



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Σύγκριση συμβατικών και νέου τύπου λιπασμάτων στην αύξηση και
ανάπτυξη του σκληρού σίτου»**



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ

ΛΕΑΝΔΡΟΣ –ΗΛΙΑΣ ΜΑΓΓΙΩΡΟΣ
ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ 2017

Ευχαριστίες

Αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου απέναντι στο πρόσωπο του καθηγητή μου Δρ. Νικόλαο Δαναλάτο για την βοήθειά του, τον χρόνο του και την προσφορά του για την αποπεράτωση αυτής της εργασίας . Θα ήθελα ακόμη να τονίσω την ευγνωμοσύνη μου στους επιβλέποντες καθηγητές μου, την κ Δρ. Ανθούλα Δημήρκου και τον κ Δρ. Γεώργιο Βλόντζο για την καθοδήγησή τους και τη στήριξή τους για τη εκπαίδευσή αυτής της εργασίας.

Επίσης ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στους καθηγητές του εργαστηρίου Γεωργίας τον κ Δρ Δημήτριο Μπαρτζιάλη και την κ Δρ Έλπη Σκουφογιάννη για την υπομονή, στήριξη και για όλες τις γνώσεις που μου παρείχαν όχι μόνο για την συγκεκριμένη εργασία αλλά και καθ' όλη την διάρκεια της φοιτητικής μου ζωής.

Ακόμη ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Δρ Κυριάκο Γιαννούλη για όλες τις πληροφορίες, τις γνώσεις αλλά κυρίως για τον πολύτιμο χρόνο και την βοήθειά του την ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Τέλος, με την σειρά μου ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου Μαίρη και Θανάση που πραγματικά με βοήθησαν στο να επιτύχω τους στόχους μου και να εκπληρώσω τα όνειρά μου. Σας ευχαριστώ.

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία πραγματοποιήθηκε πειραματική έρευνα στην περιοχή του Βελεστίνου στις αρχές του Νοέμβρη πάνω στο σκληρό σίτο. Σκοπός αυτής της πτυχιακής είναι η να γίνουν εμφανή τα αποτελέσματα και οι επιδράσεις των συμβατικών λιπασμάτων σε σχέση με τα λιπάσματα με βραδεία απελευθέρωση αζώτου ως προς την ανάπτυξη, αύξηση και απόδοση του σκληρού σίτου. Για τον λόγο αυτό, εφαρμόστηκαν στον αγρό τέσσερις διαφορετικοί τύποι λιπάσματος, δύο συμβατικοί και δύο με παρεμποδιστή ουρεάσης. Οι μεταχειρίσεις αυτές τώρα χορηγήθηκαν σε διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης. Τα επίπεδα ήταν, αρχικά ο μάρτυρας δηλαδή το μηδενικό και έπειτα τα 6,12 και 18 Kg/στρ άζωτο. Έπειτα, πραγματοποιήθηκαν 3 κοπές. Η πρώτη έλαβε χώρα στις 4/4/2014/, η δεύτερη στις 5/5/2014 και η Τρίτη στις 6/6/2014. Στις κοπές αυτές, μετρήσαμε την αύξηση, ανάπτυξη και απόδοση του σκληρού σίτου. Οι παράγοντες που ελέγχθηκαν ήταν το ύψος, το ολικό χλωρό βάρος, το ολικό ξηρό βάρος, το βάρος ξηρών βλαστών, φύλλων και ανθοταξιών και τέλος η απόδοση σε καρπό και βιομάζα. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα έδειξαν πως το επίπεδο με τα 12 kg/στρ άζωτο αύξησε περισσότερο την ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σίτου σε καρπό και βιομάζα σε σχέση με τις άλλες μεταχειρήσεις. Τέλος, τα λιπάσματα με αναστολέα ουρεάσης φάνηκε να δρούν αποτελεσματικότερα σε σχέση με τα συμβατικά.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1. Ιστορική Αναδρομή	8
1.2. Παραγωγή Σίτου.....	9
1.2.1 Παγκόσμια Παραγωγή Σίτου.....	9
1.2.2. Εγχώρια Παραγωγή Σίτου	10
1.2.3. Βοτανική Ταξινόμηση και Εξέλιξη.....	11
1.3. Βοτανικά Χαρακτηριστικά.....	12
1.3.1 Ριζικό Σύστημα.....	12
1.3.2 Βλαστός	13
1.3.3. Φύλλα.....	15
1.3.4. Ταξιανθίες και Άνθη	16
1.3.5. Καρπός	18
1.4. Ποικιλίες Σκληρού Σιταριού	19
1.5. Στάδια Ανάπτυξης	22
1.5.1. Πρώτη ανάπτυξη και αδελφωμα.....	22
1.5.2. Στάδιο 2 – Ανθικό.....	25
1.5.3. Στάδιο 3 – Ωρίμανση	25
1.5.4. Στάδιο 4 - Συνκομιδή.....	26
1.6. Οικολογικές Απαιτήσεις	26
1.6.1. Κλίμα	26
1.6.2. Βροχόπτωση	27
1.7.2. Σπορά	29
1.7.3. Άρδευση.....	29
1.7.4. Λίπανση.....	30
1.7.5. Συγκομιδή.....	31
1.7.6. Αμειψισπορά	32
1.7.7. Ζιζανιοκτονία	32
1.8. Εχθροί	33
1.8.1. Έντομα εδάφους	33
1.8.2. Έντομα υπέργειου τμήματος	33
1.9. Ασθένειες.....	34
1.9.1. Μυκητολογικές προσβολές	34
1.10. Λιπάσματα.....	39
1.10.1. Σπουδαιότητα αζώτου	40
1.10.2. Παρεμποδιστής ουρεάσης	41

1.10.3 Agrotain	42
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	43
2.1. Έδαφος.....	43
2.2. Καλλιεργητικές εργασίες	43
2.2.1. Προετοιμασία του εδάφους.....	43
2.2.2. Σπορά	43
2.2.3. Λίπανση	43
2.2.4. Έλεγχος ζιζανίων	44
2.2.5. Έλεγχος εχθρών και ασθενειών.....	44
2.3. Συλλογή πειραματικών δεδομένων.....	44
2.3.1. Μετρήσεις στον Αγρό.....	44
2.3.2. Μετρήσεις στο Εργαστήριο.....	44
2.4. Πειραματικό σχέδιο	45
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	48
3.1. Καιρικές συνθήκες	48
3.2 Αύξηση, Ανάπτυξη και Απόδοση	49
3.2.1 Δειγματοληψία πρώτη	49
3.2.1.1 Ύψος.....	51
3.2.1.2 Ολικό χλωρό βάρος	53
3.2.1.3 Ολικό ξηρό βάρος.....	54
3.2.1.4 Βάρος ξηρών βλαστών.....	56
3.2.1.5 Βάρος ξηρών φύλλων	57
3.2.1.6. Κατανομή άνθρακα.....	58
3.2.2 Δειγματοληψία δεύτερη.....	59
3.2.2.1 Ύψος.....	63
3.2.2.2 Ολικό χλωρό βάρος	64
3.2.2.3 Ολικό ξηρό βάρος.....	66
3.2.2.4 Βάρος ξηρού στάχτους.....	68
3.2.2.5 Βάρος ξηρών βλαστών.....	70
3.2.2.6. Βάρος ξηρών φύλλων	72
3.2.2.7. Κατανομή άνθρακα.....	74
3.2.3 Δειγματοληψία τρίτη	75
3.2.3.1 Ύψος.....	77
3.2.3.2 Βιομάζα.....	79
3.2.3.3. Απόδοση σε καρπό	80
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	84

5.1. Ελληνική Βιβλιογραφία.....	84
5.2. Ξένη Βιβλιογραφία.....	84
5.3. Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις.....	85

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών (Gramineae) και ανάλογα με την εποχή σποράς στη χώρα μας, τα διακρίνουμε σε χειμερινά και εαρινά. Χειμερινά είναι αυτά που σπέρνονται το φθινόπωρο ή στην αρχή του χειμώνα και εαρινά αυτά που σπέρνονται την άνοιξη. Στα χειμερινά κατατάσσονται το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και η σίκαλη ενώ στα εαρινά το καλαμπόκι, το ρύζι, το σόργο και το κεχρί. Από τα χειμερινά σιτηρά, τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία τόσο για την Ελλάδα όσο και παγκοσμίως παρουσιάζει το σιτάρι, έπειτα έρχεται το κριθάρι και τέλος η βρώμη και η σίκαλη. 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, 1996).

Τα σιτηρά συγκροτούν τη σπουδαιότερη ομάδα του φυτικού βασιλείου τόσο από οικονομική όσο και από βιολογική αλλά και οικολογική άποψη. Από τα σιτηρά προσλαμβάνουμε το σύνολο σχεδόν των πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης και σ' αυτά βασίζεται κατά κύριο λόγο η παραγωγή ζωικών προϊόντων που συμπληρώνουν το διαιτολόγιό μας. Είναι τροφές υψηλής θρεπτικής και ενεργειακής αξίας. Επίσης, βρίσκουν και διάφορες εφαρμογές στη βιομηχανία και την κοσμετολογία. Τελευταία, η βιομάζα των σιτηρών ή οι καρποί τους χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας (βιοαιθανόλη). Το 35% έως 40% της καλλιεργούμενης έκτασης του πλανήτη καλύπτεται κάθε χρόνο με σιτηρά, τα οποία συνεισφέρουν περισσότερο από το 20% στο παγκόσμιο ακαθάριστο προϊόν (Τσαμπάζη, 2011).

Το σιτάρι είναι το φυτό που καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση σε όλο τον κόσμο από οποιοδήποτε άλλο φυτό και αποτελεί τη βάση της διατροφής του ανθρώπου σε πολλές περιοχές της γης.

Σχεδόν δεν υπάρχει χώρα σε ολόκληρο τον κόσμο που να μην καλλιεργεί σιτάρι σε μικρότερη ή μεγαλύτερη έκταση και σχεδόν δεν υπάρχει μήνας του χρόνου που να μην λαμβάνει χώρα συγκομιδή σιταριού σε κάποιο σημείο της γης.

Η κύρια ζώνη καλλιέργειας είναι οι εύκρατες περιοχές της γης. Εν τούτοις όμως το σιτάρι καλλιεργείται και σε πολλές τροπικές και υποτροπικές χώρες. Σε ολόκληρο τον κόσμο το σιτάρι καταλαμβάνει το 15% των καλλιεργούμενων εκτάσεων ενώ στην Ελλάδα το 25% περίπου.

Είναι γνωστό ότι η θεαματική αύξηση των αποδόσεων και της παραγωγικότητας στη γεωργία, προέρχονται από τη συνδυασμένη δράση τριών παραγόντων:

- Τη δημιουργία και διάδοση νέων ποικιλιών με υψηλότερο δυναμικό απόδοσης και καλύτερη ποιότητα.
- Την εισαγωγή νέας βελτιωμένης τεχνολογίας στη σποροπαραγωγή.
- Τη βελτιωμένη τεχνική υποστήριξη των καλλιεργειών (<http://agrosimvoulos.gr/kalliergeia-sitariou/>).

1.1. Ιστορική Αναδρομή

Το σιτάρι είναι ένα από τα πρώτα φυτά που καλλιεργήσε ο άνθρωπος. Η παραγωγή και η χρήση του έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της γεωργίας και στην εξέλιξη του πολιτισμού. Καθώς η καλλιέργειά του άρχισε αρκετές χιλιάδες χρόνια πριν από την ιστορική εποχή, τίποτα δεν μπορεί να λεχθεί με βεβαιότητα για την καταγωγή του. Κατά τον Vavilon (1920) 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, 1998).

Το σιτάρι καλλιεργούνταν στην Αρχαία Ελλάδα, την Περσία και την Αίγυπτο από τους προϊστορικούς χρόνους. Αργότερα, από τους πρώτους Ευρωπαίους αποίκους μεταφέρθηκε στην Κίνα, στην Ινδία, στην Αυστραλία και στην Αμερική. Η Ελλάδα έχει παράδοση χιλιετηρίδων στην καλλιέργεια του σιταριού. Αυτό επιβεβαιώνεται από καβουρνισμένα ευρήματα σπόρων στους νεολιθικούς οικισμούς Διμήνι και Σέσκλου της περιοχής του Βόλου, αλλά και από περιγραφές του Ομήρου, του Θεόφραστου (300 π.Χ.) και του Καλουμέλα (55 μ.Χ.). Αρχικά καλλιεργήθηκε μονόκοκκο και δίκκοκο σιτάρι, σταδιακά όμως αντικαταστάθηκε από φυτά σιταριού στα οποία διαχωρίζεται εύκολα ο σπόρος από τα λέπυρα και εμφανίζεται «γυμνός». Περίπου το 500 μ.Χ. φαίνεται ότι άρχισε η επέκταση του κοινού (εξαπλοειδούς) σιταριού.

Το σκληρό σιτάρι καλλιεργήθηκε αρχικά στις παραμεσόγειες χώρες της Μέσης Ανατολής, της Βόρειας Αφρικής και της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα. Αργότερα, η καλλιέργεια επεκτάθηκε στη Νότια Ρωσία,

τη Νότια Αμερική, στη Μ. Βρετανία και την Κεντρική Ευρώπη (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966).

1.2. Παραγωγή Σίτου



1.2.1 Παγκόσμια Παραγωγή Σίτου

Τα χειμερινά σιτηρά καλλιεργούνται κάθε χρόνο παγκοσμίως σε έκταση μεγαλύτερη από 2.900 εκατομμύρια στρέμματα σε πάνω από 120 χώρες. Το σιτάρι και το κριθάρι κυριαρχούν τόσο στο ύψος της παραγωγής όσο και στην καλλιεργούμενη έκταση. Η καλλιέργεια των σιτηρών στην Ευρωπαϊκή Ένωση καταλαμβάνει το 20% της καλλιεργούμενης έκτασής της.

Συγκεκριμένα για το σιτάρι, την περίοδο 2004-2005 καλλιεργήθηκαν συνολικά 2.158 εκατομμύρια στρέμματα και η παραγωγή ξεπέρασε τους 627.131.000 τόνους, καλύπτοντας το 75% της παγκόσμιας παραγωγής των χειμερινών σιτηρών. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής σιταριού προήρθε κυρίως από Ασιατικά και Ευρωπαϊκά κράτη. Η Κίνα αποδείχτηκε η πλέον παραγωγική χώρα με 91.330.000 τόνους και ακολούθησαν η Ινδία με 72.060.000 και οι ΗΠΑ με 91.330.000 τόνους. Τα περισσότερα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μολονότι καλλιέργησαν περιορισμένες εκτάσεις, παρουσίασαν τις υψηλότερες στρεμματικές αποδόσεις που έφτασαν τα 817 κιλά ανά στρέμμα στην Γερμανία και τα 758 κιλά ανά στρέμμα στη Γαλλία. Σε παγκόσμια κλίμακα την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005 παρήχθησαν 627.131 χιλιάδες τόνοι σιταριού που προήλθαν από 2.158 εκατομμύρια στρέμματα ενώ η μέση απόδοση ήταν 291κιλά/στρέμμα (<http://www.gramene.org>).

Όσον αφορά την τετραετία 2010-2013 η διεθνής παραγωγή σίτου παρατηρούμε ότι είναι αυξανόμενη. Κυρίαρχος χώρα είναι η Κίνα με μέσο όρο 120 εκατομμύρια μετρικούς τόνους. Ακολουθεί η Ινδία με μέσο όρο 89 περίπου μετρικούς τόνους και στην 3^η θέση βρίσκονται οι Ηνωμένες Πολιτείες με μέσο όρο 58,5μετρικού τόνους. Αναλυτικά τα παγκόσμια δεδομένα αναφέρονται στον πίνακα 1.1.

Κατάταξη	Διεθνής παραγωγή σίτου (ανά εκατομμύριο μετρικών τόνων)				
	Χώρα	2010	2011	2012	2013
1	 <u>Κίνα</u>	115	117	126	122
2	 <u>Ινδία</u>	80	86	95	94
3	 <u>ΗΠΑ</u>	60	54	62	58
4	 <u>Ρωσία</u>	41	56	38	52

5	 Γαλλία	40	38	40	39
6	 Καναδάς	23	25	27	38
7	 Γερμανία	24	22	22	25
8	 Πακιστάν	23	25	24	24
9	 Αυστραλία	22	27	30	23
10	 Ουκρανία	16	22	16	23
11	 Τουρκία	19	21	20	22
12	 Ιράν	13	13	14	14
13	 Καζακστάν	9	22	13	14
14	 Ηνωμένο Βασίλειο	14	15	13	12
15	 Πολωνία	9	9	9	9

Πίνακας 1.1: Διεθνής Παραγωγή Σίτου

(<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%81%CE%B9>).

1.2.2. Εγχώρια Παραγωγή Σίτου

Στην Ελλάδα, όπως και στις περισσότερες χώρες, το σιτάρι (σκληρό και μαλακό) είναι πολύ πιο σπουδαίο από όλα μαζί τα υπόλοιπα χειμερινά σιτηρά και καλλιεργείται εδώ και χιλιάδες χρόνια. Είναι γνωστό ότι η χώρα μας έχει παράδοση χλιετηρίδων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού καθώς αυτό βεβαιώνεται από τους καρβουνισμένους σπόρους των νεολιθικών οικισμών Διμηνίου και Σέσκλου της περιοχής του Βόλου. Επίσης, η Ελλάδα συγκαταλέγεται στα Παγκόσμια Κέντρα γενετικού υλικού για το σκληρό σιτάρι. Από το έτος 1931 μέχρι σήμερα, έγιναν μεγάλες ανακατατάξεις στο σύνολο της καλλιεργούμενης έκτασης σκληρού και μαλακού σιταριού στη χώρα μας. Έτσι στο έτος αυτό το σκληρό σιτάρι κάλυπτε το 66,6% της συνολικής σιτοκαλλιεργούμενης έκτασης (σκληρού και μαλακού σιταριού).

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 1.2, το σιτάρι συνεχίζει ακόμα και σήμερα να αποτελεί μία σημαντική καλλιέργεια για την χώρα μας. Καλύπτει ένα μεγάλο ποσοστό των συνολικών μας εκτάσεων και καλλιεργείται σε όλα τα γεωγραφικά μας διαμερίσματα. Στην πρώτη θέση παραγωγής βρίσκεται η Κεντρική Μακεδονία και ακολουθεί η Θεσσαλία. Στα δύο αυτά γεωγραφικά διαμερίσματα πραγματοποιείται παραπάνω από τη μισή συνολική εγχώρια παραγωγή σίτου.

Περιφέρειες και Περιφερειακές Ενότητες	Σύνολο Εκτάσεων	Σιτάρι/Wheat			
		Μαλακό		Σκληρό	
		Εκτάσεις	Παραγωγή	Εκτάσεις	Παραγωγή
Σύνολο Ελλάδας	9877007	1827866	506936.003	3889749	1063479.558
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	1371017	386766	121422.934	412575	129233.285
Ροδόπης	195694	72477	18664.99	59595	13805.7
Δράμας	264457	69803	23932.492	55776	16328.675
Έβρου	497488	135672	47776.47	283964	95759.617
Θάσου	20	—	—	—	—
Καβάλας	180798	25971	7547.252	2644	698.353
Ξάνθης	232560	82843	23501.73	10596	2640.94
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	3263532	722374	168656.31	1361525	301836.814
Θεσσαλονίκης	855978	201812	51402.62	253501	65070.723
Ημαθίας	72888	13182	4121.48	15885	3819.365
Κιλκίς	740036	229537	32677.64	403651	56427.94
Πέλλας	241862	51715	16022.925	67275	21821.88
Πιερίας	216893	68120	18209.555	79303	17500.21
Σερρών	827782	122480	37354.71	368764	87154.902
Χαλκιδικής	308093	35528	8867.38	173146	50041.794
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	1228496	431001	127623.369	333917	79626.514
Κοζάνης	599565	165875	44853.572	257302	61208.709
Γρεβενών	266782	166259	59579.965	5601	1456.17
Καστοριάς	124055	49152	12863.204	42237	9939.66
Φλώρινας	238094	49715	10326.628	28777	7021.975
Περιφέρεια Ηπείρου	78445	2743	864.88	467	138.45
Ιωαννίνων	24207	2051	698.78	260	85.8
Άρτας	9498	569	127	94	23.45
Θεσπρωτίας	13965	41	15	16	3.2
Πρέβεζας	30775	82	24.1	97	26
Περιφέρεια Θεσσαλίας	2021842	203847	65476.812	997038	330425.308
Λάρισας	1264244	124230	36730.54	651902	224588.685
Καρδίτσας	305367	29871	11070.95	181650	65235.95
Μαγνησίας	258854	4812	1094.81	142505	33261.863
Σποράδων	23	—	—	—	—
Τρικάλων	193354	44934	16580.512	20981	7338.81
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	977596	39331	12293.87	609900	180161.07
Φθιώτιδας	531354	18315	5678.33	355466	112374.36
Βοιωτίας	317071	407	139.1	217266	59161.52
Εύβοιας	112907	15999	5009.19	33114	7524.21
Ευρυτανίας	436	10	2	54	3.4
Φωκίδας	15828	4600	1465.25	4000	1097.58

Πίνακας 1.2: Εγχώρια παραγωγή σίτου

(<http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/>).

1.2.3. Βοτανική Ταξινόμηση και Εξέλιξη

Η γενετική καταγωγή και εξέλιξη του σιταριού αποτελεί ένα κλασσικό παράδειγμα για το πως τα στενά συγγενικά είδη μπορούν να συνδυαστούν σχηματίζοντας πολυπλοειδείς σειρές (Roehlman, 1987). Ως σιτάρι αναφέρεται ένας αριθμός ειδών που ανήκουν στο γένος *Triticum* της οικογένειας των Αγρωστωδών (*Gramineae*), που συγγενεύει με τα άγρια γένη *Agropyron* και *Aegilops*. Αυτό το γένος ταξινομείται εντός της υποοικογένειας *Triticaceae* στην οποία εμπεριέχονται και άλλα γένη, όπως το *Secale* και το *Hordeum*.

Ο βασικός χρωμοσωμικός αριθμός του γένους *Triticum* είναι 7. Τα είδη του μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες ανάλογα με τον αριθμό των χρωμοσωμάτων: σε διπλοειδή ($2n = 2x = 14$), σε τετραπλοειδή ($2n = 4x = 28$) ή σε εξαπλοειδή είδη ($2n = 6x = 42$). Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά γενώματα που συμμετέχουν στα διάφορα είδη σιταριού (A, B, D ή G). Τα καλλιεργούμενα διπλοειδή, τετραπλοειδή και εξαπλοειδή σιτάρια, έχουν συνήθως τη γενωμική σύνθεση AA, AABB, AABBDD αντίστοιχα. Η τέταρτη ομάδα η G, προσδιορίστηκε στο είδος *Triticum timopheevi* Zhuk (AAGG) (Παπακώστα, 1996).

Ως προς την εξέλιξη των ειδών πιστεύεται πως ο δίκοκκος σίτος (*emmer*) προήλθε από τον άγριο τύπο (*Triticum dicoccoides*) που φέρει A και B γενώματα. Κατόπιν με μεταλλάξεις δημιουργήθηκαν τα άλλα τετραπλοειδή είδη. Ύστερα από φυσική διασταύρωση του *T. dicoccum* με το *T. taushii* (*Aegilops squarrosa*) με D γένωμα δημιουργήθηκε ο *T. spelta* και με μεταλλάξεις άλλα εξαπλοειδή είδη. Μόνο τρία από τα είδη *Triticum* έχουν εμπορική σημασία τα *T. aestivum* ή μαλακό σιτάρι (εξαπλοειδές), *T. durum* ή σκληρό σιτάρι (τετραπλοειδές) και *T. Compactum* (εξαπλοειδές). Επίσης, πρέπει να αναφερθεί πως διασταυρώσεις μεταξύ ειδών του γένους *Triticum* και συγγενικών γενών έδωσαν βιώσιμους απογόνους π.χ. τα *Triticale* από τη διασταύρωση του *Triticum* με το *Secale*, ενώ το *Agroticum* του *Triticum* με το *Agropyron* (Παπακώστα, 1996).

1.3. Βοτανικά Χαρακτηριστικά

1.3.1 Ριζικό Σύστημα

Το ριζικό σύστημα είναι θυσσανώδες και αποτελείται από δύο κατηγορίες ριζών τις εμβρυακές και τις μόνιμες ή δευτερογενείς. Οι εμβρυακές βγαίνουν από το σπόρο κατά το φύτεμα, ενώ οι μόνιμες που αποτελούν τον κύριο όγκο του ριζικού συστήματος και σχηματίζονται από τους πρώτους κόμβους που βρίσκονται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το σημείο αυτό ονομάζεται σταυρός. Συνεπώς, το βάθος σποράς επηρεάζει το 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).

Οι εμβρυακές ρίζες είναι λεπτές, με ομοιόμορφη διάμετρο και άφθονες πλευρικές διακλαδώσεις. Παραμένουν συνήθως ενεργές καθ' όλη τη διάρκεια

ανάπτυξης των φυτών. Αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού ριζικού συστήματος ενώ η συνεισφορά τους στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων είναι μεγάλη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών και αργότερα με την εμφάνιση του μόνιμου ριζικού συστήματος, αυτή περιορίζεται πάρα πολύ.

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

Σε βαθιά, γόνιμα, καλώς στραγγιζόμενα εδάφη παρατηρείται καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Οι ανθεκτικές στην ξηρασία ποικιλίες, αναπτύσσουν πλουσιότερο ριζικό σύστημα συγκρινόμενες με τις ευπαθείς (Hamblin κ.ά. 1990). Οι χειμερινοί τύποι συνήθως εμφανίζουν περισσότερο εκτεταμένο ριζικό σύστημα. Η μορφή του ριζικού συστήματος δεν σχετίζεται με το ύψος των φυτών και εξαρτάται από το γενότυπο (Stoskopf 1985). Το μόνιμο ριζικό σύστημα είναι περισσότερο αναπτυγμένο στη σίκαλη, ακολουθεί η βρώμη και το κριθάρι και τελευταίο έρχεται το σιτάρι. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος περιορίζεται κατά την περίοδο της άνθησης. Τα αδέρφια αποκτούν δικό τους μόνιμο ριζικό σύστημα, ανεξάρτητο από το μητρικό φυτό.



Εικόνα 1.1. Το ριζικό σύστημα στο σιτάρι

1.3.2 Βλαστός

Πηγή: <http://www.macaulay.ac.uk/LADSS/sampling.html>

Ο

βλαστός του

ώριμου σιταριού είναι κούφιος, αποτελείται από ενωμένους κυλίνδρους και έχει 3-6 μεσογονάτια διαστήματα και γόνατα. (www.plantprotection.hu). Η μεταβατική ζώνη μεταξύ των ριζών και του στελέχους καλείται στεφάνη ή σταυρός.

Ο σταυρός αποτελείται από μεριστωματικούς ιστούς, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να παράγουν ρίζες και φύλλα, και για το λόγο αυτό αποτελεί και το πιο ευαίσθητο σημείο στα χειμερινά σιτηρά. Αν για οποιοδήποτε λόγο ζημιωθεί το σημείο αυτό, οι ιστοί καταστρέφονται και το φυτό ξεραίνεται (Μετζάκης, 1998).

Το σημείο του σταυρού βρίσκεται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και δεν επηρεάζεται από το βάθος σποράς. Φαίνεται όμως ότι ορισμένοι παράγοντες επηρεάζουν το σημείο δημιουργίας του. Ένας απ' αυτούς είναι η θερμοκρασία του εδάφους. Με υψηλή θερμοκρασία, γύρω στους 24°C, ο σταυρός σχηματίζεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ με χαμηλή θερμοκρασία (8°C) ο σταυρός σχηματίζεται κοντά στο σπόρο. Η θέση του σταυρού επηρεάζει την αντοχή του φυτού στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Όσο πιο ψηλά προς την επιφάνεια του εδάφους είναι ο σταυρός τόσο πιο ευαίσθητα είναι τα φυτά στις χαμηλές θερμοκρασίες. Πολλές φορές επίσης, κυρίως σε ξηρές περιοχές ή χρονιές, κατά τις οποίες ο παραγωγός αναγκάζεται να σπείρει βαθύτερα, εκεί όπου υπάρχει υγρασία, ο σταυρός είναι δυνατόν να σχηματιστεί σε περιοχή όπου δεν υπάρχει υγρασία. Στις περιπτώσεις αυτές, αν δεν πέσει βροχή γρήγορα, έχουμε σχηματισμό φτωχού ριζικού συστήματος με δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή, χωρίς να αποκλείεται επίσης το ενδεχόμενο της πλήρους καταστροφής της καλλιέργειας σε μεγάλες περιόδους ξηρασίας, ιδίως όταν συνοδεύονται και από χαμηλές θερμοκρασίες (Μετζάκης, 1998).

Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων αυξάνει από τη βάση προς τη κορυφή. Το υψηλότερο μεσογονάτιο διάστημα φέρει την ταξιανθία. Ο βλαστός των περισσότερων ποικιλιών είναι κούφιος στα μεσογονάτια διαστήματα και συμπαγής στα γόνατα. Ο βλαστός είναι λευκός προς το κίτρινο και μοβ σε μερικές ποικιλίες. Το μοβ χρώμα σε αυτές τις ποικιλίες εμφανίζεται μόνο σε συγκεκριμένο περιβάλλον. Είναι συνήθως πιο ευδιάκριτο στο ποδίσκο αλλά και πολλές φορές και στους κολεούς των κάτω φύλλων. Το συνολικό ύψος του φυτού (συμπεριλαμβανομένου και της ταξιανθίας) ποικίλει από 60,96 εκ. μέχρι 152,4 εκ. αλλά μπορεί να είναι και πιο κοντό σε ξηρές περιοχές. Το σιτάρι μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις κατηγορίες, κοντό μέσου ύψους και ψηλό. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες τα σιτάρια με ύψος 30,48 -

91,44 εκ. μπορούν να χαρακτηριστούν ως κοντά, αυτά με ύψος 60,96 - 121,92 ως μέσου ύψους και αυτά με ύψος 91,44 - 152,4 ως ψηλά (www.plantprotection.hu).

1.3.3. Φύλλα

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

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

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

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.

1.3.4. Ταξιανθίες και Άνθη

Τα άνθη είναι τοποθετημένα σε ταξιανθίες. Η ταξιανθία αποτελείται από έναν κύριο αρθρωτό άξονα, τη ράχη, ο οποίος είναι προέκταση του βλαστού. Τα άνθη κατά ομάδες που καλούνται σταχύδια, είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στην ράχη με ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο. Η ταξιανθία λέγεται στάχυς. Η πυκνότητα των σταχυδίων ποικίλει σημαντικά. Ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των κόμβων της ράχης η ταξιανθία χαρακτηρίζεται σαν πυκνή, ενδιάμεση ή χαλαρή. Το μήκος της ταξιανθίας κυμαίνεται από 5 έως 15 cm.



Εικόνα 1.2. Αναλυτικά τα μέρη της ταξιανθίας του σιταριού.

Πηγή: <http://www.geochembio.com/biology/organisms/barley/>

Ο αριθμός των σταχυδίων σε κάθε άρθρωση και ο αριθμός των άγονων και γόνιμων ανθέων σε κάθε σταχύδιο εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία, τις

συνθήκες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και από τον εφοδιασμό του στάχους με προϊόντα φωτοσύνθεσης.



Εικόνα 1.3: Η ταξιανθία του σίτου- στάχους.

Πηγή: <http://jaiswallab.cgrb.oregonstate.edu/genomics/wheat>

Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δύο λέπυρα που λέγονται εξωτερικά λέπυρα για να διακρίνονται από τα άλλα δύο που περιβάλλουν κάθε άνθος και λέγονται εσωτερικά. Τα εξωτερικά λέπυρα 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. Τα άγανα φέρουν χλωροπλάστες και έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν. Ο χιτώνας από την εξωτερική πλευρά παρουσιάζει ένα προεξέχον νεύρο, ενώ η λεπίδα μία αυλάκωση που προσαρμόζεται στη σχισμή του σπόρου. Τα εσωτερικά λέπυρα απομακρύνονται από το σπόρο κατά τον αλωνισμό στο σιτάρι.

Σε κάθε άνθος, μέσα στα εσωτερικά λέπυρα, περικλείονται τρεις στήμονες, ο ύπερος που αποτελείται από μονόχωρη ωοθήκη και δύο στύλους (ενωμένους) με πτεροειδές στίγμα και δύο γλωχίνες (μικρά λεπιοειδή κατασκευάσματα) στη βάση της ωοθήκης. Οι ανθήρες στηρίζονται σε λεπτά νήματα τα οποία επιμηκύνονται πολύ γρήγορα όταν πλησιάζει η άνθηση. Οι κόκκοι της γύρης είναι λεπτοί και παράγονται σε μεγάλη αφθονία. Το σιτάρι είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό αλλά παρατηρείται ένα ποσοστό 1-4% σταυρογονιμοποίησης ανάλογα με τις ποικιλίες και τις κλιματολογικές συνθήκες.

1.3.5. Καρπός

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

Ο κόκκος αποτελείται από το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Το περικάρπιο αποτελείται από στρώματα κυττάρων τα οποία προέρχονται από τη διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωοθήκης. Το περίβλημα του σπόρου βρίσκεται κάτω από το περικάρπιο, αποτελείται από ημιπερατό λεπτό στρώμα κυττάρων, το οποίο προέρχεται από τη διαφοροποίηση των χιτώνων της σπερματικής βλάστης και περιβάλλει πλήρως το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. Στα κύτταρα του περιβλήματος του σπόρου μπορούν να υπάρχουν χρωστικές, οι οποίες δίνουν χρώμα στον κόκκο.

Το ενδοσπέρμιο είναι ο αμυλώδης ιστός που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του κόκκου και καλύπτει το εσωτερικό του κόκκου, εκτός από τον χώρο που καταλαμβάνει το έμβρυο. Προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και στο νεαρό φυτάριο μετά τη βλάστηση του σπόρου, μέχρι το φυτό να μπορέσει να ικανοποιήσει τις ανάγκες του από το έδαφος. Το εξωτερικό στρώμα του ενδοσπερμίου αποτελεί την αλευρόνη. Τα κύτταρα της αλευρόνης είναι μεγάλα, ορθογώνια, δεν περιέχουν άμυλο και είναι πλούσια σε αλευρόκοκκους, οι οποίοι περιέχουν κυρίως πρωτεΐνες. Οι αλευρόκοκκοι περιβάλλονται από ελαιώδη σταγονίδια (Lersten 1987). Τα κύτταρα της αλευρόνης παραμένουν ζωντανά στον ώριμο κόκκο (Bradbury κ.ά. 1956). Το υπόλοιπο τμήμα του ενδοσπερμίου εκτός από την αλευρόνη αποτελείται από μεγάλα κύτταρα πλούσια σε αμυλόκοκκους και διάσπαρτους αλευρόκοκκους. Τα κύτταρα αυτά νεκρώνονται κατά την ωρίμανση (Campbell κ.ά. 1981). Οι αμυλόκοκκοι διαφέρουν πολύ στο μέγεθος και το σχήμα. Όταν οι αλευρόκοκκοι βρίσκονται σε μεγάλη αναλογία στο ενδοσπέρμιο ο κόκκος γίνεται σκληρός και σε τομή εμφανίζει διαφανή, γυαλιστερή όψη. Αντίθετα όταν βρίσκονται σε μικρή αναλογία, το ενδοσπέρμιο γίνεται μαλακό και παρουσιάζει αλευρώδη εμφάνιση. Το έμβρυο βρίσκεται τοποθετημένο στο ένα άκρο του κόκκου

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

1.4. Ποικιλίες Σκληρού Σιταριού

Οι κυριότερες ποικιλίες σκληρού σιταριού που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι εξής:

1ΜΕΧΑ: Είναι ποικιλία κοντοστέλεχη. Ο στάχυς είναι χρώματος λευκού με λευκά άγανα και το χρώμα του κόκκου είναι ανοιχτό κεχριμπαρένιο. Η ποικιλία αυτή είναι αρκετά ανθεκτική στην σκωρίαση του στελέχους. Η ΜΕΧΑ είναι πολύ πρόιμη ποικιλία, παρουσιάζει μέτριο αδέρψωμα και είναι ανθεκτική στο πλάγιασμα. Επίσης, είναι ποικιλία με ευρεία προσαρμοστικότητα (Παππάς, 1999).

2. ΣΙΜΕΤΟ: Είναι ποικιλία μέτριου αναστήματος 80-85 cm. Ο στάχυς είναι επιμήκης μεγάλος με πολλά μαύρα άγανα, ο δε σπόρος επιμήκης μεγάλος με χαρακτηριστικό κεχριμπαρένιο χρώμα. Η αντοχή στο ψύχος είναι ικανοποιητική, επίσης παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στις ξηροθερμικές συνθήκες και μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα. Η αντοχή της στην σεπτόρια και την σκωρίαση είναι μέτρια. Είναι πρόιμη ποικιλία με μέτριο αδέρψωμα. Κατάλληλη εποχή σποράς είναι

Νοέμβριος-Ιανουάριος σε ποσότητα 20-23 κιλά/στρέμμα. Η SIMETO είναι Ιταλική ποικιλία σκληρού σιταριού πολύ υψηλής παραγωγικότητας που προσαρμόζεται άριστα στις Ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Χαρακτηρίζεται από σταθερότητα παραγωγής κάθε χρόνο. Αυτή τη στιγμή κατέχει το 35% της Ιταλικής και Ισπανικής αγοράς (Παππάς, 1999).

3.ΑΘΩΣ: Έχει μέσο ύψος με μέτρια αντοχή στο πλάγιασμα. Ο στάχυς είναι λευκός με πολλά μαύρα άγανα με σπόρο μέτριου μεγέθους. Έχει μέτρια αντοχή στις σκωριάσεις και είναι ευπαθής στο ωίδιο, κυρίως σε περιοχές με υψηλή εδαφική και ατμοσφαιρική υγρασία στην περίοδο της άνοιξης. Είναι μερικές μέρες οψιμότερη στο ξεστάχνασμα από τη Μεξικάλι 81. Αντέχει λίγο περισσότερο στο ψύχος από τη Μεξικάλι 81. Είναι παραγωγική και κατάλληλη κυρίως για τα ημιγόνιμα χωράφια (Παππάς, 1999).

4.ΜΕΞΙΚΑΛΙ 81: Έχει μέτριο ύψος και δεν πλαγιάζει. Ο στάχυς είναι λευκός με σπόρο μεγάλου μεγέθους. Έχει μέτρια αντοχή στους παγετούς. Είναι δε ανθεκτική στο ωίδιο με καλή αντοχή στις σκωριάσεις, εκτός από την καστανή σκωρίαση που είναι ευπαθής. Ακόμη είναι σχετικά ευπαθής στη σεπτόρια και πρέπει να αποφεύγεται η καλλιέργειά της σε περιοχές με υψηλή εδαφική και κυρίως ατμοσφαιρική υγρασία στην περίοδο της άνοιξης. Είναι πολύ πρώιμη και αποφεύγει σχεδόν τις δυσμενείς επιδράσεις ξηροθερμικών ανέμων (π.χ. λίβα) κατά το μήνα Μάιο. Είναι πολύ παραγωγική, κατάλληλη για τα γονιμότερα και υγρότερα χωράφια της ζώνης σκληρού σιταριού (Παππάς, 1999).

5.COSMODUR: Πολύ πρώιμη Γαλλική ποικιλία, με άριστα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, υψηλό δυναμικό παραγωγής και άριστη προσαρμογή στις Ελληνικές συνθήκες. Το φυτό είναι χαμηλό χαρακτηριζόμενο από εξαιρετική γονιμότητα στάχυος και ικανοποιητική αντοχή στο ψύχος. Παρουσιάζει πολύ γρήγορο ξεστάχνασμα και πολύ γρήγορο γέμισμα του σπόρου. Είναι ποικιλία ανθεκτική στο γυμνό άνθρακα και την μαύρη σκωρίαση. Το βάρος των 1.000 κόκκων είναι της τάξεως των 58 γραμμ. Η ποικιλία αυτή έχει εξαιρετικά υψηλό ποσοστό υαλωδών κόκκων και πολύ χαμηλό ποσοστό μαύρων στιγμάτων, επίσης έχει αυξημένη περιεκτικότητα κίτρινων χρωστικών (Παππάς, 1999).

6.ΣΕΛΑΣ: Έχει μέτριο ύψος και καλή αντοχή στο πλάγιασμα. Ο στάχυς είναι λευκός με σπόρο μεγάλου μεγέθους. Ανθεκτική στο ωίδιο, μέτρια αντοχή στις σκωριάσεις και στους παγετούς του χειμώνα και της άνοιξης. Είναι πολύ παραγωγική

κατάλληλη για τα γονιμότερα και υγρότερα χωράφια της ζώνης σκληρού σιταριού. Είναι πρώιμη όπως και η Μεξικάλι 81 (Παππάς, 1999).

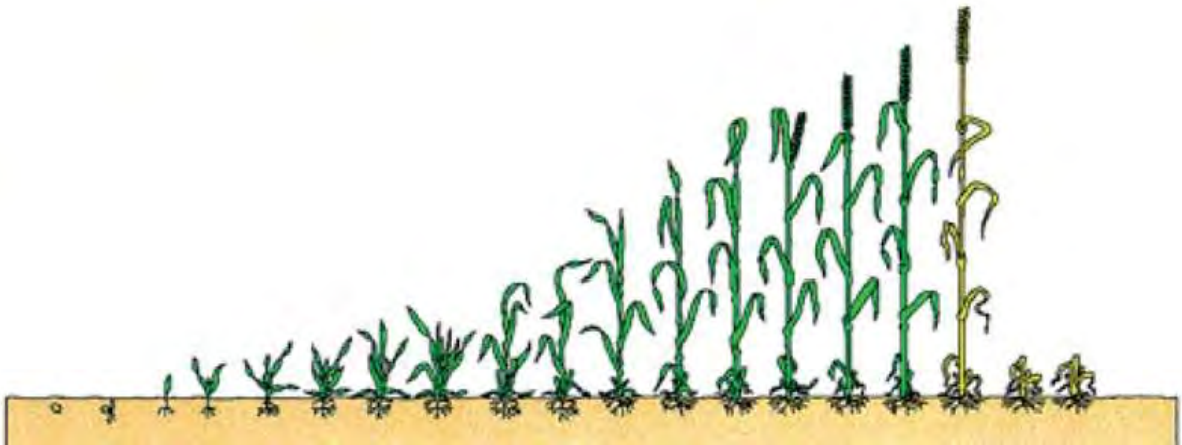
7. ΚΑΛΛΙΘΕΑ Έχει μέσο ύψος με μέτρια αντοχή στο πλάγιασμα. Ο στάχυς είναι λευκός με σπόρο μέτριου μεγέθους. Έχει μέτρια αντοχή στις σκωριάσεις και ευπαθής στο ωίδιο, κυρίως σε περιοχές με υψηλή εδαφική και ατμοσφαιρική υγρασία στην περίοδο της άνοιξης. Έχει την ίδια πρωιμότητα με την Άθως και παρόμοια αντοχή στο ψύχος. Είναι κατάλληλη κυρίως για τα ημιγόνιμα χωράφια και έτσι αποφεύγεται και το πλάγιασμα (Παππάς, 1999).

8. IONIO: Είναι πολύ πρώιμη Ιταλική ποικιλία, ευρείας προσαρμοστικότητας και εξαιρετικά υψηλών αποδόσεων. Η ποικιλία αυτή είναι μέσου ύψους που αδελφώνει έντονα και είναι πολύ ανθεκτική στο πλάγιασμα. Ο στάχυς είναι μεγάλος με μεγάλους σπόρους. Πρόκειται για μια ποικιλία με άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά που εκτιμώνται ιδιαίτερα από τις βιομηχανίες ζυμαρικών (Παππάς, 1999).

9. MESSAPIA: Ιταλική ποικιλία μέσου ύψους. Στάχυς ατρακτοειδής με πολυάριθμα σταχύδια. Η ποικιλία αυτή χαρακτηρίζεται από εξαιρετική πρωιμότητα ξεσταχύσματος και ωρίμανσης. Έχει καλή αντοχή στο πλάγιασμα και είναι ποικιλία μεγάλης προσαρμοστικότητας που αποδίδει άριστα ακόμα και κάτω από αντίξοες συνθήκες. Ποικιλία ανθεκτική στο φουζάριο και στο ωίδιο, επίσης είναι πολύ παραγωγική με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο (Παππάς, 1999).

10. JABATO: Ποικιλία μεσοπρώιμη και κοντοστέλεχη. Το χρώμα του στάχου είναι ξανθό και τα άγανα κοντά ως μέτρια το δε χρώμα του κόκκου είναι ανοιχτό κόκκινο. Παρουσιάζει μέτριο αδελφωμα και έχει εξαιρετικά μεγάλη παραγωγή. Είναι ποικιλία ανθεκτική στη σκωρίαση του στελέχους στο ωίδιο και τη σεπτόρια (Παππάς, 1999).

1.5. Στάδια Ανάπτυξης



Εικόνα 1.4: Τα στάδια ανάπτυξης του σιταριού.

Πηγή: <http://www.hellagrolip.gr/fertilization/cereal>

1.5.1. Πρώτη ανάπτυξη και αδέλφωμα

Στάδιο Ο

Εγκατάσταση - Από τη σπορά μέχρι το φύτευμα 32^ο δεκαήμερο - 11-20 Νοεμβρίου

Το σιτάρι σπέρνεται στην Ελλάδα το μήνα Νοέμβριο . Η ακριβής ημερομηνία εξαρτάται από την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία και βροχόπτωση). Βασική προϋπόθεση για τη βλάστηση του σπόρου είναι η απορρόφηση νερού για το σπάσιμο του λήθαργου ο οποίος διαρκεί 1-2,5 μήνες ή περισσότερο αν ο σπόρος δεν συλλέγει στον κατάλληλο βαθμό ωρίμανσης ή αποθηκευτεί σε χαμηλή θερμοκρασία. Ο λήθαργος του σπόρου αποτρέπει τη βλάστηση του στο χωράφι αν επικρατήσουν συνθήκες αυξημένης υγρασίας. Ο σπόρος μπορεί να φυτρώσει σε εύρος θερμοκρασιών από 4°C έως 30°C με άριστο στους 20-25°C (Οκτωνιάτης, 2009).

Στάδιο 1 – Βλαστικό

Ια - Από το φύτευμα μέχρι το αδέλφωμα 33^ο-34^ο δεκαήμερο - 21 Νοεμβρίου
10 Δεκεμβρίου

Όπως αναφέρθηκε, το έμβryo περιέχει εμβρυακά φύλλα. Μετά τη βλάστηση του σπόρου στο βλαστικό άξονα αρχίζει η διαφοροποίηση και άλλων φύλλων. Ο αριθμός τους κυμαίνεται από 7-15. Ο ρυθμός εμφάνισης των φύλλων επηρεάζεται

από το γενότυπο και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (McMaster 1997, Miralles and Slafer, 1999). 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 CO₂, η εαρινοποίηση, το μέγεθος του σπόρου, το βάθος σποράς, η συνεκτικότητα του εδάφους, μπορούν να έχουν κάποιο ρόλο (Simmons, 1987).

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (μέχρι την εμφάνιση των 4^{ου} και 5^{ου} φύλλου) επικρατούν οι εμβρυακές ρίζες, ενώ η συμβολή των μόνιμων ριζών αυξάνει βαθμιαία. Οι μόνιμες ρίζες που έχουν την προέλευσή τους στον κεντρικό βλαστό αρχίζουν να εμφανίζονται περίπου με την έκπτυξη του πρώτου αδελφιού. 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. Αδελφωμα είναι η έκπτυξη νέων βλαστών από οφθαλμούς οι οποίοι βρίσκονται στα γόνατα του στελέχους λίγο πιο κάτω ή ακριβώς πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Η ανάπτυξη των οφθαλμών που θα δώσουν αδελφια ρυθμίζεται από την ισορροπία των ορμονών στο φυτό (Sharif και Dale 1980). Τα αδελφια μπορούν να σχηματιστούν από της μασχάλες των φύλλων. Ο αριθμός των αδελφιών ευνοείται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ο έντονος φωτισμός, η αραιή σπορά, η γονιμότητα του εδάφους και η πρώιμη σπορά. Στο σιτάρι η εμφάνιση του πρώτου πρωτογενούς αδελφιού συμπίπτει με την εμφάνιση του τέταρτου φύλλου (McMaster 1997, Miralles και Slafer 1999).

Κάτω από κανονικές κλιματικές συνθήκες ένα φυτό παράγει συνήθως τρία αδελφια τα οποία μπορεί να μην φέρουν όλα στάχυ. Αν η σπορά δεν είναι πυκνή και τα επίπεδα λίπανσης χαμηλά μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο τα αδελφια ενός φυτού να δώσουν αδελφια (δευτερεύοντα αδελφια). Τα αδελφια που δημιουργούνται την περίοδο εμφάνισης του 4ου, 5ου και 6ου, φύλλου ολοκληρώνουν συνήθως το βιολογικό τους κύκλο και δίνουν καρπό. Επίσης τα αδελφια που έχουν πάνω από τρία και φύλλα και το δικό τους ριζικό σύστημα συνήθως επιβιώνουν. Το ποσοστό των αδελφών που δεν ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο, ποικίλει ανάλογα με τη ποικιλία και την ύπαρξη συνθηκών στρες στον αγρό.

Σε αντίθεση με τον κύριο βλαστό, τα αδέρφια 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. Έλλειψη Ρ και Κ μειώνει το μέγεθος του ριζικού συστήματος. Ημινάνες ποικιλίες σιταριού, οι οποίες δημιουργήθηκαν για περιοχές με περιορισμένη υγρασία έχουν την ικανότητα να εκτείνουν το ριζικό τους σύστημα σε μεγάλο βάθος (Simmons, 1987). Είναι όμως γενικά αποδεκτό ότι:

1) τα αδέρφια τα οποία δεν έχουν σχηματίσει τρία έως τέσσερα φύλλα όταν αρχίζει το καλάμωμα, δεν παράγουν στάχεις,

2) τα νεαρότερα/μικρότερα αδέρφια γηράζουν γρηγορότερα από τα παλαιότερα/μεγαλύτερα,

3) 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. 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).

1β - Περίοδος εαρινοποίησης

35° -36° , 1° 7° δεκαήμερο -11 Δεκεμβρίου-10 Μαρτίου

Οι νέοι βλαστοί αναπτύσσονται ελάχιστα κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα φύλλα σχηματίζουν τούφα κοντά στο έδαφος προστατεύοντας έτσι το αρχέφυτρο .Η σημασία του σταδίου αυτού που διαρκεί μέχρι 90 ημέρες. Σπόροι ή νεαρά φυτά τα οποία έχουν πλήρως εαρινοποιηθεί εάν εκτεθούν σε υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να υποστούν αποεαρινοποίηση και έτσι να μην μπορούν να σχηματίσουν άνθη. Όσον αφορά τη φωτοπερίοδο τα σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων είναι κατά κανόνα φυτά μακράς ημέρας και των θερμών κλιμάτων βραχείας ημέρας.

1γ – Καλάμωμα

8° – 12° δεκαήμερο -11 Μαρτίου -30 Απριλίου

Η ανάπτυξη των στελεχών επιταχύνεται την άνοιξη με την άνοδο της θερμοκρασίας. Η επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων γίνεται γρήγορα και

στο ύψος των 20-30 cm, (εικόνα 2.3) ανάλογα με την ποικιλία, εμφανίζεται ο πρώτος κόμβος. Το στάδιο αυτό διαρκεί 40-50 ημέρες.

1.5.2. Στάδιο 2 – Ανθικό

13^ο -14^ο δεκαήμερο - 1-20 Μαΐου

Ονομάζεται ξεστάχνασμα γιατί ο στάχυς, ακολουθώντας την ανάπτυξη του στελέχους μεγαλώνει και προωθείται διαρκώς προς την κορυφή για να εμφανιστεί από τον κολεό του τελευταίου φύλλου. Κατά το στάδιο αυτό ο ρυθμός αύξησης γίνεται πολύ έντονος και το φυτό παρουσιάζει τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό κυρίως και θρεπτικές ουσίες. Αν οι ανθήρες είναι κίτρινοι ή γκρι και όχι τόσο πράσινοι αυτό είναι ένα σημάδι ότι η άνθηση έχει ολοκληρωθεί (Τζανετοπούλου, 1998). Οι σπόροι του στάχυ μπορεί να διαφέρουν σε μέγεθος από την άνθηση και διατηρούν αυτή τη διαφορά μέχρι την ωρίμανση. Το στάδιο αυτό διαρκεί 15-20 ημέρες.

1.5.3. Στάδιο 3 – Ωρίμανση

15^ο -17^ο δεκαήμερο - 21 Μαΐου - 20 Ιουνίου

Κατά το στάδιο αυτό παρατηρείται μεταφορά οργανικών ουσιών από τα άλλα μέρη του φυτού στους στάχτες. Ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης διακρίνουμε τα εξής υποστάδια:

1. γάλατος (μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό),
2. κηρού (δεν υπάρχει καθόλου χλωροφύλλη),
3. σκληρού σπόρου (πεθαίνουν και γίνονται εύθραυστα τα άλλα φυτικά μέρη),
4. υπερώριμου σπόρου (εύθραυστος σπόρος) (Τζανετοπούλου, 1998).

Οι κακές κλιματικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης του σπόρου μπορούν να μειώσουν το βάρος του και συνεπώς και τη παραγωγή. Κατά κανόνα όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα των κακών καιρικών συνθηκών και όσο νωρίτερα συμβούν τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η απώλεια στη παραγωγή. Οι σπόροι πριν στεγνώσουν είναι ώριμοι αλλά δεν είναι έτοιμοι για αποθήκευση. Στο τέλος του σταδίου ωρίμανσης το σιτάρι είναι έτοιμο για θερισμό. Διαρκεί 30-35 ημέρες (Δαναλάτος, 2005).

1.5.4. Στάδιο 4 - Συνκομιδή

18^ο δεκαήμερο - 21-30 Ιουνίου

Η συγκομιδή γίνεται στο στάδιο του κήρου. Πρέπει το ποσοστό υγρασίας του σπόρου να έχει πέσει κάτω από 25-30%. Πρέπει εδώ να επισημανθεί, όσο αφορά τον παραπάνω χρονολογικό προσδιορισμό των φαινολογικών σταδίων του σιταριού, ότι αποτελεί μόνο ένα πολύ γενικό και όχι ακριβές περίγραμμα. Μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο εμφάνισης ενός φαινολογικού σταδίου αναφέρονται παρακάτω:

- η ποικιλία του φυτού,
- το γεωγραφικό πλάτος,
- το μικροκλίμα κάθε περιοχής,
- το έδαφος,
- οι καλλιεργητικές φροντίδες (εποχή σποράς, αποστάσεις σποράς, λίπανση, άρδευση)
- ακραία και μη προβλέψιμα καιρικά φαινόμενα (ασυνήθιστα μεγάλη διάρκεια,
- χαμηλότερων ή υψηλότερων από το μέσο όρο θερμοκρασιών, παγετός, χαλαζόπτωση, ξηρασία κλπ).

Όλα τα αδέρφια δεν φθάνουν στο στάδιο του ξεσταχύσματος 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 (Οκτωνιάτης, 2009).

1.6. Οικολογικές Απαιτήσεις

1.6.1. Κλίμα

Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος και ανάπτυξης των φυτών είναι 3^ο και 4^ο C, άριστη 20 έως 25^ο C και η μέγιστη 32^ο έως 35^ο C. Θερμοκρασίες ημέρας πάνω από 30^ο C ευνοούν την γρήγορη ανάπτυξη των φυτών, επιτυγχάνουν την ξήρανση του φυλλώματος και μειώνουν την αύξηση του κόκκου. Σχετικά μικρές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του στάχυ είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ύψους των φυτών, τη δημιουργία φύλλου σημαία με φαρδύτερο έλασμα και την αύξηση του αριθμού των ανθέων ανά στάχυ (Warrington et al., 1977). Οι

θερμοκρασίες στο στάδιο του γυρίσματος του κόκκου καθορίζουν τον αριθμό των κόκκων.

Η αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία και τη σκληραγώγηση των φυτών που θα έχει προηγηθεί. Γενικά αναφέρεται ότι θερμοκρασίες μικρότερες από -18°C προκαλούν το θάνατο των φυτών των περισσότερων ποικιλιών (Porter και Gawith, 1999). Σκληραγωγημένα όμως φυτά ανθεκτικών ποικιλιών μπορούν να αντέξουν θερμοκρασίες ατμόσφαιρας μέχρι -30°C . Εάν δε είναι σκεπασμένα με χιόνι μέχρι και -40°C , γιατί κάτω από το χιόνι η θερμοκρασία διατηρείται υψηλότερη (Aase και Sidduway, 1979). Οι ανοιξιάτικες ποικιλίες παρουσιάζουν μικρότερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με τις φθινοπωρινές. Το μαλακό σιτάρι έχει μεγαλύτερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες από το σκληρό. Στο σιτάρι υπάρχει στενή συσχέτιση ανάμεσα στην πρωιμότητα και στην αντοχή από το κρύο. Όσο πρωιμότερες είναι οι ποικιλίες τόσο πιο ευαίσθητες είναι στο κρύο. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα είναι ευαίσθητες ή έχουν ενδιάμεση αντοχή στο κρύο, γιατί ενδιαφέρει η πρωιμότητα, με την οποία αποφεύγεται η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο ωρίμανσης (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966).

1.6.2. Βροχόπτωση

Η καταλληλότερη ποσότητα βροχής για την καλλιέργεια σκληρού σίτου κυμαίνεται μεταξύ των 250 με 1750mm ετησίως κι επηρεάζεται άμεσα από την κατανομή και το ύψος βροχής. Τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό το σιτάρι τις έχει την περίοδο του καλαμώματος μέχρι και την άνθιση (Σφήκας, 1991). Ωστόσο, οι μήνες με τις περισσότερες βροχοπτώσεις, που θα μπορούσαν να βοηθήσουν το σιτάρι, στην Ελλάδα είναι το φθινόπωρο και τον χειμώνα. Όμως, τότε το σιτάρι δεν αναζητά αυτές τις μεγάλες ποσότητες νερού (Δαναλάτος, 2005). Το διάστημα πριν την άνθιση χρειάζεται 10% του νερού και από το ξεστάχυσμα ως την ωρίμανση το ποσοστό που χρειάζεται είναι 20% (Σφήκας, 1991). Από την άλλη, την περίοδο που το φυτό παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανάπτυξη δεν εμφανίζονται αρκετές βροχοπτώσεις με εμφανή τα αποτελέσματα στην παραγωγικότητα και την τελική απόδοση (Δαναλάτος, 2005). Εν κατακλείδι, η απόδοση του σιταριού στον Ελλαδικό χώρο μπορεί να έχει φάσμα από 150 έως 600 κιλά/στρ. ανάλογα πάντα με το ποσοστό βροχόπτωσης τους ανοιξιάτικους μήνες (Σφήκας, 1991).

1.6.3. Έδαφος

Λίγα φυτά μπορούν να παράγουν ικανοποιητικά σε τόσο μεγάλη ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών, όπως το σιτάρι. Το σιτάρι C₃ φυτό, ευνοείται από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Ιδιαίτερη σημασία έχει η θερμοκρασία που επικρατεί σε βάθος 1 έως 3 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, όπου βρίσκεται η στεφάνη του φυτού. Το σιτάρι παρόλο ότι δεν κατατάσσεται μεταξύ των πολύ ανθεκτικών στην ξηρασία φυτών, έχει ικανότητα προσαρμογής σε συνθήκες ανεπαρκούς υγρασίας του εδάφους. Τις υψηλότερες αποδόσεις δίνει σε γόνιμα, βαθειά, καλώς στραγγιζόμενα ιλυοπηλώδη αργιλοπηλώδη εδάφη. Τα πολύ ελαφρά ή τα αργιλώδη εδάφη δεν συνιστώνται, γιατί η απόδοση είναι πολύ μικρή (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Επιπλέον η εξάρτηση της απόδοσης από τις βροχοπτώσεις ήταν μεγαλύτερη στα αργιλοπηλώδη και τα αμμο – αργιλοπηλώδη σε σχέση με τα άλλα δύο εδάφη (Lithourgidis et al., 2006a). Ακατάλληλα είναι επίσης τα όξινα εδάφη, γιατί το σιτάρι είναι μέτρια ανθεκτικό στην οξύτητα. Το ελάχιστο pH που συνίσταται για την καλλιέργεια του σιταριού είναι το 5,5 (Carver and Ownby, 1995). Τις υψηλότερες αποδόσεις δίνει σε pH 7,0 έως 8,5 (Delorit et al., 1984).

1.7. Καλλιεργητικές Φροντίδες

1.7.1. Προετοιμασία Εδάφους

Το πρώτο όργωμα γίνεται συνήθως με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές και είναι ελαφρύ εάν προηγήθηκε χειμερινό σιτηρά και βαθύτερο μετά από καλαμπόκι, για βαθύτερο παράχωμα των στελεχών. Θερινό όργωμα μετά από σιτηρά γίνεται μόνο εάν υπάρχει υγρασία (Σφήκας 1991). Κυλίνδρισμα σε φουσκωμένο έδαφος από τη παγωνιά ή σβάρνισμα σε πατημένο από τις χειμερινές βροχές και ενδεχομένως σκάλισμα με περιστροφικό σκαλιστήρι, αποτελούν τις φροντίδες ως τις αρχές της ανοίξεως. Σε καλλιέργειες που παρουσιάζουν πλούσια βλάστηση μπορεί να γίνει επιβόσκηση ή κόψιμο των κορυφών με χαρτοκόπτη. Ακόμη σε καλλιέργειες που παρουσιάζουν καχεκτική ανάπτυξη στην αρχή της ανοίξεως διασκορπίζονται 2-4 kg/στρ αζώτου σε νιτρική μορφή. Αν δεν βρέξει πρέπει να ακολουθήσει σβάρνισμα ή σκάλισμα για να ενσωματωθεί και να αξιοποιηθεί το λίπασμα. Τέλος σε εδάφη που

υπάρχουν ζιζάνια πρέπει αυτά να καταπολεμηθούν με βοτάνισμα, σκάλισμα και με την χρήση ζιζανιοκτόνων (Γαλανοπούλου, 2003).

1.7.2. Σπορά

Ο σπόρος πρέπει να είναι αμιγής ως προς την ποικιλία, καθαρός με υψηλή βλαστικότητα και φυτρωτική ικανότητα, υγιής και απολυμασμένος. Σήμερα χρησιμοποιείται μισό περίπου διαπιστευμένος σπόρος γεγονός με θετικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια (διατήρηση ποικιλίας, αντοχή στα ζιζάνια, διατήρηση της ποιότητας των προϊόντων). Επίσης, η σπορά γίνεται συνήθως σε γραμμές και σπάνια στα πεταχτά υπό ειδικές συνθήκες (πολλή υγρασία, πετρώδεις αγροί κλπ.)

Η ποσότητα σπόρου που απαιτείται για μια σωστή καλλιέργεια, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως τη σύσταση του εδάφους, την εποχή σποράς και την ποιότητα του σπόρου. Για το σιτάρι η ενδεικτική ποσότητα σπόρου στην σπορά είναι 10-25 kg/στρ.(Δαναλάτος, 2005).

Η σπορά γίνεται τον Οκτώβριο-Νοέμβριο. Γενικά επιθυμητή είναι η κατά το δυνατόν πρόωμη σπορά μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, όπου το έδαφος θα βρίσκεται από πλευράς υγρασίας στο ρώγο και εφόσον το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες. Αργοπορημένες σπορές στα τέλη Νοεμβρίου έως τα τέλη Δεκεμβρίου είναι καταδικασμένες να έχουν μικρότερες αποδόσεις (Δαναλάτος, 2005).

Σήμερα εφαρμόζεται γραμμική σπορά με ελαφριά κάλυψη του σπόρου με σβάρνισμα. Οι αποστάσεις είναι 14-20cm μεταξύ των γραμμών και 2.5-5cm επί της γραμμής (περίπου 150 φυτά ανά τετραγωνικό μέτρο). Το κατάλληλο βάθος σποράς του σιταριού είναι περί τα 2.5-5cm. (Δαναλάτος, 2005).

1.7.3. Άρδευση

Όταν στο σιτάρι εφαρμόζεται νερό τότε οι αποδόσεις του αυξάνονται κατακόρυφα. Γενικότερα, είναι από εκείνες τις καλλιέργειες που τοποθετούνται σε ξηρικές περιοχές. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό κι έτσι με αυτήν την καλλιέργεια εκμεταλλεύονται κι εκείνοι οι αγροί που δεν υπάρχει η δυνατότητα άρδευσης. Σε περίπτωση που η δυνατότητα άρδευσης είναι εφικτή θα πρέπει να εφαρμοστεί πριν τα φυτά διψάσουν πολύ κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάιο. Ωστόσο δεν θα πρέπει να παραγκωνίζονται οι απαιτήσεις της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία και κυρίως στο άζωτο. Σε πλήρως αρδευόμενες καλλιέργειες σιτηρών μπορούν να επιτευχθούν αποδόσεις έως 800kg/στρ (Δαναλάτος, 2005).

1.7.4. Λίπανση

Αρχικά γίνεται αναφορά στην χρησιμότητα της ύπαρξης της αζωτούχου λίπανσης και την ανάλογη ποσότητα που μπορεί να χρειαστεί ο αγρός. Το άζωτο για το σιτάρι πρέπει να χορηγείται με μέτρο γιατί είναι πιθανόν να προκαλέσει κάποια ζημιά. Εάν η καλλιέργεια είναι σε υγρό ή αρδευόμενο αγρό συνίσταται περίπου 15 μονάδες ανά στρέμμα. Από την άλλη πλευρά, σε εκείνα τα χωράφια που είναι ξερά χρειάζεται πολύ λιγότερο άζωτο, γύρω στο 10%. Επιπλέον, ένας άλλος παράγοντας που διαμορφώνει την ποσότητα που αζώτου που χορηγείται είναι το ύψος του σιταριού που καθορίζεται από την ποικιλία. Στις ψηλόσωμες ποικιλίες και περισσότερο στις χαμηλές που δεν έχουν το πρόβλημα του πλαγιάσματος. Ως βασική λίπανση δίνεται πριν τη σπορά ή κατά τη διάρκεια αυτής με τη μορφή θειικής αμμωνίας, η μισή ποσότητα αζώτου στην καλλιέργεια και η υπόλοιπη προστίθεται την άνοιξη. Η επιφανειακή λίπανση γίνεται σε μία ή σε δύο δόσεις με μορφή νιτρική (Γαλανοπούλου, 2003). Τέτοια έλλειψη μπορεί να παρουσιασθεί όταν οι συνθήκες του χειμώνα είναι δυσμενείς (ψύχος, υγρασία για νιτροποίηση), ενώ με τις πρώτες ζέστες τα νεαρά φυτά χρειάζονται άζωτο. Για να χρησιμοποιηθεί (και να μη βλάψει) η επιφανειακή λίπανση πρέπει να υπάρχει νερό (βροχή ή άρδευση μετά την εφαρμογή). (Σφήκας, 1991).

Ως προς τη φωσφορική λίπανση γενικά συνιστάται η δόση των 2-2,5 kg P το στρέμμα κάθε χρόνο. Ωστόσο θα πρέπει να διαπιστωθεί ότι η καλλιέργεια αντιδρά σε αυτή την προσθήκη. Εάν αυτό δεν συμβαίνει τότε σταματά η χορήγηση του φωσφόρου. Παρόλα αυτά εάν δεν έχουμε άλλες πληροφορίες και για το λόγο, η σχετική περίσσεια δεν βλάπτει, ενώ παράλληλα αποθηκεύεται στο έδαφος (ελάχιστη έκλυση ανάλογα και με το έδαφος) και το κόστος του φωσφόρου δεν είναι υπερβολικό. (Σφήκας, 1991).

Για το κάλιο γενικά πιστεύεται ότι τα ελληνικά εδάφη είναι πλούσια σ' αυτό. Επειδή δεν βλάπτει η περίσσεια και ενδέχεται να μην επαρκεί το αφομοιώσιμο ποσό στην περίοδο εντατικής αναπτύξεως των φυτών, συνιστάται η εφαρμογή του σε ποσότητα 2-3kg K ανά στρέμμα. (Σφήκας, 1991).

Η αποτελεσματικότητα της λιπάνσεως με κάποιο θρεπτικό στοιχείο δεν εξαρτάται μόνο από τις ανάγκες του φυτού σ' αυτό, ή την ύπαρξη νερού για την αξιοποίηση του (Σφήκας, 1991). Η ωφελιμότητα του αζώτου εξαρτάται από την συνύπαρξη του καλίου και του φωσφόρου (Γαλανοπούλου 2003). Έτσι συνδυασμένη λίπανση με κάλιο και άζωτο και καθόλου λίπανση έδωσε καλύτερη απόδοση από

μονομερή λίπανση (μόνο Κ ή μόνο Ν). Παρόμοια συσχέτιση υπάρχει και μεταξύ φωσφόρου και αζώτου (Σφήκας, 1991).

Κιλά / στρέμμα	Αζωτο μονάδες / στρέμμα
300	9
400	12
500	15
600	18

Πίνακας 1.3: Οι μονάδες αζώτου ανάλογα με τις αποδόσεις που φέρει το σιτάρι.

Πηγή: <http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/43/ethg43p17-19.pdf>

1.7.5. Συγκομιδή

Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται την κατάλληλη περίοδο όταν οι σπόροι είναι ώριμοι με χαμηλή υγρασία <13%. Προσοχή χρειάζεται κατά τη συγκομιδή να μη σπάνε ή να ραγίζουν οι σπόροι, επειδή είναι πολύ ευαίσθητοι λόγω του υψηλού υαλώδους, ειδικά αυτοί με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Κανονικά το σκληρό θα πρέπει να συγκεντρώνεται σε επαγγελματικές αποθήκες αμέσως μετά τη συγκομιδή που να διασφαλίζουν καλό αερισμό και έλεγχο της θερμοκρασίας (<15°C). Τα έντομα των αποθηκών προσελκύονται από υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία ενώ οι σπόροι μαλακώνουν σε τέτοιες συνθήκες και προσβάλλονται ευκολότερα. Οι επεμβάσεις με εντομοκτόνες ουσίες στις αποθήκες πρέπει να μην προκαλούν επιμόλυνση του σπόρου με ανεπιθύμητα υπολείμματα πάνω από τα επιτρεπτά όρια .



Εικόνα 1.5: Θεριζοαλωνιστική μηχανή για την συγκομιδή του σίτου.

Πηγή: <https://gr.depositphotos.com/stockphotos>

1.7.6. Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά συντελεί στη συντήρηση και πληρέστερη εκμετάλλευση της γονιμότητας του εδάφους και την καταπολέμηση των παρασίτων και των ζιζανίων των φυτών. Η μονοκαλλιέργεια σιτηρού μπορεί να εφαρμοστεί για αρκετά έτη (5-10) σε γόνιμα, ελεύθερα από ζιζάνια και ασθένειες χωράφια. Σε πολύ φτωχά εδάφη θα μπορούσε να εφαρμοστεί το εκτατικό σύστημα αγρανάπαυση-σιτηρό. Σε χώρες με ελάχιστη βροχόπτωση εφαρμόζεται το σύστημα αγρανάπαυση-σιτηρό, με το οποίο γίνεται εκμετάλλευση της βροχόπτωσης δύο ετών σε μία εσοδεία. Το επωφελέστερο για το σιτάρι σύστημα είναι το τριετές: ψυχανθές-σκαλιστικό-σιτάρι (Σφήκας, 1995). Σε αμειψισπορές με πολλά σιτηρά το σιτάρι πρέπει να μπαίνει μετά από ένα σιτηρό που δεν είναι ευαίσθητο στις ασθένειες του σπασίματος των καλαμιών. Οι αμειψισπορές πρέπει να διασφαλίζουν ικανοποιητικές αποδόσεις στις καλλιέργειες και να είναι φιλικές με το περιβάλλον. Καλλιέργειες που θα επιλεγούν για αμειψισπορά με σιτηρά πρέπει να αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες για να σπέρνονται το φθινόπωρο (Lopez-Bellido et al., 1998, Zhao et al., 2006).

Το σιτάρι μπαίνει σε συστήματα αμειψισποράς με σανοδοτικά ψυχανθή ώστε να βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους, καθώς η μονοκαλλιέργεια του σιταριού εξαντλεί το έδαφος και επιφέρει σταδιακή μείωση των αποδόσεων (Αφεντούλη, 2004, Παλάτος και Κυρκενίδης, 2005).

1.7.7. Ζιζανιοκτονία

Τα ζιζάνια αποτελούν συχνά πρόβλημα για το σιτάρι, ιδίως σε χρονιές με ήπιο χειμώνα. Τα κυριότερα ζιζάνια που αντιμετωπίζει ο καλλιεργητής του σιταριού είναι η αγριοβρώμη, η κύπερη, η αγριάδα και ο βέλιουρας από τα αγροστόδια. Ενώ, από τα πλατύφυλλα αντιμετωπίζει την παπαρούνα, την κολλιτσίδα, το γαϊδουράγκαθο, την αγριομαργαρίτα και το χαμομήλι (Δαναλάτος, 2005). Αυτά που φυτρώνουν την άνοιξη γίνονται ενοχλητικά στο τέλος της περιόδου αναπτύξεως. Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπισή τους χρησιμοποιούνται ευρύτατα και αποτελεσματικά στη σιτοκαλλιέργεια σύγχρονα ζιζανιοκτόνα. Τέλος, τα πολυετή ζιζάνια καταπολεμώνται με θερινά οργώματα και σε δύσκολες περιπτώσεις με επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα (Σφήκας, 1991).

1.8. Εχθροί

1.8.1. Έντομα εδάφους

Τα σπουδαιότερα έντομα εδάφους είναι οι σιδηροσκώληκες, ο ζάβρος και οι αγρότιδες. Μερικές φορές προκαλούν ζημιές οι προνύμφες και ορισμένα ακμαία κολεόπτερα της οικ. Scarabaeidae, καθώς και οι προνύμφες του δίπτερου *Tipula oleracea*. Τα έντομα αυτά μπορούν να προσβάλλουν τους σπόρους κατά το φύτευμα καθώς και τα νεαρά φυτά (συνήθως στο λαιμό) ή τις ρίζες και ορισμένα από αυτά τα στελέχη και τα φύλλα. Τα ακμαία του ζάβρου προσβάλλουν τους σπόρους ακόμα και μετά το θερισμό.

Η αμειψισπορά με βίκο, τριφύλλι, αραχίδα, βρώμη κ.α. περιορίζει τον πληθυσμό των σιδηροσκωλήκων. Η βρώμη παρεμβάλλεται και στις περιπτώσεις προσβολής από Ζάβρο. Για το δίπτερο *Tipula oleracea* συνιστάται αποστράγγιση και καλή κατεργασία του χωραφιού.

Επίσης χρησιμοποιούνται διάφορα εντομοκτόνα. Αυτά σε σκόνη ή υδατικό διάλυμα ανακατεύονται με το σπόρο ή το έδαφος πριν από τη σπορά. Για τις αγρότιδες χρησιμοποιούνται επίσης πιτυρούχα δολώματα εμποτισμένα με εντομοκτόνα (Σφήκας, 1991).

1.8.2. Έντομα υπέργειου τμήματος

Τα δίπτερα χλώροπας (*Chlorops taeniorus*) και κηκιδόμυγα (*Phytophaga destructor*), το υμενόπτερο *Cephus pygmaeus* και το κολεόπτερο *Calamobious filum* προσβάλλουν το στέλεχος και μερικές φορές και τα σταχύδια των σιτηρών.

Τα μέτρα αντιμετώπισης του χλώροπα είναι το κάψιμο της καλαμιάς, η πρόωμη σπορά, πρόωμες ή ανθεκτικές ποικιλίες και φωσφορική λίπανση. Η κηκιδόμυγα περιορίζεται με όψιμη σπορά, παράχωμα της καλαμιάς μετά τη συγκομιδή και καταστροφή των αυτοφυών αγροστωδών φυτών που αναπτύσσονται στα σιταροχώρα από τη συγκομιδή του σιταριού ως τη σπορά της επόμενης φυτείας. Για τον *Cephus* συνιστάται η αμειψισπορά με αραβόσιτο, βρώμη, λινάρι κ.ά., το παράχωμα της καλαμιάς και η πρόωμη σπορά. Επίσης μπορεί να περιορισθεί με τη διάδοση της αλωνιστικής, η οποία συνθλίβει τις προνύμφες που βρίσκονται στο καλάμι των σιτηρών.

Οι αφίδες, οι θρίπες και διάφορα ημίπτερα (βρωμούσες) της οικ. Pentatomidae προκαλούν ποσοτικές και ποιοτικές ζημιές. Ανθεκτικές ποικιλίες αναφέρονται μόνο

για τους θρίπες. Τα σύγχρονα εντομοκτόνα είναι αποτελεσματικά αρκεί να συμφέρει η χρήση τους (σύγκριση ζημιών και κόστους εφαρμογής). Το ίδιο ισχύει και για τα διάφορα ορθόπτερα (ακρίδες), που συχνά προσβάλλουν τα σιτηρά. Ο νηματώδης *Anguina tritici* προσβάλλει φύλλα και σπόρους του σιταριού. Καταπολεμάται με χρήση υγιούς σιτοσπόρου και αμειψισπορά με κριθάρι, βρώμη, αραβόσιτο κ.ά.

Ζημιές στο χωράφι κάνουν πολλές φορές τα πτηνά καθώς και διάφορα τρωκτικά, η αντιμετώπιση των οποίων είναι στην πράξη πολύ δύσκολη (Σφήκας, 1991).

1.9. Ασθένειες

1.9.1. Μυκητολογικές προσβολές

Σκωριάσεις : Οι Σκωριάσεις των σιτηρών παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της εύκολης διάδοσής τους με τον άνεμο από μια ζώνη καλλιέργειας σε άλλη (αλλά και από τη μια ήπειρο στην άλλη με τους γνωστούς «δρόμους» των Σκωριάσεων). Οι ζημιές που προκαλούν στην παραγωγή είναι τεράστιες, γιατί μειώνουν την επιφάνεια των φύλλων που φωτοσυνθέτει και παράλληλα επιταχύνουν την αναπνοή και την εξάτμιση του νερού από τα φυτά. Τα στάχυα προωρίζουν και οι καρποί παρουσιάζουν μια αναγκαστική ωρίμανση με το σχηματισμό άδειων σπόρων.

Οι σημαντικότερες σκωριάσεις είναι: η Μαύρη σκωρίαση, η Καστανή σκωρίαση της σίκαλης, η Καστανή σκωρίαση του σταριού, η Καστανή σκωρίαση του κριθαριού, η Κίτρινη σκωρίαση, η Στεφανωτή κηλίδωση της βρώμης κ.α. (Θανασουλόπουλος, 1995).

Γυμνός άνθρακας :

Παθογόνο αίτιο: οφείλεται στο μύκητα *Sphacelotheca cruenta* (Basidiomycotina, Ustilaginomycetes, Ustilaginales, Ustilaginaceae)

Τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν καχεκτική ανάπτυξη και πολλές φορές δημιουργούν πολλούς πλάγιους οφθαλμούς. Εν τούτοις η πλήρης εκδήλωση της ασθένειας και οι σημαντικότερες ζημιές εμφανίζονται κατά την εποχή της ανθήσεως, οπότε στη θέση των ανθέων παρατηρούνται μικρά εξογκώματα τα οποία είναι πλήρη από μια λεπτότατη μαύρη σκόνη η οποία αποτελείται από τα σπόρια του μύκητα. (Θανασουλόπουλος, 1995).

Δαυλίτες

Παθογόνο αίτιο: *Tilletia tritici* (Bjerk) W o lf [συν. *T. caries* (DC) Tul] και *T.laevis* kühn [συν. *T. F oetida* (Wallr) U ro], (Basidiomycotina, Ustilaginomycetes, Ustilaginales, Tilletiaceae). Τα δύο αυτά είδη μπερδεύονται μεταξύ τους, έχουν όμοια παθολογία και αντιμετωπίζονται από κοινού.

Ξεριστές: Σιτάρι, σικάλη, triticales (πιο σπάνια) και άλλα αγρωστώδη. Η ασθένεια είναι ολέθρια για το σιτάρι από τότε που πρωτοκαλλιεργήθηκε.

Συμπτώματα: Το εσωτερικό των κόκκων αντικαθίσταται από μαύρη ελαιώδη μάζα από τελειοσπόρια του μύκητα. Ενώ το κέλυφος του σπόρου μένει άθικτο. Έτσι το παθογόνο προκαλεί όσο ποσοτική τόσο και ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος (Θανασουλόπουλος, 1995).

Ωίδιο

Ξεριστές: Πρόκειται για μια πολύ συχνή αρρώστια των σιτηρών που σημαντικές απώλειες της παραγωγής προκαλούν οι προσβολές του τελευταίου φύλλου και του σταχίου(Θανασουλόπουλος, 1995)..

Συμπτώματα και σημεία: Στο βασικό τμήμα του στελέχους του, στα φύλλα, κάποτε και στα στάχυα, παρατηρούνται λευκές κηλίδες κατά μήκος των νευρώσεων. Αργότερα πάνω στο λευκό επίστρωμα (εξάνθηση του μύκητα) εμφανίζονται διάσπαρτα μελανά στίγματα, τα κλειστοθήκια. Στη συνέχεια τα προσβλημένα φύλλα κιτρινίζουν και νεκρώνονται (Θανασουλόπουλος, 1995)..

Παθογόνο αίτιο: Οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe graminis* , (Ascomycotina, Plectomycetes, Erysiphales, Erysiphaceae), ο οποίος έχει ατελή μορφή *Oidium moniliodes* (Θανασουλόπουλος, 1995).

Σήψη λευκών στάξεων

Ξεριστές: Η ασθένεια προσβάλλει το σίτο, την κριθή, τη βρώμη, τη βρίζα, τον αραβόσιτο, το ρύζι και άλλα αγρωστώδη καλλιεργούμενα και αυτοφυή. Στο σίτο οι ζημιές μπορεί να φθάσουν, σε πρώιμες προσβολές σε υψηλά επίπεδα (Θανασουλόπουλο, 1995)..

Συμπτώματα και σημεία: Η ασθένεια εμφανίζεται στον αγρό κατά κηλίδες ή και σποραδικά, και προσβάλλει τις ρίζες, το λαιμό και το στέλεχος. Τα συμπτώματα είναι πιο εμφανή στην περίοδο του ξεσταχυάσματος, οπότε τα φυτά φαίνονται να

έχουν ανομοιόμορφη ανάπτυξη, πρόωρο θάνατο και λευκούς στάχεις. Σε πρώιμες προσβολές τα φυτά μένουν νάνα, είναι ελαφρώς χλωρωτικά και παρουσιάζουν περιορισμένο αδέλφωμα. Πρώιμη ωρίμανση προκαλεί λευκούς στάχεις, χωρίς κόκκους ή κακοανεπτυγμένους. Τα ασθενή φυτά σπάνε με ευχέρεια κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Τα συμπτώματα μπορεί να περιορίζονται σε μαύρισμα των ριζών όταν η υγρασία είναι περιορισμένη ενώ με αρκετή υγρασία η καστανόμαυρη σήψη εκτείνεται μέχρι τη βάση του πρώτου κολεού, όπου ένα επιφανειακό, σκοτεινό, λαμπερό μυκήλιο τον περιβάλλει, και το οποίο μπορεί να έχει και περιθήκια (Θανασουλόπουλος, 1995).

Παθογόνο αίτιο: είναι ο *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & Oliv. (συν. *Ophiobolus graminis* Sacc.). (Ascomycotina, Pyrenomycetes, Diaporthales) Ο μύκητας παρουσιάζει εξειδίκευση ως προς τους ξενιστές και θεωρείται ότι έχει ποικιλίες, *G.g. var. tritici* και προσβάλλει κυρίως το σίτο, *G.g.var.avenae* στη βρώμη και άλλα αγρωστώδη, *G.g.var.graminis* σε αγρωστώδη (Θανασουλόπουλος, 1995).

Ριζοκτονίαση

Ξενιστές: Η ασθένεια προκαλεί σημαντικές ζημιές σε άλλες χώρες, όχι όμως και στην Ελλάδα όπου δεν έχει σημειωθεί η παρουσία της. Ο μύκητας αυτός εκτός από τα σιτηρά προσβάλλει και πολλά άλλα καλλιεργούμενα φυτά (Θανασουλόπουλος, 1995).

Συμπτώματα και σημεία: Τα συμπτώματα μοιάζουν με την κηλίδα που προκαλεί το Παρασιτικό πλάγιασμα και παρατηρείται κηλίδα πιο εκτεταμένη, όχι σε σχήμα ματιού, ελαφρώς βυθισμένη και έχει χαρακτηριστικό ιώδη χρωματισμό, που επίσης παρατηρείται στις άκρες των ριζών και αποτελεί διαγνωστικό σύμπτωμα. Συνήθως στις ρίζες φαίνεται μόνο η μισή κηλίδα γιατί με το τράβηγμα κόβονται στο σημείο προσβολής και τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν νανισμό και λευκούς στάχεις. Ο μύκητας σε κάποιες περιπτώσεις προσβάλλει την εντεριώνη του στελέχους και προκαλεί ένα ερυθρώπο αποχρωματισμό. Τα σκληρώτια απαντώνται στην εξωτερική επιφάνεια των στελεχών κάτω από τον κολεό των φύλλων και όχι στο εσωτερικό του στελέχους ως συμβαίνει με τη σήψη του στελέχους από μακροφομίνα (Θανασουλόπουλος, 1995).

Παθογόνα αίτια: Την ασθένεια προκαλούν οι μύκητες *Rhizoctonia solani* Kuhn. και *Rhizoctonia cerealis* v.d. Hoeven. (Deuteromycotina, Τάξη Agonomycetales ή Mycelia Sterilia). Οι μύκητες διαβιούν στο έδαφος με μυκήλιο και

σκληρώτια. Με συνθήκες (Opt. 15-18° C, μέτρια εδαφική υγρασία) ευνοϊκές προσβάλλουν το ριζικό σύστημα.

Σήψεις από Pythium

Ξενιστές: Οι σήψεις από τα 19 τουλάχιστον είδη του γένους αυτού ιδιαίτερα στο σίτο τείνουν να αυξάνονται με την εντατικοποίηση της καλλιέργειας, αν και δύσκολα επισημαίνονται ιδιαίτερος εξαιτίας της σχετικής ομοιομορφίας των προσβολών. Η σήψη από Pythium είναι δύσκολο να διαγνωσθεί χωρίς να γίνει σύγκριση με υγιές φυτό, που έχει αναπτυχθεί σε περιβάλλον γνωστό χωρίς την παρουσία του μύκητα.

Συμπτώματα και σημεία: Σοβαρές ζημιές από τους μύκητες του γένους αυτού έχουν ως αποτέλεσμα νανισμό, κακή ανάπτυξη και μειωμένο αδελφωμα. Στα νεαρά φυτά το πρώτο φύλλο είναι σημαντικά μικρότερο από το κανονικό, ενώ σε ενήλικα φυτά παρατηρείται νανισμός και χλώρωση σαν να υποφέρουν από έλλειψη αζώτου. Συχνά υπάρχει ελάττωση στο ξεστάχυσμα και απουσία ωρίμανσης ή ανάπτυξη στάχων με μικρούς και ελλειπείς σπόρους.

Οι ρίζες παρουσιάζουν κιτρινοκαστανές ως νεκρωτικές κορυφές και λίγα ριζικά τριχίδια. Μικρό ριζικό σύστημα με καστανές πλάγιες ρίζες και καστανούς φελώδεις ιστούς είναι τυπική προσβολή και από Pythium. Σοβαρή προσβολή έχει ως αποτέλεσμα τη νέκρωση του ριζικού συστήματος.

Παρασιτικό πλάγιασμα των σιτηρών

Η ασθένεια αυτή παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο σίτο ο οποίος είναι περισσότερο ευπαθής από την κριθή, σίκαλη, βρώμη και διάφορα άλλα αγρωστώδη. Τα χειμερινά σιτηρά επίσης είναι πιο ευπαθής από τα ανοιζιάτικα. Η ασθένεια συνήθως είναι πιο έντονη σε αγρούς που έχουν καλλιεργηθεί κατ' επανάληψη από σίτο και σε περιοχές δροσερές και υγρές.

Συμπτώματα και σημεία: Η διάγνωση της ασθένειας γίνεται από τη χαρακτηριστική κηλίδα που διακρίνεται στη βάση του φυτού μετά το πρώτο γόνατο αλλά και σε νεότερα φυτά. Η κηλίδα δεν εμφανίζεται στη ρίζα και σπανίως αναπτύσσεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 4εκ. επάνω ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Η κηλίδα αρχίζει ν' αναπτύσσεται επιφανειακά στον κολεό του φύλλου, με τον καιρό μεγεθύνεται και διατρυπά τον κολεό. Η κηλίδα είναι ελλειπτική σε σχήμα «ματιού», που αποτελεί και το διαγνωστικό στοιχείο, λευκή ως

ανοικτοκαστανή στην αρχή και με τη μεγαλύτερη διάμετρο κατά μήκος του στελέχους. Η καλή αναπτυγμένη κηλίδα είναι σκοτεινού χρώματος και δεν εξαφανίζεται με την αφαίρεση του κολεού. Μερικές φορές εμφανίζεται στο κέντρο της κηλίδας το γκριζο μυκήλιο του μύκητα. Οι κηλίδες στην αρχή είναι επίπεδες, αργότερα όμως βυθίζονται, εξασθενίζουν το στέλεχος, έτσι ώστε τα στελέχη αρχίζουν να πλαγιάζουν προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Το χαρακτηριστικό αυτό διακρίνει το παρασιτικό πλάγιασμα από τη μη παρασιτικό που μπορεί να οφείλεται σε χαλάζι, ραγδαίες βροχές, ισχυρούς ανέμους, σε 82 συνδυασμό με υπερβολική αζωτούχο λίπανση κτλ όπου τα φυτά συνήθως πλαγιάζουν προς την ίδια κατεύθυνση. Η ασθένεια μπορεί να νεκρώσει ολόκληρο το φυτό, συνήθως όμως το εξασθενίζει ή νεκρώνει μερικά «αδέλφια», περιορίζει τον αριθμό και τις διαστάσεις των κόκκων, πλαγιάζει τα καλάμια και κάνει δύσκολο το θερισμό. Μικρή ή και ελαφρά προσβολή μπορεί να περάσει απαρατήρητη σε πυκνούς πληθυσμούς.

Αίτιο: Την ασθένεια προκαλεί ο μύκητας *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Dei (συν. *Cercospora herpotrichoides* Fron), (Deuteromycotina, Hyphomycetes, Moniliales).

Ελμινθοσπορίωση

Το κριθάρι προσβάλλεται από δυο μύκητες του γένους *Helminthosporium*: τον *H. gramineum* που προσβάλλει κριθάρια ανοιξιάτικα ή φθινοπωρινά και τον *H. terres*, ο οποίος προσβάλλει το κριθάρι όψιμης σποράς. Κατά την προσβολή από το μύκητα *H. elminthosporium gramineum* παρατηρούνται τα εξής Συμπτώματα: Κατά το αδελφωμα και ξεστάχουασμα παρατηρούνται επιμήκεις, ραβδωτές, σκούρες καστανές κηλίδες στα φύλλα, τα οποία τελικά ξεραίνονται. Τα φυτά προσπαθούν να μεγαλώσουν χωρίς επιτυχία και τα στάχυα μένουν άδεια κλεισμένα μέσα στις θήκες των φύλλων (Θανασουλόπουλος, 1995).

Ρυγγοσπορίωση

Προσβάλλει κατά κύριο λόγο το κριθάρι, αλλά επιπλέον τη σίκαλη και άλλα αυτοφυή αγρωστώδη.

Συμπτώματα: Την άνοιξη στα ελάσματα των φύλλων εμφανίζονται κηλίδες γκριζόλευκες με περιφέρεια καστανοκίτρινη. Τα στάχυα προσβάλλονται στο στάδιο της γαλακτώδους ωρίμανσης.

Παθογόνο αίτιο: Οφείλεται στο μύκητα *Rhynchosporium secalis* (Deuteromycotina, Hyphomycetes, Moniliales).

Σεπτορίωση

Ο μύκητας προσβάλλει τα φύλλα και τα στάχια του σταριού.

Συμπτώματα: Την άνοιξη, όταν υπάρχει υψηλή υγρασία και ευνοϊκή θερμοκρασία εμφανίζονται στα φύλλα επιμήκεις ακανόνιστες κηλίδες με χρώμα κίτρινο μέχρι σκουροκάστανο. Μετά το ξεστάχιασμα δημιουργούνται στα λέπυρα νεκρώσεις, που αρχικά είναι βιολετιές και στη συνέχεια γίνονται καστανές.

Παθογόνο αίτιο: Οφείλεται στο μύκητα *Septoria tritici* (Deuteromycotina, Coleomyceles, Sphaeropsidales)

1.10. Λιπάσματα

Οι απαιτήσεις της αγοράς για αύξηση παραγωγής είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία των λιπασμάτων. Η χρήση τους ξεκινά από τις αρχές του 20 αιώνα. Λίπασμα καλείται οποιαδήποτε ουσία είτε είναι φυσική είτε είναι τεχνητή και η οποία περιέχει ένα ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία και συμβάλλει στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα των φυτών. Η χρήση των λιπασμάτων είναι αρκετά αναγκαία και απαραίτητη εξαιτίας της απομάκρυνσης των θρεπτικών στοιχείων μέσω συγκομιζόμενων προϊόντων, λόγω φυσικών απωλειών όπως έκπλυση και διάβρωση αλλά και λόγω της ανάγκης αναπλήρωσης και συμπλήρωσης αυτών των θρεπτικών στοιχείων. Τα λιπάσματα ανάλογα με την προέλευσή τους διακρίνονται σε οργανικά και ανόργανα ή χημικά λιπάσματα. Οργανικά καλούνται αυτά που παράγονται από ζωντανούς οργανισμούς φυτικής ή ζωικής προέλευσης (κοπριές, κρεατάλευρα, απόβλητα βιολογικών σταθμών). Τα λιπάσματα αυτά έχουν αρκετά χαμηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία και για τον λόγο αυτό είναι αναγκαία η χρήση τους σε μεγάλες ποσότητες. Η χρησιμοποίησή τους είναι υποβοηθητική τόσο για το φυτό όσο και για το έδαφος. Από την άλλη μεριά, τα ανόργανα παράγονται βιομηχανικά με φυσικοχημικές διεργασίες και περιέχουν ένα ή περισσότερα από τα κύρια θρεπτικά στοιχεία (N,P,K). Τέλος σημαντικό είναι να αναφερθεί πως υπάρχουν διάφοροι τύποι λιπασμάτων στην αγορά καθώς υπάρχουν διαφορετικές ανάγκες να καλυφθούν. Ανάγκες που έχουν σχέση με τον τρόπο εφαρμογής, τον τύπο καλλιέργειας και τις οικονομικές δυνατότητες του κάθε παραγωγού. Έτσι, παρατηρούμε πως υπάρχουν τα κοκκώδη και τα υγρά λιπάσματα. Τα πρώτα

χρησιμοποιούνται σε βασική ή επιφανειακή λίπανση ενώ τα επόμενα για διαφυλλικές ή εδαφικές επεμβάσεις.¹

1.10.1. Σπουδαιότητα αζώτου

Το άζωτο είναι ένα από τα πιο σπουδαία θρεπτικά στοιχεία καθώς είναι απαραίτητο για την παρασκευή πρωτεϊνικού μορίου. Επίσης είναι πρωταρχικός παράγοντας της αύξησης των αποδόσεων και για αυτό οι περισσότερες καλλιέργειες έχουν ανάγκη ενίσχυσης της περιεκτικότητας των εδαφών σε N. Το άζωτο συμβάλλει στην αύξηση του ύψους των φυτών, της φυλλικής επιφάνειας και των αριθμό των πλάγιων διακλαδώσεων. Επίσης συμβάλλει στην καλή και γρήγορη ανάπτυξη των φυτών, στην πλούσια βλαστική ανάπτυξη, στο μεγάλο αριθμό καρποφόρων βλαστών, στην επιμήκυνση της περιόδου καρποφορίας και στην εξασφάλιση μεγάλου ύψους παραγωγής. Τα φυτά μετατρέπουν το ανόργανο άζωτο (νιτρικό και αμμωνιακό) σε οργανικό (αμινοξέα, πρωτεΐνες). Η απορρόφηση του αζώτου από τα φυτά πραγματοποιείται μέσω των ριζών από το εφαιδικό διάλυμα υπό μορφή νιτρικών ή αμμωνιακών ιόντων. Στο έδαφος η αμμωνιακή μορφή οξειδώνεται και μετατρέπεται σε νιτρώδη (νιτρωδοποιητικά βακτήρια) και η νιτρώδη μορφή οξειδώνεται σε νιτρική (νιτροποιητικά βακτήρια). Σημαντικό είναι να τονιστεί πως το αμμωνιακό (NH₄) σε αντίθεση με το νιτρικό (NO₃⁻) έχει την ικανότητα να δεσμεύεται από τα κολλοειδή του εδάφους και να διατηρείται σε αυτό. Το νιτρικό δεν μπορεί να δεσμευτεί και ακολουθεί την ροή του εδαφικού διαλύματος με κίνδυνο την απομάκρυνσή του από την ριζόσφαιρα ή και την έκπλυσή του.

1

([http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/C671EB1BE83C1E28C225804800349C68/\\$file/%CE%9B%CE%99%CE%A0%CE%91%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/C671EB1BE83C1E28C225804800349C68/$file/%CE%9B%CE%99%CE%A0%CE%91%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91.pdf))

1.10.2. Παρεμποδιστής ουρεάσης

Η σπουδαιότητα του αζώτου στα φυτά είχε ως αποτέλεσμα την μελέτη και την προσπάθεια δημιουργίας λιπασμάτων με αργή αποδέσμευση του αζώτου. Την τελευταία δεκαετία η ουρία έχει ξεπεράσει και σχεδόν έχει αντικαταστήσει το νιτρικό αμμώνιο ως λίπασμα. Μεταξύ των αζωτούχων λιπασμάτων η ουρία σε παγκόσμια κλίμακα καταλαμβάνει την πρώτη θέση, λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων της, το κυριότερο των οποίων είναι ότι αποτελεί την πιο πλούσια πηγή αφομοιώσιμου αζώτου για τις καλλιέργειες (Αναλογίδης Δ., 2013). Η ουρία είναι ένα λευκό κρυσταλλικό στερεό που περιέχει άζωτο έως 46% και χρησιμοποιείται στη γεωργική βιομηχανία ως πρόσθετο ζωοτροφών και λίπασμα. Εμπορικά, η ουρία λιπάσματος κυκλοφορεί ως σβώλος ή ως κοκκώδες υλικό. Οι σβώλοι σχηματίζουν μια μικρότερη και μαλακότερη ουσία από άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μείγματα λιπασμάτων. Σήμερα όμως, σημαντικό ποσοστό ουρίας παράγεται σε κόκκους. Οι κόκκοι είναι μεγαλύτεροι, σκληρότεροι και πιο ανθεκτικοί στην υγρασία. Συγκεκριμένα αποτελείται από κόκκους ευμεγέθεις, συμπαγείς και ανθεκτικούς στην τριβή, χωρίς παρουσία σκόνης. Σε αντίθεση με τη νιτρική αμμωνία δεν είναι υγροσκοπική και δεν παρουσιάζει τάση συσσωμάτωσης.

Η ουρία μπορεί να εφαρμοστεί στο χώμα ως στερεό ή διάλυμα ή σε ορισμένες καλλιέργειες ως σπρέι φυλλώματος. Η χρήση ουρίας συνεπάγεται μικρό ή μηδαμινό κίνδυνο πυρκαγιάς ή έκρηξης. Η παρασκευή ουρίας απελευθερώνει λίγους ρύπους στο περιβάλλον. Είναι 100% υδατοδιαλυτή και προσαρμόζεται άριστα στα συστήματα υδρολιπάνσεων γεγονός που έγινε ήδη αντιληπτό και αξιοποιείται από τους έλληνες αγρότες-χρήστες τέτοιων συστημάτων. Αν και είναι 100% υδατοδιαλυτή η ουρία δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών με την αρχική χημική της μορφή, αλλά μετά από υδρόλυση. Αυτή αρχίζει αμέσως μετά την προσθήκη της στο έδαφος. Ακόμη σημαντικό είναι πως η υδρόλυση πραγματοποιείται από ένα ένζυμο, το οποίο ονομάζεται ουρεάση. Αυτό, εκκρίνεται από μικροοργανισμούς και δεν απουσιάζει ποτέ από τα εδάφη. Κατά την υδρόλυση η ουρία μετατρέπεται σε αμμωνία (NH₃) και στη συνέχεια έχει την ίδια συμπεριφορά με τα αμμωνιακά λιπάσματα. Η ανάγκη της βραδείας απελευθέρωσης αζώτου οδήγησε στην δημιουργία λιπασμάτων με κάποιους παρεμποδιστές. Ένας τέτοιος παρεμποδιστής είναι ο παρεμποδιστής ουρεάσης. Μία ουσία που αναστέλλει την υδρολυτική δράση του ενζύμου ουρεάσης στην ουρία με αποτέλεσμα την

καθυστερήσει της διάσπασης της σε αμμωνία (NH₃) και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) για 12 έως 20 μέρες.²

1.10.3 Agrotain

Το **agrotain** είναι ένας παρεμποδιστής ουρεάσης που ταξιδεύει μαζί με την ουρία και φτάνει στο έδαφος. Σαν βασική ουσία έχει το NBPT [(n-butyl)(triphosphoric acid triamide)]. Ο μηχανισμός του είναι πολύ ισχυρός γιατί έχει την ικανότητα να μπορεί να κλειδώσει πάνω στις ενζυμικές συνδέσεις και να αποτρέψει την αντίδραση του ενζύμου με αποτέλεσμα να μειώνει τα ποσοστά αμμωνίας από τη ουρία (Brouder, 1996). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με δύο μελέτες που πραγματοποιήθηκαν οι απώλειες αεριοποίησης της αμμωνίας μειώθηκαν από 40 mg σε 2 mg και 88 mg σε 12 mg.(Grant, 2004). Το Agrotain δεν σταματάει την διαδικασία της υδρόλυσης απλώς επιβραδύνει την διαδικασία. Η διαδικασία παρεμποδίζεται για 15 έως 20 μέρες. Σημαντικό επίσης είναι πως ο ρυθμός τροφοδοσίας με άζωτο είναι ομαλός και παρατεταμένος. Επίσης, πρέπει να τονιστεί πως το Agrotain εμποδίζει την άνοδο του pH στο έδαφος. Τέλος, το Agrotain συμβάλλει σημαντικά στην μείωση των απωλειών του αζώτου από το έδαφος λόγω εξαέρωσης, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται ολόκληρη η ποσότητα αζώτου από τα φυτά με τις καλύτερες επιπτώσεις ως προς την παραγωγή και απόδοση.

³4

2

(https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiksdLfl_zVAhWHuxQKHRKQDgMQFggqMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.extension.umn.edu%2Fagriculture%2Fnutrient-management%2Fnitrogen%2Ffertilizerurea%2F&usg=AFQjCNHyV7I0RLVkfB8bQK2vKxZZD9tTjA)
³ (http://extension.agron.iastate.edu/compendium/compendiumpdfs/franzen_urea.pdf)
(http://www.firt.org/sites/default/files/Sutton_Inhibitors%26Stabilizers_presentation.pdf)

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Έδαφος

Το πείραμα διεξήχθη στην περιοχή του Βελεστίνου την περίοδο του έτους 2013 με 2014. Το έδαφος στην περιοχή του Βελεστίνου είναι ασβεστώδες με pH που κυμαίνεται ανάμεσα στις τιμές 8,1 και 8,3. Επίσης, είναι αργιλοπηλώδες έως πηλώδες (άμμος 19-21%, πηλός 39-41% και άργιλο 38-42%) με μεγάλες ποσότητες οργανικής ουσίας (2,3 – 2,7% σε προφίλ εδάφους 40cm).

2.2. Καλλιεργητικές εργασίες

2.2.1. Προετοιμασία του εδάφους

Είναι αξιοσημείωτο να αναφερθούν οι προσπαρτικές φροντίδες που εφαρμόστηκαν στο έδαφος ώστε να υπάρχουν οι ιδανικότερες συνθήκες για το φύτευμα του σπόρου και την μετέπειτα ανάπτυξή του. Γι' αυτό τον λόγο, ο αγρός οργώθηκε με καλλιεργητή μέσου τύπου. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε περιστροφικός καλλιεργητής για να ψιλοχωματιστεί το επιφανειακό στρώμα του εδάφους. Με την χρήση αυτών των μηχανημάτων επιτεύχθηκαν καλύτερες συνθήκες υγρασίας, αερισμού κι επαφή του σπόρου με το χώμα.

2.2.2. Σπορά

Για την σπορά του σκληρού σίτου χρησιμοποιήθηκε σπαρτική μηχανή σιτηρών. Ακόμη, χρησιμοποιήθηκαν 20 kg/στρ σπόροι ποικιλίας Simeto τέλη Νοεμβρίου του έτους 2013. Η σπορά έλαβε χώρα στις 29/11/2013.

2.2.3. Λίπανση

Η λίπανση πραγματοποιήθηκε τυχαιοποιημένα στο πείραμά και για τις 3 επαναλήψεις. Αρχικά, για την βασική λίπανση εφαρμόστηκαν τα λιπάσματα με 4 διαφορετικά επίπεδα αζώτου (0kg, 6kg, 12kg, 18kg) και χρησιμοποιήθηκαν 4 διαφορετικοί τύποι λιπασμάτων, τα δύο εκ των οποίων ήταν απλού τύπου (20-10-0 και 16-20-0) και τα άλλα δύο με παρεμποδιστή ουρεάσης (30-15-0 και 20-24-0). Έπειτα, ακολούθησε η εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης, όπου στα τεμάχια με τα απλά λιπάσματα χορηγήθηκε η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0) και η νιτρική αμμωνία (34,5-0-0), σε αντίθεση με εκείνα τα πειραματικά τεμάχια που

εφαρμόστηκαν πάλι λιπάσματα που είχαν παρεμποδιστή ουρεάσης, τα οποία ήταν το (40-0-0) και το (46-0-0). Τέλος, υπήρχε και ο μάρτυρας με μηδενική λίπανση.

2.2.4. Έλεγχος ζιζανίων

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε έγινε τόσο εφαρμογή κατάλληλων ζιζανιοκτόνων, καθώς επίσης εφαρμόστηκε και ο χειρωνακτικός τρόπος απομάκρυνσης των ζιζανίων.

2.2.5. Έλεγχος εχθρών και ασθενειών

Το γεγονός πως δεν παρατηρήθηκε κάποιος σημαντικός αριθμός εχθρών και ασθενειών στον αγρό, οδήγησε στο να μην πραγματοποιηθεί επέμβαση ούτε με χημικό ούτε με μηχανικό τρόπο για την αντιμετώπισή τους.

2.3. Συλλογή πειραματικών δεδομένων.

Η μελέτη της αύξησης και ανάπτυξης των φυτών πραγματοποιήθηκε με 3 δειγματοληψίες-κοπές κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι κοπές έγιναν στις παρακάτω ημερομηνίες:

1^η κοπή: 4/4/2014.

2^η κοπή: 5/5/2014.

3^η κοπή: 6/6/2014.

2.3.1. Μετρήσεις στον Αγρό

Κάθε κοπή γινόταν με την χρήση ενός πλαισίου 500cm² το οποίο τοποθετούνταν εντελώς τυχαία σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και στη συνέχεια η συλλογή γινόταν χειρωνακτικά. Κάθε κοπή αποτελούταν από 78 δείγματα εκτός από τη πρώτη κοπή στην οποία άρθηκαν τα μισά δείγματα δηλαδή 39. Η εξαίρεση αυτή συνέβη καθώς στην πρώτη κοπή είχε πραγματοποιηθεί μόνο η βασική λίπανση χωρίς την επιφανειακή. Από κάθε δείγμα οι μετρήσεις που λήφθηκαν ήταν το ύψος και το χλωρό βάρος.

2.3.2. Μετρήσεις στο Εργαστήριο

Αμέσως μετά τις κοπές τα δείγματά μεταφερότανε στο Εργαστήριο Γεωργίας. Στον χώρο του εργαστηρίου κάθε δείγμα διαιρούνταν σε ένα μικρότερο υπόδειγμα. Σ'

αυτό λοιπόν, γινόταν η μέτρηση του χλωρού βάρους τους. Έπειτα ήταν αναγκαίο το να τεμαχιστούν και να διαχωριστούν ο βλαστός, τα φύλλα και η ανθοταξία. Στη συνέχεια, τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες οι οποίες οδηγούνταν στο ξηραντήριο. Η ξήρανση τους λάμβανε χώρα σε κλίβανο στους 70 °C μέχρι να αποκτήσουν σταθερά βάρη. Μετά την ξήρανση (6-7 ημέρες) μετρούνταν το ξηρό τους βάρος, με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

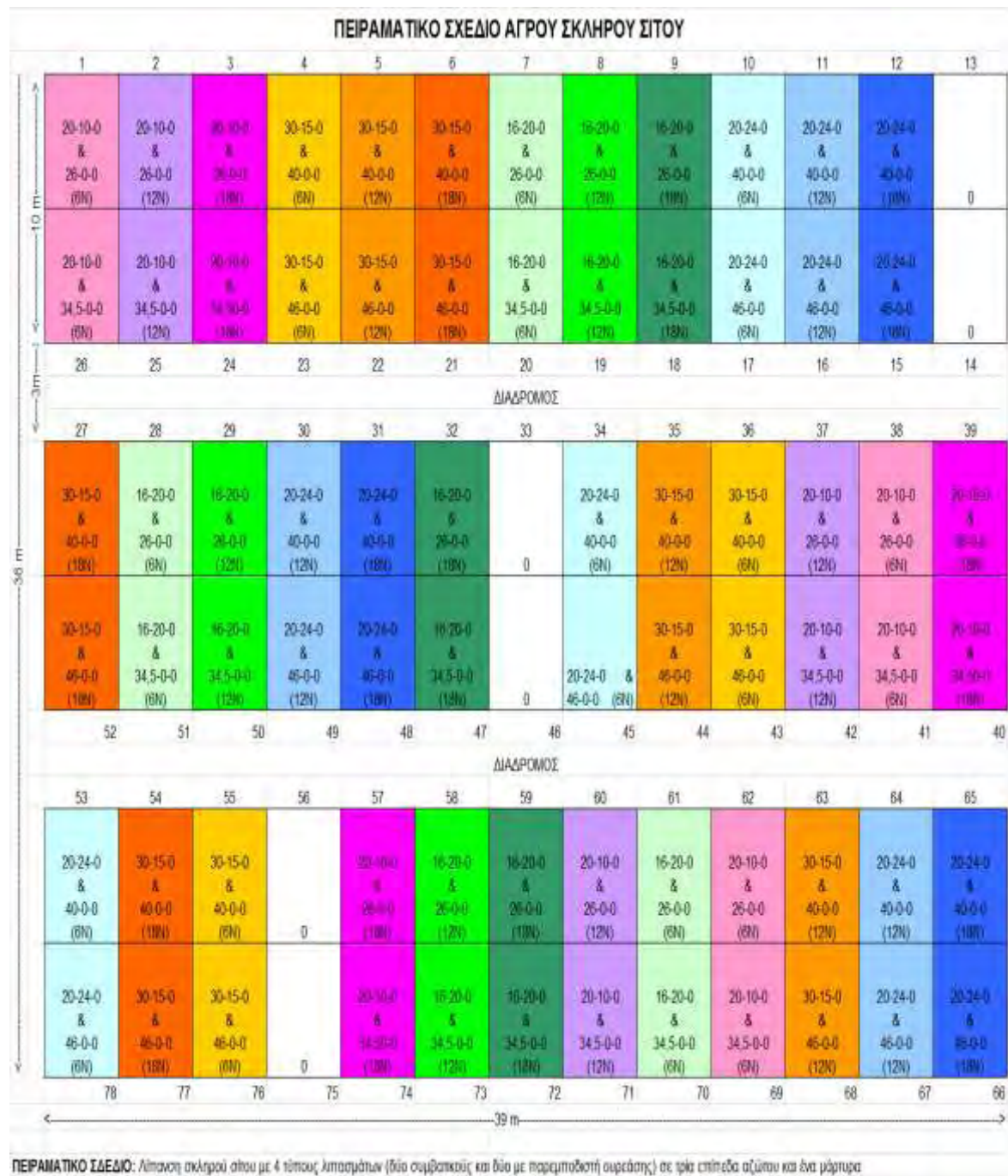
2.4. Πειραματικό σχέδιο

Το πείραμα καταλάμβανε έκταση $36\text{m} \times 39\text{m} = 1404\text{m}^2$ περίπου δηλαδή 1,5 στρέμμα συμπεριλαμβανομένου και των διαδρόμων. Πραγματοποιήθηκε οριοθέτηση της έκτασης σε 3 επαναλήψεις και η κάθε μία καταλάμβανε απόσταση ίση με $10\text{m} \times 39\text{m} = 390\text{m}^2$. Η κάθε επανάληψη χωρίστηκε σε 78 υποτεμάχια τα οποία κατείχαν χώρο ίσο με $5\text{m} \times 3\text{m} = 15\text{m}^2$

Κάθε επανάληψη περιελάμβανε σε τυχαία σειρά πειραματικά τεμάχια που περιείχαν τους εξής συνδυασμούς λιπασμάτων:

1. Μάρτυρας με μηδενική λίπανση.
2. Βασική λίπανση με 3 μονάδες αζώτου με το απλό 20-10-0 και επιφανειακή λίπανση με το συμβατικό 26-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.
3. Βασική με 4 μονάδες αζώτου με το απλό 20-10-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 26-0-0 με 8 μονάδες αζώτου
4. Βασική με 5 μονάδες αζώτου με το απλό 20-10-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 26-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.
5. Βασική με 3 μονάδες αζώτου με το απλό 20-10-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 34,5-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.
6. Βασική με 4 μονάδες αζώτου με το απλό 20-10-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 34,5-0-0 με 8 μονάδες αζώτου.
7. Βασική με 5 μονάδες αζώτου με το απλό 20-10-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 34,5-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.
8. Βασική με 3 μονάδες αζώτου με το nutrimore 30-15-0 και επιφανειακή με το nutrimore 40-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.

9. Βασική με 4 μονάδες αζώτου με το nutrimore 30-15-0 και επιφανειακή με το nutrimore 40-0-0 με 8 μονάδες αζώτου.
10. Βασική με 5 μονάδες αζώτου με το nutrimore 30-15-0 και επιφανειακή με το nutrimore 40-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.
11. Βασική με 3 μονάδες αζώτου με το nutrimore 30-15-0 και επιφανειακή με το nutrimore 46-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.
12. Βασική με 4 μονάδες αζώτου με το nutrimore 30-15-0 και επιφανειακή με το nutrimore 46-0-0 με 8 μονάδες αζώτου.
13. Βασική με 5 μονάδες αζώτου με το nutrimore 30-15-0 και επιφανειακή με το nutrimore 46-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.
14. Βασική με 3 μονάδες αζώτου με το απλό 16-20-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 26-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.
15. Βασική με 4 μονάδες αζώτου με το απλό 16-20-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 26-0-0 με 8 μονάδες αζώτου.
16. Βασική με 5 μονάδες αζώτου με το απλό 16-20-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 26-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.
17. Βασική με 3 μονάδες αζώτου με το απλό 16-20-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 34,5-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.
18. Βασική με 4 μονάδες αζώτου με το απλό 16-20-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 34,5-0-0 με 8 μονάδες αζώτου.
19. Βασική με 5 μονάδες αζώτου με το απλό 16-20-0 και επιφανειακή με το συμβατικό 34,5-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.
20. Βασική με 3 μονάδες nutrimore 20-24-0 και επιφανειακή με το nutrimore 40-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.
21. Βασική με 4 μονάδες nutrimore 20-24-0 και επιφανειακή με το nutrimore 40-0-0 με 8 μονάδες αζώτου.
22. Βασική με 5 μονάδες nutrimore 20-24-0 και επιφανειακή με το nutrimore 40-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.
23. Βασική με 3 μονάδες nutrimore 20-24-0 και επιφανειακή με το nutrimore 46-0-0 με 3 μονάδες αζώτου.
24. Βασική με 4 μονάδες nutrimore 20-24-0 και επιφανειακή με το nutrimore 46-0-0 με 8 μονάδες αζώτου.
25. Βασική με 5 μονάδες nutrimore 20-24-0 και επιφανειακή με το nutrimore 46-0-0 με 13 μονάδες αζώτου.

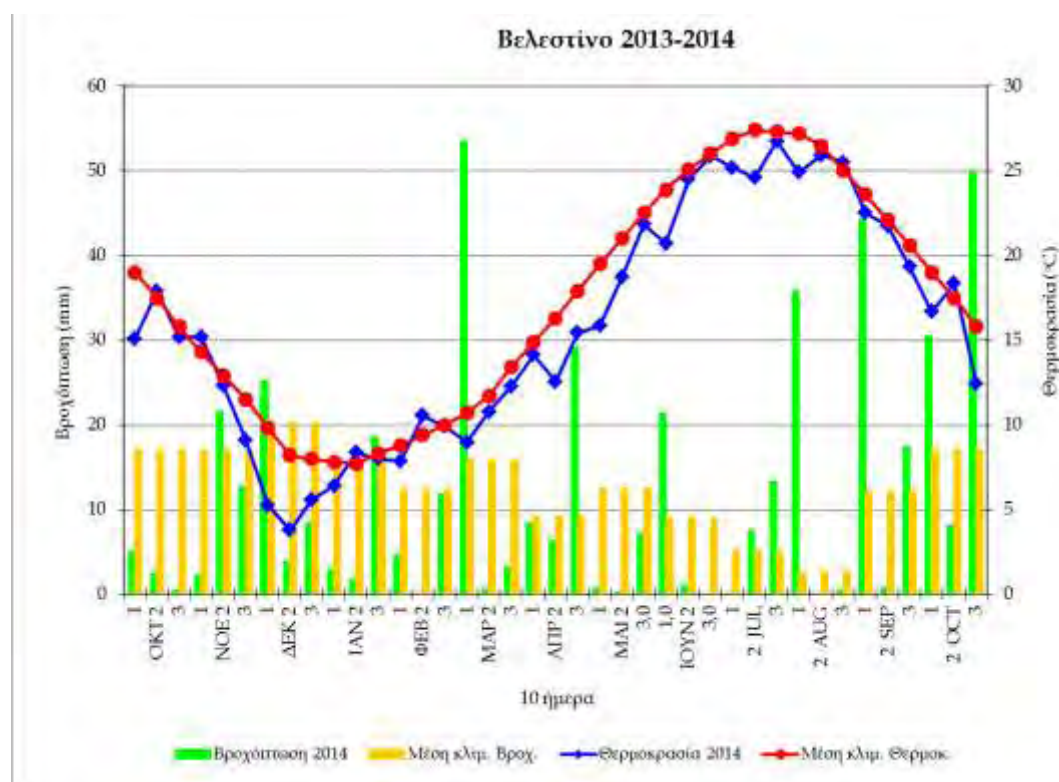


Πίνακας : Η τυχαιοποίηση των πειραματικών τεμαχίων στο σκληρό σίτο

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Καιρικές συνθήκες

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν καθ' όλο το διάστημα της εξέλιξης του πειράματος.



Διάγραμμα 1: Μέση θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ανά 10ήμερο, το 2014, στο Βελεστίνο.

Η σπορά της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε στις αρχές Δεκεμβρίου. Όπως είναι εμφανές και από το Διάγραμμα 1, την περίοδο εκείνη στην περιοχή του Βελεστίνου επικράτησαν χαμηλές για την εποχή θερμοκρασίες. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να καθυστερήσει ελαφρώς η έναρξη του φυτώματος γεγονός όμως, που δεν επηρέασε αρνητικά τη φυτρωτικότητα.

Στο στάδιο της αύξησης και ανάπτυξης της καλλιέργειας οι απαιτήσεις σε νερό είναι αυξημένες. Με αποτέλεσμα οι καιρικές συνθήκες αποδείχθηκε πως ήταν ευνοϊκές για τις ανάγκες του σκληρού σίτου, καθώς το ύψος βροχής το πρώτο δεκαήμερο του Μαρτίου κυμάνθηκε από 53 έως 90 mm.

Επιπρόσθετα η περίοδος του Απριλίου που ακολούθησε παρουσίασε ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες για τον σκληρό σίτο, καθώς παρατηρήθηκε παρατεταμένη ξηρασία, η οποία είχε σαν αποτέλεσμα την αναστολή της περαιτέρω αύξησης και ανάπτυξης των φυτών. Επίσης, η περίοδος ξηρασίας συνεχίστηκε έως και το τέλος του μήνα. Παρόλα αυτά φαίνεται σύμφωνα με το διάγραμμα (Διάγραμμα 1) πως εκείνη την περίοδο η εμφάνιση κάποιων βροχοπτώσεων ήταν επαρκείς, για την ομαλή ανάπτυξη της καλλιέργειας.

3.2 Αύξηση, Ανάπτυξη και Απόδοση

3.2.1 Δειγματοληψία πρώτη

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την αύξηση, ανάπτυξη και απόδοση του σκληρού σίτου. Εδώ θα παρουσιαστούν οι πίνακες και από τις τρεις κοπές και θα συζητηθούν τα αποτελέσματα. Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης της πρώτης κοπής που πραγματοποιήθηκε 4/4/2014, τόσο ως προς τις διαφορετικές λιπαντικές μονάδες, αλλά και ως προς τους διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων που δοκιμάστηκαν.

Το πρώτο χαρακτηριστικό που αναλύθηκε ήταν το ύψος των φυτών. Είναι φανερό ότι, τα φυτά μάρτυρες, που δεν δέχτηκαν καθόλου ποσότητα λιπάσματος, παρουσίασαν το χαμηλότερο ύψος. Μάλιστα, τα υψηλότερα φυτά σημειώθηκαν στη μεταχείριση με τις 12 μονάδες αζωτούχου λίπανσης και με μια διαφορά που άγγιζε τα 5cm. Ακολούθησαν τα φυτά που είχαν δεχθεί 18 μονάδες αζώτου με πολύ μικρή διαφορά. Τα αποτελέσματα αυτά δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Καθώς επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν στα αποτελέσματα του ύψους του φυτού με τους διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων. Η χαμηλότερη τιμή παρουσιάζεται στο λίπασμα 16 – 20 – 0 (συμβατικό), που το ύψος των φυτών φτάνει στα 51 cm.

Στη συνέχεια, όσον αφορά το ολικό ξηρό βάρος υπάρχουν στατικά σημαντικές διαφορές. Η χαμηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στα πειραματικά τεμάχια που δεν δέχτηκαν καθόλου λίπασμα. Όλες οι μεταχειρίσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Εκείνη που φάνηκε να βοηθάει περισσότερο τα φυτά και να αποδίδει το μέγιστο ολικό χλωρό βάρος, ήταν αυτή με τις περισσότερες λιπαντικές μονάδες. Από την άλλη μεριά, τα αποτελέσματα με τους διαφορετικούς τύπους

λιπασμάτων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Η μέγιστη τιμή παρουσιάζεται στο nutrimore λίπασμα 20 – 24 – 0, και είναι τα 1089 kg/στρ.

Έπειτα, αναλύονται στατιστικά, τα δεδομένα του ξηρού βάρους των φύλλων. Όλες οι τιμές σ' αυτή τη μέτρηση διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάστηκε στις 18 λιπαντικές μονάδες αζώτου, με διαφορά που φτάνει τα 20 kg/στρ από την αμέσως μικρότερη. Ωστόσο, δεν παρατηρείται στα αποτελέσματα από τα διαφορετικά λιπάσματα που χορηγήθηκαν, να έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι αποκλίσεις μεταξύ των τιμών ήταν σχετικά πολύ μικρές, με ένα μικρό προβάδισμα να έχουν οι μεταχειρίσεις με τα nutrimore λιπάσματα. Ενδεικτικά, η τιμή στο 20 – 24 – 0 ήταν κι η μεγαλύτερη στο ξηρό βάρος των φύλλων, στα 128 kg/στρ.

Ακολουθως στη διάταξη των δεδομένων στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.), η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε για το ολικό ξηρό βάρος. Σ' αυτή την περίπτωση, οι τιμές φάνηκε να διαφέρουν στατικώς σημαντικά μεταξύ τους. Ωστόσο, οι μεταχειρίσεις με τις 12 και τις 18 λιπαντικές μονάδες αζώτου δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά, αλλά διαφέρουν ως προς τον μάρτυρα και τις 6 λιπαντικές μονάδες. Στις επόμενες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, που αφορούσαν τον τύπο του λιπάσματος, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Όπως και στα άλλα βάρη, έτσι κι εδώ, παρατηρείται ομοιομορφία στις τιμές, με κάποια υπεροχή εκείνων των μεταχειρίσεων που χορηγήθηκαν τα λιπάσματα nutrimore.

Το τελευταίο βάρος που καταμετράται σ αυτόν τον πίνακα είναι του ξηρού βάρους των βλαστών. Τα δεδομένα προέκυψαν να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για εκείνη τα διαφορετικά επίπεδα λιπάσματος που χρησιμοποιήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια. Πιο αναλυτικά, οι μεταχειρίσεις με τις 12 και τις 18 λιπαντικές μονάδες αζώτου δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά, αλλά διαφέρουν ως προς τον μάρτυρα και τις 6 λιπαντικές μονάδες. Η χαμηλότερη τιμή σημειώθηκε από τον μάρτυρα, στα 46,7 kg/στρ, ενώ η μεγαλύτερη στις 18 μονάδες αζώτου, στα 92,7 kg/στρ. Σ' αντίθεση με την επόμενη μέτρηση, όπου οι τιμές ήταν αρκετά ομοιόμορφες μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους στο βλαστό, ανάλογα με τους διαφορετικούς τύπους λιπάσματος, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά.

Χαρακτηριστικός Παράγοντας		Ύψος φυτών (cm)	Ολικό Χλωρό βάρος (kg/στρ.)	Βάρος ξηρών φύλλων (Kg/στρ)	Ολικό ξηρό βάρος (kg/στρ.)	Βάρος ξηρών βλαστών (kg/στρ.)
ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)	0	50,6	661a	49, 6a	75,4a	46,7a
	6	51,3	985b	62,2ab	114,9b	75,1b
	12	55,3	1112bc	87,5bc	142,5c	88,8c
	18	54,2	1244c	104c	154, 6c	92,7c
ΕΣΔ.05		ns	180,3	29,42	21,75	12,46
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0	53,4	1020	81,1	124	75,7
	30-15-0	53,2	941	66,2	123,7	70,9
	Nutrimore	51	954	72,1	111,8	78, 6
	20-24-0	53,7	1089	84	128	78,1
	Nutrimore					
ΕΣΔ.05		ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		4,4	9	19,4	8,9	8,2

Πίνακας 2: Ύψος φυτών, ολικό ξηρό βάρος, ξηρό βάρος των φύλλων, ολικό χλωρό βάρος, ξηρό βάρος στάχως υπό διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο Βελεστίνο.

3.2.1.1 Ύψος

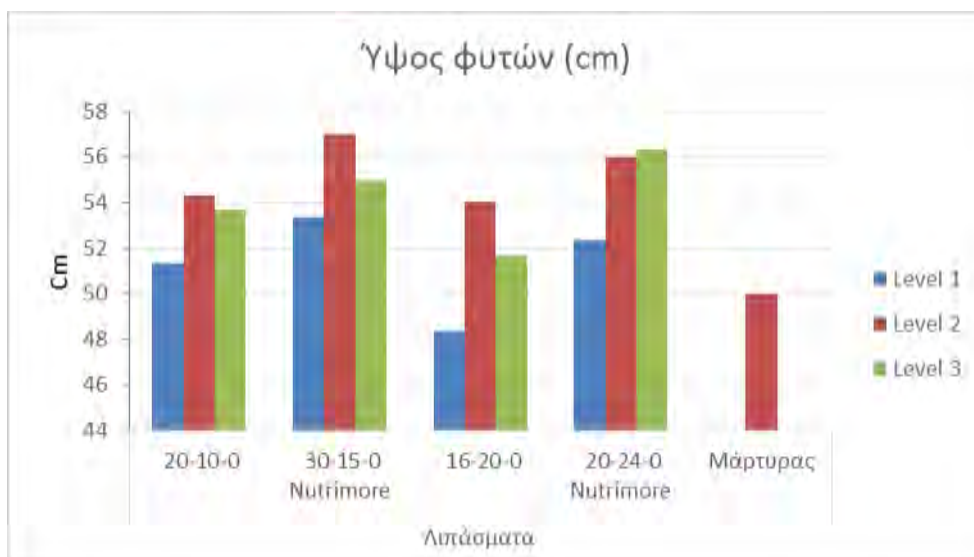
Στην πρώτη κοπή σημαντικό είναι και πρέπει να τονιστεί πως βρισκόμαστε στο στάδιο του καλαμώματος. Ο πίνακας (Πίνακας 2.1) που ακολουθεί, παρουσιάζει την επίδραση του συνδυασμού διαφορετικής δόσης λίπανσης με διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων ως προς το ύψος των φυτών. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν ομοιομορφία στις τιμές τους και δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Πιο αναλυτικά, το μεγαλύτερο ύψος φυτών απέδωσε ο συνδυασμός 30-15-0, με 12 kg/στρ, όπου τα φυτά, σε μέσο όρο, άγγιξαν τα 57 cm. Από την άλλη, τα

πειραματικά τεμάχια με τη χαμηλότερο μέσο όρο, ήταν εκείνα που συνδύαζαν τα 16-20-0 στις 6 λιπαντικές μονάδες και μέσο ύψος φυτών 48,3 cm.

Ύψος φυτών (cm)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0	51,3	54,3	53,6
	30-15-0 Nutrimore	53,3	57	56
	16-20-0	48,3	54	51, 6
	20-24-0 Nutrimore	52,3	56	56,3
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		6,4		

Πίνακας 2.1 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και τύπων λιπασμάτων στο ύψος των φυτών του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 2.1) απεικονίζεται το ύψος των φυτών του σκληρού σίτου μετά την επίδραση της βασικής λίπανσης. Έτσι, όπως φαίνεται και πιο κάτω, η χαμηλότερη τιμή έλαβε χώρα κατά τη χρήση του λιπάσματος 16-20-0 με 6 μονάδες αζώτου και ήταν τα 48,3 cm. Από την άλλη μεριά, η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στο λίπασμα 30-15-0 (παρεμποδιστή ουρέασης) με εφαρμογή 12 Kg/στρ και ήταν τα 57 cm. Συμπερασματικά βλέπουμε πως τα λιπάσματα με παρεμποδιστή ουρέασης λειτούργησαν ευεργετικά στην ανάπτυξη του ύψους των φυτών μας.



Διάγραμμα 2.1: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης σε διαφορετικά λιπάσματα, στο ύψος των φυτών του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

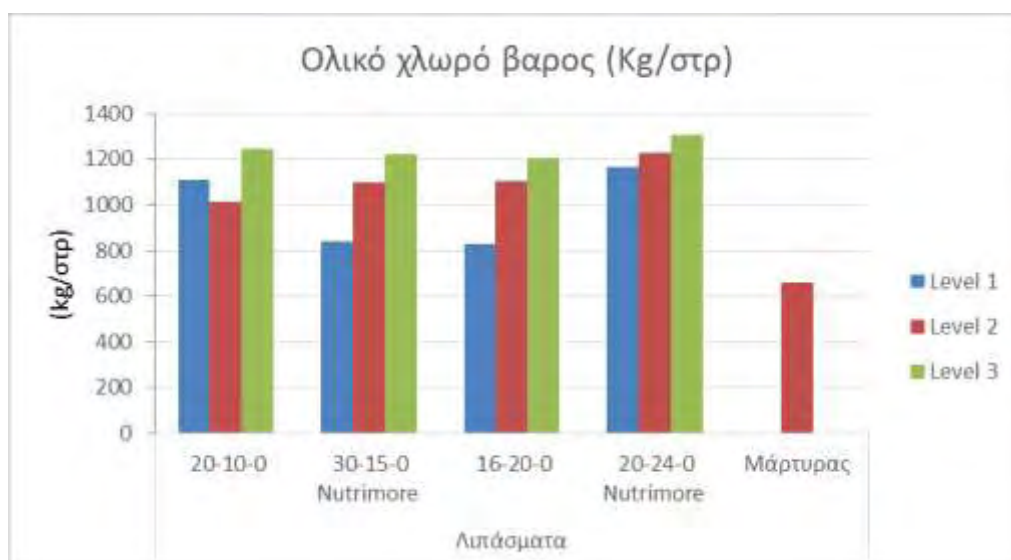
3.2.1.2 Ολικό χλωρό βάρος

Ένας άλλος παράγοντας για την καλλιέργεια του σκληρού σίτου είναι η απόδοση σε ολικό χλωρό βάρος. Έτσι, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακα 1.2), αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και τύπων λιπασμάτων, και δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Το μεγαλύτερο ολικό χλωρό βάρος, με τιμή τα 1305 kg/στρ, παρουσιάστηκε στο λίπασμα nutrimore 20-24-0 με τις περισσότερες λιπαντικές μονάδες. Σε αντίθεση με τον συνδυασμό 16-20-0 με 6 kg αζώτου το στρέμμα, το οποίο απέδωσε μόλις 827 kg/στρ.

Ολικό χλωρό βάρος (kg/στρ.)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0	1108	1015	1243
	30-15-Nutrimore	839	1100	1223
	16-20-0	827	1105	1205
	20-24-0 Nutrimore	1167	1230	1305
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		21,2		

Πίνακας 2.2 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και τύπων λιπασμάτων ως προς το ολικό χλωρό βάρος του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Η μεταβλητή αυτή απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 2.2). Σύμφωνα, με το γράφημά μας, σημαντικό ρόλο διαδραμάτισαν τόσο τα επίπεδα αζώτου όσο και οι τύποι λιπασμάτων (συμβατικά, παρεμποδισμένα). Συγκεκριμένα, φαίνεται πως η χαμηλότερη τιμή βρέθηκε στο λίπασμα 16-20-0 (συμβατικό) σε εφαρμογή 6 kg/στρ και ήταν τα 826,6 kg/στρ. Αντίθετα, η υψηλότερη τιμή βρέθηκε κατά την εφαρμογή του λιπάσματος 20-24-0 (nutrimore) στα 18 kg/στρ και ήταν τα 1305 kg/στρ. Τέλος βλέπουμε πως τα μεγαλύτερα επίπεδα αζώτου (12 και 18 kg/στρ) έπαιξαν σημαντικό ρόλο για το ολικό χλωρό βάρος.



Διάγραμμα 2.2:Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων αζωτούχου λίπανσης και διαφορετικών τύπων λιπασμάτων στην παραγωγή χλωρού βάρους.

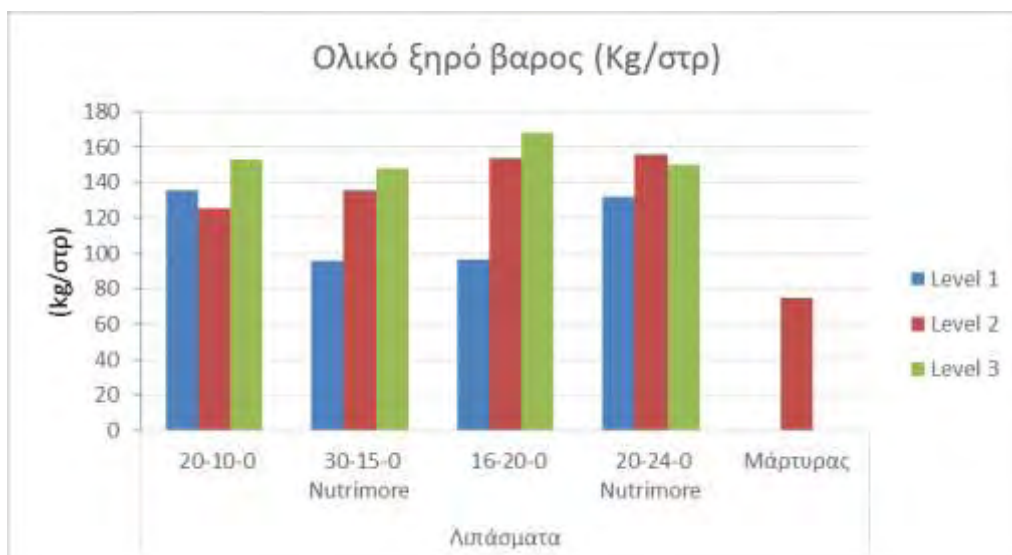
3.2.1.3 Ολικό ξηρό βάρος

Τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικής δόσης αζωτούχου λίπανσης και διαφορετικών τύπων λιπασμάτων στο ολικό ξηρό βάρος δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Οι τιμές ήταν αρκετά ομοιόμορφες, με μικρές αποκλίσεις στα διάφορα επίπεδα αζώτου. Υψηλότερη απόδοση σε χλωρό βάρος παρουσίασε το λίπασμα 16-20-0 με εφαρμογή 18 kg αζώτου το στρέμμα όπου εμφάνισε 168 kg/στρ χλωρό βάρος. Αντίθετα, τη χαμηλότερη απόδοση σε χλωρό βάρος παρουσίασε το nutrimore λίπασμα 30-15-0 με προσθήκη 6 μονάδων αζώτου, όπου εμφάνισε ολικό χλωρό βάρος 95,8 kg/στρ.

Ολικό ξηρό βάρος (kg/στρ.)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0	135.4	125.2	152.9
	30-15-0 Nutrimore	95.8	135.8	147.7
	16-20-0	96.5	153.3	168.2
	20-24-0 Nutrimore	132.0	155.7	149.7
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		22.6		

Πίνακας 2.3 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ολικό χλωρό βάρος του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Το παρακάτω γράφημα φανερώνει τις διάφορες διακυμάνσεις που υπάρχουν σε σύγκριση με τους τύπους λιπασμάτων αλλά και σύμφωνα με τα επίπεδα αζώτου. Συμπερασματικά, παρατηρούμε στο παρακάτω γράφημα (Διάγραμμα 2.3) πως η χαμηλότερη τιμή σε ξηρό βάρος είναι τα 95,8 kg/στρ και η αμέσως επόμενη χαμηλότερη είναι τα 96,47 kg/στρ. Σημαντικό είναι να τονιστεί πως και οι δύο τιμές παρατηρήθηκαν στα χαμηλότερα επίπεδα αζώτου (6 kg/στρ). Η πρώτη αντιστοιχεί στο λίπασμα 30-15-0 (nutrimore), ενώ η δεύτερη στο λίπασμα 16-20-0 (συμβατικό). Αντίθετα, η υψηλότερη τιμή ήταν τα 168 kg/στρ με την εφαρμογή του 16-20-0 (συμβατικό) σε επίπεδο 18 Kg/στρ άζωτο.



Διάγραμμα 2.3: Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων του ολικού ξηρού βάρους, σε σύγκριση με τους διαφορετικούς τύπους αζωτούχου λίπανσης και τους διαφορετικούς τύπους λιπάσματος.

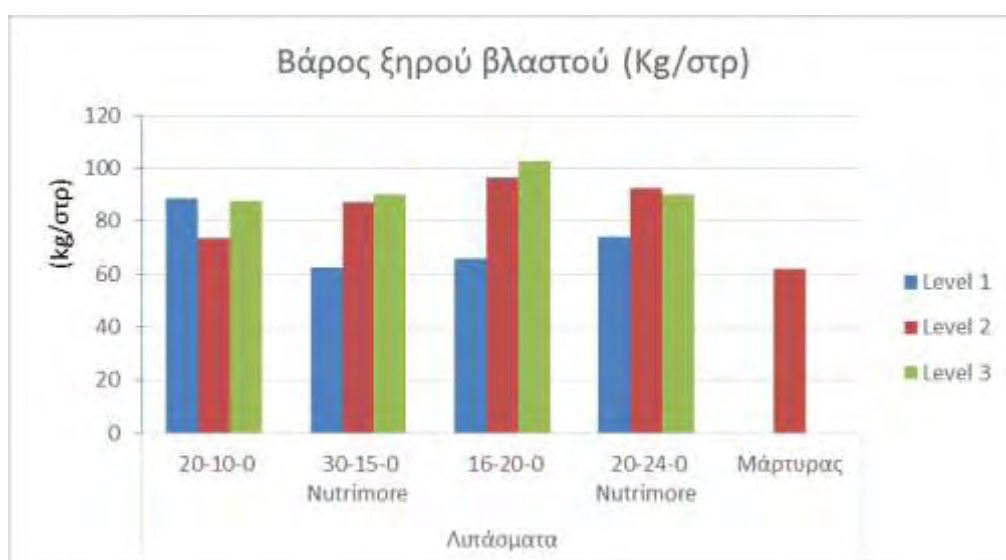
3.2.1.4 Βάρος ξηρών βλαστών

Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 3., τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και τύπων λιπασμάτων δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Έτσι, το λίπασμα 16-20-0 με 18 kg αζώτου το στρέμμα απέδωσε το μεγαλύτερο ξηρό βάρος βλαστών, με 102,9 kg/στρ σε αντίθεση με τον τύπο λιπάσματος 30-15-0 που είναι nutrimore και με δοσολογία 6 kg αζώτου το στρέμμα απέδωσε μόλις 62.5 kg/στρ.

Βάρος ξηρών βλαστών (kg/στρ.)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0	88.7	79.0	87.7
	30-15-0 Nutrimore	62.5	87.2	90.0
	16-20-0	65.9	96.5	102.9
	20-24-0 Nutrimore	83.4	92.7	90.2
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		20,7		

Πίνακας 2.4: Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ξηρό βάρος στάχως του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 2.4) φανερώνει τις διακυμάνσεις που δημιουργήθηκαν σύμφωνα με τους τύπους λιπασμάτων και με τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης. Με αυτό τον τρόπο βλέπουμε πως οι χαμηλότερες τιμές προκλήθηκαν κατά την εφαρμογή των λιγότερων επιπέδων λίπανσης (6 kg/στρ) στα λιπάσματα 30-15-0 (nutrimore) και 16-20-0, όπως και στο ολικό ξηρό βάρος. Οι τιμές αυτές ήταν για το πρώτο λίπασμα τα 62,48 kg/στρ ενώ για το δεύτερο τα 65,9 kg/στρ. Από την άλλη, η υψηλότερη τιμή βρέθηκε κατά τη χρήση του 16-20-0(συμβατικό) σε 18 kg/στρ, ακριβώς όπως και στο ολικό ξηρό βάρος και ήταν τα 74 kg/στρ.



Διάγραμμα 2.4: Γραφική παράσταση που παρουσιάζει το βάρος του ξηρού βλαστού, σύμφωνα με διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και διαφορετικού τύπου λιπασμάτων.

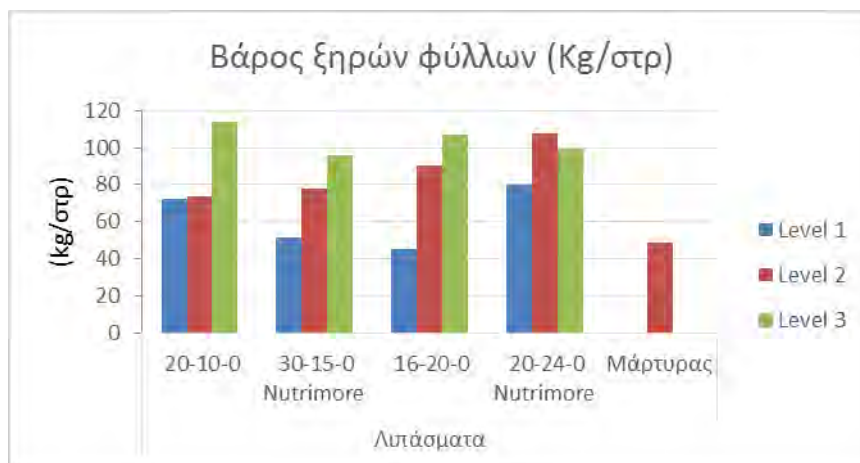
3.2.1.5 Βάρος ξηρών φύλλων

Στον τελευταίο πίνακα της πρώτης κοπής, τα δεδομένα του συνδυασμού της διαφορετικής δόσης λίπανσης και του διαφορετικού τύπου λιπασμάτων ως προς το ξηρό βάρος των φύλλων, δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ο συνδυασμός 20-10-0 με 18 kg/στρ εμφάνισε τη μέγιστη απόδοση σε βάρος ξηρού βλαστού, με 113,9 kg/στρ ενώ ο συνδυασμός 16-20-0 και με τα λιγότερα κιλά αζωτούχου λίπανσης το στρέμμα απέδωσε το λιγότερο ξηρό βάρος βλαστού με 45,1 kg/στρ.

Βάρος ξηρών φύλλων (kg/στρ.)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0	72.2	73.9	113.9
	30-15-Nutrimore	51.4	77.8	96.0
	16-20-0	45.1	90.6	107.2
	20-24-0 Nutrimore	80.2	107.6	99.1
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		35,7		

Πίνακας 2.5 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο βάρος ξηρού βλαστού του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Στο επόμενο γράφημα (Διάγραμμα 2.5) ερευνάται η μεταβλητή του ξηρού βάρους των φύλλων. Παρατηρούμε, όπως και στις προηγούμενες 2 μεταβλητές, πως οι δύο χαμηλότερες τιμές είναι τα 45,12 kg/στρ και 51,42 kg/στρ και ανήκουν αντίστοιχα, η πρώτη στο 16-20-0 (συμβατικό) και η δεύτερη στο 30-15-0 (nutrimore) και με εφαρμογή των λιγότερων επιπέδων αζωτούχου λίπανσης (6 kg/στρ). Από την άλλη μεριά, η υψηλότερη τιμή βρέθηκε με την χρήση του λιπάσματος 20-10-0 (συμβατικό) σε 18 kg/στρ και ήταν τα 114 kg/στρ.

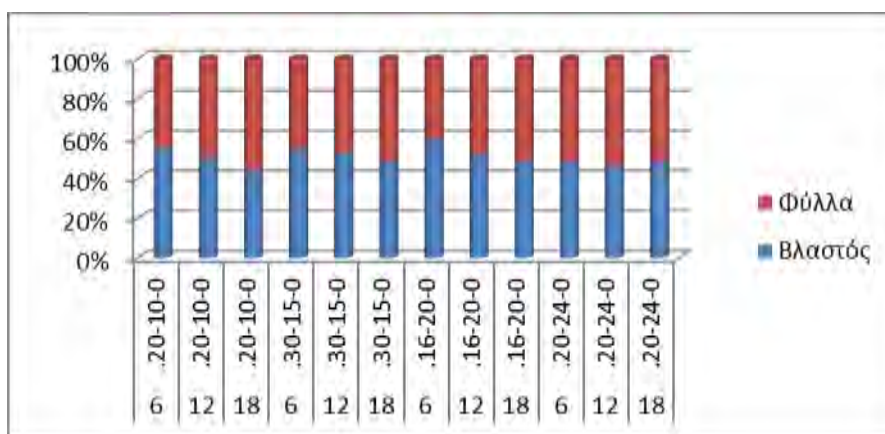


Διάγραμμα 2.5: Γραφική απεικόνιση των τιμών του βάρους των ξηρών φύλλων, μετά από εφαρμογή διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και διαφορετικών τύπων λιπασμάτων.

3.2.1.6. Κατανομή άνθρακα

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η κατανομή άνθρακα σε βλαστό και φύλλα της πρώτης δειγματοληψίας που έλαβε χώρα στην περιοχή του Βελεστίου

στις 4/4/2014. Είναι φανερό, πως οι διαφορετικοί τύποι λιπασμάτων σε συνδυασμό με τις διαφορετικές μονάδες αζώτου είχαν αρκετές διαφορές μεταξύ τους. Έτσι, παρατηρούμε πως με την χρήση των λιπασμάτων 20-10-0 (συμβατικό), 16-20-0 (συμβατικό) και με το nutrimore 30-15-0 με 6 μονάδες αζώτου, παρουσιάστηκαν τα μεγαλύτερα ποσοστά για το βλαστό και αντιθέτως τα μικρότερα ποσοστά για τα φύλλα. Τέλος, οι υπόλοιποι τύποι λιπασμάτων δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους και το ποσοστό σε βλαστό κυμάνθηκε από 45% έως 50% και 55% έως 50% για τα φύλλα.



Διάγραμμα 2. 6 : Γραφική επικόνιση της κατανομής του άνθρακα ως προς τον βλαστό και τα φύλλα σε σχέση με τους διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων σε διαφορετικές δοσολογίες.

3.2.2 Δειγματοληψία δεύτερη

Οι επόμενοι πίνακες και τα επόμενα διαγράμματα που θα ακολουθήσουν είναι από την στατιστική ανάλυση της δεύτερης κοπής. Αυτή, έλαβε χώρα στις 5/5/2014 στο Βελεστίνο. Σε αυτή την κοπή βρισκόμαστε στο στάδιο του ξεσταχυάσματος. Από την παρατήρηση του ύψους των φυτών στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 3), φαίνεται ότι όλες οι μεταχειρίσεις με τις διαφορετικές δόσεις αζώτου δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, ενώ το μέγιστο ύψος παρουσιάζεται στη μεταχείριση με την προσθήκη 6 κιλών αζώτου το στρέμμα. Πιο συγκεκριμένα, το ύψος των φυτών στη μεταχείριση με τα 6 kg/στρ, κυμάνθηκε στα 63,96 cm κι έπεται η μεταχείριση με τα 12 kg/στρ, με 64 cm. Όσον αφορά τον τύπο λίπανσης σε συνδυασμό με το ύψος, τα αποτελέσματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Έτσι, για παράδειγμα, ο συνδυασμός 16-20-0 & 34,5-0-0 δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τον συνδυασμό 16-20-0 & 26-0-0 και τον

συνδυασμό 20-24-0 & 46-0-0, αλλά διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλους τους υπόλοιπους συνδυασμούς. Το μέγιστο ύψος εμφανίστηκε στον συνδυασμό 20-10-0 & 26-0-0 με 64,92 cm ενώ το χαμηλότερο στον συνδυασμό 16-20-0 & 34,5-0-0 με μόλις 58,5 cm.

Όσον αφορά το ξηρό βάρος στάχεως σε συνάρτηση με τη δόση λιπάσματος, καμία μεταχείριση δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τις άλλες. Τη μέγιστη απόδοση παρουσίασε η μεταχείριση με τα 18 kg αζώτου το στρέμμα, με 113,6 kg/στρ, και τη χαμηλότερη, μετά τον μάρτυρα, η μεταχείριση με 12 kg/στρ, με 108,3 kg/στρ. Το ίδιο ισχύει και για το ξηρό βάρος του στάχεως σε συνάρτηση με τους διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων, καθώς ούτε εκεί παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων. Η χαμηλότερη τιμή εμφανίστηκε στο συνδυασμό 20-24-0 & 46-0-0, με 92,8 kg/στρ, και η υψηλότερη στο συνδυασμό 30-15-02 & 40-0-0, με 109 kg/στρ.

Η διαφορετική δόση λιπάσματος σε συνάρτηση με το ξηρό βάρος των φύλλων παρουσίασε στατιστικά σημαντικά διαφορά. Αναλυτικότερα, για παράδειγμα, η μεταχείριση με τα 0 kg αζώτου το στρέμμα δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τη μεταχείριση με τα 6 kg/στρ αλλά διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επίσης, η συγκεκριμένη μεταχείριση παρουσιάζει και το χαμηλότερο ξηρό βάρος φύλλων, με 52,7kg/στρ, ακολουθούμενη από αυτήν με τα 6 kg/στρ, με 67,3 kg/στρ. Τη μεγαλύτερη απόδοση εμφάνισε η μεταχείριση με τα 18kg αζώτου το στρέμμα, με 93,6 kg/στρ. Ακόμη, στατιστικά σημαντική διαφορά δεν υπήρξε μεταξύ των αποτελεσμάτων του διαφορετικού τύπου λιπάσματος και του βάρους ξηρών φύλλων. Ο συνδυασμός 20-10-0 & 26-0-0 έδωσε το χαμηλότερο ξηρό βάρος φύλλων, με 66 kg/στρ, ενώ ο συνδυασμός 20-24-0 & 40-0-0 το υψηλότερο, με 78,7 kg/στρ.

Τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους βλαστού σε συνδυασμό με τη δόση λιπάσματος εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Έτσι, η μεταχείριση του μάρτυρα διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις αλλά οι άλλες μεταχειρίσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μόνον με τον μάρτυρα και όχι μεταξύ τους. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος βλαστού εμφανίστηκε στη μεταχείριση με τα 6 kg/στρ, με 235,2 kg/στρ, και το χαμηλότερο στη μεταχείριση του μάρτυρα, με 187,1 kg/στρ, ακολουθούμενη από τη μεταχείριση με τα 12 kg αζώτου το στρέμμα, με 222,9 kg/στρ. Στατιστικά σημαντική διαφορά εμφανίστηκε και στα αποτελέσματα του ξηρού βάρους βλαστού σε συνδυασμό με τους

διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων. Έτσι, για παράδειγμα ο συνδυασμός 16-20-0 και 34,5-0-0 δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τους συνδυασμούς 30-15-0 (βασική) & 46-0-0 (επιφανειακή), 20-10-0 (βασική) & 34,5-0-0(επιφανειακή), 16-20-0 (βασική)&26-0-0 (επιφανειακή) και 20-10-0 (βασική) &26-0-0 (επιφανειακή) αλλά διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τους συνδυασμούς 30-15-0 (βασική) & 40-0-0 (επιφανειακή) και 20-24-0 (βασική)& 40-0-0 (επιφανειακή). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος βλαστού παρουσιάστηκε στο συνδυασμό 20-24-0 & 40-0-0, με 235 kg/στρ, σε αντίθεση με το χαμηλότερο που εμφανίστηκε στο συνδυασμό 16-20-0 & 34,5-0-0, με 197,4 kg/στρ.

Τα αποτελέσματα του ολικού χλωρού βάρους σε συνδυασμό με την δόση λιπάσματος εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, για παράδειγμα, η μεταχείριση του μάρτυρα διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις και εμφανίζει τη χαμηλότερη απόδοση σε χλωρό βάρος με μόλις 829 kg/στρ. Αντίθετα, η μεταχείριση με τα 18 kg άζωτο ανά στρέμμα δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τη μεταχείριση με τα 12 kg αζώτου ανά στρέμμα και παρουσιάζει τη μεγαλύτερη απόδοση σε χλωρό βάρος με 1146 kg/στρ. Αντίθετα, τα αποτελέσματα του ολικού χλωρού βάρους σε συνδυασμό με τους διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Το μεγαλύτερο ολικό χλωρό βάρος εμφανίζεται στον συνδυασμό 20-24-0 & 40-0-0, με 1079 kg/στρ, ενώ το χαμηλότερο στο συνδυασμό 16-20-0 & 34,5-0-0, με 935 kg/στρ.

Τέλος, τα αποτελέσματα του ολικού ξηρού βάρους σε συνάρτηση με τη δόση λιπάσματος παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση του μάρτυρα διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, αλλά οι υπολοιπές μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, παρά μόνον με τον μάρτυρα. Η χαμηλότερη απόδοση σε ξηρό βάρος παρουσιάστηκε στη μεταχείριση του μάρτυρα, με 323,6 kg/στρ, ακολουθούμενη από τη μεταχείριση με τα 6 kg αζώτου το στρέμμα, με 410,8 kg/στρ. Αντίθετα, η υψηλότερη απόδοση εμφανίστηκε στη μεταχείριση με τα 18 kg αζώτου το στρέμμα, με 442,1 kg/στρ. Τα αποτελέσματα του ολικού ξηρού βάρους σε σχέση με τους διαφορετικούς συνδυασμούς λιπασμάτων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Το χαμηλότερο ολικό ξηρό βάρος εμφανίστηκε στον συνδυασμό 16-20-0 & 34,5-0-0, με 362,1 kg/στρ, ενώ το υψηλότερο στον συνδυασμό 20-24-0 & 40-0-0, με 426,6 kg/στρ.

Χαρακτηριστικός Παράγοντας		Ύψος φυτών (cm)	Βάρος ξηρής ανθοταξίας (kg/στρ)	Βάρος ξηρών φύλλων (kg/στρ)	Βάρος ξηρών βλαστών (kg/στρ)	Ολικό ξηρό βάρος (kg/στρ)	Ολικό χλωρό βάρος (kg/στρ)
ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)	0	60.33	83.8	52,7 a	187,1 a	323,6 a	829 a
	6	63.96	108.3	67,3 a,b	235,2 b	410,8 b	1028 b
	12	64	106.2	82,8 b,c	222,9 b	411,9 b	1086 b,c
	18	62.08	113.6	93,6 c	234,9 b	442,1 b	1146 c
ΕΣΔ.05		ns	ns	17.95	31.37	58.44	107.2
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	64,92 d	106.6	66	227,7 a,b	400.3	1051
	30-15-0 & 40-0-0	64,3 c,d	109	78.1	228,8 b	416.3	1068
	16-20-0 & 26-0-0	61,42 a,b,c	98.4	74.1	214,5 a,b	387	978
	20-24-0 & 40-0-0	63,92 b,c,d	112.7	78.7	235 b	426.6	1079
	20-10-0 & 34,5-0-0	64,67 c,d	101.3	73.1	228,5 a,b	402.9	1058
	30-15-0 & 46-0-0	62,17b,c,d	108.1	77	219,1 a,b	404.2	1041
	16-20-0 & 34,5-0-0	58,5 a	94.4	70.3	197,4 a	362.1	935
	20-24-0 & 46-0-0	60,67 a,b	92.8	75.1	209,2 a,b	377.2	967
ΕΣΔ.05		3.43	ns	ns	31.37	ns	ns
CV (%)		3.4	10.9	12.1	7.1	7.4	5.2

Πίνακας 3: Ύψος φυτών, βάρος ξηρού βλαστού, βάρος ξηρών φύλλων, ξηρό βάρος στάχως, ολικό χλωρό βάρος, ολικό ξηρό βάρος υπό διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο Βελεστίνο.

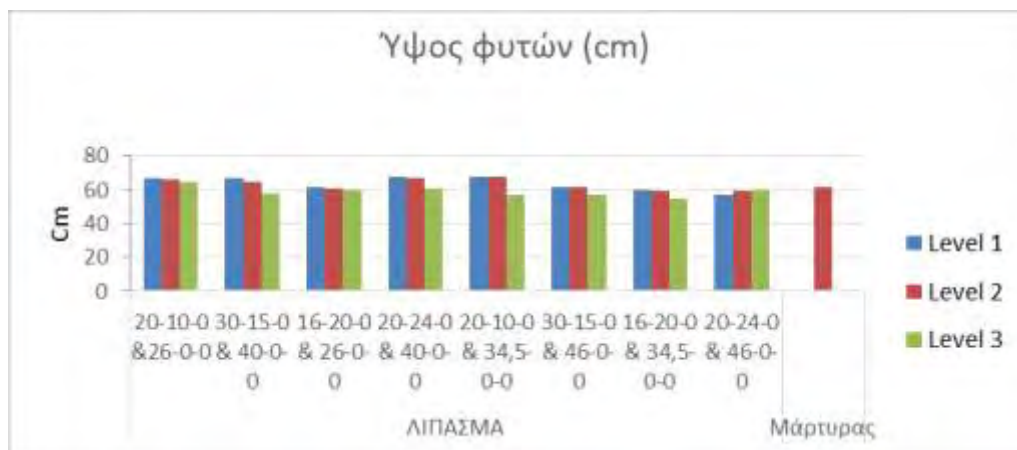
3.2.2.1 Ύψος

Όσον αφορά την επίδραση του συνδυασμού διαφορετικής δόσης λίπανσης και διαφορετικού συνδυασμού λιπασμάτων ως προς το ύψος των φυτών, τα αποτελέσματα κυμάνθηκαν στα ίδια γενικά πλαίσια και δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ύψος φυτών απέδωσε ο συνδυασμός 20-10-10 & 34,5-0-0, με 12 kg/στρ, όπου τα φυτά, σε μέσο όρο, άγγιζαν τα 71 cm. Τα αντίθετα αποτελέσματα παρουσίασε ο συνδυασμός 20-24-0 & 46-0-0, με 6 kg/στρ και μέσο ύψος φυτών 57,33 cm.

Ύψος φυτών (cm)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)			
		6	12	18	
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	67	66	65.33	
	30-15-0 & 40-0-0	67.33	66.67	63.33	
	16-20-0 & 26-0-0	62.33	61	62.33	
	20-24-0 & 40-0-0	68	67.33	62.33	
	20-10-0 & 34,5-0-0	67.67	71	62.67	
	30-15-0 & 46-0-0	62	61.67	62.67	
	16-20-0 & 34,5-0-0	60	59	56.67	
	20-24-0 & 46-0-0	57.33	59.33	61.33	
	ΕΣΔ.05		ns		
	CV (%)		6.7		

Πίνακας 3.1 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ύψος των φυτών του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται η μεταβολή των τιμών του ύψους. Έτσι μπορούμε να δούμε, πως η χαμηλότερη τιμή είναι τα 55 cm με το λίπασμα 16-20-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 34,5-0-0 (επιφανειακή) και σε εφαρμογή 18 kg/στρ. Αντίθετα, η υψηλότερη τιμή είναι τα 68 cm και παρατηρείται στο λίπασμα 20-24-0 (βασική) με 40-0-0 (επιφανειακή) με 6 kg/στρ άζωτο. Επίσης, η ίδια τιμή βρέθηκε και με την εφαρμογή του 20-10-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 34,5-0-0 (επιφανειακή) με 12 kg/στρ.



Διάγραμμα 3.1: Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων των συνδυασμών διαφορετικών τύπων λιπασμάτων με διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης ως προς το ύψος των φυτών του σκληρού σίτου.

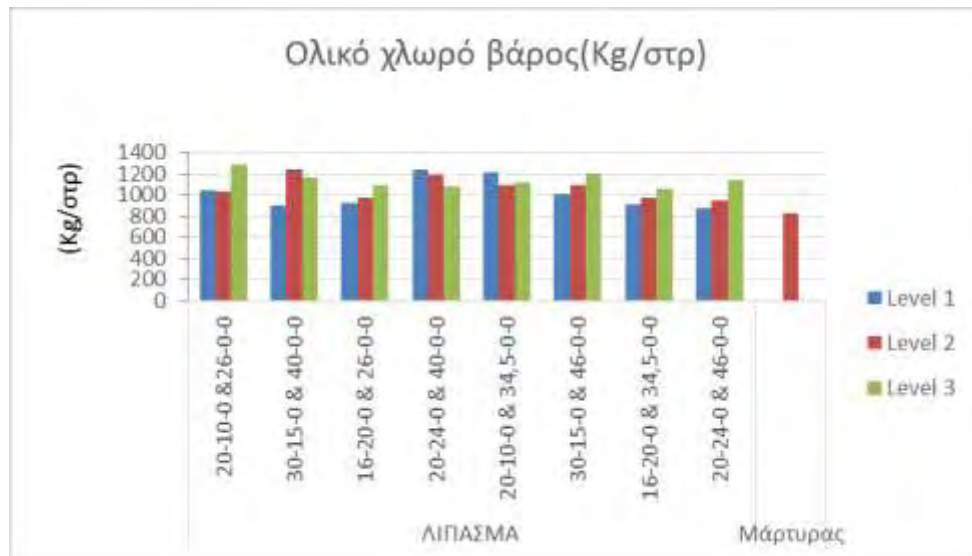
3.2.2.2 Ολικό χλωρό βάρος

Τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικής δόσης αζωτούχου λίπανσης και διαφορετικών συνδυασμών λιπασμάτων στο ολικό χλωρό βάρος δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Υψηλότερη απόδοση σε χλωρό βάρος παρουσίασε ο συνδυασμός 20-24-0 & 40-0-0, με 6 kg αζώτου το στρέμμα όπου εμφάνισε 1241 kg/στρ χλωρό βάρος. Αντίθετα, τη χαμηλότερη απόδοση σε χλωρό βάρος παρουσίασε ο συνδυασμός 30-15-0 & 40-0-0, με προσθήκη 6 μονάδων αζώτου, όπου εμφάνισε ολικό χλωρό βάρος 906 kg/στρ.

Ολικό χλωρό βάρος (kg/στρ)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	1048	1037	1291
	30-15-0 & 40-0-0	906	1367	1166
	16-20-0 & 26-0-0	1003	978	1093
	20-24-0 & 40-0-0	1241	1195	1084
	20-10-0 & 34,5-0-0	1222	1097	1124
	30-15-0 & 46-0-0	1011	1094	1205
	16-20-0 & 34,5-0-0	910	973	1056
	20-24-0 & 46-0-0	883	950	1149
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		19.3		

Πίνακας 3.2 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ολικό χλωρό βάρος του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Όπως είναι ορατό, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3.2) παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών του ολικού χλωρού βάρους του σκληρού σίτου. Συγκεκριμένα παρατηρείται πως η χαμηλότερη τιμή εμφανίζεται με την χρήση του λιπάσματος 30-15-0 nutrimore (βασική) και 40-0-0 (επιφανειακή) και με εφαρμογή 6 kg/ στρ. Αντιθέτως, το λίπασμα 20-10-0 (βασική) με το 26-0-0 (επιφανειακή) έδωσαν την μεγαλύτερη απόδοση σε ολικό χλωρό βάρος και ήταν τα 1290,86 kg/στρ, και επιτεύχθηκε με 18 kg/στρ.



Διάγραμμα 3.2: Γραφική παρουσίαση των τιμών του ολικού χλωρού βάρους σε σχέση με τους συνδυασμούς διαφορετικών τύπων λιπασμάτων σε διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης

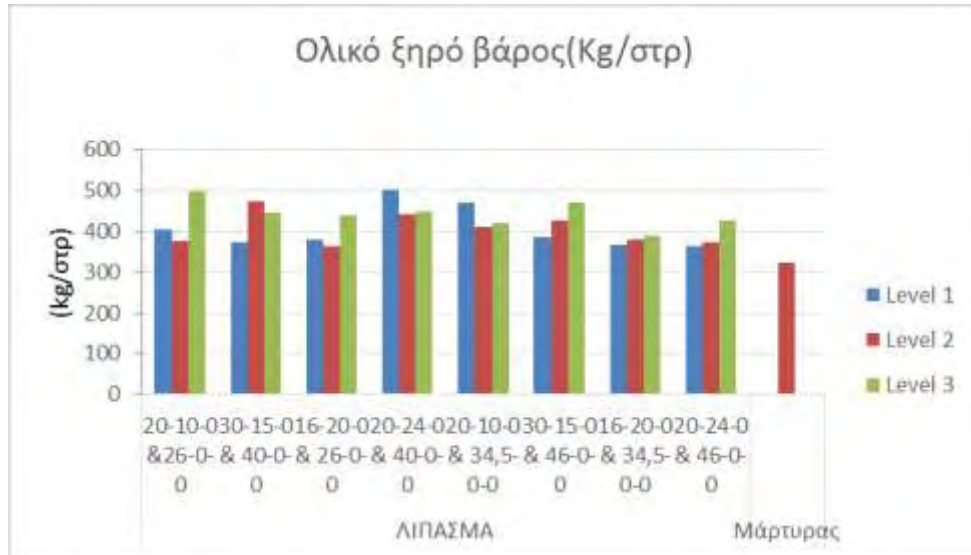
3.2.2.3 Ολικό ξηρό βάρος

Τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ολικό ξηρό βάρος δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Το μεγαλύτερο ολικό ξηρό βάρος εμφάνισαν οι συνδυασμοί 16-20-0 & 26-0-0 με 18 kg/στρ και 20-24-0 & 40-0-0 με 6kg/στρ, όπου και οι 2 απέδωσαν 503,6 kg ξηρού βάρους. Αντίθετα, το χαμηλότερο ξηρό βάρος εμφάνισε ο συνδυασμός 20-24-0 & 46-0-0, με 6 kg/στρ αζώτου όπου απέδωσε μόλις 363,4 kg/στρ ξηρό βάρος.

Ολικό ξηρό βάρος (kg/στρ)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	404.2	377.8	497.8
	30-15-0 & 40-0-0	470.4	411.9	421.4
	16-20-0 & 26-0-0	417.4	374.3	503.6
	20-24-0 & 40-0-0	503.6	441.8	440.1
	20-10-0 & 34,5-0-0	470.4	411.9	421.4
	30-15-0 & 46-0-0	386.5	425.2	471.5
	16-20-0 & 34,5-0-0	366.8	380.7	387.4
	20-24-0 & 46-0-0	363.4	372.7	426.5
	ΕΣΔ.05	ns		
CV (%)	18.8			

Πίνακας 3.3 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ολικό ξηρό βάρος του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Οι συνδυασμοί διαφορετικών τύπων λιπασμάτων σε διαφορετικά επίπεδα λίπανσης είχε ως αποτέλεσμα την μεταβολή των τιμών του ολικού ξηρού βάρους στο πείραμά που διεξήχθη. Ειδικότερα, σύμφωνα με το γράφημα που ακολουθεί, οι χαμηλότερες τιμές προκλήθηκαν με τα μικρότερα επίπεδα λίπανσης. Συγκεκριμένα, βλέπουμε πως η χαμηλότερη τιμή είναι τα 363,74 kg/στρ μετά την εφαρμογή με 12 kg/στρ από το συνδυασμό του 16-20-0 (βασική) με το 26-0-0 (επιφανειακή). Από την άλλη μεριά, παρατηρούμε πως το επίπεδο των 6 μονάδων έδρασε ευεργετικά όταν εφαρμόστηκε μαζί με το 20-24-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 40-0-0 (επιφανειακή) και έδωσε 503,63 kg/στρ. Τέλος, σημαντικό είναι και πρέπει να τονιστεί, πως βοήθησε την απόδοση σε ξηρό βάρος και το λίπασμα 20-10-0 (βασική) και 26-0-0(επιφανειακή), όταν χορηγήθηκε όμως, στον αγρό σε 18 kg/στρ.



Διάγραμμα 3.3:Γραφική παράσταση του ξηρού βάρους του σκληρού σίτου σύμφωνα με τα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και με τους συνδυασμούς διαφορετικών τύπων λιπασμάτων.

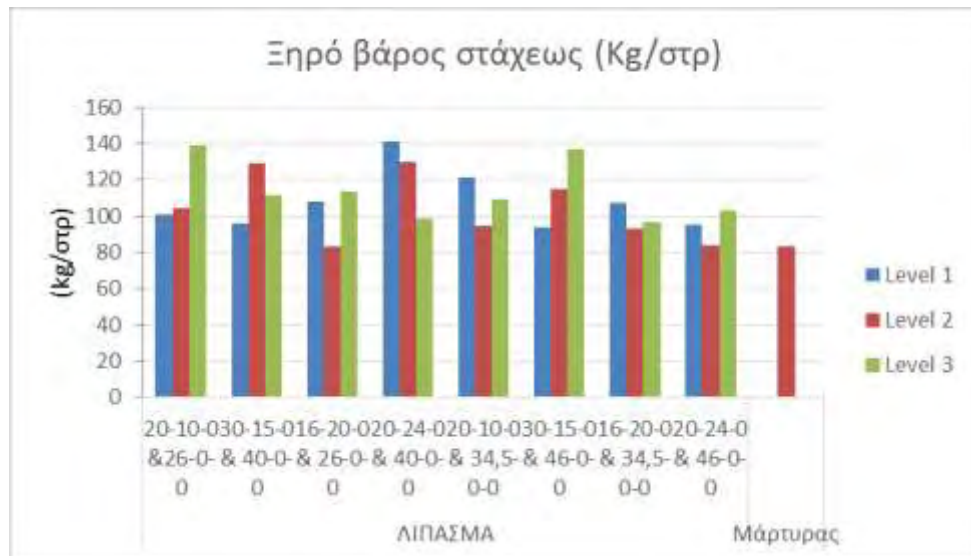
3.2.2.4 Βάρος ξηρού στάχως

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα (Πίνακα 3.4), τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Ο συνδυασμός 30-15-0 & 40-0-0 με 12 kg αζώτου το στρέμμα απέδωσε το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στάχως, με 146,1 kg/στρ σε αντίθεση με τον συνδυασμό 16-20-0 & 34,5-0-0 με 18 kg αζώτου το στρέμμα που απέδωσε μόλις 56,67 kg/στρ.

Ξηρό βάρος στάχewς (kg/στρ)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	100.6	104.2	138.7
	30-15-0 & 40-0-0	96	146.1	111.6
	16-20-0 & 26-0-0	111.5	83.2	113.7
	20-24-0 & 40-0-0	141.2	129.7	98.9
	20-10-0 & 34,5-0-0	121.6	94.4	109.5
	30-15-0 & 46-0-0	93.9	115.3	62.67
	16-20-0 & 34,5-0-0	106.9	92.9	56.67
	20-24-0 & 46-0-0	95	83.8	61.33
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		23.7		

Πίνακας 3.4 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ξηρό βάρος στάχewς του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Η αναπαράσταση της μεταβλητής του ξηρού βάρους του στάχewς, διαδραματίζεται στο παρακάτω διάγραμμα. Ετσι, βλέπουμε πως όταν τα λιπάσματα με αναστολέα ουρεάσης συνδυάστηκαν με το 40-0-0 (επιφανειακή) σε μικρές δοσολογίες, δηλαδή στις 6 και 12 μονάδες αζώτου, έδωσαν υψηλά αποτελέσματα. Ακόμη, υψηλή τιμή παρατηρήθηκε και με την εφαρμογή 18 kg/στρ με το λίπασμα 20-10-0 (βασική) και 26-0-0 (επιφανειακή). Επίσης, παρατηρείται πως ο συνδυασμός του παρεμποδισμένου λιπάσματος 30-15-0 (βασική) με το 46-0-0 (επιφανειακή) με 18 μονάδες αζώτου, είχε ευεργετικά αποτελέσματα ως προς το ξηρό βάρος του στάχewς. Τέλος, πρέπει να τονιστεί πως η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε με το nutrimore 24-20-0 (βασική) και το 40-0-0(επιφανειακή) και ήταν τα 141,2 kg/στρ.



. **Διάγραμμα 3.4:** Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων των συνδυασμών διαφορετικών τύπων λιπασμάτων με διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης ως προς το ξηρό βάρος στάχewς.

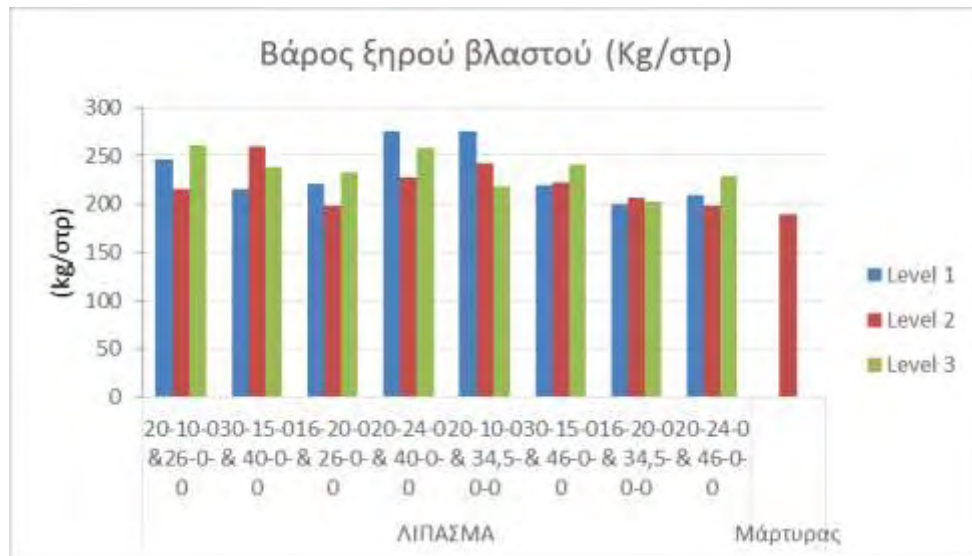
3.2.2.5 Βάρος ξηρών βλαστών

Τα αποτελέσματα του συνδυασμού της διαφορετικής δόσης λίπανσης και του διαφορετικού τύπου λιπασμάτων ως προς το βάρος του ξηρού βλαστού δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ο συνδυασμός 16-20-0 & 26-0-0, με 12 kg/στρ εμφάνισε τη χαμηλότερη απόδοση σε βάρος ξηρού βλαστού, με 198,1 kg/στρ ενώ ο συνδυασμός 20-24-0 & 40-0-0, με 6 kg αζώτου το στρέμμα απέδωσε το μεγαλύτερο βάρος ξηρού βλαστού με 275,6 kg/στρ..

Βάρος ξηρών βλαστών (kg/στρ)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	246	215.5	260.4
	30-15-0 & 40-0-0	216	272.8	238.1
	16-20-0 & 26-0-0	240.1	198.1	232.5
	20-24-0 & 40-0-0	275.6	227.1	257.9
	20-10-0 & 34,5-0-0	275.1	242.5	218.2
	30-15-0 & 46-0-0	220.1	222	241
	16-20-0 & 34,5-0-0	199.5	206.9	202
	20-24-0 & 46-0-0	209.4	198.2	228.7
ΕΣΔ.05		ns		

Πίνακας 3.5: Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο βάρος ξηρού βλαστού του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Στο επόμενο διάγραμμα (Διάγραμμα 3.5) διαπιστώνεται η διακύμανση των τιμών του ξηρού βάρους των βλαστών. Οι υψηλότερες τιμές φαίνεται να απεικονίζονται στα εξής λιπάσματα. Αρχικά η υψηλότερη τιμή προκλήθηκε με την εφαρμογή του 20-24-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 40-0-0 (επιφανειακή). Έπειτα, η αμέσως υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε με το λίπασμα 20-10-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 34,5-0-0 (επιφανειακή) Σημαντικό είναι πως και στις δύο περιπτώσεις η δοσολογία ήταν τα 6 kg/στρ. Από την άλλη μεριά, οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν με την δοσολογία των 12 kg/στρ με τα λιπάσματα 16-20-0 (βασική) και 26-0-0 (επιφανειακή) και με τον συνδυασμό του nutrimore 20-24-0 (βασική) και 46-0-0 (επιφανειακή).



Διάγραμμα 3.5: Διάγραμμα αναπαράστασης των τιμών του βάρους του ξηρού βλαστού, μετά από συνδυασμό διαφορετικών τύπων λιπασμάτων με διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης.

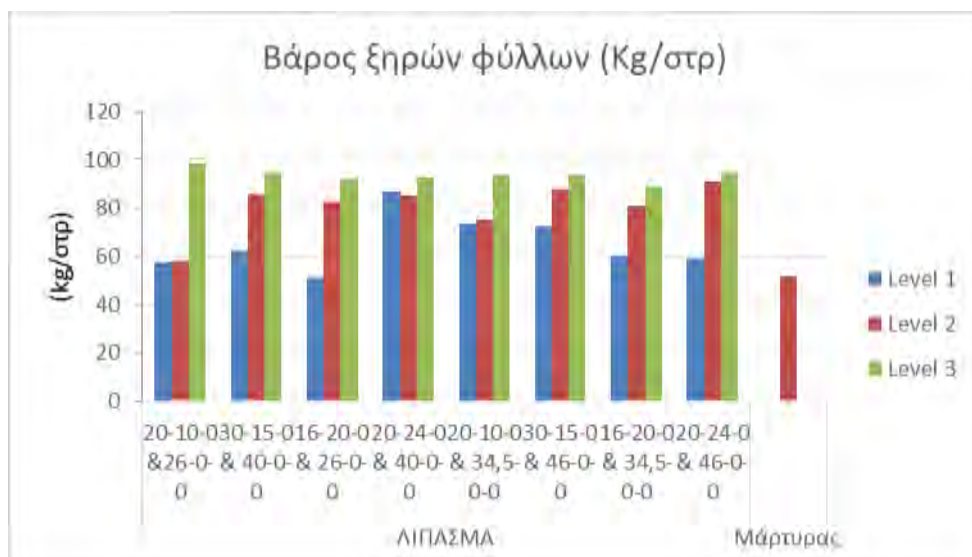
3.2.2.6. Βάρος ξηρών φύλλων

Ο συνδυασμός διαφορετικής δόσης λίπανσης και διαφορετικών τύπων λιπασμάτων ως προς την απόδοση σε ξηρό βάρος φύλλων δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος εμφάνισε ο συνδυασμός 30-15-0 & 40-0-0, με 12 kg αζώτου το στρέμμα, όπου εμφάνισε 102,3 kg ξηρών φύλλων το στρέμμα. αντίθετα, ο συνδυασμός 20-10-0 & 26-0-0, με 6 kg/στρ αζώτου εμφάνισε το χαμηλότερο ξηρό βάρος φύλλων με 57,5 kg.στρ.

Βάρος ξηρών φύλλων (kg/στρ)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	57.5	58.1	98.7
	30-15-0 & 40-0-0	62.3	102.3	94.9
	16-20-0 & 26-0-0	65.8	82.5	92.1
	20-24-0 & 40-0-0	86.9	85	92.3
	20-10-0 & 34,5-0-0	73.6	74.9	93.7
	30-15-0 & 46-0-0	72.6	87.9	93.4
	16-20-0 & 34,5-0-0	60.5	80.9	88.9
	20-24-0 & 46-0-0	59	90.7	94.6
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		22		

Πίνακας 3. 6: Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο βάρος ξηρών φύλλων σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

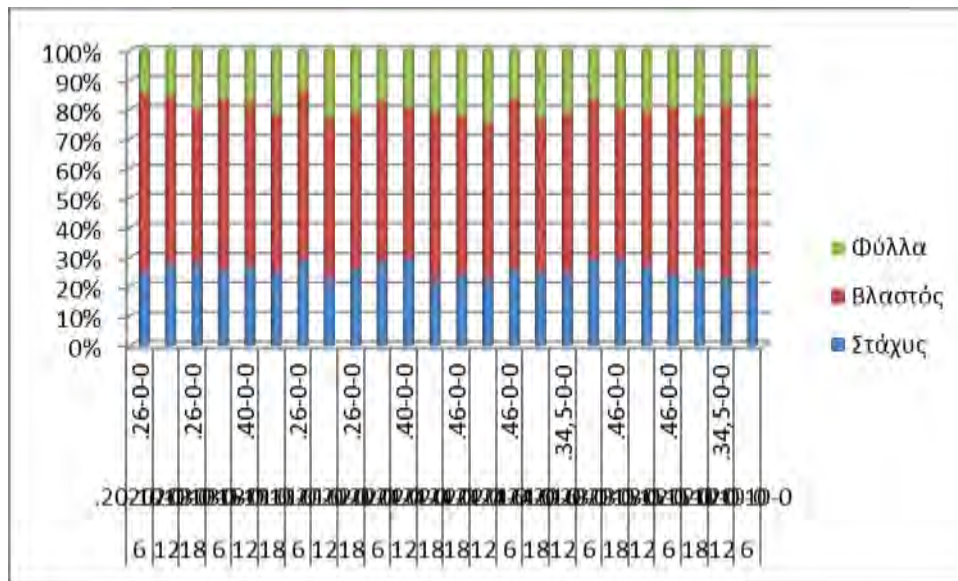
Όπως διαπιστώνεται από το παρακάτω γράφημα (Διάγραμμα 3.6), οι υψηλές τιμές των αποδόσεων σε ξηρά φύλλα, προκλήθηκαν με τις μεγαλύτερες δοσολογίες αζωτούχου λίπανσης. Με άλλα λόγια, το επίπεδο των 18 μονάδων αζώτου έδωσαν τις υψηλότερες αποδόσεις, με μεγαλύτερη τα 98,66 kg/στρ. Το λίπασμα που έδωσε αυτό το ποσό ήταν το 20-10-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 26-0-0 (επιφανειακή). Αντιθέτως, η χαμηλότερη τιμή ήταν τα 51 kg/στρ μετά από εφαρμογή με το λίπασμα 20-10-0 (βασική) και το 26-0-0 (επιφανειακή).



Διάγραμμα 3.6: Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων των συνδυασμών διαφορετικών τύπων λιπασμάτων με διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης, ως προς το βάρος ξηρών φύλλων του σκληρού σίτου.

3.2.2.7. Κατανομή άνθρακα

Στις αρχές του Μαΐου 5/5/2014 πραγματοποιήθηκε η δεύτερη κοπή και η καλλιέργειά του σκληρού σίτου ήταν στο στάδιο του ξεσταχυάσματος. Συγκεκριμένα, όπως είναι ορατό και στο παρακάτω διάγραμμα, το μεγαλύτερο ποσοστό του στάχως παρατηρήθηκε κατά την εφαρμογή των nutritmore λιπασμάτων. Ειδικότερα, το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν περίπου το 30% με την χρήση του 20-24-0 (βασική) και 40-0-0 (επιφανειακή) με εφαρμογή 12 μονάδων αζώτου. Επίσης, το 30-15-0 (επιφανειακή) και 46-0-0 (βασική) με 18 kg/στρ απέδωσε και αυτό ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά. Ο βλαστός με την σειρά του κυμάνθηκε σε διάφορες τιμές, με την μέγιστη να εμφανίζεται με τα συμβατικά λιπάσματα και ειδικότερα με το 20-10-0 (βασική) και 26-0-0 (επιφανειακή) και να αγγίζει το 61% περίπου. Τέλος, τα λιπάσματα με αναστολέα ουρεάσης, άγγιξαν ξανά τις μεγαλύτερες τιμές ως προς τα φύλλα, φθάνοντας τα 24,5%.



Διάγραμμα 3.7: Γραφική αναπαράσταση των ποσοστών βλαστών, φύλλων, ανθοταξιών σύμφωνα με διαφορετικούς συνδυασμού λιπασμάτων σε διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης.

3.2.3 Δειγματοληψία τρίτη

Όσον αφορά το ύψος για την τρίτη κοπή, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (Πίνακα 4), όσο λιγότερες ήταν οι μονάδες του αζώτου τόσο μεγαλύτερος ήταν ο μέσος όρος στο ύψος των φυτών. Η πιθανή εξήγηση, στη συμπεριφορά αυτή των φυτών, βρίσκεται στις κλιματικές εναλλαγές κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ανάπτυξης της καλλιέργειας. Έτσι, οι πρώτες βροχοπτώσεις λειτούργησαν ευεργετικά στην απορρόφηση του αζώτου και στα τρία επίπεδα λίπανσης. Ακόμη, σημαντικό είναι να τονιστεί πως η παρατεταμένη ξηρασία που ακολούθησε, δημιούργησε συνθήκες τοξικότητας στις μεταχειρίσεις με τις 12 και 18 μονάδες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, οι 6 μονάδες να υπερτερούν κατά 5cm από τις άλλες 2 μεταχειρίσεις. Τέλος, τα χαμηλότερα επίπεδα παρατηρήθηκαν στα τεμάχια του μάρτυρα με διαφορά έως και 8cm σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Στη συνέχεια ακολούθησαν οι μετρήσεις που αφορούσαν την παραγωγή βιομάζας και την απόδοση σε καρπό. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μεταχείριση με τις 12 μονάδες αζώτου εμφάνισε υψηλότερες τιμές συγκριτικά με τις άλλες δύο. Η εφαρμογή 6 μονάδων αζώτου φαίνεται να είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τις 18 μονάδες. Οι τιμές αυτές επιβεβαιώνουν την υπόθεση περί τοξικότητας όσον αφορά την υψηλή δόση αζώτου. Μάλιστα, εκείνη την χρονική περίοδο είχαν παρατηρηθεί στα φυτά κάποια συμπτώματα που οφείλονταν στη μεγάλη ποσότητα αζώτου, όπως εγκυμμάτα στα φύλλα και κατσάρωμα στα άγανα των στάχων.

Σημαντικό επίσης είναι πως η ζημιά που προκλήθηκε από την ανομβρία ήταν εκτεταμένη, αλλά ευτυχώς αναστρέψιμη από την επερχόμενη βροχόπτωση στο τέλος του Απρίλη. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να αποτραπεί η ολοκληρωτική καταστροφή της καλλιέργειας, αλλά να παραμείνει η απόδοση σε καρπό σε μέτρια επίπεδα, τα οποία κυμάνθηκαν στα 400 kg/στρ. Η μικρότερη τιμή ήταν τα 313 kg/στρ με την εφαρμογή μηδενικής ποσότητας λιπάσματος, και η αμέσως επόμενη τα 373 kg/στρ με την εφαρμογή 18 μονάδων αζώτου,

Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (Πίνακα 4) εξετάζεται συνδυαστικά η επίδραση των συμβατικών και «παρεμποδισμένων» λιπασμάτων. Από τη σύγκριση αυτή προέκυψε ότι στο ύψος δεν υπήρξε κάποια σημαντική διαφοροποίηση. Στην παραγωγή βιομάζας, συγκρινόμενοι οι συνδυασμοί λιπασμάτων κατά ζεύγη (1ος – 2ος, 3ος – 4ος, 5ος – 6ος, 7ος – 8ος), στα τρία από τα τέσσερα ζεύγη υπερέχουν τα λιπάσματα με παρεμποδιστή. Συγκεκριμένα, παρατηρείτε πως οι μεγαλύτερες τιμές επιτεύχθηκαν με το συνδυασμό των λιπασμάτων 20-10-0 & 26-0-0 και με τον συνδυασμό 30-15-0 & 40-0-0. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις διαφέρουν αρκετά ως προς την απόδοση σε βιομάζα εκτός από το 20-24-0 & 40-0-0 το οποίο διαφέρει ελάχιστα από τα δύο πρώτα. Την μικρότερη τιμή έδωσε το 16-20-0 & 34,5-0-0 και ήταν τα 906 kg/στρ. Το κάθε ζεύγος λιπασμάτων φαίνεται ότι αποτελείται από λιπάσματα παρόμοιων λιπαντικών μονάδων σε συμβατική και παρεμποδισμένη μορφή.

Στην τελευταία μεταβλητή αυτού του πίνακα, την απόδοση, παρατηρήθηκε ότι η καλλιέργεια επωφελήθηκε περισσότερο από τα λιπάσματα με παρεμποδιστή ουρεάσης και στα τέσσερα ζεύγη λιπασμάτων. Έτσι, παρατηρείται σημαντική διαφορά ανάμεσα στον συνδυασμούς των λιπασμάτων. Ειδικότερα, το 16-20-0 & 34,5-0-0 φαίνεται πως διαφέρει με όλα τα υπόλοιπα και έχει την χαμηλότερη απόδοση σε σπόρο. Από την άλλη μεριά, οι υπόλοιποι συνδυασμοί φαίνεται να κυμαίνονται στα ίδια πλαίσια, εκτός βέβαια από το nutrimore 30-15-0 & 40-0-0 το οποίο έδωσε και τα περισσότερα κιλά σε σπόρο με τιμή 421 kg/στρ.

Χαρακτηριστικό Παραγοντας		Ύψος φυτών (cm)	Χλωροφύλλη	Βιομάζα (kg/στρ.)	Απόδοση σε καρπό (kg/στρ.)
ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)	0	56 a	18,6	831 a	313 a
	6	64 c	24,5	994 b,c	386 c
	12	61 b,c	25,9	1023 c	407 d
	18	59 a,b	28,3	932 b	373 b,c
	ΕΣΔ.05	3,3	1,04	67,3	20,4
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	65	23,8	1070 e	402 b,c,d,e
	30-15-0 & 40-0-0	62	27,5	1084 e	421 e
	16-20-0 & 26-0-0	60	26,4	984 a,b,c	384b,c,d
	20-24-0 & 40-0-0	62	27,2	1032 d,e	404 b,c,d,e
	20-10-0 & 34,5-0-0	64	24,3	950 a,b,c,d	382 b,c
	30-15-0 & 46-0-0	59	26,8	922 a,b,c	401 b,c,d,e
	16-20-0 & 34,5-0-0	58	25,4	906 a	336 a
	20-24-0 & 46-0-0	59	28,3	913 a,b	378 b
ΕΣΔ.05	ns	2,52	104,9	33,3	
CV (%)	8,2	10,1	11,2	8,9	

Πίνακας 4 : Ύψος φυτών, απόδοση σε βιομάζα και καρπό του σκληρού σίτου υπό διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο Βελεστίνο.

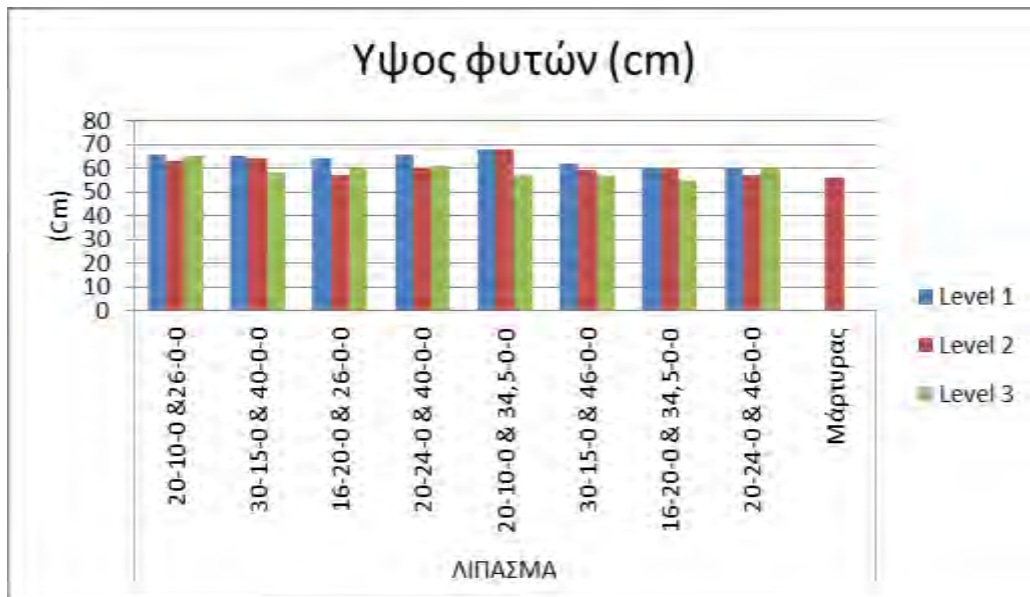
3.2.3.1 Ύψος

Στον παρακάτω πίνακα σημειώνεται η αλληλεπίδραση των επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ύψος των φυτών του σκληρού σίτου (Πίνακα. 4.1). Οι αριθμοί των αποτελεσμάτων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Αυτό υποδηλώνει ότι, οι διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης δεν διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών.

Ύψος φυτών (cm)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	66	63	65
	30-15-0 & 40-0-0	65	64	58
	16-20-0 & 26-0-0	64	57	60
	20-24-0 & 40-0-0	66	60	61
	20-10-0 & 34,5-0-0	68	68	57
	30-15-0 & 46-0-0	62	59	57
	16-20-0 & 34,5-0-0	60	60	55
	20-24-0 & 46-0-0	60	57	60
	ΕΣΔ.05	ns		
CV (%)	8,2			

Πίνακας 4.1 : Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ύψος των φυτών του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Όπως είναι εμφανές και στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4.1), οι τιμές του ύψους κυμάνθηκαν σε σχεδόν παρόμοια επίπεδα αλλά με ελάχιστες διακυμάνσεις. Πιο συγκεκριμένα, η χαμηλότερη τιμή ήταν τα 55cm, που παρουσιάστηκε με την εφαρμογή του λιπάσματος 16-20-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 34,5-0-0 (επιφανειακή) και ενώ χορηγήθηκε με την μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου (18 μονάδες). Ακολούθως, η αμέσως επόμενη χαμηλή τιμή ήταν τα 57cm, η οποία εντοπίστηκε στην μεταχείριση με το 20-10-0 (βασική) σε συνδυασμό με το 34,5-0-0 (επιφανειακή) όπου παρουσιάστηκε στο μεγαλύτερο επίπεδο αζώτου (18 μονάδες). Από την άλλη μεριά, η υψηλότερη τιμή σύμφωνα με το διάγραμμά, παρατηρήθηκε, στο συνδυασμό των λιπασμάτων 20-10-0 (βασική) και 34,5-0-0 (επιφανειακή), η οποία έφτασε τα 68cm, τόσο στις 6 μονάδες αζώτου όσο και στις 12.



Διάγραμμα 4.1: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στο ύψος των φυτών του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο

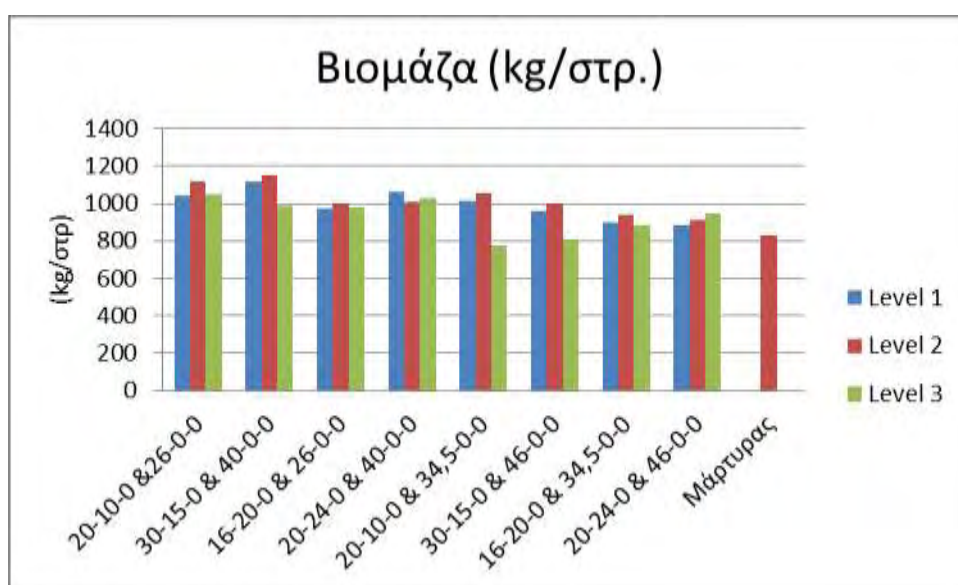
3.2.3.2 Βιομάζα

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της βιομάζας πραγματοποιείται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακα 4.2), σε συνδυασμό με τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λιπασμάτων και τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης. Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Βιομάζα (kg/στρ.)		ΑΖΩΤΟ (kg/στρ.)		
		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	1042	1117	1051
	30-15-0 & 40-0-0	1117	1150	985
	16-20-0 & 26-0-0	975	1000	977
	20-24-0 & 40-0-0	1063	1005	1028
	20-10-0 & 34,5-0-0	1014	1057	778
	30-15-0 & 46-0-0	961	1000	806
	16-20-0 & 34,5-0-0	895	941	883
	20-24-0 & 46-0-0	882	911	947
	ΕΣΔ.05	ns		
CV (%)	11,2			

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στην παραγωγή βιομάζας του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Στην τρίτη κοπή, η βιομάζα του σκληρού σίτου κυμάνθηκε σε διαφορετικά επίπεδα αλλά με ελάχιστες διακυμάνσεις. Συνοπτικά, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4.2) παρατηρήθηκε ότι η χαμηλότερη τιμή ήταν τα 778 kg/στρ, στο συνδυασμό λιπασμάτων 20-10-0(βασική) και 34,5-0-0 (επιφανειακή) με τις 18 μονάδες αζώτου. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να τονιστεί πως η αμέσως επόμενη χαμηλότερη τιμή είναι τα 806 kg/στρ και παρατηρήθηκε κατά την εφαρμογή των υψηλότερων μονάδων αζώτου (18 μονάδες). Από την άλλη μεριά, ο συνδυασμός των λιπασμάτων 30-15-0(βασική) και 40-0-0 (επιφανειακή) στο επίπεδο των 12 kg/στρ φαίνεται πως είναι ο παραγωγικότερος.



Διάγραμμα 4.2: Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στην παραγωγή βιομάζας του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

3.2.3.3. Απόδοση σε καρπό

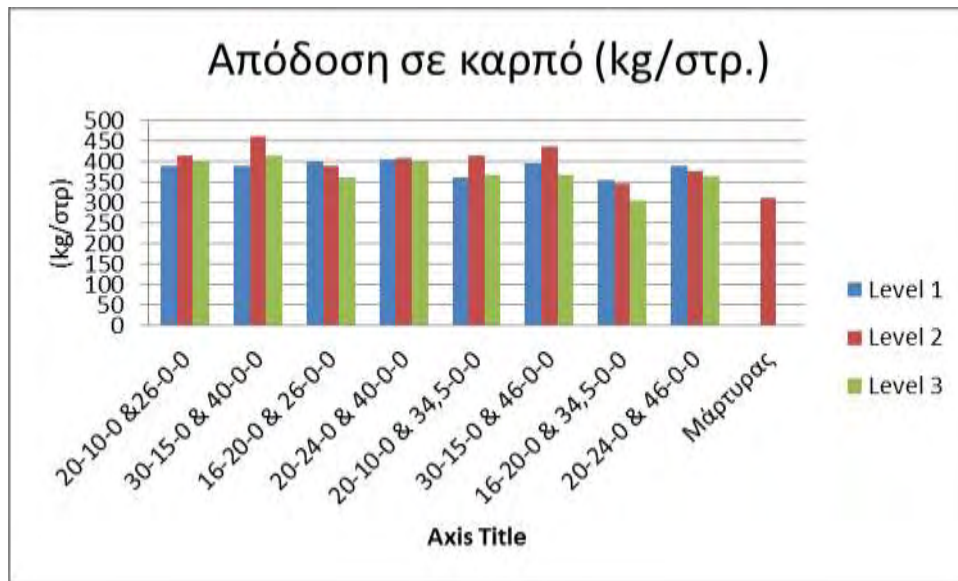
Σε αυτήν την ενότητα γίνεται λόγος για την απόδοση του σκληρού σίτου σε καρπό. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 4.3) μας δίνει τις τιμές του καρπού σε kg/στρ. ανάλογα με τους συνδυασμούς λιπασμάτων σε διαφορετικά επίπεδα αζώτου. Όπως παρατηρήθηκε και στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, έτσι και στη βιομάζα και την απόδοση, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων.

Απόδοση σε καρπό	AZΩΤΟ (kg/στρ.)
------------------	-----------------

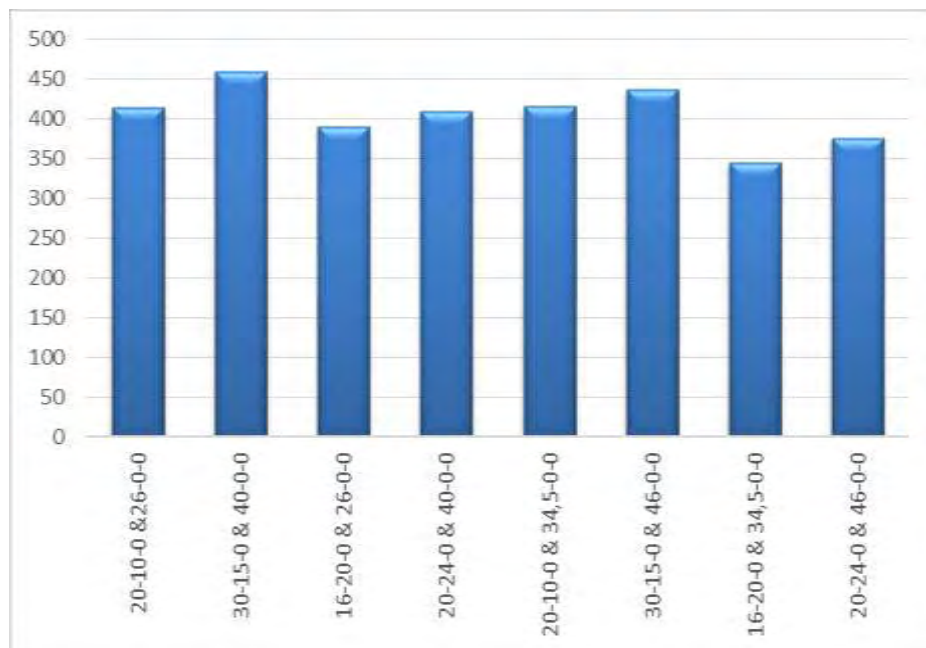
(kg/στρ.)		6	12	18
ΛΙΠΑΣΜΑ	20-10-0 & 26-0-0	391	415	400
	30-15-0 & 40-0-0	390	460	415
	16-20-0 & 26-0-0	399	391	362
	20-24-0 & 40-0-0	404	410	400
	20-10-0 & 34,5-0-0	361	416	368
	30-15-0 & 46-0-0	397	437	368
	16-20-0 & 34,5-0-0	356	345	307
	20-24-0 & 46-0-0	391	377	365
ΕΣΔ.05		ns		
CV (%)		8,9		

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης και συνδυασμών λιπασμάτων στην παραγωγή καρπού του σκληρού σίτου στο Βελεστίνο.

Η απόδοση του σκληρού σίτου σε καρπό είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4.3) παρουσιάζεται εμφανής διαφορά όσον αφορά την απόδοση σε καρπό σε σχέση με τις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Πιο αναλυτικά, οι υψηλότερες αποδόσεις παρατηρούνται στο επίπεδο των 12 μονάδων αζώτου όπως φαίνεται και στο επόμενο γράφημα (Διάγραμμα 4.4) και πιο συγκεκριμένα στον συνδυασμό 30-15-0 (βασική) και 40-0-0 (επιφανειακή). Ο συνδυασμός αυτός απέδωσε 460 kg/στρ. Αντίθετα, η χαμηλότερη τιμή της απόδοσης ήταν τα 307 kg/στρ κατά τον συνδυασμό των λιπασμάτων 16-20-0 (βασική) και 34,5-0-0 (επιφανειακή) με 18 μονάδες αζώτου.



Διάγραμμα 4.3: Γραφική παράσταση της απόδοσης σε καρπό (kg/στρ.) των διαφορετικών συνδυασμών λιπασμάτων και σε διαφορετικά επίπεδα αζώτου.



2Διάγραμμα 4.4: Γραφική παράσταση της απόδοσης σε καρπό (kg/στρ.) των διαφορετικών συνδυασμών λιπασμάτων στο επίπεδο των 12 μονάδων αζωτούχου λίπανσης στο Βελεστίνο

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή θα συζητηθούν τα αποτελέσματα της παραπάνω εργασίας. Αρχικά, γνωρίζουμε πως η ύπαρξη ή μη άρδευσης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγή κάθε καλλιέργειας. Στην καλλιέργειά του σκληρού σίτου στην περιοχή του Βελεστίου, δεν υπήρξε άρδευση με αποτέλεσμα οι ανάγκες σε νερό να καλυφθούν μόνο από τις βροχοπτώσεις εκείνης της περιόδου. Η έλλειψη βροχής τον Απρίλιο είχε ως αποτέλεσμα η απόδοση σε καρπό να κυμανθεί σε μέτρια επίπεδα και να φθάσει τα 400 Kg/στρ. Σε περίπτωση άρδευσης είναι σίγουρο πως η απόδοση σε καρπό αλλά και σε βιομάζα θα ήταν περισσότερη.

Σημαντικό επίσης είναι πως εκείνο το επίπεδο λίπανσης το οποίο έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα στην ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας σε καρπό και βιομάζα ήταν οι 12 μονάδες αζώτου σε όλα τα λιπάσματα. Το ίδιο επίπεδο ήταν αυτό που εμφάνισε την μεγαλύτερη ποσότητα σε σπόρο και βιομάζα και ήταν τα 407 kg/στρ και 1023 kg/στρ αντίστοιχα. Ακόμη, αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι πως τα 18 kg/στρ άζωτο όχι μόνο δεν έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα, αλλά προκάλεσαν και συμπτώματα τοξικότητας στα φυτά μας, όπως εγκαύματα στα φύλλα και κατσάρωμα στα άνερα των στάχων. Αυτό δίνει το συμπέρασμα περί ορθολογικής χρήσης των λιπασμάτων όχι μόνο για εξοικονόμηση χρημάτων αλλά περισσότερο για αυξημένη παραγωγή και για προστασία του περιβάλλοντος.

Επιπρόσθετα, μέσω των αποτελεσμάτων παρατηρείται πως πραγματικά τα λιπάσματα με παρεμποδιστή ουρεάσης λειτούργησαν ευεργετικά και παρουσίασαν καλύτερα ποσοστά ως προς την ανάπτυξη, αύξηση και απόδοση του σκληρού σίτου σε σύγκριση με τα συμβατικά. Αυτό αποδεικνύεται από τις τιμές που πάρθηκαν από τις τρεις δειγματοληψίες. Συγκεκριμένα το nutrimore 20-24-0 (βασική) & 40-0-0 (επιφανειακή) αλλά και το nutrimore 30-15-0 (βασική) & 46-0-0 (επιφανειακή) παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές ως προς την αύξηση, ανάπτυξη, απόδοση σε σπόρο αλλά και ως προς την βιομάζα. Συμπερασματικά, υποδηλώνεται η σημασία και η αναγκαιότητα της χρήσης των νέων τύπων λιπασμάτων με βραδεία αποδέσμευση αζώτου από τους παραγωγούς.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αναλογίδης Δ. 2013. Ουρία: μια πολύτιμη πηγή αζώτου για τις καλλιέργειες. Επιστημονικός σύμβουλος (Μεγκλας ΑΕΒΕ).
2. Αφεντούλη, Α. 2004, Χειμωνιάτικα σιτηρά και ψυχανθή (Σημειώσεις μαθήματος), ΑΤΕΙΘ Τμήμα Φυτικής Παραγωγής: Θεσσαλονίκη.
3. Γαλανοπούλου, - Σενδούκα, Σ. 2003. Ειδική Γεωργία 1. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής Και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
4. Δαναλάτος, Ν.Γ. Οκτώβριος 2005. “Σημειώσεις ειδικής γεωργίας Ι” (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή), Βόλος
5. Θανασουλόπουλος, Κ., Καθηγητής Φυτοπαθολογίας, Μυκητολογικές Ασθένειες Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 1995.
6. Οκτωνιάτης, Χ. 2009, *Η επίδραση των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην καλλιέργεια σιταριού* (Πτυχιακή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2009).
7. Παλάτος, Γ. & Κυρκενίδης Ι., 2005, Χειμερινά σιτηρά και ψυχανθή (Σημειώσεις εργαστηρίου), ΑΤΕΙΘ Τμήμα Φυτικής Παραγωγής: Θεσσαλονίκη.
8. Παπακώστα, Δ., 2012. «Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά), Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
9. Σφήκας, Α., 1995, Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων: Θεσσαλονίκη.
10. Σφήκας, Α.Γ. 1984. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά. Έκδοση Τρίτη, Θεσσαλονίκη.
11. Τζανετοπούλου, Ι. (1998) Η σημασία των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην εξέλιξη της καλλιέργειας του σιταριού. (Πτυχιακή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 1998).
12. Φασούλας, Α.Κ. και Ν.Α. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη σελ. 272.

5.2. Ξένη Βιβλιογραφία

1. Aase, J.K. and F. H. Siddoway. 1979. Crown – depth temperatures and winter protection for winter wheat survival. Soil Science Society of American Journal 43:1229-1233.
2. Allen, S. 2005. Urease and Nitrification Inhibitors. Business and Product Development of Agrotain.

3. Carven, P.R. and J.D. Owndy.1995. Acid soil tolerance in wheat. *Advances in Agronomy* 54:117-173.
4. Delorit, R.J., L.J. Greub and H.L. Ahlgren. 1984. *Crop Production*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. Fifth Edition. 768 p.
5. Kirby, E.J.M., 1995. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. *Crop Sci.* 35, 11-19.
6. Lithourgidis, A.S., C.A. Damalas and A.A. Gagianas. 2006a. Long-term yield patterns for continuous winter wheat cropping in northern Greece. *European Journal of Agronomy* 25:208-214.
7. Lopez-Bellido, L., Fuentes M., Castillo J. E. & Lopez-Garrido F. J., 1998, Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions, *Field Crops Research*, 57: 265-276.
8. McMaster, G.S., Wilhelm, W.W., 1997. Conservation compliance credit for winter wheat fall biomass production and implications for grain yield. *J. Soil Water Conserv.*, 52.
9. Miralles, D.J. & Slafer, G.A. 1999. Wheat development In *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*, pp. 13-43, New York: Food Production Press.
10. Porter, J.R. and M. Gawith. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European Journal of Agronomy* 10:23-36.
11. Warrington, I.J., R.L. Dunstone and L.M. Green. 1977. Temperature effects at three development stages on the yield of the wheat ear. *Australian Journal of Agricultural Research* 40:15-24.
12. Zhao, R.-F., Chen X.-P., Zhang F.-S., Zhang H., Schroder J. & Römheld V., 2006, Fertilization and Nitrogen Balance in a Wheat–Maize Rotation System in North China, *Agronomy Journal*, 98(4): 938.

5.3. Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

<http://jaiswallab.cgrb.oregonstate.edu/genomics/wheat>

<http://www.geochembio.com/biology/organisms/barley/>

<http://www.hellagrolip.gr/fertilization/cereal>

<http://www.macaulay.ac.uk/LADSS/sampling.html>

[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/C671EB1BE83C1E28C225804800349C68/\\$file/CE%9B%CE%99%CE%A0%CE%91%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/C671EB1BE83C1E28C225804800349C68/$file/CE%9B%CE%99%CE%A0%CE%91%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91.pdf)

<https://gr.depositphotos.com/stockphotos/%CE%B8%CE%B5%CF%81%C%B9%CE%B6%CE%BF%CE%B1%CE%BB%CF%89%CE%BD%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AE.html>

http://extension.agron.iastate.edu/compendium/compendiumpdfs/franzen_urea.pdf

<https://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/nitrogen/fertilizer-urea/>

<http://www.aegeaskek.gr/eco-agro/pdf/enotita3.pdf>