



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΒΡΑΑΜ ΚΑΡΑΤΟΣΙΔΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ
ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ
ΦΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Εργαστήριο

Γεωργίας

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

Επιβλέπων
Καθηγητής:
Ν. Γ. ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ,
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

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

Καραπαναγιωτίδης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής (MSc, PhD), ΤΓΦΠΑΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

Δρ. Μπαρτζιάλης Δημήτριος, Περιβαλλοντολόγος, Διδάκτορας Γεωργίας, ΤΓΦΠΑΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

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

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ν. Δαναλάτος για την συνεχή καθοδήγηση του σε όλη την διεξαγωγή την Πτυχιακής αυτής Διατριβής.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Δ. Μπαρτζιάλη και την κα. Ελ. Σκουφογιάννη για όσα μου προσφέρανε καθ' όλη τη διαδικασία του πειράματος .

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και σε όσους μου στάθηκαν ψυχικά είτε βρίσκονται στη γη είτε ψηλά στον ουρανό.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	VII
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Ιστορική αναδρομή	1
1.2 Ο ρόλος των σιτηρών παγκοσμίως.....	2
1.3 Τα σιτηρά στην Ελλάδα	4
1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά σιτηρών	6
1.4.1 Ριζικό σύστημα	6
1.4.2 Βλαστός ή Στέλεχος.....	6
1.4.3 Φύλλα.....	7
1.4.4 Άνθη – Ταξιανθίες	8
1.4.5 Καρπός.....	9
1.5 Στάδια ανάπτυξης σιτηρών	9
1.5.1 Βλαστικό στάδιο	9
1.5.2 Αναπαραγωγικό στάδιο	10
1.5.3 Στάδιο γεμίσματος των κόκκων.....	11
1.6 Καλλιέργεια του σκληρού σίτου	12
1.6.1 Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες.....	12
1.6.2 Προετοιμασία αγρού	14
1.6.3 Λίπανση	15
1.6.4 Ποικιλίες σκληρού σίτου	17
1.6.5 Σπορά.....	21
1.6.6 Ζιζανιοκτονία.....	23
1.6.7 Άρδευση.....	25
1.6.8 Συγκομιδή	27
1.7 Χημική σύσταση και πρωτεΐνη	29
1.8 Χρήσεις του σιταριού.....	30

1.9	Προοπτικές των σιτηρών για την ελληνική οικονομία	31
1.10	Σκοπός του πειράματος	33
2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	34
2.1	Επιλογή πειραματικού αγρού	34
2.2	Μετεωρολογικά δεδομένα.....	35
2.3	Πειραματικό σχέδιο.....	35
2.4	Καλλιεργητικές φροντίδες	36
2.4.1	Προετοιμασία αγρού και σπορά	36
2.4.2	Άρδευση.....	37
2.4.3	Λίπανση	37
2.4.4	Αντιμετώπιση ζιζανίων	37
2.5	Δειγματοληψία – μετρήσεις	37
3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	40
3.1	Μετεωρολογικά δεδομένα.....	40
3.2	Εδαφική ανάλυση πειραματικού αγρού	41
3.3	Αύξηση και παραγωγικότητα.....	42
3.4	Μετρήσεις NIR.....	54
3.4.1	Σπόρος.....	54
3.4.2	Υπολείμματα.....	55
4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
5	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	58
5.1	Διαδικτυακές Πηγές	58
5.2	Ελληνική Βιβλιογραφία	58
5.3	Ξένη Βιβλιογραφία.....	59

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επίδραση του αζώτου στη θρεπτική αξία του σίτου ως ζωοτροφή στην δυτική Θεσσαλία είναι το αντικείμενο της παρούσας διατριβής. Πιο συγκεκριμένα, οι επιδράσεις της αζωτούχου λίπανσης και του χρόνου δειγματοληψίας στα χαρακτηριστικά απόδοσης, συμπεριλαμβανομένου του χλωρού βάρους, του ξηρού βάρους και της υγρασίας ανά στρέμμα. Επίσης η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη που απαιτούνται για την παραγωγή ζωοτροφής.

Αρχικά, εξετάζεται η σημασία των σιτηρών και στη συνέχεια περιγράφονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους, τα χαρακτηριστικά των φυτών, τα στάδια ανάπτυξης των φυτών και τα απαραίτητα στοιχεία για την καλλιέργεια του σιταριού. Η χημική σύσταση, οι χρήσεις και οι μελλοντικές προοπτικές καλλιέργειας εξετάζονται ιδιαίτερα, τόσο για συμβατική χρήση όσο και για χρήση ζωοτροφών. Η πειραματική ενότητα (Υλικά και Μέθοδοι) είναι η επόμενη ενότητα και περιγράφει τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο και στον αγρόκτημα κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2018 και 2019. Αναφέρεται συγκεκριμένα στο χρόνο δειγματοληψίας και λίπανσης, καθώς και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν την παραγωγή πρωτεϊνών και βιομάζας. Τα στάδια αζωτούχου λίπανσης (0, 5, 10, 15 μονάδες N/στρ) και οι τρεις διαφορετικοί χρόνοι δειγματοληψίας ήταν οι μεταβλητές του πειράματος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται και εξετάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης. (Αποτελέσματα και Συζήτηση), η οποία περιλαμβάνει επίσης αναλυτικούς πίνακες και διαγράμματα των κλιματολογικών δεδομένων, του χλωρού βάρους, του ξηρού βάρους και της υγρασίας σε κάθε δειγματοληψία μεταχείρισης ξεχωριστά όπως επίσης και τις μετρήσεις φασματοφωτόμετρου (NIR) για τον σπόρο και τα υπολείμματα της 3^{ης} δειγματοληψίας.

Συμπερασματικά, η αζωτούχου λίπανσης φαίνεται ότι οδήγησε σε μια βαθμιαία αύξηση στην παραγωγής βιομάζας και σπόρου σε όλες τις δειγματοληψίες παρόλα αυτά δεν παρουσιάστηκε στατιστικός σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η πρωτεΐνη του σπόρου όσο αναφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αυξήθηκε από την προσθήκη αζώτου σε σχέση με τον μάρτυρα αλλά δεν βρέθηκε κάποια στατιστική διαφορά. Γενικότερα οι αποδόσεις ήταν χαμηλά σε σχέση με το επίπεδο του σκληρού σίτου στην χώρα.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Τα σιτηρά ήταν ένα από τα πρώτα είδη φυτών που ο άνθρωπος έχει καλλιεργήσει και τα είδη του ανήκουν στο γένος *Triticum* που ανήκει στην οικογένεια των Ποωδών (*Poaceae*) ή Αγρωστωδών (*Gramineae*) της τάξης των Κυπειρωδών (*Cyparales*). Είναι από τα φυτικά είδη που καλλιεργούνται παγκοσμίως για την παραγωγή προϊόντων και αποτελούν το βασικό στοιχείο της διατροφής του ανθρώπου. Ως πρωταρχική πηγή τροφής, αποδίδουν περισσότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες φυτών υπό εκτεταμένη καλλιέργεια, είναι ιδιαίτερα προσαρμοστικά σε ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες και αποθηκεύονται εύκολα λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς τους σε υγρασία. Μετά τον αραβόσιτο, είναι το δημητριακό που συλλέγεται περισσότερο, με το ρύζι να έρχεται τρίτο. Ως βασικό τρόφιμο, το σιτάρι χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια για την παραγωγή αλεύρων, ζωοτροφών και ως αφετηρία για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών και καυσίμων.

Η καλλιέργεια των σιτηρών ανιχνεύεται περίπου 10.000 έως 15.000 χρόνια πριν στην Μέση Ανατολή, όπου αρχικά οι άνθρωποι συλλέγανε και εξασφάλιζαν τη διατροφή τους από τον άγριο δίκκοκο σίτο. Αργότερα την εμφάνισή του έκανε και ο μονόκκοκος σίτος (*T. Monococcum*) στη βόρεια Συρία. Τη Νεολιθική περίοδο, κύριο στοιχείο της οποίας αποτελεί η εξημέρωση των ζώων και των φυτών, δημιουργήθηκε η ανάγκη στον άνθρωπο να καλλιεργεί συστηματικά τα άγρια φυτά, όπως ο άγριος δίκκοκος σίτος, λόγω της υψηλής θρεπτικής του αξίας.

Το γεγονός αυτό οδήγησε στο να εξημερωθεί το δίκκοκο είδος (*T. Dicoccoides*) και να επεκταθεί κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Κεντρική Ευρώπη (Shewry, 2009).

Μέσω των διαδικασιών εξημέρωσης των σιτηρών προέκυψαν δύο από τα πιο σημαντικά και κύρια είδη σιταριού, δηλαδή το σκληρό σιτάρι (*Triticum Durum*) και το μαλακό σιτάρι (*Triticum Aestivum*). Συγκεκριμένα, η καλλιέργεια του μαλακού σίτου εστιάζεται κυρίως στην περιοχή του Καυκάσου. Αντίθετα, η καλλιέργεια του σκληρού σίτου εξελίχθηκε αρχικά στις περιοχές της Μεσογείου και της Εγγύς Ανατολής. Αργότερα αυτή η πρακτική διαδόθηκε στη Νότια Ρωσία και τη Νότια Αμερική κατά τον 20ο αιώνα, ενώ τα τελευταία χρόνια εμφανίστηκε και στη Μεγάλη Βρετανία και

την Κεντρική Ευρώπη (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966), (Vassilyadi, F., Panteliadou, A.-K., Panteliadis, C., 2013).

Κατά τη διάρκεια όλων αυτών των ετών οι παραγωγοί συνέχισαν τις διαδικασίες εξημέρωσης του σιταριού βελτιώνοντας σημαντικά την απόδοση και την ποιότητά του καθιστώντας το ως μία από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες με αυξημένη ανθεκτικότητα. Ωστόσο, παρατηρήθηκε μείωση στην αποκλίνουσα διάθεση των σπόρων του και του λήθαργου στους πιο πρόσφατους τύπους σιταριού, που με την πάροδο του χρόνου κυριάρχησαν, οδηγώντας σε πλήρη εξάρτηση από τον άνθρωπο για την καλλιέργεια και τη συντήρηση αυτών των ποικιλιών.

1.2 Ο ρόλος των σιτηρών παγκοσμίως

Οι περισσότεροι άνθρωποι καταναλώνουν τα δημητριακά ως κύριο συστατικό της διατροφής τους, γεγονός που τα καθιστά μια από τις πιο δυναμικές και ευρέως χρησιμοποιούμενες καλλιέργειες στον κόσμο, ιδίως στις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. Τα δημητριακά διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια γεωργία

Από τα σύνολο των φυτικών ειδών στον κόσμο καλλιεργούνται συστηματικά για τη δημιουργία προϊόντων περίπου τα 50 από αυτά, αλλά μόνο τα 17 καλύπτουν άμεσα τις διατροφικές ανάγκες του ανθρώπου και έμμεσα χρησιμοποιούνται ως ζωικά προϊόντα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Πίνακας 1.1: Μεταβολές καλλιεργηθείσας έκτασης και παραγωγής σιτηρών παγκοσμίως 1961-2021, FAOSTAT.

Έτος	Καλλιεργηθείσα έκταση (ha)	Παραγωγή (tn)
1961	647997186	876874525
1971	686870089	1299667694
1981	726546296	1632382038
1991	705997182	1894320438
2001	672469791	2104835602
2011	706827946	2582704526
2021	739419359	3070645413

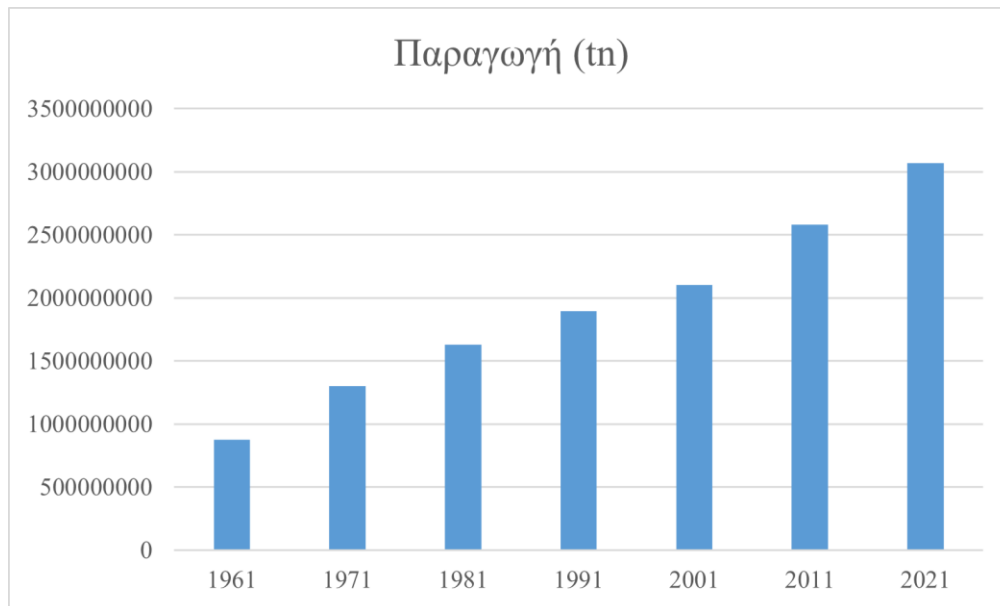
Από τα στοιχεία που παρατίθενται στον πίνακα και στα παρακάτω διαγράμματα αναφορικά με την παγκόσμια καλλιεργηθείσα έκταση σιτηρών και την παραγωγή αυτών στο πέρασμα των δεκαετιών 1961-2021 (FAOSTAT Database), παρατηρούνται

μικρές διακυμάνσεις ως προς την καλλιεργούμενη έκταση μεταξύ των δεκαετιών, με αύξηση των εκτάσεων καλλιέργειας σιτηρών το έτος 1981, έντονη μείωση το έτος 2001 και κατά πολύ μεγαλύτερη αύξηση το έτος 2021.

Αντίθετα, η παραγωγή σιτηρών σε παγκόσμιο επίπεδο παρουσιάζει έντονη αύξηση μεταξύ των δεκαετιών 1961-2021. Η ανάπτυξη και εφαρμογή νέων ποικιλιών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά και δυνατότητες παραγωγής, η ερευνητική προσπάθεια για τον εκσυγχρονισμό των πρακτικών καλλιέργειας μέσα από την κατανόηση των αναγκών και των χαρακτηριστικών των φυτών και, τέλος, η χρήση ενδεδειγμένων λιπασμάτων, προϊόντων φυτοπροστασίας, εντομοκτόνων για τον έλεγχο των ζιζανίων, καθώς και άλλων αντίστοιχων προϊόντων με σκοπό την μείωση των απωλειών και την ενίσχυση της παραγωγικότητας, αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες στους οποίους οφείλεται αυτή η σημαντική αύξηση της παραγωγής σιτηρών (Ξυνιάς Ι.Ν. & Τοκατλίδης Ι.Σ., 2014).



Διάγραμμα 1.1: Μεταβολές καλλιεργηθείσας έκτασης σιτηρών παγκοσμίως 1961-2021, FAOSTAT.



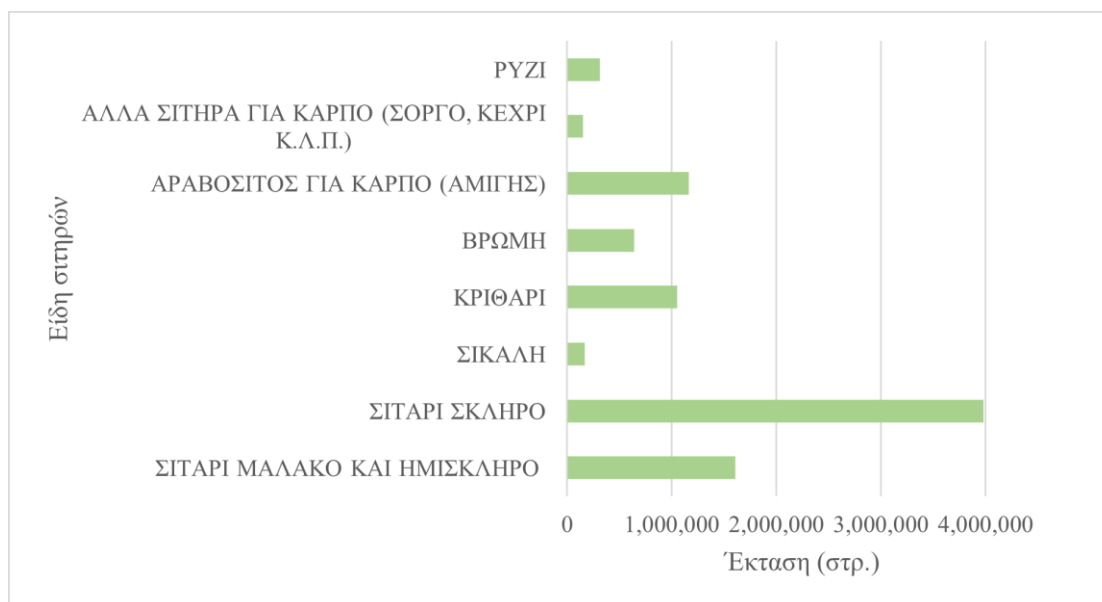
Διάγραμμα 1.2: Μεταβολές παραγωγής σιτηρών παγκοσμίως 1961-2021, FAOSTAT.

1.3 Τα σιτηρά στην Ελλάδα

Το σιτάρι καλλιεργείται εδώ και χιλιάδες χρόνια και, όπως και στην πλειονότητα των άλλων εθνών, έχει πολύ μεγαλύτερη σημασία από όλα τα άλλα χειμερινά σιτηρά στην Ελλάδα. Οι σπόροι που προέρχονται από τις προϊστορικές κοινότητες των οικισμών του Διμηνίου και του Σέσκλου, ευρισκόμενοι στην περιοχή του Βόλου, αλλά και οι αναφορές των σιτηρών ως "καρποί της Δήμητρας" ή καρποί της θεάς της γονιμότητας και της γεωργίας Δήμητρας, μαρτυρούν τη μακραίωνη κληρονομιά του έθνους μας στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Η θεά Δήμητρα στο αριστερό χέρι της κρατά το σκήπτρο της, ενώ στο δεξί στάχυα και σε επιγραφή του μυκηναϊκού πολιτισμού που είχε ανακαλυφθεί αναφέρεται ως η κυρία του σίτου.

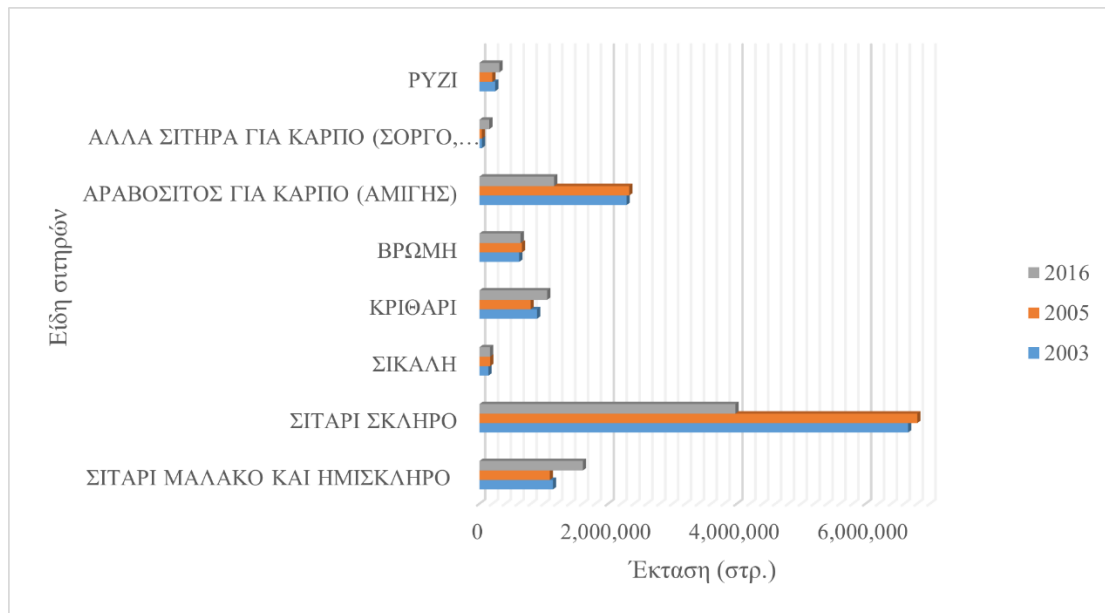
Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κυρίως εννέα είδη σιτηρών, το σιτάρι (μαλακό και σκληρό), η σίκαλη, το κριθάρι, η βρώμη, ο αραβόσιτος, το σόργο, το κεχρί και το ρύζι. Από τα στοιχεία της Ελληνικής Στατικής Αρχής για το έτος 2016 αναφορικά με τις εκμεταλλεύσεις και τις εκτάσεις με σιτηρά για το σύνολο της χώρας, όπως αυτά παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα παρατηρεί κανείς ότι τα χειμερινά δημητριακά καταλαμβάνουν την πλειονότητα των εκτάσεων παραγωγής δημητριακών στη χώρα μας, επειδή μπορούν να αναπτυχθούν καλά ακόμη και σε ξηρά, ορεινά ή φτωχά εδάφη, όπου άλλες καλλιέργειες με μεγαλύτερες απαιτήσεις δυσκολεύονται. Επιπρόσθετα, εκμεταλλεύονται μη αρδευόμενες εκτάσεις όπου θα ήταν αδύνατο να παραχθούν ανοιξιότικες καλλιέργειες με υψηλές ανάγκες σε νερό, γεγονός που

αποτελεί έναν άλλο κρίσιμο παράγοντα. Κυρίαρχο για το έτος 2016 στην Ελλάδα είναι το σκληρό σιτάρι καταλαμβάνοντας 3.976.974 στρ. των γεωργικών εκτάσεων και ακολουθεί το μαλακό σιτάρι, ο αραβόσιτος και το κριθάρι με πολύ λιγότερα στρέμματα εκτάσεων.



Διάγραμμα 1.3: Σύνολο καλλιεργούμενων εκτάσεων ανά είδος σιτηρών, ΕΛΣΤΑΤ.

Κατά τη διάρκεια των ετών 2003, 2005 και 2016 παρατηρούμε επίσης ότι το σκληρό σιτάρι κυριαρχεί ως προς τις εκτάσεις καλλιέργειας, παρά τη σημαντική μείωση των εκτάσεων με την πάροδο του χρόνου, οι οποίες έφτασαν από το μέγιστο των 6.804.513 στρ. το έτος 2005, στα 3.976.974 στρ. το έτος 2016. Αν και ιστορικά το μαλακό σιτάρι καλλιεργούνταν ευρύτερα στην Ελλάδα, με την ένταξη στην ΕΕ και τις επιδοτήσεις, οι άνθρωποι άρχισαν να καλλιεργούν το σκληρό σιτάρι, με την προοπτική να ταιριάζει καλύτερα στις κλιματικές συνθήκες της χώρας και να αποδίδει ένα προϊόν αρκετά υψηλότερης ποιότητας από άλλα ευρωπαϊκά έθνη που καλλιεργούν κυρίως μαλακό σιτάρι. Έτσι, λοιπόν, δικαιολογείται και η έντονη διαφορά στις εκτάσεις των υπολοίπων σιτηρών συγκριτικά με το σκληρό σιτάρι.



Διάγραμμα 1.4: Μεταβολές καλλιεργούμενων εκτάσεων ανά είδος σιτηρών, ΕΛΣΤΑΤ.

1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά σιτηρών

1.4.1 Ριζικό σύστημα

Οι ρίζες τους έχουν δύο διαφορετικούς τύπους: εμβρυϊκές ρίζες και μόνιμες ρίζες. Στα πρώτα στάδια πριν από τον σχηματισμό του μόνιμου ριζικού συστήματος, οι πρώτες, εμβρυϊκές ρίζες, εκφύονται από τον σπόρο και κατά την ανάπτυξή τους αντιλαμβανόμαστε τη λεπτότητά τους, εμφανίζουν αυξημένο αριθμό παράπλευρων διακλαδώσεων και παρέχουν νερό και θρεπτικά συστατικά. Οι αρχικοί κόμβοι στο σταυροειδές σημείο είναι αυτοί που δημιουργούν τους μόνιμους κόμβους, οι οποίοι είναι πολυάριθμοι, παχύτεροι και ισχυρότεροι. Η πλειονότητα των ριζών φτάνει στο βάθος από 30 μέχρι και 50 εκατοστά, αλλά μπορεί να φτάσει και τα 2 μέτρα. Το βάθος, η δομή, η γονιμότητα, η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους, η πυκνότητα των φυτών, η παρουσία ζιζανίων και ο τύπος και η ποικιλία του σιταριού επηρεάζουν το μέγεθος και τη διεύθυνση των ριζών στο έδαφος (Σφήκας, 1995).

1.4.2 Βλαστός ή Στέλεχος

Ο μορφολογικός πυρήνας των σιτηρών (βλαστός ή στέλεχος) αποτελείται από ένα σωλήνα με εσωτερική κενή δομή, κυλινδρικό σχήμα και συμπαγή κατασκευή κατά διαστήματα τους κόμβους ή γόνατα. Η λειτουργία αυτών των γονάτων είναι σημαντική, δεδομένου ότι βοηθάει στη διατήρηση της σταθερής στάσης των φυτών όπως και στο να την αποκαταστήσουν εάν αυτή αλλοιωθεί λόγω πλαγιάσματος. Η κατακόρυφη

διάσταση (ύψος) του στελέχους των σιτηρών διαφέρει ανάλογα με τα είδη και τις ποικιλίες, με τιμές που συνήθως κυμαίνονται από 0,60 και 1,50 m. (Σφήκας, 1995)

Η στεφάνη, γνωστή και ως σταυρός, είναι η περιοχή, σε βάθος μέσα στο έδαφος, όπου συναντώνται οι ρίζες και ο βλαστός. Αποτελείται από ιστούς που έχουν διασπαστεί σε μερικά μέρη, που έχουν διαιρεθεί σε μικρότερα τμήματα, οι οποίοι μπορούν να εξελιχθούν σε ρίζες και φύλλα. Αυτό την καθιστά το πιο ευαίσθητο τμήμα των χειμερινών σιτηρών και αν καταστραφεί για οποιονδήποτε λόγο, οι ιστοί χάνονται και το φυτό μαραίνεται. Ακόμη, νέοι βλαστοί, που αναφέρονται ως αδέρφια, αναδύονται από οφθαλμούς στα σημεία σύνδεσης των βλαστών (κόμβους) κάτω από την εξωτερική επιφάνεια του εδάφους. Δευτερεύοντα αδέρφια και ούτω καθεξής μπορούν επίσης να προέρχονται από τους οφθαλμούς των αδελφών. Ένας σπόρος μπορεί να παράγει έως και 150 αδέρφια (βλαστούς) υπό ιδανικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων ευνοϊκών περιβαλλοντικών συνθηκών και αρκετού χώρου (Μετζάκης, 1998, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

1.4.3 Φύλλα

Ο κολεός και το έλασμα είναι τα δύο κύρια τμήματα των φύλλων των σιτηρών. Το τμήμα του φύλλου που περικλείει το βλαστό από το κάτω μέρος ονομάζεται κολεός. Οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί βρίσκονται στο σημείο όπου η βάση του κολεού συναντά τον κόμβο και όταν βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, έχουν τη δυνατότητα να εξελιχθούν σε νέους βλαστούς. Η δομή του ελάσματος είναι επιμήκη και στενή, με τις κύριες νευρώσεις να διατρέχουν το μήκος του παράλληλα και διασυνδέονται σταυρωτά με άλλα μικρότερα νεύρα, αλλά δεν έχουν διακλαδώσεις. Και στις δύο πλευρές των φύλλων υπάρχουν παράλληλες σειρές στομάτων. Το έλασμα μπορεί να στρέφεται είτε προς τα αριστερά (βρώμη) είτε προς τα δεξιά (σιτάρι, κριθάρι και σίκαλη), είτε να έχει δύο συστροφές. Το είδος και η ποικιλία αναγνωρίζονται από το μήκος, το πλάτος και το χρώμα του ελάσματος των φύλλων. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012)

Επιπροσθέτως, βασικά χαρακτηριστικά που βοηθούν στην αναγνώριση των σιτηρών κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανάπτυξης αποτελούν το μέγεθος και η μορφή του γλωσσιδίου και των ωτιδίων, τα οποία εντοπίζονται στο σημείο όπου παρατηρείται η σύνδεση μεταξύ του κολεού και του ελάσματος. Το γλωσσίδιο είναι μια όρθια, μεμβρανώδης προεξοχή που δεν έχει χρώμα. Τα ωτίδια αναφέρονται σε μεμβρανώδεις

προεκτάσεις που αναπτύσσονται στη βάση του φύλλου και τυλίγουν το στέλεχος του φυτού, με χνούδι ή χωρίς. Αυτές οι μεμβρανώδεις προεκτάσεις αποτελούν σημαντικό χαρακτηριστικό της δομής του φύλλου και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στήριξη του φύλλου και του στελέχους, καθώς και στη μεταφορά θρεπτικών ουσιών και νερού μεταξύ των διαφορετικών μερών του φυτού. Ακόμη, αποτελούν σημαντικό χαρακτηριστικό για την ταυτοποίηση και τη διάκριση των διαφόρων ειδών και ποικιλιών σιτηρών. Συνήθως, τα ωτίδια είναι πράσινα, αλλά το χρώμα μπορεί να ποικίλει από ανοιχτό πράσινο έως σκούρο πράσινο, ανάλογα με την κατάσταση της φύτευσης και τη φάση της ανάπτυξης. Κατά την ωρίμανση του σιταριού τα ωτίδια μπορεί να αλλάξουν χρώμα και να γίνουν κίτρινα, χρυσά μέχρι και κόκκινα. Υπάρχουν πέντε έως δέκα φύλλα και το τελευταίο και συνήθως το μεγαλύτερο φύλλο που αναπτύσσεται στο φυτό, το οποίο ονομάζεται φύλλο σημαία. Πρόκειται για το φύλλο που βρίσκεται στην κορυφή του φυτού πάνω από τον βλαστό και τα υπόλοιπα φύλλα και είναι σημαντικό για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, καθώς απορροφά το φως και παράγει ενέργεια για το φυτό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

1.4.4 Άνθη – Ταξιανθίες

Η ταξιανθία του σιταριού είναι ένα στάχυ που αποτελείται από πολλαπλά σταχύδια τοποθετημένα εναλλάξ κατά μήκος της ράχης, της οποίας η αντοχή ή η ευθραυστότητα εξαρτάται από το είδος. Κάθε θέση έχει ένα μόνο σταχύδιο. Το μήκος του στάχewος ποικίλλει από 7 έως 10 cm στο μαλακό σιτάρι και από 6 έως 8 cm στο σκληρό σιτάρι. Τα σταχύδια στο στάχυ διαφέρουν στην πυκνότητά τους, ανάλογα με το είδος του σιταριού. Συγκεκριμένα, το σκληρό σιτάρι έχει πυκνότερη ταξιανθία σε σχέση με το μαλακό σιτάρι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012, Δαναλάτος, 2016).

Τα λέπυρα, δηλαδή δύο βράκτια φύλλα, περιβάλλουν κάθε σταχύδιο και έχουν διάφορα χρώματα, από λευκό έως μαύρο, η ένταση των οποίων επηρεάζεται από τους διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Τα λέπυρα, επίσης, έχουν μια αιχμηρή άκρη γνωστή ως ακίδα στην κορυφή και η περιστασιακή αναδίπλωσή τους σε όλο το μήκος τους ονομάζεται τροπίδα. (Δαναλάτος, 2016)

Επιπροσθέτως, κάθε σταχύδιο έχει 2 έως 9 άνθη εναλλάξ τοποθετημένα στο ραχίδιο, εκ των οποίων τα 1-2 στην κορυφή είναι στείρα και παράλληλα, κάθε σταχύδιο παράγει συνήθως 2 έως 3 καρπούς. Οι μεταβλητές που επηρεάζουν το χρόνο διαφοροποίησής

τους υπαγορεύουν τον αριθμό των σταχυδίων ανά στάχυ. Κάθε άνθος περιέχει 3 στήμονες εκτός από 1 μονόχωρη ωοθήκη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

1.4.5 Καρπός

Ο καρπός στα σιτηρά αναφέρεται στην αναπτυξιακή δομή των φυτών αυτών που περιλαμβάνει τον καρυόψη και αποτελείται από το περικάρπιο, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Ο καρπός και ο σπόρος συνθέτουν τον κόκκο, καθώς το περίβλημα του σπόρου συνδέεται σταθερά σε όλο του το μήκος με την εσωτερική πλευρά του περικαρπίου. Η ποσότητα του ενδοσπερμίου, ο γενότυπος, η ποικιλία, η θέση του καρπού επηρεάζουν το σχήμα και το μέγεθός του. Πιο συγκεκριμένα, το περικάρπιο σχηματίζει μία λεπτή προστατευτική στρώση σε ολόκληρη την επιφάνεια του σπόρου και προέρχεται από τα τοιχώματα της ωοθήκης. Στη συνέχεια, μετά το φύτεμα του σπόρου και έως το φυτό να έχει τη δυνατότητα να καλύψει τις ανάγκες του σε θρεπτικές ουσίες από τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, το ενδοσπέρμιο επικαλύπτει το εσωτερικό του σπόρου πέραν του χώρου που καταλαμβάνεται από το έμβρυο. Τέλος, σύμφωνα με την Παπακώστα – Τασοπούλου (2012) το έμβρυο εντοπίζεται στο άνω άκρο του σπόρου, το οξυκόρυφο, και αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία. Το πρώτο είναι ο εμβρυϊκός άξονας, που περιβάλλεται από ένα ασπίδιο γνωστό ως κοτύλη. Ο εμβρυϊκός άξονας αποτελείται από το πτερίδιο, το οποίο περιβάλλεται από το κολεόπτιλο και προορίζεται να αναπτύξει το πάνω τμήμα του νεοφυούς φυτού. Το δεύτερο βασικό στοιχείο είναι η πρωτογενής εμβρυακή ρίζα, η οποία περικλείεται και προστατεύεται από την κολεόριζα.

1.5 Στάδια ανάπτυξης σιτηρών

Υπάρχουν τρία στάδια ανάπτυξης των σιτηρών που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών από τη σπορά έως τη συγκομιδή: α) το βλαστικό στάδιο, β) το αναπαραγωγικό στάδιο και γ) το στάδιο γεμίσματος των κόκκων.

1.5.1 Βλαστικό στάδιο

Το βλαστικό στάδιο αφορά την αρχική φάση ανάπτυξης των σιτηρών, από το σπόρο μέχρι την ανάπτυξη των πρώτων φύλλων και παίζει κρίσιμο ρόλο στον καθορισμό της παραγωγικότητας τους. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει διάφορες φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες που οδηγούν στην ανάπτυξη των σπόρων σε μια νέα πανίδα. Ο σπόρος ενεργοποιείται μετά την υδατοκαλλιέργεια ή τη φυσική επαφή του με το νερό.

Τα πρώτα στάδια της βλάστησης συμβαίνουν κάτω από το έδαφος και δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι.

Αρχικά ο σπόρος παρουσιάζει ήπια ενυδάτωση, η οποία οδηγεί στην αφύδατη κατάστασή του. Ο σπόρος αφυδατώνεται και απορροφά νερό περίπου 30-40% του βάρους του. Αυτό είναι απαραίτητο για την ενεργοποίηση των εσωτερικών διεργασιών του σπόρου. Κατά την ενυδάτωση, τα ενζυμικά συστήματα ενεργοποιούνται και ξεκινά η διαδικασία της ανάπτυξης του βλαστού και των ριζών. Οι ρίζες ευθυγραμμίζονται προς τα κάτω για να απορροφήσουν νερό και θρεπτικά συστατικά, ενώ ο βλαστός αναπτύσσεται προς τα πάνω με τα πρώτα φύλλα. Κατά τη διαδικασία αυτή ο σπόρος ανταποκρίνεται σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως θερμοκρασία, υγρασία και φως. Τέλος, ο βλαστός αρχίζει να αναπτύσσει τα πραγματικά του φύλλα, αναγκαίο στοιχείο για τη φωτοσύνθεση και τη δημιουργία τροφής που απαιτεί το φυτό. Τα πρώτα φύλλα της νεαρής φυτικής ανάπτυξης εξέρχονται από το έδαφος. Η εξωτερική επικάλυψη του βλαστού περιβάλλει τα πρώτα φύλλα και ονομάζεται κολεόπτειλο, ενώ η επικάλυψη γύρω από τις ρίζες ονομάζεται κολεόριζα. (Δαναλάτος, 2016)

Συμπερασματικά, το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης των σιτηρών είναι κρίσιμο για τη δημιουργία του νέου φυτού. Η κατάλληλη διαχείριση και φροντίδα κατά το στάδιο αυτό είναι ζωτικής σημασίας για τη μέγιστη παραγωγή και την απόδοση των σιτηρών. Η κατανόηση των φυσιολογικών διεργασιών που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου μπορεί να βοηθήσει τους αγρότες και τους επιστήμονες να βελτιώσουν την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των καλλιεργειών σιτηρών.

1.5.2 Αναπαραγωγικό στάδιο

Η φάση του σχηματισμού, γνωστή και ως αναπαραγωγικό στάδιο, αποτελεί μια σημαντική περίοδο στον βιολογικό κύκλο των σιτηρών, διαρκώντας από την εμφάνιση του πρώτου κόμβου μέχρι την ολοκλήρωση της φάσης της άνθισης. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, τα σιτηρά παρουσιάζουν εντυπωσιακή ανάπτυξη του στελέχους, αυξημένο αριθμό φύλλων, ριζών και ταξιανθίας, στην οποία διαμορφώνεται και ο αριθμός των σταχυιδίων. Πραγματοποιούν, δηλαδή, την ανθοφορία, τη γονιμοποίηση και τη δημιουργία των σπόρων.

Επιπροσθέτως, κατά τη διάρκεια του αναπαραγωγικού σταδίου, το φυτό απορροφά υψηλές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων του εδάφους προκειμένου να εξασφαλίσει την

ανάπτυξή του. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, η επιφάνεια των φύλλων του φυτού αποκτά μεγάλη σημασία, καθώς μπορεί να απορροφήσει το 96% της ενεργής ακτινοβολίας που εισέρχεται σε αυτήν. Η φωτοσύνθεση που συμβαίνει κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου είναι ζωτικής σημασίας για την παραγωγή ενέργειας και τη δημιουργία οργανικών ουσιών που απαιτούνται για την ανάπτυξη του φυτού (Τζίκας, 2020).

Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, τα σταχύδια, οι πραγματικοί καρποί των σιτηρών, αναπτύσσονται και διαμορφώνονται στις γυναικοσποροφόρες κόνιες. Η ποσότητα και η ποιότητα των σταχυδίων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως οι κλιματολογικές συνθήκες και οι πρακτικές καλλιέργειας που ακολουθούνται.

Έτσι λοιπόν, το αναπαραγωγικό στάδιο των σιτηρών αποτελεί ένα κρίσιμο κομμάτι του φυτικού κύκλου τους, καθώς καθορίζει την παραγωγή των σπόρων που είναι ουσιώδης για την συνέχιση του είδους. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, η γρήγορη ανάπτυξη των φυτών απαιτεί υψηλή ενεργειακή και θρεπτική προσφορά, και η φωτοσύνθεση παίζει ζωτικό ρόλο στη διαδικασία αυτή. Η καλή διαχείριση και η προσεκτική φροντίδα κατά το αναπαραγωγικό στάδιο συμβάλλουν στην αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των σιτηρών που παράγονται.

1.5.3 Στάδιο γεμίσματος των κόκκων

Το στάδιο γεμίσματος των κόκκων είναι μία σημαντική φάση στην ανάπτυξη των σιτηρών και αποτελεί την περίοδο που οι κόκκοι επιτυγχάνουν το μέγιστο μέγεθος και συμπληρώνονται με θρεπτικά συστατικά και ενέργεια. Σε αυτή τη φάση, η διαχείριση της καλλιέργειας και οι γεωργικές πρακτικές παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη υψηλής παραγωγικότητας και ποιότητας των κόκκων.

Το στάδιο γεμίσματος ακολουθεί το τέλος της άνθισης και συνεχίζεται μέχρι την ωρίμανση των κόκκων. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, οι κόκκοι αυξάνουν σημαντικά το μέγεθός τους, και αυτό είναι το αποτέλεσμα της αύξησης του κυτταρικού όγκου. Κατά την περίοδο αυτή, οι κόκκοι συγκεντρώνουν θρεπτικά συστατικά, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και έλαια, από τον κορμό του φυτού και τα μεταφέρουν στο εσωτερικό τους.

Η διαδικασία αυτή απαιτεί τόσο σημαντική ενέργεια όσο και θρεπτικά στοιχεία από το φυτό. Στο στάδιο του γεμίσματος, η φυτική επιφάνεια, και ιδιαίτερα το φύλλο σημαία

πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση, καθώς αποτελεί το κύριο όργανο για την παραγωγή ενέργειας μέσω της φωτοσύνθεσης. Επιπλέον, η διαθεσιμότητα του αζώτου αποτελεί κρίσιμο παράγοντα κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, καθώς αντιστοιχεί σε περίπου 70% της συνολικής παραγωγής υδατανθράκων που δημιουργούνται και μετέπειτα μεταφέρονται στους κόκκους (Τζίκας, 2020).

Κατά την ολοκλήρωση του σταδίου γεμίσματος, οι κόκκοι έχουν επιτύχει το μέγιστο μέγεθός τους και είναι γεμάτοι με ενέργεια και θρεπτικά. Αυτή η φάση αποτελεί το κρίσιμο σημείο όπου οι καλλιέργειες με υψηλής ποιότητας κόκκους και ισορροπημένη διατροφή των φυτών κατά τη διάρκεια του αναπτυξιακού σταδίου θα επιτυγχάνουν τις υψηλότερες αποδόσεις κατά την τελική συγκομιδή.

1.6 Καλλιέργεια του σκληρού σίτου

1.6.1 Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες

Το σιτάρι μπορεί να ευδοκιμήσει σε ένα ευρύ φάσμα οικολογικών καταστάσεων. Ωστόσο, συνήθως αποδοκιμάζει τις ζεστές, υγρές καιρικές συνθήκες. Το μαλακό σιτάρι, το οποίο είναι το πιο συνηθισμένο, έχει την υψηλότερη αντοχή στο κρύο. Οι ποικιλίες εκδηλώνουν αυξημένη ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ωρίμανσής τους. Σε ψυχρά κλίματα, το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται σχεδόν πάντα την άνοιξη. Στην Ελλάδα, όπου εκτιμάται η πρωιμότητα, οι διάφορες ποικιλίες παρουσιάζουν ευαισθησία σε κατάσταση μέτριας σκληρότητας. Ως αποτέλεσμα, ακόμη και αν σπαρθούν το φθινόπωρο, έχουν ανοιξιάτικα χαρακτηριστικά. Η ιδανική θερμοκρασία βλάστησης για το σιτάρι είναι 20-22 °C, ενώ η ελάχιστη είναι 3-4 °C και η μέγιστη θερμοκρασία είναι 35 °C (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).

Στην Ελλάδα επικρατούν ανεπιθύμητες συνθήκες βροχόπτωσης, καθώς το μεγαλύτερο μέρος των βροχοπτώσεων λαμβάνει χώρα το χειμώνα και διαχέεται ανομοιόμορφα την άνοιξη. Το σιτάρι χρειάζεται το 70% του νερού κατά τα στάδια της άνθισης και του γεμίσματος των κόκκων. Ακόμη, το είδος και η ποικιλία σιταριού όπως και το περιβάλλον επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες. Το επίπεδο πρωτεΐνης αυξάνεται από τους βροχερούς χειμώνες και τη δροσερή και ξηρή άνοιξη (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).

Η πλειονότητα του μαλακού σιταριού καλλιεργείται στη βορειοανατολική Ελλάδα (Θράκη, Μακεδονία και Θεσσαλία). Επειδή οι περιοχές αυτές δεν βιώνουν τόσο έντονα καιρικά φαινόμενα γύρω στον Μάιο και τον Ιούνιο, η απόδοση του σιταριού που καλλιεργείται στο βόρειο τμήμα της χώρας επηρεάζεται σημαντικά. Επιπλέον, οι πιο σημαντικές και εύφορες πεδιάδες της χώρας μας βρίσκονται σε αυτές τις περιοχές. Έχουν καλή άρδευση, ενώ οι καιρικές συνθήκες στην περιοχή είναι χαρακτηριστικά ηπειρωτικές, με ισορροπημένη κατανομή των βροχοπτώσεων. Οι σκληροί χειμώνες, τα 500 έως 800 mm ετήσιας βροχόπτωσης, με το ένα τρίτο περίπου να πέφτει τον Μάρτιο, τον Απρίλιο, τον Μάιο και τον Ιούνιο, καθώς και η θερμοκρασία του αέρα στους 15 °C, είναι άλλα στοιχεία που καθιστούν ορισμένες περιοχές ιδανικές για την ανάπτυξη μαλακού σιταριού (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).

Είναι ευρέως γνωστό ότι το σκληρό σιτάρι είναι μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα καλλιέργεια στα μεσογειακά έθνη. Τα περισσότερα τμήματα των εδαφών που καλλιεργούν σιτάρι έχουν ξηρό, θερμό περιβάλλον, το οποίο είναι αυτό που τους προσδίδει την ιδιαιτερότητά τους. Οι απρόβλεπτες βροχοπτώσεις προκαλούν σημαντικές διακυμάνσεις στην απόδοση και την ποιότητα. Η ποιότητα είναι αποδεκτή για τα μέσα έτη σε αυτά τα μέρη. Ωστόσο, η ποιότητα υποβαθμίζεται, με σημαντικό ποσοστό αλευρώδους κόκκου, όταν πέφτουν βροχές κατά την περίοδο ωρίμανσης. Όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε εξαιρετικά εύφορα και υγρά χωράφια, παρατηρούνται παρόμοια φαινόμενα. Στην περίπτωση αυτή, τα φυτά ισοπεδώνονται και οι κόκκοι παρουσιάζουν σκούρες κηλίδες (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).

Η κλασική ζώνη του σκληρού σιταριού, η οποία περιλαμβάνει την παράκτια περιοχή της Θράκης, την ανατολική και κεντρική Μακεδονία, τις ανατολικές ακτές της ηπειρωτικής Ελλάδας, τη Θεσσαλία και τα νησιά του Αιγαίου, είναι η περιοχή όπου προτιμά να αναπτύσσεται το σκληρό σιτάρι. Προτιμά επίσης τα ημιγόνιμα εδάφη και τους εύφορους αγρούς (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).

Παγκοσμίως, το σιτάρι παράγεται σε περιοχές με ετήσια βροχόπτωση από 270 έως 1750 mm, αλλά συνήθως (καλύπτοντας το 75% της συνολικής έκτασης) σε περιοχές με ετήσια βροχόπτωση 375-775 mm H₂O (ημίξηρες έως υγρές ζώνες) (Peterson, 1965).

Για τη βέλτιστη ανάπτυξη του σιταριού, απαιτούνται γόνιμα εδάφη με πυκνότητα που κυμαίνεται από μέτρια έως βαριά, καθώς και αποτελεσματική αποστράγγιση. Τα γόνιμα ιλυοαργιλώδη ή και αργιλοαργιλώδη εδάφη με επαρκή υγρασία και πληθώρα

ζιζανίων παράγουν τις υψηλότερες αποδόσεις. Από την άλλη πλευρά, τα εδάφη με κακή αποστράγγιση και πολλή άμμο παρέχουν τις χαμηλότερες αποδόσεις. Τα όξινα και έντονα ξεπλυμένα εδάφη είναι αυτά που είναι λιγότερο κατάλληλα για την παραγωγή σιταριού (Peterson, 1965).

Η μεγαλύτερη επίδραση στις αποδόσεις σιταριού προέρχεται από την αυξημένη περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία. Ακόμη, δεδομένου ότι το άζωτο αποτελεί σημαντικό συστατικό των πρωτεϊνών και συμμετέχει στη διαδικασία σύνθεσής τους, η περιεκτικότητα του εδάφους σε άζωτο επηρεάζει το ποσοστό πρωτεϊνών στους σπόρους, με έμφαση στην περιεκτικότητα του εδάφους σε άζωτο (Σφήκας, 1991).

Με την αύξηση της διαθεσιμότητας νερού από 220 σε 440 mm, η παραγωγή σιταριού αυξάνεται από 1000 σε 3000 kg/ha. Η αγρανάπαυση θεωρείται απαραίτητη πρακτική στις ημίξηρες περιοχές για την αύξηση της ποσότητας του νερού που αποθηκεύεται στο έδαφος (Good and Smika, 1978). Η σύνδεση αυτή είναι σημαντικότερη από τη σύνδεση με το νερό που απαιτεί η καλλιέργεια, δεδομένου ότι η παραγωγή σιταριού συνδέεται θετικά και γραμμικά με το εδαφικό νερό που είναι διαθέσιμο ως απόθεμα για την καλλιέργεια (Musick et al, 1994).

1.6.2 Προετοιμασία αγρού

Η προετοιμασία του αγρού είναι μια σημαντική διαδικασία στη γεωργία που περιλαμβάνει διάφορα στάδια για να δημιουργηθεί ένα κατάλληλο περιβάλλον για την καλλιέργεια των καλλιεργειών. Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του αγρού, τον τύπο του εδάφους, το κλίμα και τον τύπο των καλλιεργειών που θα φυτευτούν. Παρακάτω είναι ένα γενικό σχέδιο της διαδικασίας προετοιμασίας του αγρού:

1. **Ανάλυση Εδάφους:** Η πρώτη και σημαντικότερη διαδικασία είναι η ανάλυση του εδάφους. Δείγματα εδάφους λαμβάνονται από διάφορα σημεία του αγρού και αναλύονται για την ποιότητα του εδάφους, τα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων, το pH και άλλες παράγοντες. Αυτό βοηθά τους αγρότες να κατανοήσουν τις ανάγκες του εδάφους και να λάβουν τις απαραίτητες αποφάσεις για τη βελτίωσή του.
2. **Εκτέλεση Μέτρων Εδάφους:** Μετά την ανάλυση του εδάφους, ενδέχεται να απαιτείται η προσθήκη λιπασμάτων ή αγροχημικών για να διορθωθούν

ενδεχόμενα προβλήματα του εδάφους, όπως ανεπάρκεια θρεπτικών στοιχείων ή ανισορροπία pH.

3. **Ετοιμασία Εδάφους:** Η ετοιμασία του εδάφους για την καλλιέργεια περιλαμβάνει την απομάκρυνση και τον καθαρισμό του αγρού από άχυρα, χορτονοψίες, λάσπη και άλλα υλικά που ενδέχεται να περιορίζουν την καλλιέργεια. Συνήθως, χρησιμοποιούνται μηχανήματα όπως πλούγια, τρακτέρ, ή μηχανές καλλιεργητών για να ετοιμαστεί το έδαφος.
4. **Άροση:** Η άροση είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει τον τερματισμό του εδάφους με τη χρήση πλούγιου ή άλλου εργαλείου για να το γυρίσει και να το αερίσει. Αυτό βοηθάει στην εξάλειψη των ζιζανίων, των περιορισμών και των υπολειμμάτων και βελτιώνει τη δομή του εδάφους για να παρέχει καλύτερη αποστράγγιση και πρόσβαση στο νερό και τις ρίζες των φυτών.
5. **Βαθύ Σκάψιμο:** Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να απαιτείται βαθύ σκάψιμο για να διασφαλιστεί η καλή διείσδυση των ριζών και η καλύτερη ροή του νερού.
6. **Βελτίωση Αποστράγγισης:** Σε περιοχές με υψηλή υγρασία, είναι πιθανόν να είναι απαραίτητη η βελτίωση της αποστράγγισης για να αποφευχθούν προβλήματα υπερβολικής υγρασίας του εδάφους.
7. **Επιλογή Καλλιεργειών και Σπόρων:** Η τελική διαδικασία είναι η επιλογή των κατάλληλων καλλιεργειών και σπόρων που θα φυτευτούν στον αγρό. Αυτό εξαρτάται από το είδος του αγρού, τις κλιματικές συνθήκες και τις αγοραστικές απαιτήσεις.

Η διαδικασία προετοιμασίας του αγρού παίζει ένα ζωτικό ρόλο στην επίτευξη μιας επιτυχημένης αγροτικής καλλιέργειας και τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών (Γκόγκας και συν, 2005).

1.6.3 Λίπανση

Αρχικά, εξετάζεται η αξία της αζωτούχου λίπανσης καθώς και η πιθανή ποσότητα που θα χρειαζόταν ο αγρός. Δεδομένου ότι το άζωτο για το σιτάρι είναι πιθανό να προκαλέσει κάποιες ζημιές, πρέπει να χρησιμοποιείται με μετρο. Συνιστάται η χρήση 2 δόσεων, με την πρώτη στο αδελφωμα και την δεύτερη στο ξεστάχυσμα. Το ύψος

του σιταριού, το οποίο επηρεάζεται από την ποικιλία, είναι ένα άλλο στοιχείο που επηρεάζει το πόσο άζωτο χρησιμοποιείται (Γαλανοπούλου, 2003).

Το μισό άζωτο χορηγείται στην καλλιέργεια και το υπόλοιπο προστίθεται την άνοιξη ως βασική λίπανση με τη μορφή θειικού αμμωνίου που χορηγείται πριν ή κατά τη σπορά. Το νιτρικό λίπασμα ψεκάζεται στην επιφάνεια σε μία ή δύο δόσεις. Όταν οι συνθήκες του χειμώνα δεν ευνοούν (κρύο, υγρασία για τη νιτροποίηση), μπορεί να προκύψει τέτοια έλλειψη και τα νεαρά φυτά απαιτούν άζωτο μόλις ζεστάνει έξω. Για να χρησιμοποιηθεί η επιφανειακή λίπανση (και να μην είναι επιζήμια) απαιτείται νερό (Σφήκας, 1991).

Όσον αφορά τη χρήση, η αζωτούχα λίπανση χρησιμοποιείται στο σκληρό σιτάρι για να προσφέρει τον απαραίτητο αζωτούχο θρεπτικό που αυξάνει την απόδοση του φυτού και βελτιώνει την ποιότητα του σιταριού. Η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων σε σκληρό σιτάρι μπορεί να γίνει με τις εξής μεθόδους:

1. Εφαρμογή στο έδαφος: Τα αζωτούχα λιπάσματα εφαρμόζονται απευθείας στο έδαφος πριν από την φύτευση του σιταριού. Αυτό παρέχει το απαραίτητο αζωτούχο για την ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή πρωτεΐνης.
2. Φυλλική εφαρμογή: Κάποιες φορές, τα αζωτούχα λιπάσματα μπορούν να εφαρμοστούν στα φύλλα των φυτών με τη χρήση ψεκασμού. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στα φυτά να απορροφήσουν γρήγορα το αζωτούχο.
3. Κοινή χρήση με άλλα λιπάσματα: Συχνά, τα αζωτούχα λιπάσματα συνδυάζονται με άλλα θρεπτικά στοιχεία όπως φώσφορο και κάλιο για να εξασφαλίσουν μια ισορροπημένη διατροφή για τα φυτά.

Η κατάλληλη δοσολογία και χρονοδιάγραμμα εφαρμογής εξαρτώνται από την περιοχή, τις καιρικές συνθήκες, τις ανάγκες του εδάφους και τις ποικιλίες του σιταριού. Η σωστή διαχείριση της αζωτούχας λίπανσης είναι κρίσιμη για τη μέγιστη απόδοση του σκληρού σιταριού και τη βελτίωση της ποιότητας του καλλιεργούμενου προϊόντος (Σφήκας, 1991).

Όσον αφορά τη φωσφορική λίπανση, συνήθως συνιστάται μια δόση 2-2,5 kg P ανά στρέμμα ετησίως. Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι η καλλιέργεια αντιδρά σε αυτή την προσθήκη. Σε αντίθετη περίπτωση, η εφαρμογή φωσφόρου διακόπτεται. Η σχετική περίσσεια δεν βλάπτει, ενώ διατηρείται στο έδαφος (η ελάχιστη απελευθέρωση

εξαρτάται επίσης από το έδαφος), και το κόστος του φωσφόρου δεν είναι υψηλό, εάν δεν είναι προσβάσιμες άλλες πληροφορίες σχετικά με το γιατί χρησιμοποιείται (Σφήκας, 1991). Η επικρατούσα άποψη είναι ότι τα ελληνικά εδάφη περιέχουν υψηλά επίπεδα καλίου. Επειδή η περίσσεια δεν βλάπτει και η αφομοιώσιμη ποσότητα μπορεί να μην επαρκεί κατά την περίοδο της εντατικής ανάπτυξης των φυτών, συνιστάται η εφαρμογή του σε ποσότητα 2-3 kg K ανά στρέμμα (Σφήκας, 1991).

Σύμφωνα με τον Σφήκα (1991), η αποτελεσματικότητα της λίπανσης με ένα θρεπτικό στοιχείο εξαρτάται από περισσότερους παράγοντες από την απαίτηση του φυτού για αυτό και τη διαθεσιμότητα νερού για την πρόσληψή του. Η παρουσία καλίου και φωσφόρου είναι απαραίτητη για να είναι ωφέλιμο το άζωτο (Γαλανοπούλου 2003). Επομένως, η λίπανση τόσο με κάλιο όσο και με άζωτο σε συνδυασμό με τη μη λίπανση παρήγαγε υψηλότερη απόδοση από τη λίπανση μόνο με K ή μόνο με N. Η σχέση μεταξύ φωσφόρου και αζώτου είναι συγκρίσιμη.

1.6.4 Ποικιλίες σκληρού σίτου

Το σιτάρι διαχωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες που βασίζονται κυρίως στην ποιότητα, σε μορφολογικά και φυσιολογικά γνωρίσματα. Βάσει της καταλληλότητάς του, διαιρείται σε δύο κατηγορίες ποιότητας: το σκληρό και το μαλακό. Το σκληρό σιτάρι από φυσικού του έχει σκληρό πυρήνα, όπου αποδίδει ένα αλεύρι υψηλής περιεκτικότητας σε γλουτένη και κατά συνέπεια και πρωτεΐνης, το οποίο είναι κατάλληλο για ζυμαρικά, κουσκούς και κάποιων ειδών noodles. Από την άλλη, το μαλακό σιτάρι χαρακτηρίζεται από χαμηλά επίπεδα πρωτεΐνης, όπου το καθιστά κατάλληλο για την αρτοποιία όπως είναι η παρασκευή ψωμιού, κέικ και άλλων παρόμοιων ειδών.

Οι ποικιλίες σίτου διαφέρουν μεταξύ τους και ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους. Τα στελέχη μπορεί να διαφέρουν στο ύψος, στο πάχος, στην αντοχή τους και το χρώμα, ενώ τα φύλλα διαφέρουν πολύ λίγο στις ποικιλίες (Σφήκας, 1995).

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

1. **Simeto:** Η ποικιλία Simeto του *triticum durum* είναι και αυτή που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα για την συγκεκριμένη πτυχιακή διατριβή. Είναι

ποικιλία μετρίου αναστήματος 80-85cm με ικανοποιητική αντοχή στο ψύχος, εξαιρετική αντοχή στις ξηροθερμικές συνθήκες και μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα. Η αντοχή της στην σεπτόρια και την σκωρίαση είναι μέτρια. Είναι πρώιμη ποικιλία με μέτριο αδέρφωμα. Η καταλληλότερη εποχή για τη φύτευση είναι από τις 20 Νοεμβρίου έως τις 20 Ιανουαρίου με δόση 20-23 kg/στρέμμα. Η ποικιλία σκληρού σιταριού Simeto προέρχεται από την Ιταλία, με εξαιρετικά υψηλή παραγωγικότητα που ταιριάζει ιδανικά στο έδαφος και το κλίμα της Ελλάδας και διακρίνεται για τη σταθερή παραγωγή κάθε χρόνο (Παππάς, 1999).

2. **Meridiano:** Είναι μια εξαιρετική ποικιλία με εντυπωσιακά χαρακτηριστικά που την καθιστούν επιθυμητή από αγρότες και παραγωγούς σε όλο τον κόσμο. Από γενεαλογικής άποψης, προέρχεται από τον συνδυασμό των ποικιλιών Simeto, WB881, Duilio και F21, προσδίδοντας της μια εξαιρετική γενετική βάση. Το φυτό της Meridiano επιδεικνύει μέσο ύψος και έχει χαρακτηριστικό χρώμα αγάνων σε ανοιχτό καφέ απόχρωση. Αν και η εποχή του ξεσταχυάσματος είναι μέση, το δυναμικό παραγωγής της είναι πολύ υψηλό, κάτι που την καθιστά ιδανική για αγρότες που αναζητούν υψηλή παραγωγικότητα. Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού, η Meridiano ξεχωρίζει με υψηλό ειδικό βάρος και δείκτη κίτρινου χρώματος (b Minolta) στα επιθυμητά επίπεδα των 24-26. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη της είναι μέση έως υψηλή, ενώ η ποιότητα της γλουτένης της αξιολογείται ως καλή, κάτι που καθιστά τη Meridiano ιδανική για την παραγωγή αρτοσκευασμάτων υψηλής ποιότητας. Τέλος, η Meridiano διαθέτει εξαιρετική αντοχή σε ασθένειες και συνθήκες περιβάλλοντος. Είναι ανθεκτική σε σκωριάσεις, σεπτόρια και ωίδιο, ενώ επιδεικνύει εξαιρετική αντοχή στο κρύο και το πλάγιασμα. Αυτά τα επισφαλή περιβαλλοντικά στοιχεία καθιστούν την ποικιλία Meridiano μια αξιόπιστη και ανθεκτική επιλογή για τους αγρότες, που μπορούν να επωφεληθούν από την υψηλή παραγωγή και την αξιόπιστη ποιότητα των καρπών της (Alfa Seeds – Σκληρό Σιτάρι, n.d.).

3. **Pigreco:** Πρόκειται για μια πρώιμη έως μεσοπρώιμη ποικιλία, με φυτά που φτάνουν σε μέτριο έως υψηλό ύψος. Τα αγάνα των φυτών είναι λευκά και προσφέρουν έναν μεγάλο αριθμό σπόρων σε κάθε στάχυ, ενώ το έντονο αδέρφωμα ενισχύει ακόμη περισσότερο την παραγωγικότητά της. Το

σημαντικότερο, όμως, χαρακτηριστικό της Pigreco είναι η εξαιρετική ποιότητα του σιμιγδαλιού της, καθώς το εκατολιτρικό βάρος είναι καλό και ο δείκτης κίτρινου χρώματος (b Minolta) κυμαίνεται στα επιθυμητά επίπεδα 26-28. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη υπερβαίνει το 13,50%, ενώ η ποιότητα της γλουτένης κυμαίνεται από 7 έως 7,5 στην κλίμακα 1-10. Όσον αφορά την αντοχή σε ασθένειες και συνθήκες, η Pigreco είναι αριστείας ανθεκτικότητας στις σκωριάσεις, ενώ επιδεικνύει πολύ καλή αντοχή στο κρύο και το πλάγιασμα. Αυτά τα χαρακτηριστικά της καθιστούν μια ποικιλία με υψηλή παραγωγικότητα, αξιόπιστη ποιότητα και ανθεκτικότητα στις διάφορες περιβαλλοντικές προκλήσεις, καθιστώντας την επιλογή προτίμησης για τους γεωργούς που αναζητούν αξιόπιστη απόδοση στην καλλιέργεια του σίτου (Alfa Seeds – Σκληρό Σιτάρι, n.d.).

4. **Iride:** Η συγκεκριμένη ποικιλία προσφέρει μια εκπληκτική επιλογή για τους αγρότες που αναζητούν αποδοτική παραγωγή και ανθεκτικότητα στις δυσκολότερες συνθήκες. Με ρίζες που προέρχονται από τη γενεαλογία Altar 84 x Ionio, η ποικιλία αυτή προσφέρει πρώιμη εποχή ξεσταχύσματος και φυτά με μέσο-χαμηλό ύψος. Το χρώμα των αγάνων είναι μαύρο, και το αδελφωμά της είναι πολύ καλό, βελτιώνοντας την παραγωγικότητα. Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι μέση, ενώ η ποιότητα της γλουτένης κυμαίνεται στο επίπεδο 6 σε κλίμακα από 1 έως 10. Ωστόσο, η ανθεκτικότητά της σε ασθένειες και δυσμενείς συνθήκες είναι αξιοσημείωτη. Είναι μέτρια ανθεκτική σε σκωριάσεις, σεπτόρια και φουζαριώσεις, ενώ είναι ανθεκτική στο ωίδιο. Επιπλέον, αντέχει σε κρύο, πλάγιασμα και ξηρασία, παρέχοντας στους αγρότες ασφάλεια και αξιοπιστία στην καλλιέργεια της. Η ποικιλία Iride συνδυάζει την παραγωγικότητα με την ανθεκτικότητα και την ποιότητα, κάνοντάς την μια εξαιρετική επιλογή για τους γεωργούς (Alfa Seeds – Σκληρό Σιτάρι, n.d.).
5. **Svevo:** Η ποικιλία σκληρού σίτου Svevo αποτελεί μια εξαιρετική επιλογή για τους αγρότες που επιδιώκουν την παραγωγή ζυμαρικών υψηλής ποιότητας. Με ρίζες που προέρχονται από τη γενεαλογία Linea Cimmyt/zenith, η Svevo προσφέρει πρώιμη εποχή ξεσταχύσματος και φυτά με μέσο-υψηλό ύψος. Τα αγάνα των φυτών είναι καφέ, και το δυναμικό παραγωγής της είναι στο μέσο

έως υψηλό επίπεδο, κάτι που την καθιστά ιδανική για αγρότες που αναζητούν υψηλή παραγωγικότητα.

Αναφορικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού, η ποικιλία Svevo ξεχωρίζει με δείκτη χρώματος (b Minolta) στα επιθυμητά επίπεδα 25-27 και πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Παρόλο που η ποιότητα της γλουτένης βαθμολογείται στο επίπεδο 6 στην κλίμακα 1-10, η ανθεκτικότητά της σε ασθένειες και δυσμενείς συνθήκες είναι εντυπωσιακή. Είναι ανθεκτική σε σκωριάσεις, σεπτόρια, ωίδιο και φουζαριώσεις, ενώ επιδεικνύει ανθεκτικότητα στο κρύο και το πλάγιασμα. Η ποικιλία Svevo συνδυάζει την αξιοπιστία, την υψηλή παραγωγή και την ανθεκτικότητα, καθιστώντας την ιδανική για την καλλιέργεια ζυμαρικών υψηλής ποιότητας (Alfa Seeds – Σκληρό Σιτάρι, n.d.).

6. **Normanno:** Αναδεικνύεται ως μια αξιόλογη επιλογή που ανταποκρίνεται στις αυξανόμενες ανάγκες της βιομηχανίας. Προέρχεται από τη γενεαλογία Simeto/F22/L35 και χαρακτηρίζεται από μέση εποχή ξεσταχύσματος και φυτά μέσου ύψους, με καφέ αγάνα και καλό αδέλφωμα. Το δυναμικό παραγωγής της είναι υψηλό, προσφέροντας επαρκή ποσότητα καρπού. Στην ποικιλία Normanno βρίσκεται υψηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης και ποιότητα γλουτένης βαθμολογημένη στο επίπεδο 7 σε κλίμακα από 1 έως 10.

Ωστόσο, όσον αφορά την αντοχή σε ασθένειες και συνθήκες, εμφανίζει μέτρια ανθεκτικότητα σε σκωριάσεις και σεπτόρια, ενώ είναι ανθεκτική στο ωίδιο. Ωστόσο, παρουσιάζει ευαισθησία στις φουζαριώσεις. Εν κατακλείδι, η ποικιλία Normanno είναι ανθεκτική στο κρύο και το πλάγιασμα, αντιπροσωπεύοντας μια ισορροπημένη επιλογή που ενδιαφέρει τους παραγωγούς σίτου (Alfa Seeds – Σκληρό Σιτάρι, n.d.).

7. **Odisseo:** Η ποικιλία σκληρού σίτου Odisseo αποτελεί μια αξιόλογη επιλογή για τους αγρότες που επιδιώκουν υψηλή παραγωγικότητα και ανθεκτικότητα στις δυσκολότερες συνθήκες. Προέρχεται από τη γενεαλογία Svevo/le 24 και χαρακτηρίζεται από μέση εποχή ξεσταχύσματος και φυτά μέσου έως χαμηλού ύψους, με καφέ αγάνα και καλό αδέλφωμα. Το δυναμικό παραγωγής της είναι πολύ υψηλό, προσφέροντας επαρκή ποσότητα καρπού.

Η ποικιλία Odisseo ξεχωρίζει με δείκτη κίτρινου χρώματος (b Minolta) στα επιθυμητά επίπεδα 24-26 και υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Παρόλο που η ποιότητα της γλουτένης βαθμολογείται στο επίπεδο 5 στην κλίμακα 1-10, η ανθεκτικότητά της σε ασθένειες και δυσμενείς συνθήκες είναι εντυπωσιακή. Είναι ανθεκτική σε σκωριάσεις, σεπτόρια και ωίδιο, ενώ επιδεικνύει ανθεκτικότητα στο κρύο, το πλάγιασμα και τη ξηρασία. Η ποικιλία Odisseo αποτελεί μια ισορροπημένη επιλογή που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των αγροτών για υψηλή παραγωγικότητα και ανθεκτικότητα (Alfa Seeds – Σκληρό Σιτάρι, n.d.).

8. **Levante:** Με καταγωγή από τη γενεαλογία G 80/Piceno/Ionio, η Levante παρέχει μέση εποχή ξεσταχύσματος και φυτά μέσου ύψους, ενώ το χρώμα των αγάνων της είναι υπόλευκο. Το δυναμικό παραγωγής της είναι υψηλό, και διαθέτει καλό αδέλφωμα, προσφέροντας εξαιρετική ποιότητα σιτηρών.

Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού, η Levante είναι ποικιλία υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και ποιότητα γλουτένης βαθμολογημένη στο επίπεδο 6 στην κλίμακα 1-10. Ενώ εμφανίζει μέτρια ανθεκτικότητα σε σκωριάσεις, σεπτόρια και ωίδιο, επιδεικνύει ανθεκτικότητα στο κρύο και το πλάγιασμα. Η ποικιλία Levante αποτελεί μια αξιόπιστη επιλογή για τους αγρότες που επιθυμούν υψηλή παραγωγικότητα και ανθεκτικότητα στις δυσμενείς συνθήκες (Alfa Seeds – Σκληρό Σιτάρι, n.d.).

1.6.5 Σπορά

Η διαδικασία της σποράς του σιταριού είναι ένα σημαντικό βήμα στον κύκλο ζωής του φυτού και αποτελεί την αρχή της καλλιέργειάς του. Η ημερομηνία σποράς έχει αναγνωριστεί ως ένα κρίσιμος παράγοντας στην παραγωγή χειμερινού σιταριού, λόγω της στενής σχέσης μεταξύ της συσσωρευμένης ξηράς ουσίας στο σπορόφυτο και της προσαρμογής του στο ψύχος (Fowler and 43 Gusta, 1977). Η διαδικασία της σποράς γίνεται με τα παρακάτω βήματα:

1. **Προετοιμασία του εδάφους:** Πριν από τη σπορά, το έδαφος πρέπει να προετοιμαστεί προσεκτικά. Συνήθως, γίνεται αροτραία επεξεργασία του εδάφους για να δημιουργηθεί μια ομοιόμορφη και λογικά αερισμένη επιφάνεια.

Το έδαφος επίσης αξιολογείται για την περιεκτικότητά του σε θρεπτικά στοιχεία, και αν απαιτείται, προστίθενται λιπάσματα.

2. **Επιλογή και προετοιμασία των σπόρων:** Η επιλογή υψηλής ποιότητας σπόρων είναι κρίσιμη. Οι σπόροι πρέπει να είναι υγιείς και απαλλαγμένοι από ασθένειες και παρασίτων. Στη συνέχεια, οι σπόροι μπορεί να υποβληθούν σε επεξεργασία, όπως επικάλυψη με φυτοφάρμακα ή βιολογικές επεξεργασίες, για την προστασία τους από ασθένειες και εχθρούς.
3. **Σπορά:** Η σπορά γίνεται συνήθως με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων που διανέμουν τους σπόρους ομοιόμορφα στο έδαφος. Η πυκνότητα σποράς και ο βάθος σποράς εξαρτώνται από τον τύπο του σιταριού και τις τοπικές συνθήκες. Η ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα που σπέρνεται καθορίζεται από την εποχή σποράς, τη γονιμότητα εδάφους, τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, την εδαφική υγρασία, την ποικιλία, την προετοιμασία εδάφους.
4. **Περίθαλψη μετά τη σπορά:** Μετά τη σπορά, είναι σημαντικό να γίνεται περίθαλψη των φυτών για την προστασία τους από ασθένειες και εντομοθρύλλια. Επίσης, η παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών είναι απαραίτητη για να εξασφαλιστεί η επιτυχής ανάπτυξή τους.

Η πιθανότητα καταστροφής της σποράς από παγετό αυξάνεται αρκετά σε μια πολύ πρώιμη σπορά όπου τα νεαρά φυτά αναπτύσσονται σε ένα προηγμένο βλαστικό στάδιο. Σύμφωνα με τους Loerpky and Lafond (1989) για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη εγκατάσταση των φυτών στον αγρό κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, το βάθος του χειμερινού σιταριού πρέπει να κυμαίνεται 10-25 mm. Επιπλέον, αναφέρεται ότι τοποθετώντας τους σπόρους βαθύτερα από 25mm η εμφάνιση των σπορόφυτων γίνεται καθυστερημένα, ενώ μειώνεται η συσσωρευμένη ξηρά ουσία και η αντοχή τους στο ψύχος. Οι καταλληλότερες αποστάσεις είναι 14-20cm μεταξύ των γραμμών και 2.5-5cm επί της γραμμής (περίπου 150 φυτά/τμ) (Δαναλάτος, 2005).

Στη χώρα μας το σιτάρι σπέρνεται κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο. Σήμερα, εφαρμόζεται γραμμική σπορά με ελαφριά κάλυψη του σπόρου με σβάρνισμα. Επιθυμητή είναι η κατά το δυνατόν πρώιμη σπορά μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, καθώς η υγρασία που διαθέτει το έδαφος είναι αρκετά ωφέλιμη. Για τις πιο ορεινές περιοχές ο ιδανικότερος μήνας σποράς θεωρείται ο Οκτώβριος. Η

καθυστερημένη σπορά συνήθως σχετίζεται με μειωμένη απόδοση και ποιότητα παραγωγής (Fowler, 1982).

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται 14-18 kg σπόρου/στρ. σε περιοχές με ήπιες καιρικές συνθήκες κατά τον χειμώνα και ενδέχεται να φτάσει τα 20 kg σπόρου/στρ. για ορεινές περιοχές ή ποικιλίες που δεν αδελφώνουν πολύ.

Η σπορά του σιταριού αποτελεί τη βάση για την επιτυχή καλλιέργειά του και τη σίγουρη συγκομιδή. Η σωστή προετοιμασία του εδάφους, η επιλογή υψηλής ποιότητας σπόρων, η ακριβής σπορά και η φροντίδα των φυτών μετά τη σπορά είναι σημαντικά βήματα που συντελούν στην επίτευξη μιας επιτυχημένης σιτοκαλλιέργειας.

1.6.6 Ζιζανιοκτονία

Η ζιζανιοκτονία του σιταριού είναι μια σημαντική πτυχή της καλλιέργειας σιταριού και αφορά τον έλεγχο και την εξάλειψη των ανεπιθύμητων ζιζανίων που αναπτύσσονται στο χωράφι. Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται το σιτάρι για τη διαθέσιμη υγρασία, τα θρεπτικά συστατικά και τον χώρο, και εάν δεν ελεγχθούν αποτελεσματικά, μπορούν να προκαλέσουν μείωση της απόδοσης του σιταριού.

Αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει ο παραγωγός σιταριού, ειδικότερα σε χρονιές με ήπιο χειμώνα. Τα κυριότερα ζιζάνια είναι η αγριοβρώμη, η κύπερη, η αγριάδα και ο βέλιουρας από τα αγροστώδη. Ενώ, από τα πλατύφυλλα αντιμετωπίζει την παπαρούνα, την κολλιτσίδα, το γαϊδουράγκαθο, την αγριομαργαρίτα και το χαμομήλι (Δαναλάτος, 2005).

Οι διάφορες ομάδες ζιζανιοκτόνων διαφέρουν ως προς τον χρόνο παραμονής τους στο έδαφος. Όλες οι οικογένειες των ζιζανιοκτόνων αφήνουν υπολείμματα στα εδάφη άλλες για περισσότερο χρονικό διάστημα και άλλες για μικρότερο χρονικό διάστημα στα εδάφη.

Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπισή τους χρησιμοποιούνται σύγχρονα ζιζανιοκτόνα. Τα πολυετή ζιζάνια καταπολεμώνται με θερινά οργώματα και σε δυσκολότερες περιπτώσεις με εξειδικευμένα ζιζανιοκτόνα.

Ο παραγωγός θα έρθει όμως αντιμέτωπος και με τα έντομα εδάφους, τα οποία είναι οι σιδηροσκώληκες, ο ζάβρος και οι αγρότιδες. Μερικές φορές προκαλούν ζημιές οι προνύμφες και ορισμένα ακμαία κολεόπτερα της οικογένειας scarabaeidae, καθώς και

οι προνύμφες του διπτέρου *tipula oleracea*. Τα έντομα αυτά έχουν την τάση να προσβάλλουν τους σπόρους κατά το φύτευμα καθώς όμως και τα νεαρά φυτά στις ρίζες ή και στα φύλλα. Τα ακμαία του ζάβρου προσβάλλουν τους σπόρους ακόμα και μετά το θερισμό.

Για τον περιορισμό του πληθυσμού των **σιδηροσκώληκων** προτείνεται η αμειψισπορά με βίκο, τριφύλλι, αραχίδα, βρώμη κ.α. Η βρώμη συνιστάται και στις περιπτώσεις προσβολής από ζάβρο. Για το ***tipula oleracea*** προτείνεται αποστράγγιση και καλή κατεργασία του χωραφιού. Χρησιμοποιούνται, επίσης, διάφορα εντομοκτόνα. Τα εντομοκτόνα σε μορφή σκόνης ή υδατικού διαλύματος ανακατεύονται με το σπόρο ή το έδαφος πριν από τη σπορά. Τέλος, για την αντιμετώπιση των **αγροτίδων** συχνά χρησιμοποιούνται πιτυρούχα δολώματα εμποτισμένα με εντομοκτόνα (Σφήκας, 1991).

Γενικότερα οι τεχνικές ζιζανιοκτονίας περιλαμβάνουν:

1. **Χημική Ζιζανιοκτονία:** Η χημική ζιζανιοκτονία είναι η πιο κοινή μέθοδος. Χρησιμοποιούνται κατάλληλα φυτοφάρμακα που είναι σχεδιασμένα να εξαλείφουν τα ζιζάνια χωρίς να προκαλούν ζημιά στο σιτάρι. Η επιλογή του φυτοφαρμάκου εξαρτάται από τα είδη των ζιζανίων που εμφανίζονται στο σιτάρι και την φάση της ανάπτυξης τους. Οι χημικές ουσίες που εμπεριέχονται σε ένα ζιζανιοκτόνο μπορούν να επηρεάσουν την ιδιότητά του να παραμένει στο έδαφος και να δρα αφήνοντας υπολείμματα για κάποιο αρκετά μεγάλο διάστημα. Κάποιοι βασικοί παράγοντες είναι η διαλυτότητα στο νερό, η εδαφική προσρόφηση, η πτητικότητα και η επιδεκτικότητα στη χημική ή μικροβιακή αλλαγή ή αποδόμηση.
2. **Φυσική Ζιζανιοκτονία:** Πρόκειται για μεθόδους που βασίζονται στη χρήση φυσικών πόρων για τον έλεγχο των ζιζανίων. Συμπεριλαμβάνουν τη χρήση αγροτικών μηχανημάτων που βοηθούν στην αφαίρεση των ζιζανίων από το χωράφι, καθώς και την αγελάδες ή άλλα ζώα που βόσκουν στον χώρο και βοηθούν στην ελάττωση της ανάπτυξης των ζιζανίων.
3. **Βιολογική Ζιζανιοκτονία:** Σε αυτήν την περίπτωση, χρησιμοποιούνται φυσικοί εχθροί των ζιζανίων, όπως παρασιτοειδείς, για να ελέγξουν την ανάπτυξή τους. Αυτή η μέθοδος είναι πιο βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική.

4. **Εναλλακτικές Πρακτικές:** Συμπληρωματικές τεχνικές όπως η επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών σιταριού, η προσαρμογή της πυκνότητας των φυτών και η βελτιστοποίηση των χρονικών περιόδων καλλιέργειας μπορούν επίσης να συμβάλλουν στον έλεγχο των ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός Η.Γ. Ζιζανιολογία, 1995).

Είναι σημαντικό να επιλεγούν κατάλληλες μέθοδοι ζιζανιοκτονίας που να είναι αποτελεσματικές, αλλά και περιβαλλοντικά φιλικές, προκειμένου να διασφαλιστεί η υψηλή απόδοση και ποιότητα της καλλιέργειας του σιταριού.

1.6.7 Άρδευση

Η άρδευση του σιταριού αποτελεί μια διαδικασία κεντρικής σημασίας στην καλλιέργειά του και επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και την ποιότητα του σιταριού. Η σωστή διαχείριση της άρδευσης είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση του απαιτούμενου υδρικού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και την παραγωγή υψηλής ποιότητας σιταριού.

Καταρχάς, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

1. **Υδρολογική αξιολόγηση:** Η άρδευση πρέπει να προσαρμόζεται στις ανάγκες των φυτών και στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Η ποσότητα της βροχόπτωσης, ο τύπος του σιταριού, το έδαφος, η θερμοκρασία και η ποσότητα του διαθέσιμου νερού στα συστήματα άρδευσης και στο έδαφος επηρεάζουν την ποσότητα της άρδευσης που απαιτείται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Διαφορετικές ποσότητες νερού απαιτούνται σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του σιταριού. Για παράδειγμα, το σιτάρι απαιτεί μεταξύ 350 και 600 χιλιοστών νερού για να φτάσει στην κανονική ωρίμανση και την αναμενόμενη απόδοση. Η άρδευση είναι απαραίτητη σε μέρη με ανεπαρκείς βροχοπτώσεις για την ικανοποίηση αυτών των αναγκών. Για να έχουμε μεγάλες αποδόσεις, πρέπει να διασκορπιστεί ισόποσα.
2. **Ποιότητα του νερού:** Το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση πρέπει να είναι καθαρό και απαλλαγμένο από άλατα και χημικά που μπορεί να είναι βλαβερά για τα φυτά. Η ποιότητα του νερού επηρεάζει την υγεία των φυτών και την ποιότητα των καρπών. Τα καταλυτικά συστήματα άρδευσης είναι πιο επιτυχημένα στην εξάλειψη των αλάτων από το έδαφος. Επιπλέον, έχει

αποδειχθεί ότι η συχνή άρδευση με σταγόνες (με τη χρήση της σωστής ποσότητας νερού) μπορεί να αυξήσει το μήκος και τη μάζα των ριζών των σιτηρών, καθώς και τη συγκέντρωση της βυθισμένης βιομάζας, ενισχύοντας την απόδοση της καλλιέργειας και την αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού.

3. **Τρόπος άρδευσης:** Ο τρόπος που πραγματοποιείται η άρδευση παίζει σημαντικό ρόλο. Συνήθως χρησιμοποιούνται αρδευτικά συστήματα όπως ο παραγείος, ο τροχοφόρος ή ο σταθερός αγωγός για την ομοιόμορφη διανομή του νερού στο χωράφι. Οι αγρότες χρησιμοποιούν συχνά απομιμητικά συστήματα άρδευσης, όπως καταιωνιστήρες, για την καλλιέργεια σιταριού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι σωλήνες άρδευσης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν τα φυτά βρίσκονται σε τόσο μικρή απόσταση μεταξύ τους. Τα συστήματα άρδευσης με σταγόνες και καταιονισμό μπορούν να χρησιμοποιούν λιγότερο νερό από τα πλήρη συστήματα άρδευσης, σύμφωνα με το Πανεπιστήμιο Davis της Καλιφόρνια, γεγονός που μειώνει τη σπατάλη νερού. Ο κίνδυνος ανάπτυξης ασθενειών στο σιτάρι μπορεί, ωστόσο, να αυξηθεί από τη συχνή άρδευση με ψεκασμό, επομένως αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.
4. **Προγραμματισμός της άρδευσης:** Η άρδευση πρέπει να προγραμματίζεται σύμφωνα με τις ανάγκες των φυτών σε διάφορες φάσεις ανάπτυξής τους. Συνήθως, η άρδευση διαχωρίζεται σε φάσεις όπως η φάση της ανάπτυξης, η ανθοφορία και η σπορά. Η βέλτιστη εποχή για την καλλιέργειά του καθώς και η διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τον τύπο του σιταριού. Για παράδειγμα, ενώ τα είδη αρτόσιτου (μαλακό σιτάρι) μπορούν να καλλιεργηθούν τόσο ως χειμερινή όσο και ως εαρινή καλλιέργεια, τα είδη **Durum** και το **σκληρό σιτάρι** φυτεύονται συχνά κατά τους χειμερινούς μήνες. Η διάρκεια της καλλιέργειας του σιταριού είναι σημαντική, δεδομένου ότι καθορίζει εάν απαιτείται άρδευση. Οι τύποι χειμερινού σιταριού προτιμώνται από πολλούς αγρότες επειδή μπορούν να αποδώσουν έως και 30% περισσότερο από τις ανοιξιάτικες ποικιλίες, ενώ απαιτούν λιγότερη άρδευση (Wikifarmer, 2022).

Εν κατακλείδι, η άρδευση του σιταριού είναι ένα σημαντικό κομμάτι της γεωργίας που επηρεάζει την ποσότητα και την ποιότητα της παραγωγής. Οι γεωργοί πρέπει να λάβουν υπόψη τους πολλούς παράγοντες που επηρεάζουν την άρδευση προκειμένου να εξασφαλίσουν την επιτυχία της καλλιέργειάς τους και την ποιότητα του παραγόμενου σιταριού.

1.6.8 Συγκομιδή

Η συγκομιδή του σιταριού αποτελεί το κορύφωμα της γεωργικής διαδικασίας και είναι ένα κρίσιμο στάδιο για την εξασφάλιση υψηλής ποιότητας και ποσότητας σιτηρών.

- 1. Προετοιμασία για τη συγκομιδή:** Πριν από την έναρξη της συγκομιδής, οι γεωργοί πρέπει να ελέγξουν την ωριμότητα του σιταριού. Η ωριμότητα καθορίζεται από το χρώμα των στάχων και την ξήρανση τους. Επίσης, πρέπει να εξεταστούν οι καιρικές συνθήκες, καθώς η συγκομιδή πρέπει να γίνεται σε ξηρό και ηλιόλουστο καιρό για την προστασία των σιτηρών από την υγρασία. Τυπικά πραγματοποιείται όταν η περιεκτικότητά του σε υγρασία βρίσκεται στο 13-15%, μπορεί όμως να συγκομιστεί επιτυχώς και σε υψηλότερες περιεκτικότητες υγρασίας, αρκεί μετά από την συγκομιδή του να υποστεί ξήρανση (σε λιγότερο από 24 ώρες), ώστε να αποτραπούν η εκβλάστηση του σπόρου ή οι διάφορες αλλοιώσεις. Γενικά, συστήνεται να θεριστεί όταν η περιεκτικότητα υγρασίας είναι μικρότερη από 20% και να ξεραθεί με ζεστό αέρα, ο οποίος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τους 43°C, καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να μειώσουν την ικανότητα βλάστησης και να έχει αρνητική επίπτωση σε ποικιλίες που προορίζονται για σπορά. Ο σπόρος κατά προτίμηση πρέπει να έχει λιγότερο από 12-12,5% περιεκτικότητα σε υγρασία ώστε να αποθηκευτεί ασφαλώς.
- 2. Επιλογή εργαλείων:** Για τη συγκομιδή του σιταριού χρησιμοποιούνται συνήθως συλλεκτές, γνωστοί και ως συλλεκτικές μηχανές. Αυτές οι μηχανές έχουν κινούμενες μαχαίρες ή πυροκροτήσεις που κόβουν τα στάχυα και τα συλλέγουν στο εσωτερικό τους. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος συγκομιδής των σιτηρών είναι ο μηχανικός, με την χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής. Η μηχανική συγκομιδή μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του σπόρου με τους εξής δύο τρόπους: καταστροφή του πυρήνα και καθαρότητα του σπόρου. Η ελάχιστη απώλεια που μπορεί να γίνει εφικτή κυμαίνεται από 0,5 έως 2%. Οι

στροφές του κινητήρα είναι συνήθως δεδομένες, αλλά αποτελούν την πιο σημαντική ρύθμιση από όλες. Μία κομπίνα με περιστροφικό ή κυλινδρικό αλωνιστή μπορούν να επιτύχουν μία αποτελεσματική συγκομιδή σιταριού (Taylor and Shrock, 1995).

3. **Η διαδικασία της συγκομιδής:** Ο συλλέκτης κινείται πάνω από το χωράφι και κόβει τα στάχυα του σιταριού. Τα στάχυα στη συνέχεια μεταφέρονται στο εσωτερικό του μηχανήματος, όπου διαχωρίζονται από τον καλάμι του σιταριού και από τα υπόλοιπα αχύρια. Η συγκομιδή θα πρέπει να γίνεται όταν οι σπόροι είναι πλέον ώριμοι και το ποσοστό υγρασίας του σπόρου έχει πέσει κάτω από 25-30%, η καταλληλότερη περίοδος είναι όταν η υγρασία του σπόρου είναι κάτω από 13%. Κατά τη συγκομιδή χρειάζεται προσοχή ώστε να μη σπάνε ή ραγίζουν οι σπόροι καθώς είναι αρκετά ευαίσθητοι λόγω του υψηλού υαλώδους (ειδικότερα εκείνοι με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη).
4. **Αποθήκευση και επεξεργασία:** Μετά τη συγκομιδή, τα σιτάρια πρέπει να αποθηκευτούν σε ξηρά και δροσερά μέρη για να αποφευχθεί η υγρασία και η συμπίεσή τους. Στη συνέχεια, τα σιτάρια μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία για την απομάκρυνση των αχύριων και την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Η αποθήκευση του σκληρού σίτου θα πρέπει να γίνεται σε επαγγελματικές αποθήκες αμέσως μετά τη συγκομιδή που να διασφαλίζουν καλό αερισμό και έλεγχο της θερμοκρασίας (<15°C). Η υψηλή θερμοκρασία και η υγρασία των αποθηκών μπορεί να προσελκύσει έντομα αλλά και να δημιουργήσει πρόβλημα στη σύσταση του σπόρου. Οι επεμβάσεις με εντομοκτόνες ουσίες στις αποθήκες πρέπει να μην προκαλούν επιμόλυνση του σπόρου με ανεπιθύμητα υπολείμματα πάνω από τα επιτρεπτά όρια (Οκτωνιάτης, 2009).

Η συγκομιδή του σιταριού είναι μια σημαντική στιγμή για τους γεωργούς, καθώς αντιπροσωπεύει τον καρπό της σκληρής δουλειάς τους κατά τη διάρκεια του αγροτικού κύκλου. Με την κατάλληλη προετοιμασία και τη χρήση κατάλληλων μηχανημάτων, η συγκομιδή εξασφαλίζει την απόδοση και την ποιότητα του σιταριού, παρέχοντας τροφή για τον παγκόσμιο πληθυσμό και υλικό για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων.

1.7 Χημική σύσταση και πρωτεΐνη

Οι σιτηρέσιοι, όπως το σιτάρι, το καλαμπόκι και το ρύζι, αποτελούν σημαντικό μέρος της διατροφής σε πολλά μέρη του κόσμου. Η χημική σύσταση των σιτηρών περιλαμβάνει διάφορες θρεπτικές ουσίες, με την πρωτεΐνη να είναι μία από τις σημαντικότερες. Οι συνθήκες ανάπτυξης, το περιβάλλον και η χρήση λιπασμάτων, έχουν σημαντική επίδραση στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του σίτου. Γενικά, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 6% έως 27%, αν και τα περισσότερα εμπορικά προϊόντα εμφανίζουν ποσοστά 8-16% (Delcour and Hoseney, 2010).

Η χημική σύσταση των σιτηρών περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- **Νερό:** Πριν τον θερισμό, το ποσοστό νερού στους σιτηρούς ανέρχεται στο 30%, ενώ μετά από τον θερισμό και την ξήρανση, αυτό πρέπει να μειωθεί στο εύρος του 10-14%, συνήθως κοντά στο 12-13%.
- **Άμυλο:** Το άμυλο αποτελεί το 50-75% του βάρους των σιτηρών και παραμένει στο σχήμα των αμυλόκοκκων.
- **Άλλοι υδατάνθρακες:** Στα πίτυρα των σιτηρών περιλαμβάνονται κυτταρίνες και πεντοζάνες.
- **Πρωτεΐνες:** Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από τη γλουτένη, που είναι μη υδατοδιαλυτή, και τις λευκωματίνες, που είναι υδατοδιαλυτές.
- **Ανόργανες ύλες:** Οι σιτηροί περιέχουν ανόργανες ύλες όπως φωσφορικό κάλιο, φωσφορικό μαγνήσιο, και τέφρα σε ποσοστό άνω του 1,4%.
- **Ένζυμα:** Στους σιτηρούς περιλαμβάνονται αμυλάσες, πρωτεάσες, λιπάσες και πεντοζανάσες.
- **Λίπος:** Η περιεκτικότητα λίπους στους σιτηρούς κυμαίνεται συνήθως από 1% έως 3%, εκτός από το καλαμπόκι που μπορεί να φτάσει το 5% (Γεωργόπουλος, 2010).

Οι σιτηροί έχουν διαφορετική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, επηρεαζόμενη από πολλούς παράγοντες. Η ποιότητα του σιταριού και η θρεπτική του αξία συνδέονται με το ποσοστό πρωτεΐνης που περιέχει, γνωστό ως GPC (Grain Protein Content). Οι βελτιωτές επιδιώκουν την αύξηση της περιεκτικότητας σε λυσίνη, αλλά αυτό εξαρτάται

από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των γενετικών ιδιοτήτων των ποικιλιών, της καλλιέργειας και της λίπανσης (Matsuo et al., 1972, 1982; Autran et al., 1986; D'Egidio et al., 1990; Feillet and Dexter, 1996).

Περιεκτικότητα σπόρου σε θρεπτικά στοιχεία	Ποσοστό περιεκτικότητας
Πρωτεΐνες	8%-15% και πλέον
Υδατάνθρακες	60%-80%
Λίπος	1,5%-2%
Μέταλλα	1,5%-2%

Πίνακας 1.2: Ποσοστά περιεκτικότητας σπόρου σε θρεπτικά συστατικά, Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly 21/02/2020

1.8 Χρήσεις του σιταριού

Σίτος (σιτάρι) είναι ένα από τα πιο σημαντικά είδη δημητριακών στον κόσμο και χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς. Μερικές από τις κύριες χρήσεις του σιταριού περιλαμβάνουν:

- Παραγωγή αλεύρου: Το σιτάρι χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή αλεύρου, το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού, αρτοσκευασμάτων και άλλων ειδών ζυμαρικών.
- Παραγωγή αλκοόλ: Το σιτάρι είναι επίσης σημαντικό στην παραγωγή αλκοόλ, όπως μπίρα, ούισκι και βότκα.
- Ζωοτροφές: Το σιτάρι αποτελεί σημαντικό συστατικό στη ζωοτροφική βιομηχανία και χρησιμοποιείται για την εκτροφή ζώων όπως τα πουλικά, τα βοοειδή και τα χοιροειδή.
- Ενέργεια: Το σιτάρι μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοκαυσίμων, όπως βιοαιθανόλη.
- Βιοκαύσιμα: Το σιτάρι χρησιμοποιείται επίσης για την παραγωγή βιοκαυσίμων όπως το βιοαιθανόλη.
- Βιομηχανία: Το σιτάρι χρησιμοποιείται για την παραγωγή πολλών βιομηχανικών προϊόντων, όπως χαρτί, υφάσματα και πλαστικά.

- **Φαρμακευτική:** Ορισμένα συστατικά του σιταριού έχουν φαρμακευτικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται σε διάφορα φαρμακευτικά προϊόντα.
- **Επισιτιστική βιομηχανία:** Το σιτάρι χρησιμοποιείται σε διάφορες επισιτιστικές εφαρμογές, όπως παραγωγή δημητριακών προϊόντων, όπως κράκερς, μπάρες δημητριακών κ.α.

Επιπλέον, οι ρίζες του σιταριού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή ζωμού, και οι στις άκρες των στάχυων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή τσαγιού.

Τέλος, το σιτάρι χρησιμοποιείται επίσης σε διάφορες καλλιτεχνικές εφαρμογές, όπως για την παραγωγή αντικειμένων διακόσμησης, όπως καλάθια και χαλιά (FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), USDA (United States Department of Agriculture)).

1.9 Προοπτικές των σιτηρών για την ελληνική οικονομία

Η περιοχή καλλιέργειας σκληρού και μαλακού σιταριού στην Ελλάδα έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές από το 1931 έως σήμερα. Έτσι, το έτος αυτό, το σκληρό σιτάρι αποτελούσε το 66,6% του συνόλου των εκτάσεων που καλλιεργούνταν με σκληρό σιτάρι στην Ελλάδα, ανεξάρτητα από το αν επρόκειτο για σκληρό ή μαλακό σιτάρι. Εκείνη την εποχή καλλιεργούνταν οι τοπικοί πληθυσμοί -μια ποικιλία τύπων με πολλά ελαττώματα. Ήταν επιρρεπείς στην κακοκαιρία, όψιμες και πιο ευαίσθητες στις επιδημίες κηλίδων λόγω των μακρών, ευάλωτων στελεχών τους. Η στρεμματική απόδοση δεν ξεπερνούσε κατά μέσο όρο τα 60 κιλά. Επιπλέον, δεν υπήρχαν λιπάσματα και οι μέθοδοι καλλιέργειας ήταν πρωτόγονες. Το 1947, η ηγεμονία αυτή μειώθηκε σταδιακά (47,4% σκληρό σιτάρι).

Ωστόσο, η αυξανόμενη ζήτηση για σιτάρι αρτοποιίας σε όλη τη χώρα ανάγκασε τους καλλιεργητές να επικεντρωθούν μόνο στην καλλιέργεια σιταριού. Οι βελτιώσεις στο μαλακό σιτάρι παρήγαγαν ποικιλίες με εξαιρετικές αποδόσεις και ευελιξία τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Υπήρξε υψηλότερη μέση παραγωγή σιταριού ανά εκτάριο, γεγονός που οδήγησε σε μεγαλύτερη παραγωγή μαλακού σιταριού.

Όσον αφορά την έκταση, την παραγωγικότητα και τη μέση απόδοση ανά εκτάριο, η καλλιέργεια σκληρού σιταριού βρίσκεται σήμερα σε πολύ υψηλά επίπεδα. Οι

μελλοντικοί στόχοι θα πρέπει να περιλαμβάνουν τον περιορισμό της καλλιέργειας μόνο στις περιοχές και στα εδάφη που είναι τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά ευνοϊκά γι' αυτήν (Λεμονάκης, 2007).

Σήμερα, στην Ελλάδα, οι σιτηροπαραγωγοί αντιμετωπίζουν αρκετές προκλήσεις, όπως η ανεπαρκής χρηματοδότηση, η έλλειψη τεχνολογικής υποστήριξης και η ανάγκη εξειδικευμένης εκπαίδευσης των αγροτών. Παρόλα αυτά, οι προοπτικές των σιτηρών για την ελληνική οικονομία μπορούν να αναλυθούν από διάφορες σκοπιές:

Αγροτική παραγωγή: Οι σιτηροειδείς καλλιέργειες αποτελούν σημαντικό μέρος της ελληνικής αγροτικής παραγωγής και συμβάλλουν στην αύξηση των εξαγωγών της χώρας. Ειδικότερα, το σιτάρι είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στη χώρα και αντιπροσωπεύει σημαντικό μέρος της ελληνικής παραγωγής σιτηρών.

Κλιματικές συνθήκες: Η Ελλάδα έχει ένα ιδανικό κλίμα για την καλλιέργεια σιτηρών, με ήπιους χειμώνες και ζεστά καλοκαίρια. Αυτό επιτρέπει στους αγρότες να παράγουν σιτηρά υψηλής ποιότητας. Στον αγροτικό τομέα δηλαδή, οι σιτηροπαραγωγοί συνεχίζουν να αποτελούν σημαντικό κομμάτι της ελληνικής οικονομίας, καθώς η Ελλάδα έχει ένα από τα μεγαλύτερα αγροτικά εισοδήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η αγορά σιτηρών στην Ελλάδα αποτελεί επίσης σημαντικό κομμάτι της αγοράς τροφίμων και ζωοτροφών.

Ζήτηση στην αγορά: Οι σιτηροπαραγωγοί στην Ελλάδα έχουν μια μεγάλη ευκαιρία να επωφεληθούν από τη ζήτηση στην αγορά, ενώ η ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας μπορεί να προσθέσει μια επιπλέον διάσταση στην αξία των προϊόντων. Σε εμπορικό επίπεδο λοιπόν, οι παραγωγοί σιτηρών στην Ελλάδα αντιμετωπίζουν ανταγωνισμό από τους παραγωγούς σιτηρών σε άλλες χώρες, καθώς και από τις εισαγωγές σιτηρών από άλλες χώρες. Ωστόσο, οι παραγωγοί μπορούν να ανταγωνιστούν με τις ποιοτικές και βιώσιμες μεθόδους παραγωγής, και να αξιοποιήσουν την αυξανόμενη ζήτηση για βιολογικά προϊόντα και τοπικά προϊόντα.

Εξαγωγές: Η Ελλάδα είναι ένας σημαντικός εξαγωγέας σιτηρών, με κύριο προορισμό την Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλες χώρες. Η αύξηση της παραγωγής και η βελτίωση της ποιότητας των σιτηρών μπορούν να αυξήσουν τις εξαγωγές και να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητα της Ελλάδας στις διεθνείς αγορές. Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλες εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης και καλό κλίμα για την παραγωγή σιτηρών, και αυτό της

δίνει τη δυνατότητα να επεκτείνει τις εξαγωγές της σε άλλες αγορές, όπως η Μέση Ανατολή και η Ασία.

Τουριστική αξία: Η παραγωγή σιτηρών και τοπικών προϊόντων μπορεί να αυξήσει την τουριστική αξία ενός τόπου και να προσελκύσει επισκέπτες που επιθυμούν να δουν την παραδοσιακή γεωργία και να δοκιμάσουν τοπικά προϊόντα.

Βιοκαύσιμα: Η χρήση σιταριού ως πρώτης ύλης για την παραγωγή βιοκαυσίμων αποτελεί μια αναδυόμενη αγορά στην Ευρώπη. Η Ελλάδα, ως μια από τις μεγαλύτερες παραγωγούς σιτηρών στην ΕΕ, μπορεί να αξιοποιήσει αυτή την ευκαιρία για την ενίσχυση της οικονομίας της.

Βιοενέργεια: Τα σιτηρά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή βιοενέργειας, κυρίως μέσω της παραγωγής βιοκαυσίμων.

Η καλλιέργεια σκληρού και μαλακού σιταριού στην Ελλάδα έχει αλλάξει δραματικά τα τελευταία χρόνια, με αποτέλεσμα η καλλιέργεια σκληρού σιταριού να εκτείνεται σε πολύ μεγαλύτερη έκταση από εκείνη του μαλακού σιταριού. Η ενίσχυση των εσόδων των παραγωγών από τη στήριξη του σκληρού σιταριού από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) αποτελεί τον κύριο παράγοντα αυτής της μετατόπισης. Το σκληρό σιτάρι εξακολουθεί να είναι μία από τις λίγες καλλιέργειες που εξακολουθούν να επιδοτούνται με ικανοποιητικό τρόπο, σύμφωνα με τους κανόνες που έχει δημιουργήσει (Λεμονάκης, 2007).

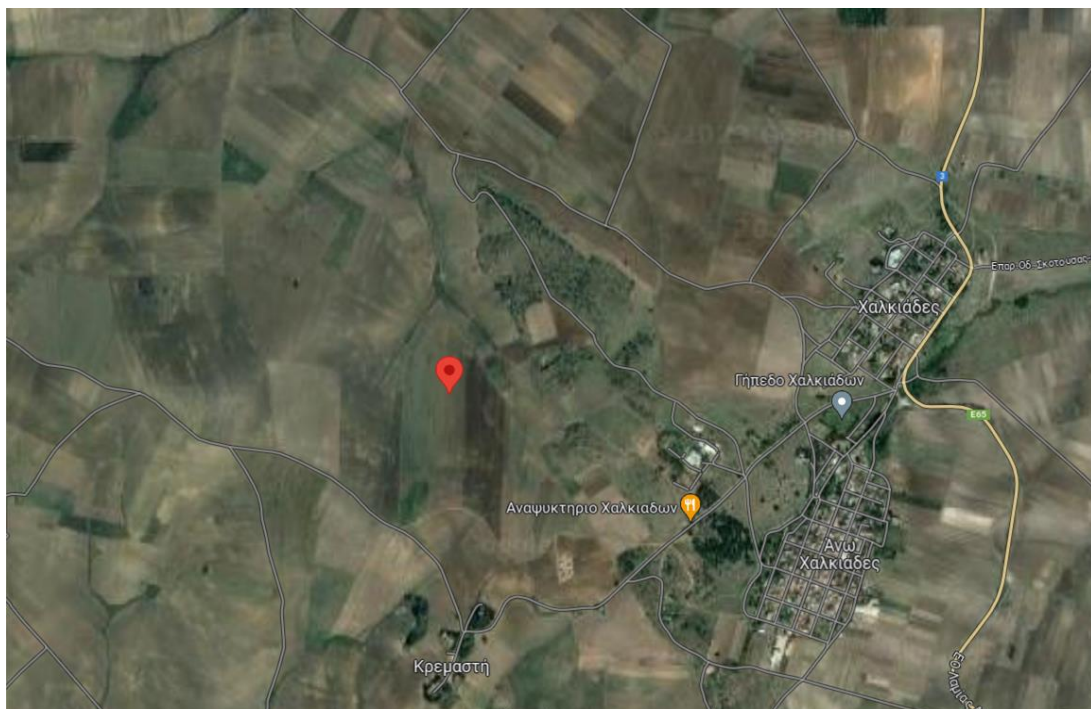
1.10 Σκοπός του πειράματος

Η διερεύνηση, σε διαφορετικά επίπεδα, της επίδρασης της αζωτούχο λίπανσης στην καλλιέργεια του σκληρού σίτου της ποικιλίας SIMETO (*Triticum durum*) για την παραγωγή βιομάζας ως ζωοτροφής (στην περιοχή Χαλκιάδων Λάρισας), είναι ο σκοπός αυτής μελέτης. Τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης που μελετήθηκαν είναι 4(0 N/στρ, 5 N/στρ, 10 N/στρ, 15 N/στρ). Πραγματοποιήθηκαν σε συγκεκριμένο χρόνο 3 δειγματοληψίες για τον έλεγχο του χλωρού και του ξηρού βάρους για να προσδιοριστεί ο μέγιστος συνδυασμός χρόνου δειγματοληψίας, ποσότητα λίπανσης και παραγωγής βιομάζας που αποφέρει το καλύτερο οικονομικό αποτέλεσμα.

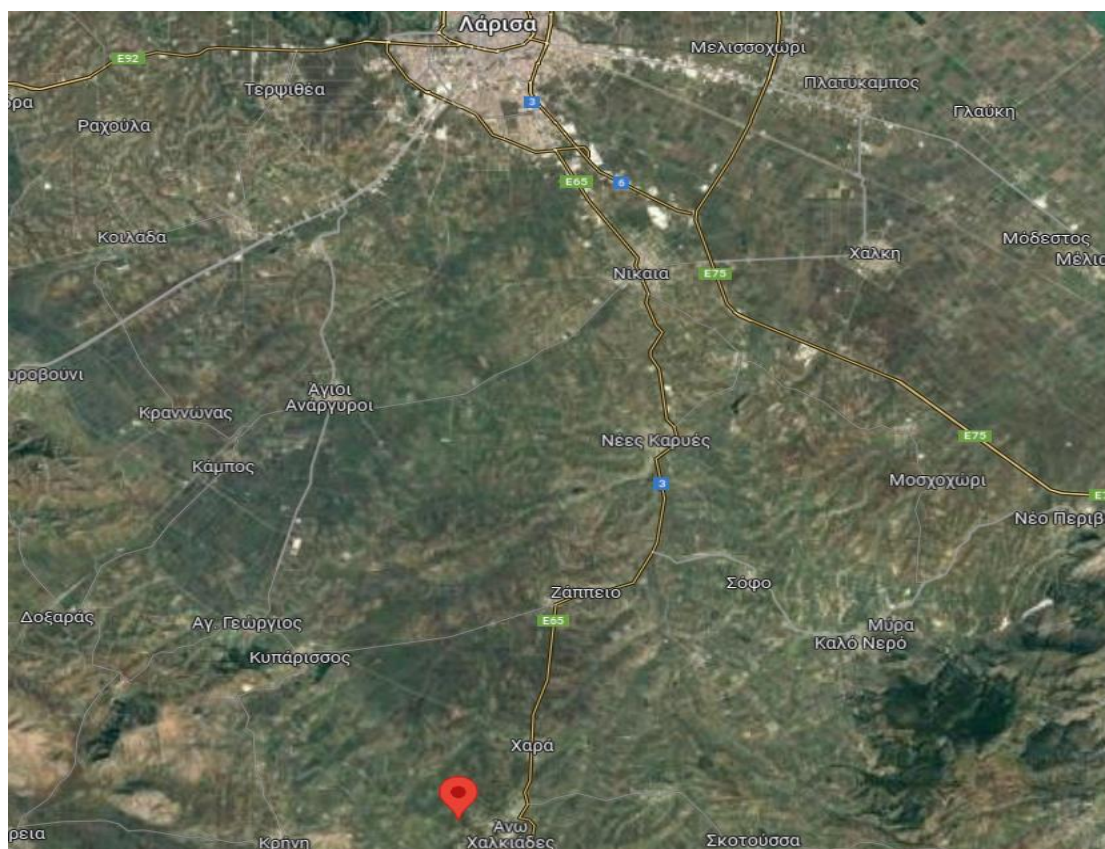
2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Επιλογή πειραματικού αγρού

Στην περιοχή των Χαλκιάδων Λάρισας ($39^{\circ}23'46''\text{N}$, $22^{\circ}24'23''\text{E}$) (Εικόνα 2.1) που απέχει 32,8 χλμ. δυτικά της Λάρισας (Εικόνα 2.2) πραγματοποιήθηκε το παρακάτω πείραμα. Το υψόμετρο της περιοχής είναι στα 280 μετρά. Ο μη ιδιόκτητος πειραματικός αγρός είναι κατάλληλος για την παραγωγή σίτου μέτριας παραγωγής σε σχέση με την υπόλοιπη περιοχή λόγω διάβρωσης του εδάφους.



Εικόνα 2.1: Δορυφορική απεικόνιση πειραματικού αγρού στην περιοχή Χαλκιάδων Λάρισας και η θέση αυτού, www.google.gr/maps.



Εικόνα 2.2: Δορυφορική απεικόνιση της θέσης του πειραματικού αγρού στη περιοχή Χαλκιάδων Λάρισας στο εύρος της περιοχής του Νομού Λάρισας και η απεικόνιση της θέση αυτού, www.google.gr/maps.

2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Στο δημοτικό σχολείο της Βαμβακούς Φαρσάλων το 2018 εγκαταστάθηκε μετεωρολογικός σταθμός, τύπου Davis, από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, από τον οποίο συλλέξαμε όλα τα μετεωρολογικά δεδομένα που χρειαζόμασταν. Ο λόγος της επιλογής αυτού του σταθμού ήταν η απόσταση καθώς απέχει μόλις 5 χιλιόμετρα από την περιοχή του πειραματικού αγρού. Τα δεδομένα που ελήφθησαν αφορούν τις βροχοπτώσεις, τις μέσες κλιματικές τιμές των βροχοπτώσεων, τις θερμοκρασίες και τις μέσες κλιματικές θερμοκρασίες αέρα.

2.3 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που ήταν κατάλληλο για πείραμα ήταν το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο (Completely Randomized Design-CRD).

Το πείραμα είχε συνολικό εμβαδόν 144 m² έκτασης, συγκεκριμένα 12m*12m=144m², με το εμβαδόν του κάθε τεμαχίου να είναι 9m², συγκεκριμένα 3m*3m=9m².

Η ποσότητα εφαρμογής τις αζωτούχος λίπανση (N/στρ) ήταν ο παράγοντας διαχωρισμού των τεμαχίων, και τα επίπεδα εφαρμογής ήταν τα εξής(Πίνακας 2.1):

1. M: Μάρτυρας καμία εφαρμογή (0 μονάδων N/στρ)
2. N1: Εφαρμογή Νιτρικής αμμωνίας με 125g (0 μονάδων N/στρ)
3. N2: Εφαρμογή Νιτρικής αμμωνίας με 250g (10 μονάδες N/στρ)
4. N3: Εφαρμογή Νιτρικής αμμωνίας με 375g (15 μονάδες N/στρ)

Πίνακας 2.1 : Πειραματικό σχέδιο

M-0 μονάδων N/στρ	N3-15 μονάδες N/στρ	N1-0 μονάδων N/στρ	N2-10 μονάδες N/στρ
N1-0 μονάδων N/στρ	N2-10 μονάδες N/στρ	M-0 μονάδων N/στρ	N3-15 μονάδες N/στρ
N3-15 μονάδες N/στρ	N1-0 μονάδων N/στρ	N2-10 μονάδες N/στρ	M-0 μονάδων N/στρ
N2-10 μονάδες N/στρ	M-0 μονάδων N/στρ	N2-15 μονάδες N/στρ	N1-0 μονάδων N/στρ

2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

2.4.1 Προετοιμασία αγρού και σπορά

Όλες οι απαραίτητες και αποδέκτες εργασίες του πεδίου του αγρού πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της προετοιμασίας του εδάφους για την σωστή ανάπτυξη του πειραματικού αγρού. Για την προετοιμασία του χωραφιού για την εγκατάσταση της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε αρχικά χρήση υπεδαφοκαλλιεργητή στις 27 Ιουλίου 2018. Έπειτα πραγματοποιήθηκε όργωμα με χρήση δισκοσβάρνα στις 28 Αυγούστου 2018. Τέλος πραγματοποιήθηκε όργωμα με χρήση καλλιεργητή για την προετοιμασία του εδάφους για σπορά στις 2 Νοέμβριου 2018.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 21 Νοέμβριου 2018 με την χρήση σπαρτικής μηχανής, με το διαστάσεις πλάτους σποράς στα 3 μετρά και στα 15 εκατοστά να είναι η απόσταση των σειρών μεταξύ τους. Η ποικιλία του σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν της ποικιλίας SIMETO του *Triticum durum*, με ποσότητα σπόρου ανά σειρά τα 21 kg/στρ.

2.4.2 Άρδευση

Οι βροχοπτώσεις που πραγματοποιήθηκαν από τις 21 Νοέμβριου του 2018 μέχρι τις 20 Ιουνίου του 2019 ήταν οι μονές ποσότητες νερού που έλαβε ο πειραματικός αγρός (Διάγραμμα 3.1). Καμία άλλη ενέργεια άρδευσης δεν πραγματοποιήθηκε στον πειραματικό αγρό.

2.4.3 Λίπανση

Στις 2 Μαρτίου 2019 πραγματοποιήθηκε λίπανση με ουροθεϊκή(40-0-0) σε κάθε τεμάχιο ξεχωριστά. Εφαρμοστήκαν 0g (0 μονάδες N/στρ), 125g (5 μονάδες N/στρ), 250g (10 μονάδες N/στρ), 375g (15 μονάδες N/στρ) λιπάσματος στα αντίστοιχα τεμάχια M, N1,N2 και N3. Η εφαρμογή σε κάθε τεμάχιο πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά με λίπασμα κοκκώδες μορφής.

2.4.4 Αντιμετώπιση ζιζανίων

Στις 27 Μαρτίου 2019 πραγματοποιήθηκε επέμβαση μεταφυτρωτικά με την χρήση του ζιζανιοκτόνου Mustang 306SE (με δραστική ουσία Florasulam 0.63% β/ο + 2,4-D 2-EHE 45.2% β/ο), ιδανικό για πλατύφυλλα ζιζάνια του σίτου, και το Axial 60 EC (με δραστική ουσία 6% β/ο pinoxaden + 1.55% β/ο clonquintocet-mexyl), κατάλληλο για τον έλεγχο των αγρωστωδών ζιζανίων του σίτου.

2.5 Δειγματοληψία – μετρήσεις

Για την μελέτη της ανάπτυξης της καλλιέργειας από την άνθηση έως την τελευταία συγκομιδή σπορών πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες, στις παρακάτω ημερομηνίες :

1. Στις 9-4-2019 πραγματοποιήθηκε η 1^η δειγματοληψία.
2. Στις 15-5-2019 πραγματοποιήθηκε η 2^η δειγματοληψία.
3. Στις 20-6-2019 πραγματοποιήθηκε η 3^η δειγματοληψία.

Ένα μεταλλικό πλαίσιο με εμβαδόν $0,25\text{m}^2 (0,5\text{m} * 0,5\text{m})$ χρησιμοποιήθηκε για τη δειγματοληψία κάθε πειραματικού τεμαχίου. Το πλαίσιο τοποθετούνταν σε τυχαίο σημείο σε κάθε τεμάχιο και για να πραγματοποιηθεί η κάθε δειγματοληψία. Κάθε δείγμα λαμβανόταν από το ολόκληρο το υπέργειο τμήμα των φυτών που αναπτύσσονταν σε αυτή κάθε επιφάνεια και τοποθετούνταν σε σακουλές. Στη συνέχεια καταγράφονταν οι ζυγίσσεις του χλωρού βάρους, με την χρήση ζυγαριάς ακρίβειας από κάθε δείγμα στο εργαστήριο, και τοποθετούνταν τα δείγματα στο ξηραντήριο για ξήρανση στους 60°C , για περίπου μια εβδομάδα. Μετά το πέρας της εβδομάδας και την καταγραφή του ξηρού βάρους των δειγμάτων ακολουθούσε η αξιολόγηση του χλωρού και του ξηρού βάρους αντίστοιχα της 1^{ης} δειγματοληψίας.

Η ίδια ακριβώς διαδικασία πραγματοποιήθηκε και στην 2^η δειγματοληψία.

Στην τρίτη δειγματοληψία από το κάθε δείγμα διαχωρίστηκαν και αφαιρέθηκαν μεμονωμένα οι σπόροι και τα υπολείμματα και το καθένα υποβλήθηκε στην διαδικασία ζύγισης ανεξάρτητα. Επιπλέον, τα δείγματα από την τελευταία δειγματοληψία αλέστηκαν σε μπλέντερ για να καταστεί δυνατή η ανάλυση των πρωτεϊνών με φασματοφωτόμετρο (NIR) (Εικόνα 2.3) στο σπόρο και στα υπολείμματα ξεχωριστά.

Στο σπόρο ελήφθησαν υπόψη για την ανάλυση του φασματοφωτόμετρου οι εξής παράγοντες για κάθε μεταχείριση:

1. Υγρασία(Moisture)
2. Πρωτεΐνη Σπόρου(Seed Protein)
3. Ξηρή γλουτένη(Dry Gluten)
4. Υγρή γλουτένη(Wet Gluten)

Στα υπολείμματα ελήφθησαν υπόψη για την ανάλυση του φασματοφωτόμετρου οι εξής παράγοντες για κάθε μεταχείριση :

1. Η Υγρασία(Moisture)
2. Η Πρωτεΐνη(Protein)
3. Η Τέφρα(ASH)
4. Οι Ακατέργαστες ίνες(Crude fiber)
5. Ο όξινης απορρυπαντικής ίνας(ADF)
6. Ο ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας(NDF)
7. Τα Λιπαρά(Fats)

- ## 9. Ο Φώσφορος(Phosphorus)

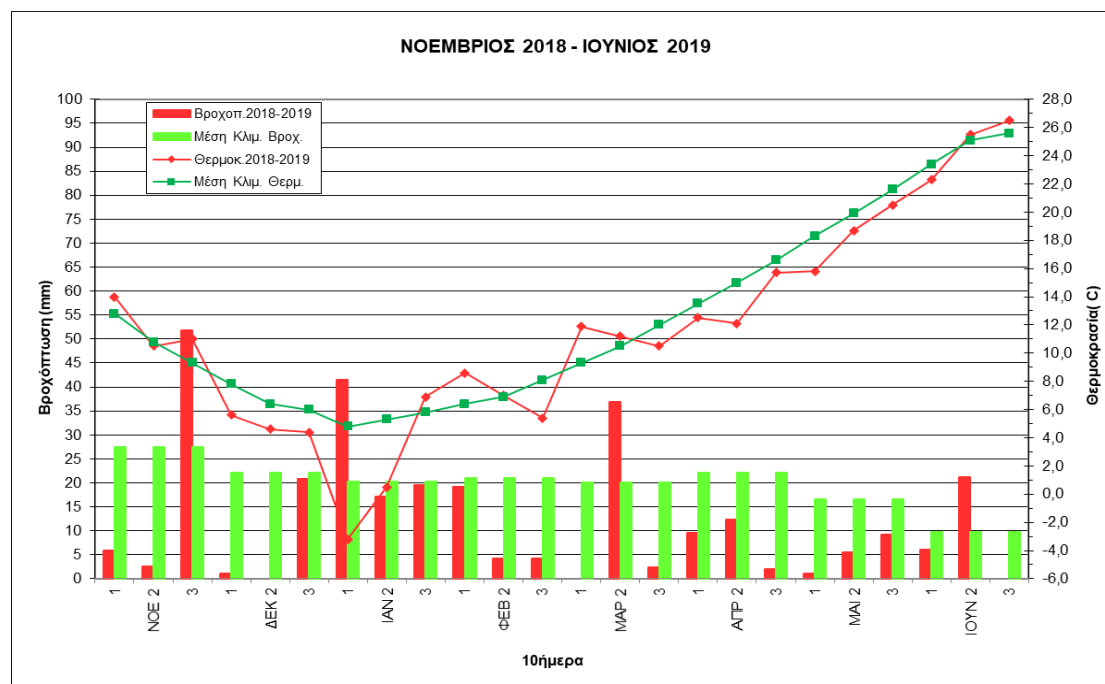


Εικόνα 2.3: Το Φασματοφωτόμετρο (NIR) του εργαστήριου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών που πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

Στο παρακάτω Διάγραμμα 3.1 αναλύονται από το 1^ο δεκαήμερο του Νοέμβριου 2018 έως το 3^ο δεκαήμερο του Ιουνίου του 2019 τα δεδομένα των καιρικών συνθήκων που επικράτησαν στην περιοχή Χαλκιάδων, σε απόσταση 5 χιλιομέτρων από τον πειραματικό αγρό.



Διάγραμμα 3.1: Καιρικές συνθήκες στην περιοχή των Χαλκιάδων, από το πρώτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου του 2018 έως τελευταίο δεκαήμερο του Ιουνίου 2019.

Κατά την διάρκεια της σποράς η οποία πραγματοποιήθηκε στις 21-11-2018 επικρατούσαν κανονικές εποχικές θερμοκρασίες. Αμέσως μετά την σπορά οι βροχοπτώσεις του 3^{ου} δεκαήμερου του Νοεμβρίου 2018 ωφέλησαν το φύτεμα του σπόρου και αυτό οδήγησε σε ικανοποιητική και αποτελεσματική βλάστηση σε όλο τον πειραματικό αγρό.

Μετά τις 2 Μαρτίου 2019, όπου και πραγματοποιήθηκε η λίπανση των πειραματικών τεμαχίων με νιτρική αμμωνία, παρατηρήθηκαν βροχοπτώσεις οι οποίες ωφέλησαν σε μεγάλο βαθμό την υγιή ανάπτυξη την καλλιέργειας.

Το 1^ο και το 2^ο δεκαήμερο του Απριλίου υπήρξε μεγάλη βροχοπτώση. Το 3^ο δεκαήμερο του Απριλίου 2019, το 1^ο και το 2^ο δεκαήμερο του Μαΐου 2019 υπήρξε όμως ξηρασία, η οποία που προκάλεσε καταπόνηση στα φυτά, σε μια περίοδο αρκετά σημαντική για

την ανάπτυξη των ταξιανθιών των φυτών γεγονός που μπορεί να επιφέρει ως αποτέλεσμα τη μείωση των αποδόσεων.

Η ποιότητα της καλλιέργειας πιθανότατα υποβαθμίστηκε λόγω των βροχών που έπεσαν κατά το πρώτο και δεύτερο δεκαήμερο του Ιουνίου.

3.2 Εδαφική ανάλυση πειραματικού αγρού

Τον Αύγουστο πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία εδάφους σε βάθος 0-30cm. Το δείγμα αναλύθηκε στο ΓΕΑΛ ΛΑΡΙΣΑΣ (Τμήμα Γεωργικών Εφαρμογών Και Ανάλυσης Λιπασμάτων Κεντρικής Ελλάδας). Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αμμοπηλώδες (άμμος 55%, ιλύς 30%, άργιλος 15%) με οργανική ουσία στο 1,1%. Με βάση το Ph στο 7,8 χαρακτηρίζεται ως βασικό. Γενικότερα χαρακτηρίζεται ως έδαφος χαμηλή γονιμότητας. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της έκθεσης της εδαφικής ανάλυσης(Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1: Εδαφικά χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού.

		TIMH
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	Άμμος(%)	55
	Άργιλος(%)	15
	Ιλύς(%)	30
	Χαρακτηρισμός Εδάφους	SL
pH		7,8
Ηλεκτ. Αγωγιμότητα στους 25°C (μS/cm)		714
Ανθρακικό ασβέστιο (CaCO ₃) (%) Ισοδύναμο		28
Φώσφορος (P _{OLSEN}) (mg/kg)		6,8
ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΑ ΚΑΤΙΟΝΤΑ	Ανταλλάξιμο Κάλιο(cmol+/kg εδ.)	0,49
Οργανική Ουσία (%)		1,1

3.3 Αύξηση και παραγωγικότητα

1^η Δειγματοληψία

Χλωρό βάρος

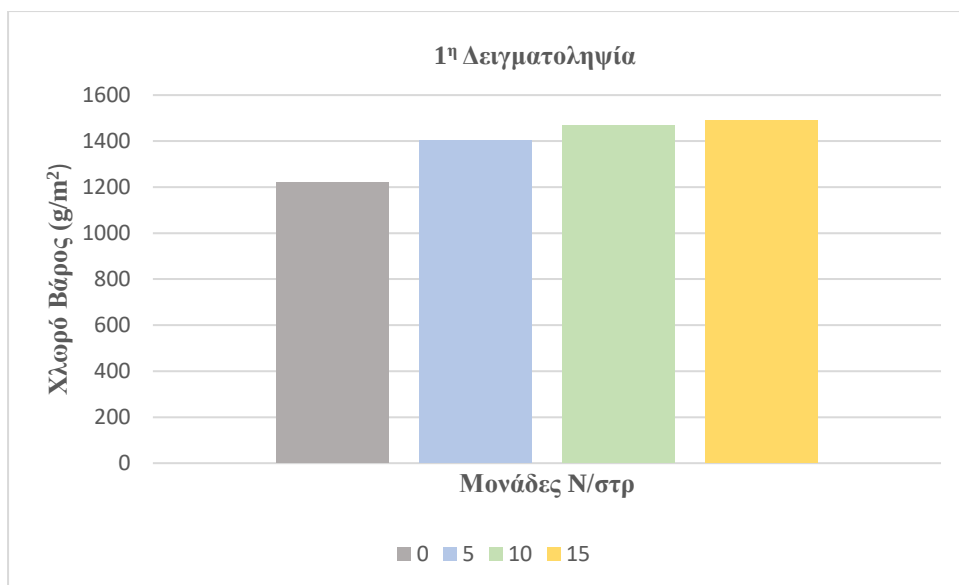
Οι μεσοί όροι του χλωρού βάρους της 1^{ης} δειγματοληψίας καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2: Χλωρό βάρος 1^{ης} δειγματοληψίας 9 Απριλίου 2019

1^η Δειγματοληψία 9-4-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m²)
1^η – 0 Μονάδες N/στρ	1219
2^η – 5 Μονάδες N/στρ	1402
3^η – 10 Μονάδες N/στρ	1467
4^η – 15 Μονάδες N/στρ	1491
ΕΣΛ_{.05}	ns
CV (%)	17,1

Η καλλιέργεια βρισκόταν στο τέλος του καλαμώματος όταν έγινε η πρώτη δειγματοληψία στις 9 Απριλίου 2019 και τα τεμάχια που είχαν λάβει το περισσότερο άζωτο, 15 μονάδες N/στρέμμα, είχαν τις υψηλότερες τιμές χλωρό βάρους (1491 g/m² μέσο όρο), ενώ τα τεμάχια της μεταχείρισης που είχαν τις χαμηλότερες τιμές (1219 g/m² μέσο όρο) ήταν αυτά του μάρτυρα.

Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση, παρατηρήθηκε μια αύξηση της απόδοσης σε σχέση με αυτή του μάρτυρα (0 N/στρ). Αύξηση όμως που δεν ήταν αναμενόμενη για τις μονάδες αζώτου που χρησιμοποιήθηκαν, λόγω του χαμηλού δείκτη παραλλακτικότητας. Επίσης οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους (Διάγραμμα 3.2).



Διάγραμμα 3.2: Χλωρό βάρος 1^{ης} δειγματοληψίας 9 Απριλίου 2019 ανά μεταχείριση.

Ξηρό βάρος

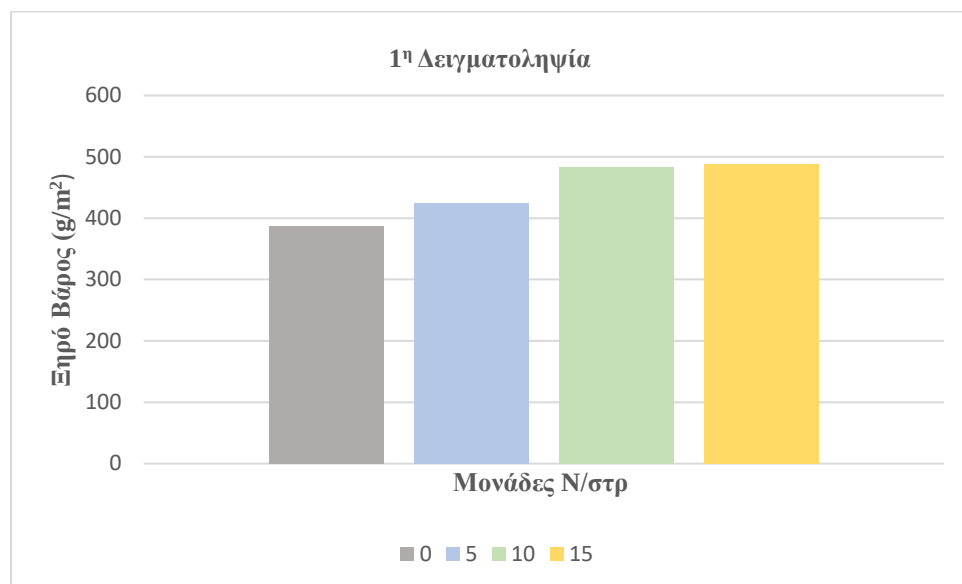
Οι μεσοί όροι του ξηρού βάρους της 1^{ης} δειγματοληψίας καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές, και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3: Ξηρό βάρος 1^{ης} δειγματοληψίας 9 Απριλίου 2019.

1 ^η Δειγματοληψία 9-4-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m ²)
1 ^η – 0 Μονάδες N/στρ	387
2 ^η – 5 Μονάδες N/στρ	425
3 ^η – 10 Μονάδες N/στρ	483
4 ^η – 15 Μονάδες N/στρ	488
ΕΣΛ ₀₅	ns
CV (%)	20,5

Σχετικά με την πρώτη δειγματοληψία μετά την αποξήρανση των δειγμάτων, παρατηρούμε ότι τα τεμάχια που είχαν λάβει τις υψηλότερες ποσότητες αζώτου, 15 μονάδες N ανά στρέμμα, είχαν το υψηλότερο ξηρό βάρος με μέσο όρο 488 g/m², ενώ τα τεμάχια του μάρτυρα είχαν το χαμηλότερο ξηρό βάρος, με μέσο όρο 387 g/m².

Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση, παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση της απόδοσης σε σχέση με αυτή του μάρτυρα (0 N/στρ). Αύξηση όμως που δεν ήταν αναμενόμενη για τις μονάδες αζώτου που χρησιμοποιήθηκαν, λόγω του χαμηλού δείκτη παραλλακτικότητας. Επίσης οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους (Διάγραμμα 3.3).



Διάγραμμα 3.3: Ξηρό βάρος 1^{ης} δειγματοληψίας 9 Απριλίου 2019 ανά μεταχείριση.

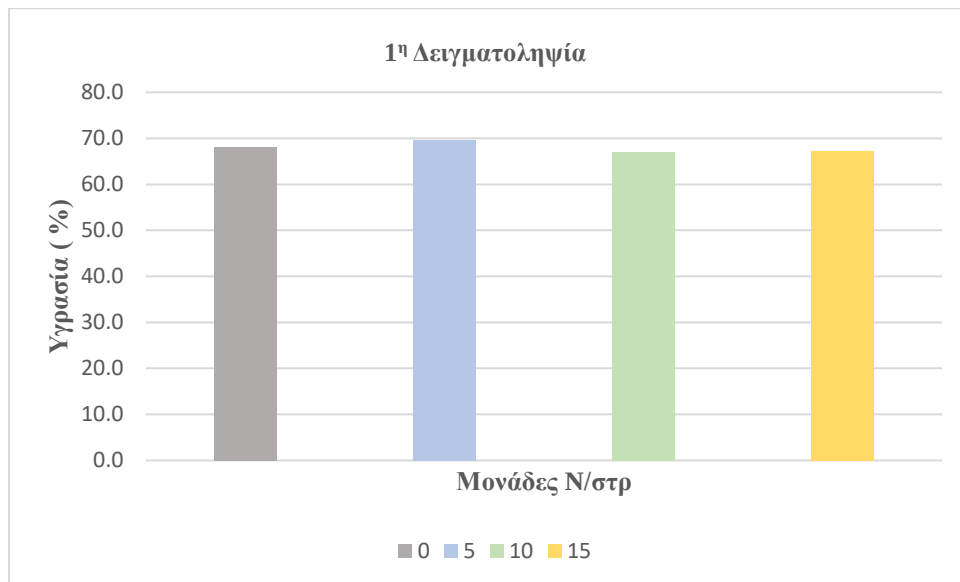
Υγρασία

Οι μεσοί όροι της υγρασίας της 1^{ης} δειγματοληψίας καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.4

Πίνακας 3.4: Υγρασία 1^{ης} δειγματοληψίας 9 Απριλίου 2019.

1η Δειγματοληψία 9-4-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
1η – 0 Μονάδες N/στρ	68,2
2η – 5 Μονάδες N/στρ	69,7
3η – 10 Μονάδες N/στρ	67,1
4η – 15 Μονάδες N/στρ	67,2
ΕΣΛ.05	ns
CV (%)	2,7

Για πρώτη δειγματοληψία παρατηρώντας τα δεδομένα, ο δείκτης παραλακτικότητας είναι χαμηλός. Επίσης δεν διαφέρουν στατιστικά οι μεταχειρίσεις στο περιεχόμενο νερό των φυτών και οι αριθμητικές τιμές των μεταχειρίσεων είναι παραπλήσιες(Διάγραμμα 3.4).



Διάγραμμα 3.4: Υγρασία 1^{ης} δειγματοληψίας 9 Απριλίου 2019 ανά μεταχείριση.

2^η Δειγματοληψία

Χλωρό Βάρος

Οι μεσοί όροι του χλωρού βάρους της 2^{ης} δειγματοληψίας στις 15 Μαΐου του 2019 καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.5.

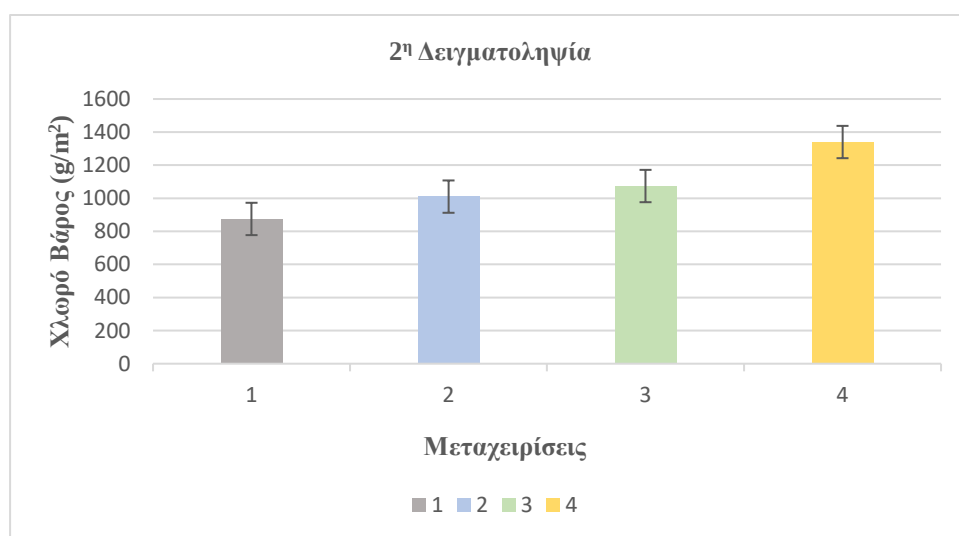
Πίνακας 3.5: Χλωρό βάρος 2^{ης} δειγματοληψίας 15 Μαΐου 2019

2η Δειγματοληψία 15-5-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m ²)
1η – 0 Μονάδες N/στρ	875
2η – 5 Μονάδες N/στρ	1010
3η – 10 Μονάδες N/στρ	1074
4η – 15 Μονάδες N/στρ	1340

ΕΣΔ.05	248,2
CV (%)	14,4

Η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο γεμίσματος του σπόρου όταν έγινε η 2^η δειγματοληψία στις 15 Μαΐου 2019 και τα τεμάχια που είχαν λάβει το περισσότερο άζωτο, 15 μονάδες N/στρέμμα, είχαν τις υψηλότερες τιμές χλωρό βάρους (1340 g/m² μέσο όρο), ενώ τα τεμάχια της μεταχείρισης που είχαν τις χαμηλότερες τιμές (875 g/m² μέσο όρο) ήταν αυτά του μάρτυρα.

Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση, παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση της απόδοσης σε σχέση με αυτή του μάρτυρα (0 N/στρ). Οι μεταχειρίσεις διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους κατά 248,2 g/m². Συνεπώς η υψηλότερη δόση αζώτου υπερίσχυσε έναντι των υπολοίπων μεταχειρίσεων (Διάγραμμα 3.5).



Διάγραμμα 3.5: Χλωρό βάρος 2^{ης} δειγματοληψίας 15 Μαΐου 2019 ανά μεταχείριση.

Ξηρό Βάρος

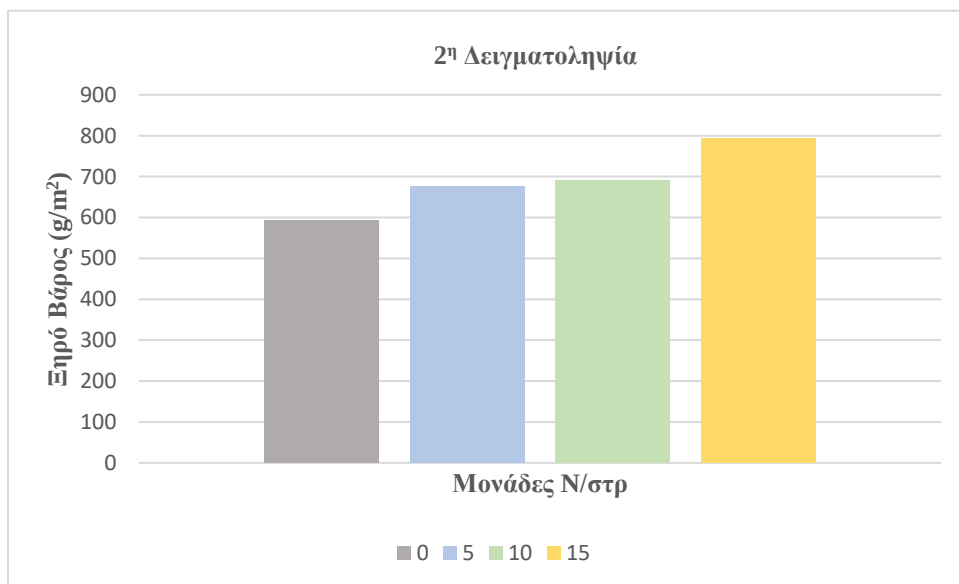
Οι μεσοί όροι του ξηρού βάρους της 2^{ης} δειγματοληψίας καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.6.

Πίνακας 3.6: Ξηρό βάρος 2^{ης} δειγματοληψίας 15 Μαΐου 2019.

2^η Δειγματοληψία 15-5-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m²)
1^η – 0 Μονάδες N/στρ	594
2^η – 5 Μονάδες N/στρ	676
3^η – 10 Μονάδες N/στρ	691
4^η – 15 Μονάδες N/στρ	794
ΕΣΛ₀₅	ns
CV (%)	16,1

Στη 2^η δειγματοληψία, παρατηρούμε ότι τα τεμάχια του μάρτυρα είχαν το χαμηλότερο ξηρό βάρος (594 g/m²). Τα τεμάχια που είχαν λάβει τις υψηλότερες ποσότητες αζώτου, 15 μονάδες N ανά στρέμμα, είχαν το υψηλότερο ξηρό βάρος με μέσο όρο (794 g/m²).

Οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους καθώς και ο δείκτης παραλλακτικότητας ήταν χαμηλός (16,1 g/m²) (Διάγραμμα 3.6).



Διάγραμμα 3.6: Ξηρό βάρος 2^{ης} δειγματοληψίας 15 Μαΐου 2019 ανά μεταχείριση.

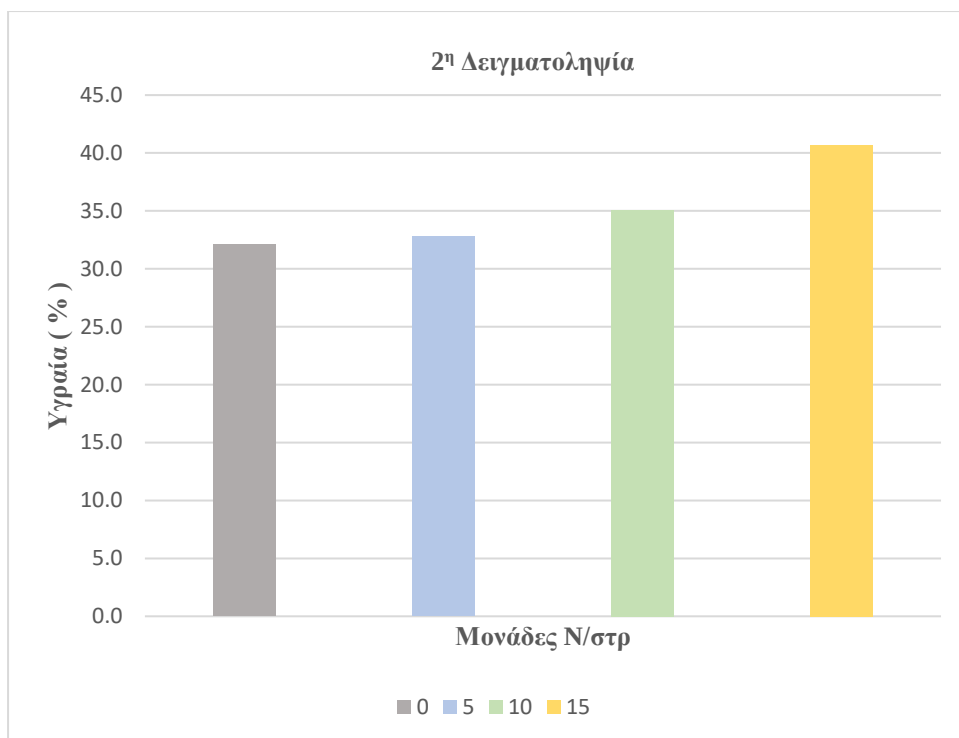
Υγρασία

Οι μεσοί όροι της υγρασίας της 2^{ης} δειγματοληψίας καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.7.

Πίνακας 3.7: Υγρασία 2^{ης} δειγματοληψίας 15 Μαΐου 2019.

2^η Δειγματοληψία 15-5-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
1^η – 0 Μονάδες N/στρ	32,1
2^η – 5 Μονάδες N/στρ	32,8
3^η – 10 Μονάδες N/στρ	35,1
4^η – 15 Μονάδες N/στρ	40,7
ΕΣΛ_{.05}	ns
CV (%)	24,0

Παρατηρώντας τα δεδομένα των μεταχειρίσεων της δεύτερης δειγματοληψίας, δεν υπάρχει στατιστική διαφορά, και ο δείκτης παραλλακτικότητας είναι χαμηλός. Παρατηρούμε όμως, ότι στην 4^η μεταχείριση (15 μονάδες αζωτούχος λίπανσης) οι τιμές του χλωρού βάρους, του ξηρού βάρους και της υγρασίας διαφέρουν σημαντικά σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Διαφορά που οφείλεται ενδεχομένως στην υγρασία των φυτών στην υψηλότερη δόση αζώτου(Διάγραμμα 3.7).



Διάγραμμα 3.7: Υγρασία 2^{ης} δειγματοληψίας 15 Μαΐου 2019 ανά μεταχείριση

3^η Δειγματοληψία

Χλωρό βάρος

Χλωρό βάρος δεν υπάρχει διότι είμαστε στο στάδιο του αλωνισμού.

Ξηρό Βάρος

Οι μεσοί όροι του ξηρού βάρους της 3^{ης} δειγματοληψίας στις 20 Ιουνίου του 2019 καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.8.

Πίνακας 3.8: Ξηρό βάρος 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Ιουνίου 2019.

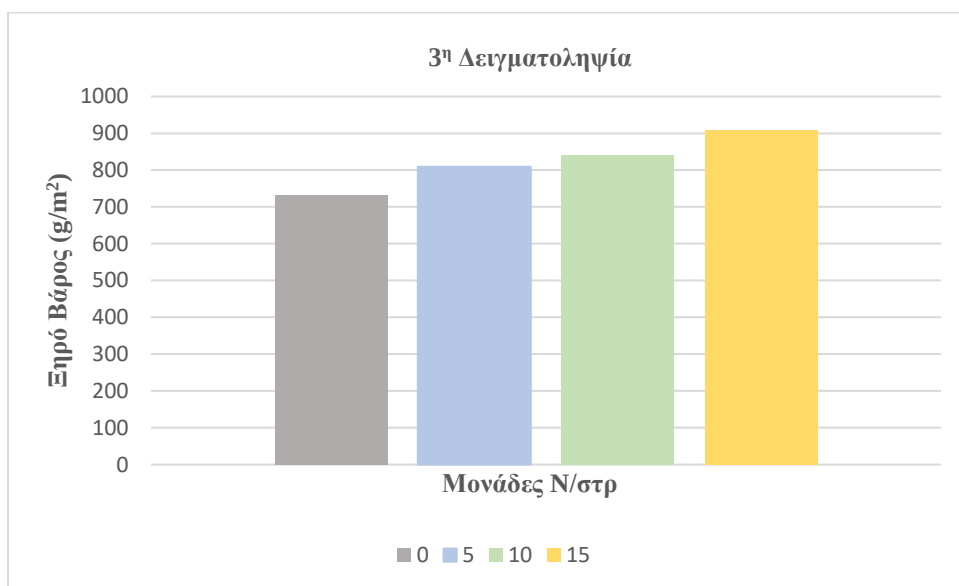
3 ^η Δειγματοληψία 20-6-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g/m ²)
1 ^η – 0 Μονάδες N/στρ	731
2 ^η – 5 Μονάδες N/στρ	809
3 ^η – 10 Μονάδες N/στρ	840

4^η – 15 Μονάδες N/στρ	910
ΕΣΛ_{.05}	ns
CV (%)	18,2

Ιδια τάση εμφανίζεται και στην 3^η δειγματοληψία της καλλιέργεια όπως και στην 1^η και 2^η δειγματοληψία αντίστοιχα.

Η καλλιέργεια βρισκόταν στο τελικό στάδιο του αλωνισμού στην 3^η δειγματοληψία στις 20 Ιουνίου 2019 και τα τεμάχια που είχαν λάβει το περισσότερο άζωτο, 15 μονάδες N/στρέμμα, είχαν τις υψηλότερες τιμές ξηρού βάρους (910 g/m²), ενώ τα τεμάχια της μεταχείρισης που είχαν τις χαμηλότερες τιμές (731 g/m² μέσο όρο) ήταν αυτά του μάρτυρα.

Ο δείκτης παραλλακτικότητας ήταν χαμηλός (18,2 g/m²) καθώς και στατιστική διαφορά στις μεταχειρίσεις δεν υπήρχε.



Διάγραμμα 3.8: Ξηρό βάρος 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Μαΐου 2019 ανά μεταχείριση.

Σπόρος και Υπολείμματα

Στην τρίτη δειγματοληψία από το κάθε δείγμα διαχωρίστηκαν και αφαιρέθηκαν μεμονωμένα οι σπόροι και τα υπολείμματα και το καθένα υποβλήθηκε στην διαδικασία ζύγισης ανεξάρτητα. Οι μεσοί όροι του βάρους του σπόρου της 3^{ης} δειγματοληψίας στις 20 Ιουνίου του 2019 καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις

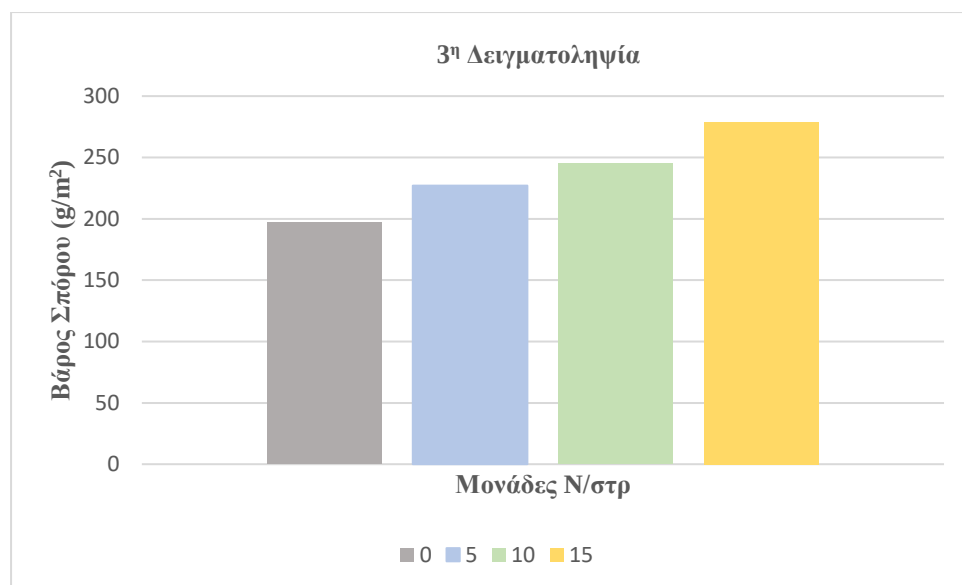
στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.9.

Πίνακας 3.9: Βάρος σπόρου 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Ιουνίου 2019.

3^η Δειγματοληψία 20-6-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΟΥ (g/m²)
1^η – 0 Μονάδες N/στρ	197
2^η – 5 Μονάδες N/στρ	227
3^η – 10 Μονάδες N/στρ	245
4^η – 15 Μονάδες N/στρ	279
ΕΣΛ₀₅	ns
CV (%)	23,3

Στα τεμάχια που είχαν λάβει το περισσότερο άζωτο, 15 μονάδες N/στρέμμα, είχαν τις υψηλότερες τιμές βάρους σπόρου (279 g/m² μέσο όρο), ενώ τα τεμάχια της μεταχείρισης που είχαν τις χαμηλότερες τιμές (197 g/m² μέσο όρο) ήταν αυτά του μάρτυρα. Ο δείκτης παραλλακτικότητας ήταν χαμηλός (23,3 g/m²) καθώς και στατιστική διαφορά στις μεταχειρίσεις δεν υπήρχε.

Παρατηρείται λοιπόν μια αύξηση του βάρους του σπόρου της τάξης του 41,62% αλλά μικρής παραγωγής (Διάγραμμα 3.9).



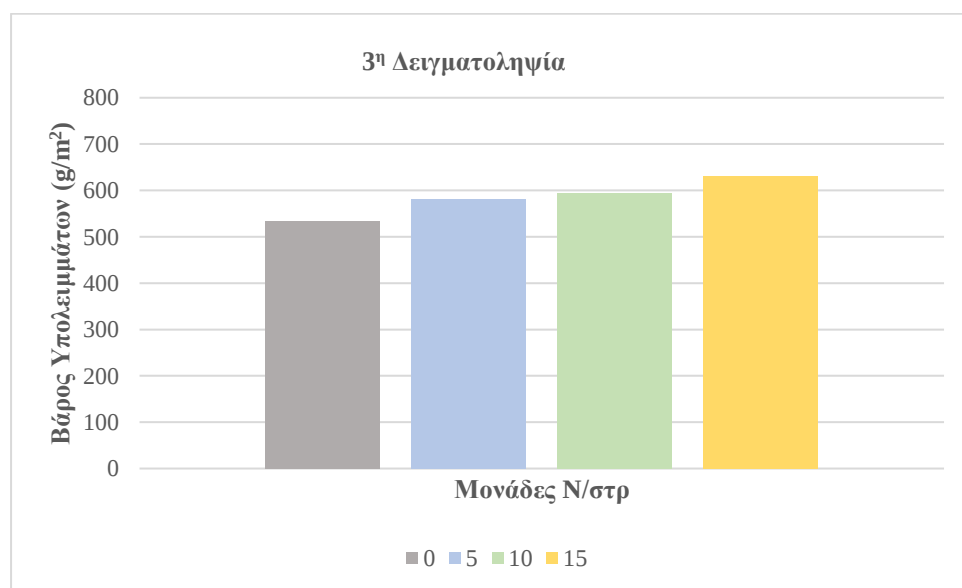
Διάγραμμα 3.9: Βάρος σπόρου 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Ιουνίου 2019 ανά μεταχείριση

Οι μεσοί όροι του βάρους των υπολειμμάτων της 3^{ης} δειγματοληψίας στις 20 Ιουνίου του 2019 καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.10.

Πίνακας 3.10: Βάρος υπολειμμάτων 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Ιουνίου 2019.

3^η Δειγματοληψία 20-6-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ (g/m²)
1^η – 0 Μονάδες N/στρ	534
2^η – 5 Μονάδες N/στρ	582
3^η – 10 Μονάδες N/στρ	595
4^η – 15 Μονάδες N/στρ	631
ΕΣΔ₀₅	ns
CV (%)	21,4

Για το βάρος των υπολειμμάτων δείκτης παραλλακτικότητας ήταν χαμηλός (21.4 g/m²) καθώς και στατιστική διαφορά στις μεταχειρίσεις δεν υπήρχε. Η μέγιστη τιμή ήταν αυτή στις μεταχειρίσεις με την υψηλότερη δόση αζώτου (634 g/m² μέσο όρο) και η ελάχιστη τιμή ήταν στις μεταχειρίσεις με καμία εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρα)(Διάγραμμα 3.10).



Διάγραμμα 3.10: Βάρος υπολειμμάτων 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Ιουνίου 2019 ανά μεταχείριση

Δείκτης Συγκομιδής

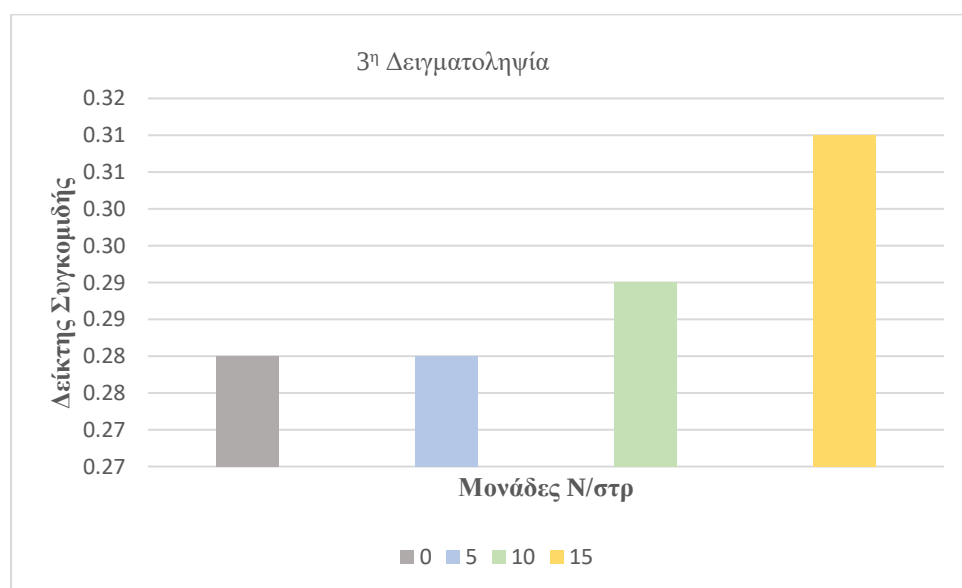
Μελετήθηκε επίσης και ο δείκτης συγκομιδής τα αποτελέσματα του οποίου παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.11.

Πίνακας 3.11: Δείκτης συγκομιδής 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Ιουνίου 2019.

3 ^η Δειγματοληψία 20-6-2019	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ
1 ^η – 0 Μονάδες N/στρ	0,28
2 ^η – 5 Μονάδες N/στρ	0,28
3 ^η – 10 Μονάδες N/στρ	0,29
4 ^η – 15 Μονάδες N/στρ	0,31
ΕΣΔ ₀₅	ns
CV (%)	19,2 g/m ²

Όσον αναφορά τον δείκτη συγκομιδής τα τεμάχια που είχαν λάβει το περισσότερο άζωτο, 15 μονάδες N/στρέμμα, είχαν τις υψηλότερες τιμές(0,31 μέσο ορό), ενώ τα τεμάχια της μεταχείρισης που είχαν τις χαμηλότερες τιμές (0,28 μέσο ορό) ήταν αυτά του μάρτυρα.

Ο δείκτης παραλλακτικότητας ήταν χαμηλός (19,2 g/m²) καθώς και στατιστική διαφορά στις μεταχειρίσεις δεν υπήρχε.(Διάγραμμα 3.11).



Διάγραμμα 3.11: Δείκτης συγκομιδής 3^{ης} δειγματοληψίας 20 Ιουνίου 2019.

3.4 Μετρήσεις NIR

Αφού διαιρέθηκαν τα δείγματα από την τρίτη δειγματοληψία σε σπόρους και υπολείμματα, υπολογίστηκε το βάρος τους. Τα δείγματα θρυμματίστηκαν σε τέφρα και οι πρωτεΐνες αναλύθηκαν με φασματοφωτόμετρο (NIR).

Έτσι πήραμε σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τα θρεπτικά συστατικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του δείγματός μας σε σχέση με την προβλεπόμενη χρήση τους ως ζωοτροφές.

3.4.1 Σπόρος

Στο σπόρο ελήφθησαν υπόψη για την ανάλυση του φασματοφωτόμετρου οι εξής παράγοντες για κάθε μεταχείριση:

1. Υγρασία(Moisture)
2. Πρωτεΐνη Σπόρου(Seed Protein)
3. Ξηρή γλουτένη(Dry Gluten)
4. Υγρή γλουτένη(Wet Gluten)

Οι μεσοί όροι των αποτελεσμάτων της μέτρησης στο σπόρο (NIR) της 3^{ης} δειγματοληψίας στις 20 Ιουνίου του 2019 καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.12.

Πίνακας 3.12: Αποτελέσματα μετρήσεων (NIR) στο σπόρο.

Αποτελέσματα μετρήσεων (NIR) στο σπόρο.				
Μεταχειρίσεις	Υγρασία	Πρωτεΐνη	Ξηρή γλουτένη	Υγρή γλουτένη
0	9,1	12,9	12,8	19,5
5	9,5	14,2	11,6	18,1
10	10,1	15,3	12,5	19,8
15	9,9	15,7	10,6	18,7
ΕΣΛ.05	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,5	5,6	11,8	7,6

Για τον σπόρο, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά μεταξύ των μεταχειρίσεων διαφορεικής λίπανσης και του μάρτυρα.

Θα λέγαμε όμως ότι στα τεμάχια όπου εφαρμοστήκαν 250g (10 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα) η υγρασία, υγρή γλουτένη παρουσιάζουν καλύτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Η πρωτεΐνη για λίγο πιο υψηλή στα τεμάχια με 15 μονάδες N/στρ από τις άλλες μεταχειρίσεις. Ενώ η ξηρή γλουτένη είναι λίγο πιο ψηλά στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα.

3.4.2 Υπολείμματα

Σχετικά Στα υπολείμματα ελήφθησαν υπόψη για την ανάλυση του φασματοφωτόμετρου οι εξής παράγοντες για κάθε μεταχείριση :

1. Η Υγρασία(Moisture)
2. Η Πρωτεΐνη(Protein)
3. Η Τέφρα(ASH)
4. Οι Ακατέργαστες ίνες(Crude fiber)
5. Ο όξινης απορρυπαντικής ίνας(ADF)
6. Ο ουδέτερης απορρυπαντικής ίνας(NDF)
7. Τα Λιπαρά(Fats)
8. Το Ασβέστιο(Calcium)
9. Ο Φώσφορος(Phosphorus)

Οι μεσοί όροι των αποτελεσμάτων της μέτρησης στα υπολείμματα (NIR) της 3^{ης} δειγματοληψίας στις 20 Ιουνίου του 2019 καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τις στατιστικές διαφορές και του δείκτη παραλλακτικότητας, μεταξύ των μεταχειρίσεων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 3.13.

Πίνακας 3.13: Αποτελέσματα μετρήσεων (NIR) στα υπολείμματα.

Αποτελέσματα μετρήσεων (NIR) στα υπολείμματα.									
Μεταχειρίσεις	Υγρασία	Πρωτεΐνη	Τέφρα	Ακατέργαστες ίνες	ADF	NDF	Λιπαρά	Ασβέστιο	Φώσφορος
0	9,19	5,50	4,29	42,72	38,13	61,00	1,53	0,37	0,17
5	9,15	5,94	4,26	40,56	36,45	58,81	1,60	0,37	0,18
10	9,17	6,50	4,57	41,15	37,43	59,94	1,59	0,37	0,18
15	10,09	5,56	4,32	42,66	39,26	62,43	1,41	0,36	0,16
ΕΣΔ.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6,4	15,1	4,7	6,4	4,8	3,6	7,5	4,6	10,9

Για τα υπολείμματα, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά μεταξύ των μεταχειρίσεων διαφορεικής λίπανσης και του μάρτυρα.

Θα λέγαμε όμως ότι στα τεμάχια που εφαρμοστήκαν 250g (10 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα) τα χαρακτηριστικά της πρωτεΐνης είναι υψηλότερα έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μελετήθηκε παραπάνω η επίδραση του αζώτου στη θρεπτική αξία του σκληρού σίτου ως ζωοτροφή στην δυτική Θεσσαλία και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των Χαλκιάδων Λάρισας.

Σύμφωνα με τα ευρήματα που συλλέξαμε και αναφέρθηκαν παραπάνω, δεν υπάρχει στατιστικός σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων που ενδεχομένως σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στο έδαφος του πειραματικού αγρού, το οποίο είναι φτωχό σε οργανική ουσία, που δεν έδωσε την δυνατότητα στην καλλιέργεια να αξιοποιήσει επαρκώς τις προστιθέμενες ποσότητες αζώτου. Παρόλα αυτά, φαίνεται μια βαθμιαία αύξηση αποδόσεων τόσο σε βιομάζα όσο και σπορά όσο αυξάνεται η χορηγούμενη ποσότητα αζώτου. Ταυτόχρονα όμως θα πρέπει να ελεγχθεί το κόστος του προστιθέμενου αζώτου σε σχέση με το οικονομικό όφελος που προκύπτει από την αντιστοιχεί αύξηση αποδόσεων.

Ως προς το δείκτη συγκομιδής παρουσιάζεται μια βαθμιαία βελτίωση του από τον μάρτυρα προς τα υψηλότερο επίπεδο αζώτου, η οποία όμως δεν είναι στατιστικός σημαντική.

Από τα αποτελέσματα μετρήσεων (NIR) στο σπόρο καταλήγουμε ότι προσθήκη αζώτου αύξησε την πρωτεΐνη στις μεταχειρίσεις αζωτούχο λίπανσης έναντι του μάρτυρα. Αν και οι διαφορές δεν εμφανίζονται στατιστικές σημαντικές, παρουσιάζεται όμως μια βαθμιαία αύξηση των τιμών πρωτεΐνης όσο αυξάνεται η αζωτούχος λίπανση.

Σε ότι αφορά την γλουτένη (Ξηρή - Υγρή) δεν εμφανίζεται κάποια ξεκάθαρη τάση ως προς την επίδραση του αζώτου στο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.

Σε ότι αφορά τα αποτελέσματα των ποιοτικών χαρακτηριστικών των υπολειμμάτων αλωνισμού (στελέχη – φύλλα) δεν εμφανιστήκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Οπότε και σε αυτή την περίπτωση το άζωτο δεν φαίνεται να έπαιξε κάποιο ρόλο στα συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν.

5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 Διαδικτυακές Πηγές

1. Alfa Seeds – Σκληρό σιτάρι. (n.d.). https://www.alfa-seeds.gr/el/static/hard_wheat
2. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
3. USDA (United States Department of Agriculture) <https://www.usda.gov/>
4. Wikifarmer, Σ. Ο. (2022). Απαιτήσεις και Μέθοδοι Άρδευσης στην Καλλιέργεια Σιταριού. Wikifarmer. <https://wikifarmer.com/el/%CE%B1%CF%80%CE%B1%CE%B9%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BC%CE%AD%CE%B8%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%B9-%CE%AC%CF%81%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/>
5. Ελληνική Στατιστική Αρχή. <http://www.statistics.gr/>
6. www.google.gr/maps

5.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Γαλανοπούλου - Σενδουκά, Σ. 2002. Ειδική Γεωργία Ι. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.
2. Γαλανοπούλου - Σενδουκά, Σ. 2003. Ειδική Γεωργία 1. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος
3. Γεωργόπουλος Θ., 2010. Εργαστηριακές Ασκήσεις Τεχνολογίας και Ποιοτικού Ελέγχου Σιτηρών και Αρτοσκευασμάτων.
4. Γκόγκας, 2005. Οι ποικιλίες μαλακού σιταριού του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. – Ι. Σιτηρών. Επιστημονικό δελτίο: Νέα σειρά αριθ. 4.

5. Δαναλάτος Ν., Ειδική Γεωργία Ι, Τμήμα Φυσικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2016
6. Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. 1995. Ζιζανιολογία . Αθήνα, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 1996
7. Λεμονάκης Ε.Δ. (2007). Επίδραση της πυκνότητας στη διαφοροποίηση και επιλογή γενετικών υλικών στο σκληρό σιτάρι (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*). Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονική Σχολή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
8. Μαγγιώρος Λ., 2017. Σύγκριση συμβατικών και νέου τύπου λιπασμάτων στην αύξηση και ανάπτυξη του σκληρού σίτου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
9. Μετζάκης Δ., Ειδική Γεωργία Ι – Σιτηρά, Τμήμα Φυσικής Παραγωγής, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 1998
10. Οκτωνιάτης, Χ. 2009, Η επίδραση των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην καλλιέργεια σιταριού (Πτυχιακή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2009)
11. Παπακώστα-Τασοπούλου Δέσποινα, Ειδική γεωργία – σιτηρά και ψυχανθή, Θεσσαλονίκη, 2012
12. Σφήκας Α.Γ. 1991. Ειδική Γεωργία Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά
13. Σφήκας Α., Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά, ΑΠΘ, Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη, 1995
14. Τζίκας Γ., Πτυχιακή διατριβή, Επίδραση του αζώτου στη θρεπτική αξία του σκληρού σίτου ως ζωοτροφή στην ανατολική Θεσσαλία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2020
15. Ξυνιάς Ι.Ν. & Τοκατλίδης Ι.Σ., Σποροπαραγωγή – Θεωρία και Ασκήσεις, Αιγάλεω, 2014

5.3 Ξένη Βιβλιογραφία

1. Autran, J. C., Abecassis, J., & Feillet, P. 1986. Statistical evaluation of different technological and biochemical tests for quality assessment in durum wheat. *Cereal Chemistry*, 63 (5):390-394.

2. D'Egidio, M.G., Mariani, B.M., Nardi, S., Novaro, P. and Cubadda, R. 1990. Chemical and technological variables and their relationships: A predictive equation for pasta cooking quality. *Cereal Chem.*, 67:275-281.
3. Feillet P. and Dexter J.E. 1996. Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. *Pasta and Noodle Technology*. J.E. Kruger, R.R.Matsuo, and J.W. Dick, Eds. Am. Assoc. Cereal Chem.: St. Paul, MN, pp 95-131
4. Fowler, D.B., and L.V. Gusta. 1977. Influence of fall growth and development on cold tolerance of rye and wheat. *Can. J. Plant Sci.* 57:751–755.
5. Fowler, D.B. 1982. Date of seeding, fall growth, and winter survival of winter wheat and rye. *Agron. J.* 74:1060-1063.
6. Good L.C., and Smika D.E., (1978), «Chemical fallow for soil and water conservation in the Great Plains», *J. Soil Water Conserv.* 33: 89-90.
7. Loeppky, H. A., G. P. Lafond, and D. B Fowler. 1989. Seeding depth in relation to plant development. winter survival and yield of no-till winter wheat. *Agron. J.* 81: 125–129.
8. Matsuo, R. R., Bradley, J. W., & Irvine, G. N. 1972. Effect of protein content on the cooking quality of spaghetti. *Cereal Chemistry*, 49:707-711.
9. Musick J.T., Jones O.R, B.A. Stewart, and Dusek D.A., (1994), «Water-yield relationships for irrigated and dryland wheat in the U.S. Southern Plains». *Agron. J.* 86: 980-986.
10. Peterson R.F., (1965), «Wheat», Leonard Hill Books, London.
11. Shewry P. R., Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 2009
12. Taylor, R.K., and M.D. Shrock. 1995. Harvesting wheat. Cooperative Extension Service. Kansas State University.