
Αναλύσεις φυτικών ιστών: Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε φύλλα, καρπούς, στελέχη και L.A.I με σκοπό τον υπολογισμό του ολικού αζώτου, ώστε να μπορέσει να υπολογιστεί και η αντίστοιχη πρωτεΐνη. Ακόμη, η μέτρηση του ολικού αζώτου δίνει μία εικόνα για την αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας, ενώ οι μετρήσεις της χλωροφύλλης και του ύψους πραγματοποιήθηκαν στον αγρό στις 7/5/2018.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά: Πραγματοποιήθηκαν πολλών ειδών μετρήσεις με σκοπό το προσδιορισμό όλων των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σπόρων, στο εργαστήριο Γεωργίας, τόσο στο σιτάρι όσο και στο κριθάρι, όπως επίσης και από τη γνωστή βιομηχανία ζυμαρικών MISKO.

2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.4.1 ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται, κατά 10ημέρα, οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν στη περιοχή του Βελεστίνου καθ όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου των καλλιεργειών.



Διάγραμμα: Μέση θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα και βροχόπτωσης ανά 10ήμερο, από το Νοέμβριο του 2017 μέχρι τον Ιούνιο του 2018, στη περιοχή του Βελεστίνου.

Τη περίοδο της σποράς (Νοέμβριος) η θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη έναντι προηγούμενων ετών. Η χαμηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με τις βροχοπτώσεις (το δεύτερο 10ήμερο του Νοεμβρίου) καθυστέρησαν την ημερομηνία σποράς και οδήγησαν τη καλλιέργεια σε ένα παρατεταμένο φύτρωμα, χωρίς όμως να δημιουργηθούν προβλήματα στον τελικό πληθυσμό των φυτών. Στα τέλη Μαρτίου, και συγκεκριμένα στις 28/3/2018, σημειώθηκε βροχόπτωση που άγγιξε τα 20mm, η οποία σε συνδυασμό με την επιφανειακή λίπανση βοήθησαν στα μέγιστα τις ανάγκες της καλλιέργειας. Το επόμενο διάστημα και μέχρι τα αρχές Μαΐου οι βροχοπτώσεις περιορίστηκαν σημαντικά. Στη συνέχεια, ακολούθησαν ημέρες με κατ'εξακολούθηση βροχόπτωση (Μάιος), οι οποίες είχαν ως συνέπεια την ελπίδα για υψηλή απόδοση.

Οι βροχοπτώσεις που πραγματοποιήθηκαν το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου αποδείχθηκαν καταστροφικές για την τελική ποιότητα του προϊόντος.

2.4.2 ΕΔΑΦΟΣ

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τη σύσταση του εδάφους, όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα. Το έδαφος είναι αρκετά γόνιμο, με το ποσοστό της οργανικής ουσίας να αγγίζει τα 2,91% στα πρώτα 30cm και το 1,86% στα επόμενα 30cm. Από τις μετρήσεις αυτές γίνεται αντιληπτό ότι μπορεί να αναπτυχθεί καλλιέργεια σιτηρών ακόμη και χωρίς την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων, αφού υπάρχει υψηλό ποσοστό ανοργανοποίησης του οργανικού αζώτου. Αποτελεί ένα έδαφος αργιλώδες με αλκαλική αντίδραση και στο επιφανειακό και στο υποεπιφανειακό ορίζοντα.

Βάθος (cm)	Κοκκομετρική Σύσταση			Υ φ ή	ΦΕΒ	CEC	pH πάστας	EC πάστας	C _{οργ}	N	C/N	Οργ Ουσία	Ca CO ₃	ESP
	Άμμος %	Ιλύς	Άργιλος											
0-30 cm	26,80	31,3	41,8	C	1,27	26,05	7,63	1,17	14,5	1,7	8,78	2,91	6,78	0,9
30-60 cm	25,93	30,9	43,1	C	1,27	23,18	7,90	0,47	9,31	1,1	8,85	1,86	7,68	1,0

Πίνακας 4: Ιδιότητες εδάφους.

Βάθος (cm)	P-Olsen	Na ⁺	K ⁺	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/kg	cmol/kg		mg/kg				
0-30cm	18,73	0,23	1,0	5,47	15,22	1,40	1,80	0,40
30-60cm	3,45	0,24	0,35	7,72	16,37	0,60	2,01	0,32

Πίνακας 5: Περιεκτικότητα ιχνοστοιχείων και μακροστοιχείων.

2.4.3 ΑΥΞΗΣΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Τα φυτά, στο συγκεκριμένο στάδιο, παρουσίασαν διαφοροποιήσεις τόσο ως προς το ύψος όσο και ως προς τη περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα τους. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στη βασική και την επιφανειακή λίπανση καθώς και στην ικανότητα της καλλιέργειας να δεσμεύει τα απαραίτητα, για την επιβίωση της, στοιχεία. Στους παρακάτω πίνακες απεικονίζεται το στάδιο ανάπτυξης σκληρού σίτου και κριθαριού το μήνα Μάιο.

Μεταχείριση	ΣΙΤΑΡΙ	
	Ύψος	Χλωροφύλλη
Compo 1	92.8	75.5
Compo 2	93.0	80.7
Συμβατική	94.5	88.1
Μάρτυρας	88.0	76.9
ΕΣΔ_{.05}	ns	ns
CV(%)	5.2	15.7

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά αύξησης και ανάπτυξης σιταριού.

Μεταχείριση	ΚΡΙΘΑΡΙ	
	Ύψος	Χλωροφύλλη
Compo 1	74.5	29.74
Compo 2	87.3	26.80
Συμβατική	77.7	29.10
Μάρτυρας	67.6	27.54
ΕΣΔ_{.05}	11.08	ns
CV(%)	9.0	11.1

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά αύξησης και ανάπτυξης κριθαριού.



Εικόνα 11: Φωτογραφία από τα πειραματικά τεμάχια στη περιοχή του Βελεστίνου (σκληρό σιτάρι).

2.4.4 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καλλιεργειών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του φασματοφωτομέτρου στο εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών. Ο σπόρος που υποβλήθηκε σε μέτρηση ήταν απαλλαγμένος από ξένες ύλες και σώματα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

Η περιεχόμενη πρωτεΐνη, βάσει μετρήσεων, βρέθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα, πράγμα που αποδεικνύεται και από την εγχώρια παραγωγή. Να σημειωθεί ότι, σκληρό σιτάρι με πρωτεΐνη υψηλότερη του 14% θεωρείται εξαιρετικό. Οι παραπάνω μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών επιβεβαιώθηκαν και επαληθεύτηκαν και από τη βιομηχανία ζυμαρικών MISKO.

Περιεχόμενη πρωτεΐνη % στο συγκομισμένο σπόρο						
Μεταχείριση	ΣΙΤΑΡΙ					
	Υγρασία	Ξηρή Πρωτεΐνη	Άμυλο	Τέφρα	NDF	Πρωτεΐνη
Compo 1	11.375	14.55	71.35	1.7000	17.20	12.91
Compo 2	11.500	14.83	71.50	1.7000	17.75	13.11
Συμβατική	11.425	15.53	70.85	1.7000	17.62	13.76
Μάρτυρας	11.575	12.25	73.25	1.6750	18.42	10.82
ΕΣΔ₀₅	ns	1.274	1.439	ns	ns	1.094
CV(%)	2.0	5.6	1.3	1.5	5.1	5.4

Πίνακας 8: Ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου του σιταριού.

Κριτήρια ποιότητας καρπού σκληρού σιταριού για βιομηχανία τροφίμων είναι τα ακόλουθα:

	Ειδικό Βάρος (Kg/Hl)	Τέφρα (% d.m)	Πρωτεΐνη (% d.m)	Ποιότητα Γλουτένης (0-10 score)	Δείκτης Χρώματος (by yellow)
ΑΝΕΠΑΡΚΕΣ	<78	>2.05	<12.5	<5.5	<21.0
ΚΑΛΟ	78-80	1.85-2.05	12.5-14.0	5.5-7.0	21.0-23.0
ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ	>80	>14.0	>14.0	>7.0	>23.0

Πίνακας 9: Κριτήρια ποιότητας σκληρού σίτου.

Περιεχόμενη πρωτεΐνη % στο συγκομισμένο σπόρο				
Μεταχείριση	ΚΡΙΘΑΡΙ			
	Υγρασία	Πρωτεΐνη	Άμυλο	Ίνα
Compo 1	11.120	10.92	55.01	3.947
Compo 2	11.160	10.43	55.11	3.960
Συμβατική	11.170	11.57	54.63	3.932
Μάρτυρας	11.383	9.24	55.20	4.275
ΕΣΔ₀₅	ns	0.925	ns	0.2388
CV(%)	1.5	5.5	0.9	3.7

Πίνακας 10: Ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου του κριθαριού.

Μεταχείριση	Μέγεθος σπόρου 2,8 mm %	Μέγεθος σπόρου 2,5 mm %	Μέγεθος σπόρου 2,4 mm %	Μέγεθος σπόρου 2,2 mm %	Μέγεθος σπόρου <2,2mm %
Compo 1	45.2	38.0	7.48	6.05	0.248
Compo 2	46.8	39.2	6.68	4.50	1.60
Συμβατική	41.8	40.0	8.55	6.23	2.38
Μάρτυρας	49.1	39.7	5.70	3.53	1.03
ΕΣΔ_{.05}	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	22.3	14.1	31.8	37.2	55.4

Μεταχείριση	Σύνολο Σκάρτα %	Βλαστικότητα %	Καταλληλοι σπόροι %	Απορριφθέντες σπόροι %	Κριθάρι kg/str	Σιτάρι kg/str	Υγρασία %	Πρωτεΐνη %
Compo 1	0.68	98.25	96.73	3.15	11.77	10.54	10.625	11.38
Compo 2	1.18	98.50	97.15	2.78	11.56	11.43	10.625	10.73
Συμβατική	0.78	98.50	96.55	3.20	11.29	10.09	10.875	11.90
Μάρτυρας	1.0	98.25	97.98	2.03	5.54	6.99	10.650	9.18
ΕΣΔ_{.05}	ns	ns	ns	ns	ns	3.143	ns	ns
CV(%)	50	1.7	1.3	46.7	8.7	20.1	2.6	5.2

Πίνακας 11: Μεγέθη σπόρων ανά μεταχείριση στο κριθάρι.

Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά καρπού κριθαριού (αναλύσεις Amstel).

Τελικά, οι βροχοπτώσεις κυρίως του Μαρτίου βοήθησαν, στα μέγιστα, στη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καλλιεργειών, όπως επίσης και το υδατικό δυναμικό του εδάφους σε συνδυασμό με την έντονη βροχόπτωση όπου δίκαια γέννησαν ελπίδες για υψηλή απόδοση. Η ανομβρία, όμως, του Απριλίου διαδραμάτισε κρίσιμο παράγοντα της αύξησης και ανάπτυξης. Το ιδιαίτερα γόνιμο έδαφος του αγρού στάθηκε παράγοντας ώστε και ο μάρτυρας να δώσει σημαντική απόδοση. Παρόλα αυτά, η βασική λίπανση το φθινόπωρο δημιούργησε εμφανέστατα καλύτερες φυτείες, με καλό αδέλφωμα και όπως είναι λογικό περισσότερα στάχυα/στρ. σε αντίθεση με τη επιφανειακή που περιορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από την έλλειψη νερού.

2.4.5 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ

Οι θερμοκρασίες που επικρατούσαν τη περίοδο των καλλιεργειών σε συνδυασμό με τον υψηλό αριθμό των βροχοπτώσεων, κυρίως το Μάρτιο, βοήθησαν στα μέγιστα στη πρόσληψη αζώτου. Ακόμη, καθοριστικό παράγοντα διέτελεσε το υδατικό δυναμικό του εδάφους, που δίκαια αύξησε τις προσδοκίες για υψηλές παραγωγές. Η έλλειψη, όμως, βροχοπτώσεων το επόμενο διάστημα (Απρίλιος) συντέλεσε στη μείωση των τελικών αποδόσεων.

Τα σιτηρά παρουσίασαν θετική στάση στη προσθήκη αζώτου, κυρίως της βασικής λίπανσης αφού λόγω έλλειψης βροχής η επιφανειακή δεν μπόρεσε να συμβάλλει, ιδιαίτερα, στη τελική απόδοση της παραγωγής. Η μεγάλη απορρόφηση του αζώτου πιθανόν να σχετίζεται με τη πολύ καλή σύσταση του εδάφους (υψηλό ποσοστό οργανικής ουσίας) που μπορεί και ανοργανοποιεί μεγάλο ποσοστό του οργανικού αζώτου.

Ο αγρός όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα προερχόταν από μία μικρή περίοδο αγρανάπαυσης, καθότι τη προηγούμενη χρονιά δεν είχε εγκατασταθεί κάποια καλλιέργεια. Η συγκεκριμένη μεταχείριση δε μπορεί να δώσει σαφές αντίληψη για το πλήθος των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων.

Η μέτρηση του ολικού αζώτου τόσο στο καρπό, τα φύλλα και το βλαστό, κατά τη περίοδο του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας, όσο και του συγκομιζόμενου σπόρου πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο kjeldahl στο εργαστήριο Εδαφολογίας.

Η μέθοδος kjeldahl διακρίνεται σε τρία στάδια: τη πέψη, την απόσταξη και την ογκομέτρηση.

Για τη διαδικασία της πέψης: Ζυγίζεται 1g φυτικού ιστού σε σωλήνα πέψης. Στο σωλήνα πέψης προστίθενται, ακόμη, 20mL πυκνό θειικό οξύ, 1 ταμπλέτα antifoam και 1 ταμπλέτα σεληνίου. Για την αποφυγή λάθους στο block πέψης τοποθετείται και ένα δείγμα <<λευκό>> που περιέχει όλα τα παραπάνω εκτός του φυτικού ιστού. Επιπλέον, στις στήλες κατά τη διάρκεια της πέψης προσαρμόζεται το σύστημα

συλλογής και υγροποίησης των αναθυμιάσεων, όπου η βρύση του απαγωγού αερίων παραμένει ανοιχτή όπως, επίσης, και ο απαγωγός. Η τελική θερμοκρασία ανέρχεται στους 420°C για 50' μέχρι πλήρως αποχρωματισμού.

Για τη διαδικασία της απόσταξης: Εφόσον έχουν κρυώσει τα δείγματα, η απόσταξη πραγματοποιείται σε ειδικό σύστημα αυτόματης απόσταξης. Για την αποφυγή αμμωνίας στο χώρο του εργαστηρίου και τη λανθασμένη μέτρηση ολικού αζώτου του δείγματος, στη θέση παραλαβής του αποστάγματος τοποθετείται Βορικό οξύ 4%.

Για την ογκομέτρηση: Αφού ολοκληρωθεί και η διαδικασία της απόσταξης το δείγμα που παραλαμβάνεται είναι διαφανές. Στο διαφανές δείγμα, λοιπόν, προστίθενται 5 σταγόνες πράσινου δείκτη bromocresol + κόκκινου methyl. Το δείγμα με τη προσθήκη του δείκτη γίνεται πράσινο. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η ογκομέτρηση που θα παρουσιάσει το τελικό άζωτο. Η ογκομέτρηση γίνεται με 0,1103N Θεικό οξύ μέχρις ότου το δείγμα γίνει ροζ. Η διαδικασία αυτή ακολουθείται και στο <<λευκό>> δείγμα και αφαιρείται από όλα τα άγνωστα δείγματα του συγκεκριμένου block πέψης. Ο τύπος που υπολογίζει το ολικό άζωτο είναι ο εξής:

$$N\% = [1.401 * N_A * (V_A - V_B)] / S$$

Όπου:

V_A = όγκος οξέος που καταναλώθηκε κατά την ογκομέτρηση του άγνωστου δείγματος,

V_B = όγκος οξέος που καταναλώθηκε κατά την ογκομέτρηση του λευκού δείγματος,

N_A = κανονικότητα διαλύματος (=0,1103),

S = βάρος φυτικού ιστού

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 14/5/2018. Ο κάθε φυτικός ιστός αποτελούνταν από φύλλα, καρπό και βλαστό. Το ολικό άζωτο παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες.

Μετρήσεις ολικού αζώτου % φυτικών ιστών	
Μεταχείριση	ΣΙΤΑΡΙ
Compo 1	0.888
Compo 2	1.167
Συμβατική	1.140
Μάρτυρας	0.955
ΕΣΔ_{.05}	ns
CV(%)	16.6

Πίνακας 13: Ολικό άζωτο φυτικών ιστών στο σιτάρι.

Μετρήσεις ολικού αζώτου % φυτικών ιστών	
Μεταχείριση	ΚΡΙΘΑΡΙ
Compo 1	1.017
Compo 2	0.817
Συμβατική	1.000
Μάρτυρας	0.762
ΕΣΔ_{.05}	0.1665
CV(%)	11.6

Πίνακας 14: Ολικό άζωτο φυτικών ιστών στο κριθάρι.

Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε μετά τη συγκομιδή και αφορούσε το ολικό άζωτο του παραγόμενου σπόρου. Ο σπόρος τόσο του σίτου όσο και του κριθαριού, αφού πρώτα αλέστηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, πραγματοποίησε τη παραπάνω διαδικασία. Το ολικό άζωτο που μετρήθηκε παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες.

Μετρήσεις ολικού αζώτου % συγκομισμένου σπόρου	
Μεταχείριση	ΣΙΤΑΡΙ
Compo 1	1.98
Compo 2	2.84
Συμβατική	2.40
Μάρτυρας	2.12
ΕΣΔ_{.05}	ns
CV(%)	23.4

Πίνακας 15: Ολικό άζωτο συγκομισμένου σπόρου στο σιτάρι.

Μετρήσεις ολικού αζώτου % συγκομισμένου σπόρου	
Μεταχείριση	ΚΡΙΘΑΡΙ
Compo 1	2.110
Compo 2	2.160
Συμβατική	2.325
Μάρτυρας	2.465
ΕΣΔ_{.05}	ns
CV(%)	13.1

Πίνακας 16: Ολικό άζωτο συγκομισμένου σπόρου στο κριθάρι.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τους παραπάνω συγκεντρωτικούς πίνακες γίνονται αντιληπτές οι διαφορές που προέκυψαν μεταξύ των χαρακτηριστικών των διαφορετικών μεταχειρίσεων στη κάθε καλλιέργεια, τόσο τη περίοδο του βιολογικού κύκλου όσο και του τελικού σπόρου που συγκομίστηκε.

Οι μεταχειρίσεις της Compro στη καλλιέργεια είχαν σαφώς υψηλότερα ποσοστά ολικού αζώτου, όπως επίσης και αυξημένα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Τα υπόλοιπα πειραματικά τεμάχια εξελίσσονταν κανονικά όταν ικανοποιούνταν οι ανάγκες του φυτού.

Όταν το διαθέσιμο νερό περιορίστηκε, αυτόματα σχεδόν περιορίστηκε και η συγκέντρωση του αζώτου.

Το ολικό άζωτο στους σπόρους υπερερεύσε σημαντικά, πράγμα που αύξησε κατακόρυφα και τη περιεκτικότητα της πρωτεΐνης.

Τελικά, η απουσία νερού διαδραμάτισε σημαντικότερο παράγοντα για τη τελική απόδοση και τη ποιότητα της παραγωγής, αφού περιόρισε τη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων.

Συνεπώς, η συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδος (2017-2018) παρουσίασε εμφανέστατα στοιχεία υπεροχής των μεταχειρίσεων της Compro έναντι των υπολοίπων. Για την επαλήθευση των παραπάνω αποτελεσμάτων, θα μπορούσε να επαναληφθεί το πείραμα με τις ίδιες μεταχειρίσεις, για μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ:

1. Δαναλάτος Ν., 2005, Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή), Βόλος
2. Μετζάκης Δ., 1998, Ειδική Γεωργία Ι – Σιτηρά, Τμήμα Φυτικής παραγωγής – Τ.Ε.Ι Ηπείρου, Άρτα
3. Παπακόστα – Τασοπούλου Δ., 2012, Σιτηρά και ψυχανθή, Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
4. Σκιαδάς Κ., 2007, Προοπτικές στον τομέα των σιτηρών (με βάση προτάσεις και συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ), Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.
5. Φασούλας Α. και Σενλόγλου Ν., 1966, Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα, Θεσσαλονίκη, σελ. 118-120 και 125-130.
6. Γκόγκας, 2005, Οι ποικιλίες μαλακού σιταριού του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε – Ι. Σιτηρών, Επιστημονικό δελτίο: Νέα σειρά αριθ. 4, σελ 93.
7. Καραμάνος Α., 1992, Τα σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων, Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, Αθήνα.
8. Παπακόστα Δ., 2000 – 2002, Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά), Έκδοση: Α.Π.Θ., Υπηρεσία δημοσιευμάτων σελ. 199.
9. Σιστάνης Ι., 2009, <<Οργανική Βελτίωση F2 γενεάς διασταυρώσεων εγχώριων ποικιλιών μαλακού σιταριού με εμπορική ποικιλία>>, Μεταπτυχιακή Διατριβή.
10. Σφήκας Α.Γ., 1995, Ειδική Γεωργία Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά), Έκδοση: Α.Π.Θ., Υπηρεσία δημοσιευμάτων Θεσσαλονίκης.
11. Φολίνας Ν., 1990, Φυτά μεγάλης καλλιέργειας Ι, Οργανισμός Διδακτικών βιβλίων, Αθήνα.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ:

1. Allan R.E., 1983, Yield performance of lines isogenic for semidwarf gene doses in several wheat populations, Proceedings 6th International Wheat Genetics Symposium, p. 265-270, Kyoto, Japan.
2. Bozzini A., 1988, Origin, distribution and production of durum wheat in the world, In Fabriani G and Lintas C (ed), Durum: Chemistry and Technology, AACC, p. 1-16, Minesota, USA.
3. Brockel U. and Hahn C., 2004, Product design of solid fertilizers, Chemical Engineering Research and Design, 82(A11), 1453-1457.
4. Bushuk W., 1985, Wheat flour proteins: Structure and role in breadmaking, p. 187-198, in: Analyses as Practical Tools in the Cereal Field, ICC Symp. Oslo, ICC: Vienna.
5. DeJong G., 1979, The movement for independent living: Origins, ideology and implications for disability research, East Lansing, MI: Michigan State University, University Center for International Rehabilitation.
6. Fowler D.B., 1982, Date of seeding, fall growth and winter survival of winter wheat and rye, Argon J., 74: 1060-1063.
7. Gallagher J.N., Biscoe P.V. and Hunter B., 1976, Effects of drought on grain growth, Nature 264, p. 541-542.
8. Guler M., 2003, Barley grain b-glucan content as affected by nitrogen and irrigation, Field Crops Research 84, p. 335-340.
9. Harlan J.R. and Zohary D., 1966, Distribution of wild wheats and barley, Science 153, p. 1074-1080.
10. Karam F., Kabalan R., Breidi J., Roupheal Y. and Oweis T., 2009, Yield and water production functions of two durum wheatcultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes, Agricultural Water Management 96: 603-615.
11. Lersten N.R., 1987, Morphology and anatomy of the wheat plant, In Wheat and wheat improvement (E.G. Heyne, ed.), 2nd ed. p. 33-75, Agronomy Monograph Series No. 13 American Society of Agronomy Pyblication, Madison, WI.
12. Loepky H.A., Lafond G.P. and Fowler D.B., 1989, Seeding depth in relation to plant development, winter survival and yield of no-till winter wheat, Agron J. 81: 125-129.

13. Maene L.M., 1995, Changing Perception of fertilizer Worldwide, Fertilizer Industry Round Table.
14. McMaster G.S., 1997, Phenology, development and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.), shoot apex: a review. *Adv. Agron.* 59: 63,118.
15. Orloff S., Wright S. and Ottman M., 2012, Nitrogen Management Impacts on wheat Yield and Protein.
16. Peterson R.F., 1965, <<Wheat>> Leonard Hill books, London.
17. Robertson D., Heping Z., Palta A., Colmer T. and Tuner C., 2009, Waterlogging affects the growth, development of tillers and yield of wheat through a severe, but transient, N deficiency, *Crop and Pasture Science* 60(6): 578-586.
18. Salmon S.C., 1941, Climate and Small Grains, Climate and man – The yearbook of agriculture, 19/1, U.S. Dept. of Agriculture, p. 321-342.
19. Siimons S.R., 1987, Growth, development and physiology, Chapter 3. In: EG Heyne .Ed. Wheat and wheat improvement. Edition 2. ASA Inc, CSSA, Inc and SSS of American Inc. Madison Wisconsin. USA. p. 77-104.
20. Taiz L. and Zeiger E., 2002, Plant Physiology (Third Edition), Sinauer Associates Inc. Publishers Sunderland 67-86.
21. Valamoti S.M. and Kostakis K., 2007, Transitions to agriculture in the Aegean: the archaeobotanical evidence, p. 76-92, In S. College and J. Conolly, The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe, Walnut Creek: Left Coast Press.
22. Vavilov N.I., 1992, Origin and geography of cultivated plants, Cambridge Univ. Press. Cambridge, UK.
23. Zeven A.C., 1988, Landraces: a review of definitions and classifications, *Euphytica* 104, 127-139.
24. Al-Kaisi M.M. and Shanahan J.F., 2007, Irrigation of winter wheat, [Online] Available at www.ext.colostate.edu/PUBS/crops/00556.html, Colorado State Univ. Extension Agriculture, CO. Gooding M.J and Davies, 1997, Wheat production and utilization.
25. Amberger A., 1996, Pflanzenernahrung (Plant Nutrition) 4th Edition (German), Univ. Taschenbucher 846. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.
26. Briggs D.E., 1978, Barley, Illustrated, Chapman & Hall.
27. Brudberry D. MacMasters M.M. and Cull I.M., 1956, Structure of the mature wheat kernel, II. Microscopic structure of pericarp seed coat and other covering of the endosperm and germ of hard red winter wheat. *Cereal Chem.* 33: 342-360.

28. Campbell L.D., Eggum B.O. and Jacobsen I., 1981, Biological value, amino and acid availability and true metabolizable energy of low-glucosinolate reseed meal (canola) determined with rats and/or roosters, *Nutr. Rep. Int.* 24 (4): 791-798.
29. Filner P. and Varner J.E., 1967, A test for de novo synthesis of enzymes: density labeling with H_2O_{18} of barley alpha-amylase induced by gibberellic acid. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1967, Oct. 58(4): 1520-1526.
30. Fowler D.B. and Gusta L.V., 1977, Influence of fall growth and development on cold tolerance of rye and wheat, *Can. J. Plant Sci.* 57: 751-755.
31. Gooding M.J. and Davies W.P., 1997, Wheat production and utilization. Systems, Quality and the Environment. (eds) CAB International, Cambridge, UK. p. 355.
32. Hamblin J., Tennant D. and Derry M.W., 1990, The cost of stress: Dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. *Plant Soil.* 122: 47-58.
33. Harold V.E., 1988, Winter wheat response to nitrogen and irrigation. In *Agronomy Journal*. Vol 80 No 6.
34. Leonard W.H. and Martin J.H., 1963, *Cereal Crops*. Macmillan and Co. London p. 449-603.
35. Lewis J.D., Lucash M., Olszyk D.M. and Tingey D.T., 2004, Relationships between needle nitrogen concentration and photosynthetic responses of Douglas-fir seedlings to elevated CO_2 and temperature. *New Phytologist* 162: 355-364.
36. Lupton F.G.H. and Pinthus M.J., 1969, Carbohydrate translocation from small tillers to spike-producing shoots in wheat: *Nature* 221: 483-484.
37. Masle J. and Passioura J.B., 1987, The effect of soil strength on the growth of young wheat plants, *Australian Journal of Plant Physiology* 14: 643-656.
38. Miralles D.J. and Slafer G.A., 1999, Wheat development In *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination* (Eds E.H. Satorre & G.A. Slafer), p. 13-43, New York: Food Product Press.
39. Oweis T., Hachum A. and Kijjn J., 1999, Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Use Efficiency in the Dry Areas. SWIM Paper 7, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
40. Porter J.R. and Gawith M., 1999, Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *Eur. J. Agron.*
41. Russell D.W. and Wilson J.D., 1994, Steroid 5 α -reductase: two genes/two enzymes, *Annu Rev Biochem* 63: 25-61.

42. Sharif R. and Dale J.E., 1980, Growth regulating substances and the growth of tiller buds in barley, Effects of cytokinin. J. Exp. Bot. 31 : 921-930.
43. Stoskopf N.C., 1985, Cereal grain crops, Reston Pub. Co. Inc. Reston. Virginia.
44. Valamoti S.M., 2002, Food remains from Bronze Age Archondiko and Mesimeriani Touba in northern Greece? Veget. Hist. Archaeobot 11: 17-22.
45. Varner J.E. and Chandra G.R., 1964, Hormonal control of enzyme synthesis in barley endosperm, Proc. Nat. Acad. Sci. 52: 100-106.
46. Vickery P.J., 1981, Pasture growth under grazing, In Grazing Animals Eds. F.H.W. Morley, Amsterdam, Elsevier. p. 55-77.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ:

1. <https://www.compo-expert.com>
2. <http://www.agrocapital.gr>
3. <http://www.powersupplybg.com>
4. <http://www.fao.org>
5. <http://www.ipgrb.gr>
6. <http://www.agrotica.blogspot.com>
7. <http://www.hellagrolip.gr>