



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**« ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΥΠΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑ »**

ΔΑΜΠΛΙΑ ΣΟΦΙΑ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2018

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην τριμελή επιτροπή, τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Δαναλάτο Νικόλαο για τη δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία, τον επίκουρο καθηγητή Αντωνιάδη Βασίλειο για την πολύτιμη βοήθειά του και τα σχόλια για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τον Δρ. Μπαρτζιάλη Δημήτριο, μόνιμο προσωπικό εργαστηρίου Γεωργίας Ε.ΔΙ.Π, για την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφερε, αποτελεί πρότυπο και πηγή έμπνευσης για μένα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω, την Δρ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη, μόνιμο προσωπικό εργαστηρίου Γεωργίας Ε.ΔΙ.Π, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την περάτωση αυτής της εργασίας και την παραχώρηση του χώρου και εξοπλισμού για την υλοποίηση του εργαστηριακού μέρους του πειράματος μου.

Θερμές ευχαριστίες απευθύνω επίσης στο διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, Δρ. Γιαννούλη Κυριάκο. Οι σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές του με κατεύθυναν σ' ένα σωστό τρόπο σκέψης και μου προσέφεραν σημαντικά εφόδια για την μετέπειτα ζωή μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο και εγκάρδιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΣΚΟΠΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΣΙΤΗΡΩΝ.....	7
1.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	8
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.....	13
1.4.2.1. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	14
1.5. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	16
1.5.1. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	16
1.5.2 ΣΤΕΛΕΧΟΣ.....	17
1.5.3 ΦΥΛΛΑ.....	18
1.5.4 ΑΝΘΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ.....	20
1.5.5 ΚΑΡΠΟΣ.....	20
1.6 ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	21
1.7 ΛΗΘΑΡΓΟΣ.....	23
1.8 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	25
1.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	26
1.9.1 ΣΠΟΡΑ.....	27
1.9.2 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	27
1.9.3 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	28
3.9.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	30
1.10 ΕΧΘΡΟΙ.....	31
1.11 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	32

1.12.ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	32
1.12.1. ΠΟΙΚΙΛΙΑ MERIDIANO.....	33
1.13. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ.....	34
1.13.1. ΤΥΠΟΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ.....	34
1.13.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ.....	36
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	38
2.1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ.....	38
2.2. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	38
2.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ- ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ..	40
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	41
3.1. ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	41
3.2. ΕΔΑΦΟΣ.....	40
3.3. ΑΥΞΗΣΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΑΠΟΔΟΣΗ.....	42
3.4. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	43
3.5. ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ.....	48
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	50

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην παραγωγικότητα και τελική απόδοση στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (*Triticum durum*). Το σιτάρι είναι ευρέως καλλιεργημένο και αποτελεί δημητριακό υψηλού οικονομικού ενδιαφέροντος. Έχουν παραχθεί πολλές ποικιλίες με σκοπό την αύξηση απόδοσης και τελικής ποιότητας των σιτηρών καθώς και τον περιορισμό της ευαισθησίας του φυτού. Επιπλέον, πολλές χημικές ουσίες πωλούνται δηλώνοντας ότι μπορούν να αυξήσουν την τελική απόδοση και την ποιότητα των σπόρων και ειδικότερα την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Για τους σκοπούς αυτούς, διερευνήθηκε η επίδραση διαφορετικών λιπάνσεων στην ανάπτυξη και την τελική απόδοση του σίτου που καλλιεργήθηκε σε ένα εύφορο αργιλοπηλώδες έδαφος στο Βελεστίνο (Θεσσαλική πεδιάδα, κεντρική Ελλάδα) το 2016-17. Αποδείχθηκε ότι κατά την επεξεργασία 1 (με μικροκοκκώδη εύκολη εκκίνηση 11-48-0, 20 kg ha<sup>-1</sup>) έλαβε ταχύτερη βλάστηση και έφθασε σε αριθμητική υπεροχή στη βιομάζα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Το αποτέλεσμα αυτό, μπορεί να ωφελήσει αγρότες που ζουν σε δροσερά μικροπεριβάλλοντα και η σπορά τους το φθινόπωρο μπορεί να αναβληθεί για μερικές εβδομάδες χωρίς σημαντικό κίνδυνο βλάστησης.

## ΣΚΟΠΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός του ερευνητικού έργου ήταν η μελέτη της επίδρασης τύπων λιπασμάτων στην παραγωγικότητα και στην ποιότητα σκληρού σιταριού 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, η λιπαντική αγωγή στο σκληρό σιτάρι στόχευε στην αύξηση της πρωτεΐνης του καρπού, ώστε να προκύψει ποιοτικότερο τελικό προϊόν για τη βιομηχανία ζυμαρικών.

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΣΙΤΗΡΩΝ

Ο αριθμός των φυτικών ειδών που τρέφουν την ανθρωπότητα είναι εξαιρετικά περιορισμένος. Τα περισσότερα από 195.000 είδη ανθοφόρων φυτών παράγουν βρώσιμα μέρη τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από τον άνθρωπο για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του, ωστόσο λιγότερο από 0,1% από τα φυτικά είδη (λιγότερα από 300) χρησιμοποιούνται για διατροφή. Από αυτά, περίπου 17 είδη φυτών παρέχουν το 90% του συνόλου που αφορούν τον παροχή τροφίμων για την ανθρωπότητα, εκ των οποίων τα σιτηρά είναι υπεύθυνα για την κατά μακράν περισσότερη κάλυψη σε ποσοστό επί τοις εκατό.

Τα σιτηρά είναι μεγάλης σημασίας καλλιέργεια από οικονομική και από βιολογική άποψη, αφού σε αυτά βασίζεται κατά κύριο λόγο η διατροφή του ανθρώπου (Σκιαδάς, 2007). Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών (*Gramineae*) και ανάλογα με την εποχή σποράς στη χώρα μας, τα διακρίνουμε σε χειμερινά και εαρινά. Στα χειμερινά κατατάσσονται το σιτάρι, το κριθάρι, η σίκαλη και η βρώμη ενώ στα εαρινά το καλαμπόκι, το ρύζι, το σόργο και το κεχρί. Η κύρια τροφή του μισού περίπου πληθυσμού του πλανήτη μας είναι τα σιτηρά, παρέχοντας το 56% της ενέργειας των τροφών και το 50% των πρωτεϊνών που καταναλώνονται (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2008).

Τα πλεονεκτήματα των σιτηρών που τα καθιστούν ιδιαιτέρως σημαντικά είναι:

1. Μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος
2. Αποτελούν την κυριότερη πηγή τροφίμων
3. Εύκολη αποθήκευση λόγω μικρού ποσοστού υγρασίας
4. Δεν απαιτούν μεγάλο χώρο αποθήκευσης γιατί είναι υψηλής συμπύκνωσης
5. Η διαχείρισή τους γίνεται εύκολα με μηχανές
6. Η καλλιέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον (Παπακώστα, 1997).

Τα χειμερινά σιτηρά, στο μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν ημιορεινές πλαγιές και ημιγόνιμες πεδινές, μη αρδευόμενες εκτάσεις (Παπακώστα, 1997). Οι αποδόσεις έχουν αυξηθεί σημαντικά εξαιτίας της χρήσης παραγωγικών ποικιλιών κατάλληλα προσαρμοσμένων στα εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα, τη χρήση εισροών, τη βελτίωση της τεχνικής καλλιέργειας και την εκμηχάνισή της. Βέβαια, η αύξηση των εισροών

(λιπάσματα και φυτοπροστατευτικά προϊόντα) οδήγησε στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και των παραγόμενων προϊόντων καθώς και στην εμφάνιση προβλημάτων υγείας τόσο των γεωργών όσο και των καταναλωτών.

Στο άμεσο παρελθόν έχει εισαχθεί ο όρος της αειφορικής ανάπτυξης σε συνδυασμό με την οργανική γεωργία (Σιστάνης, 2009). Στα προγράμματα βελτίωσης υπό οργανικές συνθήκες η επιλογή, η διατήρηση και η αναπαραγωγή του γενετικού υλικού γίνεται υπό συνθήκες οργανικής γεωργίας και οι ποικιλίες που προκύπτουν χαρακτηρίζονται από γνωρίσματα όπως:

- i. αποτελεσματική χρήση των θρεπτικών στοιχείων και του νερού
- ii. ανταγωνιστική ικανότητα έναντι των ζιζανίων
- iii. ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις
- iv. υψηλή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος
- v. σταθερότητα απόδοσης σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα (Zeven, 1998).

Η σημαντικότητα των σιτηρών έγκειται στο γεγονός ότι αποτελούν τη βάση της διατροφής του πλανήτη μας. Υπάρχουν σκευάσματα που είναι γνωστά στο ευρύ κοινό όπως είναι ο άρτος, το ρύζι, τα ζυμαρικά, η μπύρα, το ούισκι τα οποία έχουν ως πρώτη ύλη κάποιο σιτηρό. Τα σιτηρά είναι υψηλής ενεργειακής και πρωτεϊνικής αξίας τροφές. Υπολογίζεται ότι οι καταναλισκόμενες από τον άνθρωπο, υπό την μια μορφή ή την άλλη, ποσότητες σιτηρών προμηθεύουν το 53% της ανθρώπινης ενέργειας, ενώ το 41% αυτής προέρχεται από το σιτάρι και το ρύζι. Σημαντικό μέρος του υπόλοιπου 47% προέρχεται εμμέσως από τα σιτηρά, αφού προηγουμένως χορηγηθεί στα ζώα και μετατραπεί σε κτηνοτροφικά προϊόντα όπως κρέας, αυγά, γάλα ή ζωικό λίπος, τα οποία χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για τη διατροφή του. Οι πρωτεΐνες του σιταριού διαθέτουν επαρκείς ποσότητες βασικών αμινοξέων, εκτός από μεθειονίνη, τρυπτοφάνη και λυσίνη, που περιέχονται σε χαμηλές ποσότητες.

## 1.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* της οικογένειας των Αγρωστωδών (*Poaceae* ή *Gramineae*). Συγγενεύει με τα άγρια γένη *Agropyron* και *Aegilops*. Το γένος *Triticum* περιλαμβάνει 11 είδη καλλιεργούμενα ή αυτοφυή. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται δύο είδη. Το *Triticum durum* ή σκληρό σιτάρι που χρησιμοποιείται στη μακαρονοποιΐα και



το *Triticum aestivum* ή μαλακό σιτάρι που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού. Το σκληρό σιτάρι είναι το πλέον εξαπλωμένο είδος και καλλιεργείται κυρίως στην Β.Αμερική, Ρωσία, Ινδία, παραμεσόγειες χώρες κλπ. Το αλεύρι του χρησιμοποιείται για παρασκευή μακαρονιών. Το σκληρό σιτάρι από φυσικού του έχει σκληρό πυρήνα, όπου αποδίδει ένα αλεύρι με υψηλή γλουτένη και κατά συνέπεια υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, το οποίο είναι κατάλληλο για ζυμαρικά, κουσκούς και κάποιων ειδών noodles. Από την άλλη μεριά, το μαλακό σιτάρι χαρακτηρίζεται από χαμηλά επίπεδα πρωτεΐνης, όπου το αρμόζει κατάλληλο για την αρτοποιήση όπως είναι η παρασκευή ψωμιού, κέικ, μπισκότου.

### 1.3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού και η καλλιέργεια του σίτου εξελίσσεται παράλληλα εδώ και 100 αιώνες τουλάχιστον, από τότε δηλαδή που ο άνθρωπος έκανε τις πρώτες απόπειρες να παράξει τρόφιμα. Σύμφωνα με κάποια αρχαιολογικά ευρήματα, η καλλιέργεια του σιταριού τοποθετείται γύρω στο 15.000 π.χ. (Harlan 1981, αναφερόμενος από Gooding and Davies, 1997). Όπως ο αραβόσιτος στήριξε τον πολιτισμό των Ινδιάνων της Αμερικής (Μάγιας, Αζτέκοι, Ίνκας), το ρύζι τον πολιτισμό της κίτρινης φυλής (Κίνα, Ινδοκίνα, Ιαπωνία), έτσι και το σιτάρι στήριξε τον πολιτισμό της Ευρωπαϊκής και εν μέρει της Ασιατικής ηπείρου. Παρόλα αυτά, δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια η καταγωγή του και η περιοχή στην οποία καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά, αν και επικρατέστερη είναι η Ν.Δ. Ασία (Μεσοποταμία – Συρία) (Γκόγκας, 2005). Κατά τον Vavilon (1992), το σκληρό σιτάρι κατάγεται από την Αιθιοπία. Σήμερα όμως επικρατεί η άποψη πως το σιτάρι προήλθε από άγρια αγρωστώδη που φύονταν σε περιοχές της Μέσης Ανατολής. Η εξημέρωσή τους συνέβη, πιθανώς, περίπου το 15.000-10.000 π.χ. σε μια περιοχή που βρίσκεται στην Εγγύς Ανατολή, γνωστή ως Μεσοποταμία, μια ημιορεινή τοποθεσία κοντά στους ποταμούς Τίγρη και Ευφράτη (Bozzini, 1988).

Σύμφωνα με αρχαιοβοτανικά ευρήματα, στον Ελλαδικό χώρο η ιστορία του σιταριού ξεκινά στη Νεολιθική εποχή, όπως φαίνεται από απανθρακωμένους σπόρους που βρέθηκαν στην Θεσσαλία, την Κρήτη και την Πελοπόννησο και χρονολογούνται γύρω στο 7.000 π.Χ. (Valamoti and Kostakis, 2007). Οι Κινέζοι θεωρούσαν ότι το σιτάρι

ήταν δώρο του Ουρανού και οι Αιγύπτιοι απέδιδαν την καλλιέργειά του στη θεά Ίσιδα, ενώ οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν ότι η θεά Δήμητρα δίδαξε την καλλιέργεια του σιταριού στον Ελευσίνιο Τριπτόλεμο. Ιστορικά αναφέρεται η παραγωγή ψωμιού με χρήση μαγιάς σε αρχαία κείμενα του Αιγυπτιακού πολιτισμού (Gooding και Davies, 1997). Για την περιοχή της μεσογείου ευρήματα που χρονολογούνται στην Εποχή του Χαλκού, δείχνουν πως το μπουλγούρι ή μπλιγούρι (bulgur) αποτέλεσε βασικό συστατικό διατροφής (Valamoti, 2002). Η εξημέρωση του σιταριού, περισσότερο από κάθε άλλο φυτό, οδήγησε στην αύξηση της παραγωγής σε ικανοποιητικό επίπεδο, ώστε να επιτραπεί η εγκατάσταση σταθερών κοινοτήτων και η αύξηση του πληθυσμού (Παπακώστα, 2000-2001).

Κατά τη διαδικασία της εξημέρωσής του, το σιτάρι έχασε την ικανότητα διασποράς των σπόρων του (εύθραυστη ράχη) και του λήθαργου, με αποτέλεσμα η καλλιέργεια και η διατήρηση των ποικιλιών που έχουν δημιουργηθεί, να εξαρτάται αποκλειστικά από τον άνθρωπο. Τόσο η ευρεία προσαρμοστικότητα του φυτού όσο και η βελτίωση που έχει υποστεί, το καθιστούν το περισσότερο διαδεδομένο στον πλανήτη, ανάμεσα στα υπόλοιπα καλλιεργούμενα είδη (Παπακώστα, 2000-2001). Αρχικά καλλιεργήθηκε μονόκοκκο και δίκοκκο σιτάρι, σταδιακά όμως αντικαταστάθηκε από φυτά σιταριού στα οποία διαχωρίζεται εύκολα ο σπόρος από τα λέπυρα και εμφανίζεται «γυμνός». Περίπου το 500 μ.Χ., φαίνεται ότι άρχισε η επέκταση του κοινού (εξαπλοειδούς) σιταριού. Το σκληρό σιτάρι καλλιεργήθηκε αρχικά στις παραμεσόγειες χώρες της Μέσης Ανατολής, της Βόρειας Αφρικής και της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα. Αργότερα, η καλλιέργεια επεκτάθηκε στη Νότια Ρωσία, τη Νότια Αμερική, στη Μ. Βρετανία και την Κεντρική Ευρώπη (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966).

## 1.4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

### 1.4.1. Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις του πλανήτη καλύπτονται κάθε χρόνο με σιτηρά σε ποσοστό 35% - 40%, τα οποία συνεισφέρουν περισσότερο από το 20% στο παγκόσμιο ακαθάριστο προϊόν. Η παγκόσμια παραγωγή σιτηρών (χειμερινών και ανοιξιότικων) είναι τεράστια και από το 1996 ξεπερνά τους 2 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Κατά το 2014 (FAOSTAT, 2014) η παγκόσμια παραγωγή των σπουδαιότερων σιτηρών ανέρχεται στους 2.817 εκατομμύρια τόνους. Από την

παραγωγή αυτή, οι 729 εκατομμύρια τόνοι είναι η παραγωγή του σιταριού (μαλακού και σκληρού) με την τάση της καλλιέργειας να είναι σταθερά αυξητική και με κύρια χώρα παραγωγής την Κίνα. Η καλλιέργεια σκληρού σίτου αποτελεί το 8-10 % της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής σίτου. Το υπόλοιπο ποσοστό ανήκει στο μαλακό σιτάρι. Επομένως, η παραγωγή σκληρού σίτου κυμαίνεται από 58-73 εκατομμύρια τόνους. Το κριθάρι και η βρώμη ανέρχονται στα 144 και 23 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα, με την μεγαλύτερη παραγωγή να έχει η Ρωσία. Η κατανομή των 8 σπουδαιότερων σιτηρών, που καταλαμβάνουν και το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής σιτηρών, παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίν.1).

Πίνακας 1: Παγκόσμια παραγωγή των σιτηρών κατά το 2014.

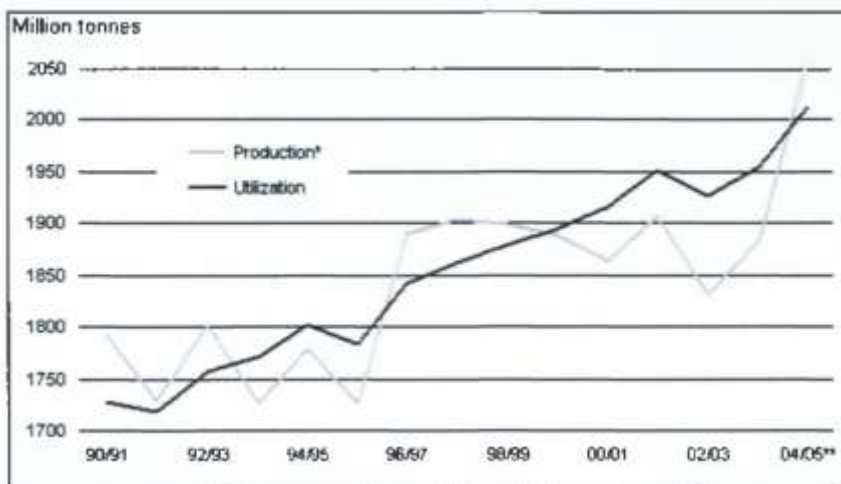
Είδος	Παραγωγή σε εκατομμύρια tn	Μέση απόδοση σε kg/στρ.	Κύρια ήπειρος παραγωγής σε ποσοστό %	Κύρια χώρα παραγωγής σε εκατομμύρια tn
Σιτάρι	729	330	Ασία – 43,3	Κίνα – 126
Ρύζι	741	454	Ασία – 90,1	Κίνα – 206
Αραβόσιτος	1021	557	Αμερική – 51,5	Η.Π.Α – 361
Κριθάρι	144	291	Ευρώπη – 64,8	Ρωσία – 20
Σόργο	68	154	Αφρική – 42,7	Η.Π.Α – 11
Κεχρί	29	89	Ασία – 51,3	Ινδία – 11
Βρώμη	23	240	Ευρώπη – 64,1	Ρωσία – 5
Σίκαλη	15	291	Ευρώπη – 88,8	Γερμανία – 4
Σύνολο	2770	-	-	-

Πηγή: FAOSTAT

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι η παγκόσμια παραγωγή των σπουδαιότερων σιτηρών είναι 2.770 εκατομμύρια τόνους. Οι υπόλοιποι 47 εκατομμύρια τόνοι ανήκουν σε σιτηρά μικρότερης σημασίας. Το σημαντικότερο από αυτά είναι το τριτικάλε, το οποίο σύμφωνα με τον FAO η συνολική παγκόσμια

παραγωγή του είναι 17 εκατομμύρια τόνους και η γενική τάση της καλλιέργειας του είναι σταθερά αυξητική.

Στην παρακάτω εικόνα (Εικ.1), παρουσιάζονται η παγκόσμια παραγωγή και εκμετάλλευση των σιτηρών από το 1990 μέχρι το 2005. Στο σχεδιάγραμμα είναι εμφανής η ραγδαία αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής στην πάροδο των χρόνων.



Εικόνα 1: Παγκόσμια παραγωγή και εκμετάλλευση σιτηρών.

Πηγή: [www.fao.org](http://www.fao.org)

Παρακάτω (Εικ.2), είναι σημειωμένες στο χάρτη οι τιμές των εισαγωγών και των εξαγωγών σιτηρών παγκοσμίως. Οι διαπρέπουσες χώρες στον τομέα των εξαγωγών είναι η Αμερική, η Ρωσία και ο Καναδάς. Από την άλλη, εκείνες οι περιοχές που σημειώνονται ως οι μεγαλύτερες που εισάγουν είναι η Μέση Ανατολή και η Ευρώπη.



Εικόνα 2: Ποσοστό εισαγωγής και εξαγωγής σιτηρών ανά γεωγραφική περιοχή σε παγκόσμια κλίμακα.

Πηγή: [http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/newsni\\_eht/7348807.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/newsni_eht/7348807.stm)

#### 1.4.2. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα 2/5 του συνόλου της ελληνικής γης καλλιεργούνται και από αυτά, τα 14 εκατομμύρια στρέμματα συνεισφέρουν το 20% περίπου του ακαθάριστου γεωργικού εθνικού προϊόντος (Γκόγκας, 2005).

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίν.2), παρουσιάζονται οι περιοχές που είναι πιο δυναμικές στο πέρασμα των χρόνων στην παραγωγή σιτηρών. Η Κεντρική Μακεδονία είναι αυτή που κρατά την πρώτη θέση και ακολουθούν η Ανατολική και Δυτική Μακεδονία. Επίσης, με μικρή διαφορά η Θεσσαλία καλλιεργεί πολλά στρέμματα σιτηρών.

Πίνακας 2: Εκτάσεις καλλιεργούμενων σιτηρών (στρέμματα) ανά γεωγραφική περιοχή και ανά έτος στην Ελλάδα.

Έτος	2002	2004	2005	2006	2014
Περιοχές					
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	1.838.562	1.933.780	1.935.499	1.827.072	1.371.017
Κεντρική Μακεδονία	3.165.868	3.392.080	3.355.778	3.279.489	3.263.532
Δυτική Μακεδονία	1.515.170	1.603.424	1.467.780	1.472.149	1.228.496
Θεσσαλία	1.278.994	1.411.061	1.415.089	1.369.495	2.021.842
Ήπειρος	189.658,60	187.167	191.218,50	191.322	78.445
Ιόνια νησιά	37.751,40	42.600,70	45.298,10	42.671,40	23.371
Δυτική Ελλάδα	728.530,70	741.362,30	769.324	763.161,70	977.596
Στερεά Ελλάδα	963.775	951.365,20	1.007.982	956.223,10	540.297
Πελοπόννησος	276.505,60	289.921,50	301.292,50	296.595,40	135.594
Αττική	75.904,50	86.557,80	82.484,40	86.987,50	55.227
Βόρειο Αιγαίο	138.294,20	143.332,50	148.724,40	142.138	111.540

Νότιο Αιγαίο	140.826	161.441,30	149.775,90	164.705,70	45.199
Κρήτη	58.385,40	61.169,30	48.495,80	52.333,30	24.851
<u>Σύνολο</u>	10.381.225	11.005.263	10.918.742	10.644.343	9.877.007

Πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία

#### 1.4.2.1. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίν. 3) στην Ελλάδα η παραγωγή μαλακού σιταριού έφτασε στα επίπεδα της αυτάρκειας τη δεκαετία του 1950 και προς τα τέλη του 1970 υπήρχε πλεόνασμα το οποίο διατηρήθηκε μέχρι το 1984. Έκτοτε αρχίζει ραγδαία μείωση της καλλιέργειας του μαλακού σιταριού η οποία συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση της καλλιέργειας του σκληρού με αποτέλεσμα από τότε η Ελλάδα να είναι ελλειμματική σε μαλακό σιτάρι και πλεονασματική σε σκληρό. Αυτό οφείλεται στην αλλαγή της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία έδωσε ισχυρά κίνητρα στους παραγωγούς σκληρού σιταριού το 1983, τα οποία παραμένουν σε ισχύ και σήμερα. Από 7.000.000 στρέμματα το 1980, η έκταση καλλιέργειας του μαλακού σιταριού έπεσε κάτω από τα 4.000.000 στρέμματα το 1990. Αντίθετα η έκταση καλλιέργειας του σκληρού σιταριού από 2.870.000 στρέμματα το 1980, αυξήθηκε σε 6.000.000 στρέμματα το 1990. Αυτή η ραγδαία ανατροπή συνοδεύθηκε από μετακίνηση του μαλακού σιταριού στα πιο άγονα και του σκληρού στα πιο γόνιμα εδάφη με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του πρώτου και την υποβάθμιση της ποιότητας του δεύτερου. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων το 2003 η έκταση καλλιέργειας του μαλακού σιταριού ήταν 1.239.780 στρέμματα και του σκληρού 7.197.400 στρέμματα. Συνολικά η έκταση του σιταριού την τελευταία εικοσαετία έχει μειωθεί κατά 1.650.000 στρέμματα. Μεγάλο τμήμα αυτής της έκτασης βρίσκεται σε υποχρεωτική αγρανάπαυση ή έχει φυτευτεί με ορισμένα είδη δένδρων όπως ακακίες και καρυδιές, συνέπεια σχετικών προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πίνακας 3: Εξέλιξη της καλλιέργειας σκληρού σιταριού το χρονικό διάστημα 1980-2005.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ	
	ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ*
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

\*χιλιάδες στρέμματα

\*\*χιλιάδες τόνοι

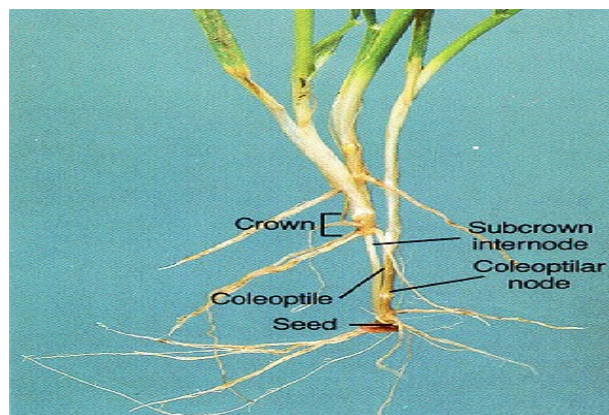
Πηγή: [cerealinstitute.gr](http://cerealinstitute.gr)

## 1.5. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

### 1.5.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ριζικό σύστημα είναι θυσσανώδες (Εικ. 3) και αποτελείται από δύο κατηγορίες ριζών α) τις εμβρυακές και β) τις μόνιμες ή δευτερογενείς. Οι εμβρυακές ρίζες βγαίνουν από τον σπόρο ενώ οι μόνιμες, οι οποίες αποτελούν και τον κύριο όγκο του ριζικού συστήματος, σχηματίζονται από τους πρώτους κόμβους στο σημείο που

ονομάζεται σταυρός. Συνεπώς, το βάθος σποράς επηρεάζει το βάθος σχηματισμού μόνον του εμβρυακού ριζικού συστήματος. 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 (Stoskopf, 1985).



Εικόνα 3: Ριζικό Σύστημα Σιτηρών

Οι εμβρυακές ρίζες αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού ριζικού συστήματος. Παραμένουν συνήθως ενεργές καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών με μέγιστη συνεισφορά στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών.

Οι μόνιμες ρίζες είναι περισσότερες από τις εμβρυακές και μορφολογικά είναι παχύτερες και ισχυρότερες. Αρχικά, αναπτύσσονται σχεδόν οριζοντίως και στη συνέχεια στρέφονται προς τα κάτω. Οι πιο πολλές ρίζες φθάνουν σε βάθος 30 έως 50 cm, μπορούν όμως να διεισδύσουν μέχρι και 2 m.

Γενικά, τα βαθιά, γόνιμα και καλώς στραγγιζόμενα εδάφη ευνοούν την καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Επίσης, οι ανθεκτικές στην ξηρασία ποικιλίες αναπτύσσουν πλουσιότερο ριζικό σύστημα συγκρινόμενες με τις ευπαθείς (Hamblin *et. al.*, 1990). Η μορφή του ριζικού συστήματος δεν σχετίζεται με το ύψος των φυτών αλλά εξαρτάται από το γενότυπο (Stoskopf, 1985). Το μόνιμο ριζικό σύστημα είναι περισσότερο αναπτυγμένο στη βρώμη και το κριθάρι και ακολουθεί το σιτάρι. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος περιορίζεται την περίοδο της άνθησης.

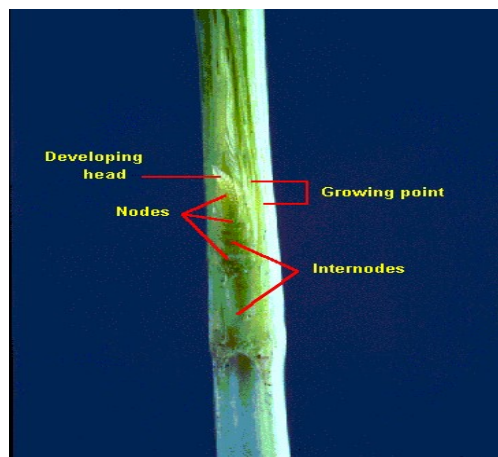


### 1.5.2 ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Ο βλαστός ή το στέλεχος των χειμερινών σιτηρών αποτελείται από ένα κυκλικό σωλήνα, κενό στο εσωτερικό του πάνω στον οποίο υπάρχουν διαστήματα με συμπαγή κατασκευή, που ονομάζονται γόνατα ή κόμβοι. Το ύψος του στελέχους των χειμερινών σιτηρών στα διάφορα είδη και ποικιλίες κυμαίνεται συνήθως 0,60 - 1,50 m (Σφήκας, 1995).

Η μεταβατική ζώνη μεταξύ των ριζών και του στελέχους καλείται στεφάνη ή σταυρός και αποτελείται από μεριστωματικούς ιστούς οι οποίοι έχουν την ικανότητα να παράγουν ρίζες και φύλλα. Εξαιτίας αυτής της ιδιότητας αποτελεί και το πιο ευαίσθητο σημείο στα χειμερινά σιτηρά και αν για οποιοδήποτε λόγο ζημιωθεί, οι ιστοί καταστρέφονται και το φυτό ξεραίνεται (Μετζάκης, 1998).

Από καταβολές οφθαλμών που βρίσκονται στους κόμβους του βλαστού, ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, εκφύονται νέα στελέχη που ονομάζονται αδέρφια. Επίσης, από οφθαλμούς των αδελφιών μπορούν να σχηματισθούν δευτερογενή αδέρφια και ούτω καθ' εξής. Κάτω από ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες και σε επάρκεια χώρου μπορούν να δημιουργηθούν μέχρι και 150 αδέρφια (βλαστοί) από ένα σπόρο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

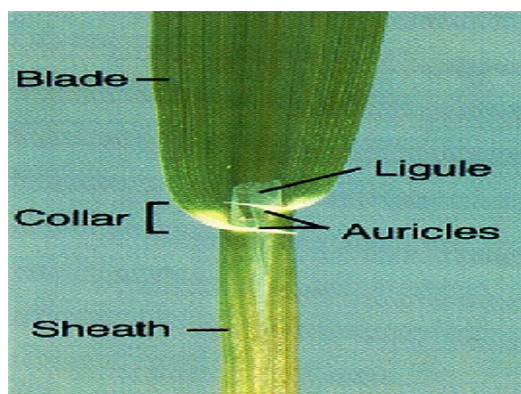


Εικόνα 4: Στέλεχος σιτηρών

### 1.5.3 ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα των σιτηρών αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήμα του φύλλου που περιβάλλει το βλαστό και μπορεί να φέρει τρίχες ή όχι. Στην ένωση της βάσης του κολεού με τον αντίστοιχο κόμβο υπάρχει ένας μασχαλιαίος οφθαλμός ο οποίος όταν βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να αναπτυχθεί σε καινούριο βλαστό (αδέλφι). Το έλασμα του φύλλου είναι επίμηκες και στενό, 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 έλασμα πολλές φορές στρέφεται προς τα δεξιά (σιτάρι, κριθάρι) ή προς τα αριστερά (βρώμη) ή μπορεί να παρουσιάζει δύο συστροφές. Επίσης μπορεί να είναι λείο ή να καλύπτεται από χνούδι (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Το μήκος, το πλάτος και ο χρωματισμός του ελάσματος των φύλλων είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

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. Το σιτάρι έχει μέτρια ωτίδια και μέτριο γλωσσίδιο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 5: Σημείο ένωσης του ελάσματος του φύλλου με τον κολεό

Τα φύλλα είναι τοποθετημένα σε δύο σειρές η μία απέναντι από την άλλη (φυλλοταξία δίστοιχη). Ο αριθμός τους κυμαίνεται συνήθως από 5 έως 10. Το μικρότερο φύλλο ονομάζεται φύλλο-σημαία και κατέχει πολύ σημαντική θέση στον εφοδιασμό του κόκκου με προϊόντα φωτοσύνθεσης (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, τα μεσογονάτια διαστήματα είναι πολύ μικρά και η εμφάνιση των φύλλων πάνω στην επιφάνεια του εδάφους είναι περιορισμένη, μορφή τούφας, προστατεύοντας έτσι το αρχέφυτρο από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Με την αύξηση της θερμοκρασίας την άνοιξη, επιμηκύνονται τα μεσογονάτια διαστήματα και τα φυτά παίρνουν ύψος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

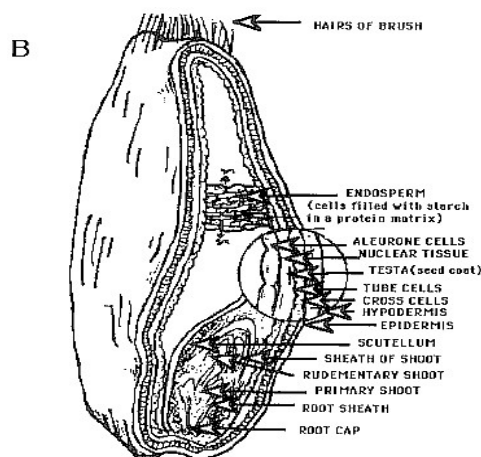
#### 1.5.4. ΑΝΘΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ

Τα σιτηρά σχηματίζουν δύο ειδών ταξιανθίες: στάχου και φόβη (Σφήκας, 1995). Η ταξιανθία αποτελείται από έναν κύριο αρθρωτό άξονα, τη ράχη, ο οποίος είναι προέκταση του βλαστού. Τα άνθη διατάσσονται διαφορετικά ανά ομάδες (σταχύδια) στην ταξιανθία και ανάλογα με την διάταξή τους διαμορφώνονται οι δύο διαφορετικές ταξιανθίες (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012). Η ταξιανθία του σίτου είναι σύνθετος στάχης (Δαναλάτος, 2005). Τα άνθη είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στην ράχη με ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Το μήκος του στάχου κυμαίνεται από 5 – 15 cm (Δαναλάτος, 2005) και ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των κόμβων της ράχης χαρακτηρίζεται σαν πυκνή, ενδιάμεση ή χαλαρή (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

### 1.5.5. ΚΑΡΠΟΣ

Ο καρπός των σιτηρών είναι καρύοψη. Το περίβλημα του σπόρου είναι καλά ενωμένο κι έτσι ο καρπός με το σπόρο αποτελούν τον κόκκο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Ο κόκκος αποτελείται από 4 μέρη. Τα μέρη αυτά είναι το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Η διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωοθήκης δημιουργεί στρώματα κυττάρων από τα οποία αποτελείται το περικάρπιο. Το περίβλημα του σπόρου βρίσκεται κάτω από το περικάρπιο και περιβάλλει πλήρως το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο (Δαναλάτος, 2005).



Εικόνα 6: Καρπός σιτηρών

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 (Brudberry *et.al.*, 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 *et.al.*, 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. 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.

## 1.6. ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Η αύξηση και ανάπτυξη των σιτηρών χαρακτηρίζεται από διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, μορφολογικά και φαινολογικά, ανάλογα με την επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών. Η ανάπτυξη εκτελείται μέσω μιας σειράς φάσεων ή σταδίων ανάπτυξης (βλαστικό, αναπαραγωγικό, γέμισμα κόκκου) κατά τη διάρκεια των οποίων το φυτό δημιουργεί και αυξάνει τα όργανά του, συμπληρώνοντας έτσι το βιολογικό του κύκλο. Η αλληλεπίδραση γενότυπου και περιβάλλοντος καθορίζουν την διάρκεια κάθε φάσης καθώς επίσης και τον αριθμό των καταβολών κάθε οργάνου (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Τα βασικά στάδια ανάπτυξης, όπως διαπιστώνονται από εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών είναι η βλάστηση, το φύτερωμα, το αδέρφωμα, το καλάμωμα, το ξεστάχουασμα και η ωρίμανση. Αναλυτικότερα:

- Βλάστηση- φύτερωμα: Μετά τη σπορά στο έδαφος οι σπόροι των σιτηρών υπό κανονικές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας βλαστάνουν σε 5-8 ημέρες. Κατά το φύτερωμα ο σπόρος απορροφά νερό σε αναλογία 30-40% του βάρους του. Με την αύξηση του εμβρύου σπάζει το περίβλημα και εμφανίζεται πρώτα η ρίζα και κατόπιν η κολεοπτίλη που περιβάλλει το βλαστίδιο και επιμήκυνση της κολεοπτίλης (Σφήκας, 1991, Δαναλάτος, 2013). Οι σπόροι των σιτηρών κατά το φύτερωμά τους παραμένουν στο έδαφος.

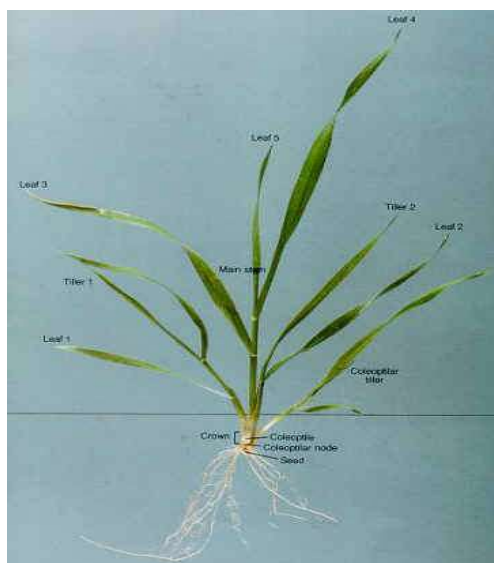
- Το αδέρφωμα: Αδέρφωμα είναι η έκπτυξη νέων βλαστών από πλευρικούς οφθαλμούς. Κάθε φυτό μπορεί να φέρει έναν ή περισσότερους βλαστούς, που

ονομάζονται αδέρφια. Μετά το φύτευμα (10-15 ημέρες) ο ακραίος οφθαλμός κάτω από το έδαφος φτάνει τα 2 cm όπου σχηματίζονται στις μασχάλες των φύλλων πολύ πλευρικοί οφθαλμοί, οι οποίοι εξελίσσονται σε πλευρικά στελέχη με βλαστό και ρίζα (Δαναλάτος, 2013). Το αδελφωμα έχει μεγάλη πρακτική σημασία και σχετίζεται άμεσα με την απόδοση. Σε περίπτωση αραιής φύτευσης, καταστροφής του κεντρικού φυτού από παγωνιά, από προσβολή εντόμων και ασθένειες, η παραγωγή μετριάζεται από την παραγωγή αδελφιών.

Το κανονικό αδελφωμα έχει μεγάλη σημασία για δύο λόγους:

I. Αντισταθμίζονται απρόβλεπτες ανωμαλίες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, όπως το αραιό φύτευμα, ο αποδεκατισμός της καλλιέργειας από ασθένειες, έντομα ή άλλες αιτίες, οπότε και η συνέχιση της καλλιέργειας θα ήταν προβληματική αν τα φυτά δεν είχαν την ικανότητα να αδελφώνουν.

II. Αυξάνεται η στρεμματική απόδοση, δεδομένου ότι η συσχέτιση μεταξύ παραγωγής και αριθμού αδελφιών είναι θετική (Μετζάκης, 1998).



Εικόνα 7: Αδελφωμα

- Το καλάμωμα: Ως καλάμωμα αναφέρεται η περίοδος ταχείας ανάπτυξης του στελέχους (καλάμι) με την επιμήκυνση των μεσογονάτιων διαστημάτων, την αύξηση των φύλλων, την ανάπτυξη των ριζών και τις ταξιανθίας. Κάθε μεσογονάτιο στη βάση του έχει μια μεριστωματική περιοχή με ικανότητα ταχείας αύξησης και αυτή είναι η περιοχή κάθε μεσογονάτιου που επιμηκύνεται. Η επιμήκυνση ενός μεσογονάτιου αρχίζει, όταν το αμέσως

κατώτερο μεσογονάτιο έχει το μισό του τελικού του μεγέθους (Παπακώστα -Τασοπούλου, 2012). Όταν το στέλεχος αποκτήσει ύψος 20-30 cm εμφανίζεται ο πρώτος κόμβος (Σφήκας, 1991).



Εικόνα 8: Καλάμωμα

- Το ξεστάχασμα ή έκπτυξη ταξιανθίας: Είναι η εμφάνιση του στάχου που ξεπροβάλλει από τον κολεό του τελευταίου φύλλου (Δαναλάτος, 2013). Η καταβολή του στάχου εμφανίζεται αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη, κατά τη μετάβαση των φυτών από το βλαστικό στο αναπαραγωγικό στάδιο (Σφήκας, 1991).
- Ωρίμανση: Η ωρίμανση του καρπού των σιτηρών γίνεται ένα μήνα περίπου μετά το ξεστάχασμα. Στο διάστημα αυτό πολλές οργανικές ουσίες μετατοπίζονται από τα άλλα μέρη του φυτού προς τον καρπό, όπου συγκεντρώνονται και σχηματίζουν το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο (Σφήκας, 1991). Τα στάδια ωρίμανσης του σπόρου διακρίνονται στα: γάλακτος, κηρού (εξαφάνιση χλωροφύλλης), σκληρού σπόρου (εύθραυστα τα υπόλοιπα φυτικά μέρη) και του υπερώριμου σπόρου (εύθραυστος και ο σπόρος) (Δαναλάτος, 2005).

## 1.7. ΛΗΘΑΡΓΟΣ

Στους σπόρους ορισμένων ποικιλιών σιτηρών παρουσιάζεται το φαινόμενο του ληθάργου, κατά το οποίο μορφολογικά ώριμοι και ζωντανοί σπόροι δεν βλαστάνουν αμέσως μετά τη συγκομιδή, παρά το γεγονός ότι τοποθετούνται σε ευνοϊκές για τη βλάστηση συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτός. Η διάρκεια ληθάργου δεν είναι σταθερή και κυμαίνεται συνήθως από ολίγες ημέρες μέχρι και 6 μήνες (Leonard and Martin, 1963). Η μέση διάρκεια του ληθάργου στις περισσότερες ποικιλίες είναι

20-30 ημέρες. Υπάρχουν όμως και ποικιλίες με σπόρους χωρίς λήθαργο. Ο λήθαργος χαρακτηρίζεται ως ένα γενετικό φαινόμενο που παρουσιάζει σημαντικές 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 για παράδειγμα αναφέρεται ότι η διάρκεια λήθαργου ήταν μικρότερη όταν κατά την ωρίμανση επικρατούσε ζεστός καιρός με ηλιοφάνεια, ενώ μεγαλύτερη σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και μικρής ηλιοφάνειας (Briggs, 1978). Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την αποθήκευση μικραίνουν τη διάρκεια λήθαργου ενώ οι ανώριμοι σπόροι έχουν μεγαλύτερη διάρκεια λήθαργου από ότι οι ώριμοι. Επίσης, οι ποικιλίες με ερυθρωπούς σπόρους παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια λήθαργου (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζεται και δευτερογενής λήθαργος. Συγκεκριμένα, έχουν αναφερθεί περιπτώσεις κατά τις οποίες ενώ οι σπόροι κατά τη συγκομιδή δεν έχουν λήθαργο, εάν στη συνέχεια οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για το φύτευμα, εμφανίζουν δευτερογενή λήθαργο. Αυτό το φαινόμενο είναι πιο έντονο στους σπόρους βρώμης οι οποίοι αποκτούν λήθαργο σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τις μέγιστες θερμοκρασίες φυτώματος (Taiz and Zeiger, 2002).

Τα αίτια του λήθαργου δεν έχουν αποσαφηνιστεί πλήρως. Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που προσπαθούν να τα εξηγήσουν. Ορισμένες από αυτές υποστηρίζουν ότι 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 αμπισισικού 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 (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



## 1.8. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το σιτάρι καλλιεργείται σε μεγάλη ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών. Δεν ευδοκίμει σε θερμά ή υγρά κλίματα, εκτός εάν διαθέτουν μια περίοδο σχετικά δροσερή ώστε να ευνοηθεί η ανάπτυξη των φυτών και να μειωθεί η εμφάνιση παρασιτικών ασθενειών. Οι κύριες περιοχές παραγωγής σίτου βρίσκονται μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 30<sup>0</sup>-55<sup>0</sup> της Βόριας Εύκρατης Ζώνης και 25<sup>0</sup>-40<sup>0</sup> της Νότιας Εύκρατης Ζώνης, καθώς και σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 300-1150 mm. Συνήθως τα σιτηρά, εκτός από το ρύζι, αποφεύγονται να καλλιεργούνται σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις εξαιτίας έμμεσων επιδράσεων, όπως είναι η εξάπλωση ασθενειών, η έκπλυση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, η υπερβολική ανάπτυξη των σιτηρών και οι δυσκολίες που αντιμετωπίζονται κατά την σπορά, τη συγκομιδή και τη μεταφορά των σιτηρών (Salmon, 1941).

Ο Porter και ο Gawith (1999) αναφέρουν ότι, η άριστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι περίπου 20-24 °C, με ελάχιστη να κυμαίνεται 3-4 °C και μέγιστη 32-34 °C, ενώ η θερμοκρασία εδάφους θα πρέπει να είναι πάνω από 5 °C (Russell and Wilson, 1994). Για την φυτική ανάπτυξη ιδανικές θερμοκρασίες θεωρούνται από 17-23 °C, με ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία, 0 °C και 37 °C αντίστοιχα. Θερμοκρασίες πάνω από 30 °C κατά την διάρκεια ανάπτυξης του στάχου έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του αριθμού των ανθέων ανά στάχου, ενώ αμέσως πριν άνθιση οδηγούν σε στείρα γύρη μειώνοντας τον αριθμό των σπόρων.

Η αντοχή του σιταριού στις χαμηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος εξαρτάται κυρίως από το πόσο σκληραγωγημένα είναι τα φυτά και από την ποικιλία. Ποικιλίες σιταριού χειμερινού τύπου, εάν έχουν σκληραγωγηθεί σωστά, μπορούν να αντέξουν σε θερμοκρασίες μέχρι -30 °C, και αν τα σκληραγωγημένα φυτά είναι σκεπασμένα με χιόνι μπορούν να αντέξουν μέχρι και -40 °C, διότι κάτω από το χιόνι η θερμοκρασία διατηρείται υψηλότερη. Αντιθέτως, οι ανοιξιότικες ποικιλίες έχουν μικρότερη αντοχή στο ψύχος σε σχέση με τις χειμερινές (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Μία ανοιξιότικη ποικιλία στα πρώτα στάδια ανάπτυξης μπορεί να αντέξει μέχρι και -10 °C, ενώ κατά την ανάπτυξη του στάχου θερμοκρασίες -1 °C έως -2 °C συντελούν στην μείωση απόδοσης παραγωγής (Σφήκας, 1995).

Το σιτάρι μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών αλλά τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει σε γόνιμα, βαθιά, καλά στραγγιζόμενα εδάφη, με ιλοσπηλώδη ή

αργιλοπηλώδη σύσταση. Η ανθεκτικότητα του σίτου στην οξύτητα είναι μέτρια, οπότε θα πρέπει να αποφεύγονται τα όξινα εδάφη για την καλλιέργεια του. Όσον αφορά το pH, το ελάχιστο που συνίσταται για την καλλιέργεια σιταριού είναι 5,5 ενώ τις υψηλότερες αποδόσεις δίνει σε εδάφη με pH 7 έως 8,5 (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

## 1.9. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

### 1.9.1. ΣΠΟΡΑ

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 σιτάρι 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 Loerppky and Lafond (1989) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το βάθος του χειμερινού σιταριού πρέπει να κυμαίνεται 10-25 mm έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η βέλτιστη εγκατάσταση των φυτών στον αργό το φθινόπωρο. 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). Στην χώρα μας χρησιμοποιούνται 14-18 kg σπόρου/στρ. σε περιοχές με ήπιο

χειμώνα και μπορεί να φτάσει τα 20 kg σπόρου/στρ. για ορεινές περιοχές ή ποικιλίες που δεν αδελφώνουν πολύ.

### 1.9.2. ΛΙΠΑΝΣΗ

Με την καλή λίπανση επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις και άριστης ποιότητας προϊόντα. Γι' αυτόν τον λόγο, είναι απαραίτητο να πραγματοποιούνται εδαφολογικές αναλύσεις ώστε να προσδιορίζονται τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία για την παραγωγή του σιταριού (agri-fact).

Το άζωτο είναι το στοιχείο όπου τις περισσότερες φορές βρίσκεται σε έλλειψη ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη παραγωγή σιταριού. Ένας ανεπαρκής εφοδιασμός αζώτου μπορεί να μειώσει με μεγάλο βαθμό την απόδοση παραγωγής και το κέρδος. Από την άλλη μεριά και η υπερβολική αζωτούχα λίπανση οδηγεί σε μείωση της απόδοσης και του κέρδους, διότι θέτει τα φυτά επιρρεπή στο πλάγιασμα. Ο υπολογισμός της βέλτιστης τιμής αζώτου είναι το κλειδί για την ανώτερη οικονομική απόδοση παραγωγής.

Στα εδάφη με λεπτή υφή, η αποστράγγιση έχει καθοριστικό ρόλο στην επιλογή της στοχευόμενης απόδοσης. Τα κακώς στραγγιζόμενα εδάφη έχουν μικρότερη απόδοση σχέση με τα στραγγιζόμενα. Αυτό συμβαίνει διότι λόγω της μειωμένης αποστράγγισης το νερό συσσωρεύεται στην επιφάνεια του εδάφους με αποτέλεσμα να χάνεται μεγάλη ποσότητα αζώτου λόγω απονιτροποίησης (wheat facts).

Μία ποσότητα αζώτου χορηγείται ως βασική λίπανση πριν την σπορά. Υπερβολικό άζωτο το φθινόπωρο (βασική λίπανση) μπορεί να προκαλέσει υπέρμετρη ανάπτυξη των φυτών, το οποίο αυξάνει τις πιθανότητες εμφάνισης ασθενειών. Το υπόλοιπο άζωτο εφαρμόζεται στο τέλος του χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη πριν την επιμήκυνση των καλαμιών ή το ξεπάγωμα του εδάφους (επιφανειακή λίπανση). Η όψιμη εφαρμογή του αζώτου την άνοιξη αποσκοπεί στην αύξηση της περιεκτικότητας του σπόρου σε πρωτεΐνη και έχει μικρότερη επίδραση στην απόδοση παραγωγής. Η συνιστώμενη ποσότητα αζώτου στην Ελλάδα είναι 10-15 kg N/στρ. Η μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου εφαρμόζεται σε περιοχές όπου η παραγωγή σιταριού μπορεί να ξεπεράσει 500 kg/στρ. (Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2012). Η ποσότητα αζώτου και ο χρόνος εφαρμογής της θα πρέπει να βασίζεται στην προσδοκώμενη απόδοση και την ποσότητα του διαθέσιμου αζώτου που βρίσκεται στο έδαφος (Orloff *et.al.*, 2012).

Η εφαρμογή του αζώτου σε δύο δόσεις βελτιώνει την απόδοση των σιτηρών παρόλο αυτά μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να οδηγήσει σε μείωση της παράγωγης. Υπερβολική βροχόπτωση την άνοιξη έχει ως αποτέλεσμα την έκπλυση αζώτου ειδικά εάν το έδαφος είναι επικλινή. Εάν επικρατούν ξηρές συνθήκες την άνοιξη τότε έχουμε φτωχή χρήση του αζώτου από τα φυτά. Τέλος ένα ακόμη πρόβλημα είναι ότι οι συνθήκες του εδάφους μπορεί να καθυστερήσουν ή και να εμποδίσουν την δεύτερη εφαρμογή αζώτου.

Η λίπανση φωσφόρου πραγματοποιείται πριν από την σπορά (βασική λίπανση) και σε μία δόση. Λόγω της ιδιότητας του φωσφόρου να δεσμεύεται στο έδαφος και να απελευθερώνεται σταδιακά δεν είναι απαραίτητη η λίπανση του σε όλα τα εδάφη και σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Σε περίπτωση έλλειψης μετά από αναλύσεις συνιστώνται μέχρι 6 kg/στρ (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Επαρκή επίπεδα φωσφόρου θα οδηγήσουν σε ταχεία ανάπτυξη των φυτών και πρώιμη ωρίμανση, το οποίο είναι ιδιαίτερα επωφελές σε περιοχές που υποφέρουν από παγετούς (agri-fact 1). Σε περίπτωση έλλειψης μειώνεται η ανάπτυξη και το αδελφωμα των σιτηρών.

Όσον αναφορά το κάλιο, τα ελληνικά εδάφη που καλλιεργούνται με χειμερινά σιτηρά έχουν αφθονία καλίου, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται η λίπανση του. Η έλλειψη καλίου οδηγεί σε περιφερειακή νέκρωση των φύλλων ενώ η περίσσεια καλίου δεν βλάπτει τα φυτά της καλλιέργειας (Σφήκας, 1995). Συνιστώμενη ποσότητα 2-3 kg Κ/στρ.

Τέλος, στην απόδοση της παραγωγής δεν επιδρά μόνο η λίπανση αλλά και η σωστή διαχείριση της καλλιέργειας συμπεριλαμβανομένου το χρόνο πραγματοποίησης οργώματος, οι εργασίες φύτευσης, η επιλογή της ποικιλίας, η ποιότητα του σπόρου, ο έλεγχος των εχθρών και ασθενειών.

### 1.9.3. ΑΡΔΕΥΣΗ

Ο κύριος περιβαλλοντικός παράγοντας που περιορίζει την απόδοση παραγωγής σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές είναι το διαθέσιμο νερό. Το σκληρό σιτάρι στα Μεσογειακά περιβάλλοντα καλλιεργείται κυρίως κάτω από ξηρικές συνθήκες. 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 (Masle and Passioura, 1987; Fitzpatrick and Nix, 1969). 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 σιταριού όταν στρεσαρίστηκε από την έλλειψη νερού.

Το χειμερινό σιτάρι ανταποκρίνεται στην συμπληρωματική άρδευση, η οποία μπορεί οδηγήσει σε αύξηση της απόδοσης παραγωγής, αλλά η προσεκτική διαχείριση νερού είναι πολύ σημαντική ώστε να παραχθούν σταθερές υψηλές αποδόσεις με το χαμηλότερο δυνατό κόστος (Al-Kaisi and Shanahan, 2007). Ωστόσο, πέρα από το σωστό χρόνο παροχής της άρδευσης, σημαντικό ρόλο έχει και η αποτελεσματικότητα του συστήματος άρδευσης που χρησιμοποιείται, ώστε να επιτευχθούν οι βέλτιστες αποδόσεις. Στο σιτάρι μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς ποικίλα συστήματα αρδεύσεων. Η στάγδην άρδευση και ο καταιονισμός μπορούν εφαρμόσουν μικρότερες ποσότητες νερού από ότι η πλημμύρα, και ως εκ τούτου, λιγότερο νερό μετακινείται πέρα από την ζώνη του ριζικού συστήματος. 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. Επιπρόσθετα, το σιτάρι μπορεί να αναπτυχθεί εξίσου καλά με υπόγεια άρδευση ή με ένα σύστημα άρδευσης όπου τα σαμάρια και οι αυλακιές έχουν μεγαλύτερο πλάτος από ότι συνηθίζεται. Η άρδευση με μεγαλύτερο πλάτος αυλακιών και σαμαριών αυξάνει την διήθηση του νερού, και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αποτελέσει λιγότερο αποδοτική άρδευση.

Έρευνα που διεξήχθη στη Συρία κατάφεραν χρησιμοποιώντας το 1/3 από τις ανάγκες του σίτου σε νερό να αυξήσουν την απόδοση κατά 60 % από την αναμενόμενη, ενώ χρησιμοποιώντας τα 2/3 των απαιτήσεων αυξήθηκε περίπου 90 % από την αναμενόμενη απόδοση (Oweis *et.al.*, 1999). 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. Στις περιπτώσεις που η σιτοκαλλιέργεια δεν υποστεί υδατικό στρεσάρισμα μέχρι το ξεστάχυασμα καθώς και εάν γίνει χρήση του νερού κατά την περίοδο ξεσταχυάσματος και γεμίσματος κόκκου,

υπάρχει η δυνατότητα να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση, ενώ εάν υποστεί υδατικό στρεσάρισμα πριν το ξεστάχιασμα, αυτή η δυνατότητα μέγιστης απόδοσης χάνεται (Harold, 1988).

Αυξάνοντας την απόδοση με την άρδευση πρέπει να αυξηθεί και η ποσότητα αζώτου η οποία παρέχεται στην καλλιέργεια. Κάτω από συνθήκες άρδευσης, η περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη έχει την τάση να μειώνεται σε σχέση με μη αρδευόμενη καλλιέργεια. Η εφαρμογή αζώτου κατά την διάρκεια των βλαστικών σταδίων αυξάνει την απόδοση παραγωγής, ενώ η εφαρμογή του μετά το ξεστάχιασμα συνήθως έχει μικρή επίδραση στην απόδοση αλλά αυξάνει την περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη (Orloff et al, 2012). Επομένως, υπάρχει μια αρνητική συσχέτιση της απόδοσης και της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Ωστόσο, συνδυάζοντας την άρδευση μαζί με υψηλή διαθεσιμότητα αζώτου είναι πιθανό να αυξηθούν και η απόδοση παραγωγής όπως και η περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη. Όμως για την παραγωγή σκληρού σίτου με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, θα πρέπει κατά το στάδιο γεμίσματος του κόκκου να ελαχιστοποιηθούν οι αρδεύσεις (Guler, 2003).

Σύμφωνα με τους Robertson *et.al.*, (2009), η υπεράρδευση στο σιτάρι έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των αδερφιών και στην τελική απόδοση του σπόρου. Η ανάπτυξη των πρωτογενών αδερφιών αναστέλλεται σε μεγάλο βαθμό, ενώ η έκπτυξη νέων αδερφιών καθυστερείται. Επιπλέον, προκαλείται σοβαρή έλλειψη αζώτου στον κύριο βλαστό και στα αδέρφια του σιταριού. 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.

Επιπλέον, πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Λίβανο, έδειξε ότι στην ίδια αρδευόμενη σιτοκαλλιέργεια η απόδοση παραγωγής ήταν μεγαλύτερη την χρονιά που ο καιρός ήταν δροσερότερος. Επομένως, οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν την εκάστοτε χρονιά έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην παραγωγή (Karam et al, 2009).

#### 1.9.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Το σιτάρι τυπικά συγκομίζεται όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία φτάσει σε επίπεδα 13 -15 %. Μπορεί όμως να συγκομιστεί επιτυχώς και σε υψηλότερες περιεκτικότητες,

αρκεί μετά από την συγκομιδή του να υποστεί ξήρανση (σε λιγότερο από 24 ώρες), ώστε να αποτραπούν η εκβλάστηση του σπόρου και οι διάφορες αλλοιώσεις. 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. Η ασφαλής αποθήκευση του σπόρου προϋποθέτει περιεκτικότητα υγρασίας λιγότερο από 12-12,5 %.

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος συγκομιδής των σιτηρών είναι ο μηχανικός, με την χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής. 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 : 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 σιταριού (Harvesting Wheat).

## 1.10. ΕΧΘΡΟΙ

Τα σιτηρά προσβάλλονται από μεγάλο αριθμό εντόμων, όχι όμως σε συχνή βάση. Οι σημαντικότεροι εχθροί της καλλιέργειας του σίτου είναι:

- Σιδηροσκώληκες
- Αγροτίδες
- Κάραβος
- Χλώροπας
- Οσινέλλα
- Κηκιδόμυγα
- Βλαστορρήκτης
- Βρωμούσες
- Αφίδες
- Ακρίδες
- Θρίπας

- Νηματώδης των σιτηρών
- *Calandra granaria* L.
- *Sitotroga cerealella*
- *Plodia interpunctella* (Καραμάνος, 1992)

### 1.11. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

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

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

### 1.12. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Το σιτάρι διαχωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες που βασίζονται κυρίως στην ποιότητα, σε μορφολογικά και φυσιολογικά γνωρίσματα. Από τις φυσιολογικές διαφορές, ενδιαφέρον έχει κυρίως η πρωιμότητα και αν είναι φθινοπωρινού, χειμωνιάτικου ή ανοιξιάτικου τύπου. Επίσης, οι ποικιλίες σίτου διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους. Τα στελέχη μπορεί να διαφέρουν στο ύψος, στο πάχος, στην αντοχή τους και το χρώμα ενώ τα φύλλα φέρουν ελάχιστες διαφορές στις ποικιλίες. Σημαντικές διαφορές υπάρχουν στα στάχυα και αφορούν το



σχήμα, την πυκνότητα των σταχυδίων, το χρώμα και το σχήμα των λεπύρων καθώς και το μήκος των αγάνων (Σφήκας, 1995).

Λόγω ύπαρξης διαφορών εντός αυτών των κατηγοριών, το σιτάρι κλιμακώνεται με βάση το βάρος χιλίων κόκκων και την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη, υγρασία και ξένες ύλες. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται συνεχώς σταθερή ποιότητα (Bushuk, 1985).

#### 1.12.1. ΠΟΙΚΙΛΙΑ MERIDIANO

Είναι μεσοπρώιμη ποικιλία σκληρού σίτου με σταθερά υψηλό δυναμικό παραγωγής, και μεγάλη προσαρμοστικότητα σε όλους τους τύπους των εδαφών. Διακρίνεται για την αντοχή της στο ψύχος το χειμώνα και κατά τη διάρκεια του ξεσταχυάσματος, το πλάγιασμα, τις ασθένειες και τη ξηρασία. Είναι φυτό μέσου ύψους με καφέ άγανα και δίνει καρπό με άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά για την παραγωγή ζυμαρικών, αλεύρων και ζωοτροφών λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε πρωτεΐνη (13-15%).

#### 1.13. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Η βιομηχανία λιπασμάτων αντιμετωπίζει μια συνεχή πρόκληση να βελτιώσει τα προϊόντα της, να αυξήσει την αποτελεσματικότητα της χρήσης τους, ιδιαίτερα των αζωτούχων λιπασμάτων, και για την ελαχιστοποίηση τυχόν αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Αυτό γίνεται είτε μέσω της βελτίωσης των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται ήδη, ή μέσω της ανάπτυξης των νέων ειδικών τύπων λιπασμάτων (Maene, 1995; Trenkel *et.al.*, 1988).

#### 1.13.1. ΤΥΠΟΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Η βελτίωση των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται ήδη γίνεται μέσω κατάλληλου σχεδιασμού του προϊόντος (Bröckel and Hahn, 2004). Το προφίλ του προϊόντος προσδιορίζεται από τις χημικές και φυσικές ιδιότητες, την περιβαλλοντική ασφάλεια

και τη σταθερότητα της κατά μηχανικό στρες, την υγραμετρία και την θερμοκρασία. Με τα στερεά λιπάσματα ο σχεδιασμός των νέων προϊόντων γίνεται ως επί το πλείστον με στόχο τη βελτίωση των ιδιοτήτων χειρισμού (μείωση του σχηματισμού σκόνης και συσσωμάτωση / υγροσκοπικότητα). Η αύξηση της αποδοτικότητας του ανόργανου αζώτου (N) σε λιπάσματα δεν είναι εύκολη, επειδή τα φυτά καταλαμβάνουν N κανονικά ως νιτρικά ιόντα ή αμμώνιο, μέσω των ριζών τους από το διάλυμα του εδάφους. Ωστόσο, αμμώνιο-N, σε αντίθεση με το νιτρικό-N, μπορούν να διατηρούνται ως συστατικά του εδάφους, έτσι ώστε το έδαφος και τα φυτά ανταγωνίζονται για αμμώνιο-N, είτε είναι ήδη διαθέσιμο στο έδαφος ή εφαρμόζεται (Amberger, 1996). Αυτός ο ανταγωνισμός για το άζωτο, με την εξαίρεση του νιτρικού-N είναι το κύριο πρόβλημα, όταν προστίθεται ως ανόργανο λίπασμα να θρέψει τα φυτά. Μόνο ένα ορισμένο ποσοστό του N λαμβάνεται ή μπορεί να ληφθεί μέχρι και χρησιμοποιείται από τα αναπτυσσόμενα φυτά.

Το άζωτο (N) είναι απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για την ανάπτυξη ζωικών και φυτικών οργανισμών. Παράλληλα, είναι σημαντικό συστατικό των πρωτεϊνών και της χλωροφύλλης υπεύθυνο για την δημιουργία κυττάρων και φυτικών ιστών (Vickery, 1981). Επί προσθέτως, είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας του ρυθμού των βασικών φυσιολογικών διεργασιών στα φυτά, όπως η φωτοσύνθεση και η αναπνοή (Lewis *et.al.*, 2004; Takashima *et.al.*, 2004). Το άζωτο είναι συχνά περιορισμένο στα περισσότερα γεωργικά οικοσυστήματα, ως εκ τούτου, τα λιπάσματα αζώτου (δηλ. χημικά ή οργανικά) εφαρμόζονται συχνά για την κάλυψη των απαιτήσεων N των αναπτυσσόμενων φυτών και τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους. Η ουρία  $[(CO(NH_2)_2]$  αποτελεί το βασικό τύπο χημικών λιπασμάτων. Δεδομένου ότι το 50% της ζήτησης στον κόσμο σε N ικανοποιείται μέσω της εφαρμογής ουρίας. Αυτή η μεγάλη χρήση ουρίας οφείλεται σε έναν αριθμό παραγόντων συμπεριλαμβανομένης της υψηλής περιεκτικότητας της σε N (46% N κατά βάρος), της υψηλής διαλυτότητας στο νερό, την ευκολία της μεταφοράς, χειρισμού και εφαρμογής του.

Ο Σύλλογος των Αμερικανικών Φυτικών Τροφίμων Υπεύθυνοι Ελέγχου (AAPFCO) έχουν δημοσιεύσει τις ακόλουθες κατηγορίες (Επίσημη Έκδοση 57):

Βραδείας ή ελεγχόμενης-απελευθέρωσης λίπασμα: Λίπασμα που περιέχει ένα θρεπτικό φυτό σε μία μορφή η οποία καθυστερεί τη διαθεσιμότητά του για απορρόφηση από τα φυτά και τη χρήση μετά την εφαρμογή, ή παρατείνει την

διαθεσιμότητά του στο φυτό σαφώς περισσότερο σχετικά με τα «ταχέως διαθέσιμα θρεπτικά λίπασμα» όπως νιτρικό αμμώνιο ή ουρία, φωσφορικό αμμώνιο ή χλωριούχο κάλιο. Τέτοια καθυστέρηση της αρχικής διαθεσιμότητας ή ο παρατεταμένος χρόνος της διαθεσιμότητας μπορεί να προκύψει από μια ποικιλία μηχανισμών. Αυτά περιλαμβάνουν την ελεγχόμενη διαλυτότητα στο νερό του υλικού από ημι-διαπερατά επιχρίσματα, την απόφραξη, τα πρωτεϊνικά υλικά, ή άλλες χημικές μορφές, με βραδεία υδρόλυση των ενώσεων χαμηλού μοριακού βάρους υδατο-διαλυτά, ή με άλλα άγνωστα μέσα.

Σταθεροποιημένο αζωτούχο λίπασμα: Ένα λίπασμα στο οποίο έχει προστεθεί ένας σταθεροποιητής αζώτου. Ένας σταθεροποιητής αζώτου είναι μια ουσία που προστίθεται σ' ένα λίπασμα κι επεκτείνει το χρόνο που το συστατικό αζώτου του λιπάσματος παραμένει στο έδαφος, με τη μορφή ουρίας-N ή αμμωνιακά-N μορφή.

Αναστολέας νιτροποίησης: Μια ουσία που αναστέλλει την βιολογική οξείδωση του αμμωνιακού-N με το νιτρικό-N.

Αναστολέας ουρεάσης: Μια ουσία που αναστέλλει την υδρολυτική δράση για την ουρία από το ένζυμο ουρεάση.

### 1.13.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

➤ **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.

Η επάρκεια αζώτου στο καλάμωμα σημαίνει:

- I. αυξημένο αριθμό επιζώντων αδελφιών
- II. περισσότερα και μεγαλύτερα στάχυα ανά στρέμμα
- III. περισσότεροι και μεγαλύτεροι κόκκοι ανά στάχυ

Η επάρκεια αζώτου στο ξεστάχιασμα αυξάνει:

- I. το χρόνο δράσης των φύλλων
- II. την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες καλής ποιότητας

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% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, (υδατοδιαλυτός 6%), 10% K<sub>2</sub>O υδατοδιαλυτό Ιχνοστοιχεία: 0,3%B, 0,1% Zn. Ιδανικό για κάθε καλλιέργεια με αυξημένες απαιτήσεις σε άζωτο και κάλιο και λιγότερο σε φώσφορο.

• **Easy Start® TE Max + B.S**

Σύνθεση: 11% N (11,0%), 48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (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::

• **NutriSeed®**

Συμπυκνωμένο υγρό λιπάσματος που αναπτύχθηκε για την επεξεργασία σπόρων καθώς και για την προληπτική αντιμετώπιση της έλλειψης μικροθρεπτικών συστατικών στα δημητριακά.

- **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 ξεστάχιασμα 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 σπυρολαχανικών, αμπελιού, καλλωπιστικών ειδικά στις περιπτώσεις που, εκτός από μεγάλη ανάγκη αζώτου υπάρχει και μεγάλη ανάγκη μαγνησίου και μαγγανίου.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τους σκοπούς της μελέτης καλλιεργήθηκε σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) το οποίο είναι από τα πλέον διαδεδομένα χειμερινά σιτηρά 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. Η ποικιλία που επιλέχθηκε είναι "Meridiano", μια υψηλοαποδοτική ποικιλία με μέτρια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

### 2.1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

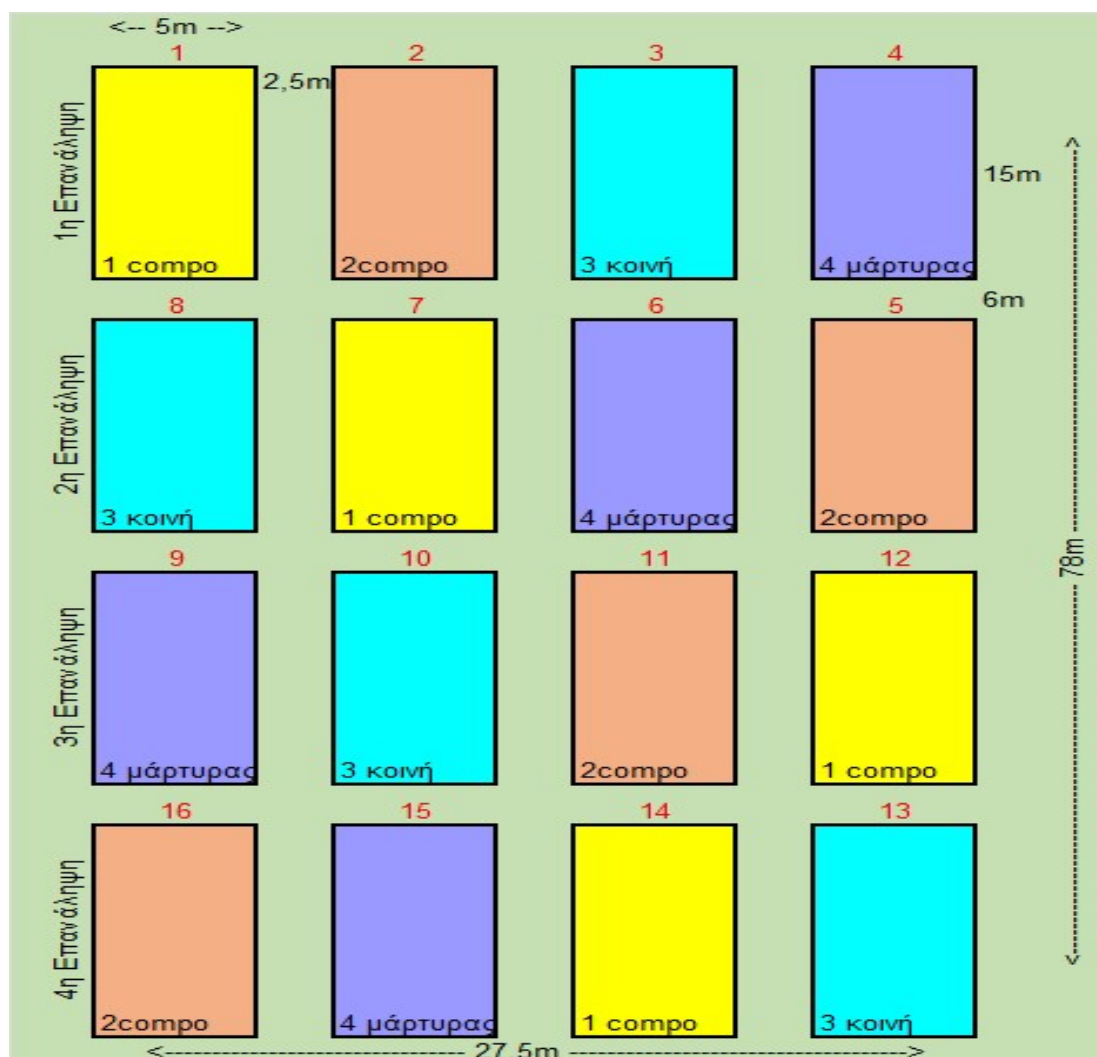
Για την εγκατάσταση του πειραματικού αγρού πραγματοποιήθηκαν όλες οι ενδεδειγμένες εργασίες αγρού. Η προετοιμασία της σποροκλίνης περιελάμβανε όργωμα και περιστροφικό καλλιεργητή. Η βασική λίπανση πραγματοποιήθηκε μία μέρα πριν τη σπορά χρησιμοποιώντας ένα διανομέα και στη συνέχεια το λίπασμα ενσωματώθηκε 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. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

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 (Σχ. 1) που εφαρμόστηκε στην καλλιέργεια του σίτου ήταν τυχαίοποιημένες ομάδες τεμαχίων (RCB). Οι μεταχειρίσεις ήταν τέσσερις σε τέσσερις επαναλήψεις, συνολικά δηλαδή 16 τεμάχια.



Σχήμα 1: Πειραματικό σχέδιο.

Ειδικότερα οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν στο σκληρό σιτάρι ήταν οι ακόλουθες:

**Compo 1:** βασική λίπανση 20 kg/στρέμμα με Novatec 22-8-10, με αναστολέα νιτροποίησης και 2 kg/στρέμμα με μικροκοκκώδες BS 11-48-0 (δηλαδή χορηγήθηκαν 4,62 kg/στρέμμα N, 2,56 kg/στρέμμα P και 2 kg/στρέμμα K) και επιφανειακή στις 7/3/2017, 20 kg/στρέμμα με Novatec 40 (40-0-0), (δηλαδή 8 kg./στρ. N). 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 (0,075 l/στρ.).

**Compro 2:** αυτή η μεταχείριση περιελάμβανε επικάλυψη σπόρου με Nutriseed και βασική λίπανση 20 kg/στρέμμα με Novatec 22-8-10 (δηλαδή χορηγήθηκαν 4,4 kg/στρέμμα N, 1,6 kg/στρέμμα P και 2 kg/στρέμμα K) και επιφανειακή στις 7/3/2017, 20 kg/στρέμμα με Novatec 40 (40-0-0), (δηλαδή 8 kg./στρ. N). 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 (0,15 l/στρ.).

**Συμβατική λίπανση:** Κοινή καλλιεργητική πρακτική στην Ελλάδα με βασική λίπανση 25 kg/στρ. 20-10-10 (δηλαδή χορηγήθηκαν 5 kg/στρέμμα N, 2,5 kg/στρέμμα P και 2,5 kg/στρέμμα K) και επιφανειακή λίπανση στις 7/3/2017 με 30 kg/στρ. 34.5-0-0 (δηλαδή 10,35kg./στρ. N).

**Μάρτυρας:** Μηδενική λίπανση.

### 2.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ- ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ

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 (%), ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό



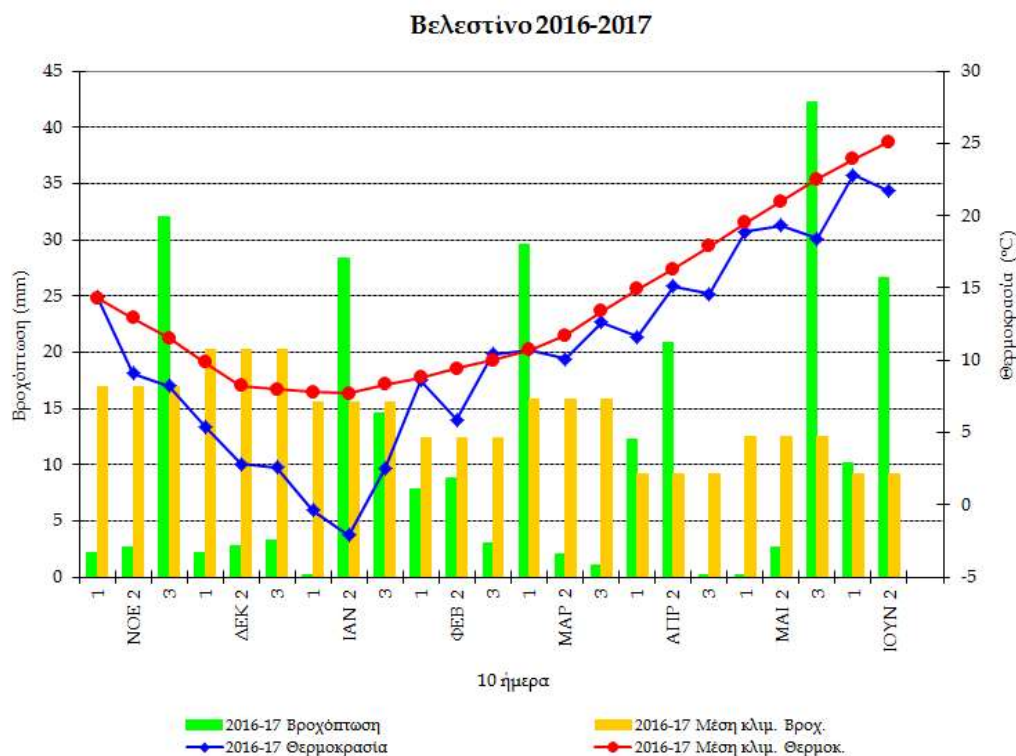
της περιεχόμενης πρωτεΐνης, αλλά και να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα χρήσης των λιπασμάτων. Οι αναλύσεις έγιναν στο ΠΕΓΕΑ Λάρισας.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά. Η εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών του σκληρού σίτου έγινε από τη βιομηχανία ζυμαρικών MISKO.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1. ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

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 φύτερωμα 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. ΕΔΑΦΟΣ

Η σύσταση του εδάφους του πειραματικού αγρού παρουσιάζεται στον Πίνακα 4 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 4: Εδαφικές ιδιότητες των επιφανειακών (0-30 cm) και υποεπιφανειακών οριζόντων (30-60 cm).

Βάθος (cm)	Κοκκομετρική σύσταση			Υφή	ΦΕΒ	CEC	pH (πάστας)	EC (πάστας)	C <sub>οργ.</sub>	N	C/N	Οργ. Ουσία	CaCO <sub>3</sub>	ESP
	άμμος (%)	ιλύς (%)	Άργιλλος (%)											
<b>0 - 30</b>	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
<b>30 - 60</b>	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 (Πίν. 5).

Πίνακας 5: Περιεκτικότητα μακροθρεπτικών και ιχνοστοιχείων των επιφανειακών (0-30 cm) και υποεπιφανειακών οριζόντων (30-60 cm).

Βάθος (cm)	P-Olsen	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/kg	cmol/kg		mg/kg				
<b>0 - 30</b>	18,73	0,23	1,00	5,47	15,22	1,40	1,80	0,40
<b>30 - 60</b>	3,45	0,24	0,35	7,72	16,37	0,60	2,01	0,32

### 3.3. ΑΥΞΗΣΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΑΠΟΔΟΣΗ

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 1<sup>η</sup> 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 6: Χλωρό και ξηρό βάρος στο σκληρό σιτάρι στις 17/3/2017.

<b>Παραγωγή βιομάζας</b>		
<b>1η δειγματοληψία 17/3/2017</b>		
<b>Μεταχείριση</b>	<b>Χλωρό βάρος (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ξηρό βάρος (g/m<sup>2</sup>)</b>
	<b>Σιτάρι</b>	<b>Σιτάρι</b>
<b>Compo 1</b>	641	106
<b>Compo 2</b>	647	102
<b>Συμβατική</b>	585	95
<b>Μάρτυρας</b>	548	91
<b>ΕΣΔ.05</b>	Ns	Ns
<b>CV (%)</b>	23,4	17,4

Στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία στις αρχές Μαΐου εξακολουθεί η ίδια τάση ως προς την παραγωγή βιομάζας όπως και στην 1<sup>η</sup> (Πίν. 7). Στο σιτάρι υψηλότερη απόδοση παρουσιάζει η πρώτη μεταχείριση της Compo. Οι διαφορές όμως δεν είναι στατιστικώς σημαντικές. Σε αυτό το στάδιο έχει ολοκληρωθεί η ανθοφορία του και ξεκινάει το γέμισμα του σπόρου.

Πίνακας 7: Χλωρό και ξηρό βάρος στο σκληρό σιτάρι στις 7/5/2017.

<b>2η δειγματοληψία 7/5/2017</b>		
<b>Μεταχείριση</b>	<b>Χλωρό βάρος (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ξηρό βάρος (g/m<sup>2</sup>)</b>
	<b>Σιτάρι</b>	<b>Σιτάρι</b>
<b>Compo 1</b>	3163	1210
<b>Compo 2</b>	3394	1338
<b>Συμβατική</b>	2960	1120
<b>Μάρτυρας</b>	2825	1114
<b>ΕΣΔ.05</b>	Ns	Ns
<b>CV (%)</b>	10,2	9,3

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. 8). 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 υπερέχουν στατιστικώς έναντι του μάρτυρα, όχι όμως και της

συμβατικής λίπανσης όπου η υπεροχή είναι μόνο αριθμητική. Σημειώνεται ότι η απόδοση στο σκληρό σιτάρι δεν ήταν ικανοποιητική στις μεταχειρίσεις της λίπανσης σύμφωνα με τις προϋποθέσεις τις οποίες είχε η καλλιέργεια, δηλαδή το εύφορο έδαφος, την ικανοποιητική λίπανση και την εικόνα της καλλιέργειας στις αρχές Μαΐου. 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 αξιοποιήσουν 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 8: Ξηρό βάρος, πλήθος στάχων και απόδοση σε καρπό στο σκληρό σιτάρι στις 10/6/2017.

<b>3η δειγματοληψία 10/6/2017</b>				
<b>Μεταχείριση</b>	<b>Ξηρό βάρος (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Πλήθος στάχων # / m<sup>2</sup></b>	<b>Απόδοση σε καρπό (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Βάρος 1000 κόκκων (g)</b>
	<b>Σιτάρι</b>	<b>Σιτάρι</b>	<b>Σιτάρι</b>	<b>Σιτάρι</b>
<b>Comp 1</b>	1273	456	412	33,08
<b>Comp 2</b>	1296	436	416	34,48
<b>Συμβατική</b>	1196	400	384	33,31
<b>Μάρτυρας</b>	1110	367	358	35,08
<b>ΕΣΔ.05</b>	Ns	47,3	42,3	Ns
<b>CV (%)</b>	8,4	7,1	6,7	7,4

### 3.4. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στον Πίνακα 9 που ακολουθεί παρουσιάζεται το περιεχόμενο άζωτο στα διάφορα φυτικά μέρη του σκληρού σίτου για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Στο σκληρό σιτάρι η υπεροχή των μεταχειρίσεων της λίπανσης έναντι του μάρτυρα είναι στατιστικώς σημαντική. Εδώ πρέπει να σημειωθεί το ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό ολικού αζώτου στον καρπό που αποτέλεσε χαρακτηριστικό γνώρισμα της φετινής συγκομιδής γενικότερα στην περιοχή και στη χώρα. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα και για τα άλλα φυτικά τμήματα της καλλιέργειας.

Πίνακας 9: Περιεχόμενο ολικό άζωτο % στους φυτικούς ιστούς στις 10/6/2017.

Περιεχόμενο ολικό άζωτο % στους φυτικούς ιστούς (ΠΕΓΕΑΛ)			
Μεταχείριση	Σιτάρι		
	Καρπός	Βλαστός	Φύλλο
<b>Compo 1</b>	3,358	0,622	1,218
<b>Compo 2</b>	3,183	0,611	1,019
<b>Συμβατική</b>	3,192	0,627	1,101
<b>Μάρτυρας</b>	2,409	0,344	0,978
<b>ΕΣΔ<sub>.05</sub></b>	0,1769	0,1381	ns
<b>CV (%)</b>	3,6	15,7	34,6

Η περιεχόμενη πρωτεΐνη κυμάνθηκε σε πολύ υψηλά επίπεδα, γεγονός που αποτυπώθηκε συνολικά στην εγχώρια παραγωγή (Πίν.10). Σημειώνεται ότι σιτάρι με ποσοστό πρωτεΐνης πάνω από 14% χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικό και στη συγκεκριμένη περίπτωση 15% κατέγραψε ο μάρτυρας, με τις μεταχειρίσεις της λίπανσης να κινούνται στο 20%.

Πίνακας 10: Περιεχόμενη πρωτεΐνη % στους φυτικούς ιστούς στις 10/6/2017.

Περιεχόμενη πρωτεΐνη % στους φυτικούς ιστούς (=ολικό N x 6,25)			
Μεταχείριση	Σιτάρι		
	Καρπός	Βλαστός	Φύλλο
<b>Compo 1</b>	20,99	3,89	7,61
<b>Compo 2</b>	19,90	3,82	6,37
<b>Συμβατική</b>	19,95	3,92	6,88
<b>Μάρτυρας</b>	15,05	2,15	6,11
<b>ΕΣΔ<sub>.05</sub></b>	1,106	0,863	ns
<b>CV (%)</b>	3,6	15,7	34,6

Οι αναλύσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών που πραγματοποιήθηκαν για το σκληρό σιτάρι από τη βιομηχανία ζυμαρικών MISKO επιβεβαίωσαν το ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο (Πίν. 11). Σύμφωνα με τα ποιοτικά κριτήρια για τη βιομηχανία ζυμαρικών (Πίν. 12) παρά το υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης, το ειδικό βάρος ήταν ανεπαρκές στις μεταχειρίσεις της λίπανσης και καλό μόνο στο μάρτυρα. Φαίνεται ότι το διαθέσιμο νερό δεν μπόρεσε να στηρίξει τις προδιαγραφόμενες υψηλές αποδόσεις στις μεταχειρίσεις της λίπανσης δημιουργώντας λειψό σπόρο. Στα

υπόλοιπα ποιοτικά χαρακτηριστικά οι καταγεγραμμένες τιμές των μεταχειρίσεων κινήθηκαν μέσα στα όρια που απαιτεί η βιομηχανία.

Πίνακας 11: Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού σκληρού σίτου (αναλύσεις Barilla).

Μεταχείριση	Ειδικό Βάρος	Υγρασία	Πρωτεΐνη	Γλουτένη	Χρώμα	Τέφρα	Συνολικά Σκάρτα
Compo 1	75,56	10,723	18,21	5,750	23,40	1,978	2,25
Compo 2	76,34	10,635	18,10	5,825	23,36	1,963	1,81
Συμβατική	76,17	10,618	18,90	5,937	23,50	1,925	2,06
Μάρτυρας	78,62	10,685	15,59	5,875	23,35	1,775	1,51
ΕΣΔ.05	ns	ns	1,646	Ns	Ns	0,1383	Ns
CV (%)	2,5	1	5,8	3,3	2,1	4,5	22,1

Πίνακας 12: Ποιοτικά κριτήρια καρπού σκληρού σίτου για βιομηχανία ζυμαρικών.

	Ειδικό Βάρος (Kg/Hl)	Τέφρα (% d.m.)	Πρωτεΐνη (% d.m.)	Ποιότητα Γλουτένης (0-10 score)	Δείκτης χρώματος (b yellow)
<b>ΑΝΕΠΑΡΚΕΣ</b>	< 78	> 2,05	< 12,5	< 5,5	< 21,0
<b>ΚΑΛΟ</b>	78 – 80	1,85 – 2,05	12,5 – 14,0	5,5 – 7,0	21,0 – 23,0
<b>ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ</b>	> 80	< 1,85	> 14,0	> 7,0	> 23,0

Τελικά, με βάση τη θρέψη των φυτών και τις καιρικές συνθήκες που επικράτησαν την άνοιξη μπορεί να υποθεθεί ότι οι βροχοπτώσεις κυρίως στις αρχές Μαρτίου ευνόησαν την υψηλή πρόσληψη αζώτου από τα φυτά και στη συνέχεια το υδατικό δυναμικό του εδάφους υποβοηθούμενο από τις λίγες βροχές μέχρι τα μέσα Απριλίου δημιούργησαν ικανοποιητικές φυτείες και προσδοκίες για υψηλές αποδόσεις. Η ανομβρία όμως το επόμενο διάστημα αποτέλεσε τον κρίσιμο και καθοριστικό παράγοντα για την εξέλιξη των καλλιεργειών. Έτσι λοιπόν, η υψηλή βασική

απορρόφηση αζώτου από το εύφορο έδαφος (που εκφράζεται με τις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και παρουσιάζεται παρακάτω, Πίνακες 11 &12), στάθηκε ικανή και με βάση το διαθέσιμο νερό να δώσει σημαντικές αποδόσεις. Η βασική λίπανση το φθινόπωρο δημιούργησε καλύτερη φυτεία νωρίς την άνοιξη, με καλό αδελφωμα και άρα περισσότερα στάχυα ανά στρέμμα, όμως η επιφανειακή λίπανση δεν πρόσθεσε τα αναμενόμενα σε απόδοση λόγω της προαναφερόμενης έλλειψης νερού.

### 3.5 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ

Η καλλιέργεια έδειξε να αντιδρά θετικά στην προσθήκη αζώτου με την αποδοτικότητα χρήσης του να φτάνει στη συμβατική λίπανση στο 38% και στις μεταχειρίσεις της Compro 64% για την πρώτη και 57% για τη δεύτερη (Πίν. 13). Πολύ μεγάλη φαίνεται ότι είναι η βασική απορρόφηση (μάρτυρας) φτάνοντας τα 13 kg/στρ. αζώτου. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο εύφορο έδαφος με το υψηλό ποσοστό οργανικής ουσίας (περίπου 3% στον επιφανειακό ορίζοντα και 2% στον υποεπιφανειακό) που φαίνεται ότι ανοργανοποιεί μεγάλο ποσοστό οργανικού αζώτου. Ο πειραματικός αγρός δεν είχε καλλιεργηθεί το προηγούμενο έτος και μάλλον η αγρανάπαυση δεν επέτρεψε στις μεταχειρίσεις της λίπανσης να δείξουν τα αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα της προσθήκης θρεπτικών στοιχείων.

Πίνακας 13: Ποσότητα N-ουχου λίπανσης που εφαρμόστηκε, απορρόφηση N από την καλλιέργεια, απόδοση σε καρπό και αποδοτικότητα χρήσης N στο σκληρό σιτάρι.

Σκληρό σιτάρι	N εφαρμογή	N απορρόφηση	Απόδοση σε καρπό	Αποδοτικότητα χρήσης N	
				kg/στρ.	%
<b>Μεταχειρίσεις</b>	<b>kg/στρ.</b>	<b>kg/στρ.</b>	<b>kg/στρ.</b>	<b>kg/στρ.</b>	<b>%</b>
<b>Compro 1</b>	12,70	21,19	412	8,17	64
<b>Compro 2</b>	12,48	20,09	416	7,07	57
<b>Συμβατική</b>	15,35	18,89	384	5,87	38
<b>Μάρτυρας</b>	0,00	13,02	358	0,00	0



Στον Πίνακα 14 που ακολουθεί παρουσιάζεται η αποδοτικότητα χρήσης του αζώτου από εδαφική προέλευση και από τη λίπανση στο σκληρό σιτάρι. Φαίνεται ότι ανά κιλό εδαφικού αζώτου παρήχθησαν 27,5 κιλά σπόρου σιταριού όταν στις μεταχειρίσεις της λίπανσης η παραγωγή κινήθηκε από 4,4 κιλά στη συμβατική λίπανση έως 8,2 κιλά στη μεταχείριση Compro 2. Αυτό είναι ένα ακόμη στοιχείο που αποδεικνύει την περιορισμένη χρήση του αζώτου λίπανσης από την καλλιέργεια λόγω κάποιου περιοριστικού παράγοντα που στην προκειμένη περίπτωση δείχνει ότι είναι το νερό. Με βάση το περιεχόμενο άζωτο στα φυτά και την ίδια αποδοτικότητα χρήσης του αζώτου λίπανσης με το προερχόμενο από το έδαφος, δηλαδή 27,5 κιλά σπόρου ανά κιλό αζώτου, έχει υπολογιστεί μια θεωρητική απόδοση της καλλιέργειας που παρουσιάζεται στην τελευταία στήλη του ακόλουθου πίνακα.

Πίνακας 14: Ποσότητα N-ουχου λίπανσης που εφαρμόστηκε, απορρόφηση N από την καλλιέργεια, κιλά καρπού ανά κιλό N από λίπανση και βασική απορρόφηση στο σκληρό σιτάρι.

Σκληρό σιτάρι	N εφαρμογή	N απορρό-φηση	Απόδοση σε καρπό	N προερχό-μενο από λίπανση	Διαφορά απόδοσ-ης από Μάρτυρα	Αποδοτι-κότητα χρήσης N	Θεωρητική απόδοση
Μεταχειρίσεις	kg/στρ.	kg/στρ.	kg/στρ.	kg/στρ.	kg/στρ.	kg/kg N	kg/στρ.
Compro 1	12,7	21,19	412	8,17	54	6,6	583
Compro 2	12,48	20,09	416	7,07	58	8,2	552
Συμβατική	15,35	18,89	384	5,87	26	4,4	519
Μάρτυρας	0	13,02	358	0	0	27,5	358

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο σκληρό σιτάρι και οι δύο μεταχειρίσεις της Compro έδειξαν μικρή αριθμητική υπεροχή στην παραγωγή βιομάζας καθ' όλη τη διάρκεια της αύξησης και ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Ως προς την απόδοση σε καρπό οι δύο μεταχειρίσεις της Compro υπερέιχαν στατιστικώς σημαντικά έναντι του μάρτυρα, όχι όμως και της συμβατικής λίπανσης όπου η υπεροχή ήταν μόνο αριθμητική.

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο βάρος 1000 κόκκων μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Καταγράφηκαν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά στο περιεχόμενο ολικό άζωτο κυρίως στο σπόρο που οδήγησαν σε εξωπραγματικές τιμές στην περιεχόμενη πρωτεΐνη.

Όσον αναφορά το γέμισμα του σπόρου, δεν ήταν ικανοποιητικό με αποτέλεσμα το χαμηλό ειδικό του βάρος.

Ως προς την αποδοτικότητα χρήσης του αζώτου, οι μεταχειρίσεις της Compro στην καλλιέργεια παρουσίασαν σχεδόν διπλάσια ποσοστά αξιοποίησης του εφαρμοζόμενου αζώτου έναντι της συμβατικής λίπανσης. Το εδαφικό άζωτο έδωσε 27,5 κιλά σπόρου ανά κιλό N, ενώ το προερχόμενο από τη λίπανση από 4,4 έως 8,2 κιλά σπόρου ανά κιλό N.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η καλλιέργεια εξελίσσονταν κανονικά μέχρι πριν το γέμισμα του σπόρου και οι ενδείξεις ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικές για υψηλές αποδόσεις. Η ανομβρία που επικράτησε τους τελευταίους δύο μήνες πριν τη συγκομιδή καθήλωσε τις τελικές αποδόσεις και υποβάθμισε την ποιότητα του σπόρου.

Συνοψίζοντας, η έλλειψη νερού έδειξε ότι ήταν ο καθοριστικός παράγοντας στη διαμόρφωση των τελικών αποδόσεων, της ποιότητας και της ανεπαρκούς αξιοποίησης της λίπανσης. Η συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδος δεν αποτελεί αντιπροσωπευτική για την καλλιέργεια του σκληρού σίτου (*Triticum durum*) και συνεπώς δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση των διαφορετικών μεταχειρίσεων λίπανσης στην απόδοση και την ποιότητα του σπόρου του. Συνεπώς, η επανάληψη στο χρόνο μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλέστερα συμπεράσματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ:

Γκόγκας, 2005. Οι ποικιλίες μαλακού σιταριού του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. – Ι.Σιτηρών.

Επιστημονικό δελτίο: Νέα σειρά αριθ. 4, σελ. 93.

Δαναλάτος, Ν. 2005. Σημειώσεις ειδικής γεωργίας Ι (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή). Βόλος

Καραμάνος, Α. 1992. Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων. Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών. Αθήνα.

Μετζάκης, Δ. 1998. Ειδική Γεωργία Ι-Σιτηρά. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. Τ.Ε.Ι. Ηπείρου. Άρτα.

Παπακώστα Δ., 2000-2001. Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά). Έκδοση: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Υπηρεσία δημοσιευμάτων, σελ. 199.

Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2012. Σιτηρά και Ψυχανθή. Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

Σιστάνης Ι., 2009. «Οργανική βελτίωση F2 γενεάς διασταυρώσεων εγχώριων ποικιλιών μαλακού σιταριού με εμπορική ποικιλία», Μεταπτυχιακή διατριβή

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

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

Φασούλας Α. και Σενλόγλου Ν., 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα, Θεσσαλονίκη, σελ., 118-120, 125- 130

Φολίνας, Ν. 1990. Φυτά μεγάλης καλλιέργειας Ι. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων. Αθήνα.

## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ:

1. Al-Kaisi, M.M., and J.F. Shanahan. 2007. Irrigation of winter wheat. [Online] . Available at [www.ext.colostate.edu/PUBS/crops/00556.html](http://www.ext.colostate.edu/PUBS/crops/00556.html). Colorado State University Extension Agriculture. CO. Gooding M.J. and Davies, 1997. Wheat production and utilization. Systems, Quality and the Environment, (Eds) CAB International, Cambridge, UK, pp.355
2. Allan, R.E. 1983. Yield performance of lines isogenic for semidwarf gene doses in several wheat populations. Proceedings 6th International Wheat Genetics Symposium. Kyoto. Japan. Pp 265-270.
3. Amberger, A. 1996. Pflanzenernährung (Plant Nutrition). 4th Edition. (German) Uni Taschenbücher 846. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. Germany.
4. 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. Minnesota. USA. pp 1-16
5. Briggs, D.E. 1978. Barley. illustrated. Chapman & Hall.
6. Bröckel, U., and C. Hahn. 2004. Product design of solid fertilizers. Chemical Engineering Research and Design. 82(A11). 1453-1457.
7. Brudberry, D., M.M. MacMasters, and I.M. Cull. 1956. Structure of the mature wheat kernel, II. Microscopic structure of pericarp seed coat and other covering of the endosperm and gem of hard red winter wheat. Cereal Chem. 33:342-360.
8. Bushuk, W. 1985. Wheat flour proteins: Structure and role in breadmaking. Pages 187-198 in: Analyses as Practical Tools in the Cereal Field. ICC Symp. Oslo. ICC: Vienna.
9. Campbell, L.D., B.O Eggum, and I. Jacobsen. 1981. Biological value, amino acid availability and true metabolizable energy of low-glucosinolate rapeseed meal (canola) determined with rats and/or roosters. Nutr. Rep. Int. 24 (4): 791-798
10. 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
11. Filner, P., and J.E. Varner. 1967. A test for de novo synthesis of enzymes: density labeling with H<sub>2</sub>O<sup>18</sup> of barley alpha-amylase induced by gibberellic acid. Proc Natl Acad Sci U S A. 1967 Oct 58(4):1520–1526.

12. Fowler, D.B. 1982. Date of seeding, fall growth, and winter survival of winter wheat and rye. *Agron. J.* 74:1060-1063.
13. Fowler, D.B., and L.V. Gusta. 1977. Influence of fall growth and development on cold tolerance of rye and wheat. *Can. J. Plant Sci.* 57:751–755.
14. Gallagher, J.N., P.V. Biscoe, and B. Hunter. 1976. Effects of drought on grain growth. *Nature.* 264. pp. 541–542
15. Gooding, M.J., and W.P. Davies. 1997. Wheat production and utilization. *Systems, Quality and the Environment.* (Eds) CAB International. Cambridge. UK. pp.355.
16. Güler, M. 2003. Barley grain  $\beta$ -glucan content as affected by nitrogen and irrigation. *Field Crops Research* 84. 335–340.
17. Hamblin, J., D. Tennant, and M.W. Derry. 1990. The cost of stress: Dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. *Plant Soil.* 122: 47-58.
18. Harlan, J.R., and D. Zohary. 1966. Distribution of wild wheats and barley. *Science* 153:1074–1080.
19. Harold, V.E. 1988. Winter wheat response to nitrogen and irrigation. In *Agronomy Journal.* Vol 80. No 6.
20. Karam, F., R. Kabalan, J. Breidi, Y. Roupheal, and T. Oweis. 2009. Yield and water-production functions of two durum wheatcultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Agricultural Water Management.* 96: 603–615.
21. Leonard, W.H., and J.H. Martin. 1963. *Cereal Crops.* Macmillan and Co. London. pp. 449-603.
22. Lersten, N.R. 1987. Morphology and anatomy of the wheat plant. In ‘‘Wheat and wheat improvement’’ (E.G. Heyne, ed.), 2<sup>nd</sup> ed. pp. 33-75. *Agronomy Monograph Series No. 13* American Society of Agronomy Publication. Madison, WI.
23. Lewis, J.D., M. Lucash, D.M. Olszyk, and D.T. Tingey. 2004. Relationships between needle nitrogen concentration and photosynthetic responses of Douglas-fir seedlings to elevated CO<sub>2</sub> and temperature. *New Phytologist.* 162:355-364.
24. Loeppky, H. A., G. P. Lafond, and D. B Fowler. 1989. Seeding depth in relation to plant development. winter survival and yield of no-till winter wheat. *Agron. J.* 81: 125–129.
25. Lupton, F.G.H., and M.J. Pinthus. 1969. Carbohydrate translocation from small tillers to spike-producing shoots in wheat. *Nature* 221. 483–484.

26. Maene, L.M. 1995. Changing Perception of Fertilizer Worldwide. Fertilizer Industry Round Table.
27. Masle, J., and J.B. Passioura. 1987. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. *Australian Journal of Plant Physiology* 14, 643–56.
28. McMaster, G.S. 1997. Phenology, development, and growth of the wheat (*Triticumaestivum* L.) shoot apex: a review. *Adv. Agron.* 59, 63/118.
29. Miralles, D.J., and G.A. Slafer. 1999. Wheat development In *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination* (Eds E.H. Satorre & G.A. Slafer). pp. 13-43. New York: Food Product Press.
30. Orloff, S., S. Wright, and M. Ottman. 2012. Nitrogen Management Impacts on Wheat Yield and Protein.
31. Oweis, T., A. Hachum, and J. Kijn. 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.
32. Peterson, R.F. 1965. «Wheat». Leonard Hill Books, London.
33. Porter, J.R., and M. Gawith. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *Eur. J. Agron.*
34. Robertson, D., Z. Heping, J. A. Palta, T. Colmer, and N. C. Tuner. 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.
35. Russell, D.W., and J.D. Wilson. 1994. Steroid 5  $\alpha$ -reductase: two genes / two enzymes. *Annu Rev Biochem* 63:25–61
36. 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.
37. Sharif, R., and J.E. Dale. 1980. Growth regulating substances and the growth of tiller buds in barley . Effects of cytokinin. *J. Exp. Bot.* 31 : 921-930.
38. Simmons, 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. Pp 77-104.
39. Stoskopf, N.C. 1985. *Cereal grain crops.* Reston Pub. Co. Inc. Reston. Virginia.
40. Taiz, L., and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology (Third Edition).* Sinauer Associates Inc. Publishers. Sunderland. 67-86.
41. Valamoti, S.M. 2002. Food remains from Bronze Age Archondiko and Mesimeriani Touba in northern Greece? *Veget. Hist. Archaeobot* 11,17 – 22

42. Valamoti, S.M., and K. Kostakis. 2007. Transitions to agriculture in the Aegean: the archaeobotanical evidence. p. 76-92. In S. Colledge and J. Conolly. *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*. Walnut Creek: Left Coast Press.
43. Varner, J.E., and G.R. Chandra. 1964. Hormonal control of enzyme synthesis in barley endosperm. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 52. 100–106.
44. Vavilov, N.I. 1992. *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. UK.
45. Vickery, P.J. 1981. Pasture growth under grazing. In *Grazing Animals* Eds. F.H.W. Morley. Amsterdam. Elsevier. pp. 55-77.
46. Zeven A.C. 1998. Landraces: a review of definitions and classifications, *Euphytica* 104, 127–139.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ:

<http://www.fao.org>

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

<http://agrotica.blogspot.com>

<http://www.agrocapital.gr>

<http://www.hellagrolip.gr>