



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«Αύξηση και ανάπτυξη χειμερινών σιτηρών υπό την επίδραση νέων  
τύπων λιπασμάτων »**

**ΚΕΜΠΑΠΙΔΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ**

Προπτυχιακός Φοιτητής



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2017**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Πρώτα από όλα θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην τριμελή επιτροπή και συγκεκριμένα, στον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Δαναλάτο Νικόλαο για τη δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία και την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων, στην καθηγήτρια Δρ. Δημήρκου Ανθούλα και στον επίκουρο καθηγητή Δρ. Βλότζο Γεώργιο, για την πολύτιμη βοήθειά τους και τα σχόλια για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα επιπλέον να ευχαριστήσω, το εργαστήριο Γεωργίας και τους καθηγητές Δρ. Μπαρτζιάλη Δημήτριο και Δρ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη για την παραχώρηση του χώρου και εξοπλισμού για την υλοποίηση του εργαστηριακού μέρους του πειράματος μου. Τους ευχαριστώ επιπλέον για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα τα χρόνια της μέχρι στιγμής ακαδημαϊκής μου ζωής και αποτέλεσαν πρότυπα και πηγή έμπνευσης για μένα.

Θερμές ευχαριστίες απευθύνω επίσης στο διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, Δρ. Γιαννούλη Κυριάκο για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την περάτωση αυτής της εργασίας. Οι σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές του με κατεύθυναν σ' ένα σωστό τρόπο σκέψης πάνω απ' όλα και μου προσέφεραν σημαντικά εφόδια για την μετέπειτα ζωή μου.

Τέλος, θέλω 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.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Την καλλιεργητική περίοδο 2013-2014 μελετήθηκε στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, η αύξηση και η ανάπτυξη χειμερινών σιτηρών (σκληρό σιτάρι, κριθάρι, βρώμη και τριτικάλε) υπό την επίδραση νέων τύπων λιπασμάτων. Οι μεταβλητές του πειράματος ήταν τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) και ο διαφορετικός τύπος λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore). Τα αποτελέσματα του πειράματος αναλύθηκαν για κάθε μεταβλητή ξεχωριστά, όπως και για τον συνδυασμό αυτών των δύο μεταβλητών. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν το ύψος, το ολικό χλωρό και ξηρό βάρος, καθώς η απόδοση των σιτηρών σε καρπό. Επιπλέον εξετάστηκε η κατανομή του άνθρακα στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, ανθοταξία) των φυτών.

Οι επεμβάσεις διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης επηρέασαν σημαντικά τις αποδόσεις των καλλιεργειών. Επίσης, παρουσιάστηκε σταθερή υπεροχή του λιπάσματος nutrimore σε σύγκριση με το συμβατικό όσο αναφορά την απόδοση των χειμερινών σιτηρών (σκληρό σιτάρι, κριθάρι, βρώμη και τριτικάλε) σε καρπό.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Σπουδαιότητα σιτηρών .....	8
1.2 Ιστορική Αναδρομή .....	10
1.2.1 Σιτάρι .....	10
1.2.2 Κριθάρι.....	11
1.2.3 Βρώμη .....	13
1.2.4 Τριτικάλε.....	14
1.3 Οικονομική Σημασία .....	15
1.3.1 Η παγκόσμια παραγωγή.....	15
1.3.2 Η παραγωγή στην Ελλάδα.....	18
1.4 Βοτανικά Χαρακτηριστικά.....	19
1.4.1 Ριζικό σύστημα.....	19
1.4.2 Στέλεχος .....	20
1.4.3 Φύλλα.....	21
1.4.4 Άνθη και Ταξιανθίες .....	23
1.4.5 Καρπός .....	25
1.5 Αύξηση και Ανάπτυξη.....	27
1.5.1 Λήθαργος .....	28
1.5.2 Φύτρωμα και Βλάστηση .....	29
1.5.3 Πρώτη ανάπτυξη (Ανάπτυξη ριζών και φύλλων).....	31
1.5.3.1 Διαφοροποίηση και Ανάπτυξη φύλλων.....	32
1.5.3.2 Ανάπτυξη ριζών.....	32
1.5.4 Αδέλφωμα .....	33
1.5.5 Καλάμωμα.....	37
1.5.6 Ξεστάχυσμα.....	38
1.5.7 Ωρίμανση .....	39
1.6 Σιτάρι.....	40
1.6.1 Ποικιλίες .....	40
1.6.1.1 Ποικιλία Duilio .....	41
1.6.2 Οικολογικές απαιτήσεις .....	41
1.6.3 Καλλιεργητικές Τεχνικές .....	42
1.6.3.1 Σπορά .....	42

1.6.3.2	Λίπανση.....	43
1.6.3.3	Άρδευση .....	45
1.6.3.4	Συγκομιδή.....	47
1.6.4	Εχθροί .....	48
1.6.5	Ασθένειες .....	49
1.7	Κριθάρι.....	49
1.7.1	Ποικιλίες .....	50
1.7.1.1	Ποικιλία Nure .....	51
1.7.2	Οικολογικές απαιτήσεις .....	51
1.7.3	Καλλιεργητικές Τεχνικές .....	52
1.7.3.1	Σπορά .....	52
1.7.3.2	Λίπανση.....	53
1.7.3.3	Άρδευση .....	54
1.7.3.4	Συγκομιδή.....	55
1.7.4	Εχθροί .....	55
1.7.5	Ασθένειες .....	56
1.8	Βρώμη.....	56
1.8.1	Ποικιλίες .....	57
1.8.1.1	Ποικιλία Κασσάνδρα.....	58
1.8.2	Οικολογικές απαιτήσεις .....	58
1.8.3	Καλλιεργητικές Πρακτικές.....	59
1.8.3.1	Σπορά .....	59
1.8.3.2	Λίπανση.....	60
1.8.3.3	Άρδευση .....	61
1.8.3.4	Συγκομιδή.....	62
1.8.4	Εχθροί .....	62
1.8.5	Ασθένειες .....	63
1.9	Τριτικάλε.....	64
1.9.1	Ποικιλίες .....	64
1.9.1.1	Ποικιλία Catria.....	64
1.9.2	Οικολογικές απαιτήσεις .....	65
1.9.3	Καλλιεργητικές τεχνικές .....	66
1.9.3.1	Σπορά .....	66
1.9.3.2	Λίπανση.....	66

1.9.3.3. Άρδευση .....	67
1.9.3.4 Συγκομιδή.....	67
1.9.4 Εχθροί .....	68
1.9.5 Ασθένειες .....	68
1.10 Λιπάσματα .....	69
1.10.1 Τύποι λιπασμάτων .....	69
1.10.2 Αναστολέας ουρέασης .....	71
1.10.3 Agrotain.....	74
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>77</b>
2.1 Πειραματικό σχέδιο .....	77
2.2 Εργασίες στον αγρό .....	78
2.2.1 Προετοιμασία αγρού .....	78
2.2.2 Σπορά.....	79
2.2.3 Λίπανση.....	79
2.2.4 Άρδευση.....	79
2.2.5 Έλεγχος ζιζανίων .....	80
2.2.6 Έλεγχος εχθρών και ασθενειών .....	80
2.3 Συλλογή πειραματικών δεδομένων .....	80
2.4 Εργαστηριακές μετρήσεις.....	81
2.4.1 Συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων .....	81
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>82</b>
3.1 Κλιματικές συνθήκες.....	82
3.2 Αύξηση ανάπτυξη.....	83
3.2.1 Σιτάρι .....	83
3.2.1.1 Ύψος φυτού .....	83
3.2.1.2 Χλωρό Βάρος.....	87
3.2.1.3 Ξηρό Βάρος .....	90
3.2.1.3.1 Κατανομή άνθρακα .....	94
3.2.1.4 Απόδοση .....	96
3.2.2 Κριθάρι.....	99
3.2.2.1 Ύψος φυτού .....	99
3.2.2.2 Χλωρό Βάρος.....	102
3.2.2.3 Ξηρό Βάρος .....	105
3.2.2.3.1 Κατανομή άνθρακα .....	108

3.2.2.4 Απόδοση .....	110
3.2.3 Βρώμη .....	113
3.2.3.1 Ύψος φυτού .....	113
3.2.3.2 Χλωρό Βάρος.....	117
3.2.3.3 Ξηρό Βάρος .....	121
3.2.3.3.1 Κατανομή άνθρακα .....	125
3.2.3.4 Απόδοση .....	126
3.2.4 Τριτικάλε.....	129
3.2.4.1 Ύψος φυτού .....	129
3.2.4.2 Χλωρό Βάρος.....	133
3.2.4.3 Ξηρό Βάρος .....	137
3.2.4.3.1 Κατανομή άνθρακα .....	141
3.2.4.4 Απόδοση .....	142
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	146
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	148
5.1 Ελληνική .....	148
5.2 Ξένη.....	149
5.3 Ηλεκτρονική.....	157

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Σπουδαιότητα σιτηρών

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 μικράν 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 βρώμη και η σίκαλη ενώ στα εαρινά το καλαμπόκι, το ρύζι, το σόργο και το κεχρί. Το σημαντικότερο όλων από οικονομική οπτική είναι το σιτάρι. Τα σιτηρά αποτελούν την κύρια τροφή του μισού περίπου πληθυσμού του πλανήτη μας, 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. Παρουσιάζουν μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος,
2. αποτελούν την κυριότερη πηγή τροφίμων,
3. αποθηκεύονται εύκολα γιατί περιέχουν μικρό ποσοστό υγρασίας,
4. δεν απαιτούν μεγάλο χώρο αποθήκευσης γιατί είναι υψηλής συμπύκνωσης,
5. η διαχείρισή τους γίνεται εύκολα με μηχανές και
6. η καλλιέργειά τους δε μολύνει το περιβάλλον (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2008).



Οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν τα χειμερινά σιτηρά είναι, στο μεγαλύτερο ποσοστό, ημιορεινές πλαγιές και ημιγόνιμες πεδινές, μη αρδευόμενες. 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.

Παρόλα αυτά, η αύξηση των εισροών (λιπάσματα και φυτοπροστατευτικά προϊόντα) οδήγησε στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και των παραγόμενων προϊόντων καθώς. Στο άμεσο παρελθόν έχει εισαχθεί ο όρος της αειφορικής ανάπτυξης σε συνδυασμό με την οργανική γεωργία. 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:

1. αποτελεσματική χρήση των θρεπτικών στοιχείων και του νερού
2. ανταγωνιστική ικανότητα έναντι των ζιζανίων
3. ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις
4. υψηλή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και
5. σταθερότητα απόδοσης σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα

Η σημαντικότητα των σιτηρών έγκειται στο γεγονός ότι αποτελούν τη βάση της διατροφής του πλανήτη μας. Τα δημητριακά χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τροφίμων (όπως είναι ο άρτος και τα ζυμαρικά) και πότων (όπως είναι η μπίρα και το ούισκι). Αποτελούν υψηλής ενεργειακής αξίας τροφές, ενώ και η πρωτεϊνική τους αξία είναι αρκετά καλή. 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.

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή

### 1.2.1 Σιτάρι

Η καλλιέργεια του σιταριού και η ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού εξελίσσεται παράλληλα εδώ και 10.000 χρόνια τουλάχιστον. Σύμφωνα με κάποια αρχαιολογικά ευρήματα η καλλιέργεια του σιταριού τοποθετείται γύρω στο 15.000 π.Χ. (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.Α. 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 στην 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 αύξηση του πληθυσμού (Παπακώστα, 2000-2001).

Κατά τη διαδικασία της εξημέρωσής του, το σιτάρι έχασε την ικανότητα της 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 δίκκοκο σιτάρι, σταδιακά όμως αντικαταστάθηκε από φυτά σιταριού 3 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).

### 1.2.2 Κριθάρι

Οι αρχαιολόγοι και άλλοι επιστήμονες οι οποίοι έχουν προσπαθήσει να αποκαλύψουν περισσότερα για την ιστορική εξέλιξη των ανθρώπων και των προσπαθειών τους να καλλιεργήσουν το κριθάρι δεν έχουν συμφωνήσει οριστικά με το πού ακριβώς έχουν εξελιχθεί αυτά τα γεγονότα (Harlan, 1979). Το κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.) είναι ένα από τα πρωταρχικά είδη καλλιέργειας της Γηραιάς Ηπείρου στον τομέα της γεωργίας. Αρχαιολογικά κατάλοιπα των σπόρων κριθαριού που βρέθηκαν σε διάφορες τοποθεσίες στην Εύφορης Ημισέληνο (Zohary and Hopf, 1985; Diamond, 1998) δείχνουν ότι η καλλιέργεια άρχισε να εξημερώνεται περίπου το 8.000 π.Χ. (Nesbitt and Samuel, 1996). Το άγριο συγγενές του φυτού είναι γνωστό ως *Hordeum spontaneum* C. Koch. Στη σύγχρονη ταξινόμηση, *H. vulgare* L. και *H. spontaneum* C. Koch, καθώς και *Hordeum agriocrithon* A Berg, θεωρούνται υποείδη του *H. vulgare* (Bothmer and Jacobsen, 1985). Τα άγρια προγονικά είδη *H. spontaneum* εξακολουθούν να αποικίζουν στους πρωτογενείς οικοτόπους τους, στην Εύφορης Ημισελήνου από το Ισραήλ και την Ιορδανία στο νότο της Τουρκίας, ιρακινό Κουρδιστάν, και νοτιοδυτικό Ιράν (Harlan and Zohary, 1966; Nevo, 1992). Στην ίδια περιοχή, η *H. spontaneum* καταλαμβάνει επίσης μια σειρά δευτερευόντων

ενδιαιτημάτων, όπως εγκαταλελειμμένα πεδία, και στις άκρες των δρόμων. Παρόμοιοι οικότοποι έχουν αποικιστεί και πιο πρόσφατα από τον *H. spontaneum*. Αναφέρεται ότι βρίσκεται στην περιοχή του Αιγαίου, στο νοτιοανατολικό Ιράν, και στην Κεντρική Ασία, όπως το Αφγανιστάν και την περιοχή των Ιμαλαΐων (Zohary and Hopf, 1985).

Αρχαία κείμενα από πολλούς πολιτισμούς της Ασίας, της Αφρικής και της Ευρώπης αναφέρονται στο κριθάρι ως ένα σημαντικό συστατικών της τροφής. Τα πρώτα υπολείμματα του κριθαριού που μέχρι στιγμής ανακαλύφθηκαν σε αρχαιολογικούς χώρους, χρονολογούνται από περίπου το 8.000 π.Χ., ήταν εκείνοι από τη Bus Mordeh του Ali Kosh, κοντά στο Deh Loran στο Ιράν και Tell Mureyhat στη Συρία. Το άγριο σιτάρι βρέθηκε επίσης σε αυτές τις περιοχές, αν και όπως και σε άλλες τοποθεσίες στη Συρία, την Παλαιστίνη, τη Μεσοποταμία και τη Μικρά Ασία, το κριθάρι ήταν το πιο άφθονο των δύο δημητριακών. Από τα διαθέσιμα στοιχεία, το κριθάρι φαίνεται να έχει καλλιεργηθεί σε μεγάλη κλίμακα από 7.000 – 6.500 π.Χ. στο Janno στην ιρακινή Πιεμόντε, και μεγάλες ποσότητες δίστιχων, από υπολείμματα κριθαριού που έχουν ξεφλουδιστεί έχουν έρθει στο φως στη Beiha, βόρεια της Πέτρας στη νότια Ιορδανία. Τα πρώτα εξάστιχα κριθάρια εμφανίστηκαν στο All Kosh και δύο μέρη της Ανατολίας, στο Hacilar και στο Catal Huyuk, που χρονολογούνται από το 7.000 έως 6.000 π.Χ. (Harlan, 1979).

Η γεωργία εξαπλώθηκε από τη δυτική Ασία, ακολούθησε τη νεολιθική μεταναστεύση στα νότια και δυτικά προς τη Βόρεια Αφρική, βόρεια και δυτικά μέσα από τη Μικρά Ασία προς την Ευρώπη, και τελικά ανατολικά μέχρι την κοιλάδα του Ινδού. Οι αρχαιολόγοι έχουν βρει μια ταμπλέτα αργίλου από τα αρχαία Σουμερία στην Κάτω Μεσοποταμία που τη χρονολογούν από περίπου 2.700 π.Χ. που παρέχει μια συνταγή για ένα κατάπλασμα που περιλαμβάνει αποξηραμένα κονιοποιημένα βότανα και φρούτα που αναμειγνύονται με κριθάρι και λάδι. Οι Σουμεριοί γραφείς περιγράφουν επίσης τη σωστή μέθοδο φύτευσης του κριθαριού (Kramer, 1959). Ομοίως, ένα μικρό κεραμικό κομμάτι με σφηνοειδή γραφή που χρονολογείται από το 1.700 π.Χ. βρέθηκε στο Νιππούρ (Αίγυπτος), που περιγράφει τις συνιστώμενες πρακτικές άρδευσης για την καλλιέργεια κριθαριού και την επιβλαβή επίδραση της πολλής υγρασίας (Kramer, 1959).

Οι βασικές τροφές των Σουμερίων στη διατροφή τους ήταν το κριθάρι, το σιτάρι, το κεχρί, οι φακές, τα όσπρια, τα φασόλια, το κρεμύδι, το σκόρδο, και τα πράσα. Οι Σουμέριοι ήταν επίσης λάτρης των αλκοολούχων ποτών, γι αυτό ανέπτυξαν οκτώ είδη μύρας από κριθάρι, οκτώ από σιτάρι, και τρία από μίγματα δημητριακών (Tannahill, 1988). Ο Perry (1983) αναφέρεται σε μια περίεργη αρχαία συνταγή από τη μεσαιωνική αραβική κουλτούρα που περιλαμβάνει την προσθήκη άζυμου και ανάρτυτου κριθαριού και αφήνονται σε κλειστά δοχεία επιτρέποντάς τα να “σαπίσουν” (ζύμωση) για 40 ημέρες. Η ζύμη στη συνέχεια ξηραίνεται, αλέθεται σε γέυμα, και αναμειγνύονται με αλάτι, μπαχαρικά, αλεύρι σίτου και νερό για να φτιάξει ένα υγρό καρύκευμα που ονομάζεται Murri (όταν αναμειγνύεται με το γάλα, ονομαζόταν kanuith).

Το κριθάρι είναι ένα από τα παλαιότερα καλλιεργούμενα σπόρια δημητριακών και σήμερα κατέχει την τέταρτη θέση (Fedak, 1992; Nevo, 1992) ή πέμπτη των εκτάσεων και καλλιεργειών παραγωγής σε όλο τον κόσμο. Στις Ηνωμένες πολιτείες, η τρέχουσα χρήση του κριθαριού ως τρόφιμο κατατάσσεται με διαφορά στην τρίτη θέση (1,5%) πίσω από τη χρήση ως ζωοτροφή (65%) και σε βύνη για την παραγωγή αλκοόλης (30%). Το 1991, το κριθάρι που χρησιμοποιούνταν ως τροφή στην Ευρωπαϊκή Ένωση (12 χώρες) ήταν ακόμη χαμηλότερο (0,3%) από ό, τι στις Ηνωμένες Πολιτείες. Αντίθετα, κατά την ίδια χρονική περίοδο ως φαγητό το κριθάρι χρησιμοποιούνταν περισσότερο στο Μαρόκο (61%), την Κίνα (62%), την Ινδία (73%), και την Αιθιοπία (79%) (Kern, 1994). Ένα μικρό τμήμα της βύνης κριθής χρησιμοποιείται σε προϊόντα τροφίμων, κυρίως για την ενίσχυση της γεύσης. Η κύρια χρήση της βύνης κριθαριού είναι στην παραγωγή αλκοολούχων ποτών. Ωστόσο, το τρέχον ενδιαφέρον των καταναλωτών για τη διατροφή και την υγεία μπορεί να συμβάλει στην αποκατάσταση της κατάστασης του κριθαριού στην ανθρώπινη διατροφή.

### **1.2.3 Βρώμη**

Η βρώμη είναι το τρίτο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό, μετά το σιτάρι και το κριθάρι. Αρχαιολογικά ευρήματα δείχνουν ότι η βρώμη αρχικά ήταν ζιζάνιο στις καλλιέργειες σιταριού και κριθαριού και όχι καλλιεργούμενο είδος (Murphy and Hoffman, 1992). Η κοινή βρώμη (*Avena sativa*) κατά πάσα πιθανότητα προέρχεται

από την Εγγύς Ανατολή ή τις περιοχές που βρίσκονται λίγο βορειότερα. Η κόκκινη βρώμη (*Avena byzantine*) φαίνεται ότι κατάγεται από τις παραμεσόγειες χώρες και η γυμνοκριθή (*Avena nuda*) από την Κ. και Α. Ασία.

Δεν υπήρχαν ενδείξεις για την καλλιέργεια της βρώμης από τους αρχαίους Αιγύπτιους, Εβραίους, Κινέζους, Έλληνες και Ρωμαίους. Οι αρχαίοι Έλληνες και Λατίνοι συγγραφείς ασχολήθηκαν με την βρώμη ως ζιζάνιο και ως φαρμακευτικό φυτό και όχι ως καλλιεργούμενο. Η βρώμη ως καλλιεργούμενο είδος αναφέρεται στις αρχές της χριστιανικής εποχής (1<sup>ο</sup> αιώνα μ. Χ.) και ίσως λίγο νωρίτερα. Η Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη θεωρούνται ως οι περιοχές προέλευσης της καλλιεργούμενης βρώμης. Την ίδια περίπου εποχή η βρώμη ως κτηνοτροφή άρχισε να καλλιεργείται σε περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου. Στις Η.Π.Α. η καλλιέργεια εισήχθη στα τέλη του 16<sup>ου</sup> αιώνα από τους Ευρωπαίους εποίκους.

Η βρώμη έγινε καλλιέργεια μεγάλης έκτασης γύρω στο 1920, όταν τα μηχανήματα αντικατέστησαν τα άλογα. Οι εκτάσεις της βρώσιμης βρώμης όμως αντικαταστάθηκαν από σόγια που ήταν πιο εμπορεύσιμη. Με την εξέλιξη της γνώσης για την διατροφή η βρώμη αναγνωρίστηκε ως υγιής τροφή στα μέσα της δεκαετίας του '80 κι έτσι έγινε δημοφιλής στην ανθρώπινη διατροφή.

Στην Ελλάδα η βρώμη καλλιεργείται κυρίως στους δυτικούς νομούς της χώρας, όπου έχουμε και την αφθονότερη βροχόπτωση, και οι ποικιλίες της ανήκουν στο είδος *A. byzantina*. Οι χώρες που παράγουν μεγάλες ποσότητες βρώμης είναι οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Γαλλία και η Γερμανία. Το μισό της παγκοσμίου παραγωγής προέρχεται από τις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά.

#### **1.2.4 Τριτικάλε**

Το τριτικάλε ανήκει στα χειμερινά σιτηρά και είναι ένα τεχνητό είδος που δημιουργήθηκε από τον άνθρωπο. Προέκυψε από τη διασταύρωση του σιταριού και της σίκαλης στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Σκοπός της διασταύρωσης ήταν ο συνδυασμός της αντοχής της σίκαλης στις αντίξοες εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις ασθένειες και το δυναμικό υψηλής απόδοσης και καλής ποιότητας του κόκκου του σιταριού. Το κοινό όνομα τριτικάλε (*triticale*) προέρχεται από τη συγχώνευση των ονομάτων των 2 γενών *Triticum* (σιτάρι) και *Secale* (σίκαλη)

[https://www.agromentoris.info/encyclopedia\\_gr.php?alphabet\\_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on](https://www.agromentoris.info/encyclopedia_gr.php?alphabet_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on).

Στη χώρα μας δεν καλλιεργείται για παραγωγή καρπού. Είναι όψιμο είδος, δίνει ψηλή ποσότητα χορτομάζας και σχετικά χαμηλή απόδοση σε σπόρο. Τελευταία, γίνεται προώθησή του κυρίως για κτηνοτροφικούς σκοπούς (σανοποίηση και ενσίρωση)

[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/CD7044D4BA2E65A8C2257DE8003B3A78/\\$file/%CE%9F%CE%BA%202014\\_Diadikasia%20Ensirosis%202014.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/CD7044D4BA2E65A8C2257DE8003B3A78/$file/%CE%9F%CE%BA%202014_Diadikasia%20Ensirosis%202014.pdf?OpenElement)).

## **1.3 Οικονομική Σημασία**

### **1.3.1 Η παγκόσμια παραγωγή**

Το 35% - 40% των καλλιεργούμενων εκτάσεων του πλανήτη καλύπτεται κάθε χρόνο με σιτηρά, 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 χιλιάδες 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 σιταριού. 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 (Πίνακας 1.1).

**Πίνακας 1.1:** Παγκόσμια παραγωγή των σιτηρών κατά το έτος 2014.

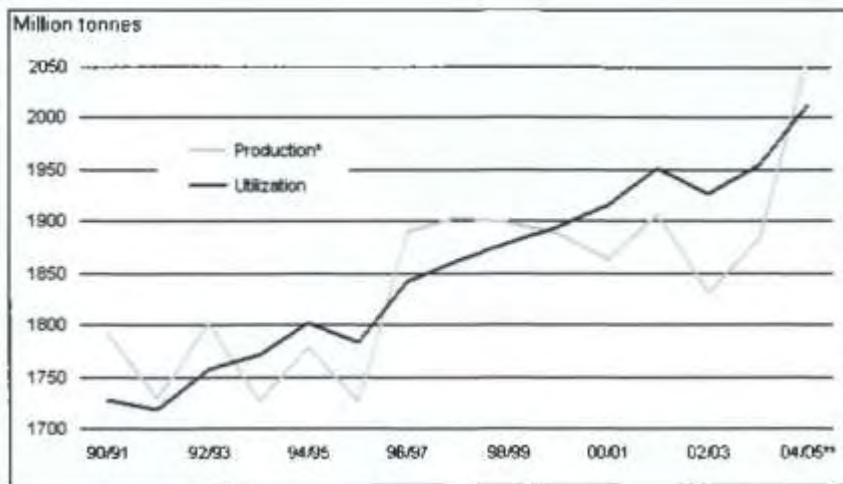
Είδος	Παραγωγή σε εκατομμύρια τη	Μέση απόδοση σε kg/στρ.	Κύρια ήπειρο παραγωγής σε ποσοστό %	Κύρια χώρα παραγωγής σε εκατομμύρια τη
Σιτάρι	729	330	Ασία – 43,3	Κίνα – 126
Ρύζι	741	454	Ασία – 90,1	Κίνα – 206
Αραβόσιτος	1021	557	Αμερική – 51,5	Η.Π.Α – 361
Κριθάρι	144	291	Ευρώπη – 64,8	Ρωσία – 20
Σόργο	68	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

Από τον 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.

Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζει την παγκόσμια παραγωγή και εκμετάλλευση των σιτηρών από το 1990 μέχρι το 2005. Είναι εμφανή η ραγδαία αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής από στο σχεδιάγραμμα.





**Εικόνα 1.1:** Εξέλιξη παγκόσμιας παραγωγής και εκμετάλλευσης σιτηρών από το 1990 έως το 2005.

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

Στην επόμενη εικόνα (Εικόνα 1.2) είναι σημειωμένες στον 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 σιτηρά είναι η Αίγυπτος και η Ευρώπη.



**Εικόνα 1.2:** Ποσοστό εισαγωγής και εξαγωγής σιτηρών ανά γεωγραφική περιοχή σε παγκόσμια κλίμακα.

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

### 1.3.2 Η παραγωγή στην Ελλάδα

Η καλλιεργούμενη ελληνική γη είναι τα 2/5 του συνόλου της. Αυτά, λοιπόν, τα 14 εκατομμύρια στρέμματα συνεισφέρουν το 20% περίπου του ακαθάριστου γεωργικού εθνικού προϊόντος (Γκόγκας, 2005).

Η καλλιεργούμενη έκταση σιτηρών στην Ελλάδα το 2002 ήταν πάνω από 10 εκατομμύρια στρέμματα. Η πορεία της είχε αυξητικό ρυθμό και το 2004 άγγιξε τα 11 εκατομμύρια στρέμματα. Στη συνέχεια ακλούθησε μία φθίνουσα πορεία καταλήγοντας το 2014 κάτω από 10 εκατομμύρια στρέμματα. Ο πίνακας που ακολουθεί (Πίνακας 1.2) παρουσιάζει τις 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 αγγίζοντας τα 2 εκατομμύρια το 2014.

**Πίνακας 1.2:** Εκτάσεις καλλιεργούμενων σιτηρών (στρέμματα) ανά γεωγραφική περιοχή και ανά έτος στην Ελλάδα.

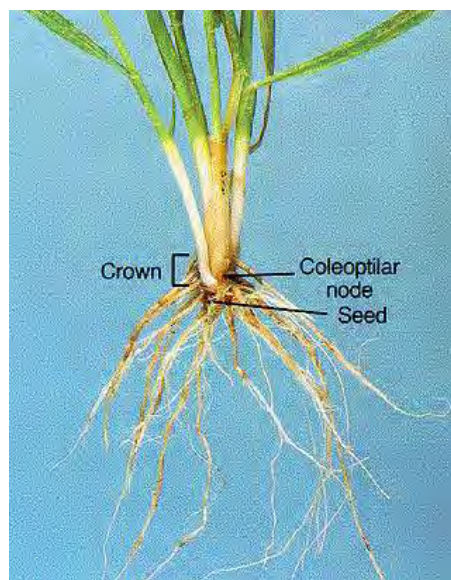
Έτος	2002	2004	2005	2006	2014
Περιοχές					
Ανατολική Μακεδονία	1.838.562	1.933.780	1.935.499	1.827.072	1.371.017
Κεντρική Μακεδονία	3.165.868	3.392.080	3.355.778	3.279.489	3.263.532
Δυτική Μακεδονία	1.515.170	1.603.424	1.467.780	1.472.149	1.228.496
Θεσσαλία	1.278.994	1.411.061	1.415.089	1.369.495	2.021.842
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: <http://www.statistics.gr/>

## 1.4 Βοτανικά Χαρακτηριστικά

### 1.4.1 Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα των σιτηρών είναι θυσσανώδες (Εικόνα 1.3). Αποτελείται από δύο κατηγορίες ριζών τις εμβρυακές και τις μόνιμες ή δευτερογενείς. Κατά το φύτευμα βγαίνουν οι εμβρυακές ρίζες 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 1.3:** Ριζικό Σύστημα Σιτηρών

Οι εμβρυακές ρίζες ποικίλλουν σε αριθμό από 3 έως 8 ανάλογα με το είδος του σιτηρού. Μορφολογικά είναι λεπτές, με ομοιόμορφη διάμετρο και άφθονες πλευρικές διακλαδώσεις. Παρόλοο αυτά 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 πολύ περισσότερες σε αριθμό από τις εμβρυακές ενώ μορφολογικά είναι παχύτερες και ισχυρότερες. Αρχικά αναπτύσσονται σχεδόν οριζοντίως και στη συνέχεια στρέφονται προς τα κάτω. Οι περισσότερες ρίζες

φθάνουν σε βάθος 30 έως 50 cm, μπορούν όμως να διεισδύσουν μέχρι και 2 m. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση και το βάθος του ριζικού συστήματος είναι:

- η δομή του εδάφους
- η γονιμότητα του εδάφους
- η θερμοκρασία του εδάφους
- η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους
- η πυκνότητα των φυτών
- η ύπαρξη ζιζανίων
- το είδος
- η ποικιλία του σιτηρού.

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 ενώ ακολουθεί το σιτάρι. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος περιορίζεται την περίοδο της άνθησης.

#### **1.4.2 Στέλεχος**

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 (Εικόνα 1.4). Ο ρόλος των γονάτων αυτών είναι πολύ σημαντικός καθώς βοηθούν στη διατήρηση της όρθιας θέσης των φυτών και στην επαναπόκτηση αυτής της θέσης αν τη χάσουν μετά από πλάγιασμα. Το ύψος του στελέχους των χειμερινών σιτηρών κυμαίνεται, στα διάφορα είδη και ποικιλίες, 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 1.4:** Στέλεχος σιτηρών

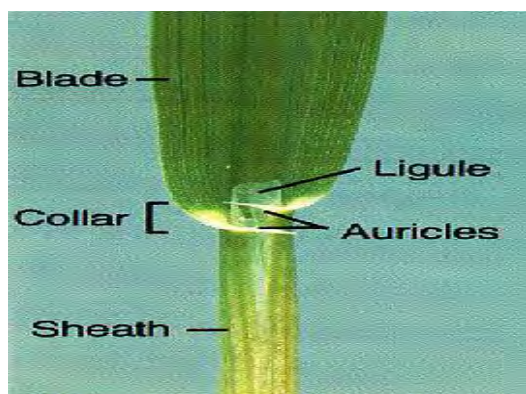
### 1.4.3 Φύλλα

Τα φύλλα των σιτηρών αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήματα 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 (αδέρφι). 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. Στο σιτάρι και τη βρώμη τα πιο πολλά στομάτια βρίσκονται στην πάνω επιφάνεια 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. Ο χρωματισμός όμως επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η εδαφική υγρασία ενώ η ένταση του πράσινου χρώματος από την γονιμότητα του εδάφους και κυρίως από την περιεκτικότητα σε άζωτο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στο σημείο που ενώνεται το έλασμα του φύλλου με τον κολεό διακρίνονται δύο εξαρτήματα, το γλωσσίδιο και τα ωτίδια (Εικόνα 1.5). Το γλωσσίδιο είναι μία μεμβρανώδης εκβλάστηση με όρθια έκφυση, χωρίς χρώμα. Τα ωτίδια είναι μεμβρανώδεις προεκτάσεις του ελάσματος του φύλλου, περιβάλλουν το στέλεχος ολικώς ή μερικώς και μπορεί να έχουν διάφορες αποχρώσεις, από πράσινο μέχρι ερυθρό και σε ορισμένες περιπτώσεις όταν το φυτό ωριμάζει, παίρνουν χρώμα λευκό. Τα ωτίδια μπορεί να φέρουν ή όχι χνούδι. Το μέγεθος και η μορφή του γλωσσιδίου και των ωτιδίων αποτελούν χρήσιμα χαρακτηριστικά για τη διάκριση των χειμερινών σιτηρών σε νεαρή ηλικία. Έτσι για παράδειγμα η βρώμη έχει μεγάλο γλωσσίδιο και καθόλου ωτίδια, ενώ το κριθάρι έχει πολύ μεγάλα ωτίδια που περιβάλλουν ολόκληρο το καλάμι και προεξέχουν και μέτριο γλωσσίδιο. Το σιτάρι έχει μέτρια ωτίδια και μέτριο γλωσσίδιο, ενώ η σίκαλη έχει τα μικρότερα ωτίδια από όλα τα χειμερινά σιτηρά (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



**Εικόνα 1.5:** 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 ποικίλλει συνήθως από 5-10. Το μικρότερο φύλλο συνήθως είναι το τελευταίο που λέγεται φύλλο-σημαία και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον εφοδιασμό του κόκκου με προϊόντα φωτοσύνθεσης. Αρχικά τα φύλλα έχουν σχεδόν κατακόρυφη διεύθυνση αλλά αργότερα σχηματίζουν γωνία με το βλαστό, το μέγεθος της οποίας είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας του σιτηρού (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κυρίως στις ποικιλίες που σπέρνονται το φθινόπωρο, τα μεσογονάτια διαστήματα είναι πολύ μικρά και τα φύλλα εμφανίζονται σαν μία τούφα πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Με τη μορφή αυτή τα φυτά περνούν τη διάρκεια του χειμώνα και τα φύλλα προστατεύουν το αρχέφυτρο από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Με την αύξηση της θερμοκρασίας την άνοιξη, επιμηκύνονται τα μεσογονάτια διαστήματα και τα φυτά παίρνουν ύψος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

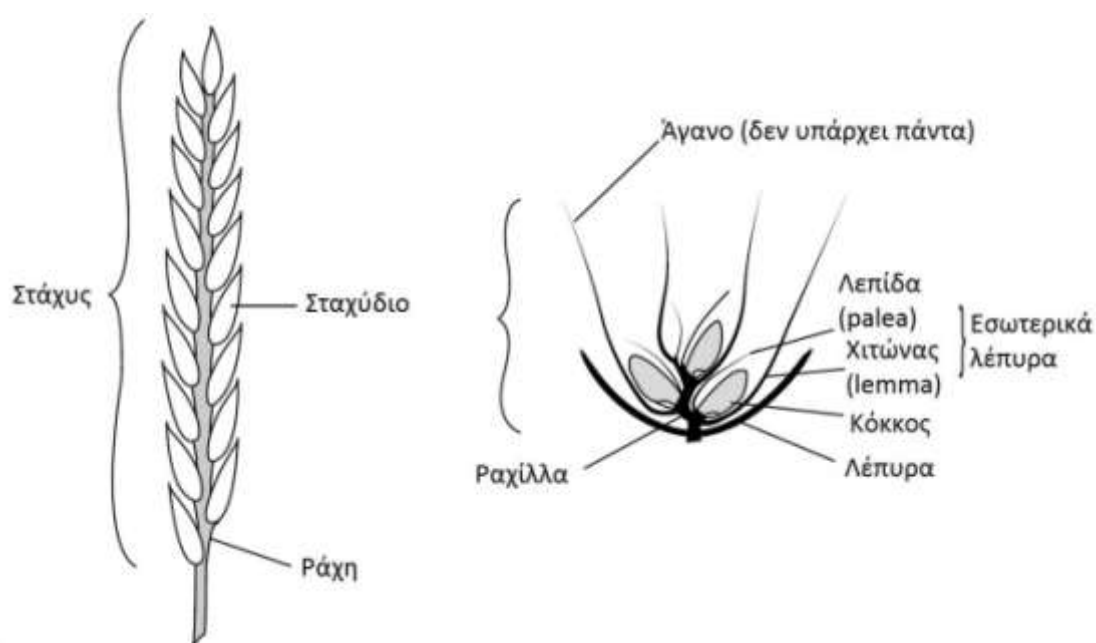
#### **1.4.4 Άνθη και Ταξιανθίες**

Τα σιτηρά σχηματίζουν δύο ειδών ταξιανθίες: στάχυ 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, της κριθής και του τριτικάλε είναι σύνθετος στάχυς ενώ της βρώμης είναι φόβη (Δαναλάτος, 2005).

Στην περίπτωση της ταξιανθίας στάχους τα άνθη είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στην ράχη με ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο. Σε αντίθεση, στην ταξιανθία φόβη από τον κύριο άξονα σχηματίζονται διακλαδώσεις και υποδιακλαδώσεις πάνω στις οποίες βρίσκονται τα σταχύδια (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).

Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δυο βράκτια φύλλα, τα λέπυρα (Δαναλάτος, 2005), που λέγονται εξωτερικά λέπυρα για να διακρίνονται από τα άλλα δύο που περιβάλλουν κάθε άνθος και λέγονται εσωτερικά (Εικόνα 1.6). Τα εξωτερικά λέπυρα καταλήγουν σε μία μύτη, την ακίδα. Από τα εσωτερικά λέπυρα εκείνο που αντιστοιχεί στη ράχη του κόκκου λέγεται χιτώνας και το άλλο (στην κοιλιά του κόκκου) λέγεται λεπίδα. Ο χιτώνας μπορεί να προεκτείνεται στο άκρο του και να σχηματίζει το άγανο. Η ύπαρξη ή όχι αγάνου, το μήκος, το χρώμα, η υφή και λοιπά χαρακτηριστικά του, χρησιμεύουν για την ταξινόμηση των ποικιλιών (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



**Εικόνα 1.6:** Ανατομία σταχύδιου

Υπάρχουν ποικιλίες αγανοφόρες, μη αγανοφόρες και ενδιάμεσες. Η παρουσία ή μη των αγάνων εξαρτάται από το κλίμα καθώς οι ποικιλίες που φέρουν άγανα απαντώνται κυρίως στα ξηρότερα και θερμότερα κλίματα, ενώ στα περισσότερο εύκρατα κλίματα επικρατούν κυρίως ποικιλίες χωρίς άγανα. Ο ρόλος των αγάνων αποδίδεται: α) στην επάκρια θέση τους στο φυτό (σκιάζονται ελάχιστα), β) στο στενό σύνδεσμο με τους καρπούς μέσω των ηθμαγγειωδών δεσμίδων τους, γ) στην υψηλή φωτοσυνθετική τους δραστηριότητα ακριβώς κατά το χρόνο του γεμίσματος (από τα νεώτερα όργανα του φυτού), και δ) στην ξηρομορφική προσαρμογή τους (έλλειψη ελάσματος). Παράλληλα τα άγανα προστατεύουν τους στάχεις από προσβολές πουλιών (Δαναλάτος, 2005).



Σε κάθε άνθος, μέσα στα εσωτερικά λέπυρα, περικλείονται τρεις στήμονες, ο ύπερος και δύο γλωχίνες (μικρά λεπιοειδή κατασκευάσματα) στη βάση της ωοθήκης. Ο ύπερος αποτελείται από μονόχωρη ωοθήκη και δύο στύλους (ενωμένους) με πτεροειδές στίγμα. Οι ανθήρες στηρίζονται σε λεπτά νήματα των οποίων η επιμήκυνση είναι ταχύτατη την περίοδο της άνθησης. Οι κόκκοι της γύρης είναι λεπτοί και παράγονται σε μεγάλη αφθονία. Τόσο το σιτάρι όσο και το κριθάρι, η βρώμη και το τριτικάλε είναι αυτογονιμοποιούμενα φυτά (παρατηρείται ποσοστό 1-4% σταυρογονιμοποίησης ανάλογα με τις ποικιλίες και τις κλιματολογικές συνθήκες) (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

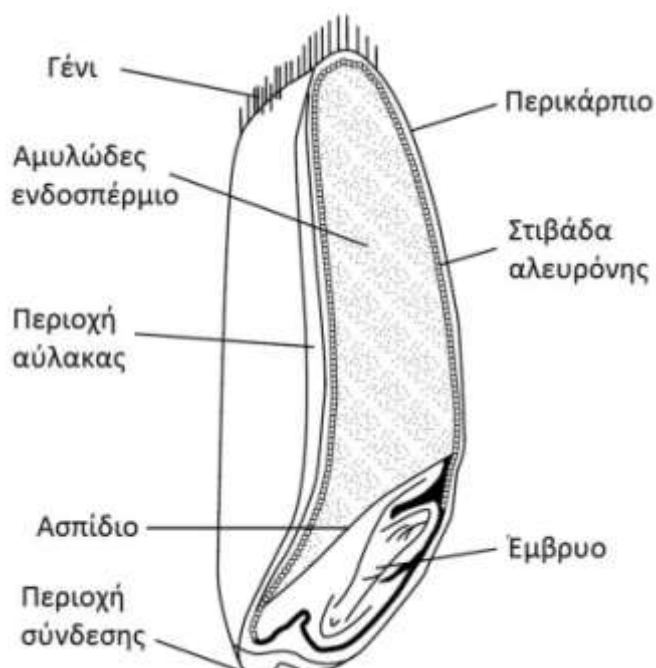
### **1.4.5 Καρπός**

Ο καρπός των σιτηρών είναι καρύωση. Το περίβλημα του σπόρου είναι ενωμένο σταθερά και σε ολόκληρη την έκτασή του με την εσωτερική πλευρά του περικαρπίου, κι έτσι ο καρπός και ο σπόρος αποτελούν μια μονάδα, τον κόκκο. Το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί είναι ο γενότυπος, η θέση τους στο στάχυ ή το σταχύδιο και η ποσότητα του αποθηκευμένου ενδοσπερμίου (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στον κόκκο του κριθαριού και της βρώμης (εκτός από τις γυμνές ποικιλίες) το περικάρπιο είναι ενωμένο εντελώς με τα δύο εσωτερικά λέπυρα, τα οποία δεν απομακρύνονται με τον αλωνισμό. Σε ορισμένα είδη σιταριού όπως για παράδειγμα στο *Triticum spelta* δεν γίνεται προσκόλληση. Απλώς τα λέπυρα και μετά τον αλωνισμό εξακολουθούν να μένουν ενωμένα σφιχτά μεταξύ τους, ώστε για την απομάκρυνσή τους να χρειάζονται ειδικά μηχανήματα (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Ο κόκκος αποτελείται από 4 μέρη. Τα μέρη αυτά είναι το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο (Εικόνα 1.6). Η διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωοθήκης δημιουργεί στρώματα κυττάρων από τα οποία αποτελείται το περικάρπιο. Το περίβλημα του σπόρου βρίσκεται κάτω από το περικάρπιο, αποτελείται από ημιπερατό λεπτό στρώμα κυττάρων, το οποίο προέρχεται από τη διαφοροποίηση των χιτώνων της σπερματικής βλάστης και περιβάλλει πλήρως το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. Στα κύτταρα του περιβλήματος

του σπόρου μπορούν να υπάρχουν χρωστικές, οι οποίες δίνουν χρώμα στον κόκκο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



**Εικόνα 1.6:** Κατά μήκος τομή κόκκου σιταριού

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. Το ασπίδιο περιέχει αποθησαυριστικές ουσίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται από το έμβρυο κατά τη βλάστηση του σπόρου. Κυρίως όμως ο ρόλος του κατά τη διάρκεια της βλάστησης είναι η έκκριση ορμονικού μηνύματος στο στρώμα της αλευρόνης, η έκκριση υδρολυτικών ενζύμων και ο έλεγχος της μετακίνησης των αποθηκευμένων στο ενδοσπέρμιο θρεπτικών συστατικών προς το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Ο εμβρυακός άξονας φέρει στο κατώτερο άκρο του την πρωτογενή ρίζα και τις καταβολές των εμβρυακών ριζών. Η πρωτογενής ρίζα περιβάλλεται από μία προστατευτική κατασκευή, την κολεόρριζα. Στο ανώτερο άκρο του βλαστικού άξονα βρίσκεται το βλαστίδιο το οποίο έχει κωνική μορφή και καλύπτεται από το κολεόπτιλο, το οποίο θεωρείται ως ένα τροποποιημένο φύλλο. Το κολεόπτιλο συνήθως περικλείει 2-3 εμβρυακά φύλλα, τον άξονα του βλαστού και έναν οφθαλμό. Το έμβρυο περιέχει κυρίως λάδι και πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητά του σε άμυλο είναι μικρή. Επειδή το λάδι ταγγίζει, συνήθως το έμβρυο απομακρύνεται από το ενδοσπέρμιο πριν την άλεση του κόκκου για την παραγωγή αλευριού (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

## **1.5 Αύξηση και Ανάπτυξη**

Η ανάπτυξη των σιτηρών από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, καθορίζεται από μια αλληλουχία φαινολογικών γεγονότων. Τα γεγονότα αυτά ελέγχονται από το περιβάλλον και προκαλούν αλλαγές στη μορφολογία και στη λειτουργία ή μόνον στη λειτουργία ορισμένων οργάνων. 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 και συμπληρώνει 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 και το φύτρωμα
- η ανάπτυξη του νεαρού φυταρίου (ανάπτυξη των φύλλων)
- το αδελφωμα
- η επιμήκυνση του στελέχους (καλάμωμα)
- η διόγκωση - έκπτυξη της ταξιανθίας- άνθηση
- η ανάπτυξη (γέμισμα) του κόκκου

Τα στάδια ανάπτυξης αποτελούν σημαντική πηγή γνώσης καθώς βάση αυτών γίνεται ο καθορισμός του κατάλληλου χρόνου εκτέλεσης των διαφόρων καλλιεργητικών εργασιών όπως επιφανειακή λίπανση με N, εφαρμογή μυκητοκτόνων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων. Επίσης, η αναγνώριση των σταδίων ανάπτυξης είναι χρήσιμη σε φυσιολογικές μελέτες για να καθοριστούν τα κριτικά στάδια του βιολογικού κύκλου στα οποία τα φυτά είναι ευαίσθητα στους διάφορους παράγοντες του περιβάλλοντος, με σκοπό τα αποτελέσματα των μελετών αυτών να λαμβάνονται υπόψη στα βελτιωτικά προγράμματα (Παπακώστα – Τασιοπούλου, 2012).

### **1.5.1 Λήθαργος**

Στους σπόρους ορισμένων ποικιλιών σιτηρών παρουσιάζεται το φαινόμενο του λήθαργου, 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).

Εκτός από τον ‘κύριο’ λήθαργο σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζεται και δευτερογενής. Πιο 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 φύτρωμα, εμφανίζουν δευτερογενή λήθαργο. Αυτό το φαινόμενο είναι πιο έντονο στους σπόρους βρώμης οι οποίοι αποκτούν λήθαργο σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τις μέγιστες θερμοκρασίες φυτρώματος (Taiz and Zeiger, 2002).

Τα αίτια του ληθάργου δεν είναι πλήρως αποσαφηνισμένα. 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 αναστολές μπορεί να σχετίζονται με παράγοντες του σπόρου (π.χ. παρουσία αμπισισσικού 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).

### **1.5.2 Φύτρωμα και Βλάστηση**

Ο καθορισμός του καταλληλότερου χρόνου σποράς επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες κατά το χειμώνα, από τον τύπο του εδάφους και από την ποικιλία (Καραμάνος, 1992). Τα σιτηρά παρουσιάζουν υπόγειο φύτρωμα, δηλαδή οι

σπόροι κατά το φύτευμα παραμένουν στο έδαφος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στην αρχή της βλάστησης επιμηκύνεται η κολεόριζα, σχίζεται το περικάρπιο και η κολεόριζα βγαίνει έξω από το σπόρο. Μία ημέρα αργότερα από την άκρη της κολεόριζας εμφανίζεται η πρώτη εμβρυακή ρίζα και κατόπιν οι υπόλοιπες εμβρυακές. Παράλληλα, η κολεοπτίλη επιμηκύνεται, περνά μέσα από το περίβλημα του κόκκου, το οποίο σχίζει και εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους με σωληνοειδή μορφή. Στη συνέχεια μέσα από την κολεοπτίλη βγαίνει το πρώτο φύλλο. Όταν ο σπόρος σπέρνεται βαθιά, το μεσογονάτιο διάστημα της κολεοπτίλης επιμηκύνεται και δημιουργείται ένας ριζωματώδης βλαστός κάτω από την επιφάνεια του εδάφους που λέγεται μεσοκοτύλιο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Η αρχική ανάπτυξη του εμβρύου στηρίζεται σε θρεπτικές ουσίες που έχουν αποθηκευθεί κυρίως στο ενδοσπέρμιο, αλλά μικρές ποσότητες ζαχάρων βρίσκονται συγκεντρωμένες και στο έμβρυο. Με την έναρξη της διαδικασίας της βλάστησης αρχίζει η αποικοδόμηση των αποθησαυριστικών ουσιών. Το άμυλο με την βοήθεια των αμυλασών διασπάται σε ζάχαρα, τα λίπη με τις λιπάσες σε λιπαρά οξέα και οι πρωτεΐνες με τις πεπτιδάσες σε αμινοξέα. Τα προϊόντα αυτά υδρόλυσης στη συνέχεια μέσω ειδικών αγωγών ιστών του ασπιδίου μεταφέρονται στο έμβρυο. Η δραστηριότητα των υδρολυτικών ενζύμων ρυθμίζεται από το έμβρυο κυρίως μέσω των γιββερελλινών. Αυτές παράγονται στο έμβρυο και στη συνέχεια μεταφέρονται στα στρώματα της αλευρόνης (Varner and Chandra, 1964). Τα νεαρά φυτά αρχίζουν να φωτοσυνθέτουν και συνεπώς παύουν να εξαρτώνται από τις αποθηκευμένες ουσίες, συνήθως 10 ημέρες από την έναρξη του φυτρώματος (Filner and Varner, 1967). Η αναπνοή των κυττάρων, που είναι έντονη κατά τη διάρκεια του φυτρώματος, παρέχει την ενέργεια για την ανάπτυξη του νεαρού φυταρίου.

Η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους καθορίζουν την έναρξη της βλάστησης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Οι σπόροι για να φυτρώσουν πρέπει να απορροφήσουν υγρασία ίση με το 30-45% του ξηρού τους βάρους, ανάλογα με το είδος. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος, ο γενότυπος και η ηλικία του σπόρου καθορίζουν την ελάχιστη, άριστη και ανώτερη θερμοκρασία για τη βλάστηση. Για παράδειγμα η απαιτούμενη ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτευμα βρέθηκε μικρότερη σε συνθήκες περιορισμένης υγρασίας του εδάφους (Dejong, 1979).

Απαιτούνται δε περισσότερες θερμομονάδες όταν η υγρασία του εδάφους είναι περιορισμένη και η σπορά έγινε σε μεγάλο βάθος. Σαν ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος των χειμερινών σιτηρών θεωρούνται οι 4°C και σαν άριστη οι 22-25°C. Σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 35°C η βλάστηση γίνεται ακανόνιστα ή αναστέλλεται (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Η υγιεινή κατάσταση, η ακεραιότητα των κόκκων και το μέγεθός τους επηρεάζουν τη βλαστική ικανότητα και την ευρωστία των νεαρών φυταρίων. Οι μη ώριμοι σπόροι έχουν μικρότερη βλαστική ικανότητα, προσβάλλονται περισσότερο από μυκητολογικές ασθένειες και δίνουν λιγότερο εύρωστα φυτά σε σχέση με τους ώριμους. Οι πολύ μικροί κόκκοι δίνουν καχεκτικά φυτά τα οποία πολλές φορές δεν μπορούν να επιζήσουν. Το βάθος σποράς επηρεάζει το χρόνο που απαιτείται για το φύτευμα. Όσο βαθύτερα σπέρνεται ο σπόρος τόσο περισσότερο αργεί να φυτρώσει. Εάν σπαρθεί πολύ βαθιά το νεαρό φυτάριο μπορεί να μην βγει στην επιφάνεια του εδάφους γιατί θα έχουν εξαντληθεί οι αποθησαυριστικές ουσίες του σπόρου. Σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εδάφους η κολεοπτίλη εμφανίζεται 4-5 ημέρες μετά τη σπορά. Σε αντίξοες συνθήκες απαιτούνται περισσότερες ημέρες. Ορισμένες φορές, όταν η σπορά γίνει καθυστερημένα το φθινόπωρο και οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, το φύτευμα αναστέλλεται για την άνοιξη. Οι κόκκοι μπορούν να παραμείνουν στο έδαφος χωρίς να χάσουν τη ζωτικότητά τους, όταν η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους είναι χαμηλότερες από τις απαιτούμενες για τη βλάστηση (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

### **1.5.3 Πρώτη ανάπτυξη (Ανάπτυξη ριζών και φύλλων)**

Ο συνδυασμός της επιμήκυνσης του κολεόπτιλου και του μεσοκοτύλιου έχει σαν αποτέλεσμα την έξοδο των φυταρίων από την επιφάνεια του εδάφους. Το κολεόπτιλο επίσης υποβοηθά στο σπάσιμο της εδαφικής κρούστας. Με την εμφάνιση του κολεόπτιλου στην επιφάνεια του εδάφους αρχίζει η έκπτυξη των φύλλων. Την εμφάνιση των πρώτων φύλλων ακολουθεί η ανάπτυξη των αδελφιών και του μόνιμου ριζικού συστήματος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

### **1.5.3.1 Διαφοροποίηση και Ανάπτυξη φύλλων**

Όπως αναφέρθηκε, το έμβρυο περιέχει εμβρυακά φύλλα. Μετά τη βλάστηση του σπόρου στο βλαστικό άξονα αρχίζει η διαφοροποίηση και άλλων φύλλων ο αριθμός των οποίων κυμαίνεται από 7-15. Ο τελικός όμως αριθμός φύλλων που θα έχει το φυτό επηρεάζεται από το γενότυπο, τη θερμοκρασία, την ένταση του φωτός και τη θρεπτική κατάσταση του φυτού και εξαρτάται από την ιεραρχία των βλαστών στο φυτό με τον κύριο βλαστό να παράγει τα περισσότερα φύλλα σε σχέση με τους βλαστούς των αδελφιών (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Ο ρυθμός εμφάνισης των φύλλων επηρεάζεται από το γενότυπο και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (McMaster, 1997; Miralles and Slafer, 1999). Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έδειξαν ότι υπάρχει μικρή ή καθόλου σχέση μεταξύ του ρυθμού εμφάνισης των φύλλων και της διάρκειας του βιολογικού κύκλου, των γονιδίων νανισμού ή του απαιτούμενου βαθμού εαρινοποίησης. Από τις συνθήκες του περιβάλλοντος τη μεγαλύτερη επίδραση ασκούν η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος και άλλοι όμως παράγοντες όπως τα θρεπτικά στοιχεία, η υγρασία και η αλατότητα του εδάφους, η ένταση και η ποιότητα του φωτός, το CO<sub>2</sub>, η εαρινοποίηση, το μέγεθος του σπόρου, το βάθος σποράς, η συνεκτικότητα του εδάφους, μπορούν να έχουν κάποιο ρόλο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Το μέγεθος των ώριμων φύλλων εξαρτάται από τη θέση τους επάνω στο καλάμι σε αντίθεση με το μέγεθος των ελασμάτων διαδοχικών φύλλων το οποίο συνήθως αυξάνει. Εξαίρεση αποτελεί το φύλλο σημαία, το οποίο τυπικά είναι μικρότερο από το προτελευταίο φύλλο. Το πλάτος και το πάχος των φύλλων είναι δυνατόν να αυξάνει με την ένταση του φωτός και τη θερμοκρασία, ενώ αναλόγως το μήκος μειώνεται. Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ανά βλαστό εμφανίζεται περίπου την περίοδο που το φύλλο σημαία έχει πλήρως αναπτυχθεί, λίγο πριν την έκπτυξη της ταξιανθίας (Simmons, 1987).

### **1.5.3.2 Ανάπτυξη ριζών**

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (μέχρι την εμφάνιση των 4ου και 5ου φύλλου) επικρατούν οι εμβρυακές ρίζες, ενώ η συμβολή των μόνιμων ριζών αυξάνει βαθμιαία (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

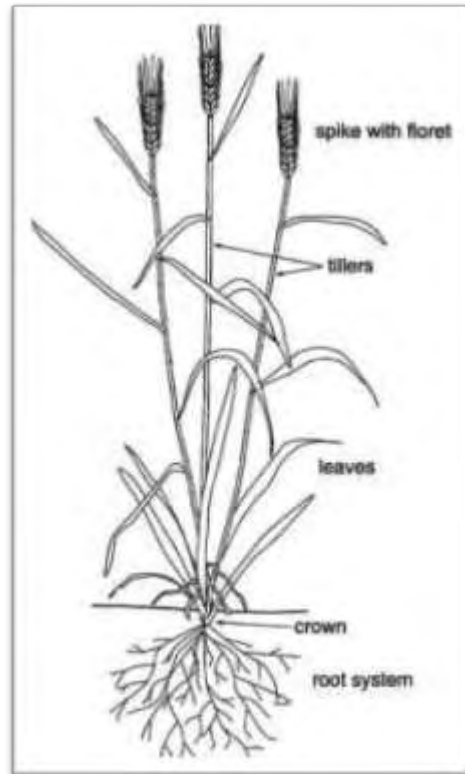


Οι μόνιμες ρίζες που έχουν την προέλευσή τους στον κεντρικό βλαστό αρχίζουν να εμφανίζονται περίπου με την έκπτυξη του πρώτου αδελφίου. Το πρώτο ζεύγος μόνιμων ριζών βγαίνει από τον κόμβο (σταυρό) του κυρίου στελέχους που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και ένα δεύτερο ζεύγος από το δεύτερο κόμβο. Μετέπειτα από κόμβους που βρίσκονται λίγο κάτω ή λίγο πάνω από την επιφάνεια του εδάφους σχηματίζονται και άλλες ρίζες. Οι ρίζες των αδελφιών γενικά αρχίζουν να αναπτύσσονται αφού το αδελφι σχηματίσει 3 φύλλα. Σε αντίθεση με τον κύριο βλαστό, τα αδελφια στην αρχή σχηματίζουν μόνο μία μόνιμη ρίζα. Οι μόνιμες ρίζες είναι πιο χονδρές, σκληρότερες και πιο δυνατές από τις εμβρυακές. Στην αρχή αναπτύσσονται οριζόντια και κατόπιν στρέφονται προς τα κάτω και εισχωρούν στο έδαφος. Οι ρίζες αποκτούν το μεγαλύτερο βάρος περίπου την περίοδο του ξεσταχιάσματος και στη συνέχεια το βάρος τους μειώνεται. Η μείωση του βάρους κυρίως οφείλεται στο θάνατο και την αποσύνθεση ορισμένων τμημάτων και ίσως και στη μετακίνηση θρεπτικών ουσιών προς το στάχυ. Έλλειψη P και K μειώνει το μέγεθος του ριζικού συστήματος. Αναερόβιες συνθήκες, υψηλή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και ξηρό έδαφος δεν ευνοούν την ανάπτυξη των ριζών. Παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των γενοτύπων στο μήκος και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Δεν βρέθηκε σχέση ανάμεσα στη μορφή και την έκταση του ριζικού συστήματος και στο ύψος των φυτών. Ημιάνεσ ποικιλίες σιταριού, οι οποίες δημιουργήθηκαν για περιοχές με περιορισμένη υγρασία έχουν την ικανότητα να εκτείνουν το ριζικό τους σύστημα σε μεγάλο βάθος (Simmons, 1987).

#### **1.5.4 Αδέλφωμα**

Αδέλφωμα είναι η δυνατότητα των σιτηρών να σχηματίζουν πολλούς βλαστούς, τα αδελφια (Εικόνα 1.7), από οφθαλμούς οι οποίοι βρίσκονται στα γόνατα του στελέχους λίγο πιο κάτω ή ακριβώς πάνω στην επιφάνεια του εδάφους (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Η ανάπτυξη των οφθαλμών που θα δώσουν αδελφια ρυθμίζεται από την ισορροπία των ορμονών στο φυτό (Sharif and Dale, 1980).

Μετά από 10 έως 15 μέρες μετά τη σπορά, ο ακραίος οφθαλμός φτάνει κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Τότε σχηματίζονται γρήγορα πολλοί πλευρικοί οφθαλμοί στις μασχάλες των φύλλων που είναι ακόμα υποτυπώδη. Από αυτούς τους οφθαλμούς εκφύονται καινούρια δευτερεύοντα στελέχη, τα οποία αναπτύσσουν δικό τους ριζικό σύστημα και ονομάζονται αδελφία. Η έκπτυξη τους διαρκεί 30-40 μέρες. Αποκτούν μικρότερο αριθμό φύλλων από τον κύριο βλαστό, οπότε η άνθηση της ταξιανθίας των αδελφιών συγχρονίζεται με εκείνη του κύριου βλαστού (Gallagher et al, 1976). Στις χειμωνιάτικες



**Εικόνα 1.7:** Αδέλφωμα

ποικιλίες σιτηρών ο σχηματισμός αδελφιών αρχίζει το φθινόπωρο και κατά το χειμώνα αναστέλλεται για να ανακτήσει τον κανονικό του ρυθμό την άνοιξη (Φολίνας, 1990).

Ο αριθμός των αδελφιών που παράγεται από ένα φυτό επηρεάζεται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες σημαντικότερο ρόλο παίζουν:

- ο φωτισμός
- η πυκνότητα
- το βάθος της σποράς
- η γονιμότητα του εδάφους
- η πρωιμότητα της σποράς
- η επάρκεια υγρασίας
- η κατάλληλη θερμοκρασία (14-18 °C θεωρείται ιδανική θερμοκρασία)
- η αζωτούχος λίπανση

Ο αριθμός των αδελφιών, εκτός από την περίπτωση που τα αδελφία σχηματίζονται πολύ όψιμα, παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την απόδοση (Φολίνας, 1990).

Τα νέα στελέχη αρχικά εξαρτώνται αποκλειστικά από το κεντρικό φυτό και γίνονται ανεξάρτητα μόνον όταν αναπτύξουν τρία φύλλα και αρχίζουν να αποκτούν δικό τους ριζικό σύστημα. Τα αδέρφια συνήθως σχηματίζουν λιγότερα φύλλα από τον κύριο βλαστό, οπότε η άνθηση της ταξιανθίας των αδελφιών συγχρονίζεται σχετικά με εκείνη του κυρίου βλαστού (Gallagher et al, 1976). Επίσης, τα αδέρφια έχουν μικρότερες ταξιανθίες σε σχέση με το κεντρικό φυτό και παράγουν λιγότερους κόκκους ανά ταξιανθία, οι δε κόκκοι έχουν μικρότερο βάρος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα και αρχή της άνοιξης τα μεσογονάτια διαστήματα είναι πολύ κοντά, οπότε τα φύλλα από τον κύριο βλαστό και τα αδέρφια σχηματίζουν μία τούφα φύλλων πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Διακρίνονται τρεις μορφές πρώτης ανάπτυξης των φυτών ανάλογα με την γωνία που σχηματίζουν οι βλαστοί των αδελφιών με το έδαφος:

- όρθια
- έρπουσα
- ημέρπουσα.

Στα χειμερινά σιτηρά λίγα αδέρφια μπορούν να σχηματισθούν κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου ή του χειμώνα, εάν δεν επικρατήσουν χαμηλές θερμοκρασίες. Το αδελφωμα ευνοείται σε βραχυήμερες συνθήκες, μεγάλη ηλιοφάνεια, πρώιμη σπορά, γόνιμα εδάφη με επάρκεια N, υγρασίας και καλές φυσικές συνθήκες, αραιή σπορά και μεγάλους σπόρους. Χαμηλές θερμοκρασίες που περιορίζουν την ανάπτυξη των φυτών και επιτρέπουν στο φως να φθάσει στη βάση των φυτών, ευνοούν το αδελφωμα. Τα σιτηρά που σπέρνονται το φθινόπωρο έχουν μεγάλη ικανότητα αδελφώματος, καθόσον αυτό αρχίζει το φθινόπωρο και επεκτείνεται μέχρι την άνοιξη. Αντίθετα με ανοιζιάτικη σπορά, οι υψηλές θερμοκρασίες περιορίζουν την περίοδο βλαστικής ανάπτυξης και έτσι σχηματίζονται λίγα αδέρφια. Οι όψιμες ποικιλίες σχηματίζουν περισσότερα αδέρφια από τις πρώιμες. Διαφορές ως προς τον βαθμό αδελφώματος παρατηρούνται μεταξύ των ειδών των χειμερινών σιτηρών και μεταξύ των ποικιλιών του ίδιου είδους. Η βρώμη για παράδειγμα αδελφώνει περισσότερο από όλα τα σιτηρά. Φυτά μεμονωμένα, χωρίς ανταγωνισμό ή σε αραιή σπορά μπορούν να παράγουν από 10-50 αδέρφια και σε

ειδικές συνθήκες πάνω από 150. Σε πυκνή φύτευση ο αριθμός είναι πολύ μικρότερος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στο σιτάρι, στις συνήθειες συνθήκες καλλιέργειας (πυκνότητα φυτοκοινότητας), στάχεις σχηματίζουν συνήθως ο κύριος βλαστός και τα αδέρφια που σχηματίζονται νωρίς (όταν το φυτό έχει 4-6 φύλλα) (Kirby, 1983). Τελικά σε κάθε φυτό έχουμε 1-3 παραγωγικά αδέρφια. Στα χειμερινά σιτηρά τα αδέρφια συμβάλλουν θετικά στην παραγωγή. Γενότυποι χωρίς αδέρφια υστερούν σε απόδοση. Για τις καρποδοτικές καλλιέργειες, επιθυμητά είναι 2-3 καλοαναπτυγμένα αδέρφια, ενώ για τις σανοδοτικές, μεγάλος αριθμός αδελφιών, τα οποία αυξάνουν την παραγωγή χόρτου (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Η ικανότητα των φυτών να παράγουν αδέρφια έχει μεγάλη πρακτική σημασία. Σε περίπτωση αραιού φυτρώματος, καταστροφής του κεντρικού φυτού από παγωνιά, προσβολές από έντομα και ασθένειες, η παραγωγή αντισταθμίζεται από την παραγωγή των αδελφιών. Επίσης, γίνεται οικονομία σπόρων σποράς, καθόσον σε αραιότερη σπορά παράγονται περισσότερα αδέρφια (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Σε γενικές γραμμές, το κανονικό αδελφωμα έχει μεγάλη σημασία για δύο λόγους:

1. Γιατί με το αδελφωμα μπορούν να αντισταθμιστούν 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.
2. Γιατί με το αδελφωμα αυξάνεται η στρεμματική απόδοση, δεδομένου ότι η συσχέτιση μεταξύ παραγωγής και αριθμού αδελφιών είναι θετική (Μετζάκης, 1998).

Όλα τα αδέρφια δεν φθάνουν στο στάδιο του ξεσταχυάσματος και της πλήρους ωρίμανσης. Τα περισσότερα πεθαίνουν στο διάστημα μεταξύ καλαμώματος και άνθησης. Από τις μέχρι τώρα έρευνες δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως ποια αδέρφια επιβιώνουν και παράγουν στάχυ. Είναι όμως γενικά αποδεκτό ότι:

- τα αδέρφια τα οποία δεν έχουν σχηματίσει τρία έως τέσσερα φύλλα όταν αρχίζει το καλάμωμα, δεν παράγουν στάχεις
- τα νεαρότερα/μικρότερα αδέρφια γηράζουν γρηγορότερα από τα παλαιότερα/μεγαλύτερα
- μεγαλύτερες απώλειες παρατηρούνται στα δεύτερης και τρίτης τάξης αδέρφια σε σχέση με τα αδέρφια πρώτης τάξης, παρ' όλο ότι όλα μπορούν να έχουν το ίδιο μέγεθος (McMaster, 1997).

Η υγρασία του εδάφους, τα θρεπτικά στοιχεία και η θερμοκρασία επηρεάζουν την επιβίωση των αδελφιών.

Τα αδέρφια που δεν σχηματίζουν στάχεις γενικώς είναι ανεπιθύμητα κυρίως σε συνθήκες ξηρασίας και μειωμένης γονιμότητας, επειδή ανταγωνίζονται το κεντρικό φυτό και τα γόνιμα αδέρφια ως προς το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία και το φως και επίσης χρησιμοποιούν προϊόντα φωτοσύνθεσης. Παρ' όλα αυτά, όπως αναφέρεται από ορισμένους ερευνητές, τα αδέρφια πριν από τον γηρασμό μεταφέρουν αζωτούχες και άλλες οργανικές ουσίες στους βλαστούς που θα επιζήσουν (Lupton and Pinthus, 1969; Rawson and Donald, 1969). Επιπλέον οι ρίζες που αναπτύσσουν τα αδέρφια προσφέρουν στήριξη στο φυτό (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012)

### **1.5.5 Καλάμωμα**

Μετά το αδέρφωμα τα φυτά εισέρχονται σε μία περίοδο ταχείας ανάπτυξης που καλείται καλάμωμα. Στη φάση αυτή γίνεται η ανάπτυξη του στελέχους (καλάμι) με την επιμήκυνση των μεσογονατίων και συγχρόνως αρχίζει η αύξηση των φύλλων, των ριζών και της ταξιανθίας στο εσωτερικό του στελέχους. Η ταξιανθία βαθμιαία προωθείται προς την κορυφή του στελέχους. Κάθε μεσογονάτιο στη βάση του έχει μία μεριστωματική περιοχή με ικανότητα ταχείας αύξησης και αυτή είναι η περιοχή κάθε μεσογονατίου που επιμηκώνεται. Επίσης και οι κολεοί των φύλλων, που περιβάλλουν τα μεσογονάτια, στη βάση τους έχουν μία περιοχή από την οποία αυξάνονται (Peterson, 1965). Πρώτα επιμηκώνονται τα κατώτερα μεσογονάτια και σταδιακά τα ανώτερα. Η επιμήκυνση ενός μεσογονατίου αρχίζει, όταν το αμέσως κατώτερο μεσογονάτιο έχει το μισό του τελικού του μεγέθους (Simmons, 1987). Κάθε μεσογονάτιο είναι μακρύτερο από το αμέσως προηγούμενό του. Το υψηλότερο

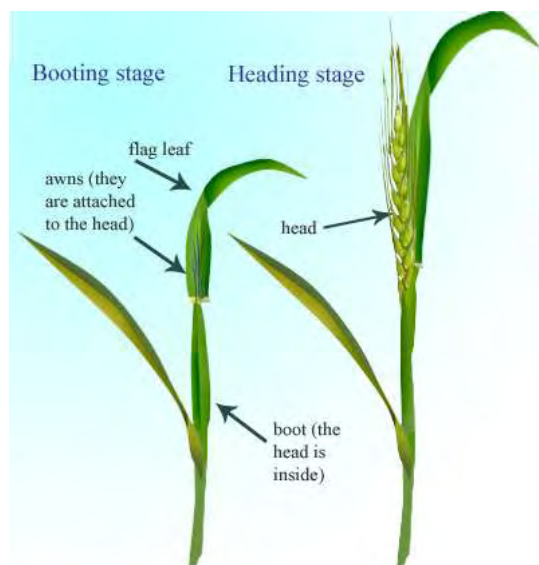
μεσογονάτιο, το οποίο καλύπτεται από τον κολεό του ανώτερου φύλλου είναι το τελευταίο που επιμηκύνεται και διαφέρει από τα υπόλοιπα μεσογονάτια γιατί φέρει την ταξιανθία. Με την επιμήκυνση του μεσογονάτιου αυτού η ταξιανθία ωθείται μέσα στον κολεό του τελευταίου φύλλου, το οποίο λέγεται φύλλο-σημαία. Η απόσταση του τελευταίου φύλλου από την ταξιανθία διαφέρει στα αδέρφια του ίδιου φυτού και επηρεάζεται από τις συνθήκες ανάπτυξης (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Η αντοχή του στελέχους και το τελικό του ύψος, που κυμαίνεται από 30 cm μέχρι και πάνω από 150 cm, εξαρτώνται τόσο από το γενότυπο όσο και από τις συνθήκες ανάπτυξης. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η επάρκεια νερού και αζώτου ευνοούν την επιμήκυνση των μεσογονατίων. Στο σιτάρι για παράδειγμα, γενότυποι που έχουν και τα δύο γονίδια νανισμού Rht1 και Rht2, έχουν μικρότερο ύψος από εκείνα που έχουν ένα, τα οποία με τη σειρά τους είναι κοντότερα από εκείνα που δεν έχουν κανένα γονίδιο (Allan, 1983). Γενικά, οι διαφορές στο ύψος οφείλονται περισσότερο στο μήκος των μεσογονατίων απ' ό τι στον αριθμό τους.

### **1.5.6 Ξεστάχιασμα**

Την επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων, ακολουθεί η αύξηση του μεγέθους του στάχους και η μετακίνησή του από τη βάση του φυτού προς την κορυφή. Ο στάχυς βρίσκεται πάντα στη βάση του υψηλότερου από το έδαφος κόμβου. Όταν ο στάχυς φθάσει στον κολεό του τελευταίου φύλλου (φύλλο - σημαία) ο κολεός διογκώνεται και το στάδιο αυτό λέγεται φούσκωμα. Στη συνέχεια ο κολεός του φύλλου-σημαία σχίζεται κατά μήκος και εμφανίζεται η ταξιανθία (Εικόνα 1.8). Το στάδιο αυτό λέγεται έκπτυξη ταξιανθίας ή ξεστάχιασμα. Στις αγανοφόρες ποικιλίες πρώτα, μέσα από τον κολεό, εμφανίζονται τα άγανα και μετά ο στάχυς. Το τελευταίο μεσογονάτιο που φέρει την ταξιανθία, συνήθως συνεχίζει να αυξάνεται και μετά την εμφάνιση της ταξιανθίας, μέχρι η ταξιανθία να φθάσει πιο ψηλά από το τελευταίο φύλλο. Στο κριθάρι όμως, συνήθως η εμφάνιση ολόκληρου του στάχους γίνεται μετά τη γονιμοποίηση και μάλιστα αρκετές φορές δεν βγαίνει τελείως από τον κολεό. Πρώτα εμφανίζεται η ταξιανθία στο κύριο στέλεχος και μετά στα αδέρφια, ανάλογα με τη σειρά έκπτυξής τους. Η εποχή ξεσταχιάσματος παρ' ό τι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος, την εποχή σποράς, τη γονιμότητα του εδάφους και άλλους παράγοντες, είναι χαρακτηριστικό του κάθε

γενότυπου και θεωρείται σαν δείκτης προωμότητας των ποικιλιών (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



**Εικόνα 1.8:** Έκπτυξη ταξιανθίας

### 1.5.7 Ωρίμανση

Ως φυσιολογική ωρίμανση καθορίζεται το στάδιο κατά το οποίο ο κόκκος δεν δέχεται προϊόντα φωτοσύνθεσης και συνεπώς παύει να αυξάνεται το βάρος του. Χαρακτηρίζεται από αφυδάτωση των κόκκων και το βαθμιαίο θάνατο των φυτών από το λαιμό προς το στάχυ. Ο κόκκος σπάζει δύσκολα αλλά μπορεί να χαραχθεί με το νύχι. Η υγρασία σ' αυτό το στάδιο κυμαίνεται από 30-40 % (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στην οικονομική ωρίμανση, που προσδιορίζει το χρόνο συγκομιδής των φυτών, όλο το φυτό είναι ξηρό και εύθραυστο. Ο καρπός είναι σκληρός, ασυμπίεστος και δεν χαράζεται εύκολα (Καραμάνος, 1992). Στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές, συνήθως κατά τον Ιούνιο και σε πιο ορεινές περιοχές κατά τον Ιούλιο. Στη συνέχεια το άχυρο που μένει στο χωράφι μπορεί να δεματοποιηθεί και να χρησιμοποιηθεί για τροφή ζώων, σαν καύσιμη ύλη ή σαν κυτταρινούχος πρώτη ύλη στη βιομηχανία (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

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).

## 1.6 Σιτάρι

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* της οικογένειας των Αγροστωδών (*Poaceae* ή *Gramineae*). Συγγενεύει με τα άγρια γένη *Agropyron* και *Aegilops*. Το γένος *Triticum* περιλαμβάνει 11 είδη καλλιεργούμενα ή αυτοφυή. Η ταξιανθία του σίτου είναι τυπικός στάχυς με ένα σταχύδιο σε κάθε άρθρωση και 1-9 άνθη στο κάθε σταχύδιο. Ο βασικός χρωμοσωμικός αριθμός του γένους είναι 7. Τα διάφορα είδη μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες ανάλογα με τον αριθμό των χρωμοσωμάτων:

- σε διπλοειδή ( $2n = 2x = 14$ )
- σε τετραπλοειδή ( $2n = 4x = 28$ )
- σε εξαπλοειδή είδη ( $2n = 6x = 42$ )

### 1.6.1 Ποικιλίες

Το σιτάρι διαχωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες που βασίζονται κυρίως στην ποιότητα, σε μορφολογικά και φυσιολογικά γνωρίσματα. Με βάση την καταλληλότητα του, για την παρασκευή ψωμιού, διαιρείται σε δύο κατηγορίες ποιότητας : το σκληρό και το μαλακό. 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.

Από τις φυσιολογικές διαφορές, ενδιαφέρει κυρίως η πρωιμότητα και αν είναι φθινοπωρινού/χειμωνιάτικου ή ανοιξιάτικου τύπου. Επίσης οι ποικιλίες σίτου διαφέρουν μεταξύ τους και ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους. Τα στελέχη μπορεί να διαφέρουν στο ύψος, στο πάχος, στην αντοχή τους και το χρώμα.



Τα φύλλα διαφέρουν πολύ λίγο στις ποικιλίες. Πιο σταθερές διαφορές υπάρχουν στα στάχυα και αφορούν το σχήμα, την πυκνότητα των σταχυδίων, το χρώμα και το σχήμα των λεπύρων, το μήκος των αγάνων (Σφήκας, 1995).

Υπάρχει πιθανότητα όμως να υπάρχουν διαφορές και εντός αυτών των κατηγοριών. Για αυτό τον λόγο, για να παρέχεται συνεχώς σταθερή ποιότητα, το σιτάρι κλιμακώνεται με βάση κάποια χαρακτηριστικά του, όπως είναι η το βάρος χιλίων κόκκων και η περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη, σε υγρασία και σε ξένες ύλες (Bushuk, 1985).

#### **1.6.1.1 Ποικιλία Duilio**

Είναι αγανοφόρος ποικιλία χαμηλού έως μέτριου ύψους, με πολύ καλή αντοχή στο πλάγιασμα, στο ψύχος και τις ασθένειες και με υψηλές και σταθερές αποδόσεις σε όλη την ηπειρωτική Ελλάδα. Έχει πολύ καλό αδελφωμα και ο σπόρος του είναι μέτριου μεγέθους με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο και υψηλό ποσοστό γλουτένης. Σπέρνεται με 18-20 κιλά σπόρου/στρέμμα

<http://www.gaiaseeds.gr/sigmaiotatau940rhoiotaalpha.html>.

#### **1.6.2 Οικολογικές απαιτήσεις**

Το σιτάρι καλλιεργείται σε μεγάλη ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών. Δεν ευδοκμεί σε θερμά ή υγρά κλίματα, εκτός εάν διαθέτουν μια περίοδος 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, 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, την συγκομιδή και την 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 στάχυ έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του αριθμού των ανθέων ανά στάχυ, 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 στάχυ 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 ιλυοπηλώση ή αργιλοπηλώδη σύσταση. Η ανθεκτικότητα του σίτου στην οξύτητα είναι μέτρια, οπότε θα πρέπει να αποφεύγονται τα όξινα εδάφη για την καλλιέργεια του. Όσον αναφορά 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).

### **1.6.3 Καλλιεργητικές Τεχνικές**

#### **1.6.3.1 Σπορά**

Η ημερομηνία σποράς έχει αναγνωρισθεί ως ένα κρίσιμος παράγοντας στην παραγωγή χειμερινού σιταριού, λόγω της στενής σχέσης μεταξύ της συσσωρευμένης ξηράς ουσίας στο σπορόφυτο και της προσαρμογής του στο ψύχος (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 πρόωμη σπορά τα νεαρά φυτά μπορεί να αναπτυχθούν σε ένα προηγμένο βλαστικό στάδιο όπου αυξάνεται η πιθανότητα καταστροφής τους από παγετό.

Οι Loerpky 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.

### **1.6.3.2 Λίπανση**

Η λίπανση είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων και καλής ποιότητας προϊόντων από τα χειμερινά σιτηρά. Για αυτό το λόγο είναι πολύ σημαντικό να πραγματοποιούνται εδαφολογικές αναλύσεις ώστε να προσδιορίζονται τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία για την παραγωγή του σιταριού (McKenzie, 2013).

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 (Vitosh, 1998).

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-Τασοπούλου, 2012). Η ποσότητα αζώτου και ο χρόνος εφαρμογή 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 σαν 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 πρόωμη ωρίμανση, το οποίο είναι ιδιαίτερα επωφελές σε περιοχές που υποφέρουν από παγετούς (McKenzie et al, 2000). Σε περίπτωση έλλειψης μειώνεται η ανάπτυξη και το αδέλφωμα των σιτηρών.

Όσο αναφορά το κάλιο, τα Ελληνικά εδάφη που καλλιεργούνται με χειμερινά σιτηρά έχουν αφθονία καλίου, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται η λίπανση του. Αν έχουμε έλλειψη καλίου τότε εμφανίζεται περιφερική νέκρωση των φύλλων ενώ η περίσσεια καλίου δεν βλάπτει τα φυτά της καλλιέργειας (Σφήκας, 1995). Συνιστώμενη ποσότητα 2-3 kg K/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.

### **1.6.3.3 Άρδευση**

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 διεξάχθηκε στην 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 αυξήθηκαν 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. Εάν η σιτοκαλλιέργεια δεν υποστεί υδατικό στρεσάρισμα μέχρι το ξεστάχασμα, τότε υπάρχει η δυνατότητα να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση εάν γίνει χρήση του νερού κατά την περίοδο ξεσταχάσματος και γεμίσματος κόκκου, ενώ εάν υποστεί υδατικό στρεσάρισμα πριν το ξεστάχασμα, 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 σε πρωτεΐνη του κόκκου έχει την τάση να μειώνεται σε σχέση μη αρδευόμενη καλλιέργεια. Η εφαρμογή αζώτου κατά την διάρκεια των βλαστικών σταδίων αυξάνει την απόδοση παραγωγής, ενώ η εφαρμογή του μετά το ξεστάχασμα

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 και η περιεκτικότητα πρωτεΐνης του κόκκου. 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 στο κύριο βλαστό και στα αδέλφια 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 και οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν την εκάστοτε χρονιά έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην παραγωγή (Karam et al, 2009).

#### **1.6.3.4 Συγκομιδή**

Το σιτάρι τυπικά συγκομίζεται όταν έχει περιεκτικότητα σε υγρασία 13 -15 %, μπορεί όμως να συγκομιστεί επιτυχώς και σε υψηλότερες περιεκτικότητες υγρασίας, αρκεί μετά από την συγκομιδή του να υποστεί ξήρανση (σε λιγότερο από 24 ώρες), ώστε να αποτραπούν η εκβλάστηση του σπόρου ή 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 μπορούν να μειώσουν την ικανότητα βλάστησης, αρνητική επίπτωση σε ποικιλίες που προορίζονται για σπορά. Ο σπόρος πρέπει να ξεραθεί αρκετά για την ασφαλή του αποθήκευση, κατά προτίμηση πρέπει να έχει λιγότερο από 12-12,5 % περιεκτικότητα σε υγρασία.

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 (Taylor and Shrock,1995).

#### 1.6.4 Εχθροί

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας του σιταριού η φυτεία προσβάλλεται από διάφορους εχθρούς. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι:

- οι σιδηροσκώληκες
- οι αγρότιδες
- ο κάραβος
- ο χλώροπας
- η οσινέλλα
- η κηκιδόμυγα
- ο βλαστορρήκτης
- οι βρωμούσες
- οι αφίδες
- οι ακρίδες
- ο θρίπας
- ο νηματώδης των σιτηρών
- το Calandra granaria L.
- Το Sitotroga cerealella
- Το Plodia interpunctella (Καραμάνος, 1992)



### 1.6.5 Ασθένειες

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

- οι σκωριάσεις
- ο δαυλίτης
- ο άνθρακας
- ο γραμμωτός άνθρακας
- το ωίδιο
- οι σεπτοριώσεις
- η σήψη των ριζών και του λαιμού
- το παρασιτικό πλάγιασμα
- η ριζοκτονίαση
- η ελμινθοσπορίωση
- η ρυγχοσπορίωση
- η μωσαϊκωση (Καραμάνος, 1992)

### 1.7 Κριθάρι

Το κριθάρι ανήκει στην οικογένεια Poaceae, στην υποοικογένεια Triticeae και στο γένος Hordeum. Υπάρχουν 32 είδη από τα συνολικά 45 που ανήκουν στο γένος Hordeum, τα οποία χωρίζονται σε 4 ενότητες, οι οποίες προτάθηκαν από τον Bothmer και είναι οι ακόλουθες : Hordeum, Anisolepis, Critesion, και Stenostachys. Ο καταμερισμός του γένους σε ενότητες τοποθετεί τα φυτά σε ομάδες που έχουν παρόμοια μορφολογικά χαρακτηριστικά, μορφή ζωής, ομοιότητες στην οικολογία και γεωγραφική προέλευση. Ο βασικός αριθμός χρωμοσωμάτων είναι  $x=7$ , ο οποίος εκπροσωπεί και τα 45 είδη, και τα διακρίνει ως διπλοειδή ( $2n=2x=14$ ), τετραπλοειδή ( $2n=4x=28$ ) και εξαπλοειδή ( $2n=6x=42$ ). Στην ενότητα Hordeum απαριθμούνται 6 είδη : H. bulbosum, H. murinum ssp. glaucum, H. murinum ssp. leporinum, H. murinum ssp. murinum L., H. vulgare ssp. vulgare, και H. vulgare ssp. spontaneum. Τα γονιδιώματα του H. vulgare ssp. vulgare (καλλιεργούμενο κριθάρι) και του H. vulgare ssp. spontaneum (άγριο κριθάρι) είναι πανομοιότυπα και ικανά να διασταυρωθούν. Η κύρια διαφορά μεταξύ αυτών των δύο υποειδών είναι η σκληρή ράχη του καλλιεργούμενου κριθαριού σε σχέση με την εύθραυστη ράχη του άγριου

κριθαριού. Επιπρόσθετα το *H. vulgare* μπορεί να είναι δίστοιχο ή εξάστοιχο, ενώ το *H. Spontaneum* είναι επί τον πλείστον δίστοιχο. Οι εξάστοιχες μορφές του *H. vulgare* πιστεύεται ότι οφείλονται σε μεταλλάξεις και υβριδισμό (Newman, 2008).

Τα περισσότερα στοιχεία δείχνουν ότι ο άμεσος πρόγονος του καλλιεργήσιμου κριθαριού είναι το δίστοιχο *H. spontaneum*, το οποίο μέσα από μεταλλάξεις μεταμορφώθηκε τελικά σε *H. vulgare*. Η μορφολογική ποικιλότητα που εμφανίζεται στο καλλιεργούμενο κριθάρι οφείλεται στις αλλαγές που συμβαίνουν κατά την διάρκεια της καλλιέργειας κατά μία παρατεταμένη περίοδο σε ένα ευρύ γεωγραφικό φάσμα και στην έντονη αναπαραγωγή (Newman, 2008).

### **1.7.1 Ποικιλίες**

Η ταξινόμηση των ποικιλιών κριθαριού γίνεται με βάση διάφορα κριτήρια, όπως αναφέρει ο Σφήκας (1995) και η Παπακώστα-Τασοπούλου (2012). Κατατάσσονται με βάση τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά τους, όπως είναι τα στελέχη, που διαφέρουν ως προς το ύψος, την αντοχή τους στο πλάγιασμα και τα φύλλα, που διαφέρουν στο σχήμα, στο χρώμα, στο τρίχωμα των κολεών. Αυτά τα χαρακτηριστικά όμως επηρεάζονται πολύ από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Τα χαρακτηριστικά του στάχους όμως θεωρούνται πιο σταθερά όπως είναι οι σειρές των ανθέων και κόκκων, η πυκνότητα σταχυδίων, τα λέπυρα. Όσο αναφορά τα λέπυρα συνήθως δεν αποκολλούνται από την κόκκο, χαρακτηριστικό επιθυμητό για την παρασκευή μύρας και για τις ποικιλίες κτηνοτροφικής χρήσης, διότι θεωρούνται ότι έχουν μεγαλύτερη διατροφική αξία και απόδοση. Υπάρχουν όμως και ποικιλίες των οποίων τα λέπυρα αποχωρίζονται τον κόκκο (γυμνού τύπου) κατά τον αλωνισμό και προορίζονται για ανθρώπινη χρήση. Τέλος οι ποικιλίες ανάλογα με την γονιμότητα του σταχυδίου διακρίνονται σε δίστοιχες και εξάστοιχες.

Σύμφωνα με τις φυσιολογικές διαφορές των ποικιλιών χωρίζονται κυρίως σε χειμερινές και εαρινές, όπου οι χειμερινοί τύποι έχουν τις υψηλότερες αποδόσεις. Αλλά κατατάσσονται και με βάση την πρωιμότητα τους, την διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, τη περίοδο ληθάργου του σπόρου, την αντοχή τους στο ψύχος, στην ξηρασία και στις ασθένειες.

Επιπλέον διακρίνονται με βάση την χρήση τους σε κτηνοτροφικές, ζυθοποιίας και διπλής χρήσης. Γενικά οι ποικιλίες ζυθοποιίας δίνουν σπόρους όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην κτηνοτροφία. Ενώ αντιθέτως οι κτηνοτροφικές ποικιλίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ζυθοποιία. Για την παραγωγή ζύθου χρησιμοποιούνται οι δίστοιχες ενώ για την ζωοτροφή οι εξάστοιχες.

#### **1.7.1.1 Ποικιλία Nure**

Η ποικιλία Nure είναι μία δίστοιχη ποικιλία, με υψηλές αποδόσεις σε όλους τους τύπους εδαφών. Αποτελεί πρώιμη ποικιλία κριθαριού, που έχει μέσο προς υψηλό ύψος με ισχυρό στέλεχος και δεν πλαγιάζει. Επιπλέον, έχει πολύ καλό αδελφωμα, αντοχή στο κρύο και σε ασθένειες του φυλλώματος. Η ποσότητα σπόρου για σπορά κυμαίνεται 17-18 kg/στρ. ([http://topseed.gr/?page\\_id=307](http://topseed.gr/?page_id=307))

#### **1.7.2 Οικολογικές απαιτήσεις**

Η άριστη θερμοκρασία βλάστησης του σπόρου κριθαριού είναι 20 °C, με ελάχιστη θερμοκρασία 3-4 °C (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012) και ανώτερη 28-30°C (Σφήκας, 1995). Για την φυτική ανάπτυξη καλύτερη θερμοκρασία είναι γύρω στους 15 °C, ενώ η ιδανική για την άνθιση είναι 17-18 °C (Baldoni and Giardini, 1989). Το κριθάρι δεν έχει μεγάλη αντοχή στο ψύχος, παρόλο αυτά μπορεί να καλλιεργηθεί σε ψυχρές περιοχές και σε μεγάλα υψόμετρα λόγω του μικρού βιολογικού του κύκλου. Γενικά το κριθάρι είναι λιγότερο ανθεκτικό στο ψύχος σε σχέση με το σιτάρι, αλλά περισσότερο ανθεκτικό σε σχέση με το σιτάρι. Ακάλυπτα φυτά σε θερμοκρασία γύρω στους -8 °C για μεγάλο χρονικό διάστημα προκαλείται πάγωμα των φύλλων, σε χαμηλότερες από -12 °C έως -15 °C καταστρέφεται ολόκληρο το φυτό, ενώ κάτω από το χιόνι αντέχει και μέχρι -30 °C (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Σχετικά με τις υψηλές θερμοκρασίες το κριθάρι ζημιώνεται λιγότερο σε σχέση με το σιτάρι και τη βρώμη. Στο στάδιο της ωρίμανσης κόκκου ποικιλίες θερμών κλιμάτων μπορούν να αντέξουν έως στους 45 °C, χωρίς μεγάλη επίπτωση στην απόδοση. Όμως κατά την διάρκεια γεμίσματος του κόκκου οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν σημαντικά την απόδοση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Το κριθάρι αναπτύσσεται καλύτερα κάτω από συνθήκες δροσερές και ξηρές. Μπορεί να αντέξει τη ζέστη σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας ή την υψηλή υγρασία κάτω από δροσερές συνθήκες. Δεν αναπτύσσεται καλά σε ζεστό και υγρό περιβάλλον εξαιτίας των ασθενειών (Kulr and Ponte, 2000). Χρειάζεται μέτρια βροχόπτωση και η πιο κριτική περίοδος του φυτού όσο αναφορά τις ανάγκες του σε νερό είναι 2 εβδομάδες πριν από την επικονίαση μέχρι το σχηματισμό του σπόρου. Επιπλέον είναι το ανθεκτικότερο σιτηρό στην ξηρασία όχι λόγω της αντοχής του αλλά λόγω του μικρού κύκλου ωρίμανσης του. Αυτή η ικανότητα του φυτού το καθιστά ικανό να καλλιεργείται σε ξηροθερμικές συνθήκες.

Τέλος, ευδοκimeί καλύτερα σε γόνιμα, καλά στραγγιζόμενα, βαθιά, πηλώδη ή ελαφρώς αργιλώδη εδάφη με  $pH= 6-8$ . Τα αμμώδη εδάφη δεν συγκρατούν αρκετό νερό ενώ τα βαριά εδάφη δεν στραγγίζουν καλά, οπότε θεωρούνται ακατάλληλα. Επίσης στα πολύ γόνιμα εδάφη ευνοείται το πλάγιασμα. Είναι το πιο ευαίσθητο στα όξινα εδάφη και το ανθεκτικό στα άλατα και σε αλκαλικές συνθήκες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Σφήκας, 1995).

### **1.7.3 Καλλιεργητικές Τεχνικές**

#### **1.7.3.1 Σπορά**

Η ημερομηνία σποράς έχει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη και στην απόδοση του κριθαριού. Γενικά η πρόιμη σπορά οδηγεί σε υψηλότερη απόδοση αλλά σε χαμηλότερα επίπεδα πρωτεΐνης, ενώ η όσιμη σπορά οδηγεί σε υψηλότερη απόδοση και χαμηλότερα επίπεδα πρωτεΐνης (McFarland et al, 2014). Η φθινοπωρινή σπορά στην Ελλάδα λαμβάνει χώρα κατά τους μήνες Νοέμβριο-Δεκέμβριο σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν φθινοπωρινοί και ανοιξιάτικοι τύποι. Η πολύ πρόιμη σπορά όμως πρέπει να αποφεύγεται διότι υπάρχει οπ κίνδυνος να πλαγιάσουν τα φυτά λόγω μεγάλης ανάπτυξης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Αντιθέτως σε ορεινές περιοχές η σπορά πρέπει να γίνεται όσο τον δυνατόν πιο νωρίς την άνοιξη διότι με αυτόν τον τρόπο το κριθάρι αποφεύγει την υγρασία, τις υψηλές θερμοκρασίες και τις προσβολές από ασθένειες και έντομα (Robertson and Stark, 1993). Για την ανοιξιάτικη σπορά το κριθάρι απαιτεί θερμοκρασία εδάφους για να βλαστήσει πάνω από  $4^{\circ}C$ , με βέλτιστες θερμοκρασίες βλάστησης να κυμαίνονται από  $12-22^{\circ}C$ .

Το βάθος σποράς του κριθαριού θα πρέπει να είναι 2,5-3 cm. Όταν το κριθάρι σπέρνεται βαθύτερα τότε εμφανίζονται οριζόντιες κίτρινες ρίγες σε όλη την επιφάνεια των πρώτων φύλλων. Επιπλέον συνέπειες της βαθιάς σποράς είναι η εύκολη καταστροφή των φύλλων από έντομα και άνεμο, μειωμένη ανάπτυξη της ρίζας και του υπέργειου μέρους που καθιστά τα φυτά μη ανταγωνίσιμα προς τα ζιζάνια, μειωμένο αδελφωμα (Dickson et al, 1978). Η ποσότητα σπόρου που συνίσταται στην Ελλάδα είναι 15-20 kg/στρ. Η σπορά είναι αραιότερη σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση σε σχέση με εκείνες όπου υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος κατά την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

### **1.7.3.2 Λίπανση**

Το κριθάρι ανταποκρίνεται καλά στην εφαρμογή λιπάσματος και στο αυξημένο νερό, αλλά πρέπει να υπάρχει πάντα ένα καλό πλάνο διαχείρισης, έτσι ώστε να αξιοποιηθούν σωστά οι εισροές. Οι αναλύσεις εδάφους είναι απολύτως απαραίτητες για να εφαρμοστεί η σωστή ποσότητα λιπάσματος. Το κριθάρι δεν είναι τόσο ανθεκτικό στο πλάγιασμα όσο το σιτάρι και τη βρώμη, για αυτό δεν ανέχεται υψηλά επίπεδα λίπανσης (Kulp and Ponte, 2000).

Η ισορροπία αζώτου είναι ο πιο κρίσιμος θρεπτικός παράγοντας που καθορίζει την απόδοση και την ποιότητα του κριθαριού, και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όταν καλλιεργείται μετά από ψυχανθή καλλιέργεια παραγωγή κριθαριού επηρεάζεται από την καλλιεργούμενη ποικιλία, την προέλευση του αζώτου, τα επίπεδα μεταφοράς του στο έδαφος, τον χρόνο και τη μέθοδο εφαρμογής του. Η ποσότητα του αζώτου που θα αξιοποιηθεί όμως είναι συνάρτηση των κλιματικών συνθηκών και κυρίως της διαθέσιμης υγρασίας του εδάφους. Η αλληλεπίδραση του αζώτου και του νερού είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την απόδοση παραγωγής. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαθέσιμη υγρασία του εδάφους τόσο και περισσότερο άζωτο μπορεί να αξιοποιηθεί (Kulp and Ponte, 2000). Χρειάζεται προσοχή όμως γιατί το κριθάρι είναι επιρρεπές στο πλάγιασμα. Επιπλέον η περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη επηρεάζεται αρκετά από την υγρασία και το άζωτο του εδάφους, καθώς και από την αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Μεγάλες ποσότητες αζώτου σε υγρά εδάφη αυξάνουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του

κόκκου, χαρακτηριστικό ανεπιθύμητο για το βυνοποιήσιμο κριθάρι, επιθυμητό όμως για το κτηνοτροφικό (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Για το χειμερινό κριθάρι εφαρμόζουμε το άζωτο σε δύο δόσεις, μία το φθινόπωρο και μία την άνοιξη. Αυτή η μέθοδος έχει τα καλύτερα αποτελέσματα. Στη χώρα μας η συνιστώμενη αζωτούχα λίπανση είναι 7-11 kg N/στρ. Η μικρότερη ποσότητα προτείνεται για τα εδάφη με την περιορισμένη διαθέσιμη υγρασία (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Η επάρκεια φωσφόρου είναι πολύ σημαντική για την ανάπτυξη του κριθαριού, καθώς αυξάνει την αντοχή του στο κρύο, το πάχος του κόκκου, το εκχύλισμα βύνης (Kulr and Ponte, 2000). Γενικά το κριθάρι απαιτεί λίγο φώσφορο σε σχέση με άλλες καλλιέργειες. Στην Ελλάδα προτείνεται 3-5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ στρ. Η εφαρμογή του φωσφόρου πραγματοποιείται σε μία δόση πριν από την σπορά και η μικρότερη δοσολογία απευθύνεται σε εδάφη με περιορισμένη διαθέσιμη υγρασία. Όσο αναφορά για τα επίπεδα καλίου στα εδάφη της Ελλάδας είναι γενικά επαρκή για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης. Εφαρμόζεται κάλιο μόνον μετά από αναλύσεις εδάφους και φύλλων διαπιστωθεί η έλλειψη του (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

### **1.7.3.3 Άρδευση**

Ο σωστός χρόνος άρδευσης είναι πολύ σημαντικός στη καλλιέργεια κριθαριού για τη διατήρηση των υψηλών αποδόσεων και την ποιότητα της βύνης. Οι ανάγκες του κριθαριού σε νερό εξαρτώνται κάθε φορά από το κλίμα της περιοχής και το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται. Η θερμοκρασία και το νερό είναι δύο παράγοντες που σχετίζονται άμεσα με την ανάπτυξη του κριθαριού. Αυτή η σχέση είναι πολύ σημαντική για τον καθαρισμό του χρόνου εφαρμογή και της ποσότητας του νερού που θα εφαρμοστεί όταν το κριθάρι αρδεύεται. Η έλλειψη νερού στο αδελφωμα και στο heading μειώνει τον αριθμό των σπόρων, ενώ η έλλειψη μετά το heading μειώνει το μέγεθος του σπόρου. Ιδιαίτερα επιζήμιο στην απόδοση είναι η έλλειψη νερού πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη γονιμοποίηση του ανθιδίου.

Το κριθάρι είναι μία σημαντική καλλιέργεια σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές. Έρευνες έχουν δείξει ότι η μέση απόδοση και η ποιότητα της βύνης στο αρδευόμενο κριθάρι είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το μη αρδευόμενο (Bendelow, 1957;

Matuszek et al, 2016) αλλά το ποσοστό της αύξησης εξαρτάται και από περιβαλλοντικούς παράγοντες που σχετίζεται και με το crop rotation system. Η καλύτερη πρακτική άρδευσης είναι αυτή που περιορίζει την έλλειψη νερού ανά πάσα στιγμή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με προγραμματισμένες αρδεύσεις έτσι ώστε η διαθέσιμη υγρασία του εδάφους σε βάθος 120 cm να μην πέσει κάτω από 50-60 %. Χειμερινές αρδεύσεις κατά την περίοδο Δεκέμβριο-Ιανουάριο συνήθως δεν χρειάζονται και μπορεί να επιβλαβείς. Εάν οι αρδεύσεις προκαλέσουν πλημμύρα (υπεράρδευση) σε περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών, σε εδάφη με λεπτή υφή, υπάρχει περίπτωση να προκαλέσουν έλλειψη οξυγόνου και αζώτου, με αποτέλεσμα να επιβραδυνθεί η ανάπτυξη του φυτού και να υποβιβαστεί η ποιότητα του προϊόντος. Σε περίπτωση που το νερό είναι περιορισμένο προτιμάται να γίνει άρδευση κατά την διάρκεια του ξεσταχύσματος (Kulp and Ponte, 2000).

#### **1.7.3.4 Συγκομιδή**

Το κριθάρι πρέπει να θερίζεται όταν το ενδοσπέρμιο είναι σκληρό και έχει υγρασία 25-35%. Στις μέρες μας ο θεριζοαλωνισμός γίνεται 6-10 μέρες αργότερα, ώστε να περιοριστεί το ποσοστό υγρασίας που δυσκολεύει τον αλωνισμό. Για το κτηνοτροφικό κριθάρι, η συγκομιδή γίνεται πριν από την πλήρη ωρίμανση για να μην τιναχτεί ο σπόρος στο χωράφι ή ζημιωθεί η ποιότητα από τη βροχή. Για τις ποικιλίες ζυθοποιείας απαιτείται να συγκομίζεται πλήρως ώριμος ο σπόρος. αποθήκευση γίνεται με υγρασία καρπού κάτω του 14% σε ξηρές και δροσερές αποθήκες μέσα σε μεταλλικά δοχεία ή σάκους ή χύμα καθώς και σε μεγάλα σιλό. θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπερνάει του 20°C, ώστε να μην διατρέχει κίνδυνο ο σπόρος.

#### **1.7.4 Εχθροί**

Ως εχθροί του κριθαριού αναφέρονται η οσινέλλα, η μύγα του σπόρου του σιταριού, το σκαθάρι του κριθαριού και οι αφίδες. Η καταπολέμηση των παραπάνω εντόμων είναι πολύ δύσκολη και γίνεται κυρίως με εντομοκτόνα αλλά και με προληπτικούς μεθόδους

(<http://www.agroticanews.gr/agronews/kalliergies/3935-afieroma-sto-krithari/>).

### 1.7.5 Ασθένειες

**Ωίδιο:** Προσβάλλει τους βλαστούς, τον στάχυ και κυρίως τα φύλλα των ανοιξιάτικων και χειμερινών κριθαριών. Συνιστάται η αμειψισπορά, η αποστράγγιση των χωραφιών και ανθεκτικές ποικιλίες

(<http://www.agroticanews.gr/agronews/kalliergies/3935-afieroma-sto-krithari/>).

**Ελμινθοσπόριο:** Προκαλεί σηψιρριζία στα νεαρά φυτά, ή καστανές κηλίδες στα φύλλα. Αντιμετωπίζεται με αμειψισπορά, κατεργασία και απολύμανση του εδάφους και ανθεκτικές ποικιλίες

(<http://www.agroticanews.gr/agronews/kalliergies/3935-afieroma-sto-krithari/>).

**Ρυγχοσπόριο:** Μεταδίδεται με τον σπόρο και αναπτύσσεται υπό ψυχρές και υγρές συνθήκες. Παρουσιάζει μείωση στην απόδοση που συσχετίζεται με το ποσοστό της προσβολής στο τελευταίο φύλλο (φύλλο σημαία) και στο δεύτερο φύλλο

(<http://www.agroticanews.gr/agronews/kalliergies/3935-afieroma-sto-krithari/>).

## 1.8 Βρώμη

Η βρώμη ανήκει στο γένος *Avena* και στην οικογένεια Gramineae. Τα είδη της βρώμης έχουν είτε  $n=7$ ,  $n=14$ , ή  $n=21$  χρωμοσώματα. Επομένως τα είδη ταξινομούνται κυτταρολογικά σύμφωνα με τον αριθμό χρωμοσωμάτων που έχουν στα κύτταρα τους ως : Διπλοειδή ( $2n=14$ ), τετραπλοειδή ( $2n=28$ ) και εξαπλοειδή ( $2n=42$ ). Τα διπλοειδή και τα τετραπλοειδή συχνά αναφέρονται ως είδη ήσσονος σημασίας. Τα είδη που παρουσιάζουν ευρύτερο ενδιαφέρον , κυρίως από οικονομική άποψη, είναι αυτά που έχουν  $n=21$  χρωμοσώματα ή περιλαμβάνουν τρία γονιδιώματα με  $n=7$  χρωμοσώματα το καθένα, δηλαδή τα εξαπλοειδή (Coffman, 1977). Τα σπουδαιότερα εξαπλοειδή είδη είναι τα εξής : *A. sativa* L., *A. byzantine* C. Koch., *A. nuda* L., *A. fatua* και *A. sterilis* L..

Η *A. sativa* είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη καλλιεργήσιμη βρώμη από θέμα οικονομικής άποψης. Πιστεύεται ότι προέρχεται από το άγριο είδος *A. fatua*.



Εξαπλώθηκε σε όλα τα μέρη του κόσμου όπου επικρατούν υγρές και δροσερές συνθήκες και συνηθίζεται να καλλιεργείται σαν ανοιξιότικη καλλιέργεια. Κατέχει το 80 % των εκτάσεων που καλλιεργούνται με βρώμη παγκοσμίως. Το υπόλοιπο ποσοστό κατέχει η *A. byzantine* και ελάχιστα η *A. nuda*. Η άγρια κόκκινη βρώμη, *A. sterilis*, θεωρείται ότι είναι πρόγονος της καλλιεργήσιμης κόκκινης βρώμης *A. byzantine*. Αυτά τα είδη εξαπλώθηκαν σε περιοχές όπου συμβαίνουν συχνά ακραίες θερμοκρασίες όπως είναι περιοχές της Μεσογείου, της Αφρικής, της Νότιας Αμερικής και Αυστραλίας. Η *A. byzantine* γενικά έχει μεγαλύτερη αντοχή στη ζέστη, στη ξηρασία και στο κρύο σε σχέση με την κοινή βρώμη, *A. sativa*. Η *A. nuda* (γυμνοβρώμη) μειονεκτεί στην στρεμματική απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο αλλά έχει μεγαλύτερη θρεπτική αξία λόγω του αποχωρισμού του σπόρου από τα λέπυρα κατά τον αλωνισμό. Σχετικά με την *A. fatua* και *A. sterilis* είναι άγρια είδη και αποτελούν ζιζάνια στις χειμερινές καλλιέργειες σιτηρών στην Ελλάδα (Παπακώστα-Γασοπούλου, 2012; Σφήκας, 1995).

### 1.8.1 Ποικιλίες

Οι ποικιλίες της βρώμης διακρίνονται με βάση κάποια μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά (Σφήκας, 1995). Αναφορικά με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, τα στελέχη διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία στο πάχος, στην αντοχή, στο ύψος και τον αριθμό των αδερφιών, όπου τα δύο τελευταία επηρεάζονται και από περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα φύλλα με την σειρά τους διαφέρουν στο μέγεθος και τον αριθμό. Πιο σταθερά γνωρίσματα θεωρούνται το σχήμα και το μέγεθος της φόβης, η μορφή των σταχυδίων, τα λέπυρα και τα άγανα. Ο σπόρος αποτελεί τις περισσότερες φορές το μόνο διαθέσιμο στοιχείο για αναγνώριση ποικιλιών, διαφέρει ως προς το χρώμα, το σχήμα, εάν είναι γυμνός ή ντυμένος.

Σχετικά με τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά, η πρωιμότητα, η αντοχή στις ασθένειες, στο ψύχος και την ξηρασία, το αδελφωμα, η παραγωγικότητα σε καρπό και σανό αποτελούν κάποια χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις ποικιλίες της βρώμης. Εξίσου σημαντικό είναι και η εποχή σποράς της βρώμης, όπου διακρίνονται σε εαρινές και χειμερινές ποικιλίες.

### 1.8.1.1 Ποικιλία Κασσάνδρα

Η ποικιλία Κασσάνδρα είναι κατάλληλη για ξηροθερμικές συνθήκες και προσαρμόζεται ακόμα και σε όξινα χωράφια. Χρησιμοποιείται για ενσίρωση, βόσκηση και για καρπό, με καλή αντοχή σε ασθένειες και πλούσιο αδέλφωμα. Ποσότητα σποράς: 18-20 kg/στρ ([http://topseed.gr/?page\\_id=315](http://topseed.gr/?page_id=315)).

### 1.8.2 Οικολογικές απαιτήσεις

Οι κλιματικοί παράγοντες έχουν καθοριστικό ρόλο για το που πρέπει να εγκατασταθεί μια καλλιέργεια βρώμης. Μεταξύ των κλιματικών παραγόντων, την μεγαλύτερη σημασία έχουν η θερμοκρασία και η υγρασία του περιβάλλοντος. Δροσερές και υγρές συνθήκες θεωρούνται οι καταλληλότερες για την καλλιέργεια βρώμης. Μεταξύ των σιτηρών (εκτός ρυζιού) παρουσιάζει την μεγαλύτερη ανάγκη για υγρασία με τουλάχιστον 750 mm ετήσια βροχόπτωση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Σφήκας, 1995). Η βρώμη από τα χειμερινά σιτηρά είναι το πιο ευαίσθητο στις χαμηλές κυρίως αλλά και στις υψηλές θερμοκρασίες που επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην γονιμοποίηση και στην ωρίμανση του σπόρου (Αυγουλάς και άλλοι, 2001). Σε ζεστές και ξηρές συνθήκες ζημιώνεται η καλλιέργεια, ιδιαίτερα κατά το στάδιο ξεσταχυάσματος έως το γέμισμα του κόκκου. Στις δροσερές περιοχές καλό είναι να καλλιεργείται η κοινή βρώμη ενώ σε μέρη με υψηλές θερμοκρασίες καλό είναι να καλλιεργείται η ερυθρή βρώμη (*Avena byzantina*) (Δαλλιάνης, 1983).

Θερμοκρασίες  $-12^{\circ}\text{C}$  είναι εντελώς καταστρεπτικές για την καλλιέργεια, ενώ σε θερμοκρασία  $-5^{\circ}\text{C}$  θα επιβιώσουν μόνο τα σκληραγωγημένα φυτά. (Σφήκας, 1995). Υπολογίζεται ότι το 80 % της παγκόσμιας καλλιέργειας βρώμης σπέρνεται τέλος χειμώνα-άνοιξη (Baldoni and Giardini, 1989). Οι περιοχές εντατικής καλλιέργειας, τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο ημισφαίριο, έχουν μία μέση ετήσια θερμοκρασία από  $16^{\circ}\text{C}$  έως  $23^{\circ}\text{C}$  (the oat crop-section 2). Η κατώτερη θερμοκρασία φυτρώματος είναι  $1-2^{\circ}\text{C}$  (Σφήκας, 1995). Όταν η βρώμη καλλιεργείται σε μεγάλα υψόμετρα ή υψηλά γεωγραφικά πλάτη είναι πιθανότερο τα φυτά να καταστραφούν από φθινοπωρινούς παγετούς κατά το ενήλικο στάδιο ανάπτυξης (πριν την φυσιολογική τους ωρίμανση) από ότι από παγετούς κατά το πρώιμο στάδιο ανάπτυξης.

Προσαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών σε όλο τον κόσμο. Μετά την σίκαλη, η βρώμη είναι το πιο ευέλικτο δημητριακό όσο αναφορά τον κατάλληλο τύπο εδάφους, αρκεί το έδαφος να στραγγίζει καλά και να επικρατούν οι ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Για να ληφθούν οι μέγιστες αποδόσεις παραγωγής βρώμης το pH πρέπει να κυμαίνεται στο εύρος 5,3 – 5,7 (Σφήκας, 1995). Επιπλέον η βρώμη αντέχει στα όξινα εδάφη με pH 4,5. Η αντοχή της στην οξύτητα είναι μεγαλύτερη από του σιταριού και του κριθαριού, είναι όμως λιγότερο ανθεκτική από αυτά στην αλκαλικότητα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### **1.8.3 Καλλιεργητικές Πρακτικές**

#### **1.8.3.1 Σπορά**

Στις περισσότερες περιοχές του πλανήτη η σπορά της βρώμης γίνεται την άνοιξη για την αποφυγή χαμηλών θερμοκρασιών. Στην Ελλάδα η σπορά πραγματοποιείται τον φθινόπωρο κυρίως για την αποφυγή τεχνητών αρδέψεων, εφόσον οι θερμοκρασίες του χειμώνα στην Ελλάδα δεν είναι ιδιαίτερα χαμηλές σε σχέση με άλλες βόρειες χώρες. Ωστόσο καλό είναι η σπορά να πραγματοποιείται νωρίς τον φθινόπωρο για να προλάβει το φυτό να εγκατασταθεί εγκαίρως στον αγρό πριν τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα (Welch, 2012). Η πρόωπη σπορά βρώμης αυξάνει τις πιθανότητες απόκτησης υψηλών αποδόσεων, υψηλό βάρος χιλίων κόκκων, αυξάνει το πάχος του σπόρου και μειώνει τα ποσοστά λεπτού κόκκου (May et al, 2004).

Ο σπόρος βρώμης έχει το μικρότερο βάρος 1000 κόκκων από τα άλλα χειμερινά σιτηρά. Η συνιστώμενη ποσότητα σπόρου για την καλλιέργεια βρώμης στην Ελλάδα είναι 9-12 kg/στρ. για καρποδοτική καλλιέργεια και 12-15 kg/στρ. για σανοδοτική (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών διαμορφώνονται κυρίως στα 15 εκατοστά (Σφήκας, 1995). Το βάθος σποράς καλό είναι να είναι στα 5-6 εκατοστά (Δαλλιάνης, 1983). Η σπορά γίνεται με σπαρτικές σιτηρών ή με διασπορά των σπόρων σε συνδυασμό με επιπλέον πέρασμα με τον γεωργικό ελκυστήρα για την κάλυψη του σπόρου.

### 1.8.3.2 Λίπανση

Για να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση, επαρκείς θρεπτικές ουσίες πρέπει να είναι παρόν σε όλη την καλλιεργητική περίοδο. Τα φυτά της βρώμης θα είναι λιγότερο ζωνηρά, θα έχουν μικρότερα φύλλα και φόβη, καθώς και λιγότερο αναπτυγμένο ριζικό σύστημα εάν τα θρεπτικά συστατικά είναι σε μικρή διαθεσιμότητα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Η μετέπειτα έλλειψη περιορίζει το σύνολο των σπόρων και την πλήρωση του κόκκου. Η σωστή διαχείριση των λιπασμάτων επηρεάζεται από την προηγούμενη καλλιέργεια, την υγρασία του εδάφους και τις βροχοπτώσεις, την ικανότητα του εδάφους να παρέχει διαφορετικά θρεπτικά συστατικά, την ποικιλία που χρησιμοποιείται, τη στοχευόμενη απόδοση σπόρου, το χρόνο εφαρμογής της λίπανσης, την πιθανότητα πλαγιάσματος, την πηγή των θρεπτικών συστατικών και την ύπαρξη συγκαλλιέργειας ή όχι (Welch, 2012).

Η ποσότητα αζώτου που είναι διαθέσιμη για την καλλιέργεια βρώμης επηρεάζει την απόδοση και την ποιότητα του σπόρου. Καθώς αυξάνεται το διαθέσιμο άζωτο, ο ρυθμός ανάπτυξης και η απόδοση της καλλιέργειας βρώμης αυξάνεται, μέχρις ότου το άζωτο να μην αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Υψηλές ποσότητες διαθέσιμου αζώτου μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της ποιότητας του σπόρου, μειώνοντας το βάρος των χιλίων κόκκων, το πάχος του σπόρου και αυξάνοντας το ποσοστό λεπτών κόκκων (Mohr et al, 2007). Επιπλέον αυξάνεται και η πιθανότητα πλαγιάσματος των φυτών βρώμης. Έτσι ο παραγωγός θα πρέπει να επιτύχει μία ισορροπία μεταξύ της απόδοσης και της ποιότητας, διότι η αξία της βρώμης είναι συνάρτηση και των δύο (May et al, 2004).

Η ποσότητα αζώτου για την καλλιέργεια βρώμης εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, τον τύπο του εδάφους, το ιστορικό καλλιέργειας αγρού και την ποικιλία. Η συνιστώμενη δόση αζώτου στην Ελλάδα είναι περίπου 10 kg/στρ., εφαρμόζοντας την μεγαλύτερη ποσότητα ως βασική λίπανση και η υπόλοιπη ποσότητα ως επιφανειακή τέλος του χειμώνα ή αρχές της άνοιξης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Για μέγιστη απόδοση παραγωγής, η επάρκεια φωσφόρου θα πρέπει να είναι διαθέσιμη για τα φυτά από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης τους (Grant et al, 2001). Για αυτό τον λόγο ολόκληρη η ποσότητα φώσφορο διατίθεται πριν από την σπορά ως βασική λίπανση. Διάφοροι εδαφολογικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων η

συγκέντρωση φωσφόρου στο έδαφος, η θερμοκρασία, η υγρασία, το pH, η υφή και η πυκνότητα εδάφους, καθώς και φυτικοί παράγοντες, όπως η ανάπτυξη των ριζών, μπορούν να επηρεάσουν την παροχή φωσφόρου στο φυτό, και ως εκ τούτου τη δυνατότητα της καλλιέργειας να ανταποκριθεί στην εφαρμογή φωσφόρου. Σε περίπτωση έλλειψης φωσφόρου η συνιστώμενη ποσότητα για την καλλιέργεια βρώμης στην Ελλάδα είναι μέχρι 6 kg/στρ (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η προσθήκη καλίου στα Ελληνικά εδάφη δεν κρίνεται απαραίτητη, παρά μόνον όταν με αναλύσεις εδάφους και φύλλων διαπιστωθεί έλλειψη.

### **1.8.3.3 Άρδευση**

Η βρώμη έχει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό σε σχέση με τα υπόλοιπα χειμερινά σιτηρά. Για ικανοποιητική απόδοση παραγωγής χρειάζεται τουλάχιστον 750 mm ετήσια βροχόπτωση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Σφήκας, 1995). Για αυτό το λόγο στην Ελλάδα προτιμάται να καλλιεργείται στο δυτικό της τμήμα όπου δέχεται περισσότερες βροχοπτώσεις. Οι Haris and Pitman (1919) παρατήρησαν ότι είχαν μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο βρώμης στα 762 mm νερού εφαρμόζοντας 127 mm ανά εβδομάδα για έξι εβδομάδες. Εξίσου μεγάλες αποδόσεις σε σπόρο βρώμης είχαν και στα 381 mm νερού εφαρμόζοντας 63,5 mm ανά εβδομάδα για έξι εβδομάδες ή χωρισμένο σε τρεις αρδεύσεις των 127 mm, μία στην εμφάνιση του πέμπτου φύλλου, μία στο ξεστάχυσμα και μία στην άνθηση. Αυτό δείχνει ξεκάθαρα τη σημασία της άρδευσης όσο αναφορά τον χρόνο και τη ποσότητα εφαρμογής της. Ο αριθμός των αρδεύσεων θα πρέπει να προσαρμόζεται με βάση τη διαθέσιμη υγρασία, τις αναμενόμενες ανοιξιάτικες και καλοκαιρινές βροχοπτώσεις και την ικανότητα συγκράτησης νερού από το έδαφος (Shanahan and Dillon)

Όταν η ποσότητα νερού είναι περιορισμένη, η βρώμη ανταποκρίνεται καλύτερα εάν οι αρδεύσεις γίνουν κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης (αδέλφωμα, καλάμωμα), κατά το στάδιο ξεσταχυσματος και κατά το γέμισμα του κόκκου. Ωστόσο μία έρευνα που διεξάχθηκε από τους Martin et al, 2001, έδειξε ότι δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης της βρώμης όπου είναι περισσότερο ευαίσθητο στην ξηρασία από κάποιο άλλο στάδιο ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, η βρώμη θα πρέπει να ποτίζεται με βάση τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους και όχι με το στάδιο ανάπτυξής της.

Γενικά η βρώμη δεν είναι ανθεκτική στην ξηρασία. Ωστόσο υπάρχουν ποικιλίες που αντιδρούν καλύτερα στην ξηρασία, αξιοποιώντας αποτελεσματικότερα την διαθέσιμη υγρασία του εδάφους (Zaheri and Bahraminejad, 2012). Σε περίπτωση έλλειψης νερού κατά την διάρκεια ανάπτυξης του κόκκου έχει σαν αποτέλεσμα να μειωθεί το βάρος των κόκκων ανά φυτό βρώμης. Επιπλέον σε συνθήκες μειωμένης υγρασίας μειώνεται η φωτοσύνθεση και διαπνοή του φυτού (Pszczółkowska et al, 2010). Αντιθέτως η υπεράρδευση και η κακή στράγγιση του εδάφους οδηγούν σε αρνητικές επιπτώσεις για την ανάπτυξη της ρίζας, την φιλική επιφάνεια και την απόδοση σε σπόρο. Επιπρόσθετα σε συνθήκες υψηλής υγρασίας εδάφους με υδατοικανότητα 60-70 % είναι πιο πιθανή η μόλυνση από μύκητες (Pszczółkowska et al, 2010).

#### **1.8.3.4 Συγκομιδή**

Όσο αναφορά τις καρποδοτικές ποικιλίες βρώμης η συγκομιδή πρέπει να πραγματοποιηθεί έγκαιρα μετά από τη φυσιολογική ωρίμανση για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες από το τίναγμα των σπόρων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η συγκομιδή πραγματοποιείται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Συγκεκριμένα, ο Δαλλιάνης (1983) αναφέρει ότι, η συγκομιδή των σπόρων γίνεται όταν το μεγαλύτερο μέρος των κόκκων έχει περάσει το στάδιο της σκληρής ζύμης και δεν παρατηρείται το πράσινο χρώμα σε κανένα σημείου του φυτού.

Για τις χορτοδοτικές ποικιλίες η συγκομιδή πραγματοποιείται λίγο πριν από το στάδιο του ξεσταχάσματος (Αυγουλάς και άλλοι, 2001). Σύμφωνα με τον Σφήκα (1995) η καταλληλότερη στιγμή είναι το στάδιο του γάλακτος. Οι Hussain et al (1995) αναφέρουν ότι στο στάδιο της μαλακής ζύμης σημειώνεται η μεγαλύτερη ποσότητα ξηρής βιομάζας ενώ στο στάδιο του γάλακτος έχουμε τον ιδανικότερο συνδυασμό ικανοποιητικής βιομάζας και ποιότητας.

#### **1.8.4 Εχθροί**

Οι διάφοροι εχθροί που προσβάλλουν την καλλιέργεια της βρώμης είναι παρόμοιοι με τους εχθρούς του σιταριού. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι δεν

προσβάλλεται από την κηκιδόμυγα (*Phytophaga destructor*) και προσβάλλεται ελάχιστα από τον κάραβο (*Zarbus tenebrioides*) και το χλώροπα (*Chlorops taeniopa*).

Ο σοβαρότερος εχθρός είναι η *Oscinella frit*, όπου η εξεύρεση και χρήση ανθεκτικών ποικιλιών δεν έχει προχωρήσει αρκετά. Οι εχθροί λοιπόν της βρώμης είναι οι:

1. Σιδηροσκώληκες
2. Αγρότιδες
3. Κάραβος
4. Χλώροπας
5. Οσινέλλα
6. Βλαστορρήκτης
7. Βρωμούσες
8. Αφίδες
9. Ακρίδες
10. Θρίπας
11. Νηματώδης των σιτηρών
12. Έντομα αποθηκών (Καραμάνος, 1999)

### **1.8.5 Ασθένειες**

Οι ασθένειες που προσβάλλουν την καλλιέργεια της βρώμης είναι οι:

1. Σκωρίαση των φύλλων
2. Σκωρίαση του στελέχους
3. Γυμνός άνθρακας
4. Καλυμμένος άνθρακας
5. Ελμινθοσποριώσεις (Καραμάνος, 1999)

## 1.9 Τριτικάλε

Το τριτικάλε (*X Triticosecale* Wittmack) είναι το πρώτο επιτυχημένο προϊόν διγενικής διασταύρωσης. Δημιουργήθηκε στην προσπάθεια να παραχθεί ένα νέο σιτηρό από τη διασταύρωση μαλακού σιταριού (*Triticum aestivum* L. Em. Thell) ή σκληρού σιταριού (*T. Turgidum* var. *durum*) με σίκαλη (*Secale cereal* L). Στόχος αυτής της δημιουργίας ήταν να υπερβεί στην απόδοση και άλλα χαρακτηριστικά τα καλλιεργούμενα σιτηρά, τουλάχιστον κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Το τριτικάλε, όπως είναι γνωστό, είναι ένα φυτό προικισμένο με δυνατότητες που δεν διαθέτουν τα άλλα σιτηρά. Μπορεί να αξιοποιήσει καλύτερα τα οριακά περιβάλλοντα (όξινα, υποβαθμισμένα, ψυχρά κ.λπ.) και να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια λόγω αλληλοπάθειας, πολύ καλύτερα από τα υπόλοιπα σιτηρά. Οι ελληνικές ποικιλίες τριτικάλε συμπεριφέρονται πολύ καλά στην αρτοποιήση και δίνουν ψωμί ισάξιο πολλών ποικιλιών μαλακού σιταριού

(<http://www.sporoidremoni.gr/index.php/tritikale>).

### 1.9.1 Ποικιλίες

Αρχικά η γονιμότητα των φυτών τριτάλε ήταν πολύ χαμηλή. Στην πορεία βελτιώθηκε σημαντικά σε επίπεδα μόνο 6% χαμηλότερα από εκείνα του σιταριού και περίπου 15% υψηλότερα από τα συνηθισμένα εξαπλοειδή τριτικάλε. Αυτό πραγματοποιήθηκε όταν ένα ζεύγος χρωματοσωμάτων της σίκαλης αντικαταστάθηκε από ένα ζεύγος του D-γονιώματος του μαλακού σιταριού. Η διαλογή αυτή συνδύαζε εκτός από τη βελτιωμένη γονιμότητα και άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά (αυξημένο βάρος καρπών, νανισμό, πρωιμότητα, σχετική αδιαφορία στη φωτοπερίοδο, αυξημένη αποδοτικότητα και βελτιωμένη βιολογική αξία) και για αυτό χρησιμοποιήθηκε εντατικά σε βελτιωτικά προγράμματα (Καραμάνος, 1999).

#### 1.9.1.1 Ποικιλία *Catria*

Ποικιλία μέσου έως μεγάλου μεγέθους (105-110 cm), με όρθια ανάπτυξη και με ελαστικό καλάμι το οποίο προσδίδει εξαιρετική αντοχή στο πλάγισμα. Έχει πλούσιο αδέλφωμα και το βάρος 1000 κόκκων κυμαίνεται από 46-48 gr. Είναι



κατάλληλη για σπόρο και για ενσίρωμα (υψηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη). Επιπλέον, είναι ανθεκτική ποικιλία στις κύριες ασθένειες της καλλιέργειας (Ωίδιο και Σεπτόρια). (<http://www.agroservicespa.it/it/catria-3729>)

## 1.9.2 Οικολογικές απαιτήσεις

Αν και το τριτικάλε ανταποκρίνεται παρόμοια με το σιτάρι όσο αναφορά τις κλιματικές απαιτήσεις, παρόλο αυτά, προσαρμόζεται καλύτερα σε διάφορες συνθήκες στρεσαρίσματος (Mergoum and Macpherson, 2004). Η ανθεκτικότητα των χειμερινών ποικιλιών τριτικάλε στο ψύχος είναι μεγαλύτερη από τις ποικιλίες του σίτου, ιδιαίτερα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Έτσι σε περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες η καλλιέργεια τριτικάλε μπορεί να αντικαταστήσει το σιτάρι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Η ξηρασία κατά τη διάρκεια γεμίσματος του κόκκου, ειδικά αν συνοδεύεται από υψηλές θερμοκρασίες όπως γίνεται συνήθως, επισπεύδει την γήρανση των φύλλων, μειώνει την διάρκεια γεμίσματος του σπόρου και το μέσο βάρος των κόκκων. Το τριτικάλε αποδίδει πολύ καλά σε σχέση με το σιτάρι και άλλα σιτηρά κάτω από συνθήκες ξηρασίας και υψηλών θερμοκρασιών. Αυτή η αντοχή του τριτικάλε στην ξηρασία οφείλεται στην πρόωγη εμφάνιση του στάχυ και στην μεγάλη ικανότητα του ριζικού συστήματος να εξάγει νερό από το έδαφος (Giunta et al, 1993).

Το τριτικάλε έχει και παρόμοιες εδαφικές απαιτήσεις με το σιτάρι. Ωστόσο, το τριτικάλε σε σχέση με το σιτάρι προσαρμόζεται καλύτερα σε εδάφη με όξινο pH (έως και 4,5), χαρακτηριστικό το οποίο προέρχεται από την σίκαλη. Πολλές ποικιλίες τριτικάλε πέρα από την αντοχή τους στην οξύτητα, παρουσιάζουν αντοχή και σε υψηλή τοξικότητα αλουμινίου, ένα ακόμη χαρακτηριστικό το οποίο προέρχεται από την σίκαλη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Παρόλο αυτά όμως η σίκαλη παραμένει πιο ανθεκτική στο αλουμίνιο από το τριτικάλε (Hede et al, 2001). Υψηλή ανθεκτικότητα παρουσιάζει και σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα μαγγανίου, χαλκού και αλάτων. Αποδίδει καλύτερα από το σιτάρι σε φτωχά, αμμώδη εδάφη και ορισμένες ποικιλίες τριτικάλε υπερέχουν σε απόδοση στα γόνιμα εδάφη.

### 1.9.3 Καλλιεργητικές τεχνικές

#### 1.9.3.1 Σπορά

Η σπορά γίνεται το φθινόπωρο. Η ανοιξιάτικη καλλιέργεια του φυτού δίνει πολύ μικρές αποδόσεις. Σπέρνεται συνήθως τον Οκτώβριο στις ορεινές και το Νοέμβριο στις υπόλοιπες περιοχές. Η σπορά μπορεί να γίνει έως και 2 εβδομάδες νωρίτερα από αυτή του σιταριού.

Η σπορά γίνεται σε γραμμές με σπαρτική μηχανή. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών κυμαίνονται από 15-20 εκατοστά. Οι αποστάσεις των φυτών επί της γραμμής προκύπτουν από την ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί. Χρειάζονται περίπου 18-20 κιλά σπόρου/στρέμμα. Στις ορεινές περιοχές χρειάζονται 20 κιλά σπόρου/στρέμμα, όπως και σε ποικιλίες που δεν αδελφώνουν πολύ. Η ποσότητα του σπόρου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Σε ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης (θερμοκρασία, υγρασία) προτιμάται η πιο πυκνή σπορά για αύξηση αποδόσεων. Επίσης, το χειμώνα σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες (π.χ. ορεινά) η πυκνή σπορά δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Πυκνή σπορά επιλέγεται και σε περιπτώσεις όψιμης σποράς, όπως και σε εδάφη μη καλά προετοιμασμένα για σπορά.

Κατάλληλο βάθος σποράς από 2,5-5 εκατοστά. Μεγαλύτερο βάθος σποράς επιλέγεται σε περιπτώσεις μεγάλης ξηρασίας, ώστε ο σπόρος να εκμεταλλευτεί την υγρασία από μεγαλύτερο βάθος. Μικρότερο βάθος προτιμάται στα συνεκτικά εδάφη για διευκόλυνση του φυτρώματος

[https://www.agromentoris.info/encyclopedia\\_gr.php?alphabet\\_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on](https://www.agromentoris.info/encyclopedia_gr.php?alphabet_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on) ).

#### 1.9.3.2. Λίπανση

Η συνιστώμενη ποσότητα λίπανσης είναι 10-15 κιλά άζωτο (N)/στρέμμα και 4-5 κιλά φωσφόρου (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)/στρέμμα. Προσθήκη καλίου γίνεται μόνο εφόσον διαπιστωθεί, από την εδαφοανάλυση, έλλειψη του στοιχείου αυτού. Στη χώρα μας συνήθως η έλλειψη καλίου (K) είναι σπάνια σε εδάφη που καλλιεργούνται χειμερινά σιτηρά.

Η βασική λίπανση γίνεται με διασκορπισμό του λιπάσματος στην επιφάνεια του εδάφους, πριν τη σπορά και κατά την προετοιμασία του εδάφους (συνήθως πριν το δισκοσβάρνισμα) και ακολουθεί ενσωμάτωσή της. Κατά τη βασική λίπανση γίνεται προσθήκη μιας ποσότητας αζώτου (N) (σε αμμωνιακή μορφή) και όλου του φωσφόρου (P). Η επιφανειακή λίπανση περιλαμβάνει το υπόλοιπο του αζώτου (N) (σε νιτρική και αμμωνιακή μορφή) και εφαρμόζεται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού, συνήθως προς τα τέλη του χειμώνα ή αρχές άνοιξης. Σε όξινα εδάφη το άζωτο (N) χορηγείται με τη μορφή ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Ενσωμάτωση δε γίνεται. Η αξιοποίηση της επιφανειακής λίπανσης γίνεται με τις βροχοπτώσεις, που επικρατούν την εποχή αυτή

[https://www.agromentoris.info/encyclopedia\\_gr.php?alphabet\\_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on](https://www.agromentoris.info/encyclopedia_gr.php?alphabet_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on) ).

### **1.9.3.3. Άρδευση**

Το τριτικάλε καλλιεργείται κυρίως σε ξηρικές εκτάσεις. Καλύπτει τις απαιτήσεις του σε νερό από τις βροχοπτώσεις. Ωστόσο, αντιδρά θετικά στην άρδευση σε περιοχές με χαμηλά ύψη βροχής. Την άνοιξη όμως, όπου η θερμοκρασία αυξάνει, και σε συνδυασμό με την υψηλή υγρασία του περιβάλλοντος, μπορεί να αναπτυχθούν μυκητολογικές ασθένειες. Επίσης ευνοείται και το πλάγιασμα, με αποτέλεσμα την πιθανή μείωση της απόδοσης. Σε βαριά, επίπεδα εδάφη, που δεν στραγγίζουν καλά, μπορεί μετά από ισχυρές βροχοπτώσεις να λιμνάσουν νερά, τα οποία προκαλούν ασφυξία στα φυτά. Το αποτέλεσμα είναι το κιτρίνισμα και η ξήρανση των κατώτερων φύλλων. Η απομάκρυνσή τους γίνεται με αυλάκια που ανοίγονται κατά θέσεις στον αγρό

[https://www.agromentoris.info/encyclopedia\\_gr.php?alphabet\\_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on](https://www.agromentoris.info/encyclopedia_gr.php?alphabet_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on) ).

### **1.9.3.4 Συγκομιδή**

Γίνεται, όταν η υγρασία του σπόρου βρίσκεται στο 14% με θεριζοαλωνιστικές μηχανές, τον Ιούνιο και στις πιο ορεινές περιοχές τον Ιούλιο. Οι ποικιλίες των τριτικάλε είναι 1-2 εβδομάδες οψιμότερες από το σιτάρι. Καθυστέρηση συγκομιδής μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ζημιές από αέρα, βροχή, χαλάζι, τίναγμα σπόρου.

Επίσης, καθυστερημένη συγκομιδή μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα το φύτρωμα των σπόρων στον στάχυ, ιδιαίτερα σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Συγκομιδή με υγρασία σπόρου μεγαλύτερη από 14% μπορεί να γίνει, αλλά απαιτεί ξήρανση του σπόρου για ασφαλή αποθήκευση

([https://www.agromentoris.info/encyclopedia\\_gr.php?alphabet\\_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on](https://www.agromentoris.info/encyclopedia_gr.php?alphabet_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on) ).

#### **1.9.4 Εχθροί**

Το τριτικάλε παρουσιάζει κοινούς εχθρούς με το σιτάρι. Φαίνεται να είναι εύλωτο στο σιδηροσκώληκα, στην αγροτίδα, σε αφίδες και ακρίδες. Επιπλέον έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένα τριτικάλε παρουσιάζουν ευπάθεια όταν ψεκάζονται με εντομοκτόνα και, επομένως, χρειάζεται προσοχή στη χρήση τους για την καταπολέμηση των εχθρών της καλλιέργειας

([http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/fcd10572](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd10572)).

#### **1.9.5 Ασθένειες**

Η εξάπλωση της καλλιέργειας του τριτικάλε κατά τα τελευταία χρόνια προκάλεσε την εμφάνιση μολυσματικών στελεχών διαφόρων παθογόνων, με αποτέλεσμα να παρουσιασθούν ιδιαίτερα προβλήματα από ασθένειες όπως είναι η μαύρη σκωρίαση στην Αυστραλία, η κίτρινη σκωρίαση στην Αν. Αφρική και τη Ν. Αμερική, και οι ελμινθοσποριώσεις στις υγρότερες περιοχές. Οι ασθένειες από τις οποίες προσβάλλεται η καλλιέργεια του τριτικάλε είναι οι εξής:

- η Εργωτίαση
- οι Σκωριάσεις
- η Ελμινθοσπορίωση

Τέλος έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες ανθεκτικές όσον αφορά στο ωίδιο και τη σεπτορίωση (Καραμάνος, 1992).

## 1.10 Λιπάσματα

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).

### 1.10.1 Τύποι λιπασμάτων

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 ένα απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για την καλλιέργεια φυτών, τα ζώα και τα μικρόβια. Είναι ένα σημαντικό συστατικό των πρωτεϊνών και της χλωροφύλλης που χτίζει κύτταρα και τους φυτικούς ιστούς (Vickery, 1981). Είναι επίσης 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 αναπτυσσομένων φυτών και τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους. Η ουρία  $[(\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  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 οξειδωση του αμμωνιακού-N με το νιτρικό-N.

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

### 1.10.2 Αναστολέας ουρεάσης

Η υψηλή θέση της ουρίας στο κόσμο της αγοράς των αζωτούχων λιπασμάτων οφείλεται κυρίως στο χαμηλό κόστος παραγωγής, της υψηλής περιεκτικότητας σε άζωτο (46% N) και το χαμηλό κόστος σχετικά με την μεταφορά και την αποθήκευση. Επιπλέον δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος πυρκαγιάς και έκρηξης. Είναι κατάλληλη για την παραγωγή σύνθετων λιπασμάτων και επίσης για εφαρμογή με την μορφή σβόλων, κόκκων, σε διάλυμα ή επικαλυπτόμενα. Το κύριο μειονέκτημα της ουρίας ως ένα αζωτούχο λίπασμα είναι οι μεγάλες απώλειες υπό την μορφή της αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ). Ο Bundy (2001) αναφέρει τους παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για αυτές τις απώλειες :

- ❖ καθόλου βροχόπτωση ή άρδευση μετά τις εφαρμογές,
- ❖ κατάλοιπα της καλλιέργειας στην επιφάνεια του εδάφους,
- ❖ υψηλές θερμοκρασίες
- ❖ υψηλό pH εδάφους
- ❖ λίγος άργιλος και οργανική υλη στο χώμα (μικρή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων)
- ❖ εφαρμογή της ουρίας σε αρχικά υγρό έδαφος ακολουθούμενη από συνθήκες ξηρασίας

Εάν η ουρία δεν ενσωματωθεί στο έδαφος, με άροση ή βροχόπτωση εντός 72 ωρών από την εφαρμογή, σημαντικές απώλειες αναμένονται. Εάν δεν υπάρξει καθόλου βροχόπτωση μέσα σε 5 μέρες από την εφαρμογή της ουρίας σημαντικές απώλειες αναμένονται. Όταν υπάρχει τουλάχιστον λίγη βροχόπτωση, ειδικά την άνοιξη, μετά την εφαρμογή, οι απώλειες θα είναι μειωμένες. Οι απώλειες της αμμωνίας από την εφαρμογή της ουρίας δεν είναι μόνο μια σημαντική οικονομική απώλεια για τους αγρότες, αλλά η αμμωνία που θα χαθεί στην ατμόσφαιρα θα εναποτεθεί με την βροχή στο έδαφος και το νερό προκαλώντας οξύνιση και ευτροφισμό.

Η ουρεάση του εδάφους γενικά πιστεύεται ότι είναι μικροβιακής προέλευσης (τα περισσότερα είδη βακτηρίων, ζυμών και μυκήτων), ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις ότι κάποια ουρεάση του εδάφους μπορεί να προέρχεται από τα φυτά (Frankenberger and Tabatabai, 1982; Freney and Black, 1988). Τα ένζυμα ουρεάσης είναι πανταχού παρόντα και αναφέρονται ότι έχουν βρεθεί κάτω από αερόβιες και αναερόβιες

συνθήκες εδάφους (McCarty and Bremner, 1991; Zaman et al, 1999). Οι παράγοντες που είναι γνωστό ότι αυξάνουν την δραστικότητα της ουρεάσης περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία του εδάφους (ανωτέρω 5 °C), το pH του εδάφους (πάνω από 6,5), τον διαλυτό οργανικό C, το συνολικό N και την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC) (Bremner and Mulvaney, 1978; Kissel and Cabrera, 1988; Zaman et al, 1999). Η ενεργότητα της ουρεάσης είναι μεγαλύτερη σε λειμώνες σε σχέση με τα καλλιεργούμενα εδάφη (O' Toole et al, 1985; Reynolds et al, 1985; Whitehead and Raistrick, 1993), πιθανώς λόγω του υψηλού οργανικού C στην μορφή που ήταν προηγούμενος.

Παρόλο που τα φυτά μπορούν να απορροφήσουν και να αφομοιώσουν την ουρία απευθείας (Watson and Miller, 1996) λίγο μετά την εφαρμογή, το μεγαλύτερο μέρος της ουρίας διαλύεται στο εδαφικό νερό και επακόλουθα υδρολύεται. Η υδρόλυση της ουρίας είναι μία χημική αντίδραση και πραγματοποιείται με το ένζυμο ουρεάση. Όταν η ουρία εφαρμόζεται στο έδαφος μετατρέπεται σχετικά άμεσα (μέσα σε λίγες ημέρες) μέσω της δραστηριότητας του ενζύμου ουρεάσης σε αμμωνία, διοξείδιο του άνθρακα και νερό (Amberger, 1996). Αρχικά η ουρία μετατρέπεται σε ασταθές καρβαμιδικό αμμώνιο και στη συνέχεια σε αμμωνία.

Αυτή η μετατροπή έχει δύο σημαντικά μειονεκτήματα :

- Απώλεια αμμωνίας μέσω της εξαέρωσης εάν η ουρία είναι εφαρμοσμένη στην επιφάνεια. Τέτοιες απώλειες αμμωνίας θα συμβούν ιδιαίτερα σε εδάφη φτωχά σε ικανότητα απορρόφησης, ακάλυπτα από φυτά και με υψηλό pH. Επιπλέον μεγάλες περιόδου ξηρασίας μαζί με υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν τις απώλειες αμμωνίας.
- Μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημιά στην βλάστηση και στο σπορόφυτο εξαιτίας της αμμωνίας και του νατρίου όταν τοποθετούνται μεγάλες ποσότητες δίπλα στο σπόρο. Η πρωτονίωση της αμμωνίας σε αμμώνιο οδηγεί σε ελάχιστη αύξηση της αξίας pH ( $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ) (Trenkel, 2010).

Η δραστηριότητα της ουρεάσης αυξάνεται όσο αυξάνεται και η θερμοκρασία, έτσι η υδρόλυση ολοκληρώνεται κανονικά μέσα σε 10 ημέρες σε θερμοκρασία 5 °C και μέσα σε 2 ημέρες σε θερμοκρασία 30 °C (Vilsmeier and Amberger, 1980). Η υδρόλυση συνδέεται επίσης άμεσα και με την οργανική ύλη, το συνολικό N και την



ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC) του εδάφους. Όσο αυξάνονται αυτή οι παράγοντες αυξάνεται και η υδρόλυση.

Οι αναστολές ουρεάσης μπορούν να αποτρέψουν ή να καθυστερήσουν για 7 έως 14 ημέρες την μετατροπή του αμιδίου-N σε αμμώνιο-N. Αυτό είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο σε εδάφη όπου οι απώλειες της αμμωνίας από την εφαρμοσμένη ουρία είναι μεγάλες, σε εδάφη όπου η ενσωμάτωση της ουρίας στο έδαφος είναι δύσκολη ή αδύνατη, εκεί όπου η ουρία δεν μεταφέρεται με την ροή του ύδατος στο έδαφος εξαιτίας της ξηρασίας κι εκεί όπου η καλλιέργεια του εδάφους είναι ελάχιστη ή μηδενική (καθόλου άροση) και όπου, συνεπώς, η οργανική υλη έχει συσσωρευτεί. Επίσης μειώνουν και την τοξικότητα της ουρίας όταν τοποθετείται κοντά στο σπόρο. Έτσι, η αποτελεσματικότητα της ουρίας και αζωτούχων λιπασμάτων που περιέχουν ουρία (π.χ. διάλυμα νιτρικού αμμωνίου ουρίας), αυξάνεται και η τυχόν δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση τους είναι μειωμένες (Trenkel, 2010).

Η ανάπτυξη αναστολέων ουρεάσης είναι πολύ χρονοβόρα και ακριβή διαδικασία, επειδή τα προϊόντα αυτά έχουν ειδικά χαρακτηριστικά.

- Δεν πρέπει να έχουν δυσμενείς παρενέργειες στη γονιμότητα του εδάφους.
- Δεν πρέπει να υποβαθμίζονται σε τοξικές ουσίες στο έδαφος.
- Δεν πρέπει να είναι τοξικοί για τα φυτά, τα ζώα και τον άνθρωπο.
- Πρέπει να ταιριάζουν στα σύνθετα συστήματα παραγωγής των παραγωγών ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμοι και περιβαλλοντικά αποδεκτοί.
- Πρέπει να είναι σταθεροί κατά την παραγωγή, αποθήκευση, μεταφορά και χρήση τους.
- Το κόστος τους πρέπει να είναι αποδεκτό από τους αγρότες.
- Πρέπει να είναι συμβατοί με την ουρία και με λιπάσματα που περιέχουν ουρία.
- Τέλος, η διαδικασία εγγραφής, η οποία απαιτείται πριν από τη χρήση αυτών των υλικών στη γεωργία, θα διαρκέσει αρκετά χρόνια.

Χιλιάδες χημικές ουσίες έχουν αξιολογηθεί ως αναστολές ουρεάσης του εδάφους (Kiss and Simihaian, 2002). Ωστόσο, μόνο λίγες από τις πολλές ενώσεις που ελέγχθηκαν πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις της ύπαρξης μη τοξικότητας, αποτελεσματικότητα σε χαμηλή συγκέντρωση, σταθερές και συμβατές με ουρία (στερεά και διαλύματα), αποικοδομήσιμα στο έδαφος και ανέξοδες. Μπορούν να

ταξινομηθούν ανάλογα με τις δομές τους και την αλληλεπίδρασή τους με το ένζυμο ουρεάση (Watson, 2000,2005). Έχουν προταθεί τέσσερις κύριες κατηγορίες αναστολέων ουρεάσης:

1. αντιδραστήρια τα οποία αλληλεπιδρούν με τις σουλφυδρύλ (sulphydryl) ομάδες (αντιδραστήρια σουλφυδρυλίου),
2. υδροξαμικών (hydroxamates),
3. γεωργικές χημικές ουσίες προστασίας των καλλιεργειών, και
4. δομικά ανάλογα της ουρίας και σχετικών ενώσεων.

Το N-(n-βουτυλο) θειοφωσφορικό τριαμίδιο (NBPT), phenylphosphorodiamidate (PPD/PPDA), και υδροκινόνη είναι ίσως οι πιο εκτενώς μελετημένοι αναστολείς ουρεάσης (Kiss και Simihaian, 2002). Έρευνα και πρακτικές δοκιμές έχουν επίσης διεξαχθεί με τριαμίδιο N-(2-νιτροφαινυλο) φωσφορικού οξέος (2-NPT) και θειοθειικό αμμώνιο (ATS). Οι ενώσεις οργανο-φωσφόρου είναι δομικά ανάλογα της ουρίας και είναι μερικές από τις πιο αποτελεσματικούς αναστολείς της ενεργότητας της ουρεάσης, μπλοκάροντας τη δραστική θέση του ενζύμου (Watson, 2005). Από τους παραγωγούς των αναστολέων ουρεάσης σε όλο τον κόσμο, οι ακόλουθοι έχουν διπλώματα ευρεσιτεχνίας παραγωγής προς το παρόν: Agrotain International (originally assigned to Freeport McMoRan Resource Partners and IMC-Agrico) και SKW Piesteritz. Περαιτέρω έρευνα με μια σειρά ενώσεων που προκύπτουν από τις αιτήσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για νέους αναστολείς ουρεάσης διεξάγεται κυρίως στη Γερμανία, την Ινδία και τις Ηνωμένες Πολιτείες.

### 1.10.3 Agrotain

Το Agrotain είναι ένας παρεμποδιστής ουρεάσης με κύρια δραστική ουσία το NBPT (N-(n-butyl) thiophosphoric acid triamide). Ο μηχανισμός του NBPT είναι αν κλειδώσει τις θέσεις πρόσδεσης του ενζύμου ουρεάσης, εμποδίζοντας το ένζυμο να αντιδράσει με την ουρία (Manunza et al., 1999). Το Agrotain δεν σταματά την διαδικασία υδρόλυσης, απλά επιβραδύνει την διαδικασία. Η υδρόλυση της ουρίας αρχίζει από το πρώτο λεπτό απλά δεν γίνεται μαζικά. Η διαδικασία παρατείνεται τουλάχιστον κατά 2-3 εβδομάδες (<http://gavriel.gr/language/el/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-agrotain/>).

Το NBPT είναι προς το παρόν ο μόνος αναστολέας ουρεάσης με εμπορική και πρακτική σημασία στην γεωργία. Το προϊόν που πωλείται με το εμπορικό όνομα Agrotain®. Πρωτοεμφανίστηκε στην αγορά από την IMC-Agrico στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1996. Το 2000 η Lange-Stegmann Company αγόρασε τα περιουσιακά στοιχεία και τις άδειες που σχετίζονταν με την Agrotain και μια ξεχωριστή εταιρεία, η Agrotain International, δημιουργήθηκε για να διαχειριστεί την παγκόσμια εξέλιξη και προώθηση του Agrotain. Το Agrotain έχει καταγραφεί σε αρκετές χώρες όπως στον Καναδά, στις Ηνωμένες Πολιτείες, στη Βραζιλία, στην Αυστραλία, στο Ηνωμένο Βασίλειο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση και είναι διαθέσιμο σε περισσότερες από 70 χώρες όπου η Agrotain International έχει την άδεια ή έχει πουλήσει την τεχνολογία Agrotain. Εξουσιοδοτημένοι συνεργάτες συμπεριλαμβάνονται οι Fertipar Fertilizantes do Paraná στην Βραζιλία, Incitec Pivot στην Αυστραλία, Summit – Quinphos στην Νέα Ζηλανδία, Philom Bios στον Καναδά και η Yara International στην Ευρώπη (Trenkel, 2010).

Το Agrotain είναι ένα μη υδατικό, υγρό σκεύασμα του NBPT. Στην περίπτωση της στερεής ουρίας μπορεί να προστεθεί πριν ή μετά την κοκκοποίηση. Το υγρό ουρίας μπορεί να εγχυθεί άμεσα με Agrotain λίγο πριν από την κοκκοποίηση ώστε να δώσει μια ομοιογενή κατανομή σε όλο τον κόκκο ουρίας. Εναλλακτικά, η στερεά ουρία μπορεί να επεξεργαστεί πριν ή κατά την διάρκεια μιας παρτίδας ή μιας συνεχόμενης διαδικασίας μίξης. Το τρίψιμο των κόκκων της ουρίας κατά την διάρκεια της διαδικασίας μίξης είναι αρκετό για να μοιραστεί ισόποσα το NBPT σε όλους τους κόκκους. Η υγρή σύνθεση του Agrotain δεν περιέχει νερό, οπότε οι ιδιότητες χειρισμού και αποθήκευσης της ουρίας δεν υποβαθμίζονται από την επεξεργασία. Δεν υπάρχει καμιά διαφορά στην απόδοση του NBPT είτε διασκορπίζεται μέσα ή εφαρμόζεται στην επιφάνεια των κόκκων ουρίας.

Όσο αφορά την υγρή ουρία όπως είναι το UAN (διάλυμα ουρίας και νιτρικού αμμωνίου σε νερό που χρησιμοποιείται ως λίπασμα), το NBPT προστίθεται απλά στο διάλυμα του UAN αμέσως πριν την εφαρμογή. Η αποθήκευση του επεξεργασμένου διαλύματος UAN για αρκετές ημέρες δεν συνιστάται, επειδή το προϊόν μπορεί να αρχίσει να υποβαθμίζεται αν αποθηκεύεται με την παρουσία νερού.

Το Agrotain μειώνει το ρυθμό εξαέρωσης της αμμωνίας από την ουρία που εφαρμόζεται στην επιφάνεια ως στερεή ουρία ή διάλυμα ουρίας και νιτρικού

αμμωνίου (UAN). Αυτό συμβαίνει διότι το NBPT έχει την ικανότητα να καταστέλει την δράση του ενζύμου της ουρεάσης. Έτσι καθυστερεί τη μετατροπή της ουρίας σε αμμώνιο, ελαχιστοποιεί τις απώλειες της αμμωνίας και εξασφαλίζει χρόνο για απορρόφηση ή διασπορά των μορφών N στο έδαφος. Οι μειώσεις στις εξαερώσεις της αμμωνίας από την ουρεάση μπορούν να ποικίλλουν από 55-99 % (Trenkel, 2010).

Όταν ενσωματώνονται μεγάλες ποσότητες ουρίας στο έδαφος, η ουρία που τοποθετημένη κοντά σε σπόρους μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τη βλάστηση και να προκαλέσει κάψιμο στις άκρες των φύλλων λόγω υπερβολικής συγκέντρωσης αμμωνίας. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τη χρήση αναστολέα ουρεάσης. Οι Watson and Miller (1996) διαπίστωσαν ότι παρόλο που το NBPT επηρέασε τη δραστηριότητα της ουρεάσης προκάλεσε και κάποιες κακώσεις φύλλων, τα συμπτώματα όμως ήταν παροδικά και βραχύβια.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Πειραματικό σχέδιο

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα (4) διαφορετικά σιτηρά: Σιτάρι, Κριθάρι, Βρώμη και Τριτικάλε, τα οποία καλλιεργήθηκαν στο Βελεστίνο, στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά τη χρονική περίοδο 2013-2014.

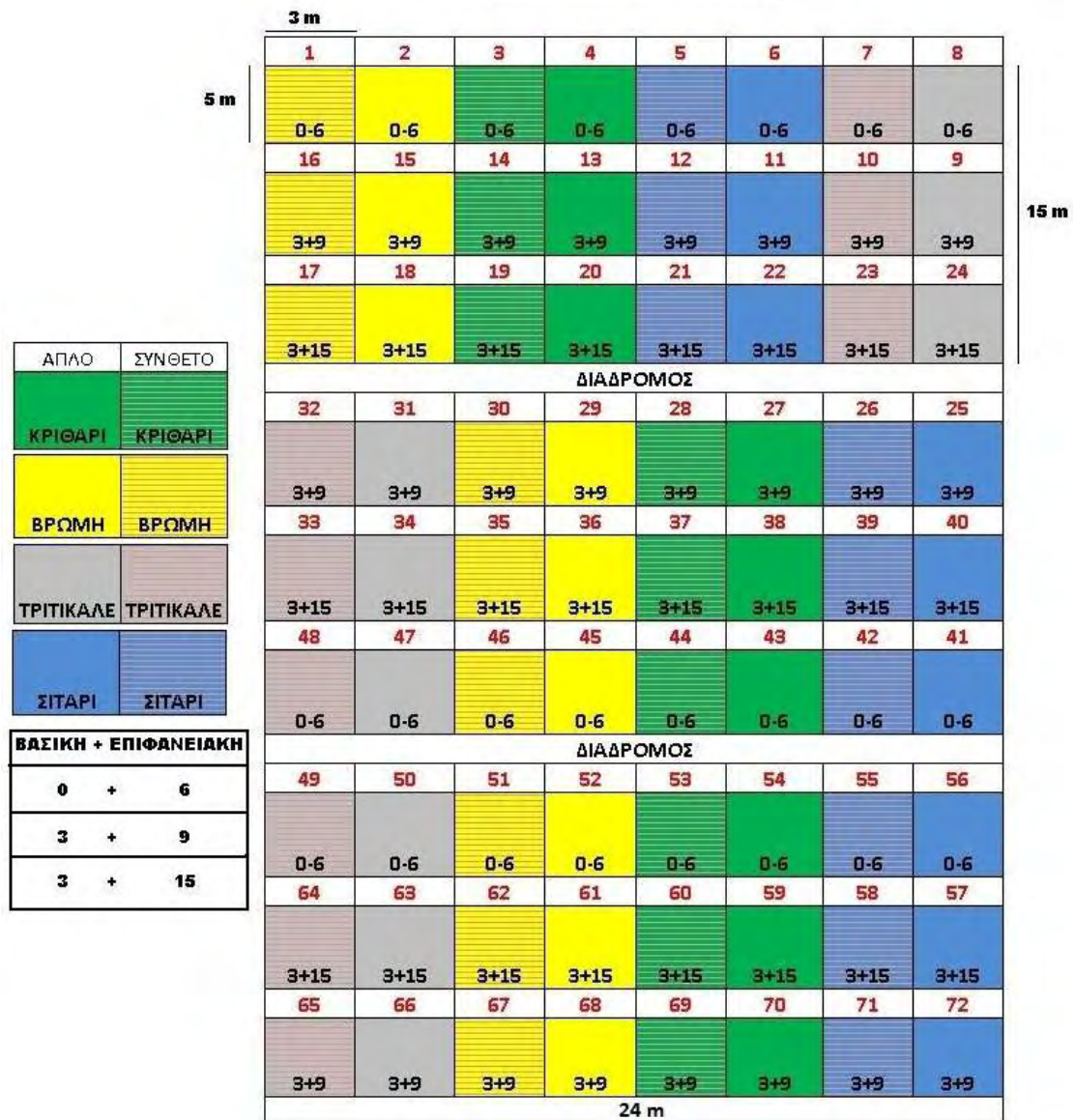
Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν πλήρως τυχαιοποιημένο 6 μεταχειρίσεων λίπανσης, σε τρεις επαναλήψεις, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχέδιο που ακολουθεί (Εικόνα 2.1). Η συνολική έκταση του πειραματικού αγρού ήταν 1080 m<sup>2</sup> χωρίς τους διαδρόμους. Η κάθε επανάληψη είχε διαστάσεις 15 m X 24 m = 360 m<sup>2</sup>, σε κάθε επανάληψη το αγροτεμάχιο του κάθε σιτηρού ήταν 15 mX 6 m = 90 m<sup>2</sup> και κάθε αγροτεμάχιο χωριζόταν σε 6 υποτεμάχια των 5 mX 3 m = 15 m<sup>2</sup>.

Αρχικά σε κάποια αγροτεμάχια εφαρμόστηκε η βασική λίπανση από τα εξής λιπάσματα 16-20-0 και 0-46-0. Στην συνέχεια, εφαρμόστηκαν τρία επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 κιλά ανά στρέμμα). Επίσης, στην επιφανειακή λίπανση χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι λιπασμάτων ένα συμβατικό (34,5-0-0) και ένα με παρεμποδιστή ουρεάσης (46-0-0).

Οι μεταχειρίσεις λίπανσης ήταν οι ακόλουθες :

- 1) Βασική με 0 μονάδες N + Επιφανειακή με 6 μονάδες N από το συμβατικό 34,5-0-0
- 2) Βασική με 3 μονάδες N + Επιφανειακή με 9 μονάδες N από το συμβατικό 34,5-0-0
- 3) Βασική με 3 μονάδες N + Επιφανειακή με 15 μονάδες N από το συμβατικό 34,5-0-0
- 4) Βασική με 0 μονάδες N + Επιφανειακή με 6 μονάδες N από το nutrimore 46-0-0
- 5) Βασική με 3 μονάδες N + Επιφανειακή με 9 μονάδες N από το nutrimore 46-0-0
- 6) Βασική με 3 μονάδες N + Επιφανειακή με 15 μονάδες N από το nutrimore 46-0-0

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΓΡΟΥ



Εικόνα 2.1: Πειραματικό σχέδιο

## 2.2 Εργασίες στον αγρό

### 2.2.1 Προετοιμασία αγρού

Για την προετοιμασία του αγρού πραγματοποιήθηκαν όλες οι συνιστώμενες καλλιεργητικές φροντίδες όπως όργωμα, χρήση καλλιεργητή μέσου τύπου και περιστροφικού καλλιεργητή για ψιλοχωμάτισμα του επιφανειακού στρώματος του εδάφους. Οι κατεργασίες υλοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε το έδαφος των

πειραματικών αγρών να είναι κοκκοποιημένο, συμπαγές με ικανοποιητική υγρασία και ψιλοχωματισμένο, για τη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης.

### **2.2.2 Σπορά**

Η εγκατάσταση των σιτηρών πραγματοποιήθηκε σε έναν αγρό του Βελεστίνου στις 29 Νοεμβρίου 2013. Για την σπορά των σιτηρών χρησιμοποιήθηκε σύγχρονη σπαρτική μηχανή σιτηρών εφαρμόζοντας 20 kg/στρ σπόρων σκληρού σίτου (ποικιλίας Duilio), κριθαριού (ποικιλίας Nure), βρώμης (ποικιλίας Κασσάνδρα) και τριτικάλε (ποικιλίας Catria).

### **2.2.3 Λίπανση**

Η λίπανση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο. Η βασική λίπανση έλαβε χώρα μία ημέρα πριν από την σπορά για όλες τις καλλιέργειες. Η εφαρμογή της έγινε στα πεταχτά και στη συνέχεια ενσωματώθηκε στο έδαφος με τη χρήση περιστροφικού καλλιεργητή.

Για την βασική λίπανση χρησιμοποιήθηκαν τα εξής λιπάσματα 16-20-0 και 0-46-0 με σκοπό να καλυφθούν οι ανάγκες των καλλιεργειών.

Κατά την επιφανειακή λίπανση εφαρμόστηκαν 3 επίπεδα λίπανσης (6, 9 και 15 κιλά ανά στρέμμα). Η εφαρμογή της επιφανειακής πραγματοποιήθηκε στις 6/3/2014 και τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ένα συμβατικό (34,5-0-0) και ένα σύνθετο (46-0-0) με παρμποδιστή ουρεάσης.

### **2.2.4 Άρδευση**

Όσον αφορά την άρδευση, η καλλιέργεια ήταν μη αροτριάια. Η μοναδική ποσότητα νερού που προστέθηκε ήταν αυτή που προήλθε από τις βροχοπτώσεις όπως φαίνεται και από το διάγραμμα.

### **2.2.5 Έλεγχος ζιζανίων**

Η ζιζανιοκτονία πραγματοποιήθηκε με δύο τρόπους, με χημική και χειρωνακτική καταπολέμηση. Η χημική καταπολέμηση περιελάμβανε χρήση προφυτρωτικού αλλά και μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου.

### **2.2.6 Έλεγχος εχθρών και ασθενειών**

Το χρονικό διάστημα που πραγματοποιήθηκε το πείραμα δεν παρατηρήθηκε καμία σοβαρή προσβολή των φυτών από εχθρούς ή ασθένειες και κατά συνέπεια δεν έγινε καμία εφαρμογή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων.

## **2.3 Συλλογή πειραματικών δεδομένων**

Σε κάθε σιτηρό πραγματοποιήθηκαν τέσσερις (4) δειγματοληψίες με σκοπό την μελέτη της αύξησης και ανάπτυξης των καλλιεργειών. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν :

- 1<sup>η</sup> δειγματοληψία στις 6/3/2014
- 2<sup>η</sup> δειγματοληψία στις 4/4/2014
- 3<sup>η</sup> δειγματοληψία στις 5/5/2014
- 4<sup>η</sup> δειγματοληψία στις 6/6/2014

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια ενός πλαισίου 0,5 m<sup>2</sup> για κάθε πειραματικό υποτεμάχιο για κάθε καλλιέργεια. Η επιλογή των φυτών ήταν κάθε φορά τυχαία. Μετά την κοπή των φυτών πραγματοποιούνταν μέτρηση του ύψους και του βάρους, γινόταν η λήψη υποδείγματος και στην συνέχεια τοποθετούνταν μέσα σε πλαστική σακούλα για την μεταφορά τους στο Εργαστήριο Γεωργίας. Πριν από την τοποθέτηση των υποδειγμάτων στην πλαστική σακούλα μετριόταν και το βάρος των υποδειγμάτων. Το βάρος μετριόταν με την βοήθεια ηλεκτρικού ζυγού. Σε κάθε πλαστική σακούλα αναγραφόταν ο αριθμός του υποτεμαχίου από το οποίο πάρθηκε το δείγμα. Το σύνολο των δειγμάτων ήταν 72 για κάθε δειγματοληψία, 18 για κάθε καλλιέργεια, εκτός από την πρώτη κοπή. Στην πρώτη κοπή ελήφθησαν 24 δείγματα, 6 για κάθε σιτηρό, διότι είχε εφαρμοστεί μόνο η βασική λίπανση.



## 2.4 Εργαστηριακές μετρήσεις

Η μεταφορά των υποδειγμάτων από τον αγρό στο Εργαστήριο Γεωργίας γινόταν σε όσο το δυνατό συντομότερο χρονικό διάστημα για την αποφυγή απώλειας υγρασίας. Ακολουθούσε ο διαχωρισμός και τεμαχισμός των φυτών σε φύλλα, βλαστούς και ανθοταξία, μετριόταν το χλωρό τους βάρος και τοποθετούνταν μέσα σε χάρτινη σακούλα όπου αναγραφόταν πάνω ο αριθμός του δείγματος. Στην συνέχεια, οι χάρτινες σακούλες εισάγονταν μέσα σε κλίβανο στους 70 °C με σκοπό την ξήρανση τους. Μετά από 6-7 ημέρες μετρούνταν το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο διαχωρισμός των φυτών σε φύλλα, βλαστούς και ανθοταξία υλοποιήθηκε μόνο στην δεύτερη και τρίτη κοπή. Στην πρώτη κοπή το υπόδειγμα τοποθετήθηκε ολόκληρο στο κλίβανο. Η ανθοταξίες εμφανίστηκαν στην δεύτερη κοπή (4/4/2014) μόνο στο τριτικάλε και το σιτάρι (ιδίως στο τριτικάλε). Κατά την διάρκεια της τέταρτης κοπής (6/6/2014) τα υποδείγματα δεν τοποθετήθηκαν στο κλίβανο διότι τα φυτά μας ήταν είδη ξηρά.

### 2.4.1 Συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων

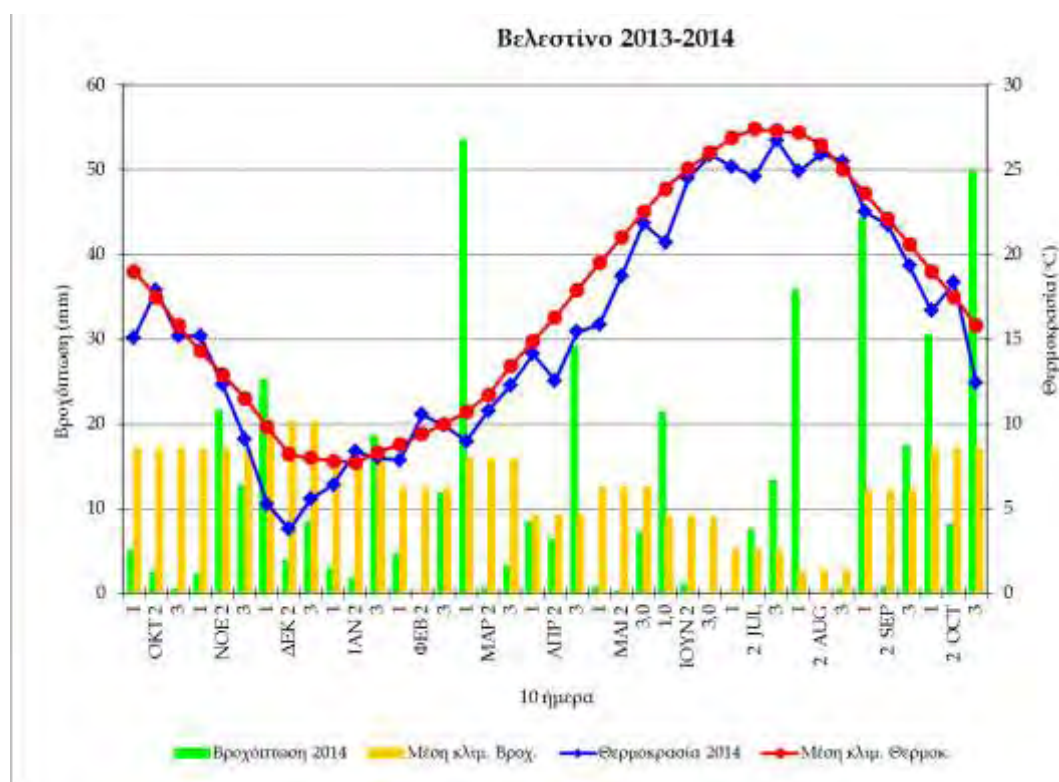
Τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής του Βελεστίνου προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί περιλαμβάνουν καταγραφέα τύπου DATALOG2 SERIES της εταιρίας SKYE INSTRUMENTS LTD., οι οποίοι αποτελούνται από τους παρακάτω αισθητήρες μέτρησης:

- Φωτός (PYRANOMETER)
- Θερμοκρασίας (THERMISTORS)
- Βροχόπτωσης (ARG 100)
- Ταχύτητας ανέμου (THIES CLIMA)

## 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 3.1 Κλιματικές συνθήκες

Ο κάμπος της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα με ξηροθερμικά καλοκαίρια και ψυχρούς και υγρούς χειμώνες. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καιρικές συνθήκες (οι μέσες τιμές θερμοκρασίας αέρα και βροχόπτωσης ανά δεκαήμερο) που επικράτησαν στο Βελεστίνο (περιοχή όπου έλαβε χώρα το πειραματικό) την χρονική περίοδο ανάπτυξης των καλλιεργειών 2013-2014.



**Διάγραμμα 3.1:** Μέση θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ανά 10ήμερο, την χρονική περίοδο 2013-2014, στο Βελεστίνο.

Η σπορά των σιτηρών πραγματοποιήθηκε τέλη Νοεμβρίου (29/11/2013), όπου σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν αρχές Δεκεμβρίου, είχε σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση του φυτρώματος, χωρίς όμως να δημιουργήσει ιδιαίτερα προβλήματα στην εμφάνιση των φυτών, έχοντας τελικά μία επιτυχημένη εγκατάσταση των καλλιεργειών.

Το πρώτο δεκαήμερο του Μαρτίου σημειώθηκε μία αξιοσημείωτη βροχόπτωση των 53 mm (όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα), όπου σε συνδυασμό με την άνοδο της θερμοκρασίας και την εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης (6/3/2014), ευνόησαν την πρώτη αύξηση και ανάπτυξη των σιτηρών.

Στη συνέχεια, όπως απεικονίζεται και στο διάγραμμα (διάγραμμα 3.1), ακολούθησε μια ξηρά περίοδος μέχρι τέλη Απριλίου, έχοντας αρνητική επίδραση στην αύξηση και ανάπτυξη των καλλιεργειών. Σημαντική βροχόπτωση σημειώθηκε το τρίτο δεκαήμερο του Απριλίου (περίπου 30 mm), αποτρέποντας την επιπλέον υποβάθμιση και πιθανή καταστροφή των σιτηρών.

## **3.2 Αύξηση ανάπτυξη**

### **3.2.1 Σιτάρι**

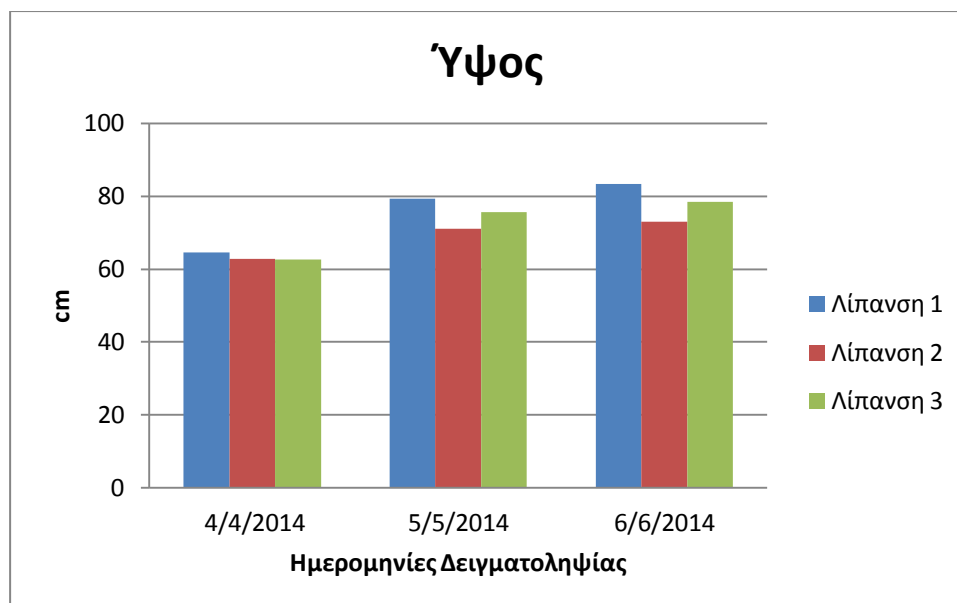
#### **3.2.1.1 Ύψος φυτού**

Η αλληλεπίδραση των επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του σκληρού σίτου με το ύψος των φυτών δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Επίσης, στατιστικά σημαντική διαφορά δεν εμφανίστηκε για τον παράγοντα: διαφορετικός τύπος λιπασμάτων, σε σχέση με το τελικό ύψος των φυτών. Τέλος, εξετάστηκε η αλληλεπίδραση των επιπέδων επιφανειακής λίπανσης σε συνδυασμό με τον τύπο του λιπάσματος. Στη 2<sup>η</sup> κοπή δεν εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ, τόσο στην 3<sup>η</sup> όσο και στην 4<sup>η</sup> κοπή τα αποτελέσματα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στην 3<sup>η</sup> κοπή ο συνδυασμός μεταχείρισης Λ1\*Τ2 δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τους συνδυασμούς μεταχειρίσεων Λ2\*Τ2, Λ3\*Τ1 και Λ3\*Τ2, αλλά ο Λ2\*Τ1 διαφέρει στατιστικά σημαντικά από Λ1\*Τ1 (Πίνακας 3.1). Αντίστοιχα, στην 4<sup>η</sup> κοπή οι συνδυασμός μεταχείρισης Λ2\*Τ1 διαφέρει στατιστικά με τον Λ1\*Τ1 (Πίνακας 3.1).

**Πίνακας 3.1:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ύψος των φυτών του σκληρού σίτου.

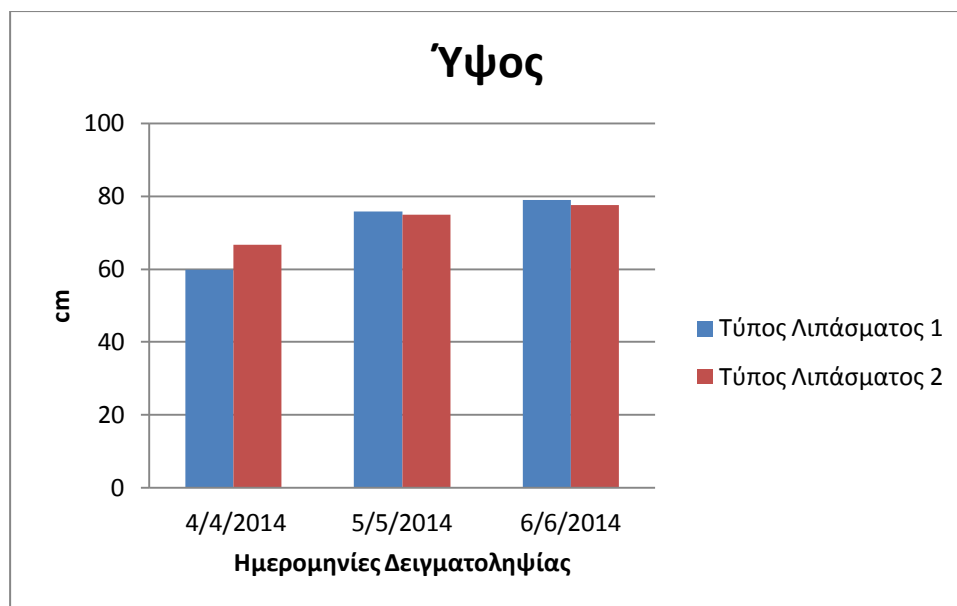
<b>ΥΨΟΣ (cm)</b>			
	2 <sup>η</sup> Κοπή	3 <sup>η</sup> Κοπή	4 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>			
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	64,5	79,33	83,33
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	62,8	71,00	73,00
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	62,7	75,67	78,50
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	59,9	75,78	79,00
Τύπος 2 = Nutrimore	66,8	74,89	77,56
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * T1	58,3	82,00 b	86,00 c
Λ1 * T2	70,7	76,67 a, b	80,67 a, b, c
Λ2 * T1	61,0	70,33 a	71,67 a
Λ2 * T2	64,7	71,67 a, b	74,33 a, b
Λ3 * T1	60,3	75,00 a, b	79,33 a, b, c
Λ3 * T2	65,0	76,33 a, b	77,67 a, b, c
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	10,785	10,395
CV %	13,5	2,2	3,5

Αρχικά, στο Διάγραμμα (3.2) φαίνεται, ότι η χαμηλότερη τιμή που παρατηρήθηκε για το ύψος περί τις αρχές Απριλίου (2<sup>η</sup> κοπή) είναι 62,7cm για τη μεταχείριση των 15 kg N/στρ (επιφανειακή λίπανση). Κατά την 4η κοπή όμως παρατηρήθηκαν αρκετά υψηλές τιμές, με την υψηλότερη να φτάνει τα 83,33 cm για τη μεταχείριση της επιφανειακής λίπανσης με 6 kg N/στρ. Παρατηρήθηκε ότι κατά το διάστημα του ξεσταχιάσματος από τις αρχές Απριλίου μέχρι τις αρχές Μαΐου (στάδιο ανάπτυξης σπόρου) οι ρυθμοί αύξησης του ύψους των φυτών κυμαίνονταν από 0,29 – 0,49 cm/ημέρα. Στη συνέχεια, μέχρι την τελική συγκομιδή, ο ρυθμός αυτός μειώθηκε στα 0,066 – 0,13 cm/ημέρα, διότι τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο της ανάπτυξης του σπόρου.



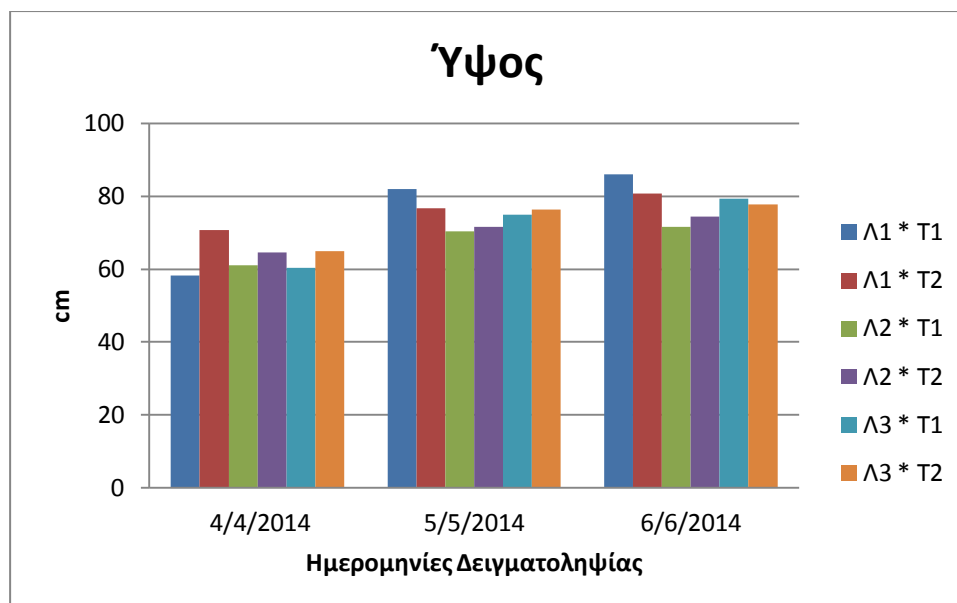
**Διάγραμμα 3.2:** Απεικόνιση της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης ως προς το ύψος των φυτών της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

Στο γράφημα που παρουσιάζεται παρακάτω (Διάγραμμα 3.3) απεικονίζονται τα ύψη των φυτών ανάλογα με τον τύπο λιπάσματος. Παρατηρήθηκε αισθητή διαφορά στο ύψος των φυτών μόνο στην 2<sup>η</sup> κοπή (αρχές Απριλίου). Συγκεκριμένα, τα φυτά με το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0) εμφάνισαν αρκετά χαμηλό ύψος, με την κατώτατη τιμή να αγγίζει τα 59,9 cm (Διάγραμμα 3.3). Στις επόμενες κοπές δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά ανάμεσα στο ύψος των φυτών. Ο ρυθμός αύξησης του ύψους των φυτών με προσθήκη συμβατικού λιπάσματος ήταν 0,53 cm/ημέρα κατά το διάστημα αρχές Απριλίου μέχρι τις αρχές Μαΐου, ενώ με την προσθήκη nutrimore ήταν 0,27 cm/ημέρα.



**Διάγραμμα 3.3:** Απεικόνιση αλληλεπίδρασης των τύπων λιπασμάτων με το ύψος των φυτών σε κάθε κοπή της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

Τέλος, μελετήθηκε η αλληλεπίδραση των επιπέδων της επιφανειακής λίπανσης σε συνδυασμό με τον τύπο του λιπάσματος (Διάγραμμα 3.4). Στην 2<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014), παρατηρήθηκε ότι οι τιμές του ύψους ήταν σχεδόν ομοιόμορφες εκτός από το συνδυασμό Λ1\*Τ2 με την υψηλότερη τιμή 70,67 cm. Στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία (5/5/2014), η χαμηλότερη τιμή παρουσιάζεται στο συνδυασμό Λ2\*Τ1 στα 70,33 cm, ενώ ο συνδυασμός που απέδωσε περισσότερο σε ύψος είναι ο Λ1\*Τ1 με 82 cm με τον μεγαλύτερο ρυθμό μεταβολής ύψους 0,79 cm/ημέρα. Μεγάλη απόκλιση μεταξύ της υψηλότερης και της χαμηλότερης τιμής παρουσιάστηκε στην 4<sup>η</sup> κοπή (6/6/2014), με 86 cm ο συνδυασμός Λ1\*Τ1 και με 71,67 cm ο συνδυασμός Λ2\*Τ1.



**Διάγραμμα 3.4:** Απεικόνιση της αλληλεπίδρασης των τύπων λιπασμάτων και των επιπέδων επιφανειακής λίπανσης με το ύψος των φυτών σε κάθε κοπή της καλλιέργειας σκληρού σίτου

### 3.2.1.2 Χλωρό Βάρος

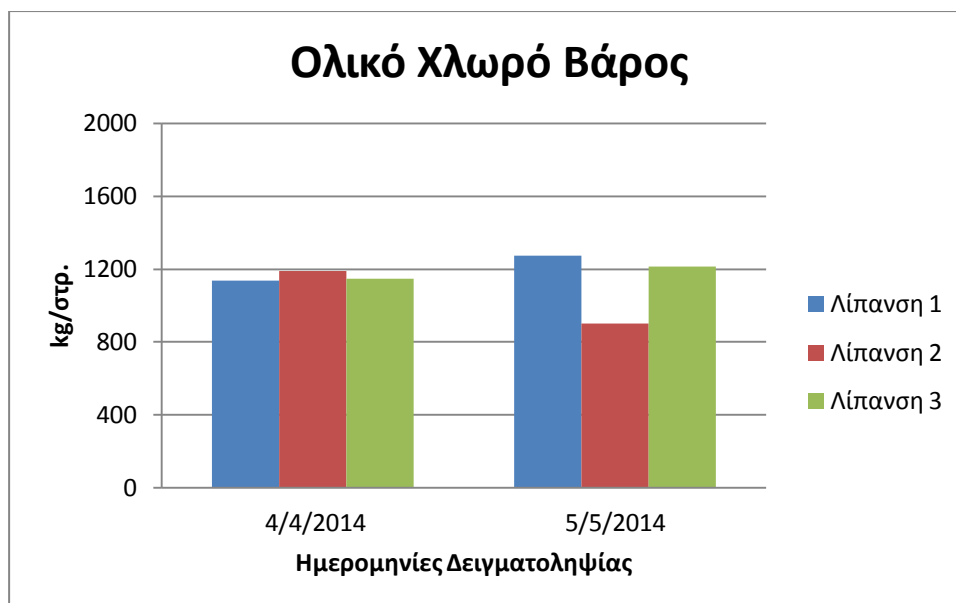
Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.2) αναλύονται τα αποτελέσματα του ολικού χλωρού βάρους της καλλιέργειας του σίτου. Παρατηρήθηκε ότι δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης. Επίσης, στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρουσιάστηκε και στα αποτελέσματα του ολικού χλωρού βάρους ως προς το παράγοντα : διαφορετικό τύπο λιπάσματος. Όσο αναφορά την αλληλεπίδραση των δύο μεταβλητών (διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης και διαφορετικός τύπος λιπάσματος) ως προς τον το χλωρό βάρος των φυτών σιταριού ούτε εκεί παρουσιάστηκε αξιόλογη στατιστική διαφορά (Πίνακας 3.2). Οι τιμές ολικού χλωρού βάρους των φυτών σιταριού υπολογίστηκαν μόνο για την 2<sup>η</sup> (αρχές Απριλίου) και 3<sup>η</sup> κοπή (αρχές Μαΐου).

**Πίνακας 3.2:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος, της καλλιέργειας σκληρού σίτου .

<b>ΟΛΙΚΟ ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>		
	2 <sup>η</sup> Κοπή	3 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>		
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	1138,0	1273,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	1190,0	901,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	1148,0	1215,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>		
Τύπος 1 = Συμβατικό	1150,0	1086,0
Τύπος 2 = Nutrimore	1168,0	1174,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>		
Λ1 * T1	1025,0	1265,0
Λ1 * T2	1251,0	1281,0
Λ2 * T1	1279,0	833,0
Λ2 * T2	1101,0	970,0
Λ3 * T1	1154,0	1161,0
Λ3 * T2	1152,0	1269,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
CV %	21,0	19,7

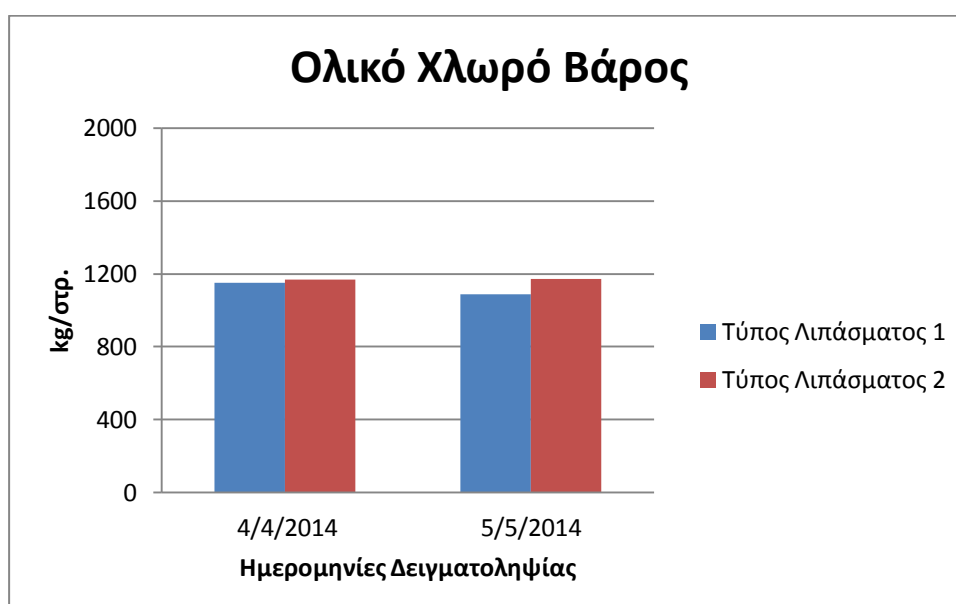
Η αλληλεπίδραση των επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του σκληρού σίτου ως προς το ολικό χλωρό βάρος παρουσιάζεται στη παρακάτω γραφική απεικόνιση (Διάγραμμα 3.5). Στις αρχές Απριλίου (2<sup>η</sup> κοπή) δεν εμφανίζονται σημαντικές διαφορές ως προς το χλωρό βάρος σε σχέση με το επίπεδο λίπανσης. Τα επίπεδα εμφανίζουν αρκετή ομοιομορφία με τη χαμηλότερη τιμή να βρίσκεται στα 1138 kg/στρ, για την επιφανειακή λίπανση 6 μονάδες αζώτου, και την υψηλότερη στα 1190 kg/στρ, για την μεταχείριση 9 μονάδες αζώτου. Απεναντίας, στην 3<sup>η</sup> κοπή εμφανίζονται διαφορές στο ολικό χλωρό βάρος με την μικρότερη τιμή να διαμορφώνεται στη μεταχείριση με 9 kg N/στρ. στα 901 kg/στρ και την μεγαλύτερη με την προσθήκη 6 μονάδες αζώτου στα 1273 kg/στρ.





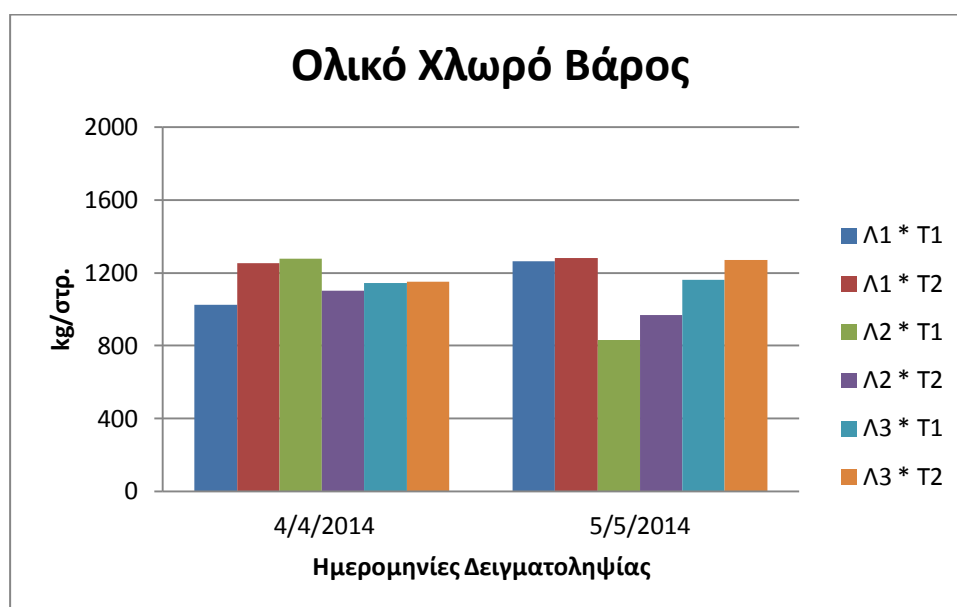
**Διάγραμμα 3.5:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών, της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

Η μεταβλητή διαφορετικού τύπου λιπάσματος δεν φαίνεται να επηρεάζει το ολικό χλωρό βάρος, καθώς οι τιμές κυμάνθηκαν σχετικά σε παρόμοια επίπεδα (Διάγραμμα 3.6). Στην 3<sup>η</sup> κοπή παρουσιάζεται μία μικρή διαφορά, με το λίπασμα nutrimore (46-0-0) να υπερέχει κατά 87,4 kg/στρ έναντι του συμβατικού (34,5-0-0).



**Διάγραμμα 3.6:** Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών, της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

Παρακάτω, παρουσιάζεται γραφικά η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων : διαφορετικό επίπεδο λίπανσης και διαφορετικό τύπο λιπάσματος, ως προς το ολικό χλωρό βάρος (Διάγραμμα 3.7). Στην 2<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014), οι συνδυασμοί που ξεχωρίζουν είναι ο Λ1\*Τ2 και ο Λ2\*Τ1, όπου έχουν τις υψηλότερες τιμές, 1251 kg/στρ και 1278 kg/στρ αντίστοιχα. Ενώ, στην κοπή που πραγματοποιήθηκε στις 5/5/2014 (3<sup>η</sup> κοπή) υπάρχει μια διαφοροποίηση στις τιμές του χλωρού βάρους. Η χαμηλότερη παρουσιάζεται στον συνδυασμό Λ2 \* Τ1 με τιμή 833 kg/στρ, κι η υψηλότερη τιμή βρίσκεται στον συνδυασμό Λ1 \*Τ2 με 1281 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.7:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος, της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

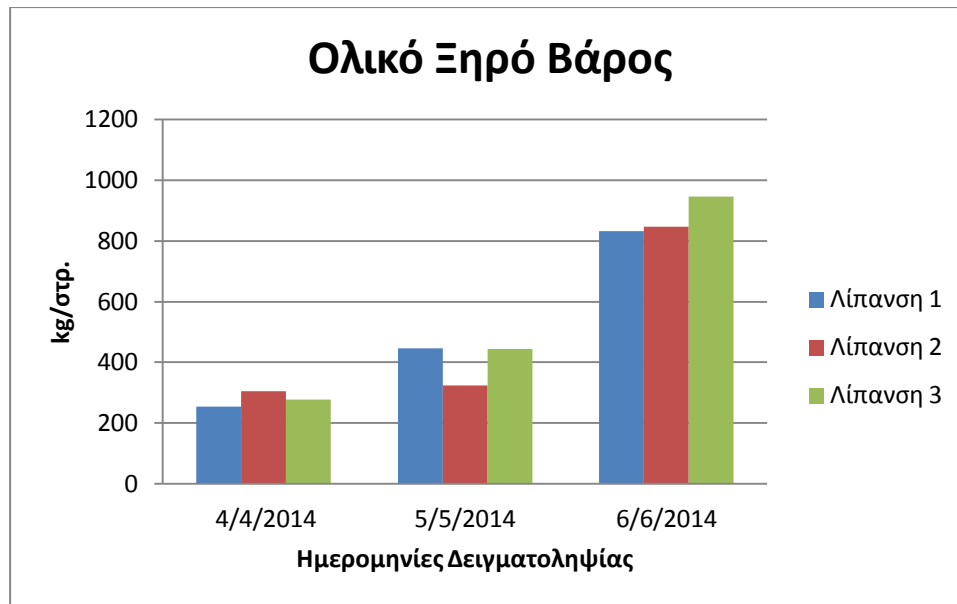
### 3.2.1.3 Ξηρό Βάρος

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ολικού ξηρού βάρους του σκληρού σίτου μετά από στατιστική ανάλυση (Πίνακας 3.3). Σε όλες τις μεταχειρίσεις, τόσο με τον διαφορετικό τύπο λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore) όσο και με τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ), αλλά και στον συνδυασμό των δύο μεταβλητών, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.3).

**Πίνακας 3.3:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

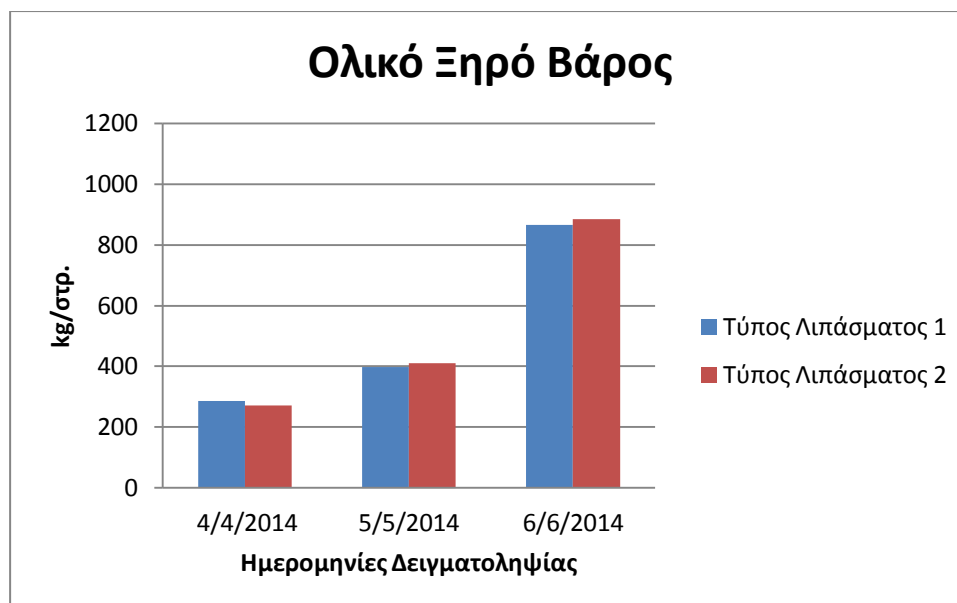
<b>ΟΛΙΚΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>			
	2 <sup>η</sup> Κοπή	3 <sup>η</sup> Κοπή	4 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>			
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	254,0	445,0	832,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	305,0	324,0	848,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	277,0	443,0	945,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	285,0	398,0	866,0
Τύπος 2 = Nutrimore	272,0	428,0	884,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * Τ1	249,0	454,0	843,0
Λ1 * Τ2	258,0	437,0	821,0
Λ2 * Τ1	319,0	310,0	835,0
Λ2 * Τ2	290,0	337,0	860,0
Λ3 * Τ1	287,0	428,0	921,0
Λ3 * Τ2	267,0	458,0	969,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
CV %	25,1	25,3	16,4

Αρχικά μελετήθηκαν τα αποτελέσματα επίδρασης των διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης ως προς το ξηρό βάρος. Στις 4/4/2014, όπως είναι και φυσικό άλλωστε, το ολικό ξηρό βάρος κυμάνθηκε σε αρκετά χαμηλά επίπεδα (Διάγραμμα 3.8). Η χαμηλότερη τιμή βρίσκεται στα 254 kg/στρ, στη μεταχείριση με την επιφανειακή λίπανση 6 μονάδες αζώτου και η υψηλότερη στα 305 kg/στρ, στη μεταχείριση με 9 kg N/στρ (επιφανειακή λίπανση). Στις 5/5/2014, οι τιμές αυξήθηκαν ελαφρώς με την χαμηλότερη να βρίσκεται στα 324 kg/στρ, στη μεταχείριση με τις 9 μονάδες αζώτου επιφανειακής λίπανσης, ενώ η υψηλότερη στα 445 kg/στρ, στη μεταχείριση με τις 6 μονάδες αζώτου επιφανειακής λίπανσης (Διάγραμμα 3.8). Τέλος, στην 4<sup>η</sup> δειγματοληψία (6/6/2014) οι τιμές αυξήθηκαν αρκετά, με την υψηλότερη να παρουσιάζεται στη μεταχείριση με 15 kg N/στρ, στα 945 kg/στρ (Διάγραμμα 3.8).



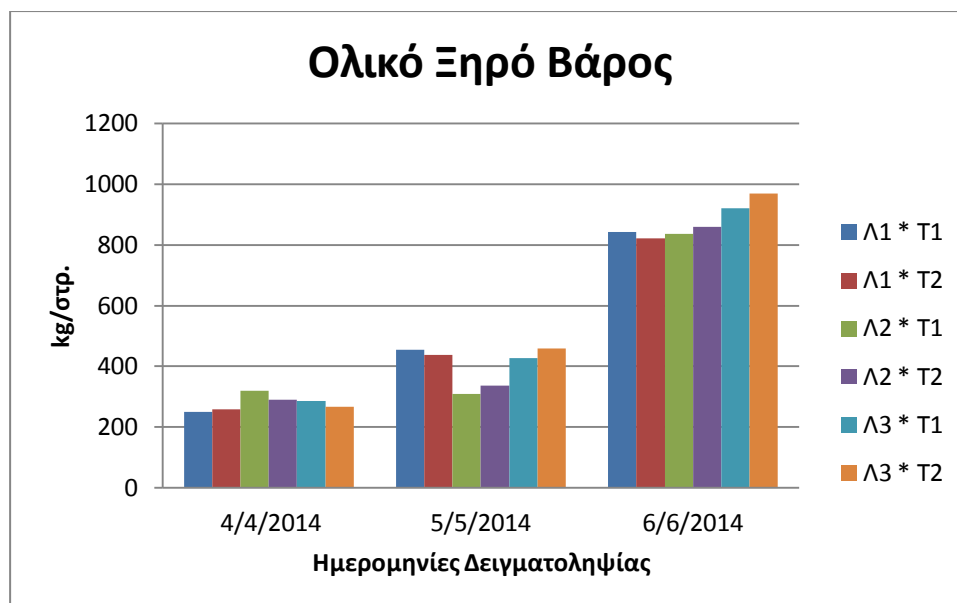
**Διάγραμμα 3.8:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

Στο διάγραμμα που απεικονίζεται παρακάτω (Διάγραμμα 3.9), παρουσιάζονται οι τιμές αλληλεπίδρασης διαφορετικού τύπου λιπάσματος ως προς το ολικό ξηρό βάρος. Παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα του συμβατικού έναντι του nutrimore λιπάσματος κυμάνθηκαν σε παρόμοια επίπεδα σε κάθε δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε. Στην 2<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014), η υψηλότερη τιμή εμφανίστηκε στην μεταχείριση με το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0) και έφτασε τα 285 kg/στρ ενώ, η χαμηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στο λίπασμα nutrimore (46-0-0) με τιμή 272 kg/στρ. Αντίθετα, στην 3<sup>η</sup> και στην 4<sup>η</sup> δειγματοληψία, ελαφρώς υψηλότερη τιμή εμφανίστηκε στο nutrimore λίπασμα σε σύγκριση με το συμβατικό (34,5-0-0).



**Διάγραμμα 3.9:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

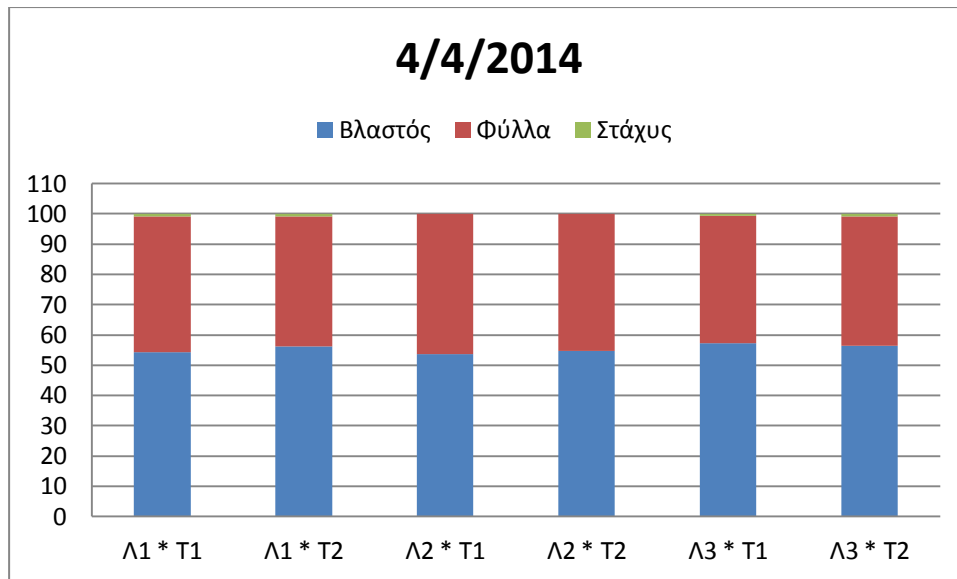
Όσον αφορά την αλληλεπίδραση του διαφορετικού επιπέδου λιπάσματος και του διαφορετικού τύπου λιπάσματος, ως προς το ολικό ξηρό βάρος, οι συνδυασμοί μεταχειρίσεων που δέχθηκαν το υψηλότερο επίπεδο αζώτου (15 kg N/στρ) απέδωσαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος. Αναλυτικότερα, στην 2<sup>η</sup> κοπή (αρχές Απριλίου), η χαμηλότερη τιμή εμφανίζεται στον συνδυασμό Λ1\*Τ1, με 249 kg/στρ, και η υψηλότερη στον συνδυασμό Λ2\*Τ1, με 319 kg/στρ. Στις αρχές Μαΐου, τα δεδομένα ανατράπηκαν καθώς, η χαμηλότερη τιμή εμφανίζεται στον συνδυασμό Λ2\*Τ1, με 310 kg/στρ, και η υψηλότερη στον συνδυασμό Λ1\*Τ2, με 490 kg/στρ. Τέλος, στην τελευταία δειγματοληψία (6/6/2014), ο συνδυασμός μεταχείρισης που απέδωσε καλύτερα ήταν ο Λ3\*Τ2 (15 kg N/στρ με nutrimore), αγγίζοντας τα 970 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.10:** Γραφική απεικόνιση του συνδυασμού διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

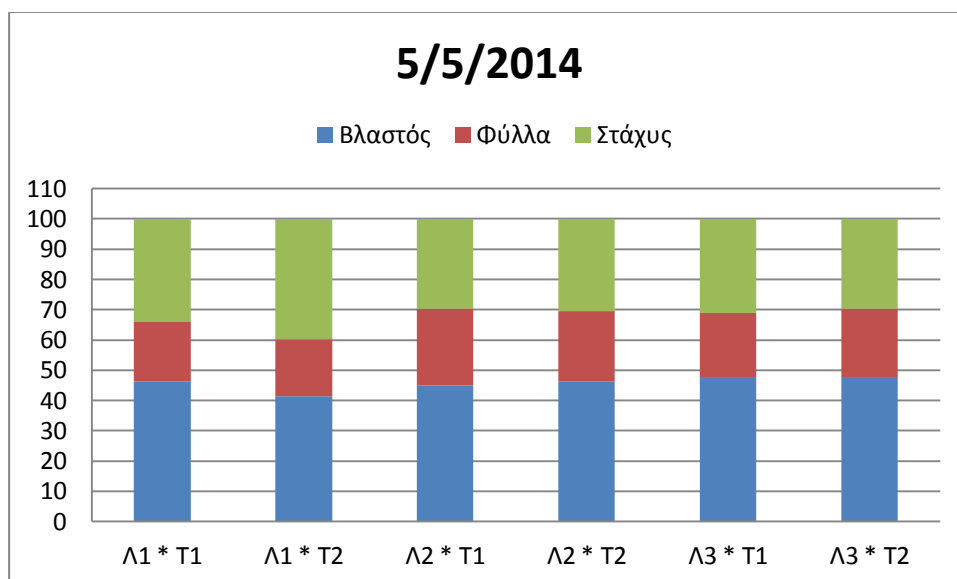
#### 3.2.1.3.1 Κατανομή άνθρακα

Στην καλλιέργεια του σκληρού σίτου, στις αρχές Απριλίου (4/4/2014), παρατηρήθηκε πως ορισμένοι συνδυασμοί μεταχειρίσεων παρουσίασαν έκπτυξη στάχως (στάδιο ξεσταχυάσματος). Η εποχή ξεσταχυάσματος παρότι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος, την εποχή σποράς, τη γονιμότητα του εδάφους, και άλλους παράγοντες, είναι χαρακτηριστικό του κάθε γενοτύπου και θεωρείται δείκτης πρωιμότητας. Οι συνδυασμοί στους οποίους δεν πραγματοποιήθηκε η έκπτυξη ταξιανθίας ήταν ο Λ2\*T1 και ο Λ2\*T2. Το ποσοστό του στάχως διακυμάνθηκε από 0,8-0,9 %. Όσο αναφορά το βλαστό και τα φύλλα, η κατανομή άνθρακα σε όλους τους συνδυασμούς μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε διαφοροποιήσεις. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατείχε ο βλαστός, περίπου 55 %, και το υπόλοιπο ποσοστό ανήκε στα φύλλα.



**Διάγραμμα 3.11:** Γραφική απεικόνιση της κατανομής άνθρακα της καλλιέργειας σκληρού σίτου στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, στάχυς).

Η επόμενη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 5/5/2014 όπου η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο ανάπτυξης του σπόρου. Το ποσοστό του στάχους αυξήθηκε και παρουσίασε διακύμανση περίπου 32 %. Η μεταχείριση που δέχθηκε 6 kg N/στρ nutrimore λιπάσματος (Λ1\*T2) κατείχε το μεγαλύτερο ποσοστό στάχους (39,8 %), όπως απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3.12). Παρόλο τον συνδυασμό διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης και τύπου λιπάσματος, ο βλαστός και τα φύλλα παρουσίασαν παρόμοια ποσοστά σε όλες τις μεταχειρίσεις, με ποσοστά περίπου 45 % και 21-22 % αντίστοιχα.



**Διάγραμμα 3.12:** Γραφική αναπαράσταση της κατανομής άνθρακα της καλλιέργειας σκληρού σίτου στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, στάχυς).

### 3.2.1.4 Απόδοση

Σε αυτό το κεφάλαιο μελετήθηκαν τα δεδομένα κι αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της απόδοσης σε σπόρο της καλλιέργειας στο σιταριού (Πίνακας 3.4). Η απόδοση καρπού συσχετίστηκε με τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης και έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Στη συνέχεια, σημειώνονται οι αναλύσεις της επίδρασης του διαφορετικού τύπου λιπάσματος (συμβατικό ή nutrimore) με την απόδοση. Οι αριθμοί καταδεικνύουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Ανάλογα αποτελέσματα έδωσαν και οι τιμές του συνδυασμού των δύο παραγόντων. Τα αποτελέσματα δεν είχαν σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους, με τον συνδυασμό μεταχείρισης Λ3\*Τ2 να έχει δώσει τα καλύτερα αποτελέσματα (322 kg/στρ) (Πίνακας 3.4). Η μέση απόδοση της καλλιέργειας σιταριού την χρονική περίοδο 2014 (στην Ελλάδα) ήταν 302 kg/στρ ([www.fao.gr](http://www.fao.gr)).

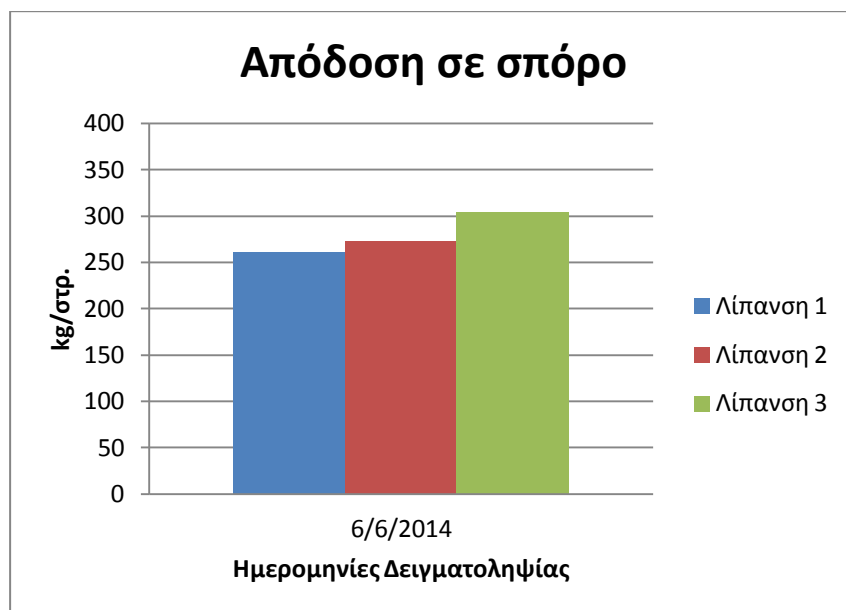
**Πίνακας 3.4:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας σκληρού σίτου .

<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ (kg/στρ)</b>	
	4 <sup>n</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	260,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	272,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	304,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>	
Τύπος 1 = Συμβατικό	273,0
Τύπος 2 = Nutrimore	285,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>	
Λ1 * Τ1	262,0
Λ1 * Τ2	258,0
Λ2 * Τ1	272,0
Λ2 * Τ2	273,0
Λ3 * Τ1	285,0
Λ3 * Τ2	322,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
CV %	22,4

Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζονται τα αποτελέσματα της απόδοσης σε σπόρο της καλλιέργειας του σκληρού σίτου ανάλογα με το επίπεδο επιφανειακής λίπανσης (Διάγραμμα 3.13). Παρατηρείται ότι το υψηλότερο επίπεδο λίπανσης (15 kg

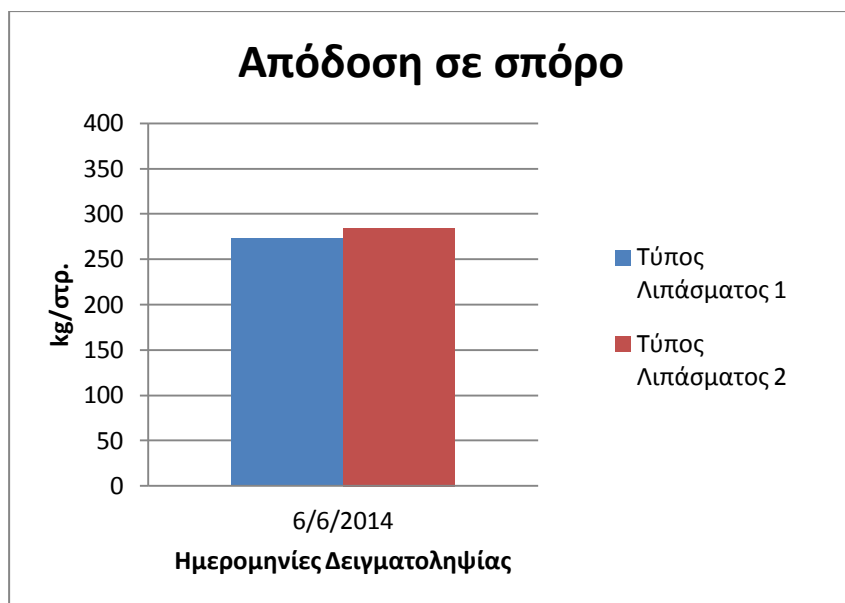


N/στρ) απέδωσε την μεγαλύτερη τιμή, 304 kg/στρ. Αντίθετα, η χαμηλότερη απόδοση παρατηρήθηκε στην μεταχείριση με 6 kg N/στρ, όπου απέδωσαν 260 kg/στρ.



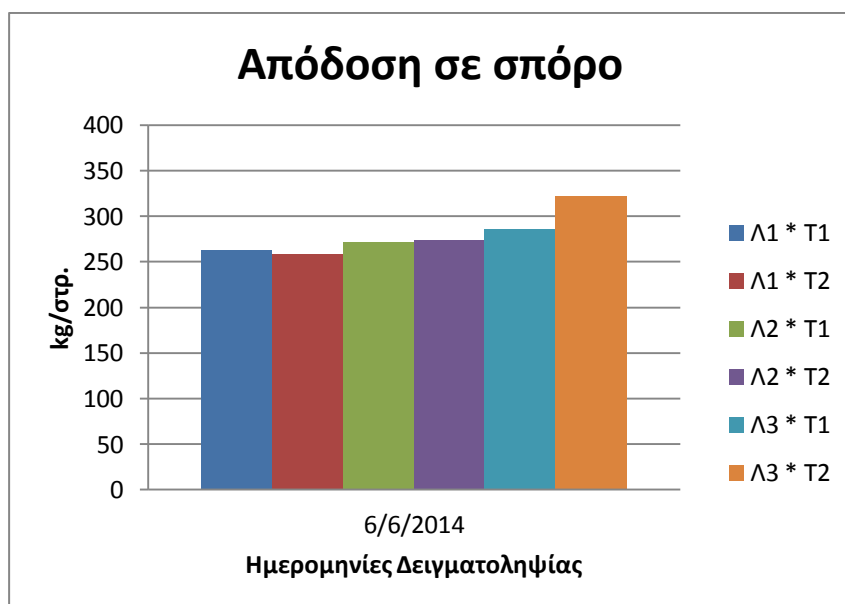
**Διάγραμμα 3.13:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς την απόδοση σε σπόρο, της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

Όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο με τον παράγοντα: διαφορετικό τύπο λιπάσματος, η διαφορά αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκε κυμάνθηκε σε αρκετά χαμηλά επίπεδα (Διάγραμμα 3.14). Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας του σκληρού σίτου παρουσιάστηκε με το λίπασμα 46-0-0 (nutrimore), με 285 kg/στρ σε σύγκριση του συμβατικού λιπάσματος (34,5-0-0), το οποίο κυμάνθηκε στα 273 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.14:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς την απόδοση σε σπόρο, της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

Τέλος στο συνδυασμό των δύο μεταβλητών: επίπεδο επιφανειακής λίπανσης και τύπο λιπάσματος, η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στον συνδυασμό μεταχείρισης Λ2\*T1, με 258 kg/στρ ενώ, η υψηλότερη τιμή εμφανίστηκε στην μεταχείριση Λ3\*T2 (15 kg N/στρ με παρεμποδιστή ουρεάσης), με 322 kg/στρ (Διάγραμμα 3.15).



**Διάγραμμα 3.15:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς την απόδοση σε σπόρο, της καλλιέργειας σκληρού σίτου.

## 3.2.2 Κριθάρι

### 3.2.2.1 Ύψος φυτού

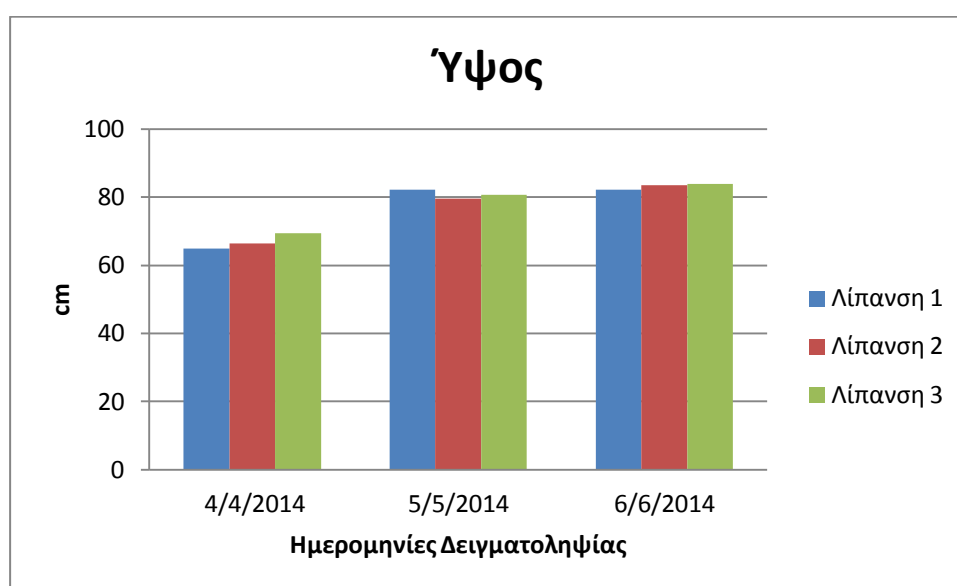
Σε αυτή την ενότητα μελετήθηκαν τα δεδομένα κι αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της καλλιέργειας στο κριθάρι. Το ύψος των φυτών συσχετίστηκε με τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) και έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Ακολούθως, σημειώνονται οι αναλύσεις της επίδρασης του τύπου του λιπάσματος (συμβατικό ή nutrimore) με το ύψος των φυτών. Οι αριθμοί καταδεικνύουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα ύψη. Ανάλογα αποτελέσματα έδωσαν και οι τιμές του συνδυασμού των δύο παραγόντων. Τα αποτελέσματα δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, με τα ύψη να κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα. Ωστόσο, φαίνεται ότι κάποιοι συνδυασμοί μεταχειρίσεων να παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα, και στις τρεις κοπές, σε σχέση με τους άλλους, όπως είναι ο Λ2\*T2, ο Λ3\*T1 και ο Λ3\*T2.

**Πίνακας 3.5:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ύψος των φυτών του κριθαριού.

<b>ΥΨΟΣ (cm)</b>			
	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η</sup>
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	<b>Κοπή</b>	<b>Κοπή</b>	<b>Κοπή</b>
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	65,0	82,17	82,2
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	66,5	79,50	83,5
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	69,5	80,67	83,8
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	64,3	80,67	83,3
Τύπος 2 = Nutrimore	69,7	80,89	83
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * T1	62,3	82,33	82,3
Λ1 * T2	67,7	82,00	82,0
Λ2 * T1	62,3	77,00	83,3
Λ2 * T2	70,7	82,00	83,7
Λ3 * T1	68,3	82,67	84,3
Λ3 * T2	70,7	78,67	83,3
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
CV %	8,4	5,1	5,9

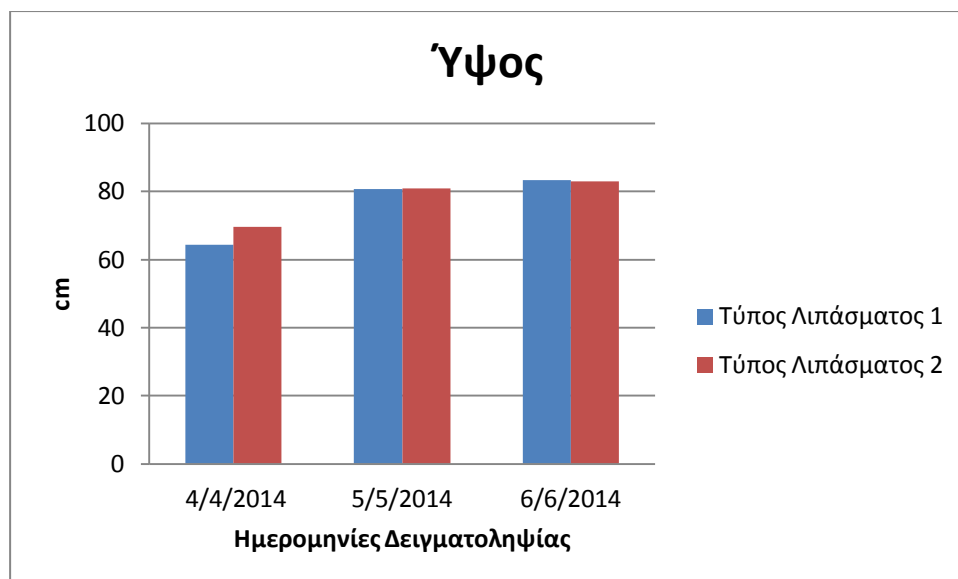
Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 3.16) υπάρχει μικρή διαφοροποίηση στο ύψος των φυτών της καλλιέργειας, ανάλογα με τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης. Η

μέγιστη τιμή που παρουσιάστηκε στις αρχές Απριλίου (2<sup>η</sup> κοπή) ήταν 83,8 cm για την μεταχείριση των 15 kg N/στρ, μόλις 3 cm πιο χαμηλό ύψος από την μεταχείριση των 9 kg N/στρ. Κατά την 3<sup>η</sup> κοπή, το μεγαλύτερο ύψος παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με 6 kg N/ στρέμμα επιφανειακής λίπανσης, στα 82,2 cm. Ο ρυθμός αύξησης του ύψους από το διάστημα του καλαμώματος από τις αρχές Απριλίου έως στις αρχές Μαΐου (στάδιο ξεσταχυάσματος) διακυμάνθηκε από 0,35-0,57 cm/ημέρα. Μετέπειτα, ο ρυθμός αύξησης του ύψους μειώθηκε κατά πολύ, στα 0,1-0,13 cm/ημέρα, έως την ημερομηνία συγκομιδής διότι η καλλιέργεια βρίσκεται στο στάδιο ανάπτυξης του σπόρου.



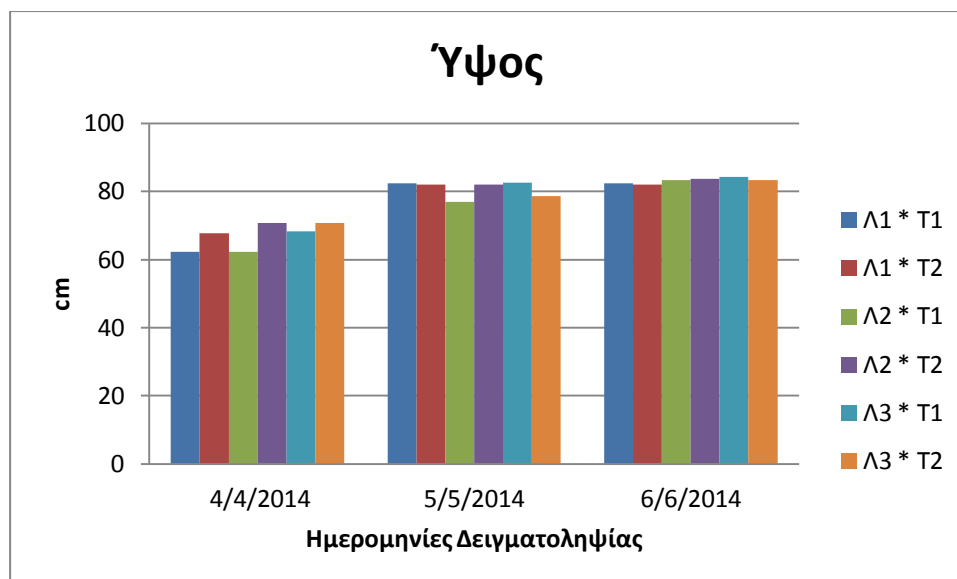
**Διάγραμμα 3.16:** Η γραφική παράσταση παρουσιάζει τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, ως προς το ύψος των φυτών του κριθαριού.

Στην ακόλουθη γραφική απεικόνιση (Διάγραμμα 3.17), παρατηρήθηκε ότι ο διαφορετικός τύπος λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore) δεν επηρέασε το ύψος των φυτών της καλλιέργειας. Αρχικά στην 2<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014) τα φυτά με το λίπασμα nutrimore (46-0-0) είχαν αναπτύξει πιο γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης από εκείνα με το συμβατικό λίπασμα. Στη συνέχεια, στην 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> δειγματοληψία, δεν υπάρχει κάποια ουσιαστική διαφορά στα ύψη των φυτών κριθαριού ανάλογα με τον τύπο λιπάσματος.



**Διάγραμμα 3.17:** Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων, ως προς το ύψος των φυτών του κριθαριού.

Έπειτα ακολουθεί το Διάγραμμα 3.18, στο οποίο μελετάται ο βαθμός που μπορεί να επηρεάσει ο συνδυασμός των δύο αυτών μεταβλητών (διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης και διαφορετικός τύπος λιπάσματος), το τελικό ύψος των φυτών. Είναι φανερό ότι, στη 2<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014) υπάρχει μια ανομοιομορφία στις τιμές του ύψους, η οποία ωστόσο στις επόμενες κοπές σταδιακά εξαλείφεται, καταλήγοντας στην 4<sup>η</sup> κοπή (6/6/2014) τα ύψη των φυτών να είναι ομοιόμορφα. Το μεγαλύτερο ύψος στο συνδυασμό των μεταβλητών παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχθηκαν την μεταχείριση Λ3\*Τ1, με ρυθμό μεταβολής ύψους 0,48 cm/ημέρα (από αρχές Απριλίου έως αρχές Μαΐου) και 0,06 cm/ημέρα (από αρχές Μαΐου έως την συγκομιδή), και τελική τιμή ύψους 84,33 cm. Ο ρυθμός αύξησης του ύψους είναι φυσιολογικό να ακολουθήσει καθοδική πορεία, διότι τα η καλλιέργεια περνάει από το στάδιο καλαμώματος, στο στάδιο ξεσταχυάσματος και ανάπτυξης του σπόρου.



**Διάγραμμα 3.18:** Διάγραμμα των αποτελεσμάτων του συνδυασμού των 2 μεταβλητών ως προς το ύψος των φυτών του κριθαριού.

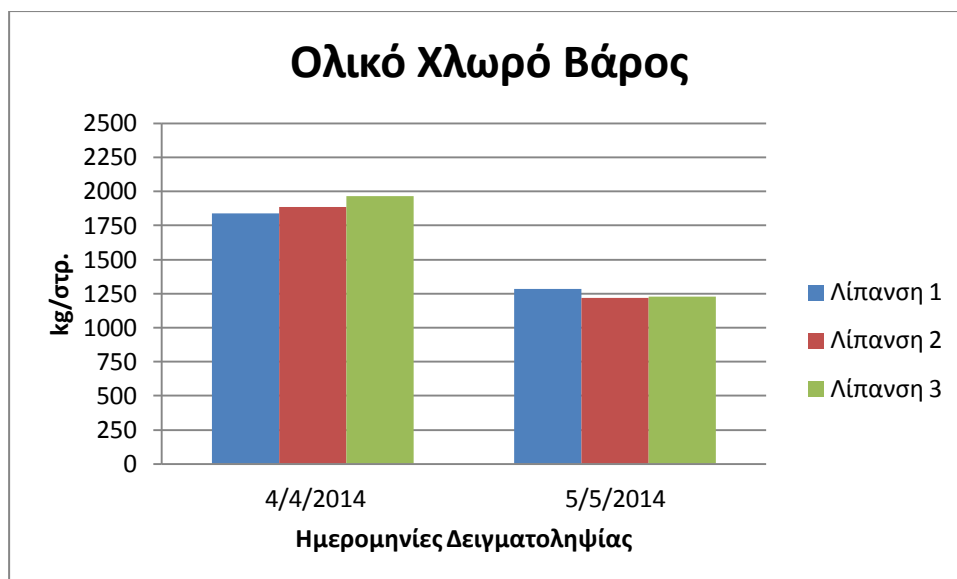
### 3.2.2.2 Χλωρό Βάρος

Στη συνέχεια οι μετρήσεις που αναλύθηκαν αφορούσαν το χλωρό βάρος των φυτών που συγκομίστηκαν από τα πειραματικά τεμάχια, ανάλογα με την εκάστοτε μεταχείριση που δέχθηκαν (Πίνακας 3.6). Στην πρώτη περίπτωση, η αλληλεπίδραση του χλωρού βάρους με τις διαφορετικές ποσότητες επιφανειακής λίπανσης που χορηγήθηκαν (6, 9 και 15 kg N/στρ), δεν φάνηκε να παρουσιάζει αξιόλογες μεταβολές. Η στατιστική ανάλυση υπέδειξε ότι η στατιστική διαφορά στα χλωρά βάρη δεν είναι σημαντική. Εν αντιθέσει με την επόμενη μεταβλητή, ανάλογα με τον τύπο λιπάσματος, υπήρξε στην 2<sup>η</sup> κοπή στατιστικά σημαντική διαφορά στα χλωρά βάρη. Το nutrimore λίπασμα (46-0-0), παρουσίασε κατά πολύ μεγαλύτερο χλωρό βάρος, έναντι του συμβατικού λιπάσματος (34,5-0-0). Στην τρίτη ανάλυση, στον συνδυασμό των παραγόντων, τα αποτελέσματα είχαν μικρή διακύμανση μεταξύ τους, και η διαφορά στα βάρη δεν ήταν στατικά σημαντική.

**Πίνακας 3.6:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του κριθαριού.

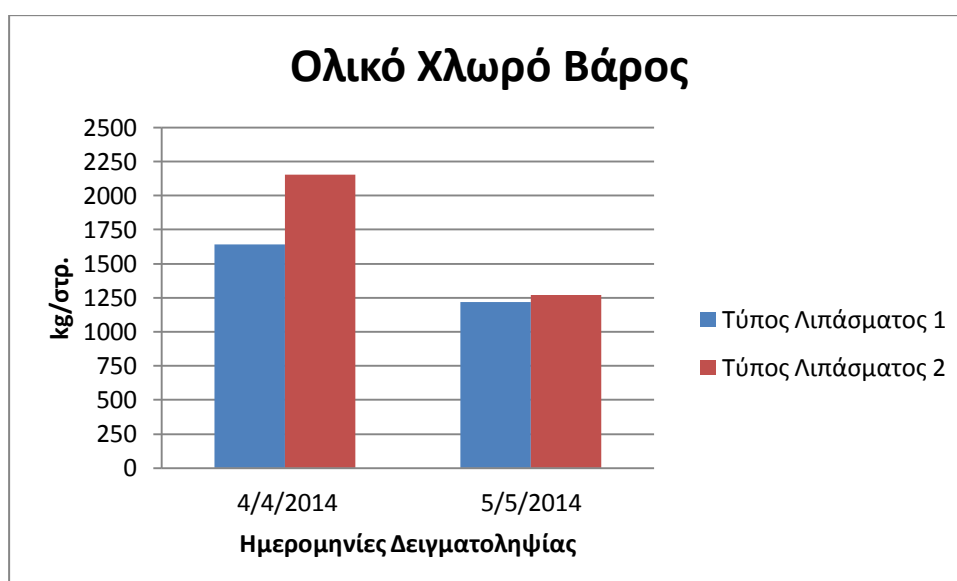
<b>ΟΛΙΚΟ ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>		
	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	Κοπή	Κοπή
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	1841,0	1285,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	1887,0	1219,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	1964,0	1227,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>		
Τύπος 1 = Συμβατικό	1642,0 α	1219,0
Τύπος 2 = Nutrimore	2153,0 β	1269,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	295,6	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>		
Λ1 * T1	1731,0	1275,0
Λ1 * T2	1951,0	1295,0
Λ2 * T1	1534,0	1225,0
Λ2 * T2	2241,0	1213,0
Λ3 * T1	1660,0	1157,0
Λ3 * T2	2267,0	1298,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
CV %	13,5	14,4

Στην παρακάτω γραφική παράσταση (Διάγραμμα 3.19), είναι εμφανές ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στις τιμές του χλωρού βάρους των φυτών, παρότι διαχειρίστηκαν με διαφορετικές ποσότητες λιπάσματος. Όσο αναφορά την 2<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014), οι τιμές διαμορφώθηκαν ανάλογα με την ποσότητα επιφανειακής λίπανσης. Η μέγιστη τιμή χλωρού βάρους ήταν 1964 kg/στρ για την μεταχείριση 15 kg N/στρ, ενώ η κατώτερη τιμή χλωρού βάρους στις 6 μονάδες επιφανειακής λίπανσης, 1841 kg/στρ. Ενώ, στις 5/5/2014 παρουσιάστηκε μια μικρή υπεροχή στην τιμή του χλωρού βάρους η μεταχείριση με τις 6 μονάδες αζώτου.



**Διάγραμμα 3.19:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του κριθαριού.

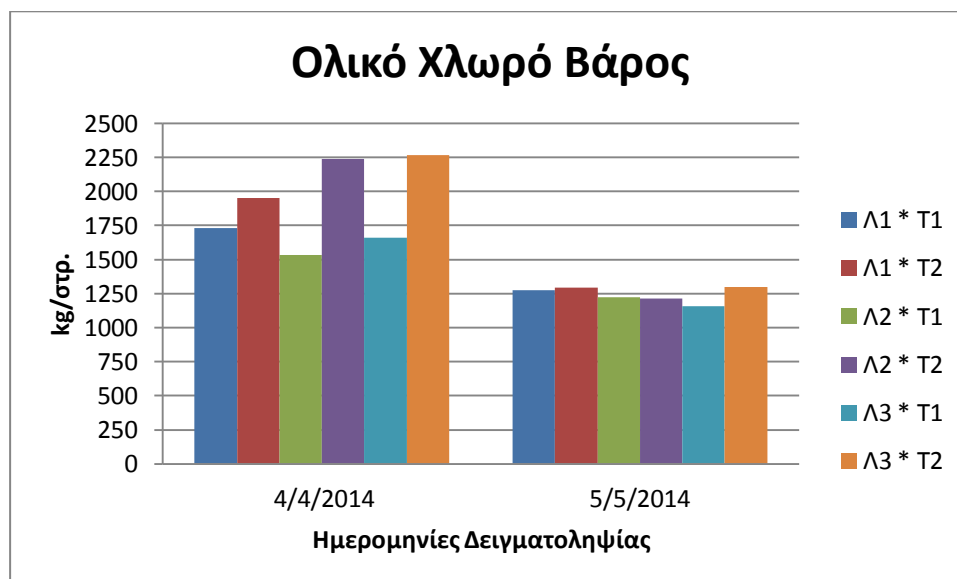
Στην μεταβλητή διαφορετικού τύπου λιπάσματος διαφαίνεται έντονα η μεγάλη διαφορά στο χλωρό βάρος του κριθαριού στις 4/4/2014, με το λίπασμα nutrimore (46-0-0) να φτάνει τα 2.153 kg/στρ, και το συμβατικό (34,5-0-0) να είναι περίπου κατά 500 kg/στρ λιγότερο (Διάγραμμα 3.20). Ωστόσο, στην επόμενη κοπή (5/5/2014) οι τιμές στο χλωρό βάρος πλησίασαν κατά πολύ μεταξύ τους, ώστε να τα αποτελέσματα να μην παρουσιάζουν μια αξιόλογη διαφορά (Διάγραμμα 3.20).



**Διάγραμμα 3.20:** Διαγραμματικός σχεδιασμός των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του κριθαριού.



Τέλος, αναπαριστάται η αλληλεπίδραση του διαφορετικού τύπου λιπάσματος και διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης ως προς το ολικό χλωρό βάρος (Διάγραμμα 3.21). Παρατηρείται, περί αρχές Απριλίου (2<sup>η</sup> κοπή), ότι δύο συνδυασμοί διατηρούν τις τιμές πιο υψηλά σε σχέση με τους άλλους. Αναλυτικότερα, οι συνδυασμοί Λ2\*Τ2 και Λ3\*Τ2, οι τιμές του χλωρού βάρους έφτασαν κοντά στα 2250 kg/στρ. Μετέπειτα, στις αρχές Μαΐου, οι τιμές των συνδυασμών των μεταχειρίσεων του χλωρού βάρους είχαν ελάχιστες διαφοροποιήσεις. (Διάγραμμα 3.19).



**Διάγραμμα 3.21:** Γραφική παράσταση που απεικονίζει τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης του συνδυασμού των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του κριθαριού.

### 3.2.2.3 Ξηρό Βάρος

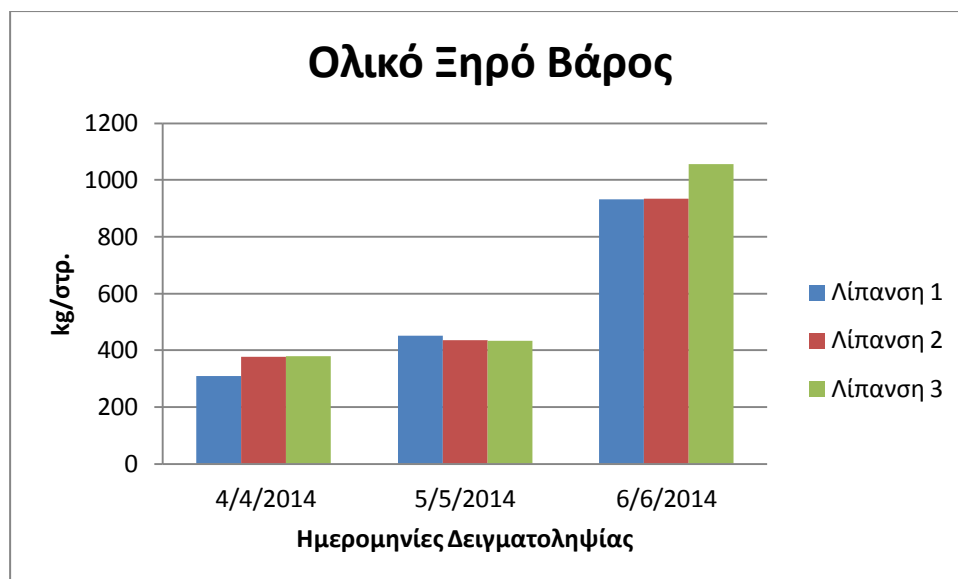
Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3.7) παρουσιάζει τα στατιστικά αποτελέσματα της συσχέτισης του ολικού ξηρού βάρους με τα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) στα φυτά του κριθαριού. Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, καθώς σε κάθε δειγματοληψία οι τιμές είχαν μεγάλο βαθμό ομοιομορφίας. Έπειτα, εξετάστηκε αν επηρεάστηκε το ολικό ξηρό βάρος από τη χρήση του συμβατικού λιπάσματος ή του λιπάσματος nutrimore. Τα δεδομένα, και σ' αυτή την περίπτωση, δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Μόνο στην 2<sup>η</sup> κοπή υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, όπου ο Τύπος 1 λιπάσματος (συμβατικό) διαφέρει στατιστικά από τον Τύπο 2 λιπάσματος (με αναστολέα ουρεάσης). Σχετικά

με τις τελευταίες αναλύσεις, που αφορούσαν τη συνδυαστική δράση των δύο παραγόντων, κι εδώ τα αποτελέσματα δεν είχαν στατιστική διαφοροποίηση.

**Πίνακας 3.7:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του κριθαριού.

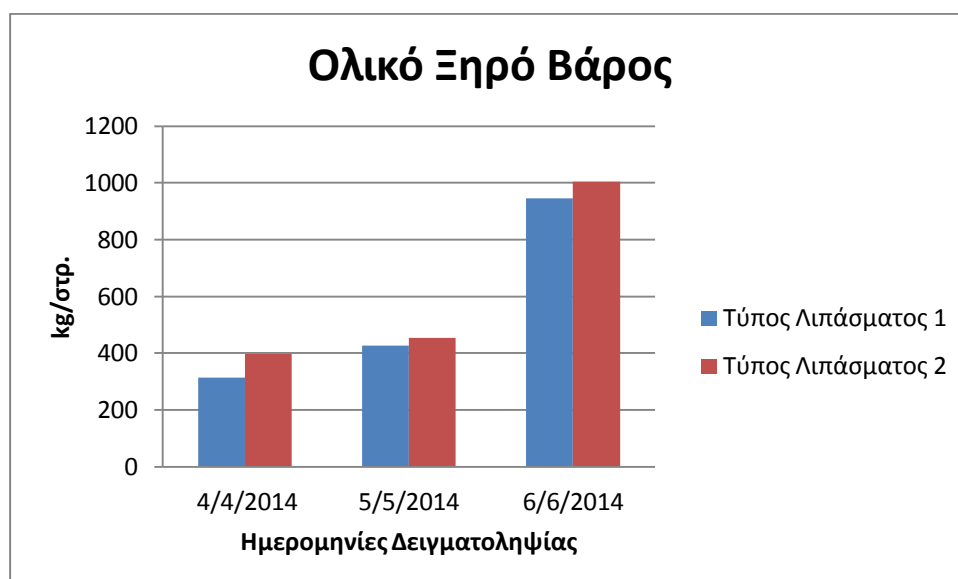
<b>ΟΛΙΚΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>			
	2 <sup>η</sup> Κοπή	3 <sup>η</sup> Κοπή	4 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>			
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	309,0	453,0	933,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	378,0	436,0	934,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	380,0	433,0	1057,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	315,0 a	427,0	946,0
Τύπος 2 = Nutrimore	397,0 b	454,0	1004,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	74,3	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * T1	298,0	446,0	923,0
Λ1 * T2	320,0	459,0	944,0
Λ2 * T1	328,0	430,0	867,0
Λ2 * T2	428,0	441,0	1001,0
Λ3 * T1	317,0	405,0	1047,0
Λ3 * T2	442,0	461,0	1067,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
CV %	18,1	18,7	9,5

Τα διαφορετικά επίπεδα της αζωτούχου λίπανσης (6, 9 και 15 N kg/στρ) μελετήθηκαν κατά πόσο επηρέασαν το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας κριθαριού. Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3.22), στην 4<sup>η</sup> κοπή, παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ του μέγιστου βάρους, που ήταν 1057 kg/στρ και του ελάχιστου στα 933 kg/στρ. Το μέγιστο βάρος παρουσιάστηκε στην επιφανειακή λίπανση 15 kg N/στρ, όπου είναι το μεγαλύτερο επίπεδο αζώτου. Αντίθετα οι τιμές των μεταχειρίσεων με 6 και 9 kg N/στρ κυμάνθηκαν σε παρόμοια επίπεδα.



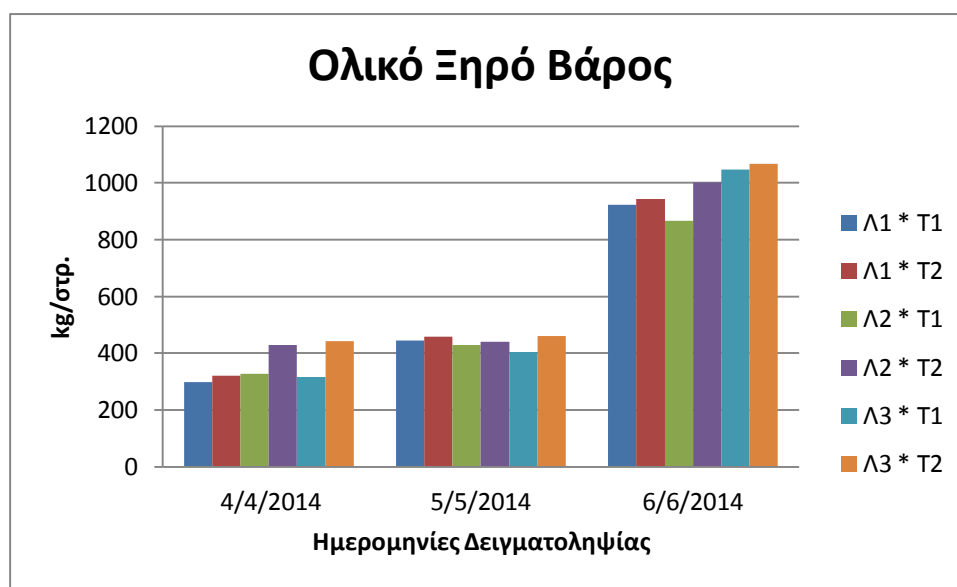
**Διάγραμμα 3.22:** Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του κριθαριού.

Στην συνέχεια, μελετήθηκε η επίδραση του διαφορετικού τύπου λιπάσματος στο ολικό ξηρό βάρος. Όπως παρατηρείται και στο γράφημα (Διάγραμμα 3.23), ο τύπος λιπάσματος με αναστολέα ουρεάσης (46-0-0) είχε υψηλότερες τιμές σε όλες τις κοπές που πραγματοποιήθηκαν έναντι του συμβατικού λιπάσματος (34,5-0-0). Η μέγιστη τιμή του ολικού ξηρού βάρους στην 4<sup>η</sup> κοπή ήταν τα 1004 kg/στρ και η ελάχιστη τα 945 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.23:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του κριθαριού.

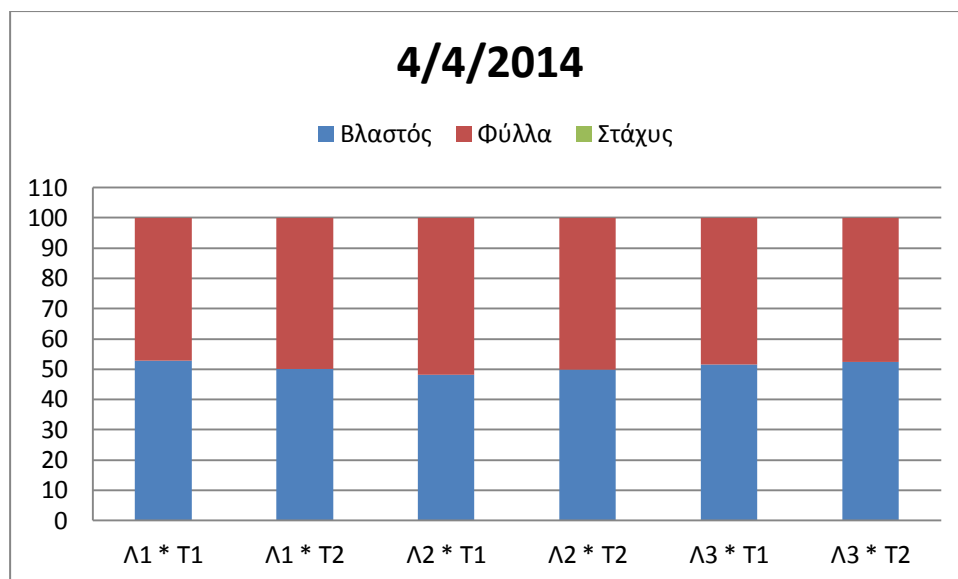
Στο τελευταίο διάγραμμα του ολικού ξηρού βάρους των φυτών του κριθαριού, παρουσιάζεται η συσχέτιση των δύο παραγόντων : διαφορετικός τύπος λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore) και διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) (Διάγραμμα 3.24). Η συνδυαστική μεταχείριση, που και στις τρεις δειγματοληψίες, λαμβάνει τα υψηλότερα ξηρά βάρη είναι η Λ3\*Τ2, φτάνοντας στις αρχές Ιουνίου (6/6/2014) τα 1067 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.24:** Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης του συνδυασμού αυτών των μεταβλητών ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του κριθαριού.

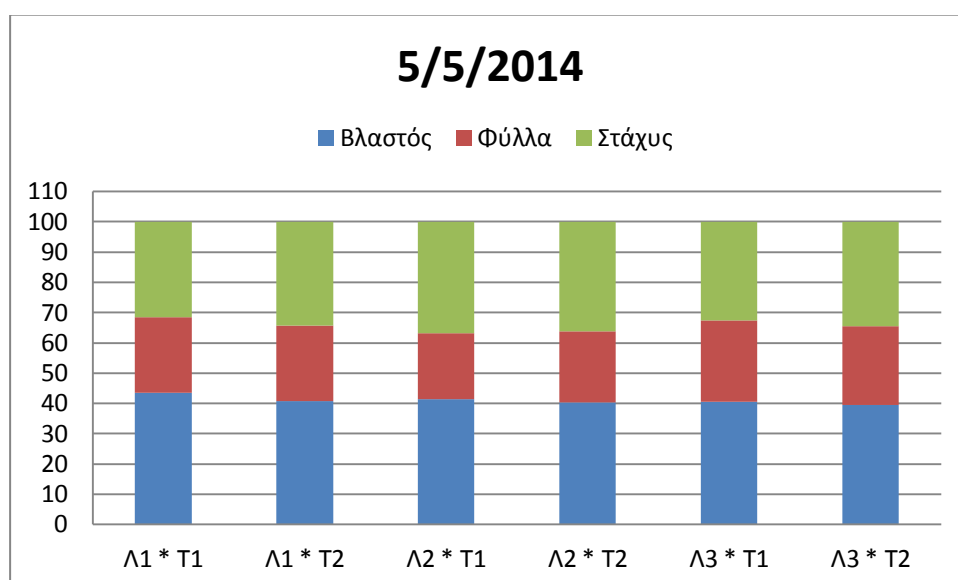
### 3.2.2.3.1 Κατανομή άνθρακα

Ο συνδυασμός των διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) και διαφορετικού τύπου λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore) φαίνεται ότι δεν έχουν επηρεάσει την κατανομή άνθρακα στην καλλιέργεια κριθαριού. Στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (4/4/2014) παρατηρείται ότι ο βλαστός και τα φύλλα παρουσιάζουν παρόμοια επίπεδα ποσοστού, καθώς ο στάχυς δεν έχει εκπτυχθεί ακόμη .



**Διάγραμμα 3.25:** Ποσοστιαία κατανομή του άνθρακα στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, φόβη) στην καλλιέργεια του κριθαριού.

Τον Μάιο (5/5/2014), όπου πραγματοποιήθηκε η 3<sup>η</sup> δειγματοληψία, γίνεται και εδώ εμφανές ότι ο συνδυασμός των δύο μεταβλητών (διαφορετικά επίπεδα αζώτου και διαφορετικός τύπος λιπάσματος) δεν παρουσίασε έντονη παραλλακτικότητα στις διάφορες μεταχειρίσεις. Ο βλαστός διακυμάνθηκε από 39,6-43,5 %, τα φύλλα από 21,9-27 % και ο στάχυς από 31,5-36,8 %.



**Διάγραμμα 3.26:** Ποσοστιαία κατανομή του άνθρακα στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, φόβη) στην καλλιέργεια του κριθαριού.

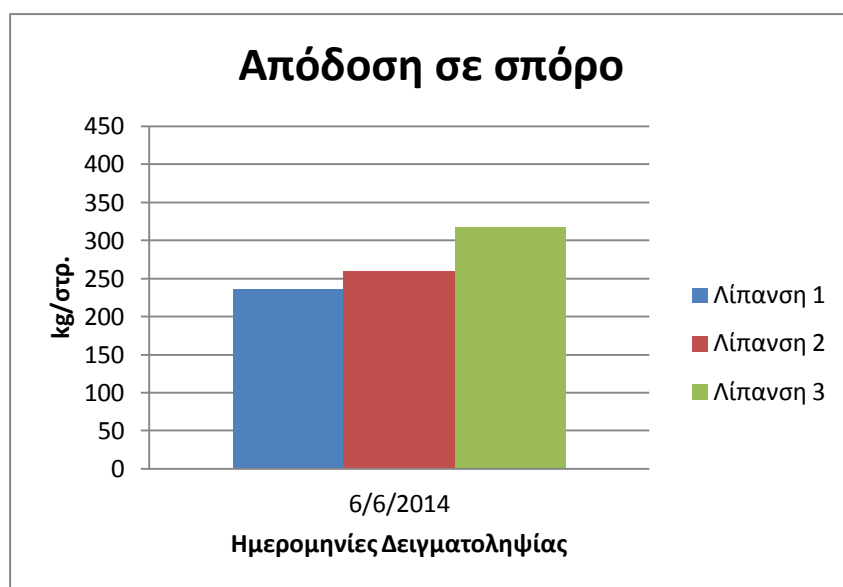
### 3.2.2.4 Απόδοση

Οι τελευταίες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην καλλιέργεια του κριθαριού αφορούσαν την απόδοση σε σπόρο. Ο ακόλουθος πίνακας (Πίνακας 3.8), περιέχει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στην τελευταία κοπή που πραγματοποιήθηκε. Αρχικά, αναλύθηκαν τα δεδομένα από τα τρία διαφορετικά επίπεδα λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι 6 κι οι 9 λιπαντικές μονάδες δεν διαφέρουν σημαντικά, αλλά κι οι δύο διαφέρουν σημαντικά ως προς τις 15 λιπαντικές μονάδες, που είχαν και τα περισσότερα κιλά σε σπόρο. Στη συνέχεια, οι αριθμοί έδειξαν ότι δεν υπήρξε διαφοροποίηση στην απόδοση λόγω της χρήσης διαφορετικού τύπου λιπασμάτων. Καθώς επίσης, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα της ανάλυσης, στον συσχετισμό της απόδοσης σε σπόρο και του συνδυασμού των δύο διαφορετικών παραγόντων. Ο συνδυασμός μεταχείρισης που ξεχωρίζει από όλους τους υπόλοιπους είναι ο Λ3\*Τ2. Τέλος, η μέση απόδοση κριθαριού για το έτος 2014 διακυμάνθηκε στα 258 kg/στρ ([www.fao.gr](http://www.fao.gr)).

**Πίνακας 3.8:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς την απόδοση των φυτών του κριθαριού.

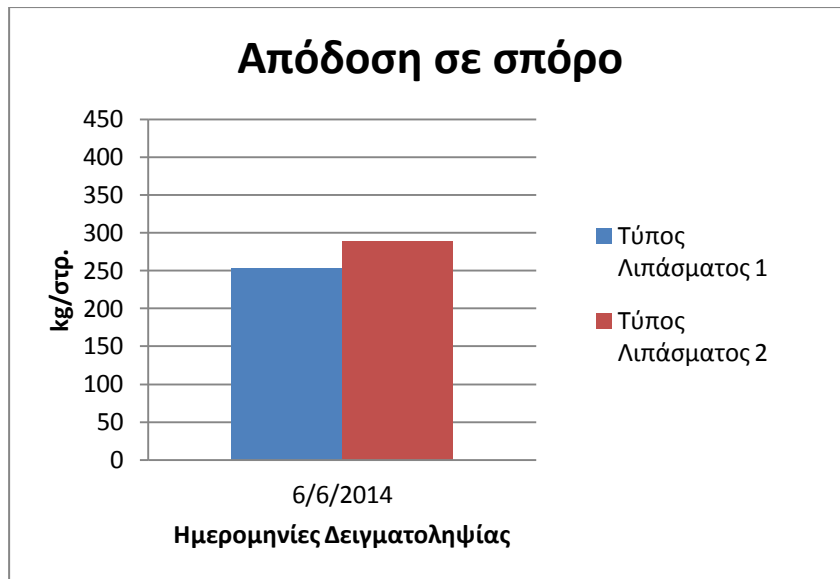
<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ (kg/στρ)</b>	
	4 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	237,0 a
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	259,0 a
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	317,0 b
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	37,0
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>	
Τύπος 1 = Συμβατικό	253,0
Τύπος 2 = Nutrimore	289,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>	
Λ1 * Τ1	236,0
Λ1 * Τ2	238,0
Λ2 * Τ1	236,0
Λ2 * Τ2	283,0
Λ3 * Τ1	289,0
Λ3 * Τ2	346,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
CV %	28,6

Αρχικά η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας κριθαριού συσχετίστηκε με τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης (επιφανειακής) που χορηγήθηκαν στο εκάστοτε πειραματικό τεμάχιο. Είναι εμφανές ότι όσο περισσότερες ήταν οι λιπαντικές μονάδες αζώτου, τόσο μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο παρουσίασε η καλλιέργεια κριθαριού. Η μέγιστη απόδοση ήταν με την μεταχείριση 15 kg N/στρ, στα 317 kg/στρ (Διάγραμμα 3.27).



**Διάγραμμα 3.27:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας κριθαριού.

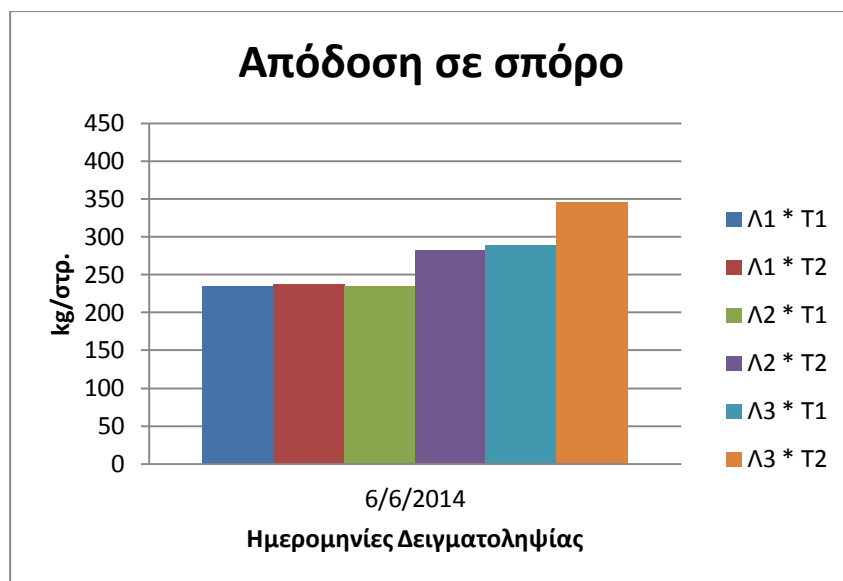
Στη συνέχεια, η απόδοση σε σπόρο του κριθαριού αξιολογήθηκε με βάση τον διαφορετικό τύπο λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore). Μια μικρή υπεροχή παρουσιάστηκε στο nutrimore λίπασμα (46-0-0), κατά 30 kg/στρ περισσότερο, χωρίς όμως να θεωρείται στατιστικά σημαντική η διαφορά. Η μέγιστη απόδοση σπόρου άγγιξε τα 288 kg/στρ (Διάγραμμα 3.28). Αντίθετα, η απόδοση της καλλιέργειας κριθαριού με το συμβατικό λίπασμα κυμάνθηκε στα 253 kg/στρ (Διάγραμμα 3.28).



**Διάγραμμα 3.28:** Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας κριθαριού.

Τέλος, στη γραφική αναπαράσταση που ακολουθεί (Διάγραμμα 3.29), απεικονίζονται γραφικά τα αποτελέσματα της απόδοσης του σπόρου υπό την αλληλεπίδραση των διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης και των διαφορετικών τύπων λιπασμάτων. Ο συνδυασμός μεταχείρισης με την μεγαλύτερη αποδοτικότητα είναι ο Λ3\*Τ2, με 346 kg/στρ. Στη συνέχεια, ακολουθούν η Λ2\*Τ2 και η Λ3\*Τ1 με περίπου 60 kg/στρ πιο κάτω από την πρώτη. Ενώ, οι συνδυασμοί μεταχειρίσεων που απέδωσαν τον λιγότερο σπόρο ήταν οι Λ1\*Τ1, Λ1\*Τ2 και Λ2\*Τ1 στα 236 kg/στρ περίπου.





**Διάγραμμα 3.29:** Γράφημα που απεικονίζει τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης των μεταβλητών ( διαφορετικό επίπεδο λίπανσης και διαφορετικό τύπο λιπάσματος), ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας κριθαριού.

### 3.2.3 Βρώμη

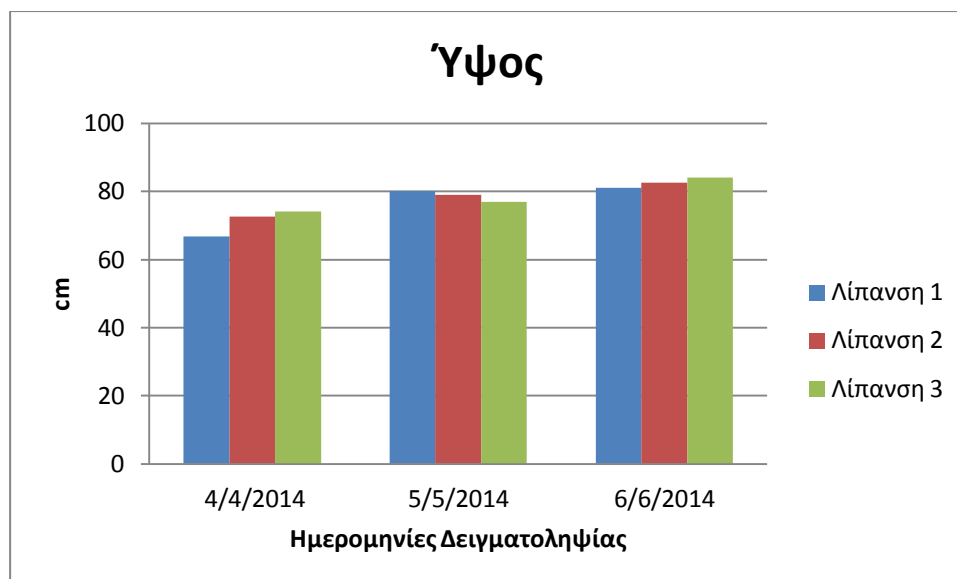
#### 3.2.3.1 Ύψος φυτού

Ο πίνακας που απεικονίζεται παρακάτω (Πίνακας 3.9), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για το ύψος των φυτών βρώμης. Παρατηρείται ότι, τα δεδομένα που αναλύθηκαν από τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ), από τον διαφορετικό τύπο λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore) και από τον συνδυασμό των δύο παραγόντων, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων. Αυτό ισχύει για όλες τις δειγματοληψίες, όπου πραγματοποιήθηκε η καταμέτρηση του ύψους των φυτών βρώμης.

**Πίνακας 3.9:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ύψος των φυτών βρώμης.

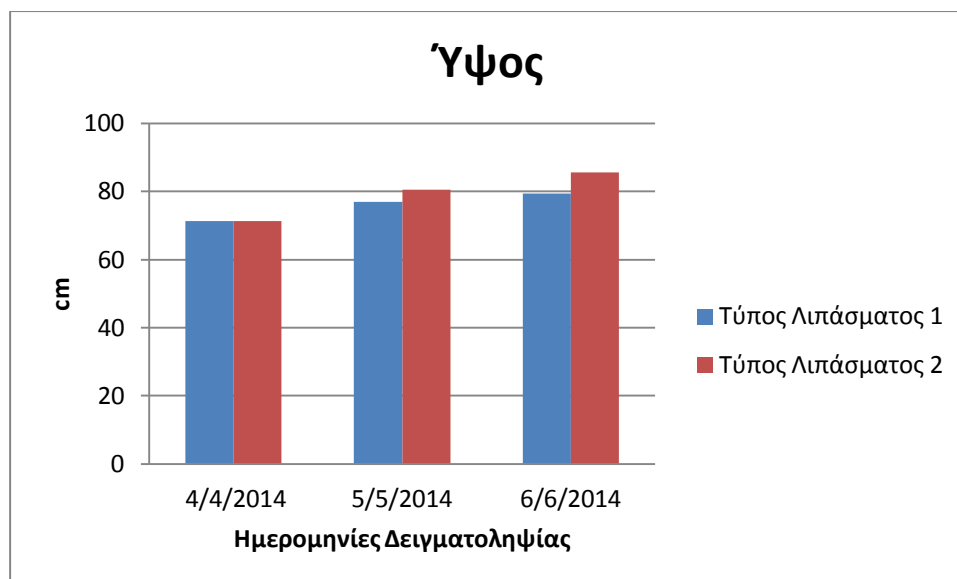
<b>ΥΨΟΣ (cm)</b>			
	2 <sup>η</sup> Κοπή	3 <sup>η</sup> Κοπή	4 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>			
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	66,8	80,2	81,2
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	72,7	79,0	82,5
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	74,2	77,0	84,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	71,2	76,9	79,4
Τύπος 2 = Nutrimore	71,2	80,6	85,7
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * T1	66,0	80,7	81,0
Λ1 * T2	67,7	79,7	81,3
Λ2 * T1	71,3	75,7	76,3
Λ2 * T2	74,0	82,3	88,7
Λ3 * T1	76,3	74,3	81,0
Λ3 * T2	72,0	79,7	87,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
CV %	6,5	6,4	7,5

Όπως φαίνεται και από την παρακάτω γραφική αναπαράσταση (Διάγραμμα 3.30) , οι τιμές σε όλες τις δειγματοληψίες δεν παρουσίασαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, στην 2η κοπή (4/4/2014), η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στις 6 μονάδες αζώτου, με 66,8 cm, και η υψηλότερη στην μεταχείριση με τις 15 μονάδες αζώτου, με 74,2 cm. Αντίθετα, στην 3η κοπή (5/5/2014), η χαμηλότερη τιμή παρατηρείται στην μεταχείριση με 15 kg N/στρ, με ύψος 77 cm ενώ, η υψηλότερη στην μεταχείριση με 6 kg N/στρ, με 80,2 cm. Τέλος, στην 4η κοπή (6/6/3024), το χαμηλότερο ύψος εμφανίζεται στην μεταχείριση με τις 6 μονάδες αζώτου, με 81,2 cm, και το υψηλότερο στη μεταχείριση με τις 15 μονάδες αζώτου, με 84 cm.



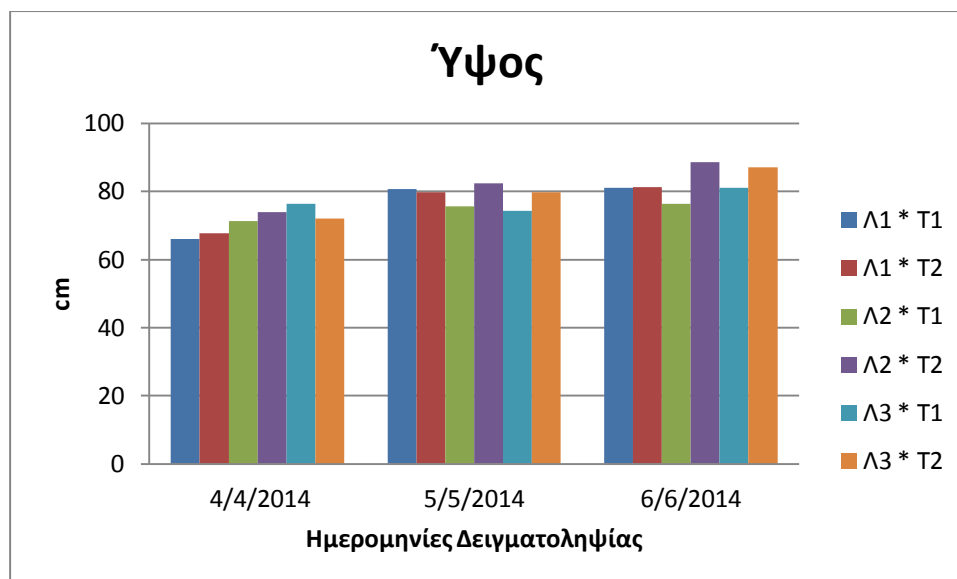
**Διάγραμμα 3.30:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ύψος των φυτών βρώμης.

Όσο αναφορά τον διαφορετικό τύπο λιπάσματος, στην 2η κοπή, δεν υπάρχουν διαφορές στις τιμές του ύψους, μεταξύ των 2 διαφορετικών λιπασμάτων. Για την ακρίβεια, τόσο στο συμβατικό (34.5-0-0) όσο και στο nutrimore (46-0-0) λίπασμα το ύψος μετρήθηκε στα 71,2 cm (Διάγραμμα 3.31). Στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία (αρχές Μαΐου) ωστόσο, τα φυτά με nutrimore λίπασμα (46-0-0) εμφάνισαν μεγαλύτερο ύψος, το οποίο έφτασε τα 76,9 cm σε αντίθεση με τα φυτά στα οποία χορηγήθηκε συμβατικό λίπασμα (34.5-0-0) τα οποία έφτασαν σε ύψος 80,6 cm (Διάγραμμα 3.31). Τέλος, στην 4<sup>η</sup> κοπή (6/6/2014), οι διαφορές έγιναν λίγο πιο έντονες, με το nutrimore λίπασμα να αγγίζει τα 85,7 cm σε αντίθεση με το συμβατικό που έφτασε τα 79,4 cm (Διάγραμμα 3.31).



**Διάγραμμα 3.31:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ύψος των φυτών βρώμης.

Στον συνδυασμό της διαφορετικής δόσης λιπάσματος (6, 9 και 15 kg N/στρ) και του διαφορετικού τύπου λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore), ως προς το ύψος των φυτών βρώμης, οι διαφορές αυξάνονται με τις κοπές (Διάγραμμα 3.32). Αρχικά, στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (αρχές Απριλίου), το μικρότερο ύψος είναι 66 cm στον συνδυασμό Λ1\*Τ1 και το μεγαλύτερο ύψος εμφανίζεται στον συνδυασμό Λ3\*Τ1, στα 76,3 cm. Έπειτα, στην 3<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014), οι διαφορές μεγαλώνουν, με τη χαμηλότερη τιμή να βρίσκεται στα 75,7 cm, στον συνδυασμό Λ2\*Τ1 και η μεγαλύτερη τιμή στα 82,3 cm, στον συνδυασμό Λ2\*Τ2. Τέλος, στην 4<sup>η</sup> κοπή (6/6/2014), δύο συνδυασμοί μεταχειρίσεων που παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ύψη φυτών, ο Λ2\*Τ2 με 88,7 cm και ο Λ3\*Τ2 με 87 cm.



**Διάγραμμα 3.32:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό των 2 μεταβλητών ως προς το ύψος των φυτών βρώμης.

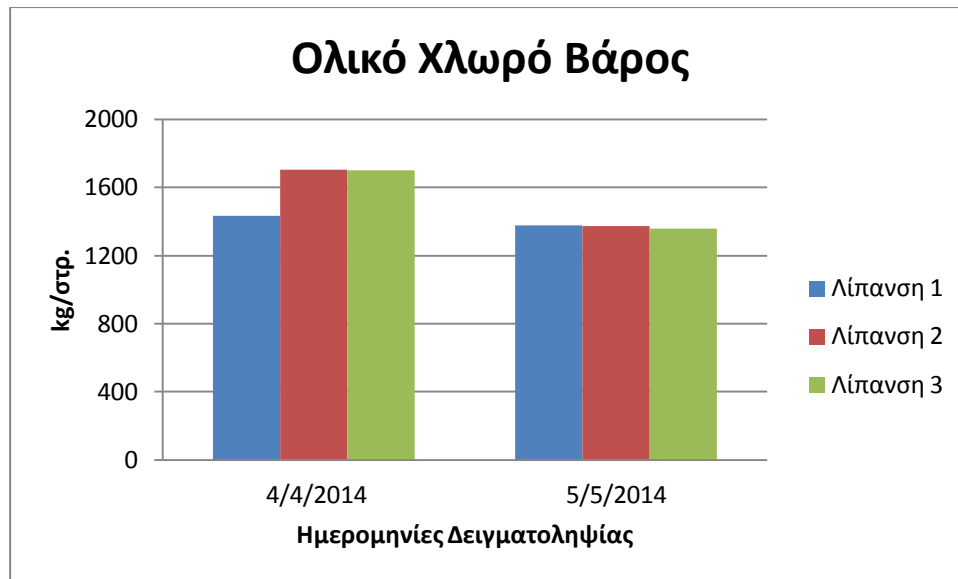
### 3.2.3.2 Χλωρό Βάρος

Τα αποτελέσματα της στατιστικής αναλύσεις του χλωρού βάρους της καλλιέργειας βρώμης παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.10). Η διαφορετική δόση επιφανειακού λιπάσματος σε σχέση με το ολικό χλωρό βάρος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά. Το ίδιο ισχύει και για τον συνδυασμό των μεταβλητών: επίπεδο επιφανειακής λίπανσης και διαφορετικού τύπου λιπάσματος. Στον τύπο λιπάσματος όμως, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων της 3<sup>η</sup> κοπής. Τα αποτελέσματα του συμβατικού λιπάσματος (34,5-0-0) διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τα αποτελέσματα του nutrimore λιπάσματος (46-0-0) (Πίνακας 3.10).

**Πίνακας 3.10:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος.

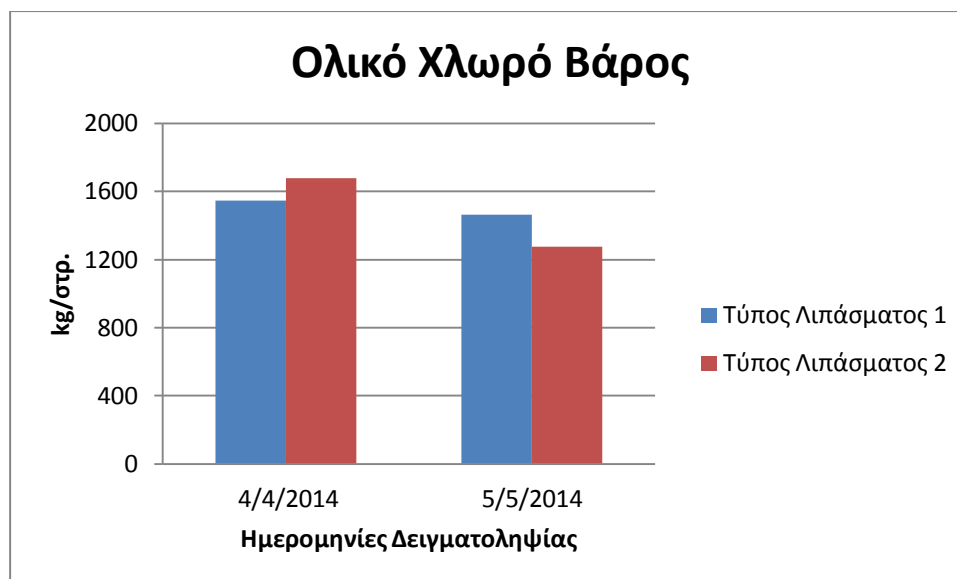
<b>ΟΛΙΚΟ ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>		
	2 <sup>η</sup> Κοπή	3 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>		
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	1435,0	1375
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	1703,0	1373
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	1700,0	1357
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>		
Τύπος 1 = Συμβατικό	1546,0	1463 a
Τύπος 2 = Nutrimore	1679,0	1274 b
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	136,6
<b>Αλληλεπίδραση</b>		
Λ1 * T1	1523,0	1470
Λ1 * T2	1346,0	1281
Λ2 * T1	1480,0	1439
Λ2 * T2	1927,0	1307
Λ3 * T1	1636,0	1481
Λ3 * T2	1763,0	1234
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
CV %	25,5	8,7

Μετέπειτα αναλύθηκαν σε γραφικές παραστάσεις τα αποτελέσματα της κάθε μεταβλητής χωριστά και του συνδυασμού των δύο μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος. Όσο αναφορά τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης, στην 2<sup>η</sup> κοπή, η μεταχείριση με τις 6 μονάδες αζώτου (6 kg N/στρ) παρουσιάζει αρκετά χαμηλότερη τιμή σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις (Διάγραμμα 3.33). Αναλυτικότερα, η μεταχείριση με 6 kg N/στρ βρίσκεται στα 1435 kg/στρ, τη στιγμή που οι μεταχειρίσεις με 9 και 15 μονάδες αζώτου βρίσκονται περίπου στα 1700 kg/στρ. Από την άλλη μεριά στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία, δεν υπάρχει έντονη διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων σε καμία μεταχείριση, με τις τιμές να βρίσκονται σχεδόν στα ίδια επίπεδα (Διάγραμμα 3.33).



**Διάγραμμα 3.33:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό χλωρό βάρος της καλλιέργειας βρώμης.

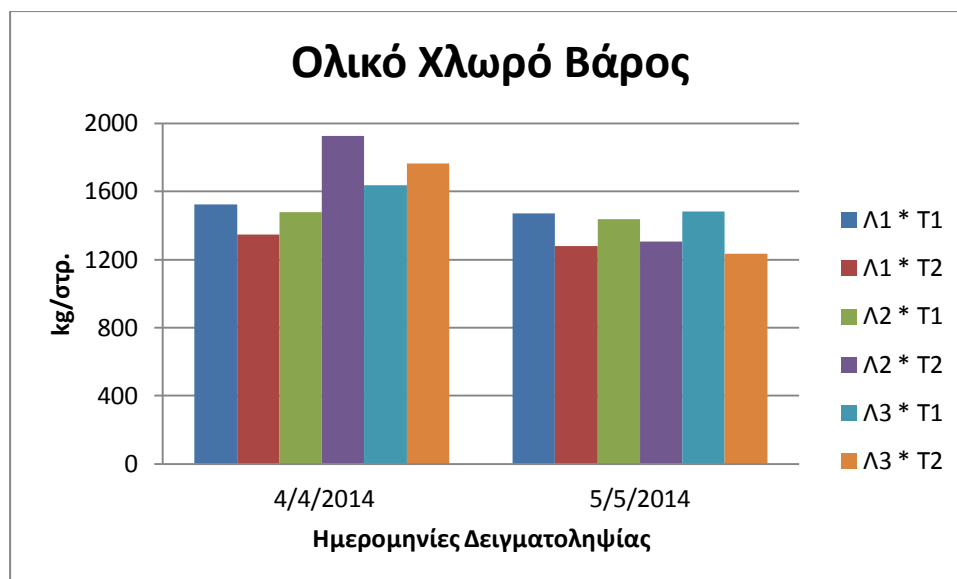
Ο παράγοντας διαφορετικού τύπου λιπάσματος λειτούργησε εντελώς διαφορετικά ως προς τα αποτελέσματα του ολικού χλωρού βάρους της καλλιέργειας βρώμης (Διάγραμμα 3.34). Στις αρχές Απριλίου (4/4/2014) το λίπασμα nutrimore (46-0-0) έδωσε μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους σε σχέση με το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0), χωρίς αυτή η διαφοροποίηση τιμών να θεωρείται στατιστικά σημαντική. Στη 3<sup>η</sup> κοπή (αρχές Μαΐου) αντίθετα, το συμβατικό λίπασμα παρουσίασε πολύ υψηλότερη τιμή από το nutrimore καθιστώντας η στατιστική ανάλυση σημαντική την διαφοροποίηση. Το χαμηλότερο ολικό χλωρό βάρος ήταν 1274 kg/στρ (με παρεμποδιστή ουρεάσης) και το υψηλότερο ήταν 1463 kg/στρ (συμβατικό λίπασμα).



**Διάγραμμα 3.34:** Γραφική απεικόνιση των διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό χλωρό βάρος της καλλιέργειας βρώμης.

Τέλος, ακολουθεί η γραφική αναπαράσταση (Διάγραμμα 3.35) των αποτελεσμάτων του χλωρού βάρους της βρώμης υπό την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης και διαφορετικός τύπος λιπάσματος. Παρατηρείται ότι στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία, το ολικό χλωρό βάρος παρουσιάζει έντονες διαφοροποιήσεις, με την υψηλότερη τιμή να βρίσκεται στα 1926,67 kg/στρ για τον συνδυασμό Λ2\*T2 και η χαμηλότερη τιμή στα 1346 kg/στρ για τον συνδυασμό Λ1\*T2. Όσον αφορά την 3<sup>η</sup> κοπή, η διακύμανση των αποτελεσμάτων διαδραματίστηκε σε λιγότερα επίπεδα. Η χαμηλότερη τιμή εμφανίζεται στον συνδυασμό Λ3\*T2, με 1234 kg/στρ ενώ η υψηλότερη εμφανίζεται στον συνδυασμό Λ3\*T1, με 1481 kg/στρ. Επιπλέον παρατηρείται ότι σε όσους συνδυασμούς μεταχειρίσεων εφαρμόστηκε το nutrimore λίπασμα (46-0-0) οι τιμές τους ήταν χαμηλότερες σε σχέση με το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0) και τα αποτελέσματα τους διακυμάνθηκαν στα ίδια επίπεδα σε όλες τις δοσολογίες επιφανειακής λίπανσης.





**Διάγραμμα 3.35:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος της καλλιέργειας βρώμης.

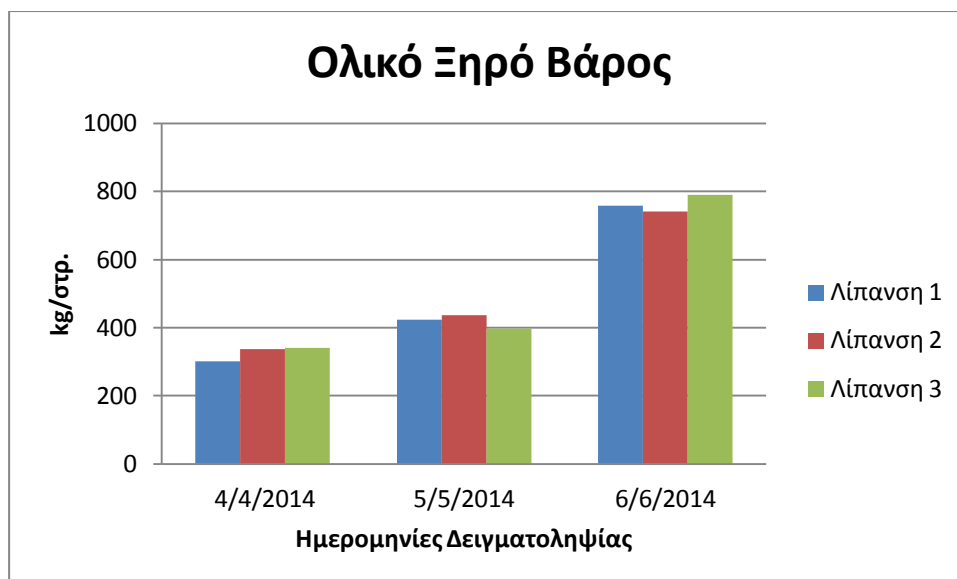
### 3.2.3.3 Ξηρό Βάρος

Στη συνέχεια, στην ενότητα αυτή παρατίθενται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του ολικού ξηρού βάρους των φυτών της βρώμης. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3.11) παρουσιάζει τα στατιστικά αποτελέσματα της συσχέτισης του ολικού ξηρού βάρους με τα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχας λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ). Παρατηρείται ότι, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα, καθώς σε κάθε δειγματοληψία οι τιμές είχαν μεγάλο βαθμό ομοιομορφίας. Μετέπειτα, εξετάστηκε αν επηρεάστηκε το ολικό ξηρό βάρος από τη χρήση του συμβατικού λιπάσματος ή nutrimore λιπάσματος. Τα δεδομένα, και σε αυτή την περίπτωση, δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ακολούθως, οι τελευταίες αναλύσεις, που αφορούσαν τη συνδυαστική δράση των δύο παραγόντων, κι εδώ τα αποτελέσματα δεν είχαν στατιστική σημαντική διαφοροποίηση.

**Πίνακας 3.11:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό ξηρό βάρος.

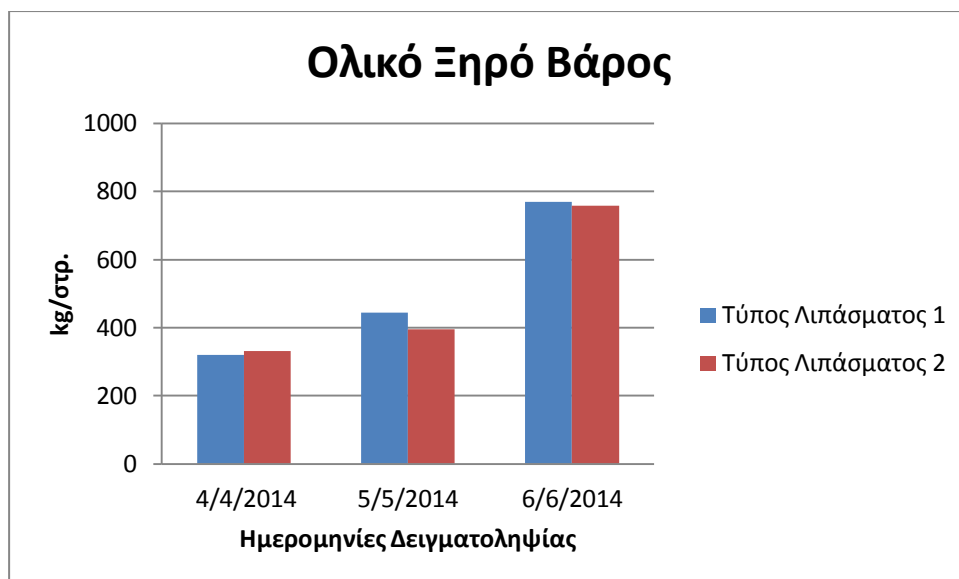
<b>ΟΛΙΚΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>			
	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η</sup>
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	Κοπή	Κοπή	Κοπή
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	302,0	423,0	759,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	336,0	437,0	740,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	340,0	398,0	790,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	321,0	444,0	769,0
Τύπος 2 = Nutrimore	332,0	395,0	758,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * T1	329,0	448,0	791,0
Λ1 * T2	275,0	398,0	726,0
Λ2 * T1	313,0	441,0	711,0
Λ2 * T2	360,0	433,0	769,0
Λ3 * T1	320,0	443,0	803,0
Λ3 * T2	360,0	353,0	777,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
CV %	20,0	19,9	22,0

Στη γραφική απεικόνιση που παρουσιάζεται παρακάτω (Διάγραμμα 3.36) καταδεικνύει ότι, δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματα της κάθε δειγματοληψίας, με βάση τα επίπεδα επιφανειακής λίπανσης. Στις αρχές Απριλίου (4/4/2014) , το χαμηλότερο ξηρό βάρος παρουσιάστηκε στη μεταχείριση με τις 6 μονάδες αζώτου, με 302 kg/στρ, και το υψηλότερο στη μεταχείριση με τις 15 μονάδες αζώτου, με 340 kg/στρ. Στην 3<sup>η</sup> κοπή, το χαμηλότερο ξηρό βάρος εμφανίστηκε στη μεταχείριση με τις 15 μονάδες αζώτου, με 398 kg/στρ, ενώ το υψηλότερο στη μεταχείριση με τις 9 μονάδες αζώτου, με 437 kg/στρ. Τέλος, στην 4<sup>η</sup> δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος παρουσιάστηκε στη μεταχείριση με τις 15 μονάδες αζώτου, με 790 kg/στρ, ενώ το χαμηλότερο στη μεταχείριση με τις 9 μονάδες αζώτου, με 740 kg/στρ.



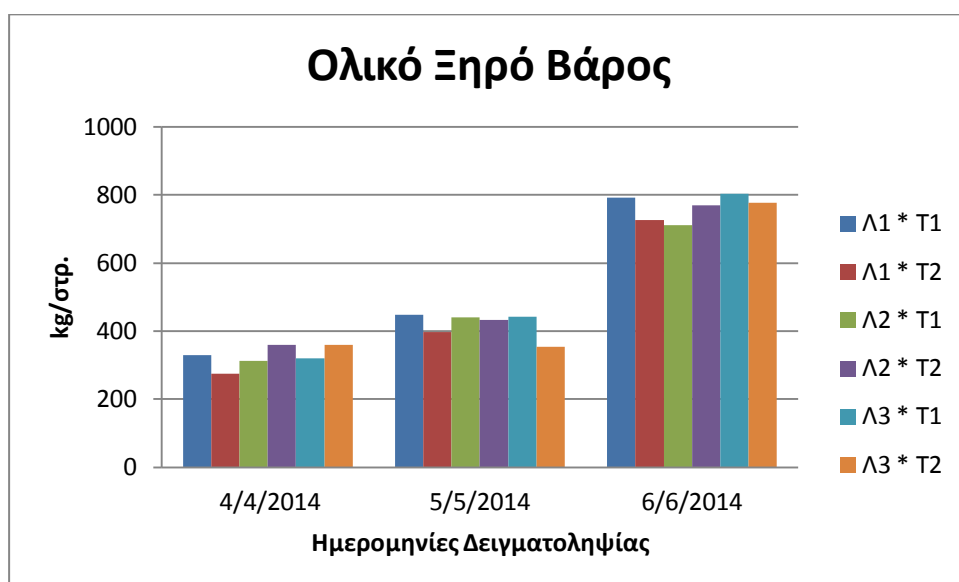
**Διάγραμμα 3.36:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας βρώμης.

Όσον αφορά τον διαφορετικό τύπο λιπάσματος και την απόδοση σε ξηρό βάρος, τα αποτελέσματα ανάλογα με την δειγματοληψία, κυμάνθηκαν σε ισάξια επίπεδα (Διάγραμμα 3.37). Στην 2<sup>η</sup> κοπή (4/4/2014), το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0) απέδωσε ελαφρώς χαμηλότερο ξηρό βάρος, με 321 kg/στρ, σε αντίθεση με το nutrimore λίπασμα (46-0-0) που απέδωσε 332 kg/στρ. Στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία (5/5/2014), το συμβατικό λίπασμα έδωσε μεγαλύτερη απόδοση, με 444 kg/στρ, σε σύγκριση με το nutrimore λίπασμα (παρεμποδιστή ουρεάσης), όπου έδωσε 395 kg/στρ. Τέλος, στην τελευταία δειγματοληψία (6/6/2014), το συμβατικό λίπασμα συνεχίζει να αποδίδει υψηλότερη απόδοση, με 769 kg/στρ, και έπεται το nutrimore λίπασμα, με 758 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.37:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας βρώμης.

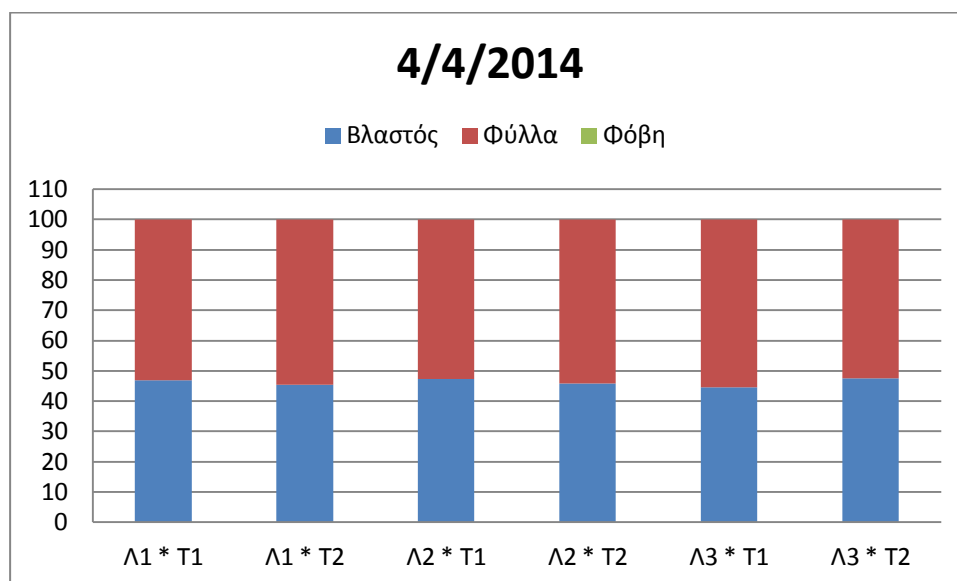
Στο τελευταίο γράφημα του ολικού ξηρού βάρους της καλλιέργειας βρώμης μελετήθηκε η επίδραση του συνδυασμού των δύο μεταβλητών (διαφορετικό τύπος λιπάσματος και διαφορετικά επίπεδα λίπανσης) προς την απόδοση ξηρού βάρους (Διάγραμμα 3.38). Οι συνδυασμοί μεταχειρίσεων που απέδωσαν περισσότερο στην 4<sup>η</sup> δειγματοληψία (6/6/2014) ήταν ο Λ3\*Τ1, με 803 kg/στρ και ο Λ1\*Τ1, με 791 kg/στρ. Την χαμηλότερη απόδοση ξηρού βάρους είχε ο συνδυασμός Λ2\*Τ1 με 711 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.38:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας βρώμης .

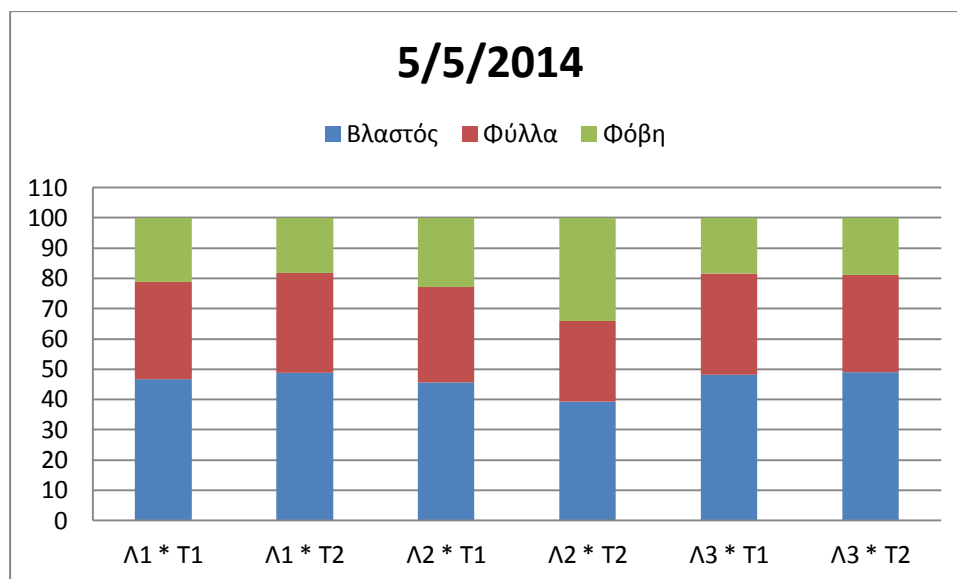
### 3.2.3.3.1 Κατανομή άνθρακα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η κατανομή άνθρακα στην καλλιέργεια της βρώμης. Η δεύτερη δειγματοληψία έλαβε χώρα στο Βελεστίνο στις 4/4/2014, ενώ η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο του καλαμώματος. Στο επόμενο γράφημα (Διάγραμμα 3.39) φαίνεται πως ο συνδυασμός διαφορετικών επιπέδων αζωτούχας λίπανσης με διαφορετικό τύπο λιπάσματος δεν διαφοροποίησε σε μεγάλο βαθμό τα ποσοστά βλαστού και φύλλων. Συγκεκριμένα, για όλους τους συνδυασμούς των μεταχειρίσεων ο βλαστός άγγιξε σχεδόν το 45%, ενώ τα φύλλα το υπόλοιπο 55%.



**Διάγραμμα 3.39:** Ποσοστιαία κατανομή του άνθρακα στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, φόβη) στην καλλιέργεια της βρώμης.

Η τρίτη κοπή πραγματοποιήθηκε στις αρχές του Μαΐου και σημαντικό είναι να τονιστεί πως σε αυτή την περίοδο είχαμε έκπτυξη και ανάπτυξη ανθοταξίας. Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 3.40) γίνονται ορατά τα ποσοστά ανάμεσα σε βλαστό, φύλλα και φόβη. Ειδικότερα, γίνεται αντιληπτό πως δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με τους διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων σε διαφορετικές δοσολογίες επιφανειακής λίπανσης. Εκτός βέβαια, από τη μεταχείριση με 9 kg N/στρ με αναστολέα ουρεάσης το οποίο εμφάνισε τη μέγιστη τιμή ποσοστού σε ανθοταξία (34 %) σε σύγκριση με τα υπόλοιπα.



**Διάγραμμα 3.40:** Ποσοστιαία κατανομή του άνθρακα στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, φόβη) στην καλλιέργεια της βρώμης.

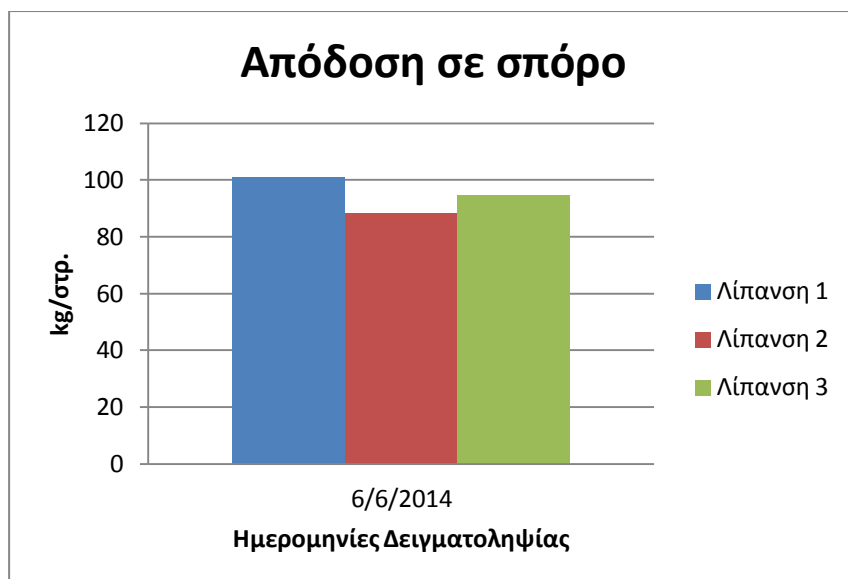
### 3.2.3.4 Απόδοση

Τα τελευταία αποτελέσματα που παρατίθενται στην καλλιέργεια της βρώμης αφορούν την απόδοση της σε σπόρο. Το 2014 η μέση απόδοση της βρώμης ήταν περίπου 100 kg/στρ. ([www.fao.gr](http://www.fao.gr)). Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3.12), περιέχει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης της τελευταίας κοπής (6/6/2014) που πραγματοποιήθηκε. Αρχικά, αναλύθηκαν τα δεδομένα από τα τρία διαφορετικά επίπεδα λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) που χρησιμοποιήθηκαν. Η στατιστική ανάλυση έδειξε και στα τρία επίπεδα των λιπαντικών μονάδων οι τιμές δεν διαφέρουν σημαντικά. Μετέπειτα, οι αριθμοί έδειξαν ότι δεν υπήρξε διαφοροποίηση στα αποτελέσματα της απόδοσης λόγω της χρήσης διαφορετικού τύπου λιπασμάτων (συμβατικό και nutrimore). Καθώς επίσης, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα της ανάλυσης, στον συσχετισμό της απόδοσης σε σπόρο και του συνδυασμού των δύο διαφορετικών παραγόντων (διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης και διαφορετικό τύπο λιπάσματος).

**Πίνακας 3.12:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας βρώμης.

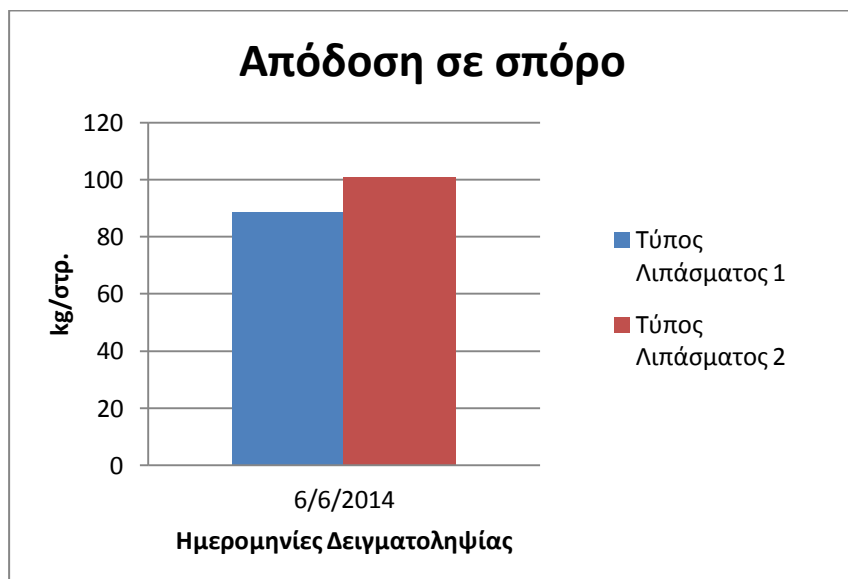
<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ (kg/στρ)</b>	
	4 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	101,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	88,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	95,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>	
Τύπος 1 = Συμβατικό	89,0
Τύπος 2 = Nutrimore	101,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>	
Λ1 * T1	104,0
Λ1 * T2	98,0
Λ2 * T1	77,0
Λ2 * T2	99,0
Λ3 * T1	84,0
Λ3 * T2	105,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
CV %	100,4

Αρχικά, παρουσιάζεται το διάγραμμα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας βρώμης. Παρατηρείται ότι, η χαμηλότερη απόδοση σε σπόρο στην καλλιέργεια της βρώμης παρουσιάστηκε στη μεταχείριση με τις 9 μονάδες αζώτου, με 88 kg/στρ. Αντιθέτως η υψηλότερη απόδοση εμφανίστηκε στην μεταχείριση με τις λιγότερες μονάδες επιφανειακού αζώτου (6 kg N/στρ), όπου άγγιξε τα 101 kg/στρ (Διάγραμμα 3.41). Τέλος η μεταχείριση που δέχθηκε 15 kg N/στρ η τιμή της απόδοσης διακυμάνθηκε περίπου στα 95 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.41:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας βρώμης.

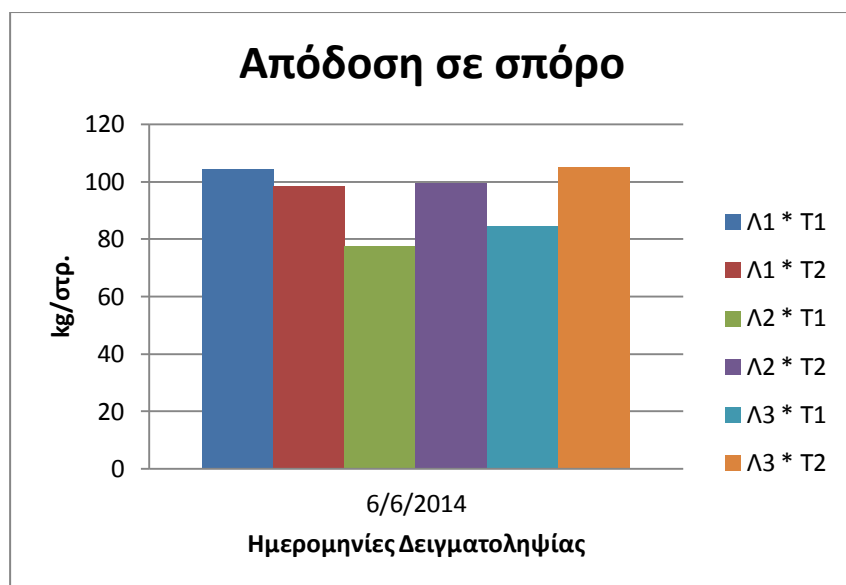
Όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο σε συνάρτηση με τον διαφορετικό τύπο λιπάσματος, την χαμηλότερη απόδοση απέδωσε το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0), με 89 kg/στρ, και την υψηλότερη το nutrimore λίπασμα (46-0-0), με 101 kg/στρ (Διάγραμμα 3.42).



**Διάγραμμα 3.42:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας βρώμης.



Τέλος, συγκρίθηκαν οι αποδόσεις της βρώμης σε σπόρο, με βάση την αλληλεπίδραση διαφορετικών επιπέδων λίπανσης και διαφορετικού τύπου λιπάσματος. Η μεγαλύτερη απόδοση σπόρου παρουσιάστηκε στον συνδυασμό της μεταχείρισης Λ3\*Τ2 με 105 kg/στρ (Διάγραμμα 3.43). Σχεδόν παρόμοιες αποδόσεις, με μικρές διαφοροποιήσεις εντοπίστηκαν στους παρακάτω συνδυασμούς μεταχειρίσεων: Λ1\*Τ1, Λ1\*Τ2 και Λ2\*Τ2.



**Διάγραμμα 3.43:** Γραφική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 παραγόντων ως προς την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας βρώμης.

### 3.2.4 Τριτικάλε

#### 3.2.4.1 Ύψος φυτού

Σ' αυτή την τελευταία ενότητα, μελετήθηκαν τα δεδομένα κι αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της καλλιέργειας τριτικάλε. Το ύψος των φυτών συσχετίστηκε με τις διαφορετικές μονάδες λίπανσης κι έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, όπως είναι φανερό, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.13). Η 2<sup>η</sup> κοπή παρουσιάζει σαφώς χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με τις άλλες δυο, λόγω της πρώιμης κοπής τους. Ακολούθως, σημειώνονται οι αναλύσεις της επίδρασης του τύπου του λιπάσματος (συμβατικό ή nutrimore) με το ύψος των φυτών. Οι αριθμοί καταδεικνύουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα ύψη, αν και στην 2<sup>η</sup> κοπή υπάρχει μια υπεροχή 7cm στα φυτά που χρησιμοποιήθηκε το nutrimore

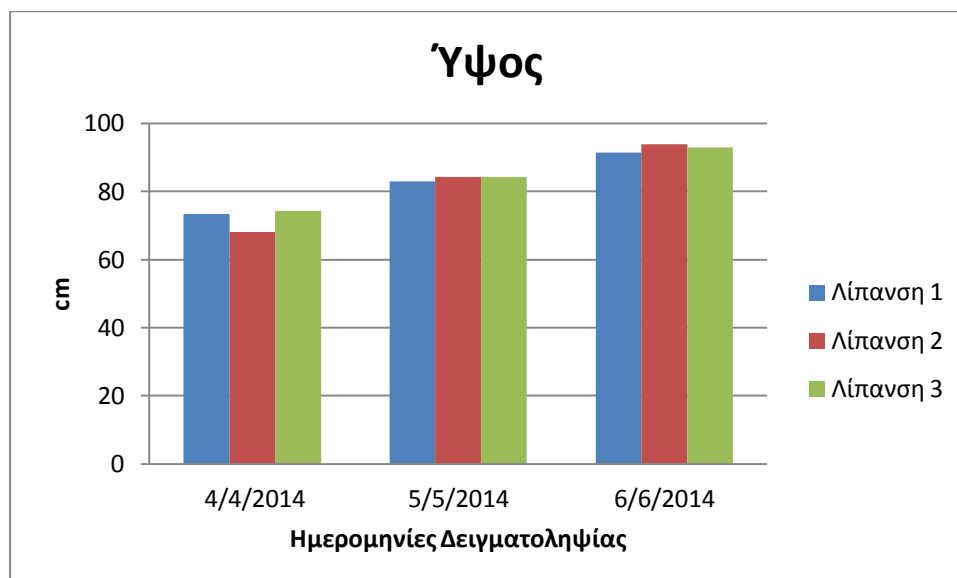
λίπασμα. Ανάλογα αποτελέσματα έδωσαν και οι τιμές του συνδυασμού των δύο παραγόντων. Τα αποτελέσματα δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του, με τα ύψη να κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα.

**Πίνακας 3.13:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ύψος των φυτών του τριτικάλε.

<b>ΥΨΟΣ (cm)</b>			
	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η</sup>
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	Κοπή	Κοπή	Κοπή
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	73,3	83,0	91,33
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	68,2	84,3	93,83
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	74,3	84,3	92,83
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	68,7	83,9	91,33
Τύπος 2 = Nutrimore	75,2	83,9	94,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * T1	73,0	80,7	91,0
Λ1 * T2	73,7	85,3	91,67
Λ2 * T1	61,7	86,0	92,67
Λ2 * T2	74,7	82,7	95,0
Λ3 * T1	71,3	85,0	90,33
Λ3 * T2	77,3	83,7	95,33
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
CV %	9,6	5,1	4,5

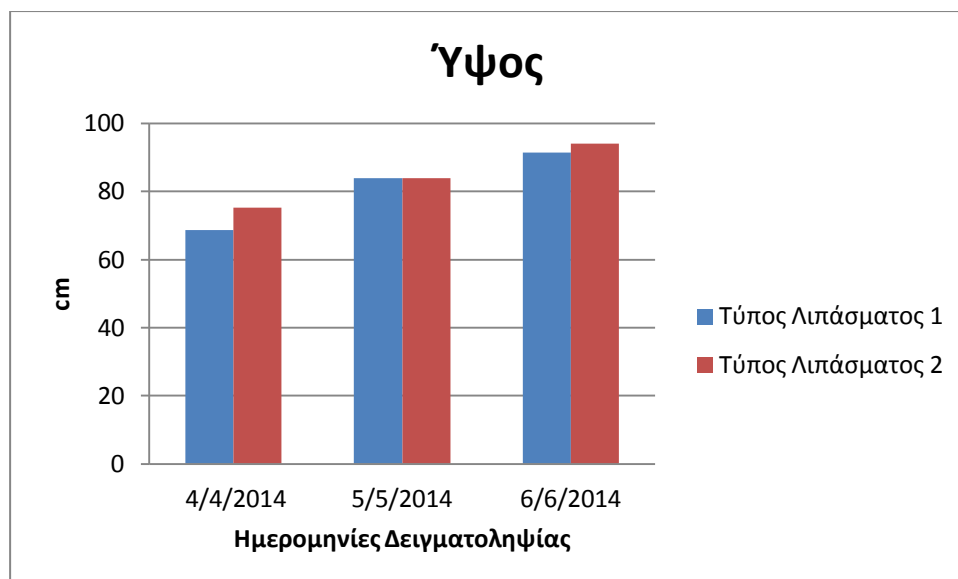
Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3.44) παρατηρούμε ότι, τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης που εφαρμόστηκαν στα φυτά τριτικάλε, δεν παρουσίασαν έντονες διαφοροποιήσεις στις τιμές του ύψους. Στην 2η κοπή (4/4/2014) η χαμηλότερη τιμή εμφανίστηκε στην μεταχείριση με 9 kg N/στρ με 68,2 cm, ενώ στην επιφανειακή λίπανση με 15 kg N/στρ εντοπίστηκε το μέγιστο ύψος με 74,3 cm. Ο ρυθμός αύξησης του ύψους των φυτών τριτικάλε από τις αρχές Απριλίου (στάδιο ξεσταχυάσματος) μέχρι αρχές Μαΐου (στάδιο ανάπτυξης σπόρου) κυμάνθηκε 0,32-0,54 cm/ημέρα. Καταλήγοντας έτσι στην 3η κοπή (5/5/2014) με μέγιστη τιμή ύψους τα 84,3 cm στην επιφανειακή λίπανση με 15 μονάδες αζώτου και με ελάχιστη τιμή ύψους τα 83 cm στην επιφανειακή λίπανση 6 μονάδες αζώτου. Στην συνέχεια μέχρι την ημερομηνία συγκομιδής (αρχές Ιουνίου) ο ρυθμός αύξησης του ύψους μειώθηκε, 0,27-0,31 cm/ημέρα, διότι η καλλιέργεια βρίσκεται στο στάδιο ανάπτυξης και ωρίμανσης του σπόρου. Τα τελικά ύψη διαμορφώθηκαν ως εξής : η υψηλότερη

τιμή, 93,8 cm, εμφανίστηκε στην μεταχείριση με 9 kg N/στρ και η χαμηλότερη τιμή στην επιφανειακή λίπανση με 6 μονάδες αζώτου, με 91,3 cm.



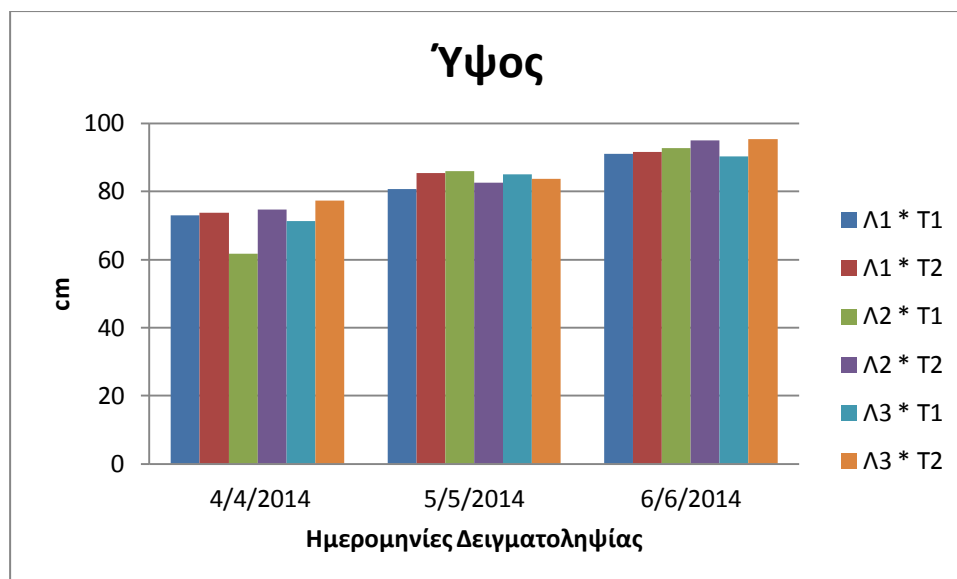
**Διάγραμμα 3.44:** Η γραφική παράσταση που παρουσιάζει τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, ως προς το ύψος των φυτών του τριτικάλε.

Στην περίπτωση του παράγοντα διαφορετικού τύπου λιπάσματος (Διάγραμμα 3.45) γίνεται και εδώ εμφανές ότι δεν επηρεάστηκε έντονα το ύψος των φυτών της καλλιέργειας τριτικάλε. Εκείνο που παρατηρείται, είναι ότι στην 1<sup>η</sup> και στην 3<sup>η</sup> κοπή τα φυτά με το λίπασμα nutrimore (46-0-0) είχαν αναπτύξει πιο γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης από εκείνα με το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0). Το μέγιστο ύψος της 4<sup>η</sup> δειγματοληψίας (6/6/2014) ήταν 94 cm (με παρεμποδιστή ουρεάσης) και το ελάχιστο 91,3 cm ( με συμβατικό λίπασμα).



**Διάγραμμα 3.45:** Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων, ως προς το ύψος των φυτών του τριτικάλε.

Έπειτα ακολουθεί η γραφική αναπαράσταση (Διάγραμμα 3.46), στην οποία μελετάται ο βαθμός επιρροής του συνδυασμού των δύο μεταβλητών (τύπος λιπάσματος και επίπεδο επιφανειακής λίπανσης), στο τελικό ύψος των φυτών τριτικάλε. Είναι φανερό ότι, στη κοπή στις 4/4/2014 υπάρχει μια ανομοιομορφία στις τιμές του ύψους. Το χαμηλότερο ύψος παρουσιάστηκε στον συνδυασμό  $\Lambda 2 * T1$  και το υψηλότερο ύψος στο συνδυασμό  $\Lambda 3 * T2$ . Αυτή η ανομοιομορφία ωστόσο στις επόμενες δύο κοπές (5/5/2014 και 6/6/2014) εξαλείφεται. Τέλος οι συνδυασμοί μεταχειρίσεων που εμφάνισαν τα μεγαλύτερα ύψη στην 4<sup>η</sup> κοπή ήταν ο  $\Lambda 2 * T2$  και ο  $\Lambda 3 * T2$ , με 95 cm και 95,3 cm αντίστοιχα.



**Διάγραμμα 3.46:** Διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων του συνδυασμού των 2 μεταβλητών ως προς το ύψος των φυτών του τριτικάλε.

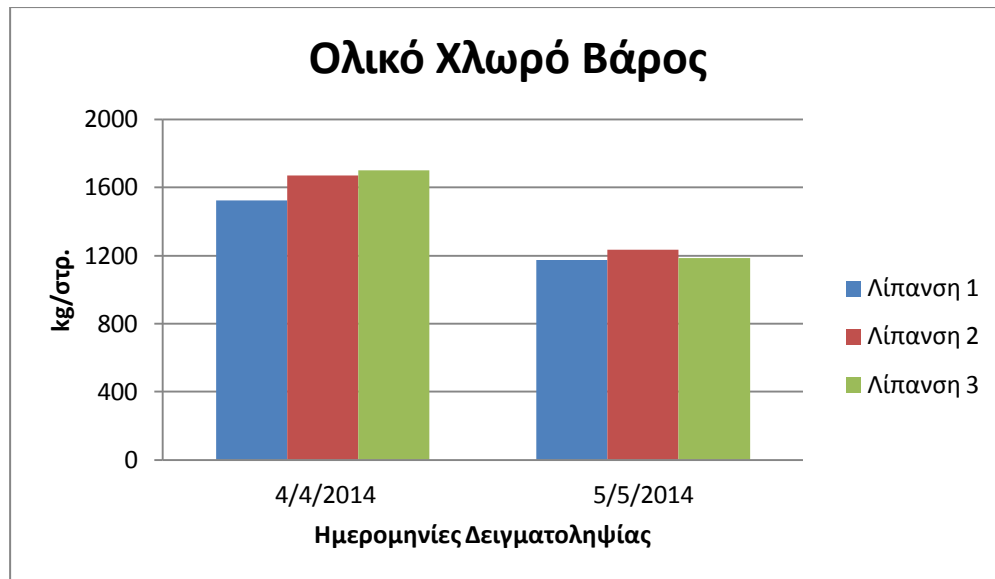
### 3.2.4.2 Χλωρό Βάρος

Στη συνέχεια οι μετρήσεις που αναλύθηκαν αφορούσαν το χλωρό βάρος των φυτών που συγκομίστηκαν από τα πειραματικά τεμάχια, ανάλογα με την εκάστοτε μεταχείριση που δέχθηκαν (Πίνακας 3.14). Στην πρώτη περίπτωση, η αλληλεπίδραση του χλωρού βάρους με τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) που χορηγήθηκαν, δεν φάνηκε να παρουσιάζει αξιόλογες μεταβολές. Η στατιστική ανάλυση υπέδειξε ότι η διαφορά στατιστικά στα βάρη δεν είναι σημαντική. Στην επόμενη μεταχείριση, εξετάστηκε ο τύπος του λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore) αν έχει επηρεάσει το ολικό χλωρό βάρος. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα. Τέλος στην τρίτη ανάλυση, δηλαδή στον συνδυασμό των δύο παραγόντων, τα αποτελέσματα και εδώ δεν παρουσίασαν σημαντική στατιστική διαφοροποίηση.

**Πίνακας 3.14:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του τριτικάλε.

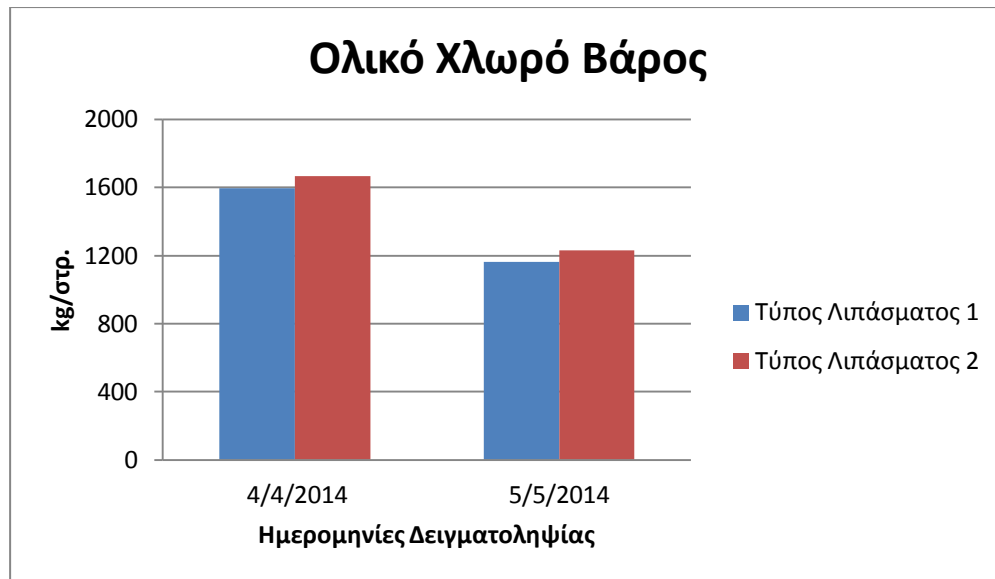
<b>ΟΛΙΚΟ ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>		
	2 <sup>η</sup> Κοπή	3 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>		
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	1522,0	1173,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	1670,0	1233,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	1701,0	1186,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>		
Τύπος 1 = Συμβατικό	1569,0	1163,0
Τύπος 2 = Nutrimore	1666,0	1232,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>		
Λ1 * T1	1514,0	1145,0
Λ1 * T2	1531,0	1200,0
Λ2 * T1	1749,0	1254,0
Λ2 * T2	1592,0	1213,0
Λ3 * T1	1527,0	1089,0
Λ3 * T2	1875,0	1283,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns
CV %	12,3	14,0

Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει την επιρροή των διαφορετικών επιπέδων επιφανειακής λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ) προς το ολικό χλωρό βάρος της καλλιέργειας τριτικάλε (Διάγραμμα 3.47). Αρχικά, παρατηρείται στην 2<sup>η</sup> κοπή (αρχές Απριλίου) ότι οι τιμές διαμορφώθηκαν ανάλογα με τα επίπεδα λίπανσης που δέχθηκε η κάθε μεταχείριση. Όσο περισσότερες ήταν οι μονάδες επιφανειακού αζώτου τόσο περισσότερο ήταν το ολικό χλωρό βάρος, χωρίς όμως να εμφανίζονται έντονες διαφοροποιήσεις στις τιμές. Στην μεταχείριση με 6 μονάδες επιφανειακής λίπανσης το ολικό χλωρό βάρος ήταν 1522 kg/στρ, αντίθετα στην μεταχείριση με 15 μονάδες επιφανειακής λίπανσης ήταν 1700 kg/στρ. Από την άλλη μεριά στην κοπή που πραγματοποιήθηκε στις 5/5/2014 το μεγαλύτερο ολικό βάρος βρέθηκε στα 9 kg N/στρ. Επίσης και εδώ οι τιμές έχουν ελάχιστη διαφοροποίηση μεταξύ του.



**Διάγραμμα 3.47:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του τριτκάλε.

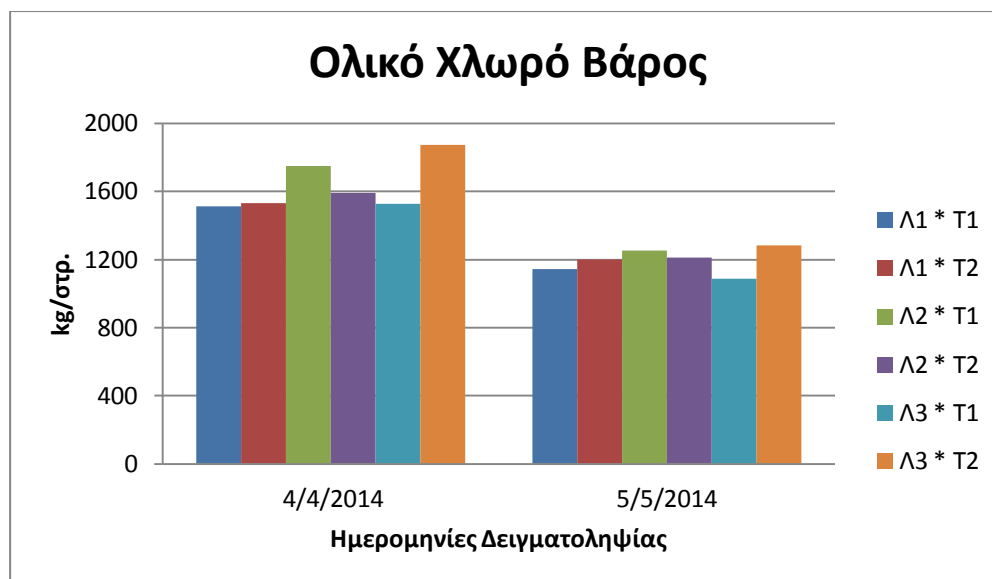
Στην μεταβλητή διαφορετικού τύπου λιπάσματος δεν είναι έντονη η διαφορά στο χλωρό βάρος του τριτκάλε ανάμεσα στο συμβατικό (34,5-0-0) και nutrimore (46-0-0) λίπασμα. Ο τύπος λιπάσματος που υπερείχε αριθμητικά και στις δύο κοπές ήταν το nutrimore (με παρεμποδιστή ουρέασης). Στις 4/4/2014 η μεταχείριση με το λίπασμα nutrimore (46-0-0) έφτασε τα 1.666 kg/στρ, και το συμβατικό (34,5-0-0) ήταν κατά 100 kg/στρ περίπου λιγότερο (Διάγραμμα 3.42). Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα στην επόμενη κοπή (5/5/2014), που οι τιμές στο χλωρό βάρος πλησιάζουν κατά πολύ μεταξύ τους, ώστε να τα αποτελέσματα να μην παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά (Διάγραμμα 3.48).



**Διάγραμμα 3.48:** Διαγραμματικός σχεδιασμός των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του τριτικάλε.

Στο συνδυασμό των δύο παραγόντων (τύπος λιπάσματος και επίπεδο λίπανσης), τα πειραματικά τεμάχια δεν φανέρωσαν κάποια σημαντική διαφοροποίηση, καθιστώντας έτσι τα αποτελέσματα του χλωρού βάρους των φυτών τριτικάλε να μην έχουν στατιστική διαφορά μεταξύ τους. Η κοπή που πραγματοποιήθηκε στις 4/4/2014 παρουσίασε την υψηλότερη τιμή στον συνδυασμό μεταχείρισης Λ3\*Τ2 με 1875 kg/στρ (Διάγραμμα 3.43). Επιπλέον, ο συνδυασμός μεταχείρισης Λ2\*Τ1 παρουσίασε εξίσου υψηλή τιμή, η οποία άγγιξε τα 1750 kg/στρ. Στην 3<sup>η</sup> κοπή (αρχές Μαΐου) οι ίδιοι συνδυασμοί μεταχειρίσεων Λ2\*Τ1 και Λ3\*Τ2, εμφάνισαν πάλι τις υψηλότερες τιμές με 1254 kg/στρ και 1282,7 kg/στρ αντίστοιχα (Διάγραμμα 3.49).





**Διάγραμμα 3.49:** Γραφική παράσταση που απεικονίζει τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης του συνδυασμού των 2 μεταβλητών (τύπος λιπάσματος και επίπεδο λίπανσης) ως προς το ολικό χλωρό βάρος των φυτών του τριτικάλε.

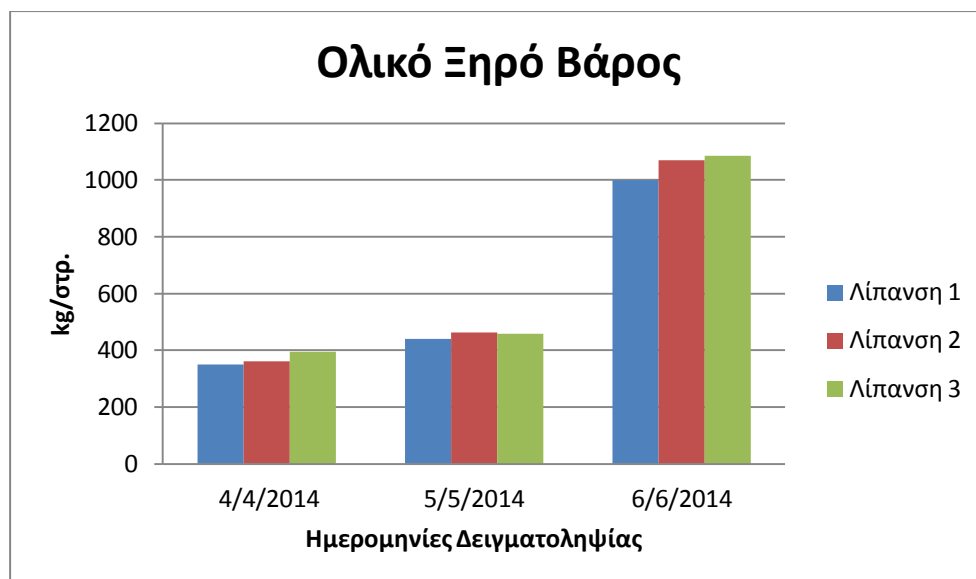
#### 3.2.4.3 Ξηρό Βάρος

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, παρατίθενται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του ολικού ξηρού βάρους των φυτών του τριτικάλε σε συνάρτηση με τις μεταβλητές, που εξετάστηκαν σε αυτό το πείραμα. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3.15) παρουσιάζει τα στατιστικά αποτελέσματα της συσχέτισης του ολικού ξηρού βάρους με τα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχας λίπανσης (6, 9 και 15 kg N/στρ). Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα, καθώς σε κάθε κοπή οι τιμές είχαν μεγάλο βαθμό ομοιομορφίας. Έπειτα, εξετάστηκε αν επηρεάστηκε το ολικό ξηρό βάρος από τη χρήση του συμβατικού ή nutrimore (με παρεμποδιστή ουρεάσης) λιπάσματος. Τα δεδομένα, και σε αυτή την περίπτωση, δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Σχετικά με τις τελευταίες αναλύσεις, που αφορούσαν τη συνδυαστική δράση των δύο παραγόντων, κι εδώ τα αποτελέσματα δεν είχαν στατιστική σημαντική διαφοροποίηση. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι και στις τρεις κοπές που πραγματοποιήθηκαν, οι συνδυασμοί L2\*T2 και L3\*T2 διατηρούσαν υψηλές τιμές ξηρού βάρους.

**Πίνακας 3.15:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του τριτικάλε.

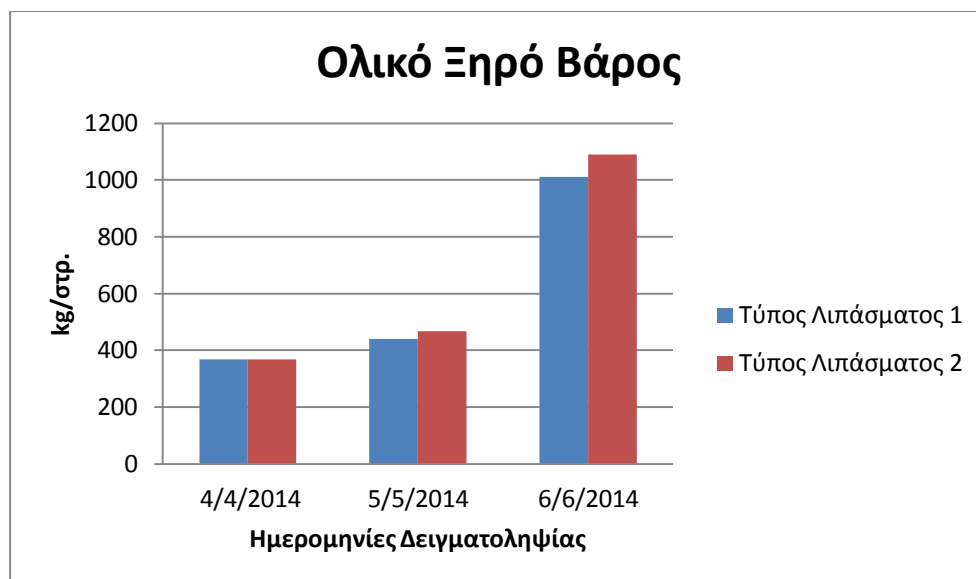
<b>ΟΛΙΚΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (kg/στρ)</b>			
	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η</sup>
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	Κοπή	Κοπή	Κοπή
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	351,0	441,0	1000,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	362,0	463,0	1070,0
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	395,0	458,0	1085,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>			
Τύπος 1 = Συμβατικό	369,0	441,0	1012,0
Τύπος 2 = Nutrimore	369,0	467,0	1091,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>			
Λ1 * Τ1	375,0	434,0	1001,0
Λ1 * Τ2	326,0	447,0	998,0
Λ2 * Τ1	373,0	461,0	973,0
Λ2 * Τ2	351,0	465,0	1167,0
Λ3 * Τ1	360,0	428,0	1061,0
Λ3 * Τ2	430,0	487,0	1108,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns	ns	ns
CV %	16,6	18,1	7,7

Τα διαφορετικά επίπεδα της αζωτούχου λίπανσης μελετήθηκαν κατά πόσο επηρέασαν το ολικό ξηρό βάρος της καλλιέργειας τριτικάλε. Σύμφωνα με το διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 3.50), φαίνεται ότι η μεταχείριση που δέχθηκε το μικρότερο επίπεδο επιφανειακής λίπανσης (6 μονάδες αζώτου) είχε την μικρότερη τιμή ολικού ξηρού βάρους. Αντίθετα στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν 15 kg N/στρ είχαν παρόμοιες τιμές ολικού ξηρού βάρους με το επίπεδο λίπανσης 9 kg N/στρ. Στην 4<sup>η</sup> κοπή (6/6/2014) οι τιμές διακυμάνθηκαν ως εξής : το μέγιστο ολικό ξηρό βάρος ήταν 1084,7 kg/στρ για τις μεταχειρίσεις με 15 μονάδες αζώτου και το ελάχιστο ολικό ήταν 999,7 kg/στρ για τις μεταχειρίσεις με 6 μονάδες αζώτου.



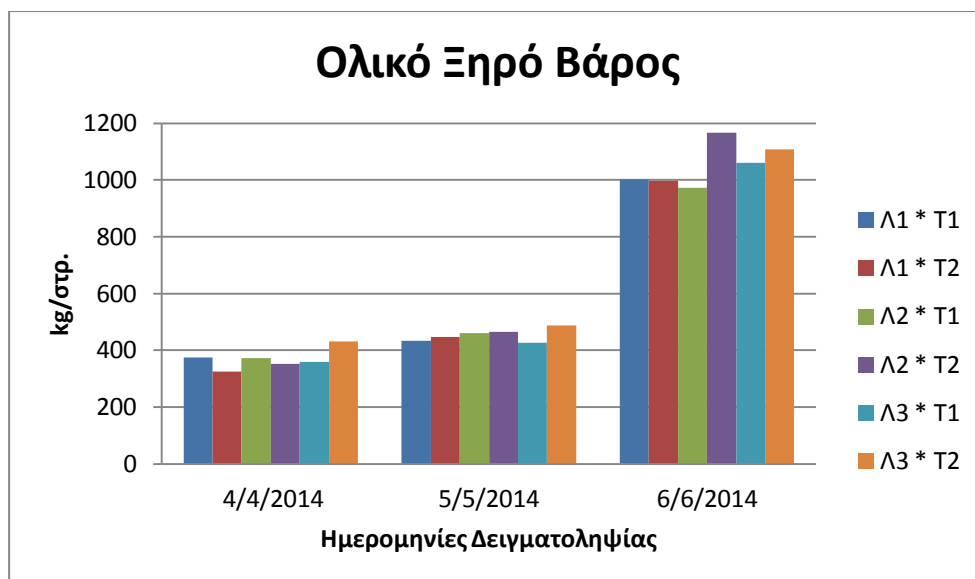
**Διάγραμμα 3.50:** Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του τριτικάλε.

Στη συνέχεια εξετάστηκε η επίδραση του παράγοντα διαφορετικού τύπου λιπάσματος προς το ολικό ξηρό βάρος. Τα λιπάσματα που εφαρμόστηκαν στην καλλιέργεια ήταν δύο : nutrimore (46-0-0) και συμβατικό (34,5-0-0). Έτσι στο παρακάτω γράφημα που παρουσιάζεται (Διάγραμμα 3.51), παρατηρείται ότι στις κοπές που πραγματοποιήθηκαν, τα φυτά που μεταχειρίστηκαν με nutrimore λίπασμα (με παρεμποδιστή ουρεάσης), έδωσαν λίγο υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με το συμβατικό λίπασμα (34,5-0-0). Στις 6/6/2014 (4<sup>η</sup> κοπή), η μέγιστη τιμή του ολικού ξηρού βάρους ήταν τα 1091 kg/στρ με το nutrimore λίπασμα (46-0-0).



**Διάγραμμα 3.51:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του τριτικάλε.

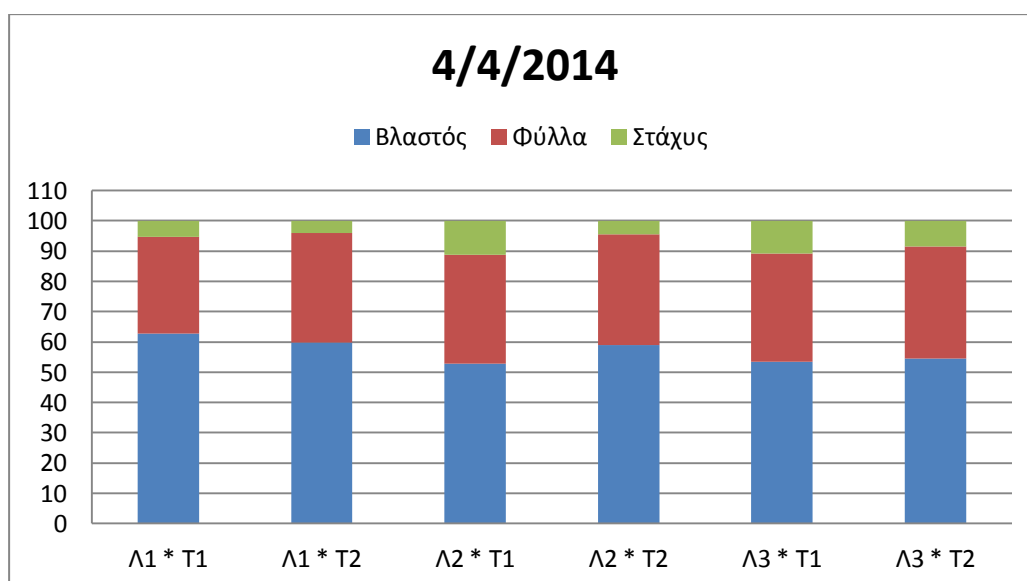
Στο τελευταίο διάγραμμα που απεικονίζεται στο κεφάλαιο του ολικού ξηρού βάρους της καλλιέργειας τριτικάλε είναι η αλληλεπίδραση που είχε ο συνδυασμός των δύο παραγόντων (επίπεδα επιφανειακής λίπανσης και τύπος λιπάσματος) στο ξηρό βάρος (Διάγραμμα 3.52). Στις δύο πρώτες κοπές (4/4/2014 και 5/5/2014), διαπιστώθηκε ότι τιμές διακυμάνθηκαν ομαλά χωρίς έντονες διαφοροποιήσεις. Ο συνδυασμός μεταχείρισης που κυριάρχησε και στις δύο κοπές ήταν ο Λ3\*Τ2 με 430,4 kg/στρ και 487,3 kg/στρ αντίστοιχα σε κάθε κοπή (Διάγραμμα 3.52). Τέλος στην δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 6/6/2014 οι τιμές του ολικού ξηρού βάρους αυξήθηκαν κατά πολύ, λόγω της ανάπτυξης και ωρίμανσης του σπόρου. Η μεταχείριση που παρουσίασε το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ήταν η Λ2\*Τ2 με 1167,3 kg/στρ (Διάγραμμα 3.46).



**Διάγραμμα 3.52:** Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης του συνδυασμού αυτών των 2 μεταβλητών ως προς το ολικό ξηρό βάρος των φυτών του τριτικάλε.

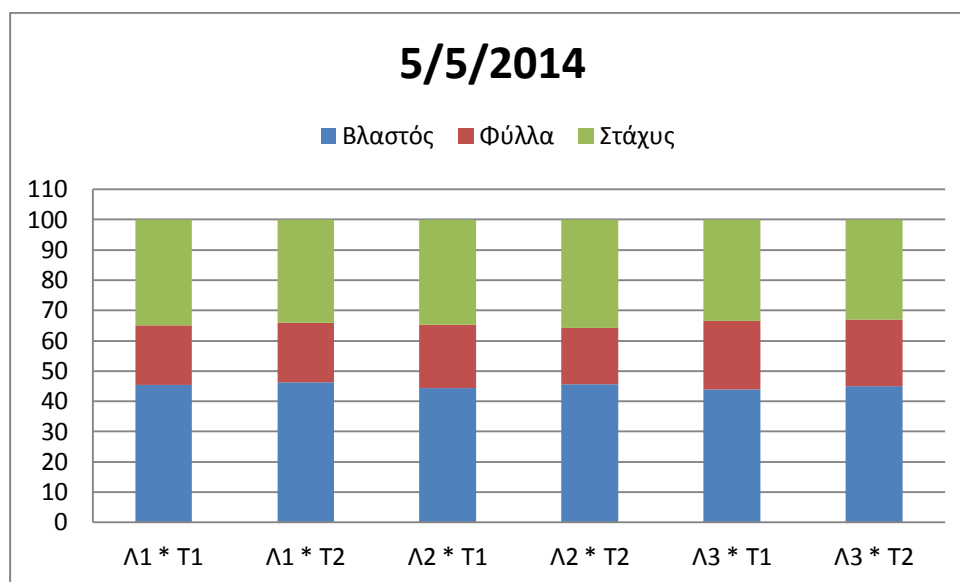
#### 3.2.4.3.1 Κατανομή άνθρακα

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήθηκε η κατανομή του άνθρακα της καλλιέργειας τριτικάλε. Στο διάγραμμα που ακολουθεί, παρατηρείται ότι οι συνδυασμοί μεταχειρίσεων Λ2\*T1 (με 9 kg N/στρ συμβατικού λιπάσματος) και Λ3\*T1 (με 15 kg N/στρ συμβατικού λιπάσματος) παρουσίασαν μία πρωίμηση σε σχέση με τους υπόλοιπους συνδυασμούς μεταχειρίσεων, με ποσοστό στάχως 11,1 % και 10,7 % αντίστοιχα.



**Διάγραμμα 3.53:** Ποσοστιαία κατανομή του άνθρακα στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα, φόβη) στην καλλιέργεια του τριτικάλε.

Η παραλλακτικότητα στην κατανομή του στάχως όμως, φαίνεται να εξαλείφεται στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία (5/5/2014), καθώς τα ποσοστά στάχως παρουσιάστηκαν παρόμοια σε όλες τις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Το ποσοστό στάχως διακυμάνθηκε περίπου στο 35 %, ο βλαστός γύρω στο 45 % και το υπόλοιπο ποσοστό ανήκε στα φύλλα.



**Διάγραμμα 2.54:** Ποσοστιαία κατανομή του άνθρακα στα επιμέρους φυτικά όργανα (βλαστός, φύλλα,στάχως) στην καλλιέργεια του τριτκάλε.

#### 3.2.4.4 Απόδοση

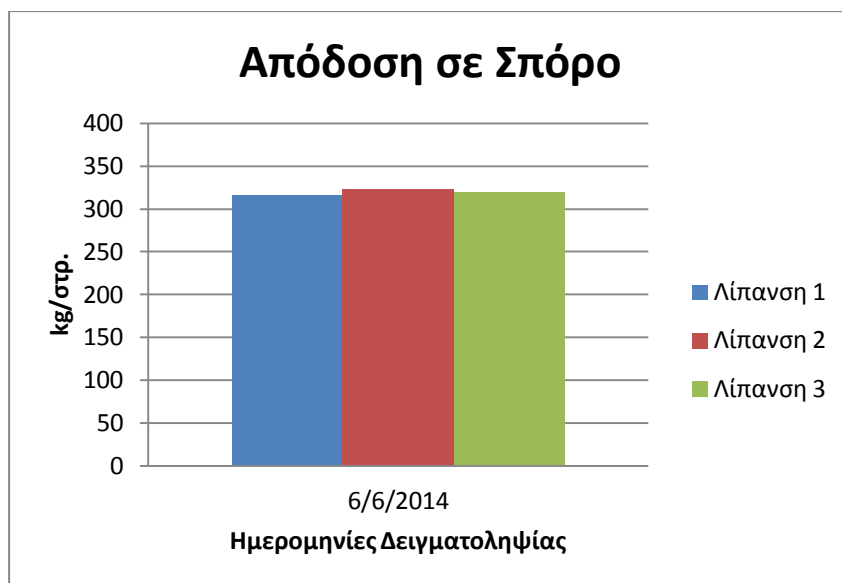
Οι τελευταίες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην καλλιέργεια του τριτκάλε αφορούσαν την απόδοση του σε σπόρο. Η μέση απόδοση του τριτκάλε το 2014 στην Ελλάδα κυμάνθηκε στα 257 kg/στρ ([www.fao.gr](http://www.fao.gr)). Ο ακόλουθος πίνακας (Πίνακας 3.16), περιέχει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στην τελευταία δειγματοληψία (6/6/2014) που πραγματοποιήθηκε. Αρχικά, αναλύθηκαν τα δεδομένα από τα τρία διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν. Η στατιστική ανάλυση έδειξε και στα τρία επίπεδα των λιπαντικών μονάδων οι τιμές δεν διαφέρουν σημαντικά. Στη συνέχεια, οι αριθμοί έδειξαν ότι δεν υπήρξε διαφοροποίηση στην απόδοση λόγω της χρήσης διαφορετικού τύπου λιπασμάτων. Καθώς επίσης, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα της ανάλυσης, στον συσχετισμό της απόδοσης σε σπόρο και του συνδυασμού των δύο διαφορετικών παραγόντων (διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης και

διαφορετικό τύπο λιπάσματος). Ο συνδυασμός μεταχείρισης που ξεχωρίζει από όλους τους υπόλοιπους είναι ο Λ2\*Τ2.

**Πίνακας 3.16:** Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, διαφορετικών τύπων λιπασμάτων και τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών ως προς την απόδοση των φυτών του τριτικάλε.

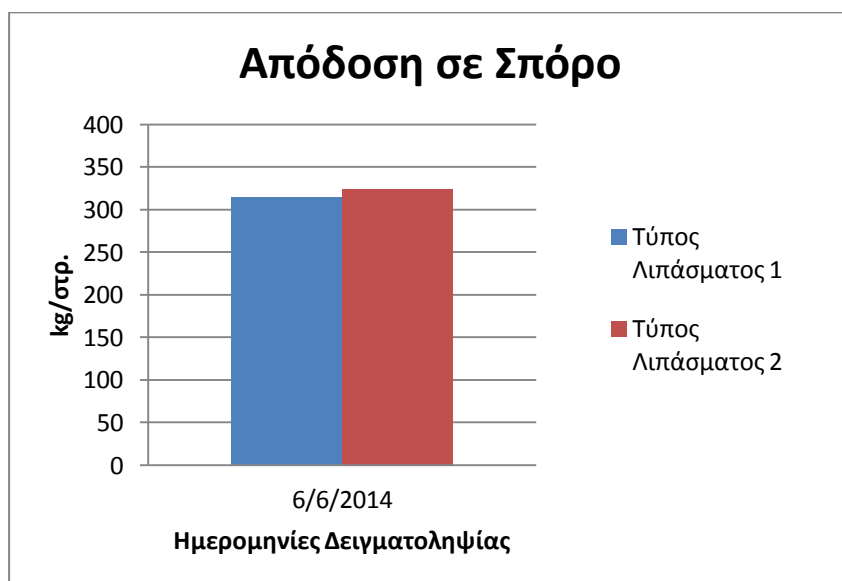
<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ (kg/στρ)</b>	
	4 <sup>η</sup> Κοπή
<b>Επίπεδα Επιφανειακής Λίπανσης</b>	
Λίπανση 1 = 6 kg/στρ.	319,0
Λίπανση 2 = 9 kg/στρ.	322,9
Λίπανση 3 = 15 kg/στρ.	319,4
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
<b>Τύπος Λιπάσματος</b>	
Τύπος 1 = Συμβατικό	314,8
Τύπος 2 = Nutrimore	324,0
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>	
Λ1 * Τ1	319,3
Λ1 * Τ2	312,6
Λ2 * Τ1	300,9
Λ2 * Τ2	344,9
Λ3 * Τ1	324,4
Λ3 * Τ2	314,5
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	ns
CV %	6,1

Το πρώτο διάγραμμα απεικονίζει την αξιολόγηση της απόδοσης σε σπόρο της καλλιέργειας του τριτικάλε ανάλογα με την ποσότητα επιφανειακού λιπάσματος (6, 9 και 15 kg N/στρ) που χορηγήθηκε στο εκάστοτε πειραματικό τεμάχιο (Διάγραμμα 3.55). Είναι εμφανές ότι οι διαφορετικές λιπαντικές μονάδες δεν επηρέασαν σχεδόν καθόλου την απόδοση σε σπόρο. Το επίπεδο λίπανσης που υπερέιχε κατά ελάχιστα από τα υπόλοιπα επίπεδα ήταν τα 9 kg N/στρ, με 322,9 kg/στρ απόδοση σε σπόρο.



**Διάγραμμα 3.55:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης ως προς την απόδοση των φυτών του τριτικάλε.

Στη συνέχεια εξετάστηκε η επίδραση που είχε ο διαφορετικός τύπος λιπάσματος (συμβατικό και nutrimore) στην απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας τριτικάλε. Με βάση το παρακάτω γράφημα (Διάγραμμα 3.56) διαπιστώθηκε ότι και οι δύο τύποι λιπάσματος εμφάνισαν παρόμοια αποτελέσματα. Η χρήση του λιπάσματος με παρεμποδιστή ουρέασης έδωσε 324 kg/στρ, κατά 9 kg/στρ περισσότερο από το συμβατικό λίπασμα, χωρίς όμως να θεωρείται στατιστικά σημαντική η διαφορά.



**Διάγραμμα 3.56:** Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς την απόδοση των φυτών του τριτικάλε.



Τέλος η απόδοση του τριτικάλε σε συσχέτιση με τον συνδυασμό των δύο παραγόντων: διαφορετικό επίπεδο επιφανειακής λίπανσης και διαφορετικό τύπο λιπάσματος, παρουσίασε διακύμανση από 300-345 kg/στρ (Διάγραμμα 3.57). Ο συνδυασμός με την μεγαλύτερη αποδοτικότητα είναι ο Λ2\*Τ2, με 344,9 kg/στρ. Στη συνέχεια, ακολουθούν οι μεταχειρίσεις Λ1\*Τ1 και Λ3\*Τ1 με περίπου 25 kg/στρ λιγότερα. Ενώ, ο συνδυασμός που απέδωσε τον λιγότερο σπόρο ήταν ο Λ2\*Τ1, στα 300 kg/στρ.



**Διάγραμμα 3.57:** Γράφημα που απεικονίζει τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης του συνδυασμού των 2 μεταβλητών (διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης και διαφορετικός τύπος λιπάσματος) ως προς την απόδοση των φυτών του τριτικάλε.

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο συνδυασμός του υψηλότερου επιπέδου επιφανειακής λίπανσης (15 kg N/στρ) με τον τύπο λιπάσματος nutrimore λειτούργησε ευεργετικά στην καλλιέργεια σκληρού σίτου, δίνοντας τα καλύτερα αποτελέσματα ως προς την βιομάζα και την απόδοση. Τα αποτελέσματα της βιομάζας άγγιξαν τα 970 kg/στρ και της απόδοσης σε σπόρο τα 322 kg/στρ, η οποία ήταν μεγαλύτερη από την μέση απόδοση. Τέλος, παρατηρήθηκε στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία μια πρωίμιση της καλλιέργειας σκληρού σίτου έναντι των καλλιεργειών κριθαριού και βρώμης.

Το ύψος των φυτών κριθαριού δεν παρουσίασε έντονη παραλλακτικότητα στα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης, στον διαφορετικό τύπο λιπάσματος και στην αλληλεπίδραση αυτών των μεταβλητών. Στο ξηρό βάρος το υψηλότερο επίπεδο επιφανειακής λίπανσης (15 kg N/στρ) και ο τύπος λιπάσματος nutrimore απέδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα. Όσο περισσότερες ήταν οι μονάδες αζώτου, τόσο μεγαλύτερη ήταν η απόδοση σε σπόρο. Ο συνδυασμός μεταχείρισης με 15 kg N/στρ nutrimore είχε την μεγαλύτερη απόδοση σπόρου με 346 kg/στρ περίπου 100 kg/στρ παραπάνω από την μέση απόδοση.

Η καλλιέργεια της βρώμης επηρεάστηκε αρνητικά σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν την καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Η έλλειψη βροχόπτωσης σε συνδυασμό με την παρατεταμένη ξηρασία είχε σαν αποτέλεσμα το πλάγιασμα των φυτών της καλλιέργειας βρώμης και το τίναγμα του σπόρου στο έδαφος. Τα αποτελέσματα της απόδοσης σπόρου κυμάνθηκαν σε μικρά επίπεδα, έχοντας την μεγαλύτερη τιμή (105 kg/στρ) ο συνδυασμός μεταχείρισης με 15 kg N/στρ nutrimore λιπάσματος. Παρόλο αυτά η απόδοση ήταν παρόμοια με την μέση απόδοση που παρουσιάστηκε στην Ελλάδα την καλλιεργητική περίοδο 2014 (100 kg/στρ.).

Στην καλλιέργεια του τριτικάλε παρατηρήθηκε σταθερή υπεροχή του λιπάσματος nutrimore έναντι του συμβατικού λιπάσματος σε όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Για το επίπεδο της επιφανειακής λίπανσης με 9 kg N/στρ καταγράφηκε το μεγαλύτερο ύψος φυτού και η μεγαλύτερη σε απόδοση σπόρου καθιστώντας τη μεταχείριση αυτή (9 kg N/στρ με nutrimore) την αποδοτικότερη σε σύγκριση με τις

υπόλοιπες μεταχειρίσεις και με απόδοση που αγγίζει τα 350 kg/στρ, η οποία ήταν 100 kg/στρ υψηλότερη από την μέση απόδοση. Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι το τριτικάλε παρουσίασε πρωίμηση σε σύγκριση με τις υπόλοιπες καλλιέργειες. Στις αρχές Απριλίου (2<sup>η</sup> δειγματοληψία), η καλλιέργεια του τριτικάλε βρισκόταν ήδη στο στάδιο του ξεσταχυάσματος, ενώ το κριθάρι και η βρώμη στο στάδιο του καλαμώματος.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της επίδρασης των λιπασμάτων με παρεμποδιστή ουρεάσης σε σύγκριση με τα συμβατικά παρουσίασαν υπεροχή όσο αναφορά την απόδοση των χειμερινών καλλιεργειών (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη και τριτικάλε) σε σπόρο. Επιπλέον, το υψηλότερο επίπεδο επιφανειακής λίπανσης (15 kg N/στρ με nutrimore) ήταν αποδοτικότερο σε καρπό για τις καλλιέργειες σιτριού, κριθαριού και βρώμης. Αντιθέτως, η καλλιέργεια του τριτικάλε παρουσίασε την μεγαλύτερη απόδοση καρπού με 9 kg N/στρ nutrimore λιπάσματος. Τέλος, οι βροχοπτώσεις και η κατανομή τους κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2013-2014 ήταν κρίσιμος παράγοντας για την τελική διαμόρφωση των αποδόσεων σπόρου.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### 5.1 Ελληνική

Αυγουλάς, Χ., Π. Ποδηματάς, και Π. Παπαστυλιανού. 2001. Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων. Αθήνα.

Γκόγκας, 2005. Οι ποικιλίες μαλακού σιταριού του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. – Ι. Σιτηρών. Επιστημονικό δελτίο: Νέα σειρά αριθ. 4.

Δαλιάνης, Κ. 1983. Χειμερινά Σιτηρά. Εκδόσεις Καραμπερόπουλος Α.Ε. Αθήνα.

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.

Καραμάνος, Α.Ι. 1999. Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων. Αθήνα. Εκδόσεις Παπαζήση.

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

Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2008. Ειδικής Γεωργίας Ι τεύχος Α Σιτηρά (Χειμερινά εαρινά) Σύγχρονη παιδεία Θεσσαλονίκη.

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

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 Ν. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.

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

## 5.2 Ξένη

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 Extention Agriculture. CO.
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. Bendelow, V.M. 1958. The effect of irrigation on yield and malting quality of barley in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Science, 38(2), 135-138.
5. Bothmer, R., and N. Jacobsen. 1985. Origin, taxonomy, and related species. Pp. 19–56 in D. C. RASMUSSEN. ed. Barley. American Society of Agronomists, Madison, Wis.
6. 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.
7. Bremner, J.M., and R.L. Mulvaney. 1978. Urease activity in soils. In: Burns RG ed. Soil enzymes. London. Academic Press London. Pp. 149–196.
8. Briggs, D.E. 1978. Barley. illustrated. Chapman & Hall.
9. Bröckel, U., and C. Hahn. 2004. Product design of solid fertilizers. Chemical Engineering Research and Design. 82(A11). 1453-1457.
10. 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.
11. Bundy, L.G. 2001. Managing Urea-Containing Fertilizers. 2001 Area Fertilizer Dealer Meetings. University of Wisconsin-Madison.

12. 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.
13. 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
14. Coffman, F.A. 1977. Oat history, identification and classification (No. 1516). Agricultural Research Service. US Department of Agriculture.
15. 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.
16. Diamond, J. 1998. *Guns, germs and steel*. Vintage. London.
17. Dickson, A.D., J.R. Harlan, D.L. Klingman, and others. 1978. Barley: Origin, Botany, Culture, Winter Hardiness, Genetics, Utilization, Pests. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 338, 154+ pp. illus.
18. Fedak, G. 1992. Intergenerie hybrids with Ilor-drum. Pages 45-70 in *Barley: Genetics, Bio-chemistry, Molecular Biology and Biotechnology*. P. R. Shevery. CAB International. Wallingford, England.
19. 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.
20. Fitzpatrick, E.A., and H.A. Nix. 1969. A model for simulating soil water regime in alternating fallow-crop systems. *Agric. Meteorol.* 6: 303-319.
21. Fowler, D.B. 1982. Date of seeding, fall growth, and winter survival of winter wheat and rye. *Agron. J.* 74:1060-1063.
22. 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.
23. Frankenberger, W.T., and M.A. Tabatabai. 1982. Amidase and urease activities in plants. *Plant and Soil* 64: 153–166.
24. Freney, J.R., and A.S. Black. 1988. Importance of ammonia volatilization as a loss process. In: Wilson JR ed. *Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems*. Wallingford. UK. CAB International. Pp. 156–173.

25. Gallagher, J.N., P.V. Biscoe, and B. Hunter. 1976. Effects of drought on grain growth. *Nature*. 264. pp. 541–542.
26. Giardini, L., and R. Baldoni. 1989. *Coltivazioni erbacee*. Pàtron Editore.
27. Giunta, F., R. Motzo, and M. Deidda. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Res.* 33: 399–409.
28. Gooding, M.J., and W.P. Davies. 1997. Wheat production and utilization. *Systems, Quality and the Environment*. (Eds) CAB International. Cambridge. UK. pp.355.
29. Grant, C.A., D.N. Flaten, D.J. Tomasiewicz, and S.C. Sheppard. 2001. The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian Journal of Plant Science*. 81(2). 211-224.
30. Güler, M. 2003. Barley grain  $\beta$ -glucan content as affected by nitrogen and irrigation. *Field Crops Research* 84. 335–340.
31. 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.
32. Harlan, J.R. 1979. On the origin of barley. Pages 10-36 in: *Barley: Origin, Botany, Culture, Winter Hardiness, Genetics, Pests*. USDA Agric. Handb. No. 338.
33. Harlan, J.R., and D. Zohary. 1966. Distribution of wild wheats and barley. *Science* 153:1074–1080.
34. Harold, V.E. 1988. Winter wheat response to nitrogen and irrigation. In *Agronomy Journal*. Vol 80. No 6.
35. Harris, F.S and D.W. Pittman. 1919. Bulletin No. 167-The Irrigation of Oats.
36. Hede, A.R., B. Skovmand, and J. Lopez Cesati. 2001. Acid soils and aluminum toxicity. *Application of Physiology in Wheat Breeding* (No. CIS-3160. CIMMYT.).
37. Hussain, A., S. Khan, D. Mohammad, M. B. Bhatti, and M. U. Mufti. 1995. Yield and quality of fodder oat (*Avena sativa*) and barley (*Hordeum vulgare*) at various stages of harvesting. *Indian Journal of Agricultural Science*. 65:849-852.
38. Karam, F., R. Kabalan, J. Breidi, Y. Roupael, and T. Oweis. 2009. Yield and water-production functions of two durum wheat cultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Agricultural Water Management*. 96: 603–615.

39. Kern, N.L, and A.D. Evers. 1994. Kent's Technology of Cereals. 4th od. Elsevier Science Ltd. Oxford.
40. Kirby, E.J.M. 1983. Development of the cereal plant. In D.W. Wright (Editor) The Yield of Cereals, Royal Agricultural Society of England, London, pp 1-3.
41. Kiss, S., and M. Simihaian. 2002. Improving Efficiency of Urea Fertilizers by Inhibition of Soil Urease Activity. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands.
42. Kissel, D.E., and M.L. Cabrera. 1988. Factors affecting urea hydrolysis. Ammonia volatilization form urea fertilizers. National Fertilizer Development Center Bull. Y206. Tennessee Valley Authority. Muscle Shoals. AL: 53-66.
43. Kramer, S.N. 1959. History Begins at Sumer. Doubleday and Co. New York.
44. Kulp K., and J.G. Ponte. 2000. Handbook of Cereal Science and Technology. 2nd Edition. Revised and expanded. Marcel Dekker. Inc. New York. 790.
45. Lafond, G.P., and D.B. Fowler. 1989. Soil temperature and water content, seeding depth and simulated rainfall effects on winter wheat emergence. Agron. J. 81: 609–614.
46. Leonard, W.H., and J.H. Martin.1963. Cereal Crops. Macmillan and Co. London. pp. 449-603.
47. 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.
48. 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.
49. 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.
50. Lupton, F.G.H., and M.J. Pinthus. 1969. Carbohydrate translocation from small tillers to spike-producing shoots in wheat. Nature 221. 483–484.
51. Maene, L.M. 1995. Changing Perception of Fertilizer Worldwide. Fertilizer Industry Round Table.
52. Manunza, B., S. Deiana, M. Pintore, and C. Gessa. 1999. The binding mechanism of urea, hydroxamic acid and N-(N-butyl)-phosphoric triamide to the urease active



- site. A comparative molecular dynamics study. *Soil Biology & Biochemistry*. 31:789-796.
53. Martin, R.J., P.D. Jamieson, R.N. Gillespie, and S. Maley. 2001. Effect of timing and intensity of drought on the yield of oats (*Avena sativa* L.). *Screening*. 1(5.0). 7-90.
  54. 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.
  55. Matuszek, M., T.B. Acuña, D. Parsons, and M. Hardie. 2011. The effect of irrigation on barley root architecture, yield and water-use efficiency in vertic duplex soils. In *Irrigation 2011*.
  56. May, W. E., R.M. Mohr, G.P. Lafond, A.M. Johnston, and F. Craig Stevenson. 2004. Effect of nitrogen, seeding date and cultivar on oat quality and yield in the eastern Canadian prairies. *Canadian journal of plant science*. 84(4). 1025-1036.
  57. McCarty, G.W., and J.M. Bremner. 1991. Production of urease by microbial activity in soils under aerobic and anaerobic conditions. *Biology and Fertility of Soils*. 11: 228 – 230.
  58. McFarland, A., C. Kapp, R. Freed, J. Isleib, and S. Graham. 2014. *Malting Barley Production in Michigan*. Michigan State University.
  59. McKenzie, R. H., W. Schatz, and A. Middleton. 2000. *Fertilizing Winter Wheat in Southern Alberta*. Alberta Agriculture and Rural Development.
  60. McKenzie, R.H. 2013. *Phosphorus Fertilizer application in crop production*. Alberta Agriculture and Rural Development.
  61. McMaster, G.S. 1997. Phenology, development, and growth of the wheat (*Triticumaestivum* L.) shoot apex: a review. *Adv. Agron*. 59, 63/118.
  62. Mergoum, M., and H.G. Macpherson. 2004. *Triticale improvement and production* (No. 179). Food & Agriculture Org.
  63. 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.
  64. Mohr, R.M., C.A. Grant, W.E. May, and F.C. Stevenson. 2007. The influence of nitrogen, phosphorus and potash fertilizer application on oat yield and quality. *Canadian journal of soil science*. 87(4). 459-468.

65. Murphy J.P., and L.A. Hoffman. 1992. The origin, history, and production of oat. In: Marshall HG, Sorrells ME (eds) Oat science and technology. ASA. CSSA Publishers. Madison. Wisconsin. pp 1–28
66. Nesbitt, M., and D. Samuel. 1996. From staple crop to extinction. The archeology and history of the hulled wheats. Pp. 41–100 in S. Padulosi, K. Hammer, and J. Heller. eds. Hulled wheats (Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats). International Plant Genetics Resources Institute. Rome. Italy.
67. Nevo, E. 1992. Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent. Pp. 19–43 in P.R. Shewry, ed. Barley: genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology. C.A.B. International. The Alden Press. Oxford.
68. Newman, R. K., and C.W. Newman. 2008. Barley for food and health: Science, technology, and products. John Wiley & Sons.
69. Orloff, S., S. Wright, and M. Ottman. 2012. Nitrogen Management Impacts on Wheat Yield and Protein
70. O'Toole, P., M.A. Morgan, and S.J. McGarry. 1985. A comparative study of urease activities in pasture and tillage soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 16: 759–773.
71. 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.
72. Perry, C. 1983. A nuanced apology to rotted barley. In: *Petits Propos Culinaires*. Prospect Books Ltd. London.
73. Peterson, R.F. 1965. «Wheat». Leonard Hill Books, London.
74. Porter, J.R., and M. Gawith. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *Eur. J. Agron.*
75. Pszczolkowska, A., G. Fordonski, J. Olszewski, T. Kulik, and I. Konopka. 2010. Productivity and seed health of husked oats (*Avena sativa* L.) grown under different soil moisture conditions. *Acta Agrobotanica*. 63(2).
76. Rawson, H.M. and C.M. Donald. 1969. The absorption and distribution of nitrogen after floret initiation in wheat. *Aust. J. agric. Res.* 20. 799–808.
77. Reynolds, C.M., D.C. Wolf and J.A. Armbruster. 1985. Factors related to urea hydrolysis in soils. *Soil Science Society of America Journal*. 49: 104-108.

78. 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.
79. Robertson, L.D., and J.C. Stark. 1993. Idaho spring barley production guide. Bulletin-Idaho Agricultural Experiment Station (USA).
80. Russell, D.W., and J.D. Wilson. 1994. Steroid 5  $\alpha$ -reductase: two genes / two enzymes. *Annu Rev Biochem* 63:25–61.
81. 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.
82. Shanahan, J. F., and M.A. Dillon. Oat production no. 0.119. CSU, 8(95), 1-2.
83. 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.
84. 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.
85. Stoskopf, N.C. 1985. *Cereal grain crops*. Reston Pub. Co. Inc. Reston. Virginia.
86. Taiz, L., and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology (Third Edition)*. Sinauer Associates Inc. Publishers. Sunderland. 67-86.
87. Takashima, T., K. Hikosaka, and T. Hirose. 2004. Photosynthesis or persistence: nitrogen allocation in leaves of evergreen and deciduous *Quercus* species. *Plant Cell Environment*. 27:1047-1054.
88. Tannahill, R. 1988. *Food in History*. Rev. ed Penguin. London.
89. Taylor, R.K., and M.D. Shrock. 1995. *Harvesting wheat*. Cooperative Extension Service. Kansas State University.
90. Trenkel, M.E. 2010. *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. The International Fertilizer Industry Association. Paris.
91. Trenkel, M.E., W. Wichmann, and K.F. Kummer. 1988. *New Challenges for the World Fertilizer Industry with Regard to Agriculture*. IFA Agro-Economics Committee. Monte Carlo.
92. Valamoti, S.M. 2002. Food remains from Bronze Age Archondiko and Mesimeriani Touba in northern Greece? *Veget. Hist. Archaeobot* 11,17 – 22

93. 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.
94. Varner, J.E., and G.R. Chandra. 1964. Hormonal control of enzyme synthesis in barley endosperm. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 52. 100–106.
95. Vavilov, N.I. 1992. *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. UK.
96. Vickery, P.J. 1981. Pasture growth under grazing. In *Grazing Animals* Eds. F.H.W. Morley. Amsterdam. Elsevier. pp. 55-77.
97. Vilsmeier, K., and A. Amberger. 1980. Umsetzung von Cyanamid, Harnstoff und Ammonsulfat in Abhängigkeit von Temperatur und Bodenfeuchtigkeit. (German) *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*. 143. 47-54.
98. Vitosh, M.L. 1998. *Wheat Fertility and Fertilization*. Michigan State University Extension.
99. Watson, C.J. 2000. Urease activity and inhibition – principles and practice. *Proceedings* 454. International Fertiliser Society. York. UK. pp 40.
100. Watson, C.J. 2005. Urease inhibitors. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers. Frankfurt. International Fertilizer Industry Association, Paris. France.
101. Watson, C.J., and H. Miller. 1996. Short-term effects of urea amended with the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on perennial ryegrass. *Plant and Soil*. 184:33-45.
102. Welch, R. 2012. *The oat crop: production and utilization*. Springer Science & Business Media.
103. Whitehead, D.C., and N. Raistrick. 1993. The volatilization of ammonia from cattle urine applied to soils as influenced by soil properties. *Plant and Soil*. 148:43-51.
104. Zaheri, A., and S. Bahraminejad. 2012. Assessment of drought tolerance in oat genotypes. *Ann. Miol. Res.* 3(5). 2194-2201.
105. Zaman, M., H.J. Di, and K.C. Cameron. 1999. A field study of gross rates of N mineralization and nitrification and their relationships to microbial biomass and enzyme activities in soils treated with dairy effluent and ammonium fertilizer. *Soil Use and Management*. 15: 188-194.

106. Zohary, D., and M. Hopf. 1985. Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plant, in West Asia, Europe, and the Nile Valley. Clarendon Press. Oxford.

### 5.3 Ηλεκτρονική

1. (<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A0%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%B9%CE%BB%CE%AF%CE%B5%CF%82%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5>
2. <http://gavriel.gr/language/el/%CF%84%CE%B9%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-agrotain/>
3. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/newsnieht/7348807.Stml>
4. [http://topseed.gr/?page\\_id=307](http://topseed.gr/?page_id=307)
5. [http://topseed.gr/?page\\_id=315](http://topseed.gr/?page_id=315)
6. <http://www.agroservicespa.it/it/catria-3729>
7. <http://www.agroticanews.gr/agronews/kalliergies/3935-afieroma-sto-krithari/>
8. <http://www.gaiaseeds.gr/sigmaiotatau940rhoiotaalpha.html>
9. [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/CD7044D4BA2E65A8C2257DE8003B3A78/\\$file/%CE%9F%CE%BA%2002\\_2014\\_Diadikasia%20Ensirosis%202014.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/CD7044D4BA2E65A8C2257DE8003B3A78/$file/%CE%9F%CE%BA%2002_2014_Diadikasia%20Ensirosis%202014.pdf?OpenElement)
10. <http://www.sporoidremoni.gr/index.php/tritikale>
11. <http://www.statistics.gr/>
12. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/fcd10572](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd10572)
13. [https://www.agromentoris.info/encyclopedia\\_gr.php?alphabet\\_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on](https://www.agromentoris.info/encyclopedia_gr.php?alphabet_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on)
14. [https://www.agromentoris.info/encyclopedia\\_gr.php?alphabet\\_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on](https://www.agromentoris.info/encyclopedia_gr.php?alphabet_name=%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CE%B5%20&status=on)
15. [www.fao.org](http://www.fao.org)