

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Εργαστήριο Γεωργίας



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΟΥ:

ΤΖΙΚΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

ΜΕ ΘΕΜΑ:

**«Επίδραση του αζώτου στη θρεπτική αξία του σκληρού σίτου ως
ζωοτροφή στην ανατολική Θεσσαλία »**

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ν. Γ. ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ, 2020

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Νικόλαος Γ. Δαναλάτος, Καθηγητής Γεωργίας -Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, ΤΓΦΠΑΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων Καθηγητής,

Βασίλειος Αντωνιάδης, Αναπληρωτής Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας, ΤΓΦΠΑΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος,

Ελπινίκη Σκουφογιάννη, Ε.ΔΙ.Π., Γεωπόνος, ΜΔΕ, Διδάκτορας Γεωργίας, ΤΓΦΠΑΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

Τίτλος Εργασίας: «Επίδραση του αζώτου στη θρεπτική αξία του σκληρού σίτου ως ζωοτροφή στην ανατολική Θεσσαλία» και αγγλικό τίτλο «Effect of nitrogen on the nutritional value of durum wheat as a feed in eastern Thessaly».

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ν. Δαναλάτο για τη συνεχή καθοδήγηση κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, καθώς και για τη βοήθεια που μου παρείχε μέχρι την ολοκλήρωση της Πτυχιακής αυτής Διατριβής.

Τέλος ευχαριστώ πολύ και την κα. Ελ. Σκουφογιάννη και τους κ. Δ. Μπαρτζιάλη και κ. Κ. Γιαννούλη για την συμβολή τους στην εργασία αυτή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή αναφέρεται στην επίδραση του αζώτου στη θρεπτική αξία του σκληρού σίτου ως ζωοτροφή στην ανατολική Θεσσαλία. Πιο συγκεκριμένα, μελετάται η επίδραση του χρονικού σημείου κοπής και η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης σε χαρακτηριστικά απόδοσης σε χλωρό και ξηρό βάρος ανά στρέμμα καθώς επίσης και τα επίπεδα πρωτεΐνης για παραγωγή ζωοτροφής.

Αρχικά, περιγράφεται η σπουδαιότητα των σιτηρών, αναφέρονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, στάδια ανάπτυξης του φυτού και τα βασικά στοιχεία για την καλλιέργεια του σιταριού. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη χημική σύσταση, τις χρήσεις και τις προοπτικές καλλιέργειας τόσο για συμβατική χρήση όσο και για χρήση ως ζωοτροφή. Στη συνέχεια, ακολουθεί το πειραματικό μέρος (Υλικά και Μέθοδοι) που περιγράφει τις εργασίες που έγιναν στον αγρό και στο εργαστήριο κατά τις καλλιεργητικές περιόδους 2016 και 2017. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στο χρονικό σημείο κοπής και λίπανσης καθώς και στην επίδραση τους στην παραγωγή βιομάζας και σε πρωτεΐνη. Ειδικότερα, οι μεταβλητές του πειράματος ήταν τα διαφορετικά επίπεδα επιφανειακής λίπανσης (0, 4, 8 και 12 μον. N/στρ) και τα τρία διαφορετικά χρονικά σημεία κοπής. Τέλος, παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα του πειράματος (Αποτελέσματα και Συζήτηση), με αναλυτικούς πίνακες και διαγράμματα των κλιματολογικών δεδομένων, της περιεχόμενης πρωτεΐνης στους ιστούς, τις μετρήσεις φασματοφωτόμετρο (NIR), του χλωρού και του ξηρού βάρους κάθε κοπής ξεχωριστά, τον λόγο αυτών καθώς και του χλωρού και του ξηρού βάρους στα φύλλα, στους βλαστούς και στα καρποφόρα όργανα της 3^{ης} κοπής.

Συμπερασματικά, στην παραγωγή βιομάζας η λίπανση με τις μεγαλύτερες τιμές αζώτου έδωσε καλύτερες τιμές σε κιλά σε όλες τις κοπές. Στην περίπτωση του ενσιρώματος (2^η κοπή) οι 12 μον. N. έδωσαν τη μέγιστη παραγωγή σε προϊόν ζωοτροφής και στην περίπτωση της περιεχόμενης πρωτεΐνης στα φύλλα, στους βλαστούς και στα καρποφόρα όργανα παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές και μικρή διακύμανση μεταξύ αυτών για τα διαφορετικά επίπεδα αζώτου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | 4 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 5 |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | 6 |
| 1. <u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u> | 8 |
| 1.1 Ιστορική αναδρομή | 8 |
| 1.2 Σπουδαιότητα σιτηρών σε όλο τον κόσμο | 10 |
| 1.3 Σιτηρά στην Ελλάδα | 13 |
| 1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά και στάδια ανάπτυξης | 16 |
| 1.4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά σιταριού | 16 |
| 1.4.2 Στάδια ανάπτυξης | 19 |
| 1.5 Καλλιέργεια του σκληρού σίτου | 20 |
| 1.5.1 Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες | 20 |
| 1.5.2 Προετοιμασία αγρού | 22 |
| 1.5.3 Λίπανση | 25 |
| 1.5.4 Ποικιλίες Σιτηρών | 31 |
| 1.5.5 Σπορά | 32 |
| 1.5.6 Ζιζανιοκτονία | 35 |
| 1.5.7 Άρδευση | 37 |
| 1.5.8 Συγκομιδή | 38 |
| 1.6 Χημική σύσταση και πρωτεΐνη | 39 |
| 1.7 Χρήσεις του σιταριού | 40 |
| 1.8 Ζωοτροφές | 42 |
| 1.9 Προοπτικές των σιτηρών για την ελληνική οικονομία | 47 |
| 1.10 Σκοπός του πειράματος | 48 |
| 2. <u>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</u> | 49 |
| 2.1 Επιλογή πειραματικού αγρού | 49 |
| 2.1.1. Εδαφολογική ανάλυση πειραματικού τεμαχίου | 50 |
| 2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα | 51 |
| 2.3 Πειραματικό σχέδιο | 52 |
| 2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες | 53 |
| 2.4.1 Προετοιμασία αγρού και σπορά | 53 |
| 2.4.2 Άρδευση | 54 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.4.3 | Λίπανση | 55 |
| 2.4.4 | Αντιμετώπιση ζιζανίων | 55 |
| 2.5 | Δειγματοληψία-Μετρήσεις | 55 |
| 3. | <u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u> | 57 |
| 3.1 | Μετεωρολογικά δεδομένα | 57 |
| 3.2 | Αύξηση και παραγωγικότητα | 60 |
| 3.2.1 | Χλωρό βάρος | 60 |
| 3.2.2 | Ξηρό βάρος | 64 |
| 3.2.3 | Χλωρό βάρος φύλλων-βλαστών-καρποφόρων οργάνων 3 ^{ης} κοπής | 68 |
| 3.2.4 | Ξηρό βάρος φύλλων-βλαστών-καρποφόρων οργάνων 3 ^{ης} κοπής | 70 |
| 3.2.5 | Λόγος ξηρού/χλωρού βάρους | 72 |
| 3.3 | Περιεχόμενη πρωτεΐνη στους ιστούς | 75 |
| 3.4 | Μετρήσεις NIR | 77 |
| 3.5 | Συζήτηση | 80 |
| 4. | <u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u> | 81 |
| | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 82 |

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Από τις αρχές της ανθρώπινης ιστορίας φαίνεται ότι τα σιτάρια αποτελούν το πιο σημαντικό προϊόν για την ανάπτυξη και εξέλιξη του ανθρώπινου γένους. Είναι από τα πρώτα φυτά που καλλιέργησε ο άνθρωπος και τα ίχνη τους χάνονται στον χρόνο. Το σιτάρι ή στάρι ή σίτος (*Triticum spp*) είναι ένα φυτό που έχει εξαπλωθεί και καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο. Σε αυτό βοηθάει η μεγάλη προσαρμοστικότητά του σε διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος καθώς σε εκτατικές συνθήκες καλλιέργειας παράγουν περισσότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες φυτών, αποτελούν την κυριότερη πηγή τροφίμων και αποθηκεύονται εύκολα γιατί έχουν μικρό ποσοστό υγρασίας. Αποτελεί το δεύτερο σε συγκομιδή δημητριακό, μετά τον αραβόσιτο, με τρίτο το ρύζι. Ο καρπός του σίτου είναι βασική τροφή, η οποία χρησιμοποιείται όλα αυτά τα χρόνια για την παρασκευή αλευριού, ζωοτροφών και ως πρώτη ύλη στην παρασκευή αλκοολούχων ποτών και καυσίμων (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%81%CE%B9>).

Για το γεωγραφικό εντοπισμό διαφόρων τροφών, συμπεριλαμβανομένου και του σιταριού, υπάρχουν κάποιες μέθοδοι όπως είναι η PCA(Principal Component Analysis), η LDA(Linear Discriminant Analysis) και ο προσδιορισμός ισοτόπων, οι οποίες εξετάζουν τη σχέση των συγκεντρώσεων ορισμένων στοιχείων μεταξύ ενός δείγματος εδάφους και των σπόρων σίτου. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατός ο κατά προσέγγιση γεωγραφικός εντοπισμός της προέλευσης σπόρων και άλλων τροφών(Zhao et al., 2013)

Μετά από πολλαπλά συμβάντα πολυπλοειδισμού των διαφόρων ειδών των γενών *Triticum* και *Aegilops* (φυλή *Triticeae* της υποοικογένειας των *Pooidae* αγρωστωδών) ήρθε η εξημέρωση του σιταριού. Το πιο σημαντικό μέλος της φυλής αποτελεί το εξαπλοειδές μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum* L.) ενώ ακολουθούν εξημερωμένα διπλοειδή και τετραπλοειδή σιτάρια, σίκαλη (*Secale cereale*) και το κριθάρι (*Hordeum vulgare*).

Εκτιμάται ότι στο παρελθόν οι φυλές *Triticae* και *Poeae* (*Lolium rigidium*) απέκλιναν από την γενεαλογία των *Triticum* / *Aegilops* 35 εκατομμύρια χρόνια πριν (EXII), ενώ τα γένη *Hordeum* και *Secale* απομακρύνθηκαν 11 EXII και 7 EXII

αντίστοιχα (Huang et al., 2002). Με το πέρασμα των χρόνων διάφορα γεγονότα οδήγησαν στην τετραπλοειδία του σιταριού και αργότερα στην εξαπλοειδία περί τα 8.000 χρόνια πριν.

Ενώ υπάρχουν 10.000 είδη αγρωστωδών, καλλιεργούνται σχεδόν τα 50 και ως κύριες καλλιέργειες μπορούν να θεωρηθούν μόνο 12 εξ αυτών [σιτάρι (*Triticum spp*), κριθάρι (*Hordeum spp*), σικάλη (*Secale cereale*), τριτικάλε(*Triticosecale*), ρύζι (*Oryza sativa*), βρώμη (*Avena sativa*) και καλαμπόκι (*Zea mays*)]. Η οικογένεια των αγρωστωδών διαιρείται σε 40 φυλές. Μέσα σε κάθε φυλή τα γένη συχνά μοιράζονται μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά και τεχνολογικές ιδιότητες (Evers & Nesbit, 2006).

Από τότε που ο άνθρωπος προσπάθησε για πρώτη φορά να παράγει τρόφιμα, στη «Νεολιθική Επανάσταση», εδώ και τουλάχιστον 10.000 χρόνια, η καλλιέργεια του σιταριού και ο ανθρώπινος πολιτισμός εξελίσσονται παράλληλα (Shewry, 2009). Το πρώτο γεωργικό βιβλίο που αφορά το σιτάρι, γράφηκε σε πλάκα από πηλό με σφηνοειδή γραφή γύρω στο 1700 π.Χ. και ανακαλύφθηκε στο Ισραήλ το 1950 (Χρηστίδης, 1963). Στη συνέχεια του δρόμου της εξημέρωσης χάθηκε η ικανότητα της διασποράς των σπόρων του σιταριού (εύθραυστη ράχη) και του λήθαργου, έχοντας ως αποτέλεσμα την εξάρτηση της καλλιέργειας και τη διατήρηση των ποικιλιών που έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά από τον άνθρωπο.

Για το σιτάρι η εξημέρωση ήρθε σε μια περιοχή της ΝΑ Ασίας ανάμεσα στη λεκάνη των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη (αρχαία Μεσοποταμία) και τα βουνά του Ιράν, της Τουρκίας, της Συρίας και της Ιορδανίας, στην περιοχή που συχνά χαρακτηρίζεται ως «Γόνιμη Ημισέληνος» (Fertile Crescent). Τα πρώτα ευρήματα των δύο ειδών καλλιεργούμενου σιταριού (*Triticum monococum* L. και *T. dicoccoides*) που ανακαλύφθηκαν αποθηκευμένα χρονολογήθηκαν μεταξύ 7.500 και 6.700 π.Χ. (Xiping et al., 2002).

Τα άγρια μονόκοκκα και δίκκοκα σιτάρια ανακαλύφθηκαν στην Ελλάδα, στην Τουρκία, στη Βουλγαρία, στη νότια Σερβία, στη νοτιοδυτική Συρία, στο νοτιοανατολικό Λίβανο, στο βόρειο Ιράκ και στο δυτικό Ιράν, στην Αρμενία και η παρουσία τους χρονολογείται από το 7.500 π.Χ. (Perrino et al., 1996). Όσον αφορά στην Ελλάδα το άγριο *T. boeiticum* απαντάται αυτοφυές στη Βοιωτία, στην Αργολίδα, στην Αχαΐα και σε μερικά μέρη της Θεσσαλίας (Jaradat et al., 1995). Τα σιτάρια που άρχισαν να καλλιεργούνται μετά το 7.500 π.Χ. ήταν διπλοειδή μονόκοκκα και

τετραπλοειδή δίκοκκα, ενώ στον ελλαδικό χώρο εμφανίστηκαν μετά το 6.200 π.Χ. (Perrino et.al., 1996).

Κυρίαρχο καλλιεργούμενο σιτάρι στην Ασία, Αφρική και Ευρώπη από τα πρώτα χρόνια της γεωργίας αποτελούσε το δίκοκκο σιτάρι (*T. dicoccum Schrame ex Schubler*). Κόκκοι του βρέθηκαν στους τάφους των πυραμίδων της Αιγύπτου, ενώ ήταν διαδεδομένο στην αρχαία Βαβυλώνα και στην Κεντρική Ευρώπη (Χρηστίδης, 1963). Προήλθε από το άγριο δίκοκκο *T. dicoccoides* που απαντάται στη νοτιοανατολική Ασία και ανακαλύφθηκε από τον Aaronshon το 1906 στην Παλαιστίνη (Buller, 1919, Carleton, 1924).

Το σιτάρι σπέλι (*T. spelta*) εμφανίστηκε μεταγενέστερα σε σχέση με το μονόκοκκο και το δίκοκκο σιτάρι και οι πρώτες αναφορές του γίνονται κατά την αρχή της Χριστιανικής περιόδου (Buller, 1919).

Τα σιτηρά χωρίς λέπυρα (γυμνόσπερμα) όπως το μαλακό και το σκληρό σιτάρι πιο συγκεκριμένα, αντικατέστησαν τα ντυμένα με λέπυρα σιτάρια και κυριάρχησαν στην καλλιέργεια σιταριού κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, περίπου το 1000 π.Χ. (Κορπέτης κ.ά., 2013). Στις αρχές του 20 αιώνα, τα μόνα «ντυμένα» σιτάρια με εύθραυστη ράχη που παρέμειναν στην καλλιέργεια ήταν το μονόκοκκο σιτάρι, το δίκοκκο και το σπέλτα.

1.2 Σπουδαιότητα Σιτηρών σε όλο τον κόσμο

Τα σιτηρά αποτελούν την πιο σπουδαία καλλιέργεια στον κόσμο. Είναι μια από τις κυριότερες δυναμικές καλλιέργειες στον κόσμο και βρίσκει ευρεία εφαρμογή παγκοσμίως, ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες (Δαναλάτος, 2005 όπ. αναφ. Μαρτίνο, 2013). Η οικονομική τους σημασία είναι παγκόσμια καθώς καλλιεργούνται σε όλες τις χώρες του κόσμου. Αυτό αποτυπώνεται και από το γεγονός πως η παγκόσμια παραγωγή και οι καλλιεργηθείσες εκτάσεις των πιο κύριων καρποδοτικών σιτηρών για το 2010 (FAOSTAT 2012 & FAOSTATDatabase) αντιστοιχούσε σε 2432 εκατ. τόνους σε όλο τον κόσμο από έκταση 6825 εκατ. στρέμματα.

Πίνακας 1.1: Παγκόσμια παραγωγή και καλλιεργηθείσες εκτάσεις των σπουδαιότερων καρποδοτικών σιτηρών κατά το 2010 (FAOSTATDatabase, όπ. ανάφ. στο Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012:24).

| Είδος | Καλλιεργηθείσα έκταση Εκατομ. στρ. | Παραγωγή Εκατομ. tn | Μέση απόδοση kg/στρ. |
|-----------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Σιτάρι | 2170 | 651 | 300 |
| Ρύζι | 1537 | 672 | 437 |
| Καλαμπόκι | 1620 | 844 | 521 |
| Κριθάρι | 479 | 123 | 258 |
| Σόργο | 405 | 56 | 137 |
| Κεχρί | 351 | 29 | 83 |
| Βρώμη | 90 | 20 | 216 |
| Βρίζα | 50 | 12 | 231 |
| Λοιπά | 123 | 25 | - |
| Σύνολο | 6825 | 2432 | - |

Αποτελούν την πιο βασική τροφή για τον άνθρωπο καθώς το 75% του κόσμου τρώει σιτηρά. Τα κυριότερα καρποδοτικά σιτηρά είναι το σιτάρι, το ρύζι, το καλαμπόκι, το κριθάρι, η βρώμη, η σίκαλη (βρίζα), το σόργο και το κεχρί και παρέχουν το 56% των θερμίδων από τις τροφές και το 50% της πρωτεΐνης που καταναλώνονται παγκοσμίως (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Όσον αφορά στους σπόρους των σιτηρών το 75% παράγεται από το σιτάρι, το ρύζι και το καλαμπόκι και το 25% από τα υπόλοιπα πέντε που αναφέρθηκαν παραπάνω (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Ταυτόχρονα, αξίζει να σημειωθεί πως τα σιτηρά χρησιμοποιούνται και για τη διατροφή των ζώων ως ζωοτροφή αλλά σε περιορισμένη κλίμακα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Οι μεταβολές των τελευταίων δεκαετιών για την παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση σιτηρών αλλά και της παραγωγής για την περίοδο 1961-2010 παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1.2: Μεταβολή της παγκοσμίως καλλιεργούμενης έκτασης με σιτηρά και της παραγωγής μεταξύ 1961-2010 (FAOSTATDatabase, όπ. ανάφ. στο Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012:25).

| Έτος | Καλλιεργηθείσα έκταση Εκατομ. στρ. | Παραγωγή Εκατομ. tn |
|-------------|---|--------------------------------|
| 1961 | 6491 | 878 |
| 1971 | 6880 | 1300 |
| 1981 | 7274 | 1632 |
| 1991 | 7140 | 1890 |
| 2001 | 6744 | 2109 |
| 2005 | 6902 | 2268 |
| 2010 | 6825 | 2432 |

Από τα προαναφερθέντα στοιχεία προκύπτει ότι η καλλιεργούμενη έκταση είχε μικρές μεταβολές ανά δεκαετία. Αντίθετα από τις εκτάσεις, όμως, η παγκόσμια παραγωγή σιτηρών υπερδιπλασιάστηκε. Πολλοί λόγοι συνέβαλαν σε αυτή την μεγάλη αύξηση των αποδόσεων. Μεταξύ των κυριότερων συγκαταλέγονται η ανακάλυψη και χρησιμοποίηση καινούργιων ποικιλιών με καλύτερα χαρακτηριστικά και δυναμικό παραγωγής, η έρευνα πολλών επιστημόνων με σκοπό την βελτίωση της τεχνικής καλλιέργειας μέσω της γνώσης των φυτών και των αναγκών τους και τέλος με την χρήση των κατάλληλων λιπασμάτων, φυτοπροστατευτικών, ζιζανιοκτόνων και άλλων σκευασμάτων ώστε να μειωθούν οι απώλειες και να αυξηθούν οι παραγωγές.

Η συνολική παγκόσμια παραγωγή σίτου το 2018/19 προβλέπεται να είναι 716,4 εκατομμύρια τόνοι, κάτω από την προβλεπόμενη παραγωγή 758,0 εκατομμύρια τόνων το 2017/18 (International Grain Council, 2018).

Κοιτάζοντας το παγκόσμιο μέλλον και τις προοπτικές της καλλιέργειας φαίνεται ότι για την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων απαιτήσεων για τροφή λόγω της μεγάλης αύξησης του πληθυσμού του πλανήτη, η παγκόσμια κοινότητα θα πρέπει να έχει ως στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας των ήδη υπάρχουσών καλλιεργούμενων εκτάσεων με σιτηρά στο μέγιστο δυνατό που μπορούν αυτές να φτάσουν. Αυτή η αύξηση της παραγωγικότητας μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση των πιο παραγωγικών ποικιλιών ή και την ανακάλυψη καινούργιων ακόμα πιο παραγωγικών, την καλλιέργεια με τις πλέον βέλτιστες καλλιεργητικές τεχνικές σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνητών που ασχολούνται με αυτόν τον τομέα για να έχουμε τις μέγιστες αποδόσεις σε κάθε περιοχή και χώρα, την σωστή χρήση των εισροών ώστε να είναι όσο πιο αποδοτικές γίνεται και να έχουμε το αποτέλεσμα που θέλουμε. Κάτι που είναι πολύ σημαντικό και θα πρέπει να προσέξουμε επίσης στο μέλλον είναι και η μείωση των απωλειών που υφίστανται τα σιτηρά κατά την

αποθήκευση. Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής καταστρέφεται στις αποθήκες λόγω λανθασμένης υγρασίας που έχει το προϊόν κατά την αποθήκευση ή λόγω προσβολών από διάφορα έντομα αποθηκών που μπορεί να μην γίνουν αντιληπτά έγκαιρα και να αποβούν μοιραίες με αποτέλεσμα οι απώλειες κατά την αποθήκευση σε ανεπτυγμένες χώρες φτάνει ως το 17% και σε αναπτυσσόμενες είναι >30% (Αθανασίου, 2012).

1.3 Σιτηρά στην Ελλάδα

Τα σιτηρά στην Ελλάδα φαίνεται να υπάρχουν από τα αρχαία χρόνια, από την εποχή του Δωδεκάθεου, καθώς θεωρούνταν «Δήμητρας καρποί», δηλαδή καρποί της θεάς Δήμητρας, θεά της γεωργίας και της γονιμότητας. Οι Αθηναίοι, μάλιστα, δήλωναν περήφανοι που σύμφωνα με το μύθο, είχαν διδαχθεί πρώτοι μεταξύ των ανθρώπων την καλλιέργεια των καρπών από τη θεά Δήμητρα.

Ο Ιπποκράτης και ο Πλάτωνας, στην αρχαία Ελλάδα, ήταν οι πρώτες προσωπικότητες που τόνισαν τη σημασία της διατροφής για την ανθρώπινη υγεία, δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στο σιτάρι (Vassilyadi et al., 2013).

Για την Ελλάδα υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αλλά και καλλιτεχνικές παραστάσεις που παρουσιάζουν το σιτάρι και το κριθάρι ως τα βασικά στοιχεία της βυζαντινής διατροφής (Bourbou et al., 2011)

Στη χώρα μας καλλιεργούμε κυρίως 9 είδη σιτηρών, τα οποία είναι το σιτάρι, το κριθάρι, η βρίζα, η βρώμη και το τριτικάλε, το καλαμπόκι, το ρύζι, το σόργο, και σε πολύ μικρές εκτάσεις το κεχρί (σχεδόν καθόλου). Τα πρώτα 5 κατατάσσονται στα χειμερινά σιτηρά και συνηθίζεται να σπέρνονται το φθινόπωρο, ενώ τα υπόλοιπα κατατάσσονται στα εαρινά και σπέρνονται την άνοιξη.

Τις μεγαλύτερες εκτάσεις στη χώρα μας όσον αφορά τα σιτηρά καταλαμβάνουν τα χειμερινά σιτηρά και αυτό γιατί μπορούν να καλλιεργηθούν ακόμα και σε φτωχά εδάφη, ορεινά ή άγονα, στα οποία άλλες καλλιέργειες με περισσότερες απαιτήσεις δεν αποδίδουν καλά. Ένας άλλος πολύ σημαντικός λόγος είναι ότι αξιοποιούν εκτάσεις οι οποίες δεν αρδεύονται και στις οποίες δεν θα ήταν εφικτό να καλλιεργηθούν εαρινές καλλιέργειες με μεγάλες απαιτήσεις σε νερό.

Με το πέρασμα των χρόνων και φτάνοντας πιο κοντά στο σήμερα, έχει παρατηρηθεί πως η πορεία της καλλιεργούμενης έκτασης με σιτηρά στην έχει μειωθεί. Το 1940 καλλιεργούνταν 15 εκατομμύρια στρέμματα που έγιναν 15,5 εκ.στρ. το 1970

αλλά από τότε μειώνεται αρκετά στα 12,6 εκ.στρ. το 2004 και στα 9,8 εκ.στρ. το 2010 (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Σε αντίθετη πορεία, όμως, οδεύει η παραγωγή σε σιτηρά καθώς έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό και σε αναλογία με την έκταση την αντίστοιχη περίοδο. Έτσι, ξεκινώντας από το 1940 που η ετήσια παραγωγή της Ελλάδας ήταν στους 1,39 εκ. τόνους, το 1970 έφτασε τους 3,56 εκ. τόνους, το 2004 τους 5,86 εκ. τόνους και τους 3,9 εκ. τόνους το 2010. Αυτή η αύξηση της παραγωγής προήλθε μέσα από την χρήση νέων βελτιωμένων ποικιλιών με καλύτερα χαρακτηριστικά, τις βελτιωμένες καλλιεργητικές τεχνικές και την εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών για την καταπολέμηση επιζήμιων ασθενειών, εχθρών και ζιζανίων. Όλα αυτά μαζί οδήγησαν στην αύξηση των αποδόσεων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρώτη φορά που επετεύχθη η σιτάρκεια στην Ελλάδα ήταν το 1957 (Κοκολιός, 1959) καλλιεργώντας 14 εκ.στρ. περίπου σιτηρά, τα 12 εκ των οποίων ήταν χειμερινά σιτηρά. Η σιτάρκεια για την χώρα μας υπήρχε για αρκετά χρόνια, όμως, με την ένταξη της Ελλάδας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και τις επιδοτήσεις για το σκληρό σιτάρι, ο κόσμος στράφηκε προς αυτή την κατεύθυνση και σταδιακά με την αύξηση και του κόστους παραγωγής άρχισε να εγκαταλείπεται η καλλιέργεια των άλλων ειδών των σιτηρών από πολλούς παραγωγούς και να καλλιεργείται μόνο το σκληρό σιτάρι που είχε επιδότηση. Όμως, με την παρούσα χρήση γης και την εγκατάλειψη της χειμερινής καλλιέργειας στο βωμό του σκληρού σιταριού έχει προ πολλού ανασταλεί η σιτάρκεια της χώρα μας (Δαναλάτος, χ.χ).

Μερικά στοιχεία κατά είδος και μέση απόδοση για τα έτη 2004, 2006 και 2010 παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1.3: Καλλιεργηθείσες εκτάσεις, παραγωγή και μέση απόδοση των καρποδοτικών σιτηρών στην Ελλάδα κατά τα έτη 2004, 2006 και 2010.(FAOSTATDatabase, Ελληνική Στατιστική Αρχή, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012:28).

| Είδος | Καλλιεργηθείσα έκταση, χιλ. στρ. | | | Παραγωγή χιλ. tn | | | Μέση απόδοση ¹ kg/στρ. |
|-----------|-------------------------------------|-------|------|---------------------|------|------|--------------------------------------|
| | 2004 | 2006 | 2010 | 2004 | 2006 | 2010 | |
| Σιτάρι | 8450 | 7950 | 6474 | 2092 | 1778 | 1671 | 255 |
| Καλαμπόκι | 2429 | 2345 | 1473 | 2455 | 2359 | 1586 | 997 |
| Κριθάρι | 940 | 1013 | 1076 | 234 | 245 | 306 | 260 |
| Βρώμη | 407 | 450 | 309 | 83 | 96 | 72 | 211 |
| Ρύζι | 237 | 223 | 341 | 188 | 201 | 231 | 790 |
| Βρίζα | 142 | 130 | 168 | 34 | 31 | 42 | 223 |
| Σόργο | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,04 | 0,12 | 209 |
| Σύνολο | 12606 | 12120 | 9841 | 5086 | 4710 | 3908 | - |

¹ Μέση απόδοση των ετών 2004, 2006, 2010.

Η χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση στη χώρα είναι περίπου 32.825,2 χιλ. στρ. για το 2015 εκ των οποίων το 52,9% (17.370,6 χιλ. στρ.) είναι αροτραίες καλλιέργειες, το 2% (673,2 χιλ. στρ.) για κηπευτικές (καθαρή έκταση), το 33,9% (11.111,3 χιλ. στρ.) για μόνιμες και το 11,2% (3.670,1 χιλ. στρ.) ήταν αγροναπαύσεις (ΕΛΣΤΑΤ, 2017).

Συνολικά η έκταση του σιταριού την τελευταία εικοσαετία έχει μειωθεί κατά 3,5 εκατ. στρ. Μεγάλο τμήμα αυτής της έκτασης βρίσκεται σε υποχρεωτική αγροανάπαυση ή έχει φυτευτεί με είδη δένδρων, συνέπεια σχετικών προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ινστιτούτο Σιτηρών, 2013 όπ. ανάφ. Σαρρής, 2013)

Τα πιο πρόσφατα στοιχεία πριν την υλοποίηση του πειράματος που αφορούν τα σιτηρά είναι από το 2015 όπου στη χώρα μας η καλλιεργούμενη έκταση με σιτηρά για καρπό σε σύνολο ήταν 8983,9 χιλ. στρ. (51,7% των αροτραίων καλλιεργειών), με το σκληρό σιτάρι να καλλιεργείται σε 3463,4 χιλ.στρ., το μαλακό σιτάρι σε 1558,0 χιλ.στρ., τον αραβόσιτο σε 1470,9 χιλ.στρ., το κριθάρι 1402,2 χιλ.στρ., το ρύζι 290,4 χιλ.στρ. και τα υπόλοιπα σε 799,0 χιλ.στρ. Αντίστοιχα, η παραγωγή για το καθένα τους ξεχωριστά ήταν για το σκληρό σιτάρι 996,9 χιλ. τόνους, το μαλακό σιτάρι 461,8 χιλ. τόνους, τον αραβόσιτο 1716,5 χιλ. τόνους, το κριθάρι 412,6 χιλ. τόνους και το ρύζι 263,6 χιλ. τόνους (ΕΛΣΤΑΤ, 2017).

Στην Ελλάδα αν και παλαιότερα καλλιεργούνταν πιο πολύ το μαλακό σιτάρι πλέον μετά την ένταξη στην Ε.Ε. και τις επιδοτήσεις ο κόσμος στράφηκε προς το σκληρό σιτάρι το οποίο ίσως ταιριάζει και πιο πολύ στο κλίμα της χώρας και έτσι παράγεται προϊόν πολύ καλής ποιότητας σε σχέση με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι οποίες παράγουν κυρίως μαλακό σιτάρι. Η σπουδαιότητα και των δύο είναι πολύ

μεγάλη για τη διατροφή του πληθυσμού μας, καθώς το ψωμί, το αλεύρι και άλλα παράγωγα τους αποτελούν βασικές τροφές για τον άνθρωπο. Το κριθάρι ακολουθεί σε σπουδαιότητα το σιτάρι και στη χώρα μας χρησιμοποιείται πιο πολύ για ζωοτροφές και λιγότερο για παραγωγή μύρας. Τελευταία από άποψη σπουδαιότητας έρχονται η βρώμη, η σίκαλη και το τριτικάλε.

Ο σκληρός σίτος της Θεσσαλίας είναι ο ποιοτικότερος της Ελλάδας, μπορεί να δεχτεί πολλαπλές μεταποιήσεις και συνιστά τη βάση για τα χαρμάνια των προϊόντων ζύμης και ζυμαρικών. Η καλλιέργεια του γίνεται όχι μόνο σε ξερικές εκτάσεις αλλά και σε αρδευόμενες και συνιστά το βασικότερο συντελεστή αμειψισποράς. Αποτελεί εξαγωγίμο και επιδοτούμενο προϊόν το οποίο συμβάλει τα μέγιστα τόσο στην τοπική όσο και στην εθνική οικονομία γενικότερα (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011).

Στη Θεσσαλία οι 10 επικρατέστερες σε έκταση ποικιλίες σκληρού σιταριού, που παράλληλα εντάσσονται στη λίστα των εγκεκριμένων ποικιλιών και σπόρων για ολοκληρωμένη διαχείριση και κρατική ενίσχυση από το 2010, είναι οι εξής με κατάταξη σε φθίνουσα σειρά: Simeto, Meridiano, Quadrato, Iride, Grecale, Claudio, Bronte, Normanno, Selas και Vendetta (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2010).

Για τα εαρινά σιτηρά την μεγαλύτερη σπουδαιότητα έχουν το καλαμπόκι και το ρύζι. Το πρώτο απαιτεί για να δώσει καλές αποδόσεις γόνιμα εδάφη με πολύ νερό και λίπανση ενώ το δεύτερο καλλιεργείται κυρίως σε εδάφη αλατούχα και αλκαλιωμένα τα οποία έχουν άφθονο νερό για άρδευση και συνήθως είναι πλησίον κάποιου ποταμού (όπως π.χ. περιοχή Θεσσαλονίκης). Ακολουθεί το σόργο σε πολύ μικρές εκτάσεις και το κεχρί.

1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά και στάδια ανάπτυξης

1.4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά σιταριού

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και στάδια ανάπτυξης των περισσότερων χειμερινών σιτηρών έχουν πολλές ομοιότητες. Ομοιότητες υπάρχουν και στην καλλιεργητική τεχνική που εφαρμόζεται.

Ένα φυτό σιταριού αποτελείται από τη ρίζα, το βλαστό(καλάμι), τα φύλλα, τις ταξιανθίες-άνθη και τον καρπό.

- Ριζικό σύστημα

Το ριζικό τους σύστημα είναι θυσσανώδες με δύο ειδών ρίζες: α) τις εμβρυακές και β) τις μόνιμες ή δευτερογενείς. Οι πρώτες βγαίνουν από το σπόρο κατά το φύτεμα

είναι λεπτές και με πολλές πλευρικές διακλαδώσεις και συνεισφέρουν νερό και θρεπτικά στοιχεία στα αρχικά στάδια πριν την ανάπτυξη του μόνιμου ριζικού συστήματος. Οι μόνιμες σχηματίζονται από τους πρώτους κόμβους στο σημείο που ονομάζεται σταυρός, είναι πολυάριθμες, παχύτερες και πιο ισχυρές. Οι περισσότερες ρίζες φτάνουν σε βάθος 30-50cm, μπορούν όμως να φτάσουν μέχρι και 2m.

Οι ανθεκτικές στην ξηρασία ποικιλίες, αναπτύσσουν πλουσιότερο ριζικό σύστημα συγκρινόμενες με τις ευπαθείς (Hamblin et. al., 1990). Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος δεν σχετίζεται με το ύψος των φυτών αλλά εξαρτάται από το γενότυπο (Stoskopf, 1985) και περιορίζεται την περίοδο της άνθησης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

- Βλαστός (καλάμι)

Ο βλαστός στα σιτηρά είναι κυλινδρικός και αποτελείται από μεσογονάτια διαστήματα, ως επί το πλείστο κενά στο εσωτερικό τους κατά την ωρίμανση και από συμπαγή γόνατα ή κόμβους. Ο αριθμός των μεσογονατίων εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία του σιταριού επηρεάζεται όμως και από τις κλιματικές συνθήκες. Το μήκος τους εξαρτάται από τη θέση τους στο βλαστό και από το γενότυπο. Το ύψος και η διάμετρος των βλαστών σχετίζεται με το πλάγιασμα. Ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους από καταβολές οφθαλμών που βρίσκονται στους κόμβους του βλαστού, εκφύονται νέα στελέχη τα λεγόμενα αδέρφια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

- Φύλλα

Τα φύλλα των σιτηρών αποτελούνται από τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήμα του φύλλου που περιβάλλει το βλαστό (καλάμι) και σε κάποια φύλλα φέρει τρίχες σε κάποια άλλα όχι. Το έλασμα είναι επίμηκες και στενό με παράλληλες κύριες νευρώσεις, χωρίς διακλαδώσεις οι οποίες συνδέονται σταυρωτά μεταξύ τους με άλλα μικρότερα νεύρα. Τα στομάτια είναι διατεταγμένα σε παράλληλες σειρές και στις δύο πλευρές των φύλλων. Το έλασμα στρέφεται προς τα δεξιά (σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη) ή αριστερά (βρώμη) ή μπορεί να έχει και δύο συστροφές. Όσον αφορά στο μήκος, στο πλάτος και στο χρωματισμό του ελάσματος των φύλλων είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας. Στο σημείο που γίνεται η ένωση κολεού με το έλασμα υπάρχουν το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Το μέγεθος και η μορφή του γλωσσιδίου και των ωτιδίων είναι τα χαρακτηριστικά που μας κάνουν να αναγνωρίζουμε τα χειμερινά σιτηρά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Ο αριθμός των

φύλλων είναι 5-10 με το τελευταίο να ονομάζεται φύλλο-σημαία και να έχει σημαντικό ρόλο στον εφοδιασμό του κόκκου με προϊόντα φωτοσύνθεσης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

- Ταξιανθίες-άνθη

Στο σιτάρι, η ταξιανθία είναι στάχυς που αποτελείται από πολλά σταχύδια τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στη ράχη. Ένα σταχύδιο αντιστοιχεί σε κάθε θέση. Ανάλογα το είδος η ράχη μπορεί να είναι ισχυρή ή εύθραυστη. Στο μαλακό σιτάρι το μήκος του στάχεως κυμαίνεται από 7-10 cm και στο σκληρό σιτάρι από 6-8 cm. Η πυκνότητα των σταχυδίων επάνω στο στάχυ διαφέρει ανάλογα με το είδος με το σκληρό σιτάρι να έχει πιο συμπαγή ταξιανθία από το μαλακό.

Κάθε σταχύδιο παρουσιάζει από 2 έως 9 ανθίδια (άνθη) από τα οποία το 1 ή 2 ανώτερα είναι στείρα. Δύο ή τρεις καρποί παράγονται σε κάθε σταχύδιο. Στις ποικιλίες που φέρουν άγανα το χρώμα αυτών κατά την ωρίμανση μπορεί να είναι λευκό, ερυθρό ή μαύρο. Το μέγεθος και το σχήμα του κόκκου ποικίλει όπως επίσης και το χρώμα και η σκληρότητα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

- Καρπός

Ο καρπός των σιτηρών ο οποίος αποτελεί ταυτόχρονα και τον σπόρο αυτών είναι καρύοση. Το σχήμα και το μέγεθος διαφοροποιείται με βάση κάποιους παράγοντες όπως ο γενότυπος, η ποικιλία, αν είναι στη βάση ή στη μέση ή στην κορυφή του στάχεως και την ποσότητα του ενδοσπερμίου. Ο σπόρος αποτελείται από τρία κύρια μέρη το περικάρπιο, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Το περικάρπιο προέρχεται από τα τοιχώματα της ωσθήκης και δημιουργεί ένα λεπτό προστατευτικό κάλυμμα σε όλη την επιφάνεια του σπόρου. Το ενδοσπέρμιο καλύπτει το εσωτερικό του σπόρου εκτός από το χώρο που καταλαμβάνει το έμβρυο και είναι αυτό που τροφοδοτεί το έμβρυο και το νεαρό φυτάριο με τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες μετά την βλάστηση του σπόρου και μέχρι το φυτό να είναι ικανό να καλύπτει τις θρεπτικές του ανάγκες από τις θρεπτικές ουσίες που βρίσκονται στο έδαφος. Το έμβρυο βρίσκεται στο οξύ άκρο του σπόρου και αποτελείται από τον άξονα του εμβρύου, ο οποίος περιβάλλεται από το ασπίδιο (κοτύλη). Ο άξονας του εμβρύου αποτελείται από το πτερίδιο που περιβάλλεται από το κολεόπτιλο το σημείο από το οποίο θα αναπτυχθεί το υπέργειο μέρος του φυτού και από την κύρια εμβρυακή ρίζα, που προστατεύεται από την κολεόριζα που την περιβάλλει (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Το σκληρό υψηλής ποιότητας σιτάρι θα πρέπει να διαθέτει ευμεγέθεις σπόρους, με λεία επιφάνεια χωρίς χαρακώσεις για μεγάλη απόδοση και καθαρότητα σιμιγδαλιού κατά την άλεση (Μπαξεβάνος, 2011).

1.4.2 Στάδια ανάπτυξης

Όσον αφορά στα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών τα οποία επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, μπορούν να χωριστούν σε 3 φάσεις/ στάδια: (α) το βλαστικό στάδιο, (β) το αναπαραγωγικό στάδιο και (γ) το στάδιο γεμίσματος του κόκκου. Σε κάθε ένα από τα στάδια αυτά το φυτό δημιουργεί και αυξάνει τα όργανά του καθώς συμπληρώνει το βιολογικό του κύκλο. Η χρονική διάρκεια της κάθε φάσης καθώς και ο χρόνος εμφάνισης των επιμέρους παραμέτρων της κάθε φάσης διαμορφώνεται από μία αλληλεπίδραση ανάμεσα στο γενότυπο και το περιβάλλον.

- Βλαστικό Στάδιο

Το βλαστικό στάδιο ή αλλιώς φάση εγκατάστασης εμπεριέχει τα στάδια ανάπτυξης του σιταριού από την περίοδο της σποράς του χωραφιού έως και την περίοδο της έναρξης του καλαμώματος. Σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης του φυτού παρατηρείται η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού (ή των φυτών) και η ανάπτυξη των βλαστών (αδέλφια). Προς το τέλος αυτού του σταδίου διαμορφώνεται ο αριθμός των κόκκων του σταχίου. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος όπως η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, η ένταση του φωτός, τα θρεπτικά στοιχεία, η υγρασία του εδάφους και άλλες παράμετροι επηρεάζουν λιγότερο ή περισσότερο το ρυθμό ανάπτυξης. Για τις ανοιξιότικες ποικιλίες σιταριού αυτή η φάση (στάδιο) ολοκληρώνεται πιο γρήγορα λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας και της φωτοπεριόδου.

- Αναπαραγωγικό Στάδιο

Το αναπαραγωγικό στάδιο ή αλλιώς η φάση του σχηματισμού διαρκεί από την εμφάνιση του πρώτου κόμβου μέχρι και το τέλος της άνθισης. Αποτελεί κρίσιμο στάδιο για το βιολογικό κύκλο του σιταριού καθώς τότε γίνεται η ανάπτυξη του στελέχους, η αύξηση των φύλλων, των ριζών και της ταξιανθίας όπου και διαμορφώνεται ο αριθμός των σταχυδίων σε αυτή. Η φυλλική επιφάνεια του φυτού σε αυτό το κρίσιμο στάδιο μπορεί να απορροφήσει το 96% της εισερχόμενης ενεργής ακτινοβολίας

(photosynthetically active radiation - PAR) . Σε αυτό το στάδιο το φυτό αναζητά με ταχείς ρυθμούς θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος και η ανάπτυξη είναι πολύ γρήγορη γι' αυτό και αναφέρεται ως στάδιο γρήγορης ανάπτυξης.

- Στάδιο γεμίσματος του κόκκου

Το στάδιο γεμίσματος του κόκκου ή αλλιώς η φάση της παραγωγής ακολουθεί με το τέλος της άνθησης και διαρκεί μέχρι και την ωρίμανση των κόκκων. Σε αυτό το στάδιο οριστικοποιούνται τα χαρακτηριστικά της παραγωγής, όπως είναι ο αριθμός των κόκκων ανά m² και το ειδικό βάρος. Σε αυτή τη φάση τα φυτά μας θα πρέπει να έχουν το «φύλλο σημαίας» σε καλή κατάσταση καθώς επίσης και να έχουν επάρκεια αζώτου γιατί αυτό συμμετέχει κατά 70% στο σχηματισμό των υδατανθράκων που παράγονται από εδώ και στο εξής και μεταφέρονται στον κόκκο.

Για την αναλυτικότερη περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης των σιτηρών έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα αναγνώρισης. Τα 3 πιο διαδεδομένα είναι οι κλίμακες του Haun (1973), του Zadoks et. al. (1974) που είναι περισσότερο λεπτομερείς και η Feekes-Large κλίμακα (Large, 1954) η οποία είναι συνοπτική αλλά περισσότερο χρησιμοποιούμενη (Smith, 1995).

1.5 Καλλιέργεια του σκληρού σίτου

1.5.1 Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες

Γενικά, η προσαρμογή ενός φυτού σε ένα οικοσύστημα εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες, την πλευρική ετερογένεια του περιβάλλοντος (διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία, θερμοκρασία, pH, υγρασία, κ.ά.), την κάθετη ετερογένεια του περιβάλλοντος (διαθέσιμα στοιχεία, διαβάθμιση της ηλιακής ακτινοβολίας) και την αλληλεπίδραση των φυτών στο συγκεκριμένο οικοσύστημα (Harper, 1977). Η προσαρμογή γίνεται μέσω γενετικών τροποποιήσεων, οι οποίες εμφανίζονται σταδιακά μέσω της διαδικασίας επιλογής σε ένα διάστημα αρκετών γενεών.

Το σιτάρι λοιπόν, είναι ένα φυτό το οποίο μετά από πολλές γενετικές τροποποιήσεις και μέσω της διαδικασίας της επιλογής όλα αυτά τα χρόνια έχει καταφέρει κάτι που λίγα φυτά μπορούν, έχει την ικανότητα να παράγεται σε πάρα πολύ μεγάλη ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών. Γενικά, το σιτάρι είναι φυτό των εύκρατων κλιμάτων, C3 φυτό, το οποίο αρέσκεται σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Ως ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος και ανάπτυξης των φυτών ορίζονται

θερμοκρασίες μεταξύ 3°C-4°C ως 32°C - 35°C και ως άριστες θερμοκρασίες ορίζονται θερμοκρασίες μεταξύ 20°C-25°C. Σημαντικό ρόλο έχει η θερμοκρασία που επικρατεί σε βάθος 1 έως 3 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, όπου βρίσκεται η στεφάνη του φυτού. Υψηλές θερμοκρασίες ημέρας ευνοούν την γρήγορη ανάπτυξη του φυτού αλλά προκαλούν επιβράδυνση της άνθησης. Σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του σταχίου είχαν ως 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). Θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 32°C στις 3-4 εβδομάδες μετά την άνθηση τερματίζουν πρόωρα το γέμισμα ενώ κατά την άνθηση προκαλούν κακή γονιμοποίηση. Οι θερμοκρασίες στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου καθορίζουν τον αριθμό των κόκκων που θα συγκομισθούν καθώς και το βάρος του κόκκου. Υψηλές θερμοκρασίες και θερμοί άνεμοι (λίβας) έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συρρικνωμένων κόκκων και μείωση των αποδόσεων. Το σιτάρι είναι πιο ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες από το κριθάρι και τη βρώμη και πιο ευαίσθητο από τη σίκαλη αλλά αυτή η αντοχή έχει να κάνει κυρίως και με 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 & Gawith, 1999). Μερικά φυτά ανθεκτικών ποικιλιών και με σκληραγώγηση έχουν αντέξει σε θερμοκρασίες ατμόσφαιρας μέχρι -30°C. Όταν είναι σκεπασμένα από χιόνι αντέχουν μέχρι και -40°C, γιατί η θερμοκρασία κάτω από το χιόνι είναι υψηλότερη (Aase & Siddoway, 1979). Οι φθινοπωρινές ποικιλίες έχουν μεγαλύτερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες ενώ οι ανοιξιιάτικες μικρότερη. Το σκληρό σιτάρι, με το οποίο ασχοληθήκαμε έχει λιγότερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με το μαλακό σιτάρι. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα είναι ευαίσθητες ή έχουν ενδιάμεση αντοχή στο κρύο, γιατί μας ενδιαφέρει η πρωιμότητα, με την οποία αποφεύγεται η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο της ωρίμανσης (Φασούλας & Σενλόγλου, 1966).

Το σιτάρι σε παγκόσμιο επίπεδο καλλιεργείται σε περιοχές με ετήσια βροχόπτωση μεταξύ 250-1750 mm αλλά οι πιο πολλές εκτάσεις με σιτάρι βρίσκονται σε περιοχές όπου η βροχόπτωση κυμαίνεται από 375-775mm. Χρειάζονται συνήθως από 250-1000 mm για να πιάσει κάποιος τη μέγιστη απόδοση αλλά εκτός από την ποσότητα σημασία έχει και η κατανομή της βροχής. Ως άριστη ετήσια βροχόπτωση έχει υπολογιστεί 625-775 mm H₂O, εκ των οποίων τα 10-15mm πέφτουν στους δύο

μήνες πριν την ωρίμανση. Οι μεγαλύτερες ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό είναι η περίοδος μεταξύ καλαμώματος και άνθησης.

Η κατανομή και το ύψος της βροχής έχουν μεγάλη σημασία. Σε περιοχές όπως η Ελλάδα, έχουμε τη μέγιστη βροχόπτωση κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες όπου τότε το σιτάρι δεν χρειάζεται πολύ νερό. 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 όπ. αναφ. Μαρτίνο, 2013).

Οι αποδόσεις της καλλιέργειας στην Ελλάδα θα ήταν αρκετά καλύτερες αν κατά την περίοδο της άνοιξης είχαμε περισσότερες βροχοπτώσεις οι οποίες θα βοηθούσαν το φυτό να καλύψει τις ανάγκες του στα τελευταία κρίσιμα στάδια ανάπτυξής του. Όσες βροχές δεν ευνοούν και είναι ανεπιθύμητες γιατί προκαλούν πλάγιασμα, προσβολές από ασθένειες και έντομα, καθυστέρηση της ωρίμανσης, πιθανά φυτρώματα των σπόρων στο στάχυ και υποβάθμιση της ποιότητας.

Όσον αφορά στις εδαφικές απαιτήσεις, το σκληρό σιτάρι, να μιν μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών, αλλά τις μέγιστες αποδόσεις τις πετυχαίνει σε εδάφη γόνιμα, βαθιά, καλώς στραγγιζόμενα (ιλυοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη) εδάφη. Σε πολύ αμμώδη ή σε αργιλώδη εδάφη δεν έχουμε καλές αποδόσεις. Οι αποδόσεις δεν είναι καλές ούτε στα όξινα εδάφη καθώς το σιτάρι είναι μέτρια ανθεκτικό στην οξύτητα. Το ελάχιστο pH που συνίσταται για την καλλιέργεια του σιταριού είναι το 5,5 (Carver και Ownby, 1995) με τις υψηλότερες αποδόσεις να τις δίνει σε εδάφη με pH 7,0 έως 8,5 (Delorit et. al., 1984).

1.5.2 Προετοιμασία αγρού

Για να προσδιορίσουμε τον τρόπο και το χρόνο προετοιμασίας του εδάφους για τη σπορά χειμερινών σιτηρών θα πρέπει πρώτα να εξετάσουμε διάφορους παράγοντες για το κάθε χωράφι, όπως είναι η εποχή συγκομιδής της προηγούμενης καλλιέργειας, το είδος της προηγούμενης καλλιέργειας, τα υπολείμματα που τυχόν μένουν στον αγρό μετά τη συγκομιδή της και τον όγκο τους, η ύπαρξη ή μη πολυετών και δυσκολοεξόντωτων ζιζανίων, καθώς και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους (αν είναι στο ρώγο του).

Διακρίνονται τρία βασικά συστήματα κατεργασίας:

- Η παραδοσιακή κατεργασία

- Η μειωμένη κατεργασία
- Η ακαλλιέργεια (Τσατσαρέλης, 2000)

- Παραδοσιακή κατεργασία:

Ο παραδοσιακός τρόπος κατεργασίας του εδάφους για την προετοιμασία του για σπορά των χειμερινών σιτηρών από τους αγρότες ακολουθεί τα παρακάτω βήματα.

Αρχικά, αν η προηγούμενη καλλιέργεια ήταν βαμβάκι ή αραβόσιτος και υπάρχουν υπολείμματα αυτής πρέπει να γίνει τεμαχισμός αυτών με στελεχοκόπτη. Αν υπάρχει μονοκαλλιέργεια σιτηρών, τα καλάμια που μένουν στο χωράφι συνήθως τα καίγανε οι παραγωγοί πράγμα που δεν είναι σωστό γιατί με το κάψιμο χάνεται η οργανική ουσία του εδάφους. Αυτό πλέον έχει απαγορευτεί από την Ε.Ε.

Έπειτα, ακολουθεί το όργωμα, το οποίο πρέπει να γίνεται μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές για να είναι το έδαφος στο ρώγο του όπως λέμε. Μπορεί να γίνει όργωμα και αμέσως μετά τη συγκομιδή αν η καλλιέργεια μας ήταν πάλι σιτηρά την προηγούμενη χρονιά ώστε να υπάρχει έστω και κάποια λίγη υγρασία στο έδαφος και έτσι μπορεί να ενσωματωθεί και η καλάμιά η οποία με τις πρώτες βροχές αποσυντίθεται.

Τα καλοκαιρινά οργώματα θα πρέπει να αποφεύγονται γιατί το έδαφος στερείται υγρασίας και το όργωμα γίνεται πιο δύσκολα, καταναλώνουμε περισσότερη ενέργεια και υπάρχει φθορά στα μηχανήματα. Καλοκαιρινό όργωμα συνίσταται να γίνεται μόνο όταν υπάρχουν στο χωράφι πολυετή ζιζάνια ώστε να έρθουν στην επιφάνεια του εδάφους τα υπόγεια αναπαραγωγικά τους όργανα και να καταστραφούν από τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού και την ξηρασία.

Το όργωμα δεν πρέπει να γίνεται σε βάθος μεγαλύτερο των 30 cm γιατί κάτι τέτοιο εκτός από άνωφελο, αφού ο κύριος όγκος των ριζών των χειμερινών σιτηρών είναι στα 0-30cm, είναι και αντικοινωνικό γιατί η ενέργεια που θα πρέπει να καταναλωθεί είναι πολύ μεγάλη. Όργωμα βαθύτερο από 30 cm θα πρέπει να γίνεται μόνο όταν η προηγούμενη καλλιέργεια έχει μεγάλο όγκο υπολειμμάτων ώστε αυτά να ενσωματωθούν πιο εύκολα. Η καλλιεργητική εργασία που ακολουθεί μετά το όργωμα είναι το πέρασμα με δισκοσβάρνα ή με βαρύ καλλιεργητή για να γίνει ψιλοχωματισμός του εδάφους. Σε αυτό το πέρασμα ο παραγωγός θα πρέπει να προσέξει την υγρασία του εδάφους ώστε αυτή να μην είναι πολύ μεγάλη γιατί αλλιώς δεν θα γίνει καλή δουλειά, τα σβόλια θα παραμείνουν μεγάλα, θα «βάψουν» όπως λένε και μετά θα είναι πολύ

δύσκολο να ψιλοχωματιστούν. Θα πρέπει, δηλαδή, το έδαφος να βρίσκεται στο ρώγο του όπως λένε οι παραγωγοί. Μετά και πριν από αυτό το πέρασμα, ακολουθεί συνήθως και η βασική λίπανση της οποίας η ενσωμάτωση γίνεται με το πρώτο ή το δεύτερο πέρασμα με δισκοσβάρνα ή με έναν ελαφρύ καλλιεργητή ή με καλλιεργητή με κύλινδρο πίσω.

Το έδαφος για τη σπορά χειμερινών σιτηρών δεν χρειάζεται να είναι πάρα πολύ ψιλοχωματισμένο και λόγω του υψηλού κόστους που απαιτείται για να γίνει αυτό αλλά και λόγω του ότι οι μικροί σβόλοι προστατεύουν τα νεαρά φυτά από το κρύο και τον αέρα, τα βοηθά ώστε να αναπτυχθεί πλούσιο ριζικό σύστημα και καλύτερο αδελφωμα και τέλος δεν αφήνει να δημιουργηθεί η λεγόμενη κρούστα στο έδαφος μετά τις βροχές.

- Μειωμένη κατεργασία

Με το σύστημα μειωμένης κατεργασίας εδάφους ο παραγωγός δεν πραγματοποιεί όργωμα του χωραφιού όπως έκανε στο προηγούμενο σύστημα κατεργασίας αλλά πραγματοποιεί μία άλλη αναμόχλευση του εδάφους σε βάθος ίσο ή και μικρότερο των 30 cm περίπου. Αν η προηγούμενη καλλιέργεια έχει αφήσει υπολείμματα στο χωράφι αυτά ή τεμαχίζονται ή αφήνονται όπως είναι. Η απλή αυτή αναμόχλευση γίνεται είτε με σταθερό καλλιεργητή είτε με σβάρνα.

Τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί και κάποια καινούργια μηχανήματα πολύδισκα που είναι αναρτώμενα στα υδραυλικά του τρακτέρ τα οποία κάνουν πολύ καλή δουλειά, τεμαχίζουν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και αναμοχλεύουν το έδαφος σε πολύ ικανοποιητικό ποσοστό. Τα θετικά στοιχεία της μειωμένης κατεργασίας είναι ότι καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια σε καύσιμα, μπορεί να πραγματοποιηθεί και από τρακτέρ όχι πολύ μεγάλης ισχύος σε αντίθεση με το όργωμα, υπάρχει λιγότερη συμπίεση στο έδαφος και οι εργασίες γίνονται σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα, πράγμα που βοηθά στην έγκαιρη σπορά του χωραφιού ειδικά χρονιές που οι βροχές το φθινόπωρο είναι πολλές ή αν η προηγούμενη καλλιέργεια είναι για παράδειγμα βαμβάκι και αργήσει να γίνει η συγκομιδή του. Τα αρνητικά είναι ότι τα φυτικά υπολείμματα προηγούμενων καλλιεργειών δεν ενσωματώνονται καλά, υπάρχει μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους, περισσότερα ζιζάνια και μειωμένες αποδόσεις ειδικά σε εδάφη που δεν έχουν καλή αποστράγγιση.

- Ακατεργασία

Στο σύστημα αυτό δεν πραγματοποιείται καμία καλλιεργητική εργασία και γίνεται κατευθείαν σπορά. Η σπορά γίνεται με ειδικές σπαρτικές μηχανές οι οποίες έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό το ενισχυμένο βάρος έτσι ώστε να μπορούν να ανοίγουν ένα αυλάκι στο ακατέργαστο έδαφος για να τοποθετηθεί μέσα ο σπόρος. Αυτό το άνοιγμα γίνεται συνήθως από μία απλή σειρά δίσκων. Αυτοί κόβουν τα φυτικά υπολείμματα, ανοίγουν το αυλάκι, τοποθετείται μέσα σε αυτό ο σπόρος ο οποίος μετά σκεπάζεται μέσα στο αυλάκι.

Τα άθικτα φυτικά υπολείμματα μπορούν να προσφέρουν στήριξη στα φυτά των χειμερινών σιτηρών και να αποτρέψουν το πλάγιασμα. Μέχρι να έρθει η ώρα της συγκομιδής τα φυτικά υπολείμματα αποσυντίθενται και δεν δημιουργούν πρόβλημα. Σε αυτό το σύστημα ναι μεν έχουμε ελάχιστα έξοδα σε κατανάλωση ενέργειας αλλά το κόστος αγοράς μίας τέτοιας σπαρτικής μηχανής σιτηρών φτάνει τις 40-50.000 ευρώ, ποσό που δεν γίνεται να δώσει ένας παραγωγός μόνος του γιατί δεν πρόκειται να κάνει απόσβεση των χρημάτων του. Για να είναι δυνατή η αγορά και να υπάρχει απόσβεση του μηχανήματος πρέπει η αγορά να γίνει σε συναιτεριστική ή ομαδική βάση. Προσοχή σε αυτό το σύστημα θα πρέπει να δίνεται στη σωστή ζιζανιοκτονία ώστε να μην έχουμε μείωση της παραγωγής λόγω πολλών ζιζανίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι στο σύστημα αυτό υπάρχει συνήθως μία μικρή μείωση της παραγωγής σε σχέση με την παραδοσιακή κατεργασία αλλά αυτή η μείωση καλύπτεται από τη μείωση του κόστους οπότε το εισόδημα κυμαίνεται πάνω κάτω στο ίδιο επίπεδο.

Ερευνητικά αποτελέσματα από την εφαρμογή της μειωμένης κατεργασίας και της ακατεργασίας στη χώρα μας έδειξαν ότι οι τεχνικές αυτές μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη σαν εναλλακτικοί τρόποι κατεργασίας του εδάφους για τα χειμερινά σιτηρά (Gemtos κ.ά. 1998, Lithourgidis κ.ά. 2005, Dhima κ.ά. 2006, Lithourgidis κ.ά. 2006 b).

1.5.3 Λίπανση

Για την καλλιέργεια όλων των χειμερινών σιτηρών και πιο συγκεκριμένα για το σκληρό σιτάρι, η λίπανση σε σωστό χρόνο, με σωστό τρόπο και σωστή ποσότητα των απαραίτητων λιπαντικών μονάδων και είδους λιπάσματος είναι μια καλλιεργητική εργασία κρίσιμη η οποία καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την υψηλή απόδοση της καλλιέργειας καθώς και την καλή ποιότητα του προϊόντος. Αν γίνουν τα παραπάνω σωστά τότε η αύξηση των αποδόσεων είναι αναμενόμενη.

Επειδή κάθε περιοχή έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και επειδή σε κάθε περιοχή το έδαφος κάθε χωραφιού μπορεί να έχει διαφορές, για να βγάλουμε μια σωστή επιστημονική εκτίμηση για τις απαραίτητες ανάγκες λίπανσης της καλλιέργειας θα πρέπει να λάβουμε υπόψη πολλούς παράγοντες.

Αρχικά, πρέπει να προσδιορίσουμε την αναμενόμενη απόδοση που επιθυμούμε να φτάσουμε. Έπειτα, θα χρειαστεί μια ανάλυση εδάφους για να μάθουμε πράγματα όπως η γονιμότητα του εδάφους (οργανική ουσία), το είδος του, το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την περιεκτικότητα σε φώσφορο (P), κάλιο (K) και ιχνοστοιχεία. Αναγκαίο είναι να μάθουμε την προηγούμενη καλλιέργεια που υπήρχε στο χωράφι, την απόδοση της, τη λίπανση που έγινε και τα υπολείμματα που άφησε και με ποιον τρόπο αυτά διαχειρίστηκαν από τον παραγωγό μετά το τέλος της καλλιέργειας. Τέλος, σημαντικό είναι να γνωρίζουμε και την υγρασία του εδάφους καθώς και τις ετήσιες βροχοπτώσεις στην εκάστοτε περιοχή γιατί αν υπάρχει υψηλό ποσοστό τότε υπάρχει και μεγάλος κίνδυνος έκπλυσης στοιχείων όπως το άζωτο (N) οπότε και θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί με τη χρήση του. Κάνοντας όλα τα παραπάνω και με τη βοήθεια ειδικού γεωπόνου, ο οποίος θα έχει όλα αυτά τα στοιχεία στα χέρια του, θα τα αναλύσει και θα βγάλει μία σωστή εκτίμηση για την σωστή λίπανση της καλλιέργειας στο εκάστοτε χωράφι, η οποία θα επιφέρει και αύξηση των αποδόσεων.

Όπως είναι κατανοητό από τα παραπάνω, είναι αδύνατο να βγει μόνο μια εκτίμηση αναγκών λίπανσης για τα χειμερινά σιτηρά για όλη την Ελλάδα, καθώς υπάρχουν πάρα πολλοί παράγοντες που διαφέρουν από χωράφι σε χωράφι. Παρόλα αυτά μετά από πολλές μελέτες και πειράματα πάνω στην καλλιέργεια χειμερινών σιτηρών σε διάφορες περιοχές σε όλο τον κόσμο, σε ποικιλία εδαφικών και κλιματικών συνθηκών έχουν βγει κάποια συμπεράσματα χρήσιμα για την καλλιέργεια σκληρού σίτου και κάποια μοντέλα λίπανσης καθώς και κάποιες συνιστώμενες ποσότητες σε λιπαντικές μονάδες των στοιχείων του αζώτου (N), του φωσφόρου (P) και του Καλίου (K). Ενδεικτικά συνίσταται για το σιτάρι λίπανση 16-18 μονάδων αζώτου για αποδόσεις μεγαλύτερες από 500 κιλά ανά στρέμμα, 6-8 μονάδων φωσφόρου και 6-8 μονάδων καλίου (σε περίπτωση έλλειψης) (Γιαννακοπούλου, 2017).

Το Άζωτο (N) είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο για τα σιτηρά εξασφαλίζοντας τόσο την επίτευξη υψηλών αποδόσεων (οι οποίες αποδίδονται στην αύξηση των στάχων ανά μονάδα επιφανείας, του αριθμού των κόκκων ανά στάχυ και του ειδικού βάρους των κόκκων), όσο και την αυξημένη περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη, που αποτελεί δείκτη υψηλής ποιότητας.

Η επάρκεια και η διαθεσιμότητα του αζώτου στα σιτηρά είναι αναγκαία:

- Από τη σπορά έως την έναρξη του αδελφώματος
- Στο στάδιο του αδελφώματος
- Στο στάδιο του καλαμώματος
- Στο στάδιο του ξεσταχύσματος

Ο επίσημος Αμερικανικός συνεταιρισμός ελέγχου φυτικών τροφίμων (AARFCO) έχει δημοσιεύσει τις ακόλουθες κατηγορίες λιπασμάτων (Επίσημη Έκδοση 57) :

- Βραδείας ή ελεγχόμενης- απελευθέρωσης λίπασμα: λίπασμα που περιέχει ένα θρεπτικό στοιχείο σε μια μορφή η οποία καθυστερεί τη διαθεσιμότητα του για απορρόφηση από τα φυτά και τη χρήση μετά την εφαρμογή, ή παρατείνει την διαθεσιμότητα του στο φυτό σαφώς περισσότερο σχετικά με τα <<λιπάσματα ταχέως διαθέσιμων θρεπτικών>> όπως το νιτρικό αμμώνιο ή ουρία, το φωσφορικό αμμώνιο ή χλωριούχο κάλιο. Τέτοια καθυστέρηση της αρχικής διαθεσιμότητας ή ο παρατεταμένος χρόνος της διαθεσιμότητας μπορεί να προκύψει από μια ποικιλία μηχανισμών. Αυτοί περιλαμβάνουν την ελεγχόμενη διαλυτότητα του υλικού στο νερό από ήμι-διαπερατά επιχρίσματα την απόφραξη, τα πρωτεϊνικά υλικά, ή άλλες χημικές μορφές, με βραδεία υδρόλυση των ενώσεων χαμηλού μοριακού βάρους υδατοδιαλυτά, ή με άλλα άγνωστα μέσα.
- Σταθεροποιημένο αζωτούχο λίπασμα: Ένα λίπασμα στο οποίο έχει προστεθεί ένας σταθεροποιητής αζώτου. Ένας σταθεροποιητής αζώτου είναι μια ουσία που προστίθεται σ' ένα λίπασμα και επεκτείνει το χρόνο που το συστατικό αζώτου του λιπάσματος παραμένει στο έδαφος, με τη μορφή ουρίας-N ή αμμωνιακά-N μορφή.
- Αναστολέας νιτροποίησης: Μια ουσία που αναστέλλει την βιολογική οξείδωση του αμμωνιακού-N με το νιτρικό-N.
- Αναστολέας ουρέασης: Μια ουσία που αναστέλλει την υδρολυτική δράση για την ουρία από το ένζυμο ουρεάση.

Ο Φωσφόρος (P) επηρεάζει καθοριστικά την ευρωστία των φυτών, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και την καλή κατανομή του στο έδαφος, καθώς και την αύξηση της αντοχής των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες και στο πλάγιασμα.

Το Κάλιο (K) συμμετέχει στη μεταφορά των προϊόντων φωτοσύνθεσης και στην αύξηση της αντοχής των φυτών σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες.

Στη χώρα μας συνήθως πραγματοποιούνται συνήθως δύο λιπάνσεις στα σιτηρά οι οποίες συντελούν στην αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας. Γίνεται, λοιπόν, πρώτα η λεγόμενη βασική λίπανση πριν τη σπορά στην οποία χορηγείται όλη η ποσότητα του φωσφόρου και το 1/3 ή το 1/2 του συνολικού αζώτου (N) και αν χρειάζεται και όλη η ποσότητα του καλίου (K), αν και στην Ελλάδα σπάνια συμβαίνει καλιούχος λίπανση στα σιτηρά παρά μόνο αν υπάρχει έλλειψή του στο έδαφος. Αυτή η πρώτη λίπανση είναι αναγκαία ώστε να υπάρξει ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος το οποίο να απορροφά αποτελεσματικά τα θρεπτικά στοιχεία και το διαθέσιμο νερό.

Η καλή και επιτυχημένη εγκατάσταση της καλλιέργειας καθώς και η ανάπτυξη των βλαστικών οργάνων και ανθικών καταβολών προϋποθέτει την εφαρμογή αυτής της πρώτης λίπανσης. Με αυτή τα φυτά τρέφονται όλο το χειμώνα και αναπτύσσονται μέχρι να φτάσουμε στο σχηματισμό των αδερφιών τα οποία ευνοεί η επάρκεια σε θρεπτικά στοιχεία. Πολλές φορές η βασική λίπανση με άζωτο (N) πριν τη σπορά στη χώρα μας είναι αυτή που κάνει τη διαφορά και συντελεί σε καλή παραγωγή γιατί η επιφανειακή λίπανση αργότερα την άνοιξη λόγω ανομβρίας μπορεί να παραμείνει αναξιοποίητη χωρίς να μας δώσει τα αποτελέσματα που θέλουμε. Στη βασική λίπανση είναι προτιμότερο το άζωτο που θα χρησιμοποιήσουμε να είναι σε αμμωνιακή μορφή ώστε να μην έχουμε προβλήματα από την έκπλυση του με τις βροχές. Στην Ελλάδα, σαν απλό αζωτούχο λίπασμα χρησιμοποιείται η θειική αμμωνία $[(NH_4)_2SO_4]$ και σαν σύνθετο φωσφόρου και αζώτου διάφοροι τύποι φωσφορικής αμμωνίας. Για την κάλυψη των αναγκών σε φώσφορο χρησιμοποιείται το αραιό υπερφωσφορικό λίπασμα. Η ωφελιμότητα του αζώτου εξαρτάται από την συνύπαρξη του καλίου και του φωσφόρου (Γαλανοπούλου, 2003).

Αργότερα, ακολουθεί η επιφανειακή λίπανση η οποία μπορεί να γίνει σπαστά με δύο εφαρμογές ή με μια εφαρμογή ολόκληρης της απαιτούμενης ποσότητας. Η επιφανειακή λίπανση πρέπει να συνδυάζεται με ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας(βροχή ή πότισμα) για τη διαλυτοποίηση και καθίζηση του αζώτου στο έδαφος (Γκόγκας και συν., 2005). Συνήθως, οι παραγωγοί για λόγους οικονομίας πραγματοποιούν μία εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης περί τα μέσα με τέλη Φεβρουαρίου με όλη την υπόλοιπη ποσότητα αζώτου που χρειάζεται το φυτό. Αυτή η επιλογή όμως δεν είναι η καλύτερη γιατί ναι μεν τον Φεβρουάριο η ζήτηση του φυτού για θρεπτικά στοιχεία είναι μεγάλη και επίσης είναι περίοδος με αρκετές βροχές οπότε τα θρεπτικά απορροφώνται κατευθείαν αλλά υπάρχει περίπτωση να έρθει η περίοδος Μαρτίου-Απριλίου και να έχουν απορροφηθεί τα λιπάσματα που χορηγήθηκαν με αποτέλεσμα

το φυτό να μην έχει να ‘φάει’ μια κρίσιμη περίοδο με αποτέλεσμα να έχουμε χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και ποιότητα.

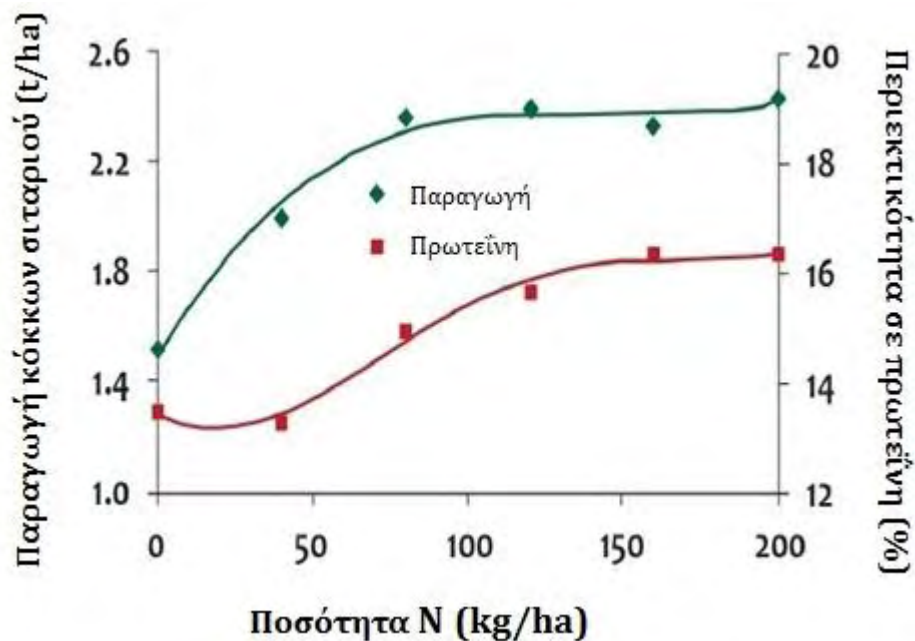
Επομένως, ως βέλτιστη επιλογή για τη σωστή ανάπτυξη της καλλιέργειας και με σκοπό να φτάσουμε στις μέγιστες αποδόσεις τόσο σε κιλά όσο και σε περιεκτικότητα πρωτεΐνης και ποιότητας είναι η πραγματοποίηση δύο εφαρμογών επιφανειακής λίπανσης στα στάδια που το φυτό τις έχει περισσότερο ανάγκη.

Έτσι, η πρώτη εφαρμογή θα πρέπει να γίνεται το Φεβρουάριο (μέσα περίπου) όπου είναι μια περίοδος που το φυτό έχει μεγάλη ανάπτυξη και χρειάζεται άμεσα άζωτο για να τραφεί ώστε να δημιουργηθούν δυνατά φυτά που θα μας δώσουν υψηλές αποδόσεις. Στην Ελλάδα αυτή η περίοδος συνήθως είναι αρκετά υγρή με βροχές πράγμα που βοηθάει στο να απορροφηθούν τα θρεπτικά στοιχεία που θα ρίξουμε στο φυτό χωρίς να έχουμε μεγάλες απώλειες λόγω εξάτμισης ή ανομβρίας.

Η δεύτερη εφαρμογή θα πρέπει να γίνεται μέσα Μαρτίου περίπου όπου η ανάπτυξη του φυτού συνεχίζεται και το φυτό έχει ανάγκη από τροφή η οποία θα πρέπει να είναι επαρκής μέχρι τον Απρίλιο γιατί τότε εμφανίζονται τα στάχια και οι σπόροι και η πρωτεΐνη του σπόρου δημιουργείται από το άζωτο που παίρνει το φυτό τον Απρίλιο (Γέμπτος, 2017).

Σημαντικό είναι ότι η αξιοποίηση του αζώτου που προσθέτουμε εξαρτάται από την επάρκεια νερού στο έδαφος. Γι’ αυτό το λόγο οι παραγωγοί θα πρέπει να έχουν υπόψιν και τις βροχές που πέφτουν κάθε φορά και ανάλογα να λιπαίνουν ώστε αυτό που ρίχνουν να το λαμβάνει το φυτό και να μην χάνεται στην ατμόσφαιρα ή στο υπέδαφος με σημαντική ζημιά για το περιβάλλον (νιτρορύπανση υπόγειων υδάτων).

Σύμφωνα με μελέτη του Παγκόσμιου Ινστιτούτου Θρέψης Φυτών, η σχέση μεταξύ της αναμενόμενης παραγωγής κόκκων στο σιτάρι και της περιεκτικότητας του σε πρωτεΐνη συνδέεται με την επάρκεια και την υψηλή παροχή αζώτου (Εικ. 1.1)



Εικόνα 1.1: Ανταπόκριση της παραγωγής και της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη των κόκκων σιταριού στην προσθήκη αζώτου (N). Γιαννακοπούλου
<https://www.yraithros.gr/ekdoseis/odigos-lipansis-fytoprostasias-9-kalliergion/>

Μια άλλη πρόταση για την αύξηση του αζώτου (N) του εδάφους του εκάστοτε χωραφιού είναι η συμπερίληψη των ψυχανθών(οσπρίων) στην εναλλαγή καλλιεργειών η οποία μπορεί να αυξήσει το ανόργανο N του εδάφους(NO_3^- συν ανταλλάξιμο NH_4^+). Το μπιζέλι και οι φακές ως προηγούμενες καλλιέργειες και η ενσωμάτωσή τους παρέχουν την υψηλότερη συνολική υπολειμματική περιεκτικότητα σε N στο χώμα σε βάθος 60-90 cm (Niu et al., 2017). Σε μια μελέτη εναλλαγής καλλιεργειών που σύγκρινε τη μονοκαλλιέργεια και τα διαφοροποιημένα συστήματα καλλιέργειας, διαπιστώθηκε ότι η ποσότητα N στο έδαφος στη σπορά σκληρού σίτου ήταν σταθερά υψηλότερη μετά τις μεταχειρίσεις με φακές(κατά μέσω όρο 44% υψηλότερες) σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις με κριθάρι ή ελαιούχων σπόρων (Gan et al., 2017).

Η χρήση ψυχανθών ως χλωρή λίπανση έχει πρόσθετα οφέλη, καθώς η καλλιέργεια τους προσθέτει N στο έδαφος μέσω της συμβιωτικής στερέωσης N. Αυτό μειώνει τη χρήση ανόργανων λιπασμάτων N (Kirkegaard and Ryan, 2014) και αυξάνει την παραγωγικότητα του συστήματος (Gan et al., 2015). Το μειονέκτημα είναι η εγκατάληψη μιας καλλιέργειας που μπορεί να πουληθεί (Gan and McConkey, 2018).

Η εφαρμογή κοπριάς είναι μια από τις παραδοσιακές μεθόδους διαχείρισης της γονιμότητας του εδάφους πριν από την ευρεία χρήση ανόργανων λιπασμάτων (Koutroubas et al., 2016). Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή κοπριάς σε

γεωργικές εκτάσεις μπορεί να αυξήσει τα διαθέσιμα μακρο- και μικροθρεπτικά συστατικά του εδάφους και τις συγκεντρώσεις τους σε φυτικούς ιστούς (Tran and N'Dayegamiye, 1995, Nikoli and Matsi, 2011, Goss et al., 2013) φυσικές και χημικές ιδιότητες (Eghball, 2002, Butler and Muir, 2006) και να διεγείρουν τη δραστηριότητα των μικροβίων και των ειδών χλωρίδας και πανίδας, ιδιαίτερα του γαιοσκώληκα (Jensen, 2013).

Οι Antoniadis et al. (2015) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι όταν προστίθεται οργανική ύλη στο έδαφος μαζί με θρεπτικά συστατικά, η παραγωγικότητα μπορεί να αυξηθεί πέραν από τους προκαθορισμένους στόχους, επειδή οι συνθήκες του εδάφους βελτιώνονται σημαντικά όχι μόνο χημικά αλλά και φυσικά.

Με τη χρήση μεγάλου ποσού κοπριάς, το N παραμένει διαθέσιμο για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, δεδομένου ότι απελευθερώνεται συνεχώς στο έδαφος μέσω ορυκτοποίησης του N, ακόμα και μήνες μετά την εφαρμογή, ένα σημαντικό όφελος που δεν μπορεί να επιτευχθεί σε περιπτώσεις συμβατικής λίπανσης (Antoniadis et al., 2015).

1.5.4 Ποικιλίες Σιτηρών

Οι ποικιλίες του σιταριού έχουν διαφορές μεταξύ τους στην ποιότητα, στα μορφολογικά και τα φυσιολογικά τους γνωρίσματα. Για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, τα στελέχη μπορεί να διαφέρουν ως προς το ύψος, το πάχος, την αντοχή τους και το χρώμα. Οι διαφορές στα φύλλα των εκάστοτε ποικιλιών είναι ελάχιστες. Πιο μεγάλες διαφορές παρατηρούνται στα στάχυα και αφορούν το σχήμα, την πυκνότητα των σταχυδίων, το χρώμα και το σχήμα των λεπύρων, το μήκος των αγάνων κ.α. Διαφορές υπάρχουν επίσης στους σπόρους μεταξύ ποικιλιών, καθώς επίσης και στους σπόρους του ίδιου στάχου.

Για τα φυσιολογικά γνωρίσματα μας ενδιαφέρει η πρωιμότητα της κάθε ποικιλίας επειδή εξασφαλίζει καλύτερα την παραγωγή (κίνδυνος λίβα, ξηρασίας, σκωριάσεων κλπ.). Μεγάλη γεωργική σημασία έχει ο αριθμός των αδελφιών και είναι γνώρισμα την κάθε ποικιλίας αλλά επηρεάζεται σοβαρά από το περιβάλλον.

Τέλος η ποιότητα του προϊόντος, η καταλληλότητα για αρτοποιήση, μακαρονοποιία κλπ. είναι γνωρίσματα που ενδιαφέρουν πάρα πολύ τους παραγωγούς. Κάποια άλλα χαρακτηριστικά που διαφέρουν από ποικιλία σε ποικιλία και συνηθίζεται να μετράμε είναι και το βάρος χιλίων κόκκων, η περιεκτικότητα του σπόρου σε

πρωτεύνη, η αντοχή σε ασθένειες, αντοχή σε διάφορες καιρικές συνθήκες(παγετοί, αέρα-πλάγιασμα), η σταθερότητα απόδοσης, η προσαρμοστικότητα και το αν είναι φθινοπωρινού/χειμερινού ή ανοιξιάτικου τύπου.

- Ποικιλία SIMETO

Η ποικιλία αυτή χαρακτηρίζεται ως πρώιμη με καλή προσαρμοστικότητα. Η περίοδος Νοεμβρίου-Δεκεμβρίου θεωρείται κατάλληλη για σπορά. Το αδελφωμα της ποικιλίας είναι μέτριο και η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιείται θα πρέπει να είναι 20-23 κιλά/στρέμμα αν και συνήθως οι παραγωγοί χρησιμοποιούν περισσότερο σπόρο λόγω του μέτριου αδελφώματος ή λόγω της μη καλής προετοιμασίας του εδάφους κ.α. Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα και ικανοποιητική αντοχή στους παγετούς. Επίσης, η ποικιλία παρουσιάζει μέτρια αντοχή στη σκωρίαση, το ωίδιο και τη σεπτόρια. Τα φυτά της ποικιλίας κατά το στάδιο της συγκομιδής έχουν μέτριο ύψος που κυμαίνεται μεταξύ 85 και 95 cm. Ο στάχυς είναι επιμήκης, μέτριου μεγέθους και έχει μαύρα άγανα. Ο σπόρος της ποικιλίας είναι επιμήκης και μεγάλος. Το βάρος χιλίων κόκκων κυμαίνεται μεταξύ 36 και 39 g (Συμεωνίδης, 2011).

1.5.5 Σπορά

Η σπορά είναι το Α και το Ω για την καλλιέργεια των σιτηρών καθώς αν γίνει την κατάλληλη περίοδο τότε θα έχουμε καλύτερο φύτρωμα και αδελφωμα, υγιή φυτά τα οποία θα έχουνε πλούσιο ριζικό σύστημα, ανθεκτικότητα στο ψύχος και με λιγότερες ζημιές από το πλάγιασμα. Επίσης θα έχουμε και καλύτερη αξιοποίηση της υγρασίας του εδάφους και των λιπασμάτων. (Knapp & Knapp 1978, Musik & Dusek 1980). Η σπορά θα πρέπει να γίνεται αμέσως μετά από την προετοιμασία του αγροτεμαχίου, όσο αυτό είναι δυνατό, για να μην χαθεί η υγρασία και να μη δοθεί το προβάδισμα στην ανάπτυξη ζιζανίων (Γκόγκας και συν., 2005).

Παρόλου που οι μελέτες σχετικά με τις επιπτώσεις της ημερομηνίας σποράς για το σκληρό σιτάρι είναι περιορισμένες, αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι μια πρώιμη σπορά αυξάνει την απόδοση του σκληρού σίτου(Gan et al., 2018).

Κάποια στοιχεία που πρέπει να προσέχουν οι παραγωγοί είναι η σωστή προετοιμασία του χωραφιού, η ποιότητα και η ποσότητα του σπόρου, οι καιρικές συνθήκες, ο τύπος του εδάφους και τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας που επέλεξε.

Πρέπει να χρησιμοποιείται πιστοποιημένος καθαρός σπόρος, χωρίς μαλακά ή κριθάρια με υψηλή ποικιλιακή καθαρότητα και υψηλή φυτρωτική ικανότητα >90%. Αν και οι παρούσες ποικιλίες είναι ανεκτικές σε προσβολές από άνθρακες, επικαλυπτικά μυκητοκτόνα σπόρου προσφέρουν προστασία από ασθένειες εδάφους που αποτελούν την αιτία για τις τήξεις των φυταρίων (Μπαξεβάνος, 2011)

Επειδή τα σιτηρά σπέρνονται σχεδόν σε ολόκληρη τη χώρα είναι ακατόρθωτο να δοθεί μια συγκεκριμένη κατάλληλη ημερομηνία σποράς για όλες τις περιοχές. Έτσι για κάθε περιοχή η εποχή σποράς καθορίζεται από τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως από τις θερμοκρασίες. Σαν γενικό κανόνα τα σιτηρά στην Ελλάδα σπέρνονται τους μήνες Οκτώβριο-Νοέμβριο αλλά μπορεί να γίνουν και όψιμες σπορές το Δεκέμβριο ή και τον Ιανουάριο σε μερικές περιοχές που δεν το επέτρεπαν οι καιρικές συνθήκες να γίνουν νωρίτερα.

Η δυσκολία για τους παραγωγούς είναι να βρουν την κατάλληλη εποχή σποράς που να μην είναι ούτε πολύ πρόωμη αλλά ούτε και πολύ όψιμη. Αν είναι πολύ πρόωμη υπάρχει κίνδυνος κακού φυτρώματος λόγω έλλειψης υγρασίας εδάφους ή γρήγορης ανάπτυξης με κίνδυνο πλαγιάσματος και χαμηλών θερμοκρασιών. Αν είναι πολύ όψιμη καθυστερεί το φύτρωμα, υπάρχουν ζημιές από πουλιά, μεγαλύτεροι κίνδυνοι από χαμηλές θερμοκρασίες, παράγονται λιγότερα γόνιμα στελέχη ανά φυτό και οψιμίζει σημαντικά η παραγωγή. Κατάλληλη εποχή σποράς για μια περιοχή θεωρείται εκείνη που επιτρέπει στα νεαρά φυτά να αναπτύξουν το μόνιμο ριζικό σύστημα πριν από τους πρώτους παγετούς (Σφήκας, 1984). Η σπορά θα πρέπει να προσδιορίζεται περίπου ένα με ενάμιση μήνα νωρίτερα για να εξασφαλιστεί μια ικανοποιητική εγκατάσταση φυτών, αφού φυσικά ληφθούν υπόψη και οι άλλοι παράγοντες.

Η επιλογή της εκάστοτε ποικιλίας μπορεί να επηρεάσει την απόδοση ανά στρέμμα, την ποιότητα των κόκκων και το είδος των πρακτικών διαχείρισης που μπορεί να χρειαστεί για την βελτιστοποίηση των επιδόσεων και την κερδοφορία σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Αυτό είναι που περιγράφεται ως αλληλεπίδραση Ποικιλίας-Διαχείρισης-Περιβάλλον. Κατά συνέπεια, η επιλογή της ποικιλίας θα πρέπει να εξετάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε ποικιλίας, τις πρακτικές παραγωγής που θα εφαρμοστούν και την αναμενόμενη υγρασία που θα είναι διαθέσιμη για την καλλιέργεια του καρπού(DePauw and Ruan, 2018).

Για κάθε ποικιλία υπάρχει μια άριστη ποσότητα σπόρου που οδηγεί στη μέγιστη απόδοση και αυτό μπορεί να βρεθεί μόνο έπειτα από πειραματισμό. Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας σπόρου επηρεάζεται από παράγοντες όπως η εποχή σποράς,

η προετοιμασία του χωραφιού, η γονιμότητα του εδάφους, οι θερμοκρασίες της εκάστοτε περιοχής το χειμώνα και τέλος από την ποικιλία. Έτσι καθώς αλλάζουν κάποιοι ή κάποιοι από τους παραπάνω παράγοντες αλλάζει και η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου που θα πρέπει να εφαρμοστεί. Για παράδειγμα, αν η προετοιμασία του εδάφους σε ένα χωράφι δεν είναι καλή και επίσης έχουμε πολλούς παγετούς το χειμώνα θα πρέπει να εφαρμόζεται μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου. Σε χωράφια γόνιμα, καλά προετοιμασμένα, καλύτερες παραγωγές δίνουν κοντόσωμες ποικιλίες που δεν πλαγιάζουν εύκολα με πυκνή σπορά. Η αγροκομική συμπεριφορά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σιταριού επηρεάζονται κυρίως από κλιματολογικές συνθήκες και λιγότερο από την χρησιμοποιούμενη ποσότητα σπόρου (Geleta et. al., 2002).

Για την χώρα μας, το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης, έπειτα από πολλά πειράματα, προτείνει οι παραγωγοί να χρησιμοποιούν 14 έως 18 κιλά σπόρου/στρέμμα σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και μέχρι 20 κιλά σπόρου/στρέμμα σε ορεινές περιοχές και σε ποικιλίες που δεν αδελφώνουν πολύ. Πρέπει να υπολογίζεται επίσης ότι τα νεαρά φυτά σκληρού σιταριού είναι πιο ευαίσθητα στις χαμηλές θερμοκρασίες από αυτά του μαλακού και έτσι συνήθως υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες φυτών λόγω παγετού στο σκληρό σιτάρι. Οι παραγωγοί, όμως, στη χώρα μας πολλές φορές χρησιμοποιούν πολύ μεγάλες ποσότητες σπόρου πράγμα που είναι αντιοικονομικό και δεν τους ωφελεί πουθενά. Από πολλές μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στη χώρα μας (Πετσαγγουράκης, 1980) με τη συνηθισμένη ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί, 20 έως 25 κιλά/στρέμμα αντιστοιχούν 700 σπόροι/m² και από αυτούς φυτρώνουν 500 σπόροι/m². Τελικά, όμως, η μέση απόδοση διαμορφώνεται από 250-300 φυτά/m² και κατά μέσο όρο 1,3 στάχια/φυτό.

Θα πρέπει να δοθεί σημασία και στην ευαισθησία που έχει το σκληρό σιτάρι στις τοξικές επιδράσεις της λίπανσης με ουρία (46-0-0) όταν εφαρμόζεται με ή πολύ κοντά στο σπόρο. Κατά την ταυτόχρονη σπορά σκληρού σιταριού και λίπανσης, θα πρέπει το λίπασμα να πέφτει σε απόσταση τουλάχιστον 2,5cm μεταξύ της σειράς σπόρων και της σειράς λιπάσματος (McKenzie and Pauly, 2018).

Οι παραδοσιακές ποικιλίες είναι εγχώριοι αβελτίωτοι πληθυσμοί με μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα σε επιθυμητά γνωρίσματα και αδύναμο σημείο την χαμηλή ανταγωνιστικότητα ως προς την απόδοση σε σχέση με τις σύγχρονες εμπορικές ποικιλίες (Μαντά και κ.α., 2010).

Σημαντικές ποικιλίες που καλλιεργούνται σε μεγάλες εκτάσεις στην Θεσσαλία και γενικά στην Ελλάδα είναι με φθίνουσα σειρά: : Simeto, Meridiano, Quadrato, Iride, Grecale, Claudio, Bronte, Normanno, Selas και Vendetta (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2010)

Οι τοπικές ποικιλίες συνιστούν πολύτιμο γενετικό υλικό και μπορούν να οδηγήσουν σε επιτυχημένα βελτιωτικά προγράμματα που αποσκοπούν στη δημιουργία γενετικών υλικών κατάλληλων για συνθήκες γεωργίας μειωμένων εισροών (Αβραμίδης και συν., 2010).

Οι σποροπαραγωγοί ανασυνδυάζουν γονίδια από διαφορετικούς γονείς για να βελτιώσουν τα χαρακτηριστικά της παραγωγής, την αντοχή των ασθενειών και των εντόμων και τα χαρακτηριστικά της ποιότητας των κόκκων(DePauw and Ruan, 2018).

1.5.6 Ζιζανιοκτονία

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των ζιζανίων στα σιτηρά δύναται να χρησιμοποιηθούν τρεις τρόποι, το βοτάνισμα, διάφορα καλλιεργητικά μέτρα και η ζιζανιοκτονία με (χημικά μέσα) ζιζανιοκτόνα.

Ο πρώτος τρόπος, το βοτάνισμα, δεν χρησιμοποιείται σχεδόν ποτέ πλέον για το λόγο ότι είναι πολύ επίπονος, απαιτεί πολύ χρόνο και επειδή χρειάζεται πολλά άτομα για να γίνει είναι πολύ δαπανηρός οπότε και δεν συμφέρει να τον χρησιμοποιούν οι παραγωγοί.

Ο δεύτερος τρόπος αφορά τα διάφορα καλλιεργητικά μέτρα τα οποία βοηθούν στην αντιμετώπιση των ζιζανίων. Μερικά από αυτά τα καλλιεργητικά μέτρα είναι η χρήση καθαρού από ζιζάνια σπόρου, η αμειψισπορά των καλλιεργειών σιτηρών με άλλες καλλιέργειες διαφορετικού βιολογικού κύκλου όπου είναι δυνατόν και όχι η μονοκαλλιέργεια σιτηρών κάθε χρόνο στα ίδια χωράφια, η σπορά την κατάλληλη χρονική περίοδο, η πυκνή σπορά ώστε να υπάρχει ανταγωνισμός φυτών-ζιζανίων, ποικιλίες ανταγωνιστικές ως προς τα ζιζάνια και γενικά καλλιεργητική πρακτική που συντελεί στην ανάπτυξη υγιών και εύρωστων φυτών ανταγωνιστικά ως προς τα ζιζάνια (Appleby, 1987; Ελευθεροχωρινός, 2002β).

Ο τρίτος τρόπος και ο πιο αποτελεσματικός είναι η αντιμετώπιση των ζιζανίων με τη χρήση ζιζανιοκτόνων και χρησιμοποιείται από το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγωγών τα τελευταία χρόνια. Γι' αυτό το λόγο στο εμπόριο υπάρχουν πολλά σκευάσματα για τη ζιζανιοκτονία των σιτηρών. Άλλα καταπολεμούν μόνο αγρωστώδη

ζιζάνια, άλλα πλατύφυλλα και άλλα και αγρωστώδη και πλατύφυλλα. Εφαρμόζονται ή προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά σε στάδιο που καθορίζεται από το είδος του σκευάσματος. Η χρήση των ζιζανιοκτόνων θα πρέπει να γίνεται με πολλή προσοχή τόσο για να μείνει χαμηλό το κόστος όσο και για να μην αναπτυχθεί ανθεκτικότητα των ζιζανίων σε συγκεκριμένες δραστικές ουσίες. Στην Ελλάδα, επίσημα έχουν αναφερθεί 10 ζιζάνια τα οποία έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ένα ή περισσότερα ζιζανιοκτόνα από το 1986 έως το 2015. Κατά την Ελληνική Ζιζανιολογική Εταιρία (EZE) στα σιτηρά, τα ζιζάνια που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα είναι 5: η ήρα η λεπτή (*Lolium rigidum*), η παπαρούνα (*Paraver rhoeas*), η αγριοβρώμη (*Avena fatua*), η φάλαρη η κοντή (*Phalaris brachystachys*) και η φάλαρη η παράδοξη (*Phalaris paradoxa*).

Συνίσταται να μην χρησιμοποιείται το ίδιο ζιζανιοκτόνο ή από την ίδια ομάδα κάθε χρόνο αλλά να αλλάζει από χρόνο σε χρόνο όπως και καλλιέργεια (αμειψισπορά ζιζανιοκτόνων και καλλιεργειών) για να μην αναπτυχθεί ή έστω να καθυστερήσει η ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα ζιζάνια. Αξίζει να επισημανθεί ότι ένα ζιζάνιο μπορεί αναπτύξει ανθεκτικότητα μετά από συνεχή χρήση του ίδιου ζιζανιοκτόνου ακόμα και για 3-5 χρόνια. Όμως, ο περιορισμός του ανθεκτικού πληθυσμού του ζιζανίου σε ποσοστό κάτω από 1% μετά την παύση χρήσης των ζιζανιοκτόνων στα οποία εμφάνισε ανθεκτικότητα είναι 10-25 ή και περισσότερα χρόνια.

Οι άκρες των χωραφιών αποτελούν και αυτές πηγή σπόρων και πολλαπλασιαστικών οργάνων ζιζανίων (Γιαννοπολίτης, 2005).

Τα ζιζάνια παραμένουν ένας σημαντικός περιορισμός στην παραγωγή σιταριού παρά τη χρήση ζιζανιοκτόνων (Karkanis et al., 2016). Το μέγεθος των απωλειών απόδοσης εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα των καλλιεργειών, τη λίπανση με άζωτο, το χρόνο εμφάνισης των ζιζανίων, τα είδη ζιζανίων και την πυκνότητα αυτών (Dhima and Eleftherohorinos, 2001; Fahad et al., 2015; Karkanis et al., 2016).

Μερικά από τα κυριότερα αγρωστώδη ζιζάνια που εμφανίζονται στις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών της χώρας μας είναι η αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.), η ήρα (*Lolium rigidum* Gaud. e.t.), η φάλαρη (*Phalaris spp*), η αλεπονουρά (*Alopecurus myosuroides* Hunds), το μίλιο (*Milium vernale* Bier) ενώ τα σπουδαιότερα πλατύφυλλα ζιζάνια είναι η κολλιτσίδα (*Gallium spp*), η παπαρούνα (*Paraver rhoeas* L.), το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.), και η βερόνικα (*Veronica spp*) (Γιαννοπολίτης και Ελευθεροχωρινός 1991).

1.5.7 Άρδευση

Το σιτάρι καλλιεργείται κυρίως ως ξερικό, αν και αντιδρά θεαματικά στην άρδευση. Σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις δεν χρειάζεται να γίνεται άρδευση παρά μόνο τις ξερικές χρονιές. Αντίθετα, σε περιοχές με χαμηλά ύψη βροχής, συμπληρωματικές αρδεύσεις διασφαλίζουν αποδόσεις στις καλλιέργειες σε ικανοποιητικό επίπεδο.

Τα φυτά των χειμερινών σιτηρών παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντοχή στην έλλειψη νερού στο βλαστικό στάδιο, ακολουθεί το διάστημα μεταξύ της άνθησης του γεμίσματος του κόκκου, ενώ το στάδιο μεταξύ φουσκώματος της ταξιανθίας και ξεσταχύσματος είναι το πιο ευαίσθητο (Singh, 1981). Στο σιτάρι η πιθανή έλλειψη νερού στο βλαστικό στάδιο περιορίζει την ανάπτυξη των φύλλων και των αδελφιών. Στο στάδιο του καλαμώματος επιταχύνει τη γήρανση των βλαστών και φύλλων και μειώνει τον αριθμό των σταχυδίων στο στάχυ. Έλλειψη υγρασίας κατά τη διάρκεια του γεμίσματος του κόκκου μειώνει το μέγεθος του και σε παρατεταμένη ξηρασία προκαλεί τη συρρίκνωση του κόκκου (Musik & Dusek, 1980).

Τα χειμερινά σιτηρά έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό (70% επί του συνόλου) τη χρονική περίοδο μεταξύ καλαμώματος και άνθισης. Η περίοδος αυτή αρχίζει περίπου στα μέσα Μαρτίου και τελειώνει στα μέσα Μαΐου και είναι για την χώρα μας η περίοδος με τις λιγότερες βροχοπτώσεις τουλάχιστον στα κεντρικά και νότια γεωγραφικά διαμερίσματα. Στις περιοχές αυτές, τα χειμερινά σιτηρά σπάνια ωριμάζουν φυσιολογικά. Συνήθως εκεί ο βιολογικός κύκλος των φυτών κλείνει βίαια κάτω από τις ξηροθερμικές συνθήκες των μηνών Μαρτίου, Απριλίου και Μαΐου. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι εκεί οι πρώιμες ποικιλίες αποδίδουν καλύτερα. Στις βορειοανατολικές περιοχές της χώρας μας (μέρος της Θεσσαλίας, Μακεδονίας και Θράκης) οι συνθήκες είναι καλύτερες και οι κίνδυνοι από την ξηρασία μικρότεροι.

Παρόλα αυτά όμως κι εδώ υπάρχει πάντα ο κίνδυνος υδατικής στέρησης. Για τους λόγους αυτούς και επειδή οι νέες ποικιλίες που σήμερα καλλιεργούνται στη χώρα μας έχουν υψηλό δυναμικό απόδοσης, μια τουλάχιστον άρδευση κοντά στο ξεστάχυασμα, εφόσον υπάρχει ανάγκη και δυνατότητα εφαρμογής, πρέπει να γίνεται αφού το κόστος εφαρμογής του υπερκαλύπτεται από την αυξημένη απόδοση.

Για την διαχείριση του νερού άρδευσης είναι σημαντικό να γνωρίζουν οι παραγωγοί την καθημερινή χρήση των καλλιεργειών και να ελέγχετε εβδομαδιαία η υγρασία του εδάφους κατά την καλλιεργητική περίοδο και πιο συχνά αν χρειαστεί τις

περιόδους αιχμής για να διασφαλιστεί η υγρασία του εδάφους στα επιθυμητά επίπεδα και να μην μείνει ποτέ η καλλιέργεια από νερό αν αυτό είναι δυνατό. Αν αυτό γίνει με επιτυχία κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη απόδοση σκληρού σίτου (McKenzie and Woods, 2018).

Η άρδευση όταν οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος είναι σχετικά χαμηλές μπορεί να αυξήσει τις αποδόσεις. Ενώ αργά την άνοιξη, όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, μπορεί να μειώσει την απόδοση. Ο κυριότερος λόγος είναι η καταστροφή των φύλλων από την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών που ευνοούνται από την υγρασία και τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης με την άρδευση σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης ο κίνδυνος πλαγιάσματος είναι μεγαλύτερος (Παπακώστα, 2000-2001). Αντιθέτως, μια βροχόπτωση αργά την άνοιξη είναι επιθυμητή, καθ' όσον η ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών περιορίζεται από την πτώση των θερμοκρασιών, λόγω της βροχής.

1.5.8 Συγκομιδή

Το τελευταίο στάδιο στην καλλιέργεια των σιτηρών είναι η συγκομιδή. Αυτή τα τελευταία χρόνια γίνεται εξολοκλήρου με θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Οι σύγχρονες θεριζοαλωνιστικές μηχανές κατασκευάζονται σε ποικίλους τύπους και μεγέθη (Τσατσαρέλης, 2003).

Η αυξημένη υγρασία και θερμοκρασία πριν την συγκομιδή αυξάνουν το ποσοστό των μαλακών λευκών σπόρων με αποτέλεσμα να μειώνεται η πρωτεΐνη που συγκρατεί τους αμυλόκοκκους και να χειροτερεύει η ποιότητα και καθαρότητα του σιμιγδαλιού. Οι σπόροι μπορούν να εμφανίσουν μαύρα επιφανειακά στίγματα μετά από νεροπομπές πριν από τη συγκομιδή, που υποβαθμίζουν την εμφάνιση των ζυμαρικών. Το υψηλής ποιότητας σιτάρι δεν πρέπει να έχει πάνω από 3% ενώ η μέτρια ποιότητα 3-5% μαύρα στίγματα (Μπαξεβάνος, 2011)

Η συγκομιδή κυρίως γίνεται όταν η υγρασία έχει πέσει στο 14% και κάτω γιατί αν είναι μεγαλύτερη κατά την αποθήκευση θα έχουμε προβλήματα με μύκητες και έντομα. Για κάθε 1% μείωση της υγρασίας από εκεί και κάτω ο παραγωγός χάνει κιλά αλλά αν θέλει να αποθηκεύσει το προϊόν σε αποθήκη δική του θα πρέπει να προσέξει ώστε η υγρασία να είναι κάτω από 12% για να μην έχει προβλήματα και να μη χαλάσει το προϊόν κατά την αποθήκευση. Οι απώλειες κατά την αποθήκευση για τα δημητριακά

στις αναπτυγμένες χώρες είναι 17% ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες αυτό το ποσοστό είναι >30% (Αθανασίου, 2012).

Στην υγρασία των 8-10% και θερμοκρασία 4°C σταματά και η δραστηριότητα των εντόμων στην αποθήκη (Αντωνίου, 2004).

Το άχυρο που μένει μετά την συγκομιδή στο χωράφι με πρέσες γίνεται μπάλες (δεματοποιείται) και μετά χρησιμοποιείται κυρίως για ζωοτροφή, ως καύσιμο ή ως κυτταρινούχος πρώτη ύλη στη βιομηχανία.

1.6 Χημική σύσταση και πρωτεΐνη

Σε ένα καλά αναπτυγμένο κόκκο σιταριού, κατά μέσο όρο, το έμβryo αποτελεί το 3% του βάρους, το περικάρπιο το 9%, το στρώμα της αλευρόνης το 8% και το αμυλώδες ενδοσπέρμιο το 80%. Η χημική σύσταση του κόκκου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες γενετικούς και περιβαλλοντικούς γι' αυτό και ποικίλει εντός ευρέων ορίων.

Πίνακας 1.4: Τυπική διακύμανση των συστατικών του κόκκου του σιταριού και του άσπρου αλεύρου (Gooding και Davies 1997, Παπακόστα-Τασοπούλου, 2012:143).

| Συστατικό | % | |
|---------------------------------|---------|----------------|
| | Κόκκος | Αλεύρι |
| Υγρασία | 9,0-18 | 13,0-15,5 |
| Άμυλο | 60-68 | 65,0-70,0 |
| Πρωτεΐνη | 8,0-15 | 8,0-13,0 |
| Ακατέργαστες ίνες | 2,0-2,5 | Στοιχεία (0,2) |
| Λιπαρές ουσίες | 1,5-2,0 | 0,8-1,5 |
| Ζάχαρα | 2,0-3,0 | 1,5-2,0 |
| Ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες | 1,5-2,0 | 0,3-0,6 |

Οι διαφορετικοί τύποι σιτηρών έχουν και διαφορετική σύσταση κόκκου κυρίως όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και το είδος του αμύλου. Στους τύπους με μαλακούς κόκκους (Soft) η πρωτεΐνη κυμαίνεται από 8,5 έως 9,5%, σε εκείνους με

σκληρούς κόκκους (Hard) από 12,5 έως 13,5% και στο σκληρό σιτάρι από 14,0 έως 15,0% (Smith, 1995).

Το ποσοστό πρωτεΐνης εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία και την αζωτούχο λίπανση (Μπαξεβάνος, 2011).

Ειδικότερα, εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού τείνει να αυξήσει την περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη (Νικολακάκης, 2011).

Το σιτάρι έχει χαμηλότερη συγκέντρωση εύπεπτης (DE), μεταβολίσιμης (ME) και καθαρής (NE) ενέργειας, σε σύγκριση με το καλαμπόκι καθώς επίσης και λιγότερη ενέργεια αλλά πιο εύπεπτα αμινοξέα και πιο εύπεπτα φωσφόρου από το καλαμπόκι(Stein et al., 2010).

Μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως το καλαμπόκι σε δίαιτες για όλες τις κατηγορίες χοίρων, αρκεί οι δίαιτες να είναι ισορροπημένες για αμινοξέα και πρωτεΐνη(Cromwell, 2002).

Το σιτάρι για κτηνοτροφή είναι πιο θρεπτικό από τα άλλα είδη σιτηρών καθώς είναι πλουσιότερο σε πρωτεΐνη, έχει χαμηλό ποσοστό ινών ουσιών, ενώ δεν υστερεί σε άμυλο και άλατα. Επίσης, για κτηνοτροφή χρησιμοποιούνται και τα άχυρα. Κατά τους Ellis et al. (όπ. ανάφ. στο Καραμάνος, 2008) το άχυρο του σιταριού αποτελείται κατά 36,8% από ινώδες ουσίες, 43,4% από άλλους υδατάνθρακες, 4,3% πρωτεΐνη, 3,4% λίπη και 5,4% τέφρα. Είναι προφανώς χαμηλής θρεπτικής αξίας και υστερεί ποιοτικά από το άχυρο του κριθαριού και της βρώμης, ενώ υπερτερεί εκείνου της σίκαλης.

1.7 Χρήσεις του σιταριού

Το σιτάρι είναι ένα προϊόν το οποίο έχει πάρα πολλές χρήσεις. Η πρωτεΐνη του σιταριού έχει μοναδικές φυσικές και χημικές ιδιότητες και αυτό την κάνει καλύτερη από την πρωτεΐνη των άλλων σιτηρών. Από τον καρπό του παράγεται το ψωμί που είναι η κυριότερη τροφή του ανθρώπινου πληθυσμού εδώ και χρόνια. Το σιτάρι και τα προϊόντα σιταριού παρέχουν περίπου το 20% των πρωτεϊνών και των θερμίδων που καταναλώνονται ανά κεφαλή(CRP WHEAT, 2016). Ο καρπός από το μαλακό σιτάρι χρησιμοποιείται, μετά από αλευροποίηση, για την παραγωγή ψωμιού. Το σιτάρι και η βρίζα είναι τα μόνα σιτηρά από τα οποία παράγεται ψωμί, με το αλεύρι σιταριού να παράγει πολύ καλύτερης ποιότητας τελικό προϊόν. Ο καρπός από το σκληρό σιτάρι

μετά από επεξεργασία μας δίνει το σιμιγδάλι που αποτελεί πρώτη ύλη για την παραγωγή των ζυμαρικών. Το σκληρό σιτάρι χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ζυμαρικών και σε περιορισμένο βαθμό για κους κους(Sopirwnyk, 2018). Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ζυμαρικών(IPO) οι τρεις πρώτες χώρες κατά κεφαλήν κατανάλωση(kg) των ζυμαρικών το 2014 ήταν η Ιταλία, ακολουθούμενη από την Τυνησία και την Βενεζουέλα. Επιπλέον, από το αλεύρι και το σιμιγδάλι παρασκευάζονται και διάφορα αρτοσκευάσματα και προϊόντα ζαχαροπλαστικής. Πολύ μικρή ποσότητα καρπού χρησιμοποιείται με άλλες μορφές, χωρίς προηγουμένως να μετατραπεί σε αλεύρι. Ο σκληρός σίτος χρησιμοποιείται κυρίως στη διατροφή του ανθρώπου. Περιέχει ελαφρά μεγαλύτερο επίπεδο ενέργειας και πρωτεΐνης σε σύγκριση με το μαλακό, αν και η βιολογική αξία των αμινοξέων της πρωτεΐνης του είναι παρόμοια (Νικολακάκης, 2011).

Μια άλλη χρήση του σπόρου των σιτηρών είναι ως ζωοτροφή. Αυτό γίνεται μόνο στους κατώτερης ποιότητας σπόρους σιταριού, λόγω της μεγαλύτερης συγκριτικά τιμής του σιταριού σε σχέση με τα άλλα σιτηρά. Στα περισσότερα ζώα ο σπόρος πρέπει πρώτα να αλεστεί και μετά να καταναλωθεί, εκτός από τα πουλικά όπου χορηγείται και καταναλώνεται ολόκληρος. Σαν ζωοτροφή χρησιμοποιούνται επίσης, τα υποπροϊόντα της αλευροβιομηχανίας (πίτυρα, έμβρυα κ.α.) και το άχυρο που παραμένει στο χωράφι μετά τον αλωνισμό.

Τα σιτηρά που προορίζονται στους μύλους για ζωοτροφή είναι κατά κανόνα ένα μείγμα διαφορετικών καλλιεργειών σίτου που έχουν αποθηκευτεί για ένα απροσδιόριστο χρονικό διάστημα(μερικές φορές περισσότερο από 6 μήνες) και γίνονται δεκτά ή απορρίπτονται με βάση το ποσοστό των κόκκων σε σκόνη και το βάρος των κόκκων ως κύριες παραμέτρους του ποιοτικού ελέγχου(Gutiérrez del Álamo Oms, 2009).

Μια εναλλακτική χρήση του σιταριού η οποία αφορά και το πείραμα της παρούσας πτυχιακής είναι η καλλιέργεια σιταριού αποκλειστικά για παραγωγή βιομάζας που θα χρησιμοποιηθεί για βόσκηση, σανό ή ενσίρωση. Η χρήση αυτή στην χώρα μας δεν γίνεται, αλλά και στις άλλες χώρες είναι πολύ περιορισμένη. Πληροφορίες για την καλλιέργεια του σιταριού αποκλειστικά για παραγωγή βιομάζας δίνονται από τους Gooding & Davies (1997).Υπό ορισμένες προϋποθέσεις μπορεί να γίνει βόσκηση καρποδοτικής καλλιέργειας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, χωρίς σημαντική ζημιά στην απόδοση σε καρπό. Η βόσκηση εκτός από χλωρά τροφή για τα ζώα μπορεί να αποβεί και ωφέλιμη για την απόδοση σε καρπό. Με την βόσκηση επίσης

μειώνεται το πλάγιασμα, ελέγχεται η υπερβολική ανάπτυξη, απομακρύνονται οι ιστοί που πιθανόν έχουν παγώσει, αντιμετωπίζονται διάφορα ζιζάνια κ.α. (Gooding & Davies, 1997).

Το σιτάρι αποτελεί πηγή παραγωγής αμύλου και γλουτένης για την βιομηχανία. Το άμυλο βρίσκει πολλές χρήσεις στις βιομηχανίες τροφίμων, πλαστικών, χαρτιού, στη χημική βιομηχανία, στην υφαντουργία κ.α. Από το άμυλο παράγεται αιθανόλη για την ποτοποιία και άλλες βιομηχανίες χρήσεις. Τα τελευταία χρόνια γίνεται έρευνα για τη χρησιμοποίηση της αιθανόλης ως βιοκαύσιμο, το κόστος όμως παραγωγής προσωρινά είναι υψηλό. Η γλουτένη που αποτελεί παραπροϊόν κατά την εξαγωγή του αμύλου από το σπόρο, χρησιμοποιείται στην αρτοποιία και τις βιομηχανίες τροφίμων.

Τέλος το άχυρο εκτός από ζωοτροφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στρώμη, για παραγωγή πολλού από όπου παρασκευάζεται κόντρα πλακέ και χαρτί, για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

1.8 Ζωοτροφές

Η ζωοτροφή είναι τροφή που χορηγείται σε εξημερωμένα ζώα στην κτηνοτροφία. Ο όρος <<ζωοτροφές>> αναφέρεται συγκεκριμένα σε τροφές που δίνονται στα ζώα (συμπεριλαμβανομένων των φυτών που κόβονται και μεταφέρονται σε αυτά) και όχι εκείνα που συλλέγουν μόνα τους. Περιλαμβάνει χόρτο, άχυρο, ενσίρωμα, συμπιεσμένες και συσσωματωμένες ζωοτροφές, έλαια και μικτές μερίδες, καθώς και σπόρους και όσπρια που έχουν βλαστήσει. Οι δύο σημαντικότερες ζωοτροφές είναι ο αραβόσιτος και η σόγια και ο μεγαλύτερος εξαγωγέας και των δύο είναι μακράν οι Ηνωμένες Πολιτείες. Άλλα είδη ζωοτροφών περιλαμβάνουν το σιτάρι, τη βρώμη, το κριθάρι και διάφορα ψυχανθή όπως ο βίκος, το μπιζέλι, το λαθούρι και άλλα.

Πάνω από 125 εκατομμύρια τόνους σίτου ετησίως παράγονται στην Ε.Ε. και περισσότερο από το 45% από αυτό χρησιμοποιείται στη διατροφή των ζώων (International Grains Council, 2004).

Οι σπόροι των σιτηρών χρησιμοποιούνται στη διατροφή των σταβλισμένων ζώων σε μείγματα με πρωτεϊνούχες τροφές για τη σύσταση ορθολογικών σιτηρεσίων. Εκτός από τους σπόρους, τα σιτηρά παρέχουν και χλωρά τροφή στα ζώα όπως π.χ. με την βόσκηση χειμερινών σιτηρών και την ενσίρωση του καλαμποκιού και του σόργου.

Στον γεωργικό τομέα σήμερα, οι διατροφικές ανάγκες των αγροτικών ζώων είναι καλά κατανοητές και μπορούν να ικανοποιηθούν μόνο μέσω φυσικών ζωοτροφών ή να αυξηθούν με την άμεση συμπλήρωση των θρεπτικών συστατικών σε συμυκνωμένη, ελεγχόμενη μορφή. Η θρεπτική ποιότητα της τροφής επηρεάζεται όχι μόνο από την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, αλλά και από πολλούς άλλους παράγοντες όπως η υγιεινή, η περιεκτικότητα και η επίδραση στην υγεία των εντέρων. Τα πρόσθετα στις ζωοτροφές παρέχουν έναν μηχανισμό μέσω του οποίου μπορούν να επιλυθούν αυτές οι θρεπτικές ανεπάρκειες. Επηρεάζουν το ρυθμό ανάπτυξης αυτών των ζώων καθώς και την υγεία και την ευημερία τους.

Τα ζώα καταναλώνουν ζωοτροφές από τις οποίες παίρνουν θρεπτικά συστατικά και ενέργεια για να μπορούν να διατηρούνται υγιή, να αναπτύσσονται, να αναπαράγονται και να παράγουν προϊόντα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα ζώα και κυρίως τα μηρυκαστικά μπορούν να αξιοποιούν θρεπτικά συστατικά που υπάρχουν σε ζωοτροφές, που ο άνθρωπος και τα μονογαστρικά ζώα δεν μπορούν να αξιοποιήσουν.

Οι ζωοτροφές περιέχουν πολλά θρεπτικά συστατικά όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη, ανόργανα στοιχεία, βιταμίνες και νερό που είναι απαραίτητα για την διατήρηση της ζωής και την παραγωγή διαφόρων ζωικών προϊόντων. Κάποια από αυτά απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες ενώ κάποια άλλα σε μικρότερες. Όλα, όμως, είναι απαραίτητα για τη σωστή διατροφή των ζώων. Καθώς περνούν από το πεπτικό τους σύστημα τα θρεπτικά συστατικά πέπτονται από τον οργανισμό και διασπώνται σε απλούστερες χημικές ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές απορροφούνται και μεταφέρονται με το αίμα στα διάφορα κύτταρα του σώματος όπου και χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση της ζωής και την παραγωγή των διάφορων ζωικών προϊόντων. Κατά γενικό κανόνα στην παραγωγή των ζωικών προϊόντων η διατροφή των ζώων μετέχει με ένα ποσοστό 60-75% στη διαμόρφωση του τελικού κόστους παραγωγής τους (www.hva.gr).

Πιο συγκεκριμένα, οι πρωτεΐνες είναι ένα από τα πιο απαραίτητα συστατικά όλων των ζώντων οργανισμών. Αποτελούνται από τα αμινοξέα, που είναι αλυσίδες απλούστερων δομικών μονάδων. Τα αμινοξέα που συμμετέχουν στη δημιουργία των πρωτεϊνών είναι περίπου είκοσι. Μεταξύ των στοιχείων που περιέχουν τα αμινοξέα είναι και το άζωτο, κύριο θρεπτικό στοιχείο για τα ζώα.

Τα ζώα, δεν παρουσιάζουν κάποια απαίτηση σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό πρωτεΐνης, όμως, η ουσία που κρίνει ένα σιτηρέσιο αποδοτικό είναι το μείγμα απαραίτητων και μη απαραίτητων αμινοξέων που περιέχει.

Το κτηνοτροφικό κριθάρι αποτελεί πηγή υδατανθράκων και πρωτεΐνης για τα ζώα. Επιθυμητή είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη η οποία κυμαίνεται από 10 έως 15% και εξαρτάται από την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής που καλλιεργήθηκε. Η πρωτεΐνη είναι φτωχή σε λυσίνη, όπως σε όλα τα σιτηρά, περιέχει όμως σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε μεθειονίνη και κυστίνη (Καλώτα, 2013). Σαν κτηνοτροφή το κριθάρι είναι κατάλληλο για τη διατροφή όλων των ζώων γαλακτοπαραγωγής, όσο και των ζώων παχύνσεως. Πολύ συχνά χρησιμοποιείται για γρασίδι για τη βόσκηση προβάτων ιδίως και για σανό, αμιγές ή σε μίγμα με ψυχανθή (Φασουλά-Φωτιάδη, 1984).

Αναφορικά με τη βρώμη το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής της χρησιμοποιείται για τη διατροφή των ζώων σαν καρπός, σανός και άχυρο. Ο καρπός της βρώμης αποτελεί εξαιρετική τροφή ειδικά για τα άλογα, τα πουλερικά και γενικά τα νερά ζώα. Το άχυρο της βρώμης είναι καλής ποιότητας και ευχάριστης γεύσης και πολλές φορές χορηγείται για τροφή των ζώων. Χορηγούνται σε πολλά ζώα, κυρίως στα μηρυκαστικά, υπό μορφή σανού.

Το σιτάρι περιέχει περίπου 12% πρωτεΐνη, από αυτό το ποσοστό το 45% μόνο αποτελεί τη πέψιμη πρωτεΐνη που έχει την δυνατότητα να εκμεταλλευτεί ο οργανισμός. Η προσθήκη σιταριού στις περισσότερες ζωοτροφές κυμαίνεται από:

10-15% σε ζωοτροφές που προορίζονται για είδη ζώων στα πρώτα στάδια ανάπτυξης

15-30% σε ζωοτροφές που απευθύνονται σε μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης.

Ο σίτος και η σόγια αποτελούν τα συνηθέστερα φυτικά είδη που προστίθενται στις ζωοτροφές ως πηγή φυτικής πρωτεΐνης, με ποσοστά 12% και 46% αντιστοίχως (Gomez et al., 2003) και ως ενεργειακή πηγή σιτηρεσίου. Ενδεικτικά, το σιτάρι παρουσιάζει αρκετά καλή ποιότητα πρωτεΐνης, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα όπου προβάλλονται τα αμινοξέα καθώς και το ποσοστό τους (%) στο σύνολο της πρωτεΐνης.

Πίνακας 1.5: Ποιότητα πρωτεΐνης σε σίτο

| Ποιότητα πρωτεΐνης σίτου | |
|--------------------------|---------|
| Είδος | Ποσοστό |
| Αργινίνη | 5,68% |
| Βαλίνη | 4,88% |
| Θρεονίνη | 2,99% |
| Ισολευκίνη | 3,58% |
| Λευκίνη | 7,47% |
| Ιστιδίνη | 2,40% |
| Λυσίνη | 3,22% |
| Μεθειονίνη | 1,59% |
| Τρυπτοφάνη | 2,13% |
| Φαινυλαλανίνη | 4,88% |

Επειδή τα περισσότερα ζώα παρουσιάζουν υψηλές διατροφικές απαιτήσεις στη μεθειονίνη και τη λυσίνη αρκετές φορές τα συγκεκριμένα αμινοξέα προστίθενται στη ζωοτροφή ως πρόσθετο για την κάλυψη των αναγκών όταν αυτές δεν ικανοποιούνται ποσοτικά από το σιτηρέσιο.

Στις Ευρωπαϊκές ζωοτροφές κρεατοπαραγωγής, το σιτάρι χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό από το καλαμπόκι, επειδή είναι φθηνότερο και δεν περιέχει ξανθοφύλλες που χρωματίζουν το κρέας (Gutiérrez del Álamo Oms, 2009).

Εκτός από τα σιτηρά σημαντικό ρόλο στη διατροφή των ζώων έχουν και τα ψυχανθή. Τα οφέλη των ψυχανθών σαν ζωοτροφή είναι αρκετά, όπως: καλύτερης ποιότητας γάλα και κρέας. Ως ζωοτροφές τα ψυχανθή είναι εξίσου απαραίτητα στον οργανισμό των κτηνοτροφικών ζώων με τα σιτηρά. Τα ζώα που τρέφονται με ψυχανθή έχουν ισορροπημένη διατροφή, κάνουν καλύτερης ποιότητας γάλα και κρέας. Με την καλλιέργεια ψυχανθών η Ελλάδα θα έχει αυτάρκεια σε ζωοτροφές. Τα εγχώρια κτηνοτροφικά ψυχανθή, όπως είναι ο βίκος, τα μπιζέλια, το λαθούρι, τα ρεβίθια και τα κουκιά, μπορούν να κάνουν την χώρα μας σχετικά αυτάρκη όσον αφορά τις ζωοτροφές και λιγότερο εξαρτώμενη από την εισαγόμενη σόγια.

Ο βίκος είναι φυτό κυρίως σανοδοτικό και κατά δεύτερο λόγο καρποδοτικό και αποτελεί άριστη ζωοτροφή. Ακόμα, χρησιμοποιείται για βόσκηση και σπανιότερα σε συγκαλλιέργεια με ένα σιτηρό για σανό ή καρπό. Ο βίκος αποτελεί αξιόλογη πηγή πρωτεΐνης, ενέργειας και θρεπτικών στοιχείων για τα ζώα.

Όσον αφορά το μπιζέλι ο σανός του είναι κατάλληλος ιδιαίτερα για τη διατροφή αλόγων, βοοειδών αλλά και για τις προβατίνες που θηλάζουν, εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και υδατάνθρακες. Γενικά όμως ανταποκρίνεται στις ανάγκες των μεγάλων ζώων, επειδή ο σανός του αποτελείται από χονδρότερα στελέχη, σε σύγκριση με το βίκο. Επίσης είναι αξιόλογο καρποδοτικό είδος, αφού ο καρπός του, πλούσιος σε πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και βιταμίνες είναι κατάλληλος για τη διατροφή αλόγων και βοοειδών.

Το κτηνοτροφικό λαθούρι καλλιεργείται σαν κτηνοτροφικό φυτό τόσο για το σανό του όσο και για τον καρπό του (Γρηγοράκης-Ποδηματάς, 1986).

Οι εισαγωγές ζωοτροφών κατά την τριετία 2012-2014 εκτιμάται ότι κυμάνθηκαν στο 22%-24% της αξίας της συνολικής ενδιάμεσης ανάλωσης των ζωοτροφών.

Ενώ οι ανάγκες για πρωτεϊνούχες ζωοτροφές αυξάνονται χρόνο με τον χρόνο η ΕΕ δεν μπορεί να συμβαδίσει σε παραγωγή πρωτεϊνούχων υλών, παραμένοντας διαρκώς ελλειμματική. Το 2014 στην Ευρώπη το πρωτεϊνικό έλλειμα ανήλθε στους 20,8 εκατομμύρια τόνους, με τάση για περαιτέρω αύξηση.

Στην ΕΕ καταναλώνονται 36 εκατομμύρια τόνοι σόγιας (Ανδρονικάκης-Αποστολοπούλου, 2018) που προέρχονται κυρίως από Νότια Αμερική.

Με μια ματιά στα στοιχεία υπάρχει μια μικρή αύξηση στις καλλιέργειες με κτηνοτροφικά ψυχανθή στη χώρα μας. Ενδεικτικός είναι ο πίνακας που ακολουθεί και συγκρίνει το 2011 με το 2015 σε τρεις βασικές καλλιέργειες, οι οποίες θεωρούνται βιώσιμες ως προς την προώθησή τους για την Παρασκευή ζωοτροφών.

Πίνακας 1.6: Στοιχεία καλλιέργειας ψυχανθών 2011 σε σύγκριση με 2015

| Έτος | Βίκος | Λαθούρια | Λούπινα | Σύνολο εκτάσεων |
|------|--------|----------|---------|-----------------|
| 2011 | 76374 | 1300 | 2474 | 119763 |
| 2015 | 126544 | 1358 | 21361 | 377664 |

Το κτηνοτροφικό(μαζί με το βρώσιμο) μπιζέλι ακολούθησε αντιστρόφως ανάλογη πορεία για την ίδια περίοδο σύγκρισης: από τα 5209 στρέμματα το 2011 στα 1900 το 2015.

Γεγονός είναι, πάντως, ότι και στην Ελλάδα οι εν λόγω καλλιέργειες δεν είναι ελκυστικές για τους παραγωγούς. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι ότι δεν μπορεί να γίνει καμία σύγκριση με το εισόδημα που προσφέρουν άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα, γεγονός που οφείλεται και στην οικονομική ενίσχυση μέσω ΚΑΠ.

Τεράστιες είναι οι ετήσιες εισαγωγές σόγιας της χώρας, τόσο σε αξία όσο και σε ποσότητα, με αύξουσα πορεία.

Η Ελλάδα το 2017 έκανε εισαγωγές σογιάλευρων από Αργεντινή, Ιταλία, Βραζιλία και άλλες χώρες που φτάνουν σε αξία 111236 χιλ. € καθώς επίσης και εισαγωγές σόγιας το ίδιο έτος από Παραγουάη, Ουκρανία, ΗΠΑ και άλλες χώρες που φτάνουν σε αξία 118858 χιλ. €. Σύνολο δηλαδή 230 εκατομμύρια € για εισαγωγές αυτών των 2 προϊόντων και μόνο(Ανδρονικάκης-Αποστολοπούλου,2018).

Είναι προφανές λοιπόν ότι ΕΕ πρέπει να οργανώσει σχέδια ώστε να αυξηθούν τα παραγόμενα στρέμματα με ψυχανθή σε κάθε χώρα ώστε να μπορέσει να έχει μεγαλύτερη αυτάρκεια στις ζωοτροφές της και να μην εξαρτάται σε τόσο μεγάλο βαθμό από την εισαγωγή σόγια από χώρες εκτός ΕΕ.

1.9 Προοπτικές των σιτηρών για την ελληνική οικονομία

Τα σιτηρά στην Ελλάδα καλύπτουν μεγάλο κομμάτι των εκτάσεων της χώρας μας και πολλές οικογένειες έχουν εισόδημα από την καλλιέργεια τους. Τα τελευταία χρόνια οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με σιτηρά στη χώρα μας παρουσιάζουν μικρές αυξομειώσεις. Δύσκολα θα έχουμε αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Η επιλογή του είδους και της έκτασης γίνεται από τον κάθε παραγωγό ανάλογα με την τιμή και τη δυνατότητα διάθεσης του προϊόντος.

Παρόλα αυτά υπάρχουν ευκαιρίες ανάπτυξης αν λάβουμε κάποια μέτρα σαν χώρα και γενικά στην Ε.Ε. Κάποια από αυτά είναι τα εξής: η αξιοποίηση και επέκταση νέων βελτιωμένων τεχνικών καλλιέργειας, η αξιολόγηση νέων βελτιωμένων ποικιλιών σιτηρών, οι δυνατότητες συνεργασίας παραγωγών σκληρού σίτου με βιομηχανίες ζυμαρικών (συμβολαιακή γεωργία), η δυνατότητα προώθησης νέων ποικιλιών στις ευρωπαϊκές αγορές και η αύξηση της ανταγωνιστικότητας της εσωτερικής παραγωγής σιτηρών της Ε.Ε σε σχέση με τα εισαγόμενα προϊόντα η οποία θα επιτρέψει να διατηρηθούν σε υψηλό επίπεδο ή ακόμα και να αυξηθούν οι εμπορικές διεξοδοί και

ιδιαίτερα στον τομέα των ζωοτροφών, όφελος από τις ευκαιρίες της παγκόσμιας αγοράς της οποίας ο όγκος των συναλλαγών αναμένεται ότι θα αυξηθεί σημαντικά. Με σωστή συνεργασία λοιπόν κράτους, παραγωγού και εμπόρων ακολουθώντας τις παραπάνω γραμμές θα μπορέσουν τα σιτηρά στη χώρα μας να έχουν μια καλύτερη μοίρα και να συνεχίσουν να είναι οικονομικά βιώσιμα.

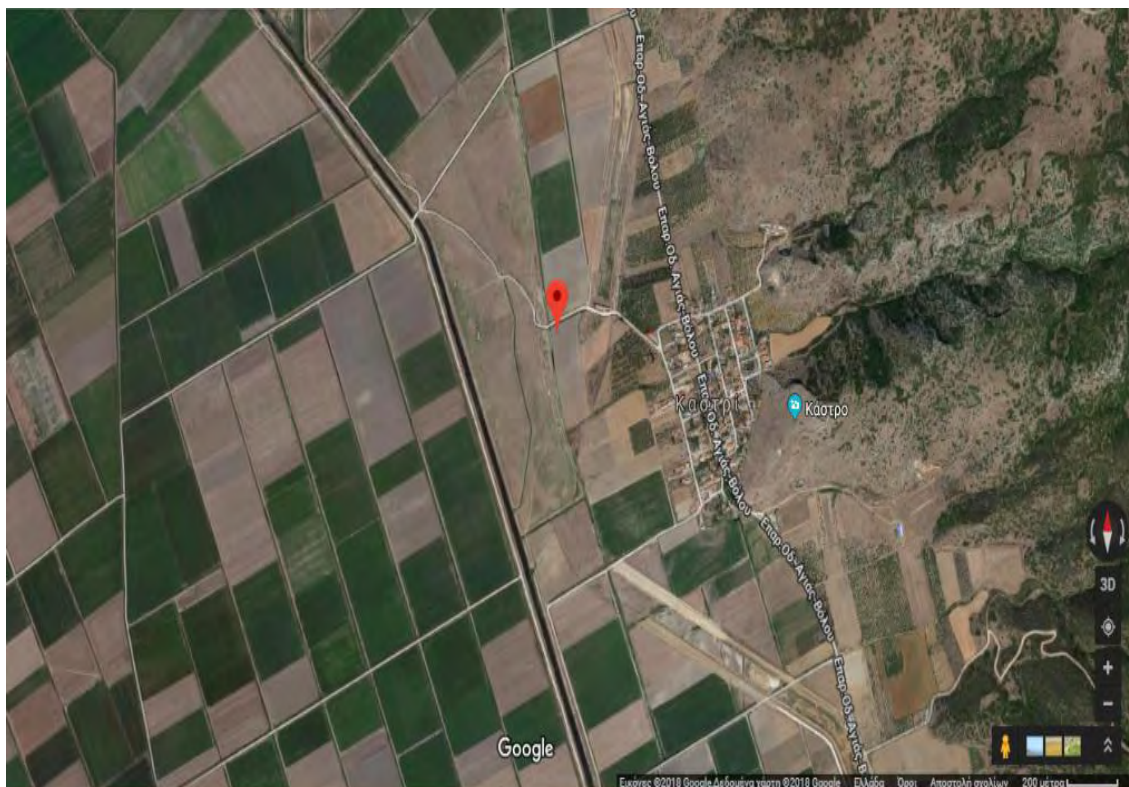
1.10 Σκοπός του πειράματος

Λαμβάνοντας υπόψη τα πορίσματα προηγούμενων ερευνών κυρίως για την κλασική καλλιέργεια των σιτηρών στη χώρα μας σχετικά με την αύξηση και την παραγωγικότητά της, η παρούσα έρευνα διαφοροποιείται και εστιάζει ειδικότερα στην καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum*) για παραγωγή βιομάζας για ζωοτροφή στην περιφέρεια Θεσσαλίας (Καστρί-Αγιάς-Λάρισας). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ύπαρξη διαφορετικών επιπέδων λίπανσης και στην επακόλουθη αντίδραση των σιτηρών σε αυτά. Για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των εν λόγω αντιδράσεων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του βάρους του σιταριού τόσο σε ξηρή όσο και σε χλωρή μορφή λαμβάνοντας υπόψη και τη χρονική περίοδο που έλαβαν χώρα οι κοπές, με απώτερο στόχο να προσδιοριστεί ο άριστος χρόνος κοπής συνδυαστικά με την βέλτιστη ποσότητα λιπάσματος και τη μέγιστη παραγωγή βιομάζας για την επίτευξη του καλύτερου οικονομικού αποτελέσματος.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

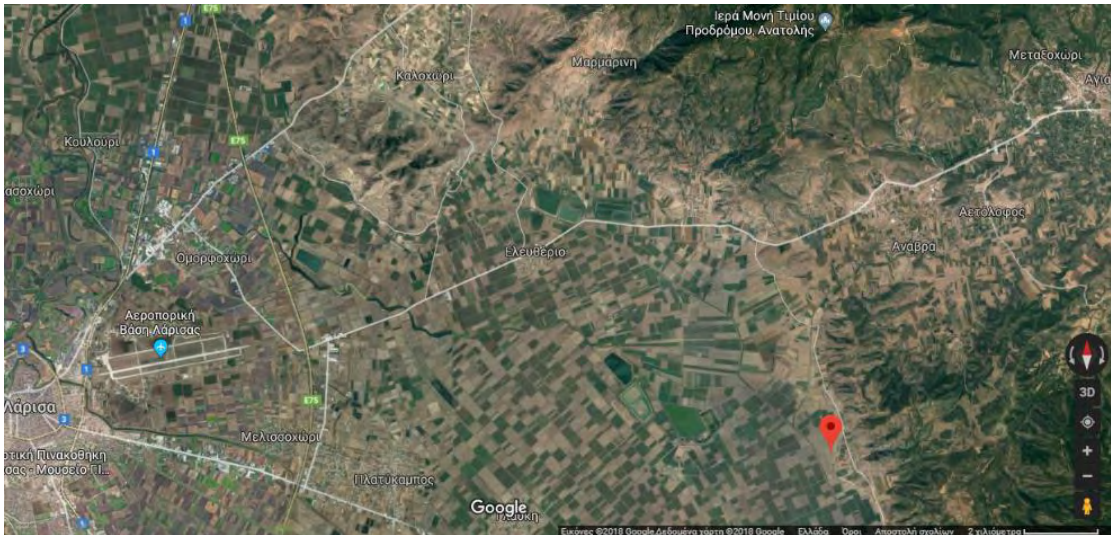
2.1 Επιλογή πειραματικού αγρού

Το πείραμα διεξήχθη σε ιδιόκτητο αγρόκτημα στην αγροτική περιοχή Καστρίου Αγίας Λάρισας ($39^{\circ}37'37,9''\text{N}$, $22^{\circ}40'28,3''\text{E}$) (βλ. Εικ. 2.1) που απέχει 35χλμ. ανατολικά της Λάρισας και 18 χλμ. από την Αγιά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.2. Η περιοχή έχει υψόμετρο 62 μέτρα με κλίση <2%, κατάλληλη για την ανάπτυξη φυτών και σιταριού συγκεκριμένα. Το έδαφος του πειραματικού αγρού είναι γόνιμο και αργιλώδες.



Εικόνα 2.1: Δορυφορική άποψη του πειραματικού τεμαχίου στην αγροτική περιοχή Καστρίου Αγίας Λάρισας και η θέση του (Σήμανση)

(Πηγή: www.google.gr/maps)



Εικόνα 2.2: Δορυφορική άποψη της ευρύτερης αγροτικής περιοχής Αγιάς Λάρισας, στην οποία απεικονίζεται και η θέση του πειραματικού αγρού (Σήμανση)
(Πηγή: www.google.gr/maps)

2.1.1 Εδαφολογική ανάλυση πειραματικού τεμαχίου

Στο ιδιόκτητο αγρόκτημα όπου διεξήχθη το πείραμα πραγματοποιήθηκε ανάλυση εδάφους τον Αύγουστο του έτους 2016, λίγους μήνες πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας σκληρού σίτου. Η δειγματοληψία έγινε σε βάθος 0-30 cm. Με βάση τα αποτελέσματα της εδαφικής ανάλυσης, το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αργιλώδες (άμμος 20%, ιλύς 29%, άργιλος 51%), πλούσιο (η οργανική ουσία ήταν 2,2%) και με αλκαλική αντίδραση (το pH υπολογίστηκε στο 8,4). Παρακάτω ακολουθεί Πίνακας με τα αναλυτικά αποτελέσματα της έκθεσης δοκιμών εδαφικών δειγμάτων καθώς και η αξιολόγηση αυτών.

Πίνακας 2.1: Εδαφικά χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού

| | | Τιμή | Χαρακτηρισμός |
|-------------------------|---|------|---------------|
| ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ | Άμμος (%) | 20 | |
| | Άργιλος (%) | 51 | |
| | ΐλύς (%) | 29 | |
| | Χαρακτηρισμός εδάφους | C | Αργιλώδες |
| | pH(H ₂ O 1:1)(25°C) | 8,4 | Μέση αλκαλική |
| | Οργανική ουσία (%) | 2,2 | |
| | Ηλ. Αγωγιμότητα στους 25°C(μS/cm) | 723 | Χαμηλή |
| | Ισοδύναμο CaCO ₃ (%) | 22 | |
| | Φωσφόρος(P _{Olsen})(mg/kg) | 15 | Μέση |
| ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΑ ΚΑΤΙΟΝΤΑ | Ανταλλάξιμο κάλιο K ⁺ (cmol+/kg εδ.) | 0,63 | Υψηλή |
| | Ανταλλάξιμο μαγνήσιο Mg ⁺⁺ (cmol+/kg εδ.) | 14 | Υψηλή |
| ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (DTPA) | Εκχυλίσιμος χαλκός-Cu _{DTPA} (mg/kg εδ.) | 4,6 | Επαρκής |
| | Εκχυλίσιμος σίδηρος- Fe _{DTPA} ⁻ (mg/kg εδ.) | 18 | Επαρκής |
| | Εκχυλίσιμο μαγγάνιο- Mn _{DTPA} (mg/kg εδ.) | 11 | Επαρκής |
| | Εκχυλίσιμος ψευδάργυρος- Zn _{DTPA} (mg/kg εδ.) | 0,50 | Οριακή |
| | Εκχυλίσιμο Βόριο- HwsB (mg/kg εδ.) | 1,0 | Μέση |

2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα ελήφθησαν από την ιστοσελίδα <http://meteosearch.meteo.gr/> η οποία περιλαμβάνει μια διαδραστική βάση δεδομένων το meteo search όπου οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν δεδομένα αρχείου επιλέγοντας το γεωγραφικό διαμέρισμα και μετά τον σταθμό που τους ενδιαφέρει. Η

εφαρμογή αυτή έχει σκοπό την παροχή των μετρήσεων του δικτύου αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών του ΕΑΑ στο κοινό. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από 466 σταθμούς σε όλη τη χώρα με συνεχή επέκταση.

Για τα μετεωρολογικά δεδομένα του πειράματος πήραμε πληροφορίες από τον μετεωρολογικό σταθμό που υπάρχει στο ΕΠΑΛ Αγιάς, ο οποίος είναι ο κοντινότερος σε απόσταση σταθμός από τον πειραματικό αγρό. Τα δεδομένα που ελήφθησαν αφορούν την ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία, την μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία, τις μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες αέρα και την βροχόπτωση που σημειώθηκε κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών από την σπορά μέχρι και την συγκομιδή, για την καλλιεργητική περίοδο 2016-2017.

2.3 Πειραματικό σχέδιο

Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων (Randomized Complete Blocks).

Τα τεμάχια ορίστηκαν με βάση τον παράγοντα αζωτούχος λίπανση. Τα επίπεδα εφαρμογής αζώτου ήταν τα εξής 4, M: μάρτυρας (μόνο 10 μονάδες ουροθεϊκή) , N₁: νιτρική αμμωνία 110g (4 μονάδες N/στρ), N₂ : 220g (8 μονάδες N/στρ), N₃ : 330g (12 μονάδες N/στρ) . Σημειωτέον ότι όλα τα πειραματικά τεμάχια δέχτηκαν κατά τη σπορά 10 μονάδες ουροθεϊκό λίπασμα).

Το εμβαδόν ολόκληρου του πειραματικού αγρού είναι 12m*12m=144 m². Τα επιμέρους τεμάχια έχουν το κάθε ένα εμβαδόν 3*3= 9m².

| | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| N ₃ | M | N ₂ | N ₁ |
| N ₂ | N ₁ | M | N ₃ |
| N ₃ | M | N ₁ | N ₂ |
| M | N ₁ | N ₂ | N ₃ |

Εικόνα 2.3: Πειραματικό σχέδιο

M= μάρτυρας

N₁= 4 μ N νιτρική αμμωνία

N₂= 8 μ N νιτρική αμμωνία

N₃= 12 μ N νιτρική αμμωνία

2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

2.4.1 Προετοιμασία αγρού και σπορά

Περί τα τέλη Ιουλίου του 2016, πραγματοποιήθηκε κατεργασία του εδάφους με υπεδαφοκαλλιεργητή, τέλη Αυγούστου πέρασμα με βαρύ καλλιεργητή και τέλος ένα πέρασμα με σβολοκόπτη αρχές Νοεμβρίου του 2016, λίγες μέρες πριν τη σπορά, για τη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης για τη σπορά του σκληρού σίτου. Η σπορά έγινε με τη χρήση σπαρτικής μηχανής σιτηρών με πλάτος σποράς περί τα 3 m, με αποστάσεις μεταξύ των σειρών 15 cm. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά περίπου 28 κιλά σπόρου ανά στρέμμα του *Triticum durum*, ποικιλίας Σιμέτο (SIMETO).

Η σπορά του πειραματικού αγρού πραγματοποιήθηκε στις 14 Νοεμβρίου 2016.

2.4.2 Άρδευση

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος (Νοέμβριος 2016 – Ιούνιος 2017) δεν πραγματοποιήθηκε άρδευση. Το μόνο νερό που δέχτηκε η καλλιέργεια (τα πειραματικά τεμάχια) ήταν από τις βροχοπτώσεις που έπεσαν την περίοδο αυτή στην περιοχή και τα ύψη της βροχόπτωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2.

2.4.3 Λίπανση

Στο πειραματικό μας τεμάχιο δεν πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση πριν τη σπορά. Πραγματοποιήθηκε μια λίπανση με 10 μονάδες ουροθεϊκή (40-0-0) περί τις 5 Μαρτίου 2017 που στα 144m² του πειραματικού μας τεμαχίου αντιστοιχεί σε 3,6 kg/λίπασματος. Επιπλέον, έγινε ακόμη μία επιφανειακή λίπανση στις 11 Απριλίου 2017 σε κάθε τετράγωνο ξεχωριστά με νιτρική αμμωνία (34,5-0-0) . Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόστηκαν 0g, 110g, 220g και 330g λιπάσματος στα τεμάχια των μεταχειρίσεων M, N₁, N₂ και N₃ αντίστοιχα, οι οποίες αντιστοιχούν σε 0, 4, 8 και 12 μονάδες N/ στρέμμα για τις αντίστοιχες μεταχειρίσεις. Η λίπανση έγινε με χειρωνακτική διασπορά του κοκκώδους λιπάσματος σε όλη την επιφάνεια του κάθε τεμαχίου. Δεν έγινε εφαρμογή φωσφόρου (P) στο έδαφος διότι δεν έγινε βασική λίπανση, ούτε εφαρμογή καλίου (K) καθώς δεν εφαρμόζεται καλιούχος λίπανση γιατί το έδαφος είναι επαρκώς εφοδιασμένο. Γενικά στη θεσσαλική πεδιάδα δεν εφαρμόζεται καλιούχος λίπανση στο σιτάρι λόγω επάρκειας του εδάφους.

2.4.4 Αντιμετώπιση ζιζανίων

Στην καλλιέργεια έγινε μία επέμβαση μεταφυτρωτικά στις 27 Μαρτίου 2017 για την αντιμετώπιση των πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων με τα ζιζανιοκτόνα Mustang 306SE (Florasulam 0.625% β/ο + 2.4-D 2-EHE 45.25%β/ο) και Axial 60 EC (6% β/ο pinoxaden + 1,55% β/ο clonquintocet-mexyl) .

Μερικά από τα ζιζάνια που καταγράφηκαν στον πειραματικό αγρό ήταν σε μεγαλύτερο βαθμό: η αγριοβρώμη (*Avena Sterilis*), η ήρα (*Lolium rigidium*), η φάλαρη (*Phalaris spp*) από αγρωστώδη, ενώ από πλατύφυλλα ζιζάνια η κολλιτσίδα (*Gallium spp*), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*).

2.5 Δειγματοληψία-μετρήσεις

Η ανάπτυξη της καλλιέργειας μελετήθηκε με τρεις καταστροφικές δειγματοληψίες (κοπές) κατά τη διάρκεια της περιόδου από την ανθοφορία έως την τελική συγκομιδή για σπόρο. Οι κοπές έγιναν κατά τις εξής ημερομηνίες :

- α) Η πρώτη κοπή έγινε στις 19-4-2017 (τέλος καλαμώματος)
- β) Η δεύτερη κοπή έγινε στις 8-5-2017 (έκπτυξη ταξιανθίας-άνθηση)
- γ) Η τρίτη και τελευταία κοπή έγινε στις 18-6-2017 (ωρίμανση για συγκομιδή)

Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο έγινε δειγματοληψία με τη βοήθεια πλαισίου διαστάσεων $0,25\text{m}^2$ ($0,5\text{m} \times 0,5\text{m}$). Η λήψη του κάθε δείγματος αφορούσε το σύνολο του υπέργειου τμήματος των φυτών στην επιφάνεια αυτή, όπως αυτά περικλείονταν στο μεταλλικό πλαίσιο.

Τα κομμένα φυτά ζυγίστηκαν και μεταφέρθηκαν σε σακούλες στο Εργαστήριο. Στην κάθε σακούλα αναγραφόταν ο αριθμός του τεμαχίου από το οποίο έγινε η κοπή.

Στο Εργαστήριο, κάθε δείγμα ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας για την καταγραφή του χλωρού τους βάρους. Για λόγους ευκολίας λήφθηκε ένα υπόδειγμα από κάθε δείγμα για να είναι πιο εύκολη η διαχείριση τους για τις διάφορες μετρήσεις. Τα φυτικά μέρη του κάθε υποδείγματος (φύλλα, στελέχη, καρποφόρα όργανα) τοποθετήθηκαν μέσα σε χάρτινες σακούλες σε ξηραντήριο στους 60°C όπου αφέθηκαν 3 – 7 ημέρες μέχρι την απόκτηση σταθερού βάρους. Το ξηρό βάρος των υποδειγμάτων ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας και έγινε καταγραφή των μετρήσεων (ανά μεταχείριση και επανάληψη). Η συνολική διαδικασία επαναλαμβανόταν σε όλες τις κοπές που έλαβαν χώρα.

Στις πρώτες δύο κοπές υπήρχαν μόνο χλωρά φύλλα και στελέχη και ζυγίσαμε ολόκληρο το φυτό με βάση την παραπάνω διαδικασία (φύλλα, βλαστούς μαζί). Στην τρίτη κοπή από το υπόδειγμα διαχωρίσαμε και συγκεντρώσαμε ξεχωριστά φύλλα, βλαστούς και καρποφόρα όργανα και μετά ακολουθήσαμε την παραπάνω διαδικασία (ζύγισμα και ξηραντήρα) στο κάθε ένα ξεχωριστά. Επιπλέον τα δείγματα της τελευταίας κοπής θρυμματίστηκαν σε blender για να μπορέσει να γίνει η ανάλυση των πρωτεϊνών με τη βοήθεια του φασματοφωτόμετρου (NIR).

Η ανάλυση με το φασματοφωτόμετρο έγινε σε φύλλα, βλαστούς και καρποφόρα όργανα. Οι παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη στην ανάλυση του φασματοφωτόμετρου για τα φύλλα και τους βλαστούς ήταν οι εξής: πρωτεΐνη φύλλων

ή βλαστών αντίστοιχα (leaf protein or steam), η τέφρα στα φύλλα ή στο βλαστό (ASH), ο παράγοντας ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας (NDF), ο όξινης απορρυπαντικής ίνας (ADF), ο ακατέργαστης ίνας (Crude fiber), λίπη (Fat), ασβέστιο (Calcium), φώσφορο (Phosphorus) και υγρασία (Moisture).

Όσον αναφορά στους παράγοντες ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας (NDF), όξινης απορρυπαντικής ίνας (ADF) και ακατέργαστης ίνας (Crude fiber) οι τιμές τους υποδηλώνουν ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού τα οποία σχετίζονται με την ηλικία και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Οι παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη στην ανάλυση του φασματοφωτόμετρου για τα καρποφόρα όργανα ήταν οι εξής: πρωτεΐνη καρποφόρων οργάνων (flower protein), ξηρή γλουτένη (Dry gluten), υγρή γλουτένη (Wet gluten) και υγρασία (Moisture).



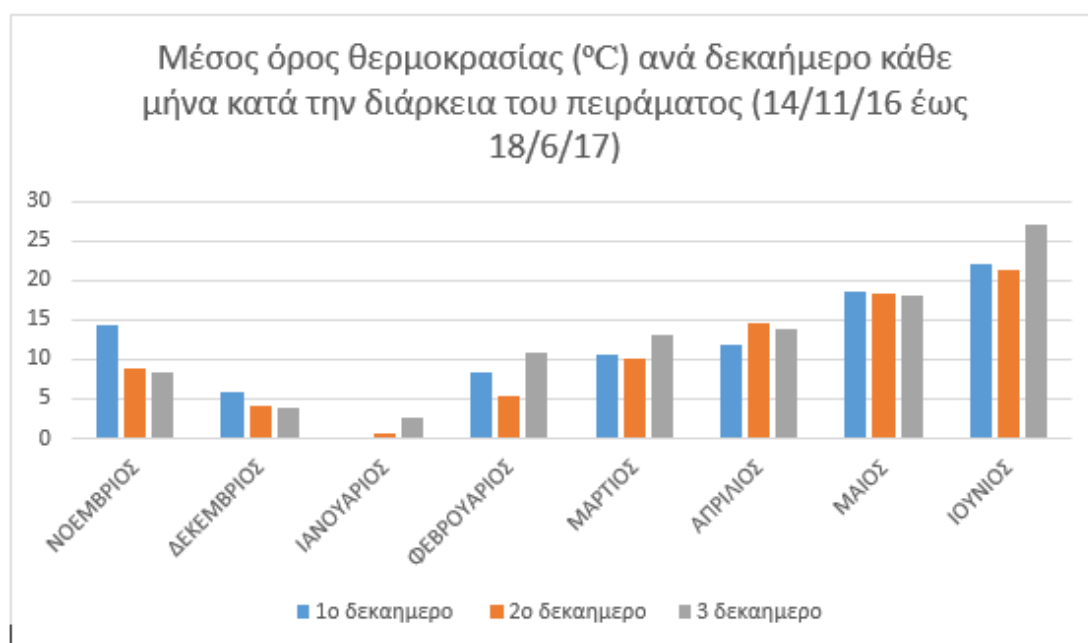
Εικόνα 2.4: Φασματοφωτόμετρο (Εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών)

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

Για την καλλιεργητική περίοδο του πειράματος, ο μέσος όρος θερμοκρασίας ανά δεκαήμερο και το ύψος βροχόπτωσης παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 3.1 και 3.2, αντίστοιχα.

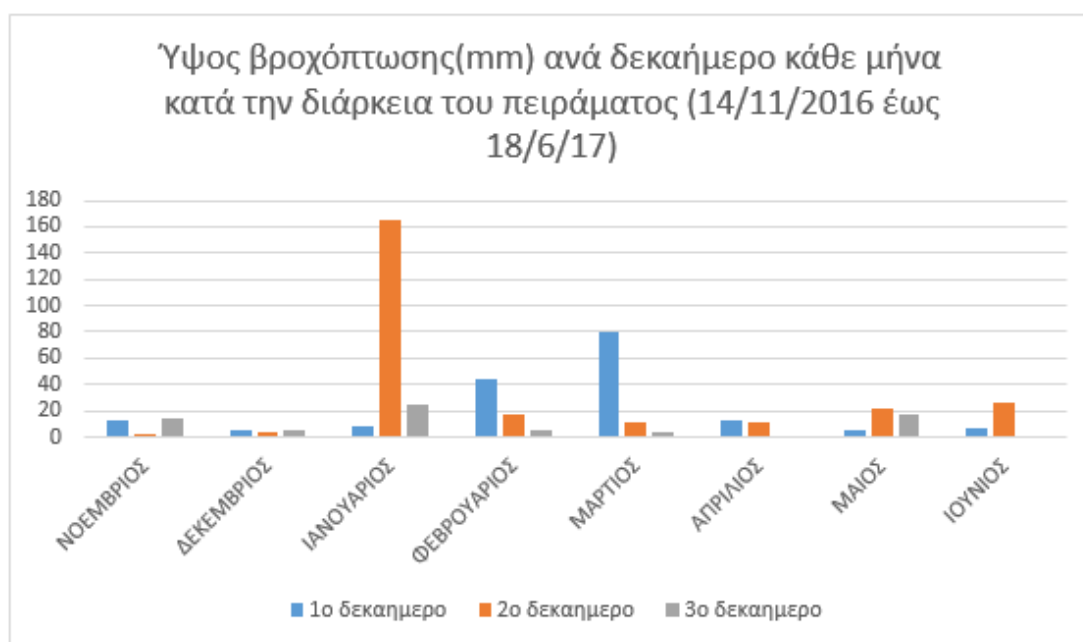
Ο μέσος όρος θερμοκρασίας ανά δεκαήμερο κατά την διάρκεια του πειράματος κυμάνθηκε από 0,11 έως 21,92 °C. Ως γενικό συμπέρασμα προκύπτει πως κατά την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος υπήρχαν φυσιολογικές κλιματικές συνθήκες για την ευρύτερη περιοχή της Αγιάς και δεν παρατηρήθηκαν ακραία φαινόμενα ξηρασίας ή αποκλίσεις από τις μέσες συνθήκες των τελευταίων ετών, με εξαίρεση την εκτεταμένη χιονόπτωση και τις βροχοπτώσεις του Ιανουαρίου και τις εκτεταμένες βροχοπτώσεις του Μαρτίου.



Διάγραμμα 3.1: Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά δεκαήμερο κάθε μήνα κατά τη διάρκεια του πειράματος, 14/11/2016 έως 18/6/2017

Το συνολικό ύψος των βροχοπτώσεων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν 495,8 (mm). Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.2, οι σημαντικές βροχοπτώσεις σημειώθηκαν κατά το δεύτερο δεκαήμερο του Ιανουαρίου (165,6 mm) και το πρώτο

δεκαήμερο του Μαρτίου(80 mm) και δευτερευόντως το δεύτερο δεκαήμερο Μαΐου και Ιουνίου.



Διάγραμμα 3.2: Διάγραμμα ύψους βροχόπτωσης ανά δεκαήμερο κάθε μήνα κατά την διάρκεια του πειράματος, 14/11/2016 έως 18/6/2017

Πίνακας 3.2: Ύψη βροχόπτωσης (mm) ανά δεκαήμερο κάθε μήνα κατά τη διάρκεια του πειράματος(14/11/2016 έως 18/6/2017) στην ευρύτερη περιοχή Καστρίου Αγίας Λάρισας.

| | Βροχόπτωση (mm) |
|--------------------------------------|-----------------|
| 2 ^ο δεκαήμερο Νοεμβρίου | 3 |
| 3 ^ο δεκαήμερο Νοεμβρίου | 15 |
| 1 ^ο δεκαήμερο Δεκεμβρίου | 5 |
| 2 ^ο δεκαήμερο Δεκεμβρίου | 4,2 |
| 3 ^ο δεκαήμερο Δεκεμβρίου | 5,6 |
| 1 ^ο δεκαήμερο Ιανουαρίου | 8,6 |
| 2 ^ο δεκαήμερο Ιανουαρίου | 165,6 |
| 3 ^ο δεκαήμερο Ιανουαρίου | 24,4 |
| 1 ^ο δεκαήμερο Φεβρουαρίου | 43,8 |
| 2 ^ο δεκαήμερο Φεβρουαρίου | 17,2 |
| 3 ^ο δεκαήμερο Φεβρουαρίου | 5,6 |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| 1 ^ο δεκαήμερο Μαρτίου | 80 |
| 2 ^ο δεκαήμερο Μαρτίου | 12 |
| 3 ^ο δεκαήμερο Μαρτίου | 3,2 |
| 1 ^ο δεκαήμερο Απριλίου | 13 |
| 2 ^ο δεκαήμερο Απριλίου | 11,4 |
| 1 ^ο δεκαήμερο Μαΐου | 4,8 |
| 2 ^ο δεκαήμερο Μαΐου | 22,4 |
| 3 ^ο δεκαήμερο Μαΐου | 16,8 |
| 1 ^ο δεκαήμερο Ιουνίου | 7,4 |
| 2 ^ο δεκαήμερο Ιουνίου | 26,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 495,8 |

Γενικά, οι μετεωρολογικές συνθήκες κατά την καλλιεργητική περίοδο των χειμερινών σιτηρών στην περιοχή μελέτης κυμάνθηκαν γύρω από τις φυσιολογικές κλιματικές συνθήκες των τελευταίων ετών.

3.2 Αύξηση και ανάπτυξη φυτών

3.2.1 Χλωρό βάρος

1^η Κοπή

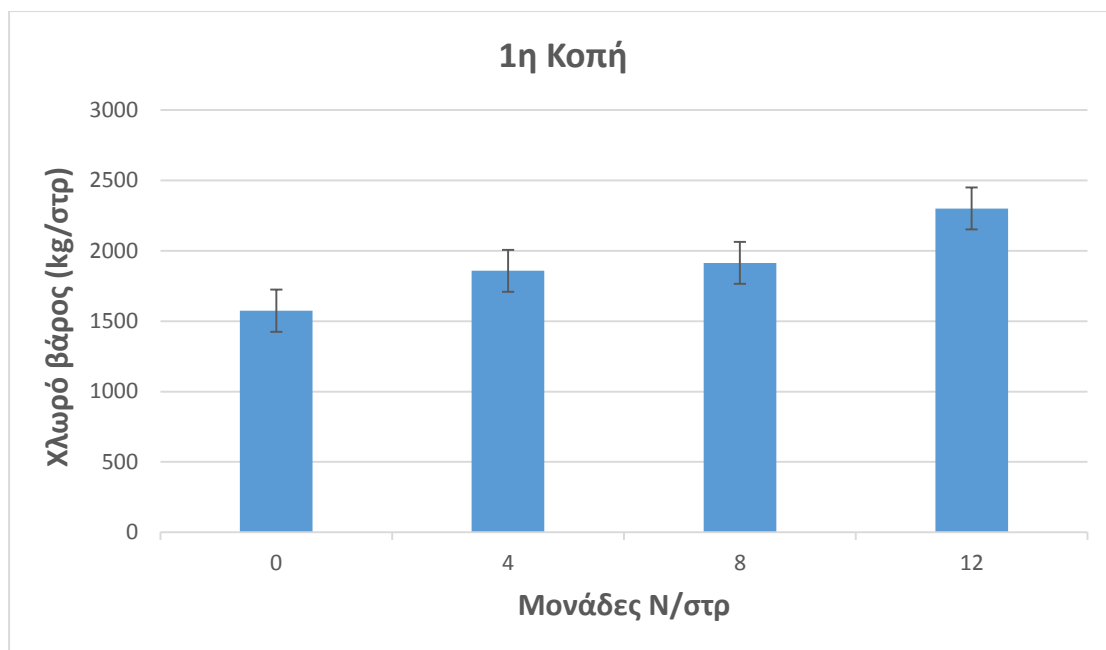
Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση που αφορούν τους μέσους όρους του χλωρού βάρους των δειγμάτων για κάθε επέμβαση διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα κατά την πρώτη κοπή.

Πίνακας 3.1: Χλωρό βάρος κατά την πρώτη κοπή στις 19-4-2017

| 1^η κοπή 19-4-2017 | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Μεταχειρίσεις | Χλωρό βάρος (kg/στρ) |
| Μονάδες N/στρ | 0 1574,7 |
| | 4 1857,75 |
| | 8 1914,25 |
| | 12 2300,45 |
| ΕΣΔ.05 | 252,23 |
| CV (%) | 15,0 |

Στην πρώτη κοπή η οποία πραγματοποιήθηκε στις 19-4-2017 και η καλλιέργεια βρισκόταν στο τέλος του καλαμώματος, η μεγαλύτερη τιμή του χλωρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί οι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου, 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 2300,45 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 1574,7 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,038$) (Διάγραμμα 3.3)



Διάγραμμα 3.3: Διάγραμμα των μέσων όρων χλωρού βάρους ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 1^η κοπή

2^η Κοπή

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση που αφορούν τους μέσους όρους του χλωρού βάρους των δειγμάτων για κάθε επέμβαση διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα κατά την δεύτερη κοπή.

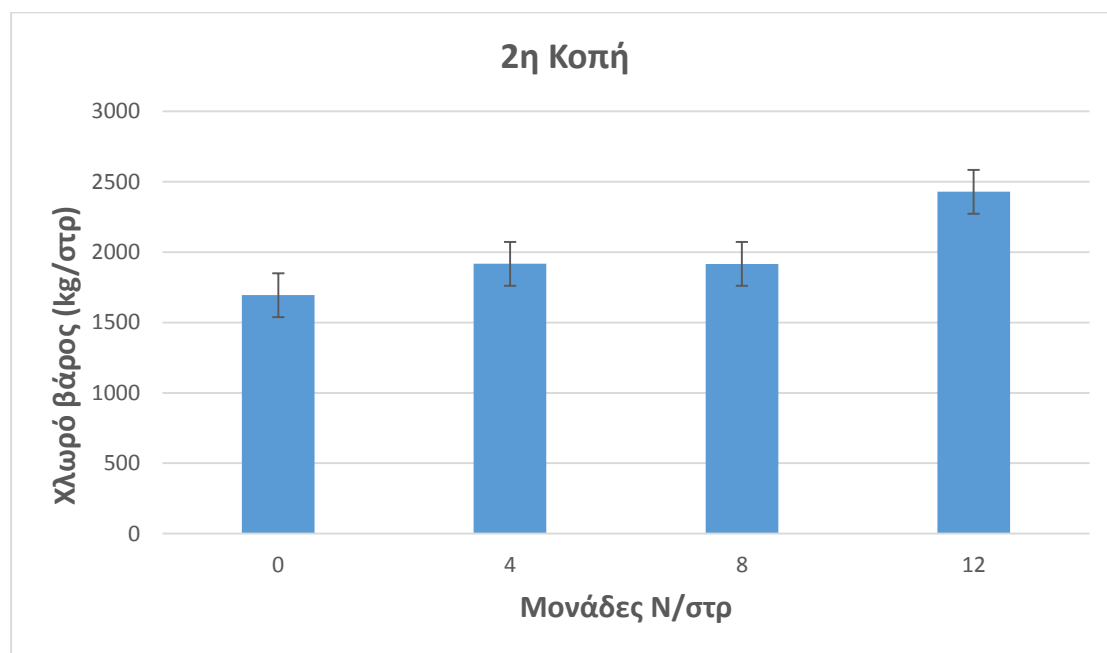
Πίνακας 3.2: Χλωρό βάρος κατά την δεύτερη κοπή στις 8-5-2017

| 2^η κοπή 8-5-2017 | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Μεταχειρίσεις | Χλωρό βάρος (kg/στρ) |
| 0 | 1693,85 |
| Μονάδες | 4 1916,75 |
| N/στρ | 8 1915,85 |
| | 12 2428,55 |
| ΕΣΔ.05 | 208,92 |
| CV (%) | 7,7 |

Κατά την δεύτερη κοπή η οποία πραγματοποιήθηκε στις 8-5-2017 και η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο της έκπτυξης της ταξιανθίας-άνθησης, η μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί οι

μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου, 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 2428,55 kg/στρ , ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο τα 1693,85 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,044$) (Διάγραμμα 3.4)



Διαγ. 3.4: Διάγραμμα των μέσων όρων χλωρού βάρους ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 2^η κοπή

3^η Κοπή

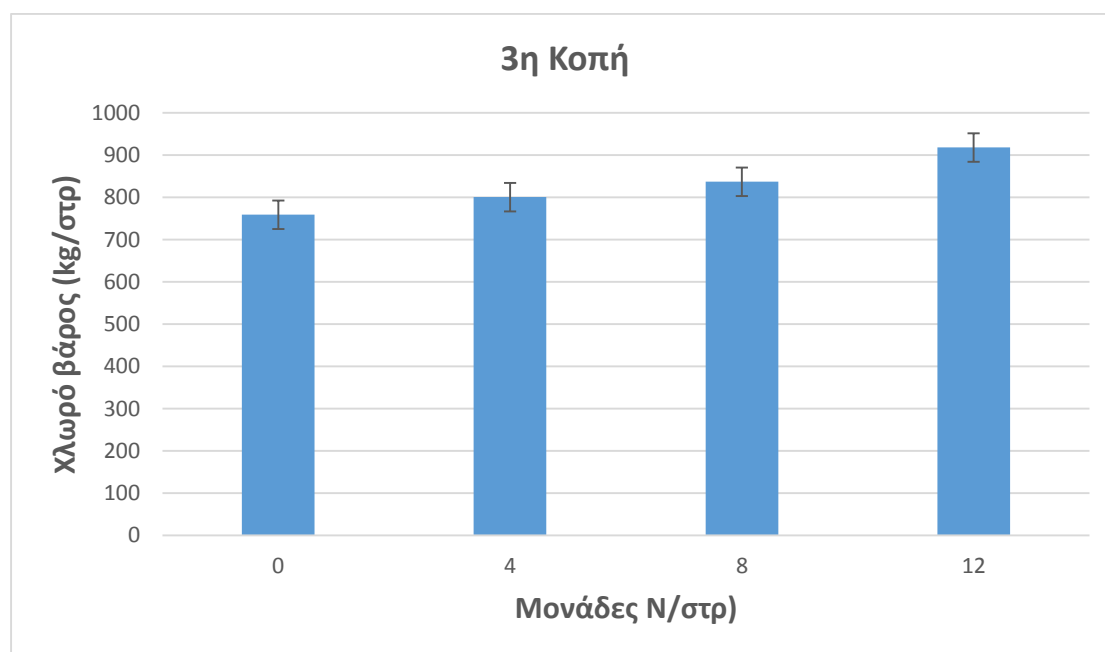
Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση που αφορούν τους μέσους όρους του χλωρού βάρους των δειγμάτων για κάθε επέμβαση διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα κατά την τρίτη κοπή.

Πίνακας 3.3: Χλωρό βάρος κατά την τρίτη κοπή στις 18-6-2017

| 3 ^η κοπή 18-6-2017 | |
|-------------------------------|----------------------|
| Μεταχειρίσεις | Χλωρό βάρος (kg/στρ) |
| Μονάδες N/στρ | 0 759,15 |
| | 4 800,65 |
| | 8 837,2 |
| | 12 918,35 |
| ΕΣΔ.05 | ns |
| CV (%) | 12,1 |

Καταγράφοντας τα στοιχεία της τρίτης κοπής η οποία πραγματοποιήθηκε στις 18-6-2017 και η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο της ωρίμανσης για συγκομιδή, η μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί οι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου, 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 918,35 kg/στρ , ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 759,15 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,060$). (Διάγραμμα 3.5)



Διαγ. 3.5: Διάγραμμα των μέσων όρων χλωρού βάρους ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 3^η κοπή

3.2.2 Ξηρό βάρος

1^η Κοπή

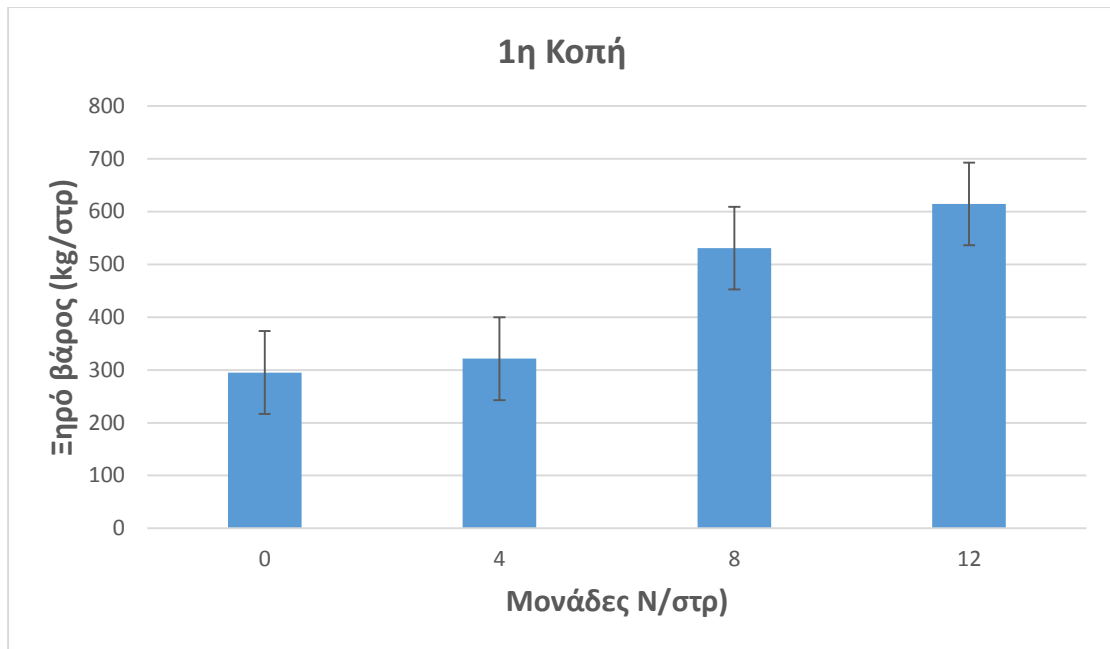
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση που αφορούν τους μέσους όρους του ξηρού βάρους των δειγμάτων για κάθε επέμβαση διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα κατά την πρώτη κοπή.

Πίνακας 3.4: Ξηρό βάρος 1^{ης} κοπής

| 1^η κοπή | |
|---------------------------|----------------------------|
| Μεταχειρίσεις | Ξηρό βάρος (kg/στρ) |
| 0 | 295,2 |
| Μονάδες | 4 321,35 |
| N/στρ | 8 530,85 |
| | 12 614,5 |
| ΕΣΔ.05 | 117,92 |
| CV (%) | 30,4 |

Για την πρώτη κοπή μετά την αποξήρανση των δειγμάτων, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί οι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου, 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 614,5 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο τα 295,2 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,020$). (Διάγραμμα 3.6)



Διαγ. 3.6: Διάγραμμα των μέσων όρων ξηρού βάρους ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 1^η κοπή

2^η Κοπή

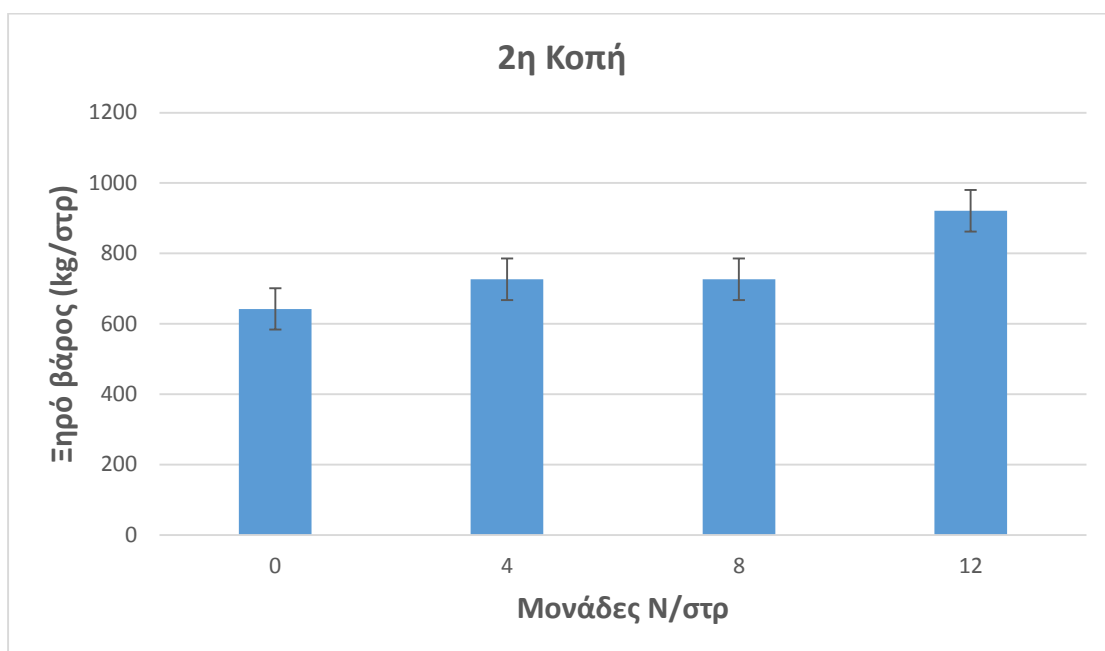
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση που αφορούν τους μέσους όρους του ξηρού βάρους των δειγμάτων για κάθε επέμβαση διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα κατά την δεύτερη κοπή.

Πίνακας 3.5: Ξηρό βάρος 2^{ης} κοπής

| 2 ^η κοπή | |
|---------------------|---------------------|
| Μεταχειρίσεις | Ξηρό βάρος (kg/στρ) |
| 0 | 642,4 |
| Μονάδες | 4 726,9 |
| N/στρ | 8 726,6 |
| | 12 921,0 |
| ΕΣΔ.05 | 79,2 |
| CV (%) | 12,0 |

Κατά την δεύτερη κοπή, μετά την αποξήρανση των δειγμάτων, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 921,0 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο τα 642,4 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Διάγραμμα 3.7)



Διαγ. 3.7: Διάγραμμα των μέσων όρων ξηρού βάρους ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 2^η κοπή

3^η Κοπή

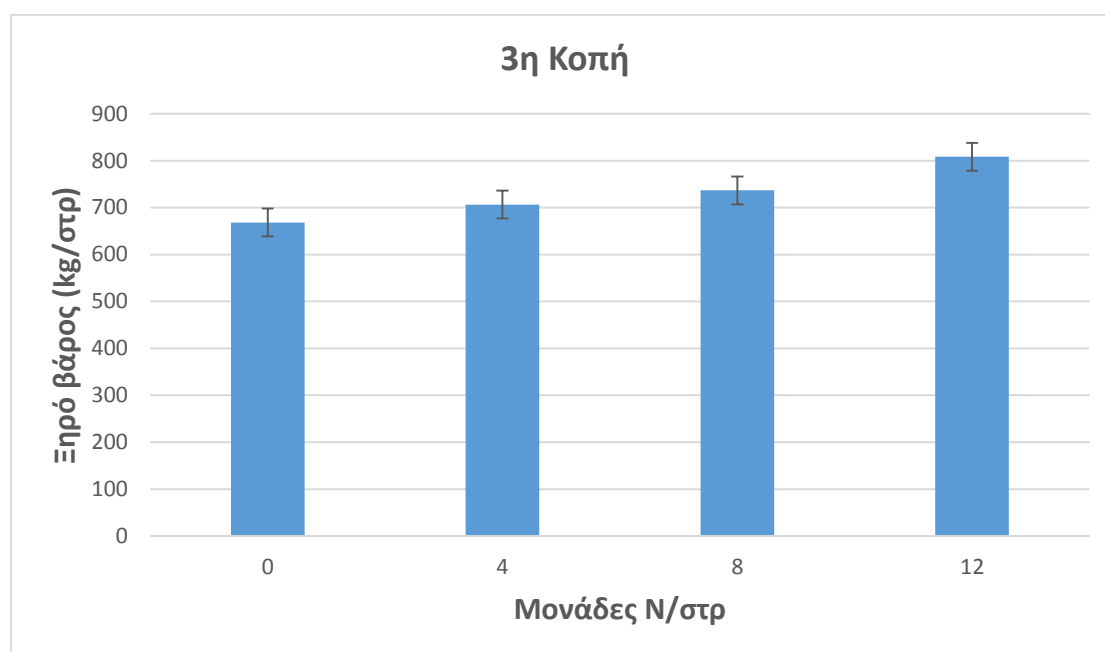
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση που αφορούν τους μέσους όρους του ξηρού βάρους των δειγμάτων για κάθε επέμβαση διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα κατά την τρίτη κοπή.

Πίνακας 3.6: Ξηρό βάρος 3^{ης} κοπής

| 3 ^η κοπή | |
|---------------------|---------------------|
| Μεταχειρίσεις | Ξηρό βάρος (kg/στρ) |
| 0 | 668,1 |
| 4 | 706,3 |
| 8 | 736,6 |
| 12 | 808,3 |
| ΕΣΔ.05 | 118,2 |
| CV (%) | 11,8 |

Καταγράφοντας τα στοιχεία της τρίτης κοπής, μετά την αποξήρανση των δειγμάτων, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί οι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου, 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 808,3 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 668,1 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των 12 μονάδων λίπανση ($F_{pr}=0,045$) (Διάγραμμα 3.8)



Διαγ. 3.8: Διάγραμμα των μέσων όρων ξηρού βάρους ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 3^η κοπή

3.2.3 Χλωρό βάρος φύλλων-βλαστών-καρποφόρων οργάνων 3^{ης} κοπής

Κατά την τρίτη κοπή μετρήθηκε και το βάρος των φύλλων, των βλαστών και των καρποφόρων οργάνων χωριστά για κάθε επέμβαση. Έτσι μετά την κοπή του αρχικού δείγματος και τη ζύγιση αυτού, διαχωρίσαμε τα φυτά σε φύλλα, βλαστούς και καρποφόρα όργανα και τα ζυγίσαμε πάλι. Αυτό έγινε για όλα τα τεμάχια του πειραματικού μας αγρού.

Πίνακας 3.7: Χλωρό βάρος φύλλων, βλαστών και καρποφόρων οργάνων 3^{ης} κοπής

| Χλωρό βάρος φύλλων, βλαστών και καρποφόρων οργάνων 3^{ης} κοπής | | | |
|--|--------------|-----------------|-----------------------|
| Μεταχείριση | Φύλλα | Βλαστούς | Καρποφόρα όργ. |
| 0 | 178,4 | 219,6 | 361,2 |
| Μονάδες 4 | 189,6 | 249,4 | 363,6 |
| N/στρ 8 | 187,8 | 253 | 396,2 |
| 12 | 186 | 248,2 | 484,3 |
| ΕΣΛ.05 | ns | ns | 71,775 |
| CV (%) | 10,8 | 14,8 | 19,6 |

Φύλλα

Για τα φύλλα, η μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 4 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 189,6 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα με μέσο όρο 178,4 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,865$). (Διάγραμμα 3.9)

Βλαστοί

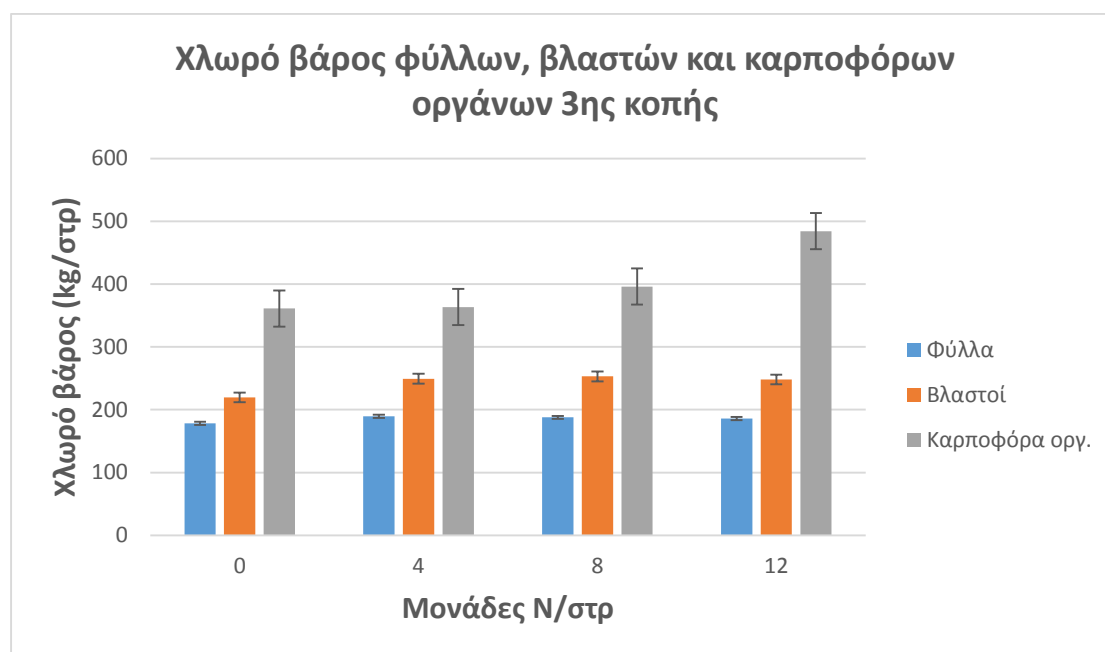
Όσον αφορά τους βλαστούς, η μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 8 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 253 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 219,6 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,556$). (Διάγραμμα 3.9)

Καρποφόρα όργανα

Σχετικά με τα καρποφόρα όργανα, η μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί οι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου, 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 484,3 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 361,2 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,031$). (Διάγραμμα 3.9)



Διαγ. 3.9: Διάγραμμα των μέσων όρων χλωρού βάρους φύλλων, βλαστών και καρποφόρων οργάνων ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 3^η κοπή

3.2.4 Ξηρό βάρος φύλλων-βλαστών-καρποφόρων οργάνων 3^{ης} κοπής

Τα παραπάνω δείγματα φύλλων, βλαστών και καρποφόρων οργάνων αποξηράθηκαν σε ξηραντήρα και έπειτα μετρήθηκε ξανά το βάρος τους και τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 3.8: Ξηρό βάρος φύλλων, βλαστών και καρποφόρων οργάνων 3^{ης} κοπής

| Ξηρό βάρος φύλλων, βλαστών και καρποφόρων οργάνων 3 ^{ης} κοπής | | | | |
|---|-----------|----------|----------------|-------|
| Μεταχείριση | Φύλλα | Βλαστούς | Καρποφόρα όργ. | |
| Μονάδες N/στρ | 0 | 157 | 193,2 | 317,9 |
| | 4 | 166,8 | 219,5 | 320 |
| | 8 | 165,3 | 222,6 | 348,7 |
| | 12 | 163,7 | 218,4 | 426,2 |
| ΕΣΔ.05 | ns | ns | 69,16 | |
| CV (%) | 11,4 | 14,8 | 19,8 | |

Φύλλα

Για τα φύλλα, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 4 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 166,8 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 157 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,669$). (Διάγραμμα 3.10)

Βλαστοί

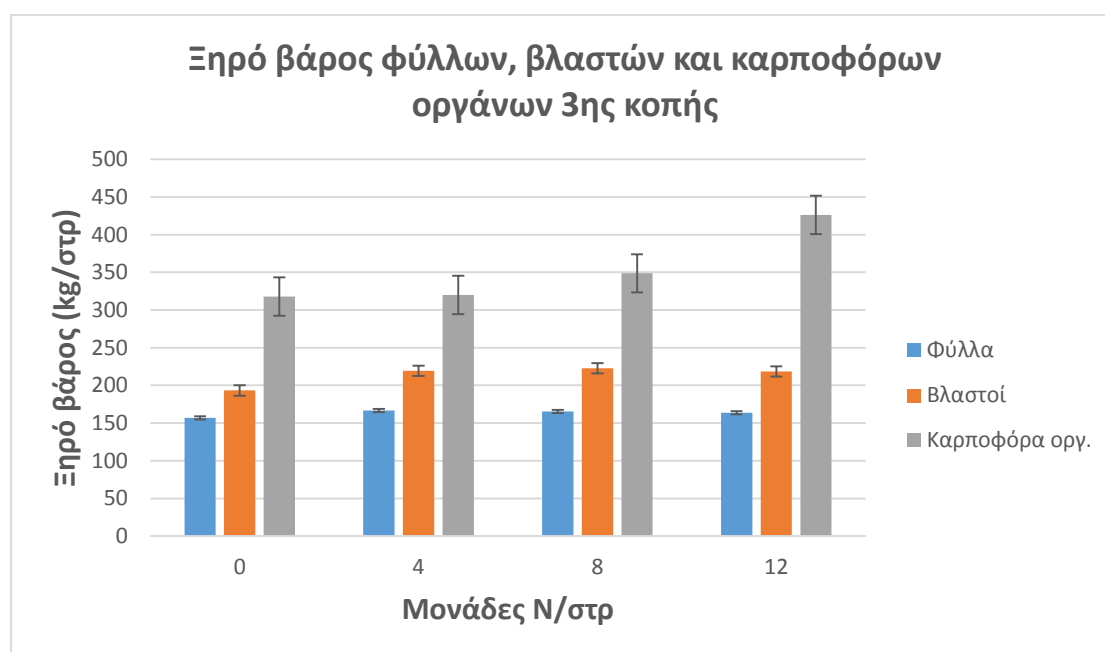
Όσον αφορά τους βλαστούς, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 8 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 222,6 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 193,2 kg/στρ.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,496$). (Διάγραμμα 3.10)

Καρποφόρα όργανα

Σχετικά με τα καρποφόρα όργανα, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχε χορηγηθεί η μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου, 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο τα 426,2 kg/στρ, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 0 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο 317,9 kg/στρ.

Η αυξημένη λίπανση των 12 μονάδων διαφέρει έναντι των άλλων μεταχειρίσεων ($F_{pr}=0,033$) (Διάγραμμα 3.10).



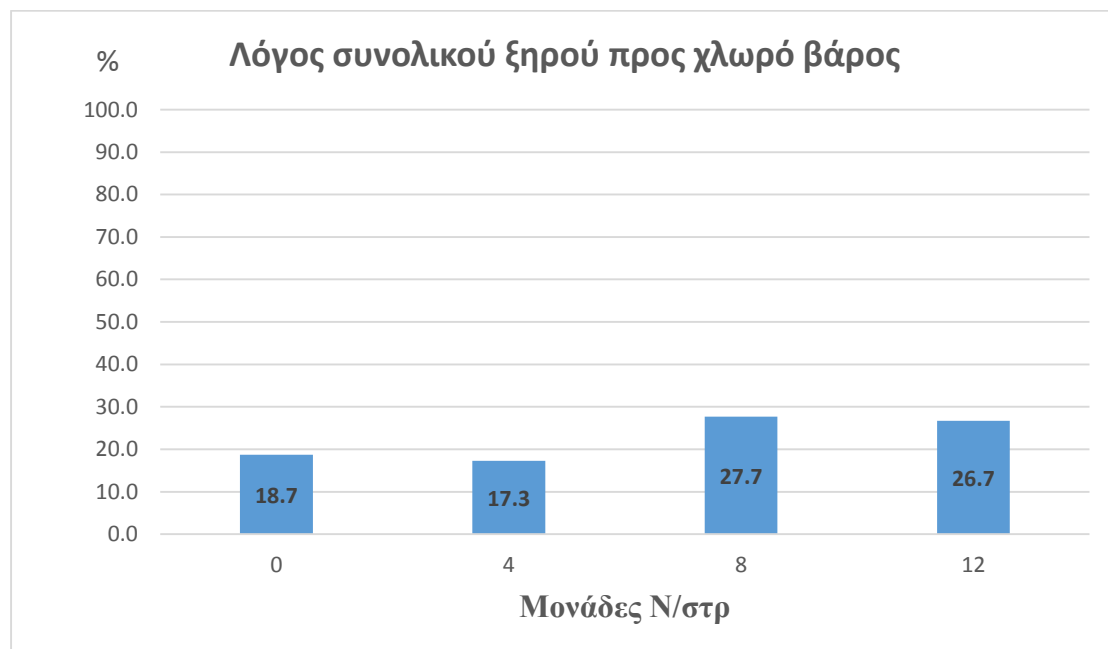
Διαγ. 3.10: Διάγραμμα των μέσων όρων ξηρού βάρους φύλλων, βλαστών και καρποφόρων οργάνων ανά επίπεδο λίπανσης κατά την 3^η κοπή

3.2.5 Λόγος ξηρού/χλωρού βάρους

Ο λόγος συνολικού ξηρού ως προς το χλωρό βάρος είναι χρήσιμος σε πολλές περιπτώσεις για τον έμμεσο προσδιορισμό του ξηρού βάρους του φυτού από μετρήσεις συνολικού χλωρού βάρους. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αναφορικά με τους λόγους του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, όπως υπολογίστηκαν για κάθε κοπή ξεχωριστά.

1^η Κοπή

Στο παρακάτω Διάγραμμα (Διαγ. 3.11) παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους λόγους του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, όπως μετρήθηκαν μετά την πρώτη κοπή και την ξήρανση των δειγμάτων.

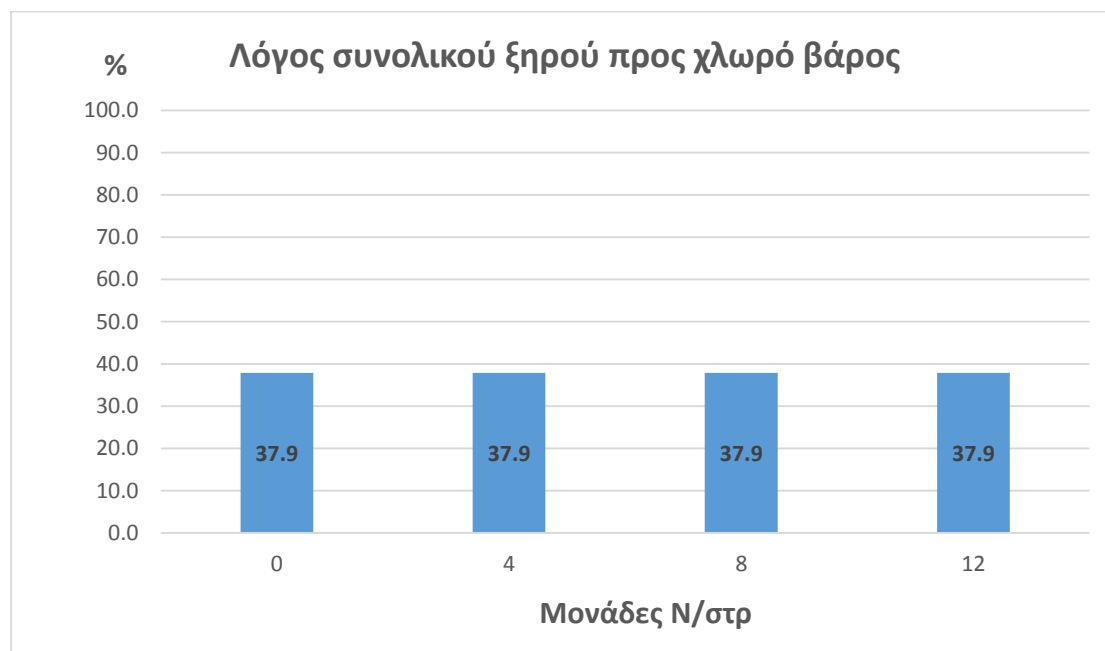


Διαγ. 3.11: Ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους ως προς το συνολικό χλωρό βάρος ανά επίπεδο λίπανσης, όπως μετρήθηκε μετά την 1^η κοπή

Όπως διακρίνεται στο Διαγ. 3.11, ο λόγος του συνολικού ξηρού ως προς το χλωρό βάρος δεν επηρεάστηκε από την λίπανση, έτσι ώστε να μπορεί να ληφθεί ως γενικός μέσος όρος του λόγου ξηρού/χλωρού βάρους κατά την πρώτη κοπή ίσος με 23%.

2^η Κοπή

Στο παρακάτω Διάγραμμα (Διαγ. 3.12) παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους λόγους του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, όπως μετρήθηκαν μετά τη δεύτερη κοπή και την ξήρανση των δειγμάτων.

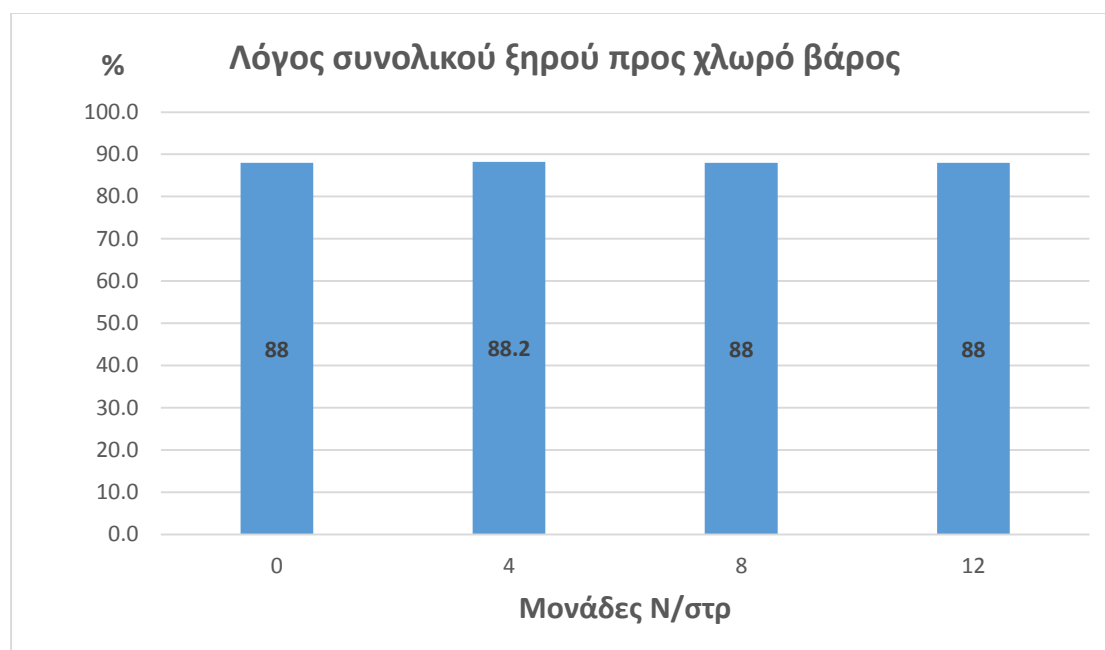


Διαγ. 3.12: Ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους ως προς το συνολικό χλωρό βάρος ανά επίπεδο λίπανσης, όπως μετρήθηκε μετά την 2^η κοπή

Όπως διακρίνεται στο Διαγ. 3.12, ο λόγος του συνολικού ξηρού ως προς το χλωρό βάρος επηρεάστηκε από την λίπανση, έτσι ώστε να μπορεί να ληφθεί ως γενικός μέσος όρος του λόγου ξηρού/χλωρού βάρους κατά την δεύτερη κοπή ίσος με 37,9%.

3^η Κοπή

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διαγ. 3.13) παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα αναφορικά με τους λόγους του συνολικού ξηρού προς το χλωρό βάρος, όπως μετρήθηκαν μετά την τρίτη κοπή και την ξήρανση των δειγμάτων.



Διαγ. 3.13: Ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους ως προς το συνολικό χλωρό βάρος ανά επίπεδο λίπανσης, όπως μετρήθηκε μετά την 3^η κοπή

Όπως διακρίνεται στο Διαγ. 3.13, ο λόγος του συνολικού ξηρού ως προς το χλωρό βάρος επηρεάστηκε από την λίπανση, έτσι ώστε να μπορεί να ληφθεί ως γενικός μέσος όρος του λόγου ξηρού/χλωρού βάρους κατά την τρίτη κοπή ίσος με 88%.

3.3 Περιεχόμενη πρωτεΐνη στους ιστούς

Στην τρίτη κοπή όπου διαχωρίσαμε το φυτό σε φύλλα, βλαστούς και καρποφόρα όργανα, μετρήθηκε και η περιεχόμενη πρωτεΐνη % που υπήρχε στους ιστούς.

Πίνακας 3.9: Περιεχόμενη πρωτεΐνη % στους ιστούς

| Περιεχόμενη πρωτεΐνη % στους ιστούς | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---------|----------------|-------|
| Μεταχείριση | Φύλλα | Βλαστοί | Καρποφόρα όργ. | |
| Μονάδες N/στρ | 0 | 9,46 | 2,47 | 15,79 |
| | 4 | 10,28 | 2,62 | 16,08 |
| | 8 | 10,91 | 3,12 | 16,70 |
| | 12 | 16,6 | 2,21 | 16,56 |
| ΕΣΔ.05 | ns | ns | ns | |
| CV (%) | 37,5 | 15,5 | 7,5 | |

Φύλλα

Για τα φύλλα, η μεγαλύτερη τιμή πρωτεΐνης παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 12 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο 16,6 % πρωτεΐνη, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα 0 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο 9,46 % πρωτεΐνη.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,151$). (Διάγραμμα 3.14)

Βλαστοί

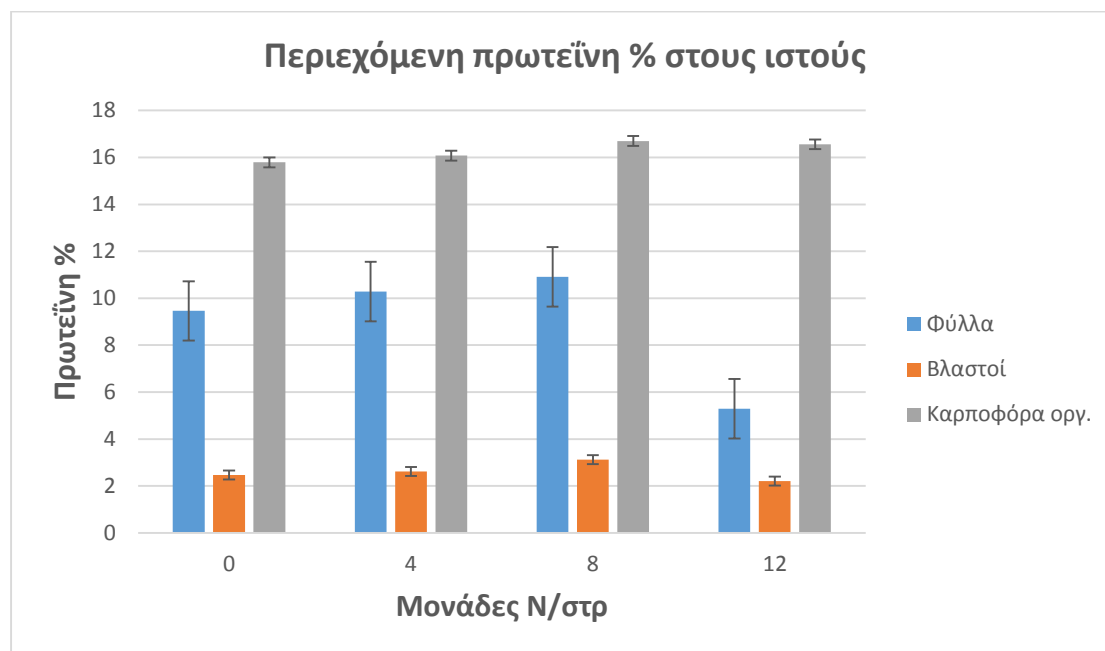
Όσον αφορά στους βλαστούς, η μεγαλύτερη τιμή πρωτεΐνης παρατηρήθηκε στα τεμάχια όπου είχαν χορηγηθεί 8 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο 3,12 % πρωτεΐνη, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια όπου είχαν χορηγηθεί οι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου, 12 μονάδες αζώτου, με μέσο όρο 2,21 % πρωτεΐνη.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,057$). (Διάγραμμα 3.14)

Καρποφόρα όργανα

Σχετικά με τα καρποφόρα όργανα, η μεγαλύτερη τιμή πρωτεΐνης παρατηρήθηκε στα τεμάχια που είχαν χορηγηθεί 8 μονάδες N/στρ, με μέσο όρο 16,70 % πρωτεΐνη, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα, με μέσο όρο 15,79 %.

Μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{pr}=0,707$). (Διάγραμμα 3.14)



Διαγ. 3.14: Διάγραμμα των μέσων όρων της περιεχόμενης πρωτεΐνης στους ιστούς ανά επίπεδο λίπανσης

Η περιεχόμενη πρωτεΐνη κυμάνθηκε σε αρκετά υψηλά, γεγονός που αποτυπώθηκε συνολικά στην εγχώρια παραγωγή. Σημειώνεται ότι σιτάρι με ποσοστό πρωτεΐνης πάνω από 14% χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικό και στη συγκεκριμένη περίπτωση 15,79% κατέγραψε ο μάρτυρας, με τις μεταχειρίσεις της λίπανσης να κινούνται στο 16-17%.

3.4 Μετρήσεις NIR

Κατά την τρίτη κοπή αφού μετρήθηκε το χλωρό και ξηρό βάρος των δειγμάτων τα οποία τα είχαμε διαχωρίσει σε φύλλα, βλαστούς και καρποφόρα όργανα, έπειτα τα δείγματα θρυμματίστηκαν σε τέφρα και πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των πρωτεϊνών με τη βοήθεια του φασματοφωτόμετρου (NIR). Με αυτή τη μέτρηση πήραμε κάποια σημαντικά στοιχεία για την θρεπτική αξία και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που είχαν τα δείγματα μας, τα οποία προορίζονται για ζωοτροφή.

Φύλλα

Για τα φύλλα οι παράγοντες που ελήφθησαν υπόψη στην ανάλυση του φασματοφωτόμετρου ήταν οι εξής: πρωτεΐνη φύλλων (leaf protein), η τεφρά στα φύλλα (ASH), ο παράγοντας ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας (NDF), ο όξινης απορρυπαντικής ίνας (ADF), ο ακατέργαστης ίνας (Crude fiber), λίπη (Fat), ασβέστιο (Calcium), φώσφορο (Phosphorus) και υγρασία (Moisture).

Όσον αναφορά τους παράγοντες ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας (NDF), όξινης απορρυπαντικής ίνας (ADF) και ακατέργαστης ίνας (Crude fiber), υποδηλώνουν ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού, τα οποία σχετίζονται με την ηλικία και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Στον παρακάτω Πίνακα φαίνονται οι μετρήσεις στα φύλλα μετά τη στατιστική ανάλυση για κάθε ένα επίπεδο λίπανσης ξεχωριστά.

Πίνακας 3.10: Αποτελέσματα μέτρησης (NIR) στα φύλλα

| Αποτελέσματα μέτρησης (NIR) στα φύλλα | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|--------|----------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Μεταχ. | ADF | Ash | Ca | Crude Fiber | Fat | Moi. | NDF | P | Prot. |
| 0 | 44,84 | 4,282 | 0,5250 | 49,21 | 1,932 | 8,33 | 69,35 | 0,2475 | 9,46 |
| 4 | 43,86 | 4,310 | 0,5250 | 48,44 | 2,025 | 8,12 | 68,09 | 0,2525 | 10,28 |
| 8 | 44,96 | 4,590 | 0,5350 | 49,43 | 2,018 | 8,09 | 69,62 | 0,2600 | 10,91 |
| 12 | 44,94 | 4,375 | 0,5025 | 45,72 | 1,720 | 10,17 | 69,31 | 0,2250 | 9,93 |
| ΕΣΛ.05 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | Ns |
| CV (%) | 2,8 | 4,5 | 4,5 | 3,9 | 11,3 | 11,9 | 2,1 | 9,3 | 14,6 |

Για τα φύλλα σύμφωνα με τον παραπάνω Πίνακα μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά για κανένα παράγοντα. Σαν μια γενική εικόνα όμως θα λέγαμε ότι η λίπανση με 8 μονάδες N/στρ είχε καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά και μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης από τις άλλες επεμβάσεις λίπανσης και το μάρτυρα.

Βλαστοί

Για τους βλαστούς οι παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη στην ανάλυση του φασματοφωτόμετρου ήταν οι εξής: πρωτεΐνη βλαστών (steam protein), η τέφρα στο βλαστό (ASH), ο παράγοντας ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας (NDF), όξινης απορρυπαντικής ίνας (ADF), ακατέργαστης ίνας (Crude fiber), λίπη (Fat), ασβέστιο (Calcium), φώσφορο (Phosphorus) και υγρασία (Moisture).

Όσον αφορά στους παράγοντες ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας (NDF), όξινης απορρυπαντικής ίνας (ADF) και ακατέργαστης ίνας (Crude fiber), υποδηλώνουν ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού τα οποία σχετίζονται με την ηλικία και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Στον παρακάτω Πίνακα φαίνονται οι μετρήσεις στους βλαστούς μετά τη στατιστική ανάλυση για κάθε ένα επίπεδο λίπανσης ξεχωριστά.

Πίνακας 3.11: Αποτελέσματα μέτρησης (NIR) στους βλαστούς

| Αποτελέσματα μέτρησης (NIR) στους βλαστούς | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|-----------|------------------------|------------|-------------|------------|----------|--------------|
| Μεταχ. | ADF | Ash | Ca | Crude Fiber | Fat | Moi. | NDF | P | Prot. |
| 0 | 32,99 | 4,300 | 0,2475 | 37,74 | 1,220 | 9,855 | 54,60 | 0,1100 | 2,47 |
| 4 | 30,77 | 4,213 | 0,2425 | 34,51 | 1,272 | 9,935 | 51,70 | 0,1225 | 2,62 |
| 8 | 31,66 | 4,553 | 0,2500 | 34,80 | 1,268 | 9,995 | 52,51 | 0,1250 | 3,12 |
| 12 | 34,90 | 4,282 | 0,2550 | 40,32 | 1,170 | 10,035 | 57,16 | 0,1025 | 2,21 |
| ΕΣΛ.05 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | Ns |
| CV (%) | 6,4 | 4,9 | 4,6 | 8,3 | 4,5 | 2,2 | 4,8 | 12,1 | 15,5 |

Αναφορικά με τους βλαστούς σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά για κανένα παράγοντα. Σαν μια γενική εικόνα όμως θα λέγαμε ότι η λίπανση με 12 μονάδες N/στρ είχε καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά αλλά μικρότερο ποσοστό πρωτεΐνης από τις άλλες επεμβάσεις λίπανσης και το μάρτυρα, με την λίπανση με 8 μονάδες N/στρ να ακολουθεί.

Καρποφόρα όργανα

Οι παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη στην ανάλυση του φασματοφωτόμετρου για τα καρποφόρα όργανα ήταν οι εξής: πρωτεΐνη καρποφόρων οργάνων (flower protein), ξηρή γλουτένη (Dry gluten), υγρή γλουτένη (Wet gluten) και υγρασία (Moisture).

Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται οι μετρήσεις στα καρποφόρα όργανα μετά τη στατιστική ανάλυση για κάθε ένα επίπεδο λίπανσης ξεχωριστά.

Πίνακας 3.12: Αποτελέσματα μέτρησης (NIR) στα καρποφόρα όργανα

| Αποτελέσματα μέτρησης (NIR) στα καρποφόρα όργανα | | | | |
|---|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| Μεταχειρίσεις | Dry gluten | Moisture | Protein | Wet gluten |
| 0 | 11,59 | 11,23 | 15,79 | 17,70 |
| 4 | 13,42 | 10,77 | 16,08 | 18,14 |
| 8 | 11,84 | 11,29 | 16,70 | 18,75 |
| 12 | 10,10 | 10,36 | 16,56 | 17,86 |
| ΕΣΔ.05 | ns | ns | ns | Ns |
| CV (%) | 31,6 | 5,8 | 7,5 | 5,1 |

Σχετικά με τα καρποφόρα όργανα σύμφωνα με τον παραπάνω Πίνακα μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιημένης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά για κανένα παράγοντα. Σαν μια γενική εικόνα όμως θα λέγαμε ότι η λίπανση με 8 μονάδες N/στρ είχε καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά και μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης από τις άλλες επεμβάσεις λίπανσης και το μάρτυρα.

3.5 Συζήτηση

Παρόμοια ευρήματα σχετικά με την πορεία της βιομάζας καθώς και για το λόγο ξηρού προς χλωρού βάρους στο σκληρό σιτάρι βρέθηκαν και στις έρευνες του Καραμπά (1998) και Νικολούση (2001) όπου μετά το αδελφωμα παρατηρείται μια συνεχόμενη αύξηση της βιομάζας μέχρι τα μέσα Μαΐου περίπου.

Επιπλέον σε ότι έχει να κάνει με τα διάφορα επίπεδα λίπανσης και με το πώς αυτά διαμορφώνουν την τιμή της βιομάζας και της απόδοσης σε σπόρο παρόμοια ευρήματα με το παρόν πείραμα βρέθηκαν και στις έρευνες του Κεμπαπίδη (2017) και του Μαγγιώρου (2017) οι οποίοι κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η λίπανση με 15 μονάδες N/στρ και 12 μονάδες N/στρ αντίστοιχα προσφέρει καλύτερες αποδόσεις σε βιομάζα και σπόρο από άλλα επίπεδα λίπανσης.

Τέλος, σε ότι έχει να κάνει με την καταλληλότητα του σκληρού σίτου για ζωοτροφή, όπως συμπεραίνει και η Βεριώνη (2017) στην ερευνά της όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του σίτου σε πρωτεΐνη τόσο προσοδοφόρα ποιοτικά και οικονομικά είναι η προσθήκη του ως πρώτη ύλη στις ζωοτροφές. Τα ζώα έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις σε αμινοξέα (Καραπαναγιωτίδης, 2017), η κάλυψη αυτών των ποσοστών επιτυγχάνεται μέσα από το σιτηρέσιο (Νικολακάκης, 2011). Όσο υψηλότερα τα επίπεδα αζώτου ή τα επίπεδα πρωτεΐνης στο σιτάρι, τόσο μεγαλύτερη η περιεκτικότητα του φυτού σε απαραίτητα για την επιβίωση του εκτρεφόμενου ζώου αμινοξέα (Νικολακάκης, 2011). Σε γενικό πλαίσιο τα φυτά που μεταχειρίστηκαν με διαφοροποιημένη λίπανση παρουσίασαν υψηλότερα επίπεδα αζώτου από τους μάρτυρες.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η επίδραση των διαφορετικών επιπέδων αζώτου στην αύξηση και ανάπτυξη του σκληρού σίτου καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ως ζωοτροφή.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε ότι στην παραγωγή βιομάζας υπάρχει αισθητή διαφορά ανάμεσα στον μάρτυρα και στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν διαφορετικά επίπεδα αζώτου. Συνεπώς, μπορούμε να συμπεράνουμε πως τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης ήταν ευεργετικά για την καλλιέργεια. Αυτές οι διαφορές μπορεί να οφείλονται και στο εύφορο έδαφος με το αρκετά καλό ποσοστό οργανικής ουσίας (2% οργανική ουσία σε βάθος 0-30 cm).

Στην περίπτωση του ενσιρώματος (2^η κοπή) οι 12 μον. Ν έδωσαν τη μέγιστη παραγωγή ενώ οι δύο μεταχειρίσεις των 4 και 8 μον. Ν δεν διέφεραν αισθητά μεταξύ τους, εύρημα που πιθανόν να αποβεί κερδοφόρο ως μία εναλλακτική χρήση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού για πολλούς παραγωγούς.

Ακόμη, στα αποτελέσματα από τη μέτρηση της περιεχόμενης πρωτεΐνης στα φύλλα, στους βλαστούς και στα καρποφόρα όργανα αξίζει να σημειωθεί ότι παρατηρήθηκε πολύ υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης σε όλες τις μεταχειρίσεις, ενδεικτικά στα καρποφόρα όργανα κυμάνθηκε από 15,79% ως 16,70%. Αυτό ίσως να οφείλεται στα χαρακτηριστικά του εδάφους που περιείχαν υψηλό ποσοστό αργίλου. Ακόμη σημειώνεται πως εντοπίστηκε μικρή διακύμανση μεταξύ των τιμών της περιεχόμενης πρωτεΐνης για τα διάφορα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης. Από το γεγονός αυτό εξάγουμε το συμπέρασμα ότι μετά το πέρας ενός συγκεκριμένου ορίου, η αζωτούχος λίπανση προσφέρει στην καλλιέργεια του σκληρού σίτου μόνο σε απόδοση και όχι σε ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Το τελικό συμπέρασμα με βάση τα δεδομένα του πειράματος ήταν πως το καλύτερο επίπεδο αζώτου για την θρεπτική αξία του σκληρού σίτου ως ζωοτροφή είναι οι 12 λιπαντικές μονάδες αζώτου στο στρέμμα οι οποίες έδωσαν και περισσότερα κιλά ενσιρώματος και αρκετά ικανοποιητικά χαρακτηριστικά ποιότητας. Σίγουρα όμως η επανάληψη στο χρόνο μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλέστερα συμπεράσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Αβραμίδης Κ., Ζαχαριάν Β., Λάμπουρας Γ.Σ., Μυλωνάς Ι. Γ., Νίνου Ε., Τσιβελίκας Α. Λ., Ράλλη Π., Κοτζαμανίδης Σ., Ευγενίδης Γ., Παλάτος Γ., Μπλαδενόπουλος Κ. (2010). Αξιολόγηση του παραγωγικού δυναμικού τοπικών ποικιλιών σίτου. (Triticum spp.) Πρακτικά 13ου συνεδρίου της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών, Καλαμάτα.

Αθανασίου, 2012. Έντομα Αποθηκών. Σημειώσεις μαθήματος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος

Ανδρονικάκης Α. και Αποστολοπούλου Β., 2018. Αιμορραγία 230 εκατ. ευρώ από τις εισαγωγές σόγιας στην Ελλάδα. Διαθέσιμο στο: <https://www.ypaithros.gr/aimoragia-zootrofes-sogia-stin-ellada/>

Αντωνίου Θ., 2004. Η επίδραση του κλίματος και του εδάφους στην παραγωγικότητα του μαλακού και του σκληρού σιταριού. Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Μυτιλήνη.

Βεριώνη Ε., 2017. Η αύξηση των ολικών αζωτούχων ουσιών στο σιτάρι και η επίδραση της μεταβολής στη χρήση του ως πρώτη ύλη ζωοτροφών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Γαλανοπούλου - Σενδούκα, Σ., 2003. Ειδική Γεωργία 1. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής Και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Γέμτος Φ., 2017. Η σωστή λίπανση του σκληρού σίτου. Διαθέσιμο στο: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/threpsi-lipansi/item/1807-i-sosti-lipansi-tou-skliroy-sitou>

Γιαννακοπούλου Φ., 2018. Λίπανση και φυτοπροστασία 2018: Το πότε και το πόσο κρίνουν το βέλτιστο αποτέλεσμα. Διαθέσιμο στο: <https://www.ypaithros.gr/ekdoseis/odigos-lipansis-fytoprostasias-9-kalliergion/>

Γιαννακοπούλου Φ., 2017. Ολοκληρωμένη λίπανση στα χειμερινά σιτηρά: Βασικό εργαλείο για την επιτυχία της καλλιέργειας. Διαθέσιμο στο: <https://www.ypaithros.gr/ekdoseis/lipansi-xeimerina-sitira-ergaleio-kalliergeias/>

Γιαννοπολίτης Γ., 2005. Τα ζιζάνια στα χειμερινά σιτηρά και η αντιμετώπιση τους. Γεωργία Κτηνοτροφία, 10: 56-60.

Γιαννοπολίτης Κ.Ν. και Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 1991. Τα ζιζάνια των σιτηρών. Αναγνώριση των σπουδαιότερων ειδών. Επιλογή κατάλληλου ζιζανιοκτόνου. Γεωργία- Κτηνοτροφία Τεύχος 5:17-24.

Γκόγκας Δ., Μπλαδενόπουλος Κ., Κοτζαμανίδης Σ., (2005). Τεχνική της καλλιέργειας των χειμερινών σιτηρών. ΓΕΩΡΓΙΑ – Κτηνοτροφία, 10: 42-88.

Γρηγοράκης Χ. και Ποδηματάς Κ., 1986. Κτηνοτροφικά Φυτά Βοσκές, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.

Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2002β. Ζιζανιολογία. 2^η έκδοση. Αγρότυπος Α.Ε. Αθήνα. σελ. 414.

Καλώτα Ε.Μ., 2013. Η χρήση του Κριθαριού για την παραγωγή της Μπύρας. Πτυχιακή Διατριβή. Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Καραμπά Λ. 1998. Επίδραση της εποχής σποράς και λίπανσης στην αύξηση και ανάπτυξη σκληρού σίτου υπό Θεσσαλικές συνθήκες. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Καραπαναγιωτίδης Ι., 2017. Σημειώσεις Διατροφής Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Κεμπαλίδης Κ., 2017. Αύξηση και ανάπτυξη χειμερινών σιτηρών υπό την επίδραση νέων τύπων λιπασμάτων. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Κοκολιός Β., 1959. Αι καλλιεργούμενες ποικιλίες σίτου εν Ελλάδι. Υπουργείον Γεωργίας, Ινστιτούτον Καλλιτερεύσεως Φυτών, Αρ. δελτίου 3, Θεσσαλονίκη, σελ. 1-78.

Κορπέτης Ε., Ηρακλή Μ. και Κλεισιάρης Φ., 2013. Αρχαία σιτάρια: Προέλευση, Χημική Σύσταση, Προοπτικές. Γεωπονικά 457: 2-20.

Λόλας Π.Χ., 2016. **Ζιζάνια ανθεκτικά σε ζιζανιοκτόνα σιτηρών**. Διαθέσιμο στο: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostatia/item/854-zizania-anthektika-se-zizanioktona-sitiron>

Μαγγιώρος Λ., 2017. Σύγκριση συμβατικών και νέου τύπου λιπασμάτων στην αύξηση και ανάπτυξη του σκληρού σίτου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Μαντά Ε., Κουτής Κ., Σβιντρίδου Β., Πανάγου Α., Μαυρομάτης Α., 2010. Γενετική μελέτη παραδοσιακών πληθυσμών σιταριού και ανάλυση φυλογενετικών σχέσεων με χρήση αγρονομικών και μοριακών μεθόδων. Πρακτικά 13ου συνεδρίου της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών, Καλαμάτα.

Μαρτίνος Κ., 2013. Έκταση παραγωγής και ποιοτικά χαρακτηριστικά σπόρων μαλακού και σκληρού σίτου: στατιστικά στοιχεία των εφαρμοζόμενων ποικιλιών στην περιοχή Θεσσαλίας. Πτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Μπαξεβάνος Δ., 2011. Συνθήκες για την παραγωγή σκληρού σιταριού υψηλής ποιότητας. ΕΘΙΑΓΕ, 43:17-19.

Νικολακάκης Ι., 2011. Σημειώσεις Διατροφής ή Μονογαστρικών ζώων.

Νικολούση Β., 2001. Επίδραση της εποχής σποράς και λίπανσης στην αύξηση και ανάπτυξη σκληρού σίτου υπό Θεσσαλικές συνθήκες. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Παπακώστα Δ., 2000. Σημειώσεις ειδικής γεωργίας. Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.

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

Πετσαγγουράκης Π.Μ., 1980. Οδηγίες για την εκτίμηση ζημιών από το χαλάζι. 1. Χειμερινά σιτηρά. Αγροτική Ασφαλιστική σελ. 57.

Σαρρής Π., 2013. Πειραματικές αποδόσεις σκληρού σίτου υπό Θεσσαλικές συνθήκες. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Συμεωνίδης Κ.Ι., 2011. Συμβολή στη μελέτη της ανάπτυξης και συγκομιδής σιτηρών στην Ελλάδα με αγρομετεωρολογικά μοντέλα. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Α.Π.Θ, Θεσσαλονίκη.

Σφήκας Α.Γ., 1984. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά φυτά. Έκδοση Τρίτη, Θεσσαλονίκη.

Τσατσαρέλης Κ.Α., 2000. Αρχές μηχανικής κατεργασίας του εδάφους και σποράς. Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη σελ. 510.

Τσατσαρέλης Κ.Α., 2003. Μηχανική συγκομιδή γεωργικών προϊόντων. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη σελ. 620.

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

Φασούλα Α.Κ. και Φωτιάδη Ν.Α., 1984. Αρχές της Επιστήμης των Καλλιεργούμενων Φυτών, Θεσσαλονίκη.

Χρηστίδης Β., 1963. Χειμωνιάτικα σιτηρά. Δεύτερη έκδοση. Θεσσαλονίκη, σελ. 1-349.

Ξένη βιβλιογραφία

Aase J.K. and Siddoway F. H., 1979. Crown-depth temperatures and winter protection for winter wheat survival. Soil Science Society of America Journal 43:1229-1233.

Gutiérrez del Álamo Oms A., 2009, Factors Affecting Wheat Nutritional Value for Broiler Chickens. PhD thesis. Wageningen Universiteit.

Antoniadis V., Koutroubas S.D. and Fotiadis S., 2015. Nitrogen, phosphorus, and potassium availability in manure- and sewage sludge-applied soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 46:393–404. doi:10.1080/00103624.2014.983241.

Appleby A.P., 1987. Weed control in wheat. In E.G. Heyne (ed.) Wheat and wheat improvement pp 396-401. American Society of Agronomy, Inc., Madison USA, Agronomy Series No 13, Second edition.

Bourbou C., Fuller B.T., Garvie-Lok S.J. and Richards M.P., 2011. Reconstructing the diets of Greek Byzantine populations (6th-15th centuries AD) using carbon and nitrogen stable isotope ratios. *American Journal of Physical Anthropology*, 146(4):569-581.

Buller A.H.R., 1919. *Essays on wheat*. The MacMillan Company. New York, pp. 1-339.

Butler T.J. and Muir P.M., 2006. Dairy manure compost improves soil and increase tall wheatgrass yield. *Agron. J.* 98:1090–1096. doi:10.2134/agronj2005.0348.

Carleton M.A., 1924. *The small grains*. L. H.G. Bailey (Ed.). The MacMillan Company. New York, pp. 1-699.

Carver B.F. and Ownby J.D., 1995. Acid soil tolerance in wheat. *Advances in Agronomy* 54:117-173.

Cromwell G. L., 2002. Feeding swine. In R. O. Kellems and D. C. Church (eds.) *Livestock Feeds & Feeding*, 5th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J. p. 248-290.

CRP WHEAT, 2016. *Wheat agri-food systems proposal 2017- 2022*. CGIAR. Research program on Wheat. P. 273.

Delorit R.J., Greub L.J. and Ahlgren H.L., 1984. *Crop Production*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. Fifth edition. p.768.

DePauw R.M. and Ruan Y., 2018. Variety selection to meet farmer profitability. In *Sustainable production of Durum wheat in Canada*. Available at <https://cigi.ca/>.

Dhima K.V., Eleftherohorinos I.G., 2001. Influence of nitrogen on competition between winter cereals and sterile oat. *Weed Science* 49:77-82.

Dhima K.V., Vasilakoglou I.B., Eleftherohorinos I.G. and Lithourgidis A.S., 2006a. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effects on grass weed suppression and corn development. *Crop Science* 46:345-352.

Eghball B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. *Agron. J.* 94:128–135. doi:10.2134/agronj2002.0128.

Elaine Sopiwnyk, 2018. Durum production and consumption, a global perspective. In *Sustainable production of Durum wheat in Canada*. Available at <https://cigi.ca/>.

Evers A. and Nesbitt, M., 2006. Cereals in *The encyclopedia of seeds: science, technology and uses*. M. Black J. D., Bewley, and P. Halmer (eds). Wallingford: CABI, pp. 65-70. <http://www.kew.org>.

Fahad S., Hussain S., Chauhan B.S., Saud S., Wu C., Hassan S, Huang J., 2015. Weed growth and crop yield loss in wheat as influenced by row spacing and weed emergence times. *Crop Protection* 71:101-108.

Gan Y., Hamel C., Kutcher H.R. and Poppy L., 2017. Lentil enhances agroecosystem productivity with increased residual soil water and nitrogen. *Renew. Agric. Food Syst.*: 1-12. doi:10.1017/S1742170516000223.

Gan Y., Hamel C., O'Donovan J.T., Cutforth H., Zentner R.P., Campbell C.A., Niu Y. and Poppy L., 2015. Diversifying crop rotations with pulses enhances system productivity. *Sci. Rep.* 5. doi:10.1038/srep14625.

Gan and McConkey., 2018. Field selection, optimum crop rotation, reduced tillage. In *Sustainable production of Durum wheat in Canada*. Available at <https://cigi.ca/>.

Geleta B., M., Atak P.S., Baenziger L.A., Nelson D.D., Baltensperger K.M., Eskridge M.J., Shipman and Shelton D.R., 2002. Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Science* 42:827-823.

Gemtos T.A., Galanopoulou St. and Kavalaris Chr., 1998. Wheat establishment after cotton with minimal tillage. *European Journal of Agronomy* 8:137-147.

Gomez-Requeni P., Mingano M., Calduch-Giner J.M., Medale F., Martin S.A.M., Haulihan D.F., Kaushik S., Perez-Sauche J., 2003. Protein growth performance, amino acid utilization and somatotropic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea nream (*Sparus Aurata*).

Gooding M.J. and Davies W.P., 1997. *Wheat production and utilization: Systems, quality and environment*. CAB International UK. p.355.

Goss, M.J., Tubeileh A. and Goorahoo D., 2013. A review of the use of organic amendments and the risk to human health. In: D.L. Sparks, editor, *Advances in agronomy*. Vol. 120. Elsevier, Amsterdam. p. 275–379. doi:10.1016/B978-0-12-407686-0.00005-1.

Grain Yield and Gluten Content, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 46(2):601-607. DOI: 10.15835/nbha46211208.

Hamblin A., Tennant D. and M.W. Perry., 1990. The cost of stress: Dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. *Plant Soil*, 122:47-58.

Harper J.L., 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London. p. 892.

Haun J.R., 1973. Visual qualification of wheat development. *Agronomy Journal*, 65:116-119.

Huang S., Sirikhachornkit A., Su X., Faris J., Gill B., Haselkorn R. and Gornicki P., 2002. Genes encoding plastid acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the *Triticum/Aegilops* complex and the evolutionary history of polyploid wheat. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12): 8133-8138.

International Grains Council. 2018. Grain Market Report. GMR483-23 November 2017. Available on-line at <https://www.igc.int/downloads/gmrsummary/gmrsumme.pdf> (accessed January 3, 2018).

International Pasta Organization (IPO). 2014. The World Pasta Industry Status Report 2013. Available on-line at <http://www.internationalpasta.org/resources/World%20Pasta%20Industry%20Survey/IPOstatreport2014low.pdf> (accessed January 4, 2018).

International Grains Council. 2004. World grain statistics. International Grains Council. London. <http://www.igc.org.uk>.

Jaradat A.A., Kanbertay M., Peña-Chocarro L., Hammer K., Stavropoulos N. and Perrino P., 1995. Ex situ conservation of hulled wheats. In S.Paludosi, K. Hammer and J. Heller Hulled Wheats. Proceedings of the 1st International Workshop on hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy, IPGRI, pp. 120-127.

Jensen L.S., 2013. Animal manure fertilizer value, crop utilization and soil quality impacts. In: S.G. Sommer, M.L. Christensen, T. Schmidt, and L.S. Jensen, editors, Animal manure recycling: Treatment and management. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK. p. 295–328.

Jiao Y., Grant C.A. and Bailey L.D., 2007. Growth and nutrient response of flax and durum wheat to phosphorus and zinc fertilizers, Canadian Journal of Plant Science 87(3):461-470. DOI: 10.4141/P05-212.

Karkanis A., Vellios E., Grigoriou F., Gkimbizis Th. and Giannouli P., 2018. Evaluation of Efficacy and Compatibility of Herbicides with Fungicides in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under Different Environmental Conditions: Effects on Grain Yield and Gluten Content, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 46(2):601-607. DOI: 10.15835/nbha46211208.

Karkanis A., Travlos I.S., Bilalis D.J., Tabaxi E.I., 2016. Integrated weed management in winter cereals in Southern Europe. In: I.S. Travlos, D.J. Bilalis, D. Chachalis (Eds). Weed and pest control: Molecular biology practices and environmental impact. Nova Science Publishers, Inc. USA p. 1-15.

Kirkegaard J.A., and Ryan M.H., 2014. Magnitude and mechanisms of persistent crop sequence effects on wheat. *Field Crops Research* 164:154-165. doi:10.1016/j.fcr.2014.05.005.

Knapp W.R. and Knapp J.S., 1978. Response of winter wheat to date of planting and fall fertilization. *Agronomy Journal* 70:1048-1053.

Koutroubas S. D., Antoniadis V., Damalas C.A. and Fotiadis S., 2016. Effect of Organic Manure on Wheat Grain Yield, Nutrient Accumulation, and Translocation. *Agronomy Journal*, 108, 2.

Large E.C., 1954. Growth stages of cereals. Illustration of Feecks scale. *Plant Pathology*, 3:128-129.

Lithourgidis A.S., Dhima K.V., Damalas C.A., Vasilakoglou I.B. and Eleftherohorinos I.G., 2006b. Tillage effects on wheat emergence and yield at varying seeding rates and on labor and fuel consumption. *Crop Science* 46:1187-1192.

Lithourgidis A.S., Tsatsarelis C.A. and Dhima K.V., 2005. Tillage effects on corn emergence, silage yield, and labor and fuel inputs in double cropping with wheat. *Crop Science* 45:2523-2528.

Musick J.T. and Dusek D.A., 1980. Planting date and water deficit effects on development and yield of irrigated winter wheat. *Agronomy Journal* 72:45-52.

Niu Y., Bainard L., Bandara M.S., Hamel C. and Gan Y., 2017. Soil residual water and nutrients explain about 30% of the rotational effect in 4-year pulse-intensified rotation systems. *Can. J. Plant Sci.* doi:10.1139/CJPS-2016-0282.

Nikoli T. and Matsi T., 2011. Influence of liquid cattle manure on micronutrients content and uptake by corn and their availability in a calcareous soil. *Agron. J.* 103:113–118. doi:10.2134/agronj2010.0273.

Perrino P., Laghetti G., D' Antuono L.F., Al Ajlouni M., Kanbertay M., Szabó A.T. and Hammer K., 1996. Ecogeographical distribution of hulled wheat species. In S.Paludosi, K. Hammer and J. Heller Hulled Wheats. Proceedings of the 1st International Workshop on hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy, IPGRI, pp. 100-118.

Porter J.R. and Gawith M., 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European Journal of Agronomy* 10:23-36.

R. H. McKenzie1 and D. Pauly, 2018. Fertilizer management of durum wheat. In Sustainable production of Durum wheat in Canada. Available at <https://cigi.ca/>.

R. H. McKenzie1 and S. A. Woods, 2018. Irrigation management of durum wheat. In Sustainable production of Durum wheat in Canada. Available at <https://cigi.ca/>.

Shewry P. R., 2009. Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60: 1537-1553. <https://academic.oup.com/jxb/article/60/6/1537/517393>

Singh S.D., 1981. Moisture-sensitive growth stages of dwarf wheat and optimal sequencing of evapotranspiration deficits. *Agronomy Journal* 73:387-391.

Smith C.W., 1995. *Crop production: Evolution, history and technology*. John Wiley and Sons, Inc. New York, p. 469.

Stein H. H., Pahm A. A. and Roth J.A., 2010 Feeding wheat to pigs, HHS-SwineFocus.

Stoskopf N.C., 1985. *Cereal grain crops*. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia. p.516.

The Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO) (Official Publication 57). Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Controlled-release_fertiliser

Tran T.S., and N'Dayegamiye A., 1995. Long-term effects of fertilizers and manure application on the forms and availability of soil phosphorus. *Can. J. Soil Sci.* 75:281–285. doi:10.4141/cjss95-040.

Vassilyadi F., Panteliadou A.-K. and Panteliadis, C., 2013. Hallmarks in the history of enteral and parenteral nutrition: From antiquity to the 20th century, *Nutrition in Clinical Practice*, 28(2):209-217.

Warrington I.J., Dunstone R.L. and Green L.M., 1977. Temperature effects at three development stages on the yield of the wheat ear. *Australian Journal of Agricultural Research*, 40:15-24.

Xiping D., Lun S. and Shinobu, I., 2002. Assessments on the water conservation practices and wheat adaptations to the semiarid and eroded environments. 12th ISCO Conference, Beijing, pp. 348-360.

Zadoks J.C., Chang T.T. and C.F. Konzak., 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Research*, 14:415-421.

Zhao H., Guo B., Wei, Y. and Zhang B., 2013. Multi-element composition of wheat grain and provenance soil and their potentialities as fingerprints of geographical origin. *Journal of Cereal Science*, 57(3):391-397.

Ιστοσελίδες

www.google.gr/maps

<http://meteosearch.meteo.gr/>

<http://kalagias.weebly.com/kappaalphasigmataurhoiota.html>

<http://www.minagric.gr/index.php/el/>

<http://www.ipgrb.gr/index.php/antikeimena/sitiron/istoria-ereynas-sitiron/21-cereal/antikeimena/sitira/sitari-tritikale/39-genikes-plirofories>

<http://www.paragogi.net/1291/sithra-ta-pio-shmantika-fyta-ston-kosmo>

<https://www.statistics.gr/>

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Farm_structure_statistics/el

<http://www.data.gov.gr/dataset/statistikhs-fytikhhs-kai-zwikhs-paragwghs>

<http://www.gsrt.gr/>

<https://www.larissanet.gr/2015/07/30/i-thessalia-paragei-to-142-tis-choras/>

<https://www.ypaithros.gr/anaskopisi-ton-agrotikon-proionton-gia-to-2016/>

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

<http://www.fao.org/home/en/>

<https://simerini.sigmalive.com/article/2015/2/12/e-semasia-tes-latreias-tes-theas-demetras-sten-arkhaia-athena/>

<https://m.eirinika.gr/article/170135/greek-mythos-otan-eklaige-i-thea-dimitra-ihame-vrohese-otan-epestrefe-i-kori-tis-i>

<https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/lipansi-sitari/stadia-sitariou/>

<http://www.gaiapedia.gr>

<http://www.spel.gr>

<http://www.nagref.gr/>

<https://www.ypaithros.gr/ekdoseis/lipansi-xeimerina-sitira-ergaleio-kalliergeias/>

<https://www.dikaiologitika.gr/eidhseis/agrotika/28806/pos-boroyne-oi-agrotes-nariksoun-to-kostos-paragogis>

<https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/pollaplasiastiko-yliko/item/1274-skliro-sitari-apo-tin-protoimasia-tou-edafous-eos-tin-epilogi-poikilias>

<http://agro-business.gr/2016/12/sitari-orgoma-spora-ke-lipansi-ton-chorafion/>

<https://www.agro24.gr/agrotika/symvoyles/protoimazontas-edafos-gia-tin-kalliergeia>

<https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/threpsi-lipansi/item/1807-i-sosti-lipansi-tou-skliroy-sitou>

<https://www.agrocapital.gr/Category/Kalliergies/Article/29594/lipansi-sitirwn>

https://gr.eurochemagro.com/uploads/Eurochem_Sitira_2016_web.pdf

<https://www.lf.gr/blog-2/gia-ton-agroti/epifaneiaki-lipansi-ton-sitiron/>

<https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/lipansi-sitari/vasiki-lipansi-sitari/>

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

<https://www.c-gaia.gr/news/newscategories/entry/1-1-2>

<https://agrosimvoulos.gr/kalliergeia-sitariou/>

<https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/fytoprotoprostasia/item/854-zizania-anthektika-se-zizanioktona-sitiron>

<http://www.eze.org.gr/>

<https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/1329-ta-9-vimata-gia-epityximeni-kalliergeia-ypsilis-poiotitas-sto-sitari>

<https://www.thessalikigi.gr/enot-news/3033>

<https://www.e-grammes.gr/%CE%A3%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%B5%CE%B9%CE%B1>

<https://www.eleftheria.gr>

<https://www.elanco.gr>

<https://www.syngenta.gr/proionta/fytoproستasia/axial-60-ec>

<https://el.wikipedia.org/>

<https://www.ypaithros.gr/aimoragia-zootrofes-sogia-stin-ellada/>

<https://www.agro24.gr/agrotika/agora/meletes-kladikes/paseges-i-ellada-eisagei-98-ton-lipasmaton-kai-94-ton-georgikon>

<http://ir.lib.uth.gr/?locale-attribute=el>

<https://agrositos.gr/sporoi-ependisi/dimitriaka/simeto/>

<https://agrotikistegi.gr>

<http://meteosearch.meteo.gr/default.asp>

<https://www.ypaithros.gr/ekdoseis/odigos-lipansis-fytoproستasias-9-kalliergion/>

<http://www.aapfco.org/index.html>

<http://www.hva.gr/el/>

<https://www.thessalikigi.gr/enot-news/3033>

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2015>

<http://www.opekepe.gr/>

<https://www.alberta.ca/wheat-nutrition-and-fertilizer-requirements-nitrogen.aspx>