



**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ**  
**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΕΩΝ ΤΥΠΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΖΩΤΟΥΧΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ**  
**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ**

**EFFECT OF NEW TYPES OF BASIC N-FERTILIZERS ON THE**  
**CULTIVATION OF DURUM WHEAT IN EASTERN THESSALY**

**ΜΑΛΓΑΡΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2022**

Τριμελής επιτροπή

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής, Επιβλέπων

Καρκάνης Ανέστης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος

Μπαρτζιάλης Δημήτριος, Ε.ΔΙ.Π., Μέλος

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην τριμελή επιτροπή, τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ.Δαναλάτο Νικόλαο για τη δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία, τον επίκουρο καθηγητή Καρκάνη Ανέστη για την πολύτιμη βοήθειά του και τα σχόλια για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τον Δρ. Μπαρτζιάλη Δημήτριο, μόνιμο προσωπικό εργαστηρίου Γεωργίας Ε.ΔΙ.Π, για την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφερε. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω, την Δρ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη, μόνιμο προσωπικό εργαστηρίου Γεωργίας Ε.ΔΙ.Π, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την περάτωση αυτής της εργασίας και την παραχώρηση του χώρου και εξοπλισμού για την υλοποίηση του εργαστηριακού μέρους του πειράματος μου. Θερμές ευχαριστίες απευθύνω επίσης στον επίκουρο καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, Δρ. Γιαννούλη Κυριάκο. Οι σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές του με κατεύθυναν σ' ένα σωστό τρόπο σκέψης και μου προσέφεραν σημαντικά εφόδια για την μετέπειτα ζωή μου. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο και εγκάρδιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	6
1, ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	7
1.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	7-9
1.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	9
1.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	10
1.4.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	10
1.4.2 ΒΛΑΣΤΟΣ.....	10
1.4.3 ΦΥΛΛΑ.....	10
1.4.4 ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ.....	10-11
1.4.5 ΚΑΡΠΟΣ.....	11-12
1.4.6 ΕΙΔΗ.....	12-13
1.5 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	13
1.5.1 ΦΥΤΡΩΜΑ.....	13
1.5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑΤΟΣ.....	13
1.5.3 ΑΔΕΛΦΩΜΑ.....	13-14
1.5.4 ΚΑΛΑΜΩΜΑ.....	14
1.5.5 ΞΕΣΤΑΧΥΑΣΜΑ.....	14
1.5.6 ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΚΚΟΥ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ.....	14-15
1.6 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	15
1.6.1 ΚΛΙΜΑ.....	15
1.6.2 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ.....	16
1.6.3 ΕΔΑΦΟΣ.....	16
1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ.....	16
1.7.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	16-17
1.7.2 ΣΠΟΡΑ.....	17
1.7.2 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ.....	18

1.7.3 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	18
1.7 ΣΥΓΚΟΜΟΙΔΗ.....	19
1.7.9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑΣ.....	19
1.7.10 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	19
1.8 ΕΧΘΡΟΙ-ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	19
1.8.1 ΖΑΒΡΟΣ.....	20
1.8.2 ΑΦΙΔΕΣ.....	20
1.8.3 ΒΡΩΜΟΥΣΕΣ.....	20
1.8.4 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	21
1.8.5 ΣΚΩΡΙΑΣΕΙΣ.....	21
1.8.6 ΑΝΘΡΑΚΕΣ.....	21
1.8.7 ΣΕΠΤΩΡΙΑΣΕΙΣ.....	21-22
1.9 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	22
1.9.1 ΥΓΡΑΣΙΑ.....	22
1.9.2 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΡΩΤΕΙΝΗ.....	22
1.9.3 ΑΧΥΡΟ.....	23
1.10 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	23
1.10.1 ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	23
1.10.2 ΤΥΠΟΙ ΛΙΠΣΑΜΑΤΩΝ.....	24
1.10.3 ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ.....	24
1.10.4 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΒΡΑΔΕΙΑΣ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗΣ.....	25
1.11 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΘΕΣΣΑΛΙΚΟ ΚΑΜΠΟ.....	25
2 ΥΛΙΚΑ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	25-30
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	31-40
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

## Περίληψη

Σκοπός του πειραματικού έργου είναι η επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην απόδοση αλλά και στην ποιότητα του σιταριού (*Triticum durum*). Για αυτό ερευνήθηκε η επίδραση της βασικής λίπανσης λιπασμάτων βραδείας απελευθέρωσης σε σχέση με τη συμβατική και το μάρτυρα. Το πείραμα έλαβε χώρα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο το ακαδημαϊκό έτος 2021-2022. Αποδείχθηκε ότι η επιφανειακή λίπανση με λιπάσματα νέας τεχνολογίας παρουσίασε αριθμητική υπεροχή στη παραγωγή βιομάζας και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού.

Λέξεις κλειδιά: βασική λίπανση, απόδοση, λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης, απόδοση, πρωτεΐνη

## **1 .Εισαγωγή**

### **1.1 Ιστορική αναδρομή**

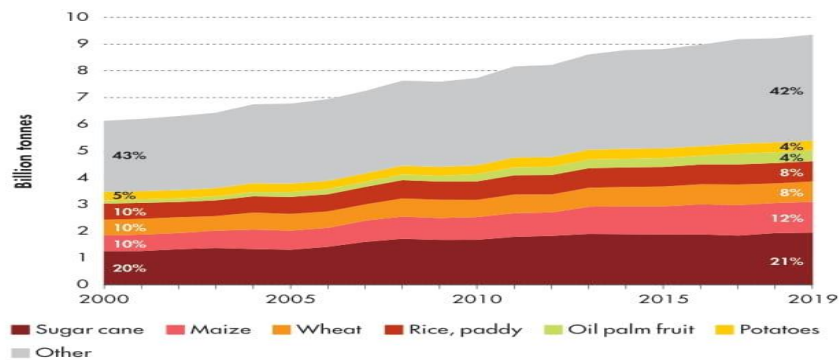
Το σιτάρι είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες ανά τους αιώνες καθώς αποτέλεσε θεμέλιο της διατροφής πολλών πολιτισμών. Η πρώτη ποικιλία σιταριού που εμφανίστηκε ήταν το Emmer (Harlan, 1981). Είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η ακριβής καταγωγή του σιταριού. Η αρχαιότερη καλλιέργεια σιτηρών αποτελείται από διπλοειδείς και τετραπλοειδείς γενότυπους και χρονολογείται περίπου στο 7500-6500 π.χ. στην Μέση Ανατολή και συντρέχει με την μετάβαση από τις προϊστορικές συλλεκτικές κοινότητες στην διαμόρφωση των πρώτων αγροτικών κοινοτήτων (Valamoti, 2002). Λίγους αιώνες αργότερα οι Αιγύπτιοι εκμεταλλεύτηκαν τις ιδανικές συνθήκες της κοιλάδας του Νείλου καλλιεργώντας σιτάρι και κριθάρι τα οποία αποτέλεσαν την βάση για την ανάπτυξη του γεωργικού τους πλούτου (Gooding and Davies, 1997) . Ομοίως η Ρώμη βασίστηκε στην παραγωγή σιτηρών για την διατροφή των στρατιωτών της εκμεταλλευόμενης τις περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου για την ευρεία καλλιέργεια τους (Bell, 1987). Πολλούς αιώνες αργότερα το σιτάρι επεκτάθηκε και στην Αμερικάνικη Ήπειρο με την άφιξη των Ευρωπαίων οι οποίοι το συνέστησαν στους ντόπιους πληθυσμούς. Σήμερα το σιτάρι παραμένει μια πολύ σημαντική και διαδεδομένη καλλιέργεια καθώς αποτελεί την βάση διατροφής πολλών ανθρώπων. Η βιομηχανία των σιτηρών έχει παρουσιάσει τεράστια άνοδο με την πάροδο των χρόνων εξαιτίας της ανάπτυξης νέων καλλιεργητικών τεχνικών, την χρήση νέων παραγωγικότερων ποικιλιών, την καλύτερη θρέψη μέσω της χρήσης εισροών, και χάρη στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση εχθρών που προέκυψε μετά από πολυετείς έρευνες. ( Παπακώστα-Τασοπούλου 2012)

### **1.2 Παραγωγή**

Το σιτάρι καταλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό της ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής καθώς μαζί με άλλες τρεις καλλιέργειες (ζαχαροκάλαμο ,καλαμπόκι ρύζι, πατάτα) αποτελούν τον 50 % της παγκόσμιας παραγωγής ετησίως. Η παραγωγή σιτηρών

καταλαμβάνει το 8% που αντιστοιχεί σε 0.8 δισεκατομμύρια τόνους. (Διαγρ.1)

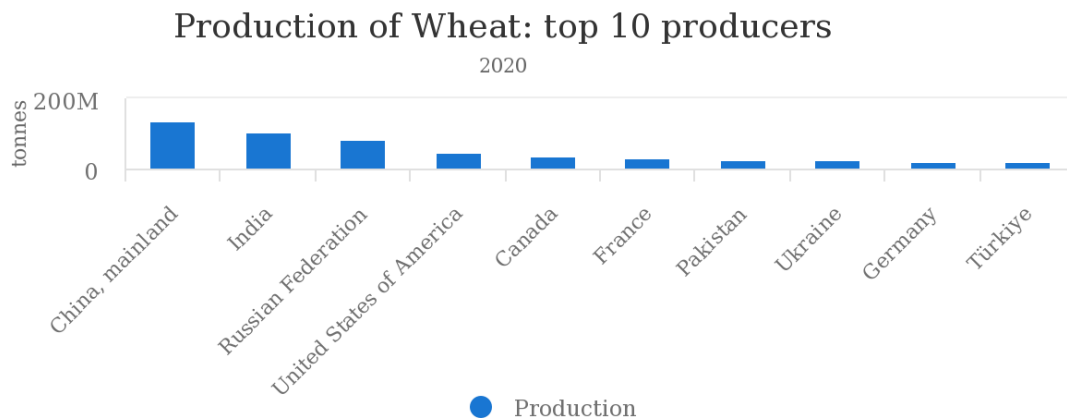
FIGURE 21 .  
WORLD PRODUCTION OF CROPS, MAIN COMMODITIES



Source: FAOSTAT  
Note: Percentages on the figure indicate the shares in the total; they may not tally due to rounding.  
<https://doi.org/10.4060/cb4477en-fig21>

Διάγραμμα 1 Παγκόσμια παραγωγή αγροτικών προϊόντων

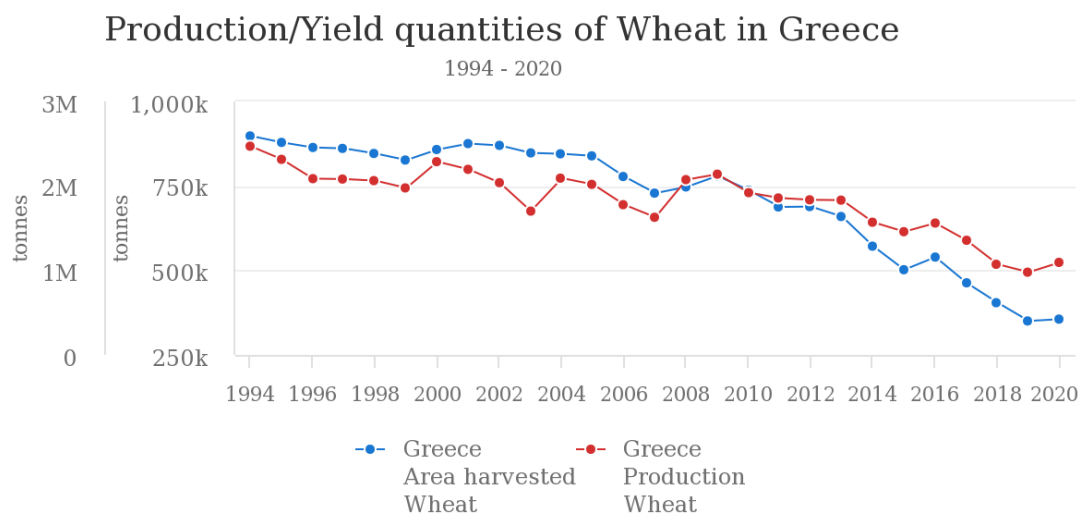
Η παγκόσμια παραγωγή σιτηρών ανέρχεται στους 765,77 εκατομμύρια τόνους .Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή σιτηρών παγκοσμίως είναι η Κίνα, η οποία παράγει 133,6 εκατομμύρια τόνους περίπου δηλαδή το 17,5 % της παγκόσμιας παραγωγής, η Ινδία η οποία παράγει 103,6 εκατομμύρια τόνους που αντιστοιχούν 13,5% και η Ρωσία η οποία παράγει 74,45 εκατομμύρια τόνους ή το 10% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. (Διαγρ.2)



Source: FAOSTAT (Aug 03, 2022)

Διάγραμμα 2: Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί σιτηρών παγκοσμίως

Αντίστοιχα στην Ελλάδα η παραγωγή σιταριού παρουσιάζει πολλές αυξομειώσεις τόσο και στην καλλιεργούμενη έκταση η οποία παρουσιάζει μια σταδιακή μείωση μέσα στα έτη, ειδικά μετά το 2010 λόγω έλλειψης ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας σε σχέση με άλλες πιο δυναμικές, όσο και στην παραγωγή η οποία έχοντας φτάσει το μέγιστο τους 2,5 εκατομμύρια τόνους μεταβάλλεται συνέχεια. Σήμερα η μέση παραγωγή κυμαίνεται γύρω στους 1.095.150 τόνους σύμφωνα με την τελευταία μέτρηση του FAO. (Διαγρ.3)



Διάγραμμα 3: Καλλιεργούμενα στρέμματα και παραγωγή στην Ελλάδα

### 1.3 Ταξινόμηση

Γένος : Triticum

Είδος: sp.

Τάξη : Poales

Οικογένεια : Poaceae

Κοινή ονομασία: Σιτάρι

Το σιτάρι είναι μια σύνθετη καλλιέργεια η οποία παρουσιάζει έντονη ποικιλομορφία. Ανήκει στο γένος Triticum, το οποίο εμφανίζει 3 κύριες ομάδες χρωμοσωμάτων Α,Β,Δ. Η ταξινόμηση των ειδών γίνεται ανάλογα με τον αριθμό γονιδίων της κάθε ομάδας και διακρίνονται σε διπλοειδή (ΑΑ), τετραπλοειδή (ΑΑΒΒ), και σε εξαπλοειδή (ΑΑΒΒΔΔ). Ακόμη το σιτάρι ταξινομείται βάσει των μορφολογικών χαρακτηριστικών του όπως το χρώμα τη σκληρότητα και ποιότητα. (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012)



## **1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά (Εικ. 1)**

### **1.4.1 Ριζικό σύστημα**

Το σιτάρι έχει θυσσανώδες σύστημα ρίζων. Έχει δυο ειδών ρίζες τις εμβρυικές, και τις μόνιμες. Οι εμβρυικές ρίζες αναπτύσσονται σε βάθος έως 2 μέτρα έχουν λεπτή διάμετρο και ο ρόλος τους είναι να παρέχουν στήριξη και απορρόφηση θρεπτικών μέχρι την εμφάνιση των κόμβων (Yang et.al., 2010) Οι κόμβοι αποτελούν σημείο έκπτυξης των μονίμων ρίζων του φυτού. Οι μόνιμες ρίζες εμφανίζονται σε μεταγενέστερο στάδιο από τις εμβρυικές συγκεκριμένα στο στάδιο εμφάνισης του 4<sup>ου</sup> φύλλου και την έναρξη του αδελφώματος. Οι κομβικές ρίζες είναι παχύτερες σε σύγκριση με τις εμβρυικές, έχουν λευκό χρώμα και οριζόντια διάταξη. (Kirby 1993,;Acevedo, 1991)

### **1.4.2 Βλαστός**

Ο βλαστός ή αλλιώς καλάμι αποτελείται από τα μεσογονάτια διαστήματα και από συμπαγή γόνατα τους κόμβους. Τα μεσογονάτια διαστήματα ποικίλουν σε αριθμό και ύψος ανάλογα με την καλλιεργούμενη ποικιλία, το είδος και τις συνθήκες. Παρόλα αυτά το ύψος τους μπορεί να φτάσει από 60 έως 150 cm με διάμετρο 3 έως 10 mm. Χαρακτηριστικό γνώρισμα ακόμη είναι ότι το τελευταίο μεσογονάτιο διάστημα που φέρει την ταξιανθία είναι μακρύτερο σε σχέση με τα προηγούμενα. Κατεβαίνοντας προς την βάση του βλαστού βρίσκεται η στεφάνη η οποία αποτελεί το πιο ευαίσθητο σημείο του φυτού καθώς παράγει ρίζες και βλαστούς. Τέλος οι κόμβοι οι οποίοι βρίσκονται στο έδαφος αποτελούν σημείο έκπτυξης νέων στελεχών τα οποία ονομάζονται αδέλφια. (Kirby,1994)

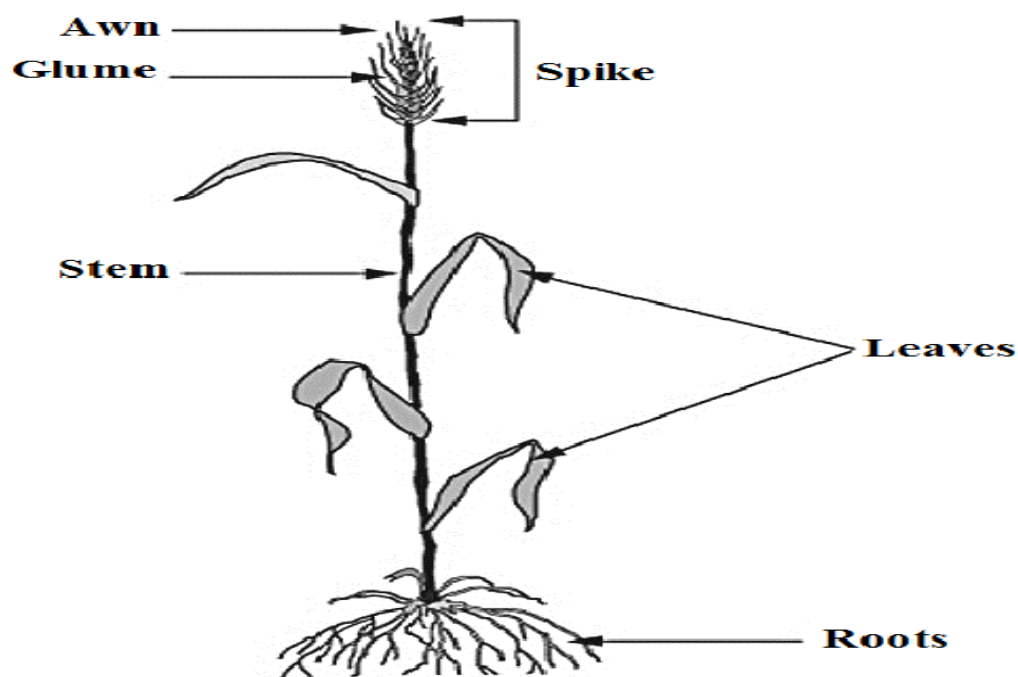
### **1.4.3 Φύλλα**

Τα φύλλα των σιτηρών αποτελούνται από δύο τμήματα τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτατο σημείο του φύλλου που περιβάλλει το καλάμι. Το έλασμα φέρει νευρώσεις παράλληλα διατεταγμένες χωρίς διακλαδώσεις. Ακόμη το έλασμα καλύπτεται από την επιδερμίδα και εσωτερικά του βρίσκεται το μεσόφυλλο. Η επιδερμίδα είναι ένα σύνθετο μέρος του φύλλου και αποτελείται από διάφορα είδη κυττάρων. Το σχήμα τους είναι βολβοειδές ενώ πλευρικά περιβάλλονται από άλλα κυλινδρικά κύτταρα. Τα στομάτια βρίσκονται και στις δύο πλευρές των φύλλων και παρεμβάλλονται ανάμεσα στα κύτταρα και τον αγγειακό ιστό. Το μεσόφυλλο έχει σπογγώδη δομή με κύτταρα σε σχήμα λοβού. Τέλος το έλασμα στρέφεται προς τα δεξιά σε συγκεκριμένα είδη όπως το σιτάρι και το κριθάρι, ενώ σε άλλα όπως η βρώμη στρέφεται προς τα αριστερά. Αυτή η συστροφή αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα διαχωρισμού των ειδών. Στο σημείο ένωσης του ελάσματος με τον κολεό διακρίνονται δυο τμήματα το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Η μορφολογία των δυο αυτών εξαρτημάτων αποτελεί χαρακτηριστικό για τον διαχωρισμό των ειδών. (Lersten 1987,;Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012)

### **1.4.4 Ταξιανθία**

Η ταξιανθία αποτελείται από τον κύριο άξονα την ράχη. Τα άνθη είναι τοποθετημένα με διαφορετικό τρόπο σε ομάδες οι οποίες ονομάζονται σταχύδια. Ανάλογα με τον

τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται η ταξιανθία διακρίνεται σε διαφορετικά είδη. Στάχυ ονομάζεται η ταξιανθία κατά την οποία τα άνθη είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στον κύριο άξονα (Δαναλάτος, 2005). Είδη που χαρακτηρίζονται για αυτή τη μορφή ταξιανθίας είναι το σιτάρι, το κριθάρι η σίκαλη και το τριτικάλε. Φόβη ονομάζεται η ταξιανθία στην οποία τα άνθη είναι τοποθετημένα σε διακλαδώσεις. Η βρώμη είναι το μόνο από τα χειμερινά σιτηρά με ταξιανθία φόβη. Το σταχύδιο έχει μια σύνθετη δομή καθώς περιβάλλεται από δύο λέπυρα εξωτερικά τα οποία καταλήγουν στην κορυφή σε μύτη που ονομάζεται ακίδα. Ακόμη κάθε ανθός ξεχωριστά περιβάλλεται και αυτό από λέπυρα τα οποία ονομάζονται εσωτερικά. Ανάλογα με τη θέση τους τα εσωτερικά λέπυρα διακρίνονται στον χιτώνα που αντιστοιχεί στη ράχη του κόκκου και στη λεπίδα που αντιστοιχεί στην κοιλιά του. Ο χιτώνας σε ορισμένα είδη προεκτείνεται και σχηματίζει άγανο του οποίου η ύπαρξη βοηθάει στην ταξινόμηση των ποικιλιών. Τέλος στα εσωτερικά λέπυρα βρίσκονται τρεις στήμονες, ο ύπερος που αποτελείται από μονόχωρη ωοθήκη που στην βάση της φέρει γλωχίνες και δυο στύλους. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 1: Βλαστικά τμήματα του φυτού του σιταριού

Πηγή :[https://www.researchgate.net/figure/Morphology-of-wheat-plant-showing-spike-head\\_fig2\\_257645533](https://www.researchgate.net/figure/Morphology-of-wheat-plant-showing-spike-head_fig2_257645533)

#### 1.4.5 Καρπός

Ο καρπός των σιτηρών είναι καρύουγη. Ο καρπός αποτελείται από τέσσερα τμήματα το περικάρπιο το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο (Εικ, 2). Το περικάρπιο περιβάλλει εξωτερικά το περίβλημα. Αποτελείται από στρώματά κυττάρων που προήλθαν από την διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωοθήκης. Το περίβλημα βρίσκεται εσωτερικά του περικαρπίου και περιβάλλει το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Αποτελείται από λεπτό στρώμα κυττάρων στα οποία βρίσκονται οι χρωστικές που προσδίδουν στον κόκκο το χαρακτηριστικό του χρώμα. Το ενδοσπέρμιο είναι ένας ιστός που περιέχει άμυλο και ο ρόλος του είναι να προσφέρει θρεπτικά συστατικά στο φυτό ώσπου να είναι έτοιμο να τα απορροφήσει από το έδαφος. Το ενδοσπέρμιο αποτελείται από την αλευρόνη και από αλλά κύτταρα πλούσια σε αμυλόκοκκους και αλευρόκοκκους. Η αναλογία των αλευρόκοκκων παίζει σημαντικό ρολό στη τελική σύσταση του ενδοσπερμίου το οποίο αποκτά σκληρή και γυαλιστερή όψη όταν βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία στον καρπό ενώ όταν βρίσκονται σε μικρή αποκτά μαλακή και αλευρώδη υφή. Τέλος το έμβρυο βρίσκεται στο κάτω μέρος του καρπού κοντά στον ποδίσκο. Το έμβρυο φέρει μια κοτυληδόνα η οποία ονομάζεται ασπίδιο και ο ρόλος της είναι να παρέχει θρεπτικά συστατικά στο έμβρυο κατά την βλάστηση. Στο κατώτερο του άκρο φέρει την πρωτογενή ρίζα η οποία καλύπτεται από την κολεόρριζα. Στο άνω άκρο του φέρει το βλαστίδιο που καλύπτεται από μια άλλη δομή το κολεόπτυλο (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 2 Τα τμήματα του καρπού του σιταριού

Πηγή: Σιτηρά και ψυχανθή( Παπακώστα-Τασοπούλου, 2019, σελ. 39)

#### 1.4.6 Είδη

Το σιτάρι είναι ένα είδος το οποίο παρουσιάζει μια ευρεία κλίμακα διαφοροποιήσεων σε πολλούς παράγοντες όπως τα γονίδια, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, την παρουσία του άγανος, την αντοχή σε δυσμενής συνθήκες, την ποιότητα του σπόρου

και την εποχή σποράς. Έτσι λοιπόν μπορεί να γίνει η ταξινόμηση του σε διάφορα είδη το καθένα με τα δικά του ξεχωριστά χαρακτηριστικά. Τα κυριότερα είδη του σιταριού είναι οι T. Aestivum (μαλακό σιτάρι) και η T. Durum (σκληρό σιτάρι) (Peterson, 1965). Το μαλακό σιτάρι χαρακτηρίζεται από το μαλακό του ενδοσπέρμιο, την αλευρώδη του υφή, και την υψηλή του περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη πράγμα που το καθιστά ως το καταλληλότερο για χρήση στην αρτοποιηχανία ,και στην βιομηχανία των δημητριακών. Αντίθετα το σκληρό σιτάρι εξαιτίας της περιεκτικότητας το σε γλουτένη και της υαλώδους του υφής χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία των ζυμαρικών. Όμως υπάρχουν και ποικιλίες που έχουν πολύ μικρή διατροφική αξία εξαιτίας την μικρής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη όπως το T.monococcum η οποίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζωοτροφής και έχουν εγκαταλειφθεί από την πλειοψηφία των παραγωγών. (Παπακόστα-Τασοπούλου, 2012)

## **1.5 Βιολογικός κύκλος**

### **1.5.1 Φύτρωμα**

Μετά την σπορά στο έδαφος είναι υψίστης σημασίας η εξασφάλιση των ιδανικών συνθηκών οι οποίες θα οδηγήσουν στη βλάστηση του σπόρου. Συγκεκριμένα η υγρασία θα πρέπει να κυμαίνεται από 30-45 % του ξηρού βάρους του σπόρου. Η θερμοκρασία δεν πρέπει να βρίσκεται κάτω από τους 4 βαθμούς και ιδανικά να κυμαίνεται από 22-25 βαθμούς Κελσίου (Baker, 1983). Ακόμη πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες όπως η παύση του λήθαργου του σπόρου πριν την σπορά, η ωριμότητα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου και το βάθος σποράς. Κατά το φύτρωμα η κολεόριζα εξέρχεται από το περικάρπιο και σχηματίζει την πρώτη εμβρυική ριζά ενώ ταυτόχρονα από την κολλεοπτίλη σχηματίζεται το πρώτο φύλλο. Όταν η σπορά γίνεται σε μεγάλο βάθος, η κολλεοπτίλη σχηματίζει ένα βλαστό ο οποίος ονομάζεται μεσοκοτύλιο (Karimi and Siddique, 1991). Σε αυτό το στάδιο το νεαρό φυτό τρέφεται από τις ουσίες οι οποίες ήταν αποθηκευμένες στο ενδοσπέρμιο μέχρι την έναρξη της φωτοσύνθεσης η οποία συμβαίνει δέκα μέρες μετά την έναρξη του φυτρώματος. Το φύτρωμα ολοκληρώνεται με την έξοδο του νεαρού φυτού από το έδαφος μέσω της επιμήκυνσης το κολλεοπτίλου και του μεσοκοτύλιου και την εμφάνιση των πρώτων φύλλων. (Kirby, 1993)

### **1.5.2 Ανάπτυξη ριζικού συστήματος**

Η εμβρυακή ρίζα παρέχει στο φυτό στήριξη και θρεπτικά μέχρι το στάδιο του 4<sup>ου</sup> φύλλου κατά το οποίο από τον πρώτο κόμβο εκφύεται η πρώτη μόνιμη ρίζα. Περισσότερες μόνιμες ρίζες εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου καθώς το φυτό περνάει στο στάδιο του αδελφώματος. Οι μόνιμες ρίζες αντικαθιστούν τις εμβρυακές ωστόσο ορισμένα φυτά διατηρούν και αυτή την μορφή ριζικού συστήματος. Η μορφολογία των μόνιμων ριζών διαφέρει από αυτήν των εμβρυακών καθώς αυτές διαφοροποιούνται έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικότερες. Συγκεκριμένα παρουσιάζουν διαφορές στη σκληρότητα, το πάχος, την δύναμη αλλά και την διάταξη στο έδαφος. (Kirby 1993).

### **1.5.3 Αδέλφωμα**

Το αδέρφωμα είναι το στάδιο κατά το οποίο νέα φυτάρια εκφύονται από τις εκβολές του κόμβου του αρχικού φυτού. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα συνήθως 40 με 120 ημέρες μετά το φύτερωμα. Τα αδέρφια αρχικά εξαρτώνται από το μητρικό φυτό και δεν αναπτύσσουν δικό τους ριζικό σύστημα μέχρι το στάδιο του τρίτου φύλλου (Williams and Langer, 1975). Ο μηχανισμός αυτός συμβάλει σημαντικά στην επιβίωση του είδους και στη συνέχεια της καλλιέργειας σε συνθήκες αραιού φυτρώματος, στην παγωνιά, στην καταστροφή του αρχικού φυτού και σε καλλιέργειες με έντονες προσβολές από μύκητες και έντομα. Το αδέρφωμα είναι ένας πολύπλοκος μηχανισμός που ρυθμίζεται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία (κοντά στους 30 βαθμούς Κελσίου η ιδανική). Ακόμη μεγάλο ρόλο έχει η επάρκεια του φωτός και η αζωτούχος λίπανση (Robertson et.al., 2009). Τέλος η πρωιμότητα της κάθε ποικιλίας έχει και αυτή μεγάλη σημασία στον αριθμό των αδελφιών που παράγονται. Ωστόσο όλα τα αδέρφια δεν επιβιώνουν για όλο το βλαστικό κύκλο του φυτού καθώς τα περισσότερα πεθαίνουν στο στάδιο μεταξύ καλαμώματος και άνθησης (150-180 ημέρες μετά το φύτερωμα). Στο τέλος από τα 6-8 αδέρφια που παράγονται από ένα μητρικό φυτό μόνο τα 2 θα φθάσουν στο στάδιο του ξεσταχυάσματος. (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012)

### **1.5.4 Καλάμωμα**

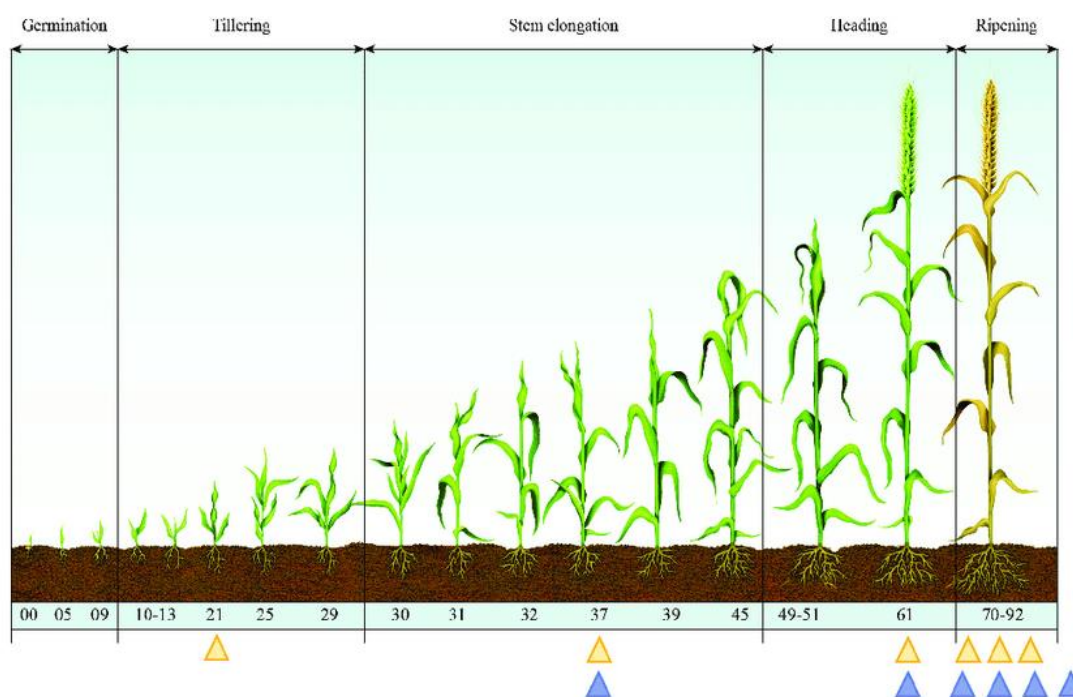
Μετά το αδέρφωμα μεσολαβεί το στάδιο διαφοροποίησης της ταξιανθίας κατά το οποίο εμφανίζονται οι καταβολές των άνθεων και σχηματίζονται τα οργανίδια τους. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται με την εμφάνιση του προτελευταίου φύλλου πριν φύλλου σημαία. Αυτό το στάδιο συμπίπτει με την έναρξη του καλαμώματος κατά το οποίο τα μεσογονάτια διαστήματα του φυτού επιμηκύνονται μέχρι το τελευταίο μεσογονάτιο διάστημα που φέρει την ταξιανθία. Αυτή η επιμήκυνση δεν γίνεται ακανόνιστα αντίθετα ακολουθεί μια συγκεκριμένη ροή κατά την οποία το κάθε μεσογονάτιο διάστημα ξεκινάει την επιμήκυνση του όταν το προηγούμενο έχει ολοκληρώσει την μισή. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την επιμήκυνση και ώθηση του τελευταίου μεσογονατίου διαστήματος στον κολεό σχηματίζοντας το φύλλο σημαία. Καθόλη αυτή την διαδικασία η φυλλική επιφάνεια του φυτού αυξάνεται σημαντικά φτάνοντας το μέγιστο της στο τέλος του καλαμώματος ( Kirby, 1994).

### **1.5.5 Ξεστάχυσμα**

Το στάδιο του καλαμώματος ακολουθεί η έκπτυξη της ταξιανθίας. Η ταξιανθία εμφανίζεται στον υψηλότερο κόμβο του φυτού και σταδιακά μετακινείται από την βάση στην κορυφή του φυτού. Όταν η ταξιανθία φθάσει στο ύψος του φύλλου σημαία τότε ο κολεός του διογκώνεται και σχίζεται αποκαλύπτοντας την ταξιανθία η οποία συνεχίζει την πορεία της μέσω της επιμήκυνσης του τελευταίου μεσογονατίου διαστήματος ώπου να φθάσει στην κορυφή του φυτού. Στην συνέχεια το άνθος ανοίγει εξαιτίας της διόγκωσης των γλαυχινών απελευθερώνοντας την γύρη. Η γύρη πέφτει στο στίγμα του ίδιου άνθους και το γονιμοποιεί. Η διαδικασία της άνθησης είναι η πιο ευαίσθητη στην θερμοκρασία με ιδανική θερμοκρασία τους 14-26 βαθμούς Κελσίου (Kirby, 1994).

### **1.5.6 Αύξηση κόκκου και ωρίμανση**

Η αύξηση του κόκκου γίνεται 10-20 ημέρες μετά την άνθηση (Wiegand and Cuellar, 1981). Το πρώτο στάδιο ονομάζεται το στάδιο του υδατώδη καρπού όπου παρατηρείται αύξηση μεγέθους του κόκκου εξαιτίας των διαδοχικών διαιρέσεων των κυττάρων (Bechtel, 1982). Ακόμη το εσωτερικό του καρπού περιέχει υδατώδες υγρό και ξεκινάει η καταστροφή των φύλλων της βάσεως. Η διαδικασία αυτή εξαρτάται από την επάρκεια φωτός και υγρασίας καθώς επηρεάζουν τον αριθμό των παραγόμενων κυττάρων, τη θερμοκρασία και το γενότυπο του κάθε είδους. Στη συνέχεια ο καρπός περνάει στο στάδιο του γάλακτος. Κατά αυτό το στάδιο γίνεται αύξηση της ξηρής ουσίας του ενδοσπερμίου χρησιμοποιώντας πρωτεΐνες και άμυλο τα οποία έχουν παραχθεί μέσω της φωτοσύνθεσης. Ακόμη ο κόκκος περιέχει γαλακτώδες υγρό πλούσιο σε αμυλόκοκκους. Ακολουθεί το στάδιο μαλακής ζύμης όπου ο καρπός γεμίζει με άμυλο και θρεπτικά συστατικά αποκτώντας τη μέγιστη ξηρή του μάζα. Παράλληλα η υγρασία του μειώνεται αποκτώντας στο εσωτερικό του μια δομή μαλακής ζύμης. Με το πέρας του σταδίου της μαλακής ζύμης ακολουθεί το στάδιο της σκληρής ζύμης όπου η υγρασία του καρπού μειώνεται από το 40% στο 30 % και το φυτό αποκτά κίτρινο χρώμα. Τέλος τα φυτά χάνουν το πράσινο τους χρώμα ολοκληρωτικά και ο κόκκος τους ξεκινάει να σκληραίνει ώσπου να μην μπορεί να χαραχθεί. Αυτά τα στάδια ονομάζονται στάδιο πλήρους ωρίμανσης και στάδιο σκλήρυνσης του κόκκου (Παπακώστα-Γασοπούλου, 2012).



Εικόνα 3: Βλαστικά στάδια του φυτού του σιταριού

Πηγή: [https://www.researchgate.net/figure/Growth-stages-in-spring-wheat-adapted-from-Bayer-Crop-2011-Triangles-indicate-stages\\_fig4\\_261513610](https://www.researchgate.net/figure/Growth-stages-in-spring-wheat-adapted-from-Bayer-Crop-2011-Triangles-indicate-stages_fig4_261513610)

## 1.6 Οικολογικές απαιτήσεις

### **1.6.1 Κλίμα**

Το σιτάρι είναι ένα φυτό το οποίο μπορεί να προσαρμόζεται σε ένα μεγάλο εύρος συνθηκών και να αποδίδει ικανοποιητικά σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη και κλίματα. Συγκεκριμένα το σιτάρι αποτελεί μια C3 καλλιέργεια η οποία σπέρνεται στην Εύκρατη ζώνη (Stapper, 1989). Η ελάχιστη θερμοκρασία που απαιτείται για τη βλάστηση του σπόρου του σιταριού στο έδαφος είναι οι 4 βαθμοί Κελσίου. Άριστη ανάπτυξη παρατηρείται στους 20-25 βαθμούς Κελσίου καθώς οι συνθήκες είναι ιδανικές για να καλύτερη καρπώδεση και γρήγορη ανάπτυξη των φυτών. Η αντοχή του σιταριού στο κρύο ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας. Η ελάχιστη θερμοκρασία που επιβιώνουν οι μέσες ποικιλίες είναι οι -18 βαθμοί Κελσίου. Σε αντίθεση ανθεκτικές ποικιλίες οι οποίες προσαρμόστηκαν στο ψύχος μπορούν να επιβιώσουν ως τους -40 βαθμούς (Altenbach et.al., 2003). Παράλληλα η πρωιμότητα της κάθε ποικιλίας είναι σημαντική καθώς καθορίζει την περίοδο που το φυτό θα εκτεθεί σε αντίξοες συνθήκες και περιορίζει τις απώλειες από υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### **1.6.2 Βροχόπτωση**

Όσον αφορά την υγρασία το σιτάρι απαιτεί βροχερό κλίμα πριν ξεκινήσει το φύτεμα καθώς ο σπόρος του απαιτεί υγρασία ίση με το 30-45% του ξηρού του βάρους για να βλαστήσει. Ωστόσο οι περισσότερες βροχοπτώσεις είναι ιδανικό να συμβαίνουν στα στάδια μεταξύ καλαμώνματος και άνθησης όπου το φυτό παρουσιάζει ταχεία ανάπτυξη και διαμορφώνει την ταξιανθία του. Η μέση βροχόπτωση που απαιτείται για ικανοποιητική απόδοση είναι 250-1000mm, με καλή κατανομή στον αγρό. Στην Ελλάδα οι περισσότερες βροχές πέφτουν την περίοδο του φθινοπώρου ή χειμώνα και το φυτό στερείται την απαραίτητη ποσότητα βροχής. Αντίθετα βασίζεται στην πιθανότητα βροχής στο τελευταίο στάδιο ανάπτυξης του (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### **1.6.3 Έδαφος**

Το σιτάρι μπορεί να καλλιεργηθεί ικανοποιητικά στους περισσότερους τύπους εδαφών. Παρόλα αυτά το σιτάρι είναι αποδοτικότερο σε αργυλοπηλώδη ή ιλυοπηλώδη εδάφη σε αντίθεση με τα αμμώδη ή αργυλώδη. Ακόμη προτιμάει εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία, μεγάλο βάθος και καλή στράγγιση. Πρέπει να αποφεύγονται τα όξινα εδάφη καθώς η καλλιέργεια απαιτεί pH μεγαλύτερο του 5,5 για να υπάρχει ικανοποιητική απορρόφησή θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Ιδανικά το pH του εδάφους πρέπει να κυμαίνεται από 7-8,5 (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

## **1.7 Καλλιεργητική τεχνική**

### **1.7.1 Προετοιμασία εδάφους**

Κατά την συγκομιδή των σιτηρών η αλωνιστική μηχανή αφήνει υπολείμματα στον καλλιεργούμενο αγρό τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν. Η ορθή καλλιεργητική τεχνική συμπεριλαμβάνει σε πρωταρχικό στάδιο τη συγκομιδή του άχυρου που αφήνει κατά τον αλωνισμό η θεριζοαλωνιστική και τη χρήση του ως ζωοτροφή. Στην συνέχεια γίνεται ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων της καλαμιάς στον έδαφος. Αυτή η

τεχνική συμβάλει στην διατήρηση της οργανικής ουσίας του εδάφους πράγμα πολύ σημαντικό στη χώρα μας, η οποία χαρακτηρίζεται από εδάφη μειωμένης γονιμότητας φτωχά σε οργανική ουσία. Η καύση της καλαμιάς δεν συνιστάται εξαιτίας των κανονισμών που έχουν επιβληθεί από την Ευρωπαϊκή ένωση. Η ενσωμάτωση γίνεται με το όργωμα κατά το οποίο το έδαφος αναμοχλεύεται και έρχεται στην επιφάνεια γονιμότερο. Το όργωμα γίνεται το καλοκαίρι όταν υπάρχει μεγάλη πυκνότητα πολυετών ζιζανίων στην καλλιέργεια για την καταστροφή των υπολειμμάτων και των σπορίων τους στο έδαφος. Ωστόσο τα θερινά οργώματα δεν συνιστάται να γίνονται εντατικά εξαιτίας των αυξημένων φθορών του γεωργικού ελκυστήρα και τη μειωμένης υγρασία του εδάφους. Εναλλακτικά το όργωμα μπορεί να γίνει και αρχές του φθινοπώρου όταν η εδαφική υγρασία βρίσκεται στα επιθυμητά επίπεδα ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν εκείνη την περίοδο . Το βάθος του οργώματος δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 30 cm καθώς σε αυτό το βάθος βρίσκεται το ριζικό σύστημα των σιτηρών. Στην συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία του δισκοσβαρνίσματος η οποία συμβάλει στον ψιλοχωματισμό του εδάφους. Με το δισκοσβάρισμα σπάνε οι βόλοι που έχουν δημιουργηθεί κατά την διαδικασία του οργώματος έτσι ώστε να γίνει ευκολότερη η σπορά σε μεταγενέστερο στάδιο της καλλιέργειας. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### **1.7.2 Σπορά**

Μετά την κατάλληλη κατεργασία του εδάφους ακολουθεί η σπορά. Η σπορά στη χώρα μας πραγματοποιείται κυρίως από τα μέσα Οκτώβριου- μέχρι τέλη Νοέμβριου (Fowler, 1982). Η εκτίμηση του κατάλληλου χρόνου σποράς αποτελεί στοιχείο για την πλειονότητα των παραγωγών καθώς παίζει καίριο ρόλο στο φύτευμα της καλλιέργειας. Η εκτίμηση της κατάλληλης εποχής σποράς πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Συγκεκριμένα το έδαφος χρειάζεται την κατάλληλη υγρασία για την βλάστηση του σπόρου ( 30-45 % του ξηρού του βάρους) αλλά και την κατάλληλη θερμοκρασία έτσι ώστε να αναπτυχθεί (-η θερμοκρασία δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 4 βαθμούς Κελσίου) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η σπορά μπορεί να είναι είτε πρώιμη ή όψιμη, ωστόσο και οι δυο φέρουν κινδύνους για την καλλιέργεια. Η πρώιμη σπορά μπορεί να οδηγήσει σε ανομοιόμορφο φύτευμα εξαιτίας της ξηρασίας αλλά και στρεσάρισμα των φυτών σε μεταγενέστερο στάδιο λόγω εξάντλησης της υγρασίας του εδάφους. Αντιθέτως η όψιμη σπορά μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση του φυτώματος εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών και σε μειωμένο αδελφωμα. Ακόμη τα νεαρά φυτά είναι ευαίσθητα από τον παγετό και μπορεί να μην προλάβουν να αναπτύξουν το ριζικό τους σύστημα με αποτέλεσμα την θανάτωση τους το χειμώνα (Καραμάνος, 1992). Η σπορά γίνεται κυρίως σε γραμμές με την χρήση σπαρτικής μηχανής. Οι αποστάσεις είναι 15-20 cm ανάλογα με την πυκνότητα της καλλιέργειας . Το βάθος σποράς κυμαίνεται από 2-5 cm ανάλογα με την σύσταση του καλλιεργούμενου εδάφους. Εναλλακτικοί τρόποι σποράς όπως πεταχτά με την χρήση λιπασματοδιανομέα έχουν εγκαταλειφθεί και δεν συνιστώνται (Fowler, 1982).



### 1.7.3 Διαχείριση ζιζανίων

Η διαχείριση των ζιζανίων γίνεται κυρίως με την χρήση ζιζανιοκτόνων. Η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει είτε προφυτρωτικά είτε μεταφυτρωτικά. Τα περισσότερα σκευάσματα που είναι εγκεκριμένα καταπολεμούν αγρωστώδη ή πλατύφυλλα ζιζάνια. Μπορεί να γίνει συνδυασμός ζιζανιοκτόνων για την ταυτόχρονη καταπολέμηση των ζιζανίων στον αγρό. Το στάδιο ανάπτυξης των ζιζανίων και ο κατάλληλος χρόνος εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων είναι υψίστης σημασίας για αποτελεσματικότερη καταπολέμηση (Miller, 1999). Ακόμη η πυκνότητα των ζιζανίων μπορεί να μειωθεί με την υιοθέτηση μέτρων διατήρησης της υγείας του αγρού, την επιλογή ανταγωνιστικών ποικιλιών, και την επιλογή σπόρου καθαρού από σπόρια και υπολείμματα ζιζανίων. Η αμειψισπορά καλλιεργειών οι οποίες ανταγωνίζονται διαφορετικού είδους ζιζάνια μειώνει σημαντικά την πυκνότητα ζιζανίων την επόμενη χρονιά εξαιτίας του διαφορετικού βιολογικού τους κύκλου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### 1.7.4 Άρδευση

Το σιτάρι είναι μια καλλιέργεια η οποία παρουσιάζει σημαντική αντοχή σε συνθήκες ξηρασίας. Η νερού που απαιτεί η καλλιέργεια σε μια καλλιεργητική περίοδο κυμαίνεται από 250-1000 mm νερό (Karam et.al., 2009). Η ποσότητα χρειάζεται να κατανέμεται στο έτος ανάλογα με τις ανάγκες του φυτού εκείνη την περίοδο. Στις περισσότερες περιοχές αυτές οι ανάγκες καλύπτονται από τις βροχοπτώσεις ωστόσο, σε ορισμένες περιοχές με θερμό ξηρό κλίμα η συχνότητα των βροχών μειώνεται τους εαρινούς μήνες με αποτέλεσμα ο παραγωγός να χρειάζεται να αρδεύσει τον καλλιεργούμενο αγρό για να καλυφθούν οι ανάγκες του φυτού και να εξασφαλισθεί η παραγωγή. Μετά το φύτευμα η επάρκεια νερού συντελεί στην βλάστηση του σπόρου και στην καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Οι μεγαλύτερες ανάγκες του φυτού εντοπίζονται την περίοδο του ξεσταχιάσματος (Zhang, 1992). Σε αυτό το στάδιο συνιστάται άρδευση με 90-150 mm νερού μια ή και περισσότερες φορές σε περίπτωση που δεν υπάρξουν βροχοπτώσεις για να καλυφθούν οι αυξημένες ανάγκες του φυτού (Harold, 1988). Η άρδευση σε μεταγενέστερο στάδιο δεν έχει αποδειχθεί ότι επιφέρει μεγάλα οφέλη στην παραγωγή. Αντιθέτως στρεσάρισμα του φυτού λόγω έλλειψης νερού οδήγησε σε αύξηση της σύστασης του σε πρωτεΐνη (Gallagher et.al., 1976).

### 1.7.5 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των χειμερινών σιτηρών αποτελεί το τελευταίο στάδιο της καλλιεργητικής διαδικασίας. Η συγκομιδή γίνεται όταν ο καρπός έχει ολοκληρώσει την ωρίμανση του, τα φυτά έχουν αποκτήσει το χαρακτηριστικό τους κίτρινο χρώμα και εύθραυστη υφή και η υγρασία του επιτρέπει την ασφαλή αποθήκευση του. Στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται το καλοκαίρι συνηθέστερα τον Ιούνιο-Ιούλιο με τη χρήση αλωνιστικών μηχανών. Η συγκομιδή εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν πράγμα που μπορεί να καθυστερήσει τη διαδικασία. Πιθανές καθυστερήσεις στο στάδιο της συγκομιδής μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια παραγωγής αλλά και στην υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος. Τα υπολείμματα της συγκομιδής, το άχυρο μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### **1.7.6 Σύστημα αμειψισποράς**

Με τον όρο αμειψισπορά εννοούμε την εναλλαγή καλλιεργειών κάθε χρόνο στον αγρό με σκοπό τη διατήρηση της γονιμότητας και της σύστασης του εδάφους, την αποτελεσματικότερη χρήση των θρεπτικών στοιχείων και του νερού και τον περιορισμό των προσβολών από έντομα και ασθένειες, εξαιτίας της διαφορετικής μορφολογίας και του βιολογικού κύκλου των φυτών στόχων. Στα χειμερινά σιτηρά τα κυριότερα συστήματα αμειψισποράς που χρησιμοποιούνται είναι η εναλλαγή της καλλιέργειας με χειμερινά ψυχανθή (Beatty, 2011) Η αμειψισπορά ψυχανθών στον αγρό προσφέρει άζωτο εξαιτίας της ικανότητας τους να δεσμεύουν άζωτο από την ατμόσφαιρα. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω της αλληλεπίδρασης των ψυχανθών με το βακτήριο Ριζόβιο ( *Rhizobium leguminosarum*) (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Συγκεκριμένα τα ψυχανθή παρέχουν υδατάνθρακες και το βακτήριο παρέχει στο φυτό άζωτο. Τα κυριότερα ψυχανθή που χρησιμοποιούνται για αμειψισπορά είναι ο βίκος το μπιζέλι και το κουκί. Ακόμη ορισμένα ελαιοδωτικά φυτά μπορούν και αυτά να χρησιμοποιηθούν ικανοποιητικά στον αγρό όπως, η ελαιοκράμβη, η ατρακτυλίδα και ο ηλιανθος (Riedell et.al., 1998).

### **1.7.7 Σύστημα Συγκαλλιέργειας**

Εξαιτίας των αυξημένων αναγκών της σύγχρονης κοινωνίας η αύξηση της παραγωγής τροφίμων αποτελεί μια σημαντική ανάγκη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή ενός συστήματος συγκαλλιέργειας στον αγρό. Με τον όρο συγκαλλιέργεια εννοούμε την καλλιέργεια δύο η περισσότερων διαφορετικών ειδών στον ίδιο αγρό. Έτσι ο παραγωγός μπορεί να μεγιστοποιήσει την παραγωγή του ενώ παράλληλα γίνεται καλύτερη διαχείριση των εισροών της καλλιέργειας και περιορίζονται οι ζημιές από ασθένειες και εχθρούς (Vardemeer ,1989). Συγκεκριμένα τα συστήματα συγκαλλιέργειας εκμεταλλεύονται τους διαφορετικούς βιολογικούς κύκλους των καλλιεργούμενων φυτών καθώς το καθένα αξιοποιεί τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά και νερό του εδάφους σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Ακόμη το καθένα προσβάλλεται από διαφορετικές ομάδες ασθενειών και εχθρών γεγονός που δυσκολεύει την εξάπλωση τους στον καλλιεργούμενο αγρό (Woldeamlak, 2009). Το σιτάρι εξαιτίας της ευρείας προσαρμοστικότητας του είναι μια ιδανική καλλιέργεια η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί σε συστήματα συγκαλλιέργειας. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Κίνα απέδειξαν ότι ένα σύστημα συγκαλλιέργειας με σκόρδο μείωσαν σημαντικά τις εντομολογικές προσβολές στα φυτά του σιταριού (Wang et.al., 2008). Η σύγκριση των συστημάτων μονοκαλλιέργειας με αυτά της συγκαλλιέργειας γίνεται μέσω του δείκτη LER (Land Equivalent Ratio) (Piepho, 1998).

## **1.8 Εχθροί-Ασθένειες**

Παρακάτω αναλύονται οι κυριότεροι εχθροί του σίτου σύμφωνα με τις οδηγίες ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας του Υπουργείου αγροτικής ανάπτυξης και τροφίμων

Πηγή:(<http://www.opengov.gr/ypaat/wp-content/uploads/downloads/2013/07/sitari.pdf>)

## **Κύριοι εχθροί**

### **1.8.1 Ζάβρος των σιτηρών (*Zabrus tenebrioides*)**

Ο Ζάβρος αποτελεί έντομο της οικογένειας Carabidae που προσβάλλει τα αγρωστώδη φυτά. Το έντομο έχει μια γενιά το χρόνο και ξεκινάει τη δραστηριότητά του το καλοκαίρι όπου τα ενήλικα προσβάλλουν τμήματα του φυτού στα οποία εναποθέτουν τα αυγά τους. Στην συνέχεια οι προνύμφες εξέρχονται το φθινόπωρο και παραμένουν δραστήριες στο έδαφος δημιουργώντας ζημιές στα νεαρά φυτά. Οι ζημιές που προκαλούν είναι η καταστροφή νεαρών φύλλων και βλαστών με αποτέλεσμα τη μείωση της σοδειάς. Η προσβολή μπορεί να διαγνωστεί από τα φυτικά υπολείμματα που αφήνουν τα έντομα στον αγρό. Ο Ζάβρος εξαιτίας της ικανότητας του να διαχειμάζει στο έδαφος είναι αρκετά δύσκολο να αντιμετωπιστεί. Αντιμετωπίζεται κυρίως με την χρήση προληπτικών μέτρων όπως η αμειψισπορά και η καταστροφή των ζιζανίων και της καλαμιάς στο χωράφι. Εναλλακτικά συνιστάται ψεκασμός των κηλίδων προσβολής το φθινόπωρο ή το χειμώνα τη νύχτα όπου δρα κυρίως το έντομο (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; ΥΠΑΑΤ, 2019).

### **1.8.2 Αφίδες**

Οι αφίδες είναι μια ομάδα εντόμων που μπορούν να προκαλέσουν ζημιές στα σιτηρά. Η ζημιές προκαλούνται από την απομύζηση των χυμών του φυτού από τα υπέργεια τμήματα του με αποτέλεσμα την ατροφία του. Ακόμη οι αφίδες μπορούν να είναι φορείς πολλών ασθενειών όπως ο ιός του κίτρινου νανισμού του κριθαριού. Το έντομο έχει πολλές γενιές ανά έτος ξεκινώντας από την άνοιξη με την εμφάνιση νέων γενεών κάθε 3-4 εβδομάδες. Η καταπολέμηση του εντόμου γίνεται και χημικά και προληπτικά. Προληπτικά συνιστάται η καταστροφή των ξενιστών του εντόμου στον αγρό. Χημική καταπολέμηση συνιστάται μόνο σε έντονες προσβολές με εναλλαγή εγκεκριμένων σκευασμάτων για την αποφυγή δημιουργίας ανθεκτικότητας (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; ΥΠΑΑΤ, 2019).

### **1.8.3 Βρωμούσες**

Οι Βρωμούσες είναι έντομα της οικογένειας Pentatomidae που προσβάλλουν τα σιτηρά. Τα έντομα αυτά διαχειμάζουν μακριά από τους αγρούς αλλά μετακινούνται την άνοιξη ξεκινώντας την προσβολή. Έχουν μια γενεά τον χρόνο κατά την οποία τον Μάρτιο – Απρίλιο τα ακμαία ωτοκοούν στην επιφάνεια του φύλλου και στην συνέχεια εξέρχονται οι προνύμφες. Οι προνύμφες ρουφούν τους χυμούς από το φυτό στο στάδιο του γάλακτος και της ωρίμανσης του κόκκου. Κατά αυτή τη διαδικασία παράγουν προϊόντα τα οποία επιδρούν στο χρώμα και τη σύσταση του κόκκου σε πρωτεΐνη υποβαθμίζοντας την ποιότητα του. Η καταπολέμηση του εντόμου γίνεται χημικά την άνοιξη όπου τα έντομα έχουν μεταναστεύσει στον αγρό η λίγο αργότερα όταν έχουν εξέρθει οι πρώτες νεαρές προνύμφες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; ΥΠΑΑΤ, 2019).

## Ασθένειες

### 1.8.4 Σκωριάσεις (*Puccinia* spp.)

Οι σκωριάσεις είναι από τις πιο διαδεδομένες ασθένειες των σιτηρών και οφείλονται σε βασιδιομύκητες του γένους *Puccinia*. Ο μύκητας προσβάλλει τα στελέχη, τους κολεούς, και τα άνθη σχηματίζοντας στην επιφάνειά τους φλύκταινες ουρεδοσωρών με το χαρακτηριστικό τους χρώμα. Το χρώμα αποτελεί βασικό κριτήριο διάκρισης των διαφορετικών ειδών του παθογόνου. Τα διαφορετικά είδη είναι η καστανή, μαύρη και κίτρινη σκωρίαση. Οι σκωριάσεις παρεμποδίζουν την υγιή θρέψη του φυτού προκαλώντας στειρότητα και υποβάθμιση της ποιότητας του κόκκου. Η καταπολέμηση της ασθένειας μπορεί να γίνει προληπτικά με την χρήση ποικιλιών ανθεκτικών στο παθογόνο, με την καταστροφή των ξενιστών που υπάρχουν στο χωράφι όπως η βερβερίδα, και με αμειψισπορά άλλων ειδών εκτός από το κριθάρι που είναι και αυτό ένας από τους κύριους ξενιστές του παθογόνου. Τέλος η χημική καταπολέμηση συνιστάται όταν συμφέρει τον παραγωγό οικονομικά με την χρήση προστατευτικών ή θεραπευτικών μυκητοκτόνων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; ΥΠΑΑΤ, 2019).

### 1.8.5 Ανθρακες και Δαυλίτες

Τα παθογόνα που δημιουργούν αυτές της ασθένειες αποτελούν μεγάλο κίνδυνο για την καλλιέργεια του σιταριού όταν δεν έχει χρησιμοποιηθεί απολυμασμένος σπόρος κατά την σπορά. Ανήκουν στα είδη *Ustilago* spp, *Urocystis* spp. (Ανθρακες) και *Tilletia* spp. (Δαυλίτες). Στον άνθρακα η προσβολή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εκδήλωση των συμπτωμάτων σε γυμνούς και καλυμμένους άνθρακες. Στους γυμνούς τα συμπτώματα εκδηλώνονται στο ξεστάχασμα με την εμφάνιση μαύρων σπορίων στην ταξιανθία. Στους καλυμμένους τα συμπτώματα μπορεί να μην είναι διακριτά αφού εμφανίζονται αρχικά στα φύλλα και στην συνέχεια στην ταξιανθία των φυτών. Αντίθετα οι δαυλίτες χαρακτηρίζονται από τα ανοιχτά λέπυρα των μολυσμένων στάχων που σχηματίζουν αμβλεία γωνία. Οι άνθρακες προκαλούν νανισμό στα μολυσμένα φυτά και οι μεγάλες απώλειες στην παραγωγή. Οι δαυλίτες οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας του σπόρου και σημαντική μείωση της παραγωγής. Και τα δύο παθογόνα μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με την επιλογή απολυμασμένου σπόρου από τα παθογόνα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; ΥΠΑΑΤ, 2019).

### 1.8.6 Σεπτωρίαση (*Septoria* spp)

Τα παθογόνα που δημιουργούν τη μόλυνση ανήκουν στο γένος *Septoria*. Τα συμπτώματα εμφανίζονται με τη μορφή κίτρινων κηλιδώσεων των υπέργειων τμημάτων των φυτών όπου με την πάροδο του χρόνου εξελίσσονται σε νεκρωτικές κηλίδες. Τα φυτά χάνουν το πράσινο χρώμα τους κιτρινίζουν και στη συνέχεια αποκτούν ένα ερυθρό καστανό χρώμα. Το παθογόνο εξαπλώνεται σε συνθήκες υψηλής

υγρασίας κυρίως μετά από βροχές με την βοήθεια του ανέμου. Η αντιμετώπιση μπορεί να γίνει με την χρήση μέτρων υγείας του αγρού και αμειψισπορά. Αντιθέτως αν η προσβολή έχει επεκταθεί συνιστάται ψεκασμός με εγκεκριμένα μυκητοκτόνα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; ΥΠΑΑΤ, 2019).

## **1.9 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού**

Ο καθορισμός της ποιότητας του καρπού του σιταριού είναι μια σημαντική διαδικασία καθώς η ποιότητα καθορίζει τη χρήση του προϊόντος. Συγκεκριμένα η ποιότητα του σιταριού αξιολογείται ανάλογα με την περιεκτικότητα του καρπού σε υγρασία, πρωτεΐνη, αλλά και με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού όπως το χρώμα, η σκληρότητα του ενδοσπερμίου, το μέγεθος του καρπού και τυχόν παραμορφώσεις από ασθένειες καθώς αυτές μεταφέρονται στο παραγόμενο προϊόν καθιστώντας το μη εμπορεύσιμο.

### **1.9.1 Υγρασία**

Η διατήρηση της υγρασίας του προϊόντος αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ασφαλή αποθήκευση του καρπού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η επιθυμητή υγρασία δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 14 %. Σε περίπτωση που η υγρασία ξεπεράσει αυτό το όριο ασφάλειας υπάρχει πιθανότητα ανάπτυξη μυκήτων στον αποθηκευμένο καρπό, Οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες οφείλονται στους μύκητες *Aspergillus* και *Penicillium*. Σε περίπτωση προσβολής το προϊόν αλλοιώνεται και παρουσιάζει μείωση των επιθυμητών του συστατικών και της διατροφικής του αξίας. Παράλληλα παρουσιάζεται δυσοσμία και αλλοίωση της μορφολογίας του καρπού καταστρέφοντας ολοκληρωτικά το προϊόν (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### **1.9.2 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη**

Ο καρπός του σιταριού περιέχει μια ευρεία κλίμακα πρωτεϊνών με σημαντικότερες τις γλοιαδίνες και γλουτενίνες ο οποίες ενώνονται κατά την ανάμειξη του νερού με το παραγόμενο αλεύρι δημιουργώντας την γλουτένη (Εικ. 4). Η γλουτένη αποτελεί βασικό συστατικό κατά την παρασκευή ψωμιού εξαιτίας των ιδιοτήτων που προσδίδει στη ζύμη όπως η ελαστικότητα και η πλαστικότητα της. Η περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την τιμή του προϊόντος με καρπούς με περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 13% να θεωρούνται υψηλής ποιότητας (Johansson et.al., 2001). Ακόμη η περιεκτικότητα των σιτηρών σε γλουτένη διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του σιταριού (Ries and Everson, 1973). Συγκεκριμένα το μαλακό σιτάρι παρουσιάζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε γλουτένη από ότι το σκληρό πράγμα που το καθιστά ιδανικό για την παρασκευή ψωμιού σε σχέση με το σκληρό το οποίο παρουσιάζει μικρότερη και χρησιμοποιείται για την παρασκευή των ζυμαρικών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

	Ειδικό Βάρος (Kg/Hl)	Τέφρα (% d.m.)	Πρωτεΐνη (% d.m.)	Ποιότητα Γλουτένης (0-10 score)	Δείκτης χρώματος (b yellow)
<b>ΑΝΕΠΑΡΚΕΣ</b>	<b>&lt; 78</b>	<b>&gt; 2.05</b>	<b>&lt; 12.5</b>	<b>&lt; 5.5</b>	<b>&lt; 21.0</b>
<b>ΚΑΛΟ</b>	<b>78 – 80</b>	<b>1.85 – 2.05</b>	<b>12.5 – 14.0</b>	<b>5.5 – 7.0</b>	<b>21.0 – 23.0</b>
<b>ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ</b>	<b>&gt; 80</b>	<b>&lt; 1.85</b>	<b>&gt; 14.0</b>	<b>&gt; 7.0</b>	<b>&gt; 23.0</b>

Εικόνα 4: Όρια κατανομής ποιότητας του καρπού του σιταριού

Πηγή: [https://miskoprogrammasitou.gr/farmers\\_news/kalliergitikes-praktikes-ke-piotita-sklirou-sitou/](https://miskoprogrammasitou.gr/farmers_news/kalliergitikes-praktikes-ke-piotita-sklirou-sitou/)

### 1.9.3 Άχυρο

Τα υπολείμματα που αφήνουν τα σιτηρά στο χωράφι συγκομίζονται για περαιτέρω χρήση ως ζωοτροφή. Το άχυρο είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες, αλλά πολύ φτωχό στα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για την υγιή διατροφή των ζώων όπως πρωτεΐνες, μέταλλα και λίπος.

## 1.10 Λίπανση

### 1.10.1 Ανάγκες καλλιέργειας

Η ορθή λίπανση του καλλιεργούμενου αγρού αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη σωστή θρέψη του σιταριού. Η λίπανση εφαρμόζεται σε δύο στάδια (Sowers et.al., 1994) η βασική γίνεται μαζί με την σπορά όπου το λίπασμα ενσωματώνεται στον αγρό κατά την οποία γίνεται εφαρμογή του 1/3 της απαιτούμενης ποσότητας N και ολόκληρη την ποσότητα του P και του K (Orloff, 2012). Η επιφανειακή λίπανση γίνεται σε μεταγενέστερο στάδιο συνηθέστερα την άνοιξη όπου εφαρμόζεται η υπόλοιπη ποσότητα N (Mossedaq and Smith, 1994). Το N αποτελεί το βασικότερο στοιχείο θρέψης των σιτηρών καθώς συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη των νεαρών φυτών. Οι μεγαλύτερες ανάγκες των φυτών σε N είναι στο στάδιο του αδελφώματος-καλαμώντος, για αυτό τότε συνιστάται να γίνεται η επιφανειακή λίπανση. Επάρκεια αζώτου οδηγεί σε αποτελεσματικότερο αδελφωμα και μεγαλύτερο όγκο φυτών (Edmonds et.al., 2009). Ακόμη κατά την άνθηση το N οδηγεί σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη (Godfrey et.al., 2010). Η συνιστώμενη ποσότητα που θα πρέπει να χορηγείται κυμαίνεται από 10-15 kg το στρέμμα (Wuest and Cassman, 1992). Ωστόσο εξαιτίας της μη ορθής χρήσης των αζωτούχων λιπασμάτων τα προηγούμενα χρόνια θα πρέπει να γίνεται έλεγχος επάρκειας του εδάφους σε N για να αποφευχθεί η σπατάλη. Ο P εφαρμόζεται με την βασική λίπανση

κατά την περίοδο της σποράς και δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί συμπληρωματικά. Ο Ρ δεσμεύεται από το έδαφος και αποδίδεται σταδιακά στα φυτά.. Ο Ρ οδηγεί σε ομοιόμορφη ανάπτυξη της καλλιέργειας, σε καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και αύξηση της πρωιμότητας της καλλιέργειας. Οι ποσότητες που χορηγούνται δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τα 6 kg ανά στρέμμα. Τέλος το Κ αποτελεί στοιχείο που συμβάλει σε πολλές κυτταρικές διαδικασίες. Η χορήγηση του γίνεται σε μικρές ποσότητες συνήθως περίπου στα 3 kg το στρέμμα. Στην Ελλάδα δεν συνιστάται λίπανση με Κ εξαιτίας της επάρκειας των καλλιεργούμενων εδαφών. Ωστόσο σε περίπτωση έλλειψης η εφαρμογή του είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση της ευρωστίας των φυτών. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### **1.10.2 Τύποι λιπασμάτων**

Τα λιπάσματα αποτελούν την σημαντικότερη μορφή εισροών μιας καλλιέργειας καθώς εξασφαλίζουν την επάρκεια των θρεπτικών συστατικών που χρειάζονται τα καλλιεργούμενα φυτά. Τα κύρια στοιχεία που περιέχονται στα λιπάσματα είναι το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο. Τα λιπάσματα διακρίνονται σε δυο διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με την προέλευση τους. Τα οργανικά λιπάσματα προέρχονται από ζωικά ή φυτικά υπολείμματα τα οποία αξιοποιούνται στην βιολογική γεωργία. Συγκεκριμένα η κοπριά και τα κομπόστ αποτελούν τα βασικότερα οργανικά σκευάσματα που χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς. Τα χημικά λιπάσματα αποτελούν την άλλη βασική κατηγορία λιπασμάτων, και παράγονται μέσω χημικών αντιδράσεων που τους προσδίδουν την επιθυμητή τους σύσταση σε θρεπτικά στοιχεία. Ακόμη τα λιπάσματα μπορούν να ταξινομηθούν και ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους στον αγρό. Τα κοκκώδη λιπάσματα έχουν την μορφή κόκκων και αποδομούνται σταδιακά μέσω των βροχοπτώσεων και απορροφούνται από το έδαφος. Τα υγρά ή αλλιώς διαφυλλικά λιπάσματα διαλύονται στο νερό και απορροφούνται μέσω των φύλλων ή κατά άρδευση του φυτού. Τέλος τα κρυσταλλικά λιπάσματα έχουν τη μορφή σκόνης και παρουσιάζουν παρόμοιο τρόπο εφαρμογής με τα υδατοδιαλυτά υγρά λιπάσματα καθώς και αυτά διαλύονται στο νερό και τροφοδοτούνται στα φυτά μέσω του ποτίσματος (Brochel and Hahn, 2004).

### **1.10.3 Αζωτούχα λιπάσματα**

Τα αζωτούχα λιπάσματα ανάλογα με την σύστασή τους μπορούν να διακριθούν σε νιτρικά αμμωνιακά και ουρεϊκά. Για την παρασκευή των αζωτούχων λιπασμάτων απαιτείται δέσμευση αζώτου της ατμοσφαιράς μέσω χημικών αντιδράσεων. Συγκεκριμένα οι αντιδράσεις αυτές είναι οξειδωση του N<sub>2</sub>, αντίδραση N<sub>2</sub> με CaCO<sub>2</sub>, και μέσω οξειδωσης της αμμωνίας ( μέθοδος Clauder-Haber) (Θέριος, 2005). Αντιθέτως η παρασκευή ουρίας απαιτεί μια διαφορετική διαδικασία κατά την οποία η NH<sub>3</sub> αντιδρά με CO<sub>2</sub> κάτω από συνθήκες πολύ υψηλής πίεσης και υπό την παρουσία καταλύτη. Τα κυριότερα επιφανειακά αζωτούχα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι η νιτρική αμμωνία, η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία, η θειική αμμωνία και η ουρία. Η νιτρική αμμωνία είναι λίπασμα κατάλληλο για τα περισσότερα εδάφη περιέχει άζωτο ίσο με το 33,5%, αντίθετα η ασβεστούχος θειική αμμωνία έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε άζωτο αλλά προσδίδει Ca και Mg στο έδαφος. Η θειική αμμωνία περιέχει 21% N και 23% S και δεν είναι κατάλληλη για όλα τα είδη εδαφών καθώς η εφαρμογή της μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του pH. Τέλος η ουρία είναι το λίπασμα

με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άζωτο (46%) και αντιδρά ταχύτατα με το νερό απελευθερώνοντας αμμωνία και CO<sub>2</sub> ( Θέριος, 2005).

#### **1.10.4 Λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης**

Τα καλλιεργούμενα φυτά δεν μπορούν να προσλάβουν όλο το διαθέσιμο άζωτο που προστέθηκε με τη λίπανση. Ως αποτέλεσμα το διαθέσιμο άζωτο σταδιακά χάνεται μέσω της έκπλυσης, της ακινοτηποίησης και της απονιτροποίησης της αμμωνίας.(Θέριος 2005). Η ανάγκη λοιπόν για την παροχή αζώτου σταδιακά καθόλη την καλλιεργητική περίοδο οδήγησε στην δημιουργία των λιπασμάτων βραδείας απελευθέρωσης. Η ιδιότητα της σταδιακής απελευθέρωσης του αζώτου προσδίδεται μέσω διαφορετικών μηχανισμών. Συγκεκριμένα γίνεται μέσω επικάλυψης του κόκκου με συγκεκριμένες ενώσεις, με χρήση ενώσεων περιορισμένης διαλυτότητας στο νερό όπου μέσω της μικροβιακής δράσης απελευθερώνεται το διαθέσιμο άζωτο, ουσίες με μικρή διαλυτότητα στο νερό με αποτέλεσμα την μικρότερη απελευθέρωση αζώτου και με τη χρήση αναστολέων. Στο μηχανισμό με επικάλυψη τα καλύμματα μειώνουν την ταχύτητα εισόδου του N στο έδαφος με κυριότερα συστατικά των καλυμμάτων να είναι το S και διάφορα πολυμερή. Παράλληλα ενώσεις όπως τα UF λιπάσματα, οξαμίδιο, τριαζίνη και CDU ανήκουν στις ενώσεις οι οποίες διασπώνται με μικροβιακή αποδόμηση (Zhang et.al., 2009). Τέλος οι αναστολείς διακρίνονται με βάση την διαδικασία που παρεμποδίζουν σε αναστολείς της νιτροποίησης και αναστολείς της ουρεάσης (Nikolayevich et.al., 2017).

#### **1.11 Συνθήκες στο Θεσσαλικό κάμπο**

Η Θεσσαλία είναι η περιοχή με την μεγαλύτερή παραγωγή σιτηρών στην Ελλάδα. Παρά την μείωση σε καλλιεργούμενα στρέμματα σιτηρών μέσα στα χρόνια η Θεσσαλία διατηρεί την υψηλή της παραγωγή ειδικά σε στρέμματα σκληρού σίτου με τον νομό Λάρισας να διατηρεί την πρωτιά σε σύγκριση με τους άλλους νομούς με 60.000 στρέμματα (ΕΛΣΤΑΤ). Οι κλιματολογικές συνθήκες στο Θεσσαλικό κάμπο είναι κυρίως ηπειρωτικές παρουσιάζοντας διαφοροποιήσεις παραλιακά όπου επικρατεί μεσογειακό κλίμα. Οι χειμώνες είναι ψυχροί με πολύ θερμά καλοκαίρια εξαιτίας της ιδιαίτερης μορφολογίας του Θεσσαλικού κάμπου και η μέση θερμοκρασία είναι 16-18 βαθμούς. Η μέση βροχόπτωση ανά έτος είναι περίπου 400 mm βροχής πράγμα που καθιστά την περιοχή ιδανική για την καλλιέργεια σιτηρών (ΕΜΥ.)



## **ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ**

Σκοπός του ερευνητικού έργου ήταν η μελέτη της επίδρασης της βασικής λίπανσης με την χρήση νέων τύπων λιπασμάτων στην παραγωγικότητα και στην ποιότητα σκληρού σιταριού στην Θεσσαλία. Χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα σχήματα κυρίως αζωτούχου λίπανσης με προϊόντα της εταιρείας COMPO ΕΛΛΑΣ ΑΕ σε σύγκριση με τη συμβατική πρακτική και το μάρτυρα (επιφανειακή λίπανση), ώστε να εκτιμηθεί η επίδρασή τους στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του σκληρού σίτου. Συγκεκριμένα, η λιπαντική αγωγή στο σκληρό σιτάρι στόχευε στην αύξηση της πρωτεΐνης του καρπού, ώστε να προκύψει ποιοτικότερο τελικό προϊόν για τη βιομηχανία ζυμαρικών.

## 2 Υλικά μέθοδοι

Το πείραμα έλαβε χώρα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Ο πειραματικός αγρός είχε διαστάσεις 27,5 x 69 m ή ίσο με 1900 m<sup>2</sup>. Ο αγρός χωρίστηκε σε 16 πειραματικά τεμάχια 4 για κάθε επανάληψη με διαστάσεις τεμαχίου 5x15 ή ίσο με 75 m<sup>2</sup> με την εφαρμογή πειραματικού σχεδίου τυχαιοποιημένων ομάδων τεμαχίων RCB. Ανάμεσα στα πειραματικά τεμάχια μεσολαβούσε διάδρομος 2,5 και 3 m αντίστοιχα. (Σχ 2)

Πριν την σπορά έγινε όργωμα και περιστροφικός καλλιεργητής . Στον αγρό σπάρθηκε σκληρό σιτάρι (Triticum Durum) ποικιλίας Iride. Η σπορά έλαβε χώρα στις 17 Δεκεμβρίου αφού έγινε εφαρμογή βασικής λίπανσης με 4 διαφορετικές μεταχειρίσεις, ενώ ο μάρτυρας δεν λιπάνθηκε.

**Ποικιλία Iride:** Πρώιμη ποικιλία σκληρού σιταριού με καλό αδελφωμα και υψηλή παραγωγικότητα σε γόνιμα εδάφη. Τα φυτά έχουν μέσο-χαμηλό ύψος και μαύρα άγανα. Ακόμη είναι ανθεκτική στις κυριότερες ασθένειες των σιτηρών όπως οι σκωριάσεις και οι σεπτωριάσεις.

Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής.

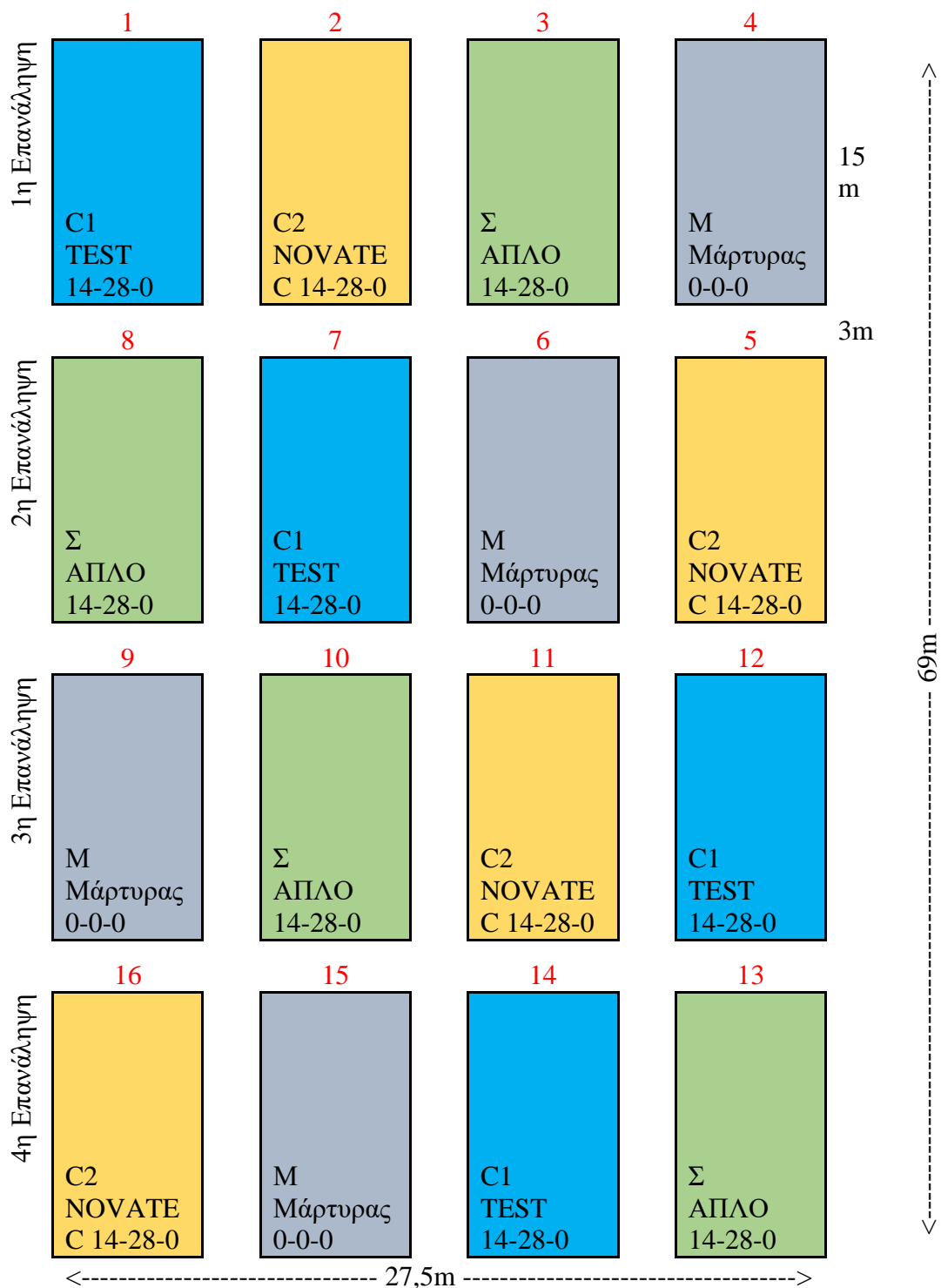
**NPΚ 14-28-0:** Κοκκώδες σύνθετο λίπασμα που περιέχει 14% N, 28% P χρησιμοποιείται κυρίως για βασική λίπανση καλλιεργούμενων αγρών

**NovaTec 14-28-0:** Σύνθετο λίπασμα με περιεκτικότητα 14% N και 28% P. Περιέχει αναστολέα νιτροποίησης DMPP εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη απελευθέρωση του αζώτου τις πρώτες 4-10 εβδομάδες

**Συμβατική:** Blend με τίτλο 14-28-0.

Για την βασική λίπανσης χρησιμοποιήθηκαν 25 kg/στρέμμα. Η δοσολογία ήταν ίδια για κάθε πειραματικό τεμάχιο.

**Μετεωρολογικά Στοιχεία** Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό που είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.



Σχέδιο 2 Το πειραματικό σχέδιο του αγρού

## **Επιφανειακή λίπανση**

Η επιφανειακή λίπανση του αγρού έγινε στις 22/3/22. Χρησιμοποιήθηκε αζωτούχο λίπασμα ουρίας 38-0-0 Nexur σε δοσολογία 25 kg/στρέμμα. Κατά την επιφανειακή λίπανση λιπάνθηκαν όλα τα πειραματικά τεμάχια ακόμα και ο μάρτυρας.

**38-0-0 Nexur** : Αζωτούχο λίπασμα ουρίας με αναστολέα της ουρεάσης NBPT που αναστέλλει την υδρόλυση της ουρίας στο έδαφος.

Άρδευση: Μετά την επιφανειακή λίπανση πραγματοποιήθηκε άρδευση με 30 mm νερού για την απελευθέρωση του αζώτου στον αγρό.

## **Μετρήσεις – Προσδιορισμοί Αύξησης και Ανάπτυξης φυτών**

**Χλωροφύλλη.** Για την εκτίμηση της περιεχόμενης χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στον αγρό με το φορητό όργανο CCM 200 της εταιρείας OPTI-SCIENSES.

**Ξηρά βάρη.** Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες φυτών για ανάλυση της αύξησης και ανάπτυξης τους με την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου των καλλιεργειών. Κάθε δειγματοληψία περιλάμβανε την κοπή φυτών έκτασης ενός τετραγωνικού μέτρου από κάθε τεμάχιο. Αρχικά γινόταν καταγραφή του χλωρού τους βάρους. Η ξήρανση των δειγμάτων γινόταν σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 50 °C. Η ξήρανση θεωρείτο περατωμένη όταν δεν μεταβαλλόταν το βάρος των δειγμάτων από την προηγούμενη μέτρηση μετά την παρέλευση μιας ημέρας.

**Ποιοτικά χαρακτηριστικά σπόρου σιταριού.** Στους σπόρους του σιταριού έγινε εκτίμηση της περιεχόμενης πρωτεΐνης, και της γλουτένης με τον αναλυτή Diode Array 7250 της εταιρείας PERTEN στο Εργαστήριο Γεωργίας του Τμήματος Γεωπονίας ΦΠ&ΑΠ, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

**Ποιοτικά χαρακτηριστικά σανού.** Στο σανό που συλλέχτηκε μετά τον τεμαχισμό του καλαμιού του σιταριού μετρήθηκε η πρωτεΐνη, η ίνα το NDF, το ADF, η στάχτη καθώς και η περιεκτικότητα του σε ασβέστιο και φώσφορο.

**Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων.** Το στατιστικό πακέτο GenStat (7η έκδοση) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις μετρήσεις αγρού και τις εργαστηριακές αναλύσεις. Η ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% (LSD<sub>.05</sub>) χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο δοκιμής για την εκτίμηση των διαφορών μεταξύ μέσων όρων.

## **Δειγματοληψίες**

### **(13 Απριλίου)**

Η πρώτη δειγματοληψία έγινε στις 13 Απριλίου όπου το δείγμα λήφθηκε με την χρήση ενός πλαισίου διαστάσεων 0,25x0,25 και παράλληλα μετρήθηκε η χλωροφύλλη λαμβάνοντας 10 ενδείξεις από το κάθε πειραματικό τεμάχιο. Στη συνέχεια ακολούθησε διαχωρισμός των ζιζανίων από τα φυτά του σιταριού. Έπειτα τα δείγματα ζυγίστηκαν μετρώντας το χλωρό βάρος των ζιζανίων και του σιταριού και τοποθετήθηκαν σε φούρνο αποξηράνσης. Μετά από μια εβδομάδα αφού τα φυτά είχαν αποξηραθεί τα δείγματα ξαναζυγίστηκαν για να μετρηθεί το ξηρό βάρος των ζιζανίων και του σιταριού.



*Εικόνα 5 Ο πειραματικός αγρός κατά την πρώτη δειγματοληψία στις 13 Απριλίου*

### **(9 Μαΐου)**

Η δεύτερη δειγματοληψία έγινε στις 9 Μαΐου και ακολούθησε παρόμοιο τρόπο με την πρώτη όπου το δείγμα λήφθηκε με την χρήση ενός πλαισίου διαστάσεων 0.25 x 0.25 και παράλληλα μετρήθηκε η χλωροφύλλη λαμβάνοντας 10 ενδείξεις από το κάθε πειραματικό τεμάχιο. Στη συνέχεια ακολούθησε διαχωρισμός των ζιζανίων από τα φυτά του σιταριού. Στη συνέχεια τα δείγματα ζυγίστηκαν μετρώντας το χλωρό βάρος των ζιζανίων και του σιταριού και τοποθετήθηκαν σε φούρνο αποξήρανσης. Μετά από μια εβδομάδα αφού τα φυτά είχαν αποξηραθεί τα δείγματα ξαναζυγίστηκαν για να μετρηθεί το ξηρό βάρος των ζιζανίων και του σιταριού.



*Εικόνα 6 Ο πειραματικός αγρός στις 9 Μαΐου*

### **(24 Ιουνίου)**

Η τρίτη δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 24 Ιουνίου κατά την οποία έγινε δειγματοληψία με την χρήση πλαισίου 0.25 x 0.25 από τα 16 διαφορετικά πειραματικά τεμάχια. Στη συνέχεια έγινε διαχωρισμός ζιζανίων και σιτηρών και τα ζιζάνια απομακρύνθηκαν από το δείγμα. Ακολούθησε διαχωρισμός του στάχως και του καλαμιού και τα δείγματα ζυγίστηκαν. Μετά το ζύγισμα τα δείγματα που αντιστοιχούσαν στον στάχυ αλωνίστηκαν με τη χρήση εργαστηριακής αλωνιστικής μηχανής ώστε να ληφθεί ο καθαρός σπόρος. Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε σακούλες για να μπορέσουν να αναλυθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού. Τα δείγματα του καλαμιού θρυμματίστηκαν και προετοιμάστηκαν για ανάλυση.



*Εικόνα 7 Ο πειραματικός αγρός στις 24 Ιουνίου*

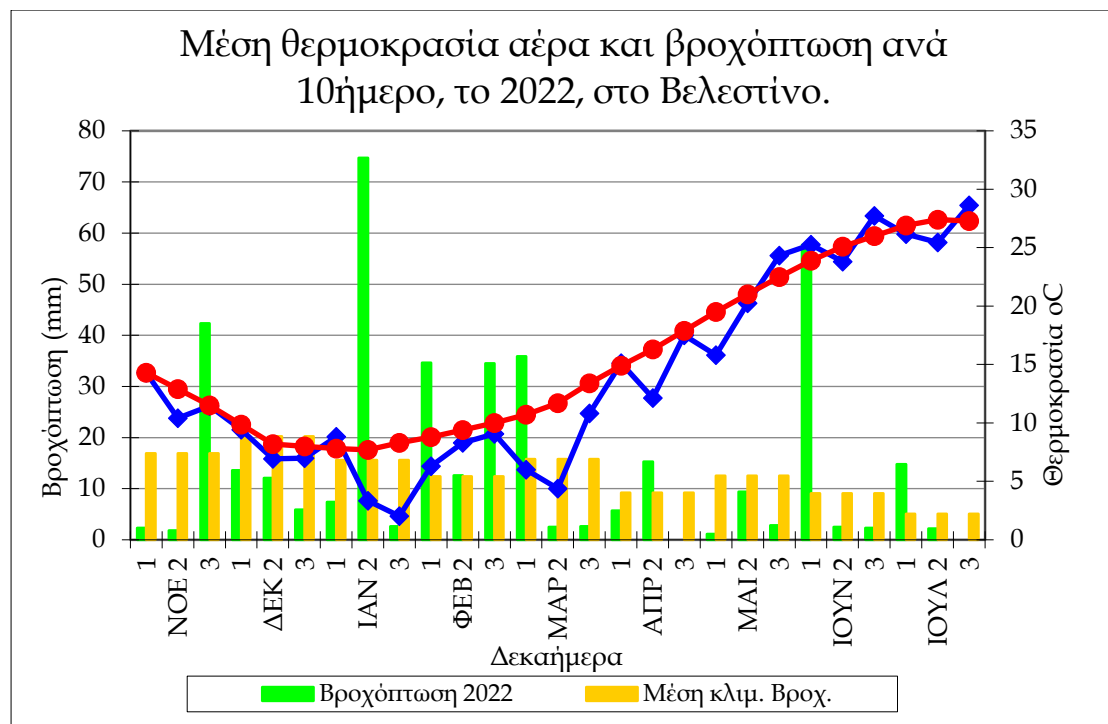
### **Ποιοτικά χαρακτηριστικά**

Η μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου και του καλαμιού πραγματοποιήθηκε στο χώρο της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών στο Βόλο στο Εργαστήριο Γεωργίας & ΕΦΦ. Η ανάλυση των δειγμάτων έγινε με την χρήση του Diode Array 7250 της εταιρείας PERTEN, το οποίο αξιοποιεί έναν αισθητήρα υψηλής ευαισθησίας σε διάφορα μήκη κύματος και απορρόφησης του φωτός για να αναλύσει το δείγμα.



Εικόνα 8 Ο αναλυτής Diode Array 7250

### 3 Αποτελέσματα



Διάγραμμα 4: Θερμοκρασία και Βροχόπτωση στο Βελεστίνο

Κατά τη σπορά του σιταριού (17 Δεκεμβρίου) επικράτησαν κανονικές για την εποχή θερμοκρασίες (Διαγρ.4). Οι βροχοπτώσεις που ακολούθησαν τον Ιανουάριο οδήγησε σε ικανοποιητικό φύτρωμα της καλλιέργειας και δεν χρειάστηκε άρδευση φυτρώματος. Εξαιτίας των μειωμένων βροχοπτώσεων στα τέλη Μαρτίου χρειάστηκε άρδευση μετά την εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης στον αγρό. Οι βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου των φυτών δεν είχαν κάποια ιδιαίτερη



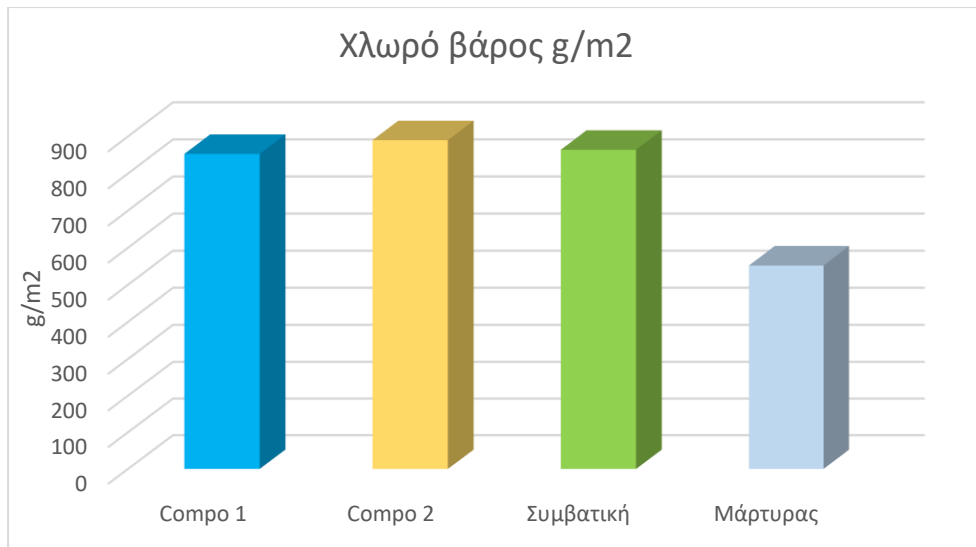
επίδραση στην καλλιέργεια, αλλά ούτε και η πτώση της θερμοκρασίας που συνόδευε αυτές τις βροχοπτώσεις.

### **1<sup>η</sup> Δειγματοληψία**

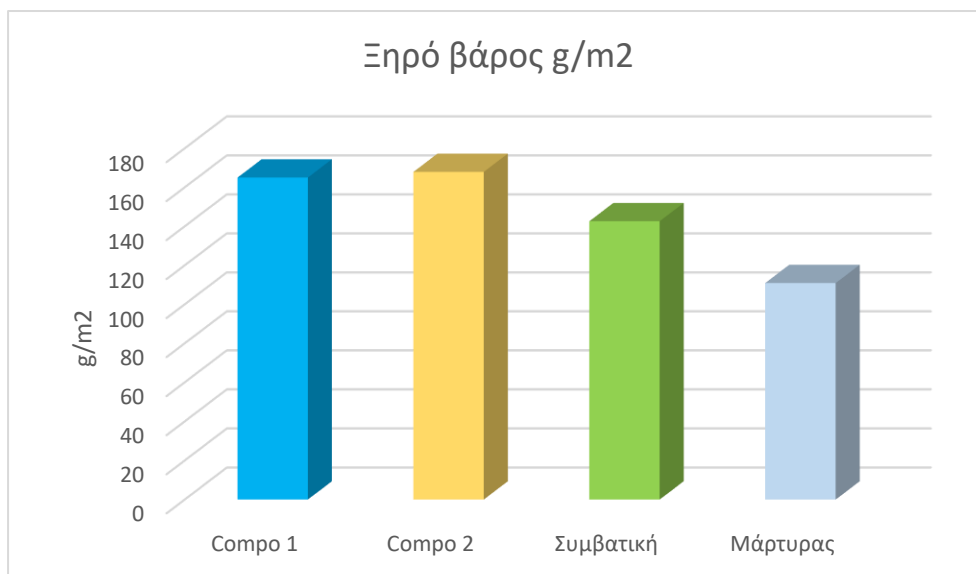
Στον παρακάτω Πίνακα 1 απεικονίζονται τα χλωρά και τα ξηρά βάρη που μετρήθηκαν κατά την πρώτη δειγματοληψία στις 13 Απριλίου. Η εικόνα που παρουσιάζουν τα φυτά οφείλεται στην βασική και στην επιφανειακή λίπανση της καλλιέργειας. Οι μεταχειρίσεις με Compro παρουσιάζουν στατιστική υπεροχή σε σχέση με την συμβατική και τον μάρτυρα. Αυτή η στατιστική υπεροχή μπορεί να αποδοθεί στην καλύτερη διαθεσιμότητα αζώτου στις μεταχειρίσεις της Compro σε σχέση με τον μάρτυρα και την συμβατική.

*Πίνακας 1: Οι μετρήσεις του χλωρού και ξηρού βάρους στην πρώτη δειγματοληψία*

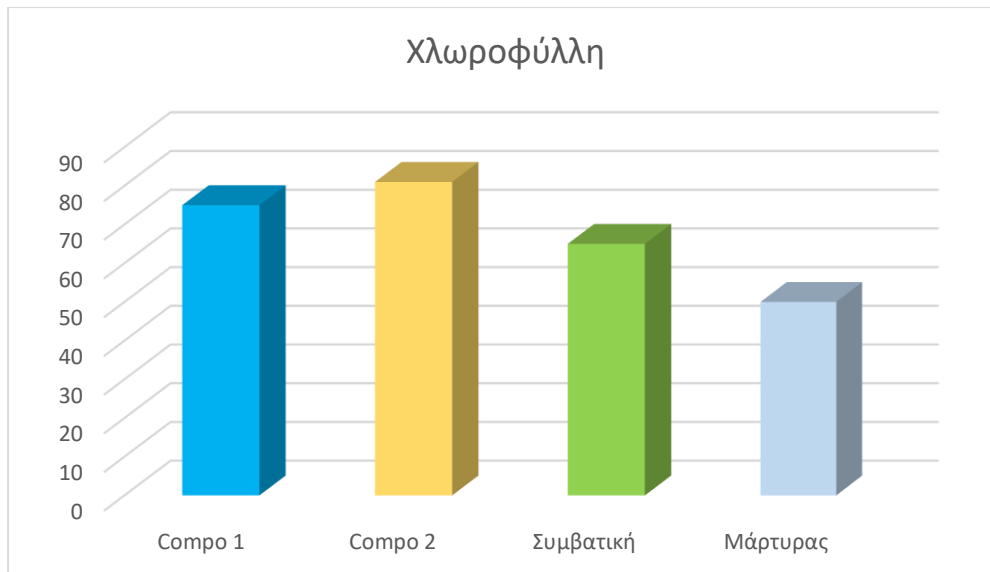
<b>Μεταχείριση</b>	<b>Χλωρό βάρος g/m<sup>2</sup></b>	<b>Ξηρό βάρος g/m<sup>2</sup></b>	<b>Χλωροφύλλη</b>
Compro 1	853	165	75
Compro 2	890	167,9	81
Συμβατική	864	142,6	65
Μάρτυρας	552	110,9	50
L.S.D	160,7	20,85	16,1
CV%	12,7	8,9	14,8



Διάγραμμα 5: Χλωρό βάρος κατά την πρώτη Δειγματοληψία



Διάγραμμα 6: Ξηρό βάρος κατά την πρώτη Δειγματοληψία



Διάγραμμα 7: Χλωροφύλλη

Σύμφωνα με τις μετρήσεις της χλωροφύλλης κατά την πρώτη δειγματοληψία (Διαγρ 7) οι μεταχειρίσεις της Compro υπερέχουν στατιστικά από τον μάρτυρα ενώ η υπεροχή τους σε σχέση με την συμβατική είναι αριθμητική. Η υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης ενισχύει την διαδικασία της φωτοσύνθεσης αυξάνοντας την τελική απόδοση της καλλιέργειας.

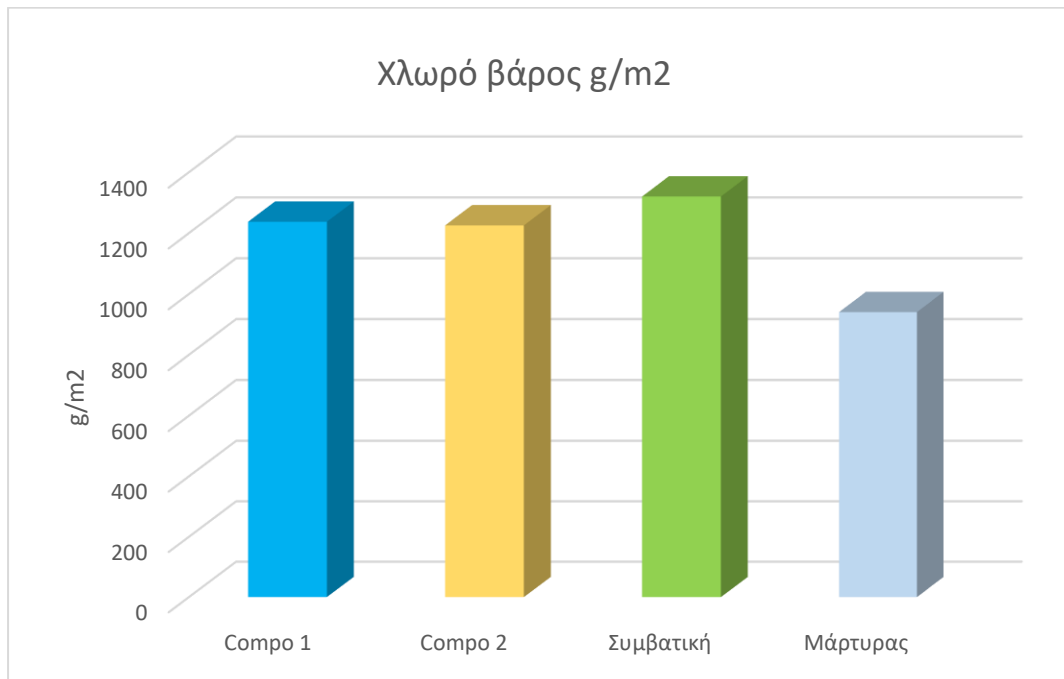
## 2<sup>η</sup> Δειγματοληψία

Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία η οποία πραγματοποιήθηκε στις 9 Μαΐου οι μεταχειρίσεις compro 1 και compro 2 απέδωσαν σχεδόν παρόμοια με την compro 2 να παρουσιάζει αριθμητική υπεροχή. Η συμβατική παρουσίασε αριθμητική υπεροχή σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ο μάρτυρας απέδωσε λιγότερο σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Τα στοιχεία της δεύτερης δειγματοληψίας αναγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 2.

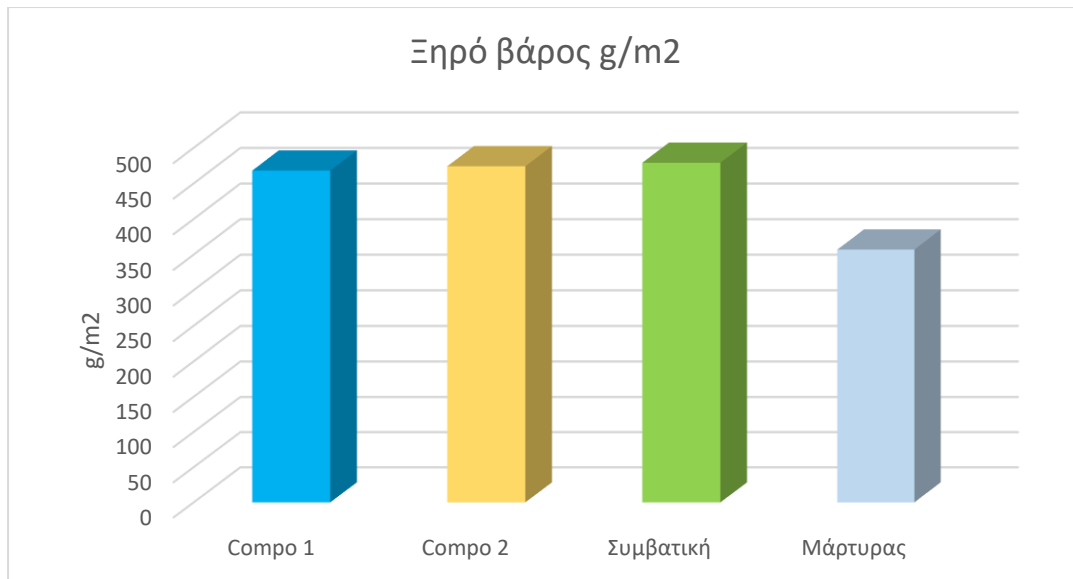
Πίνακας 2: Χλωρό και Ξηρό βάρος κατά την δεύτερη δειγματοληψία

Μεταχείριση	Χλωρό βάρος g/m <sup>2</sup>	Ξηρό βάρος g/m <sup>2</sup>	Χλωροφύλλη
Compro 1	1237	468	57
Compro 2	1225	474	62
Συμβατική	1320	479	64
Μάρτυρας	940	357	56

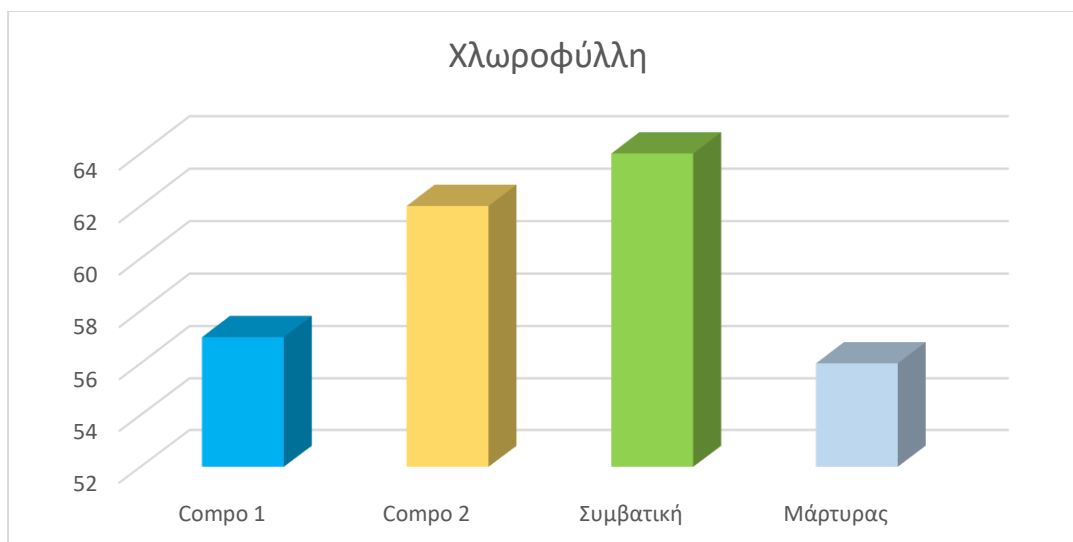
L.S.D	468,2	127,8	ns
CV%	24,8	18	8,3



Διάγραμμα 8: Χλωρό βάρος κατά την 2η δειγματοληψία



Διάγραμμα 9: Ξηρό βάρος κατά την 2η δειγματοληψία



Διάγραμμα 10: Χλωροφύλλη στην δεύτερη δειγματοληψία

Κατά την δεύτερη δειγματοληψία (Διαγρ 10) η συμβατική μεταχείριση παρουσιάζει αριθμητική υπεροχή σε σχέση με τις μεταχειρίσεις τις compo αλλά υπάρχει μια εξισορρόπηση στην μέτρηση χλωροφύλλης καθώς το φυτό μεταβαίνει στο στάδιο αύξησης του καρπού.

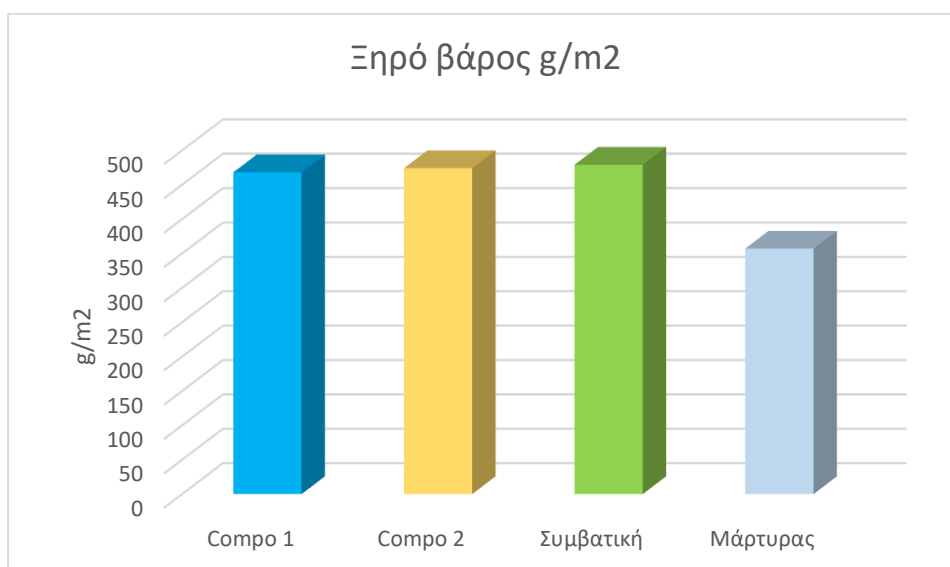
### 3<sup>η</sup> Δειγματοληψία

Κατά την Τρίτη δειγματοληψία στις 24 Ιουνίου τα φυτά έχουν ολοκληρώσει τον βιολογικό τους κύκλο και είναι έτοιμα για συγκομιδή. Οι μεταχειρίσεις της συμβατικής και της compo 1 παρουσιάζουν στατιστική υπεροχή στο ξηρό βάρος σε σχέση με τον μάρτυρα. Οι συμβατική παρουσίασε αριθμητική υπεροχή μεταξύ του μάρτυρα και

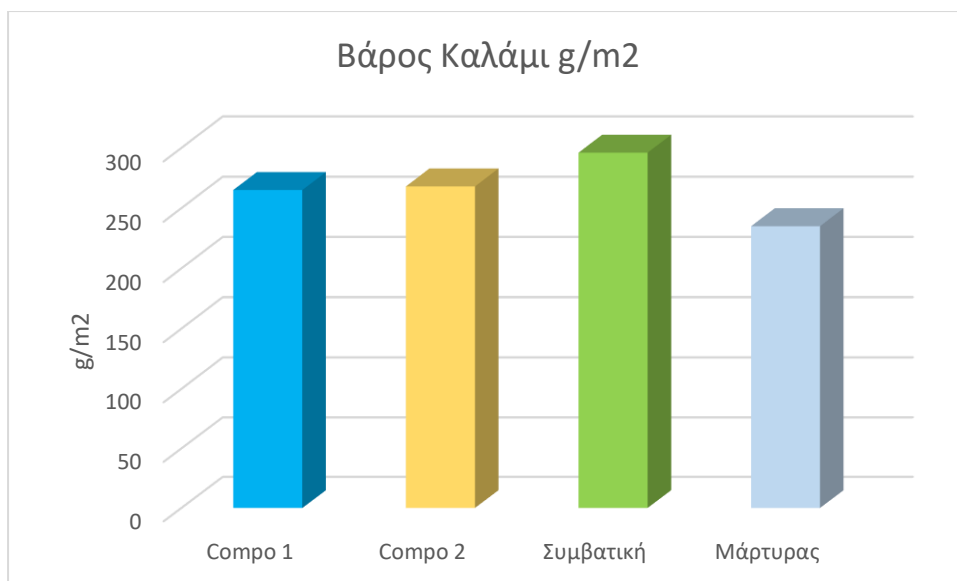
όλων των μεταχειρίσεων της compro. Όσον αφορά το βάρος του καλαμιού η εικόνα που παρουσιάζεται είναι παρόμοια καθώς η συμβατική υπερτερεί αριθμητικά σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Τέλος κατά την μέτρηση του βάρους του σπόρου οι δύο μεταχειρίσεις της compro παρουσιάζουν αριθμητική υπεροχή σε σχέση με την συμβατική ενώ εμφανής γίνεται η στατιστική τους υπεροχή σε σχέση με το μάρτυρα. Αυτή η παρατήρηση μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα της αποτελεσματικότερης θρέψης του καρπού κατά το στάδιο του γεμίσματος. Τα αποτελέσματα της 3<sup>ης</sup> δειγματοληψίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3 Τελική απόδοση κατά την 3η δειγματοληψία

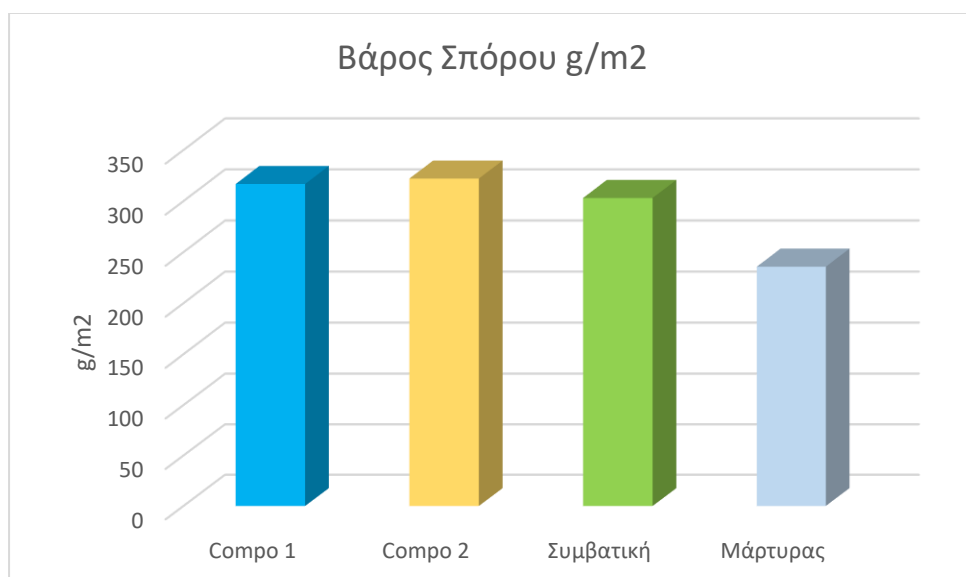
Μεταχείριση	Ξηρό βάρος g/m <sup>2</sup>	Βάρος Καλάμι g/m <sup>2</sup>	Βάρος Σπόρου g/m <sup>2</sup>
Compro 1	582	265	316,7
Compro 2	590	268	322
Συμβατική	599	296	303
Μάρτυρας	471	235	235,7
L.S.D	118,3	105,2	41,88
CV%	13,2	24,7	8,9



Διάγραμμα 11: Ξηρό βάρος κατά τη 3η δειγματοληψία



Διάγραμμα 12: Βάρος Καλαμιού κατά τη 3η δειγματοληψία



Διάγραμμα 13: Τελική απόδοση σπόρου κατά τη 3η δειγματοληψία

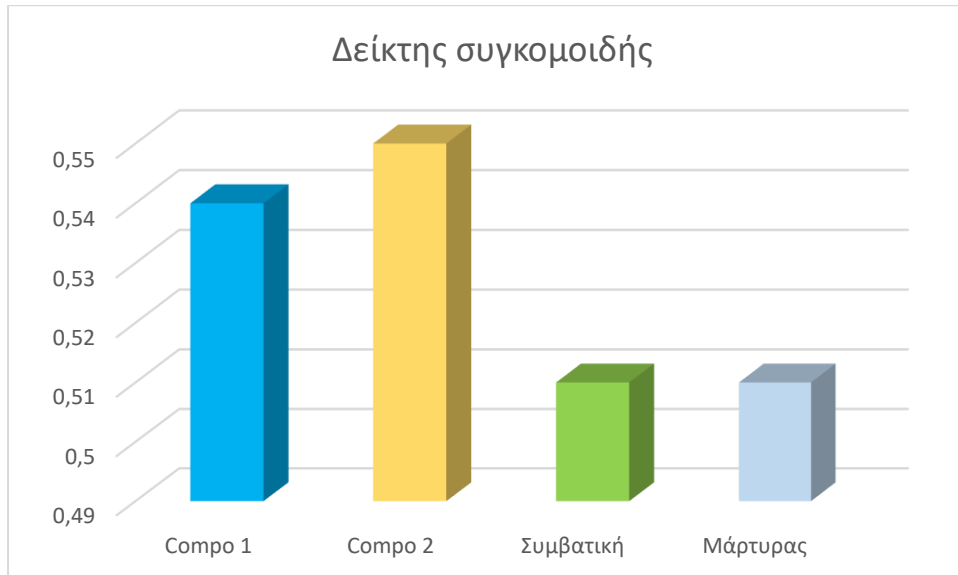
### Δείκτης συγκομιδής

Στο πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 7) αναγράφεται ο δείκτης συγκομιδής που υπολογίστηκε από κάθε μεταχείριση. Με τον όρο δείκτης συγκομιδής εννοούμε τον λόγο του οικονομικού προϊόντος, στη συγκεκριμένη περίπτωση ο ξηρός σπόρος προς την συνολική παραγωγή βιομάζας της καλλιέργειας. Φαίνεται πως οι μεταχειρίσεις της compo υπερέχουν αριθμητικά σε σχέση με την συμβατική και τον μάρτυρα.

Πίνακας 4: Δείκτης συγκομιδής

Μεταχείριση	Δείκτης συγκομιδής
Compo 1	0,54

Compo 2	0,55
Συμβατική	0,51
Μάρτυρας	0,51
L.S.D	ns
CV%	11,9



Διάγραμμα 14: Δείκτης συγκομιδής

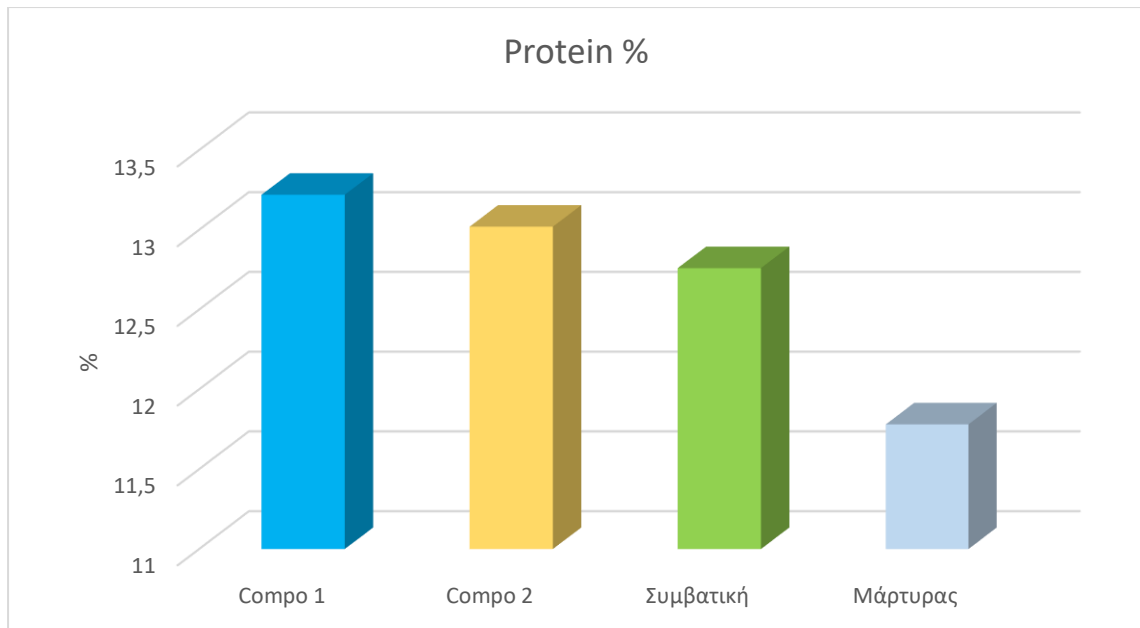
### Ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών

Κατά την ανάλυση των ποιητικών χαρακτηριστικών οι δύο μεταχειρίσεις της compo παρουσιάζουν αριθμητική υπεροχή σε σχέση με την συμβατική στη μέτρηση της πρωτεΐνης. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην αποτελεσματικότερη απορρόφηση αζώτου που προσδίδουν οι νέες τεχνολογίες λιπασμάτων. Παράλληλα και στις δύο μετρήσεις της γλουτένης πάλι παρουσιάζεται αριθμητική υπεροχή των compo 1, compo 2. Οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

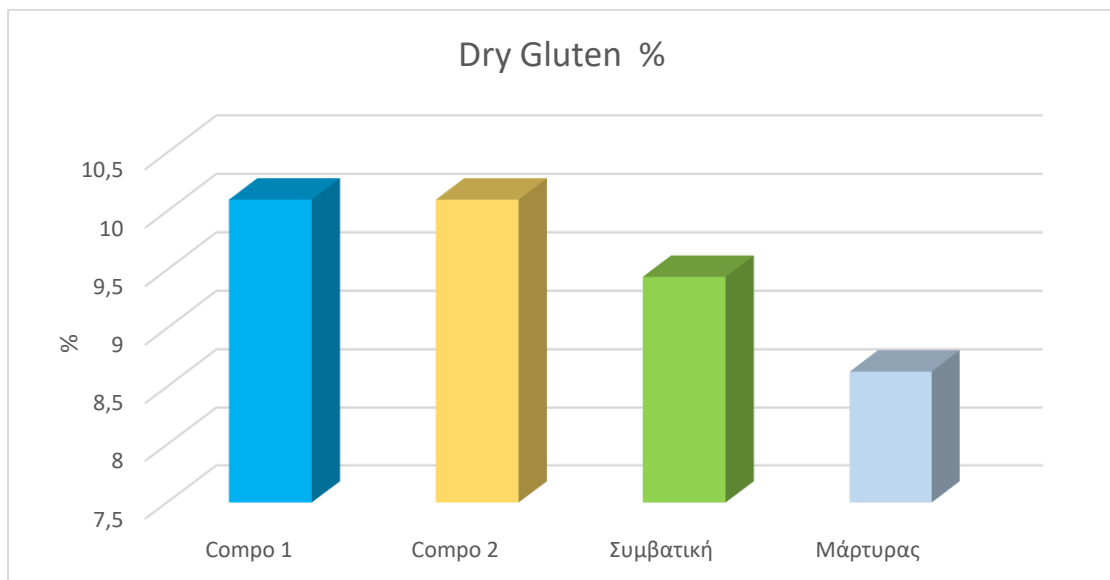
Πίνακας 5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου

Μεταχείριση	Protein %	Dry Gluten %	Wet Gluten %
Compo 1	13,22	10,1	27,89
Compo 2	13,02	10,1	27,64
Συμβατική	12,76	9,44	26,63
Μάρτυρας	11,78	8,63	24,14
L.S.D	1,23	1,285	3,008
CV%	6,1	8,4	7,1

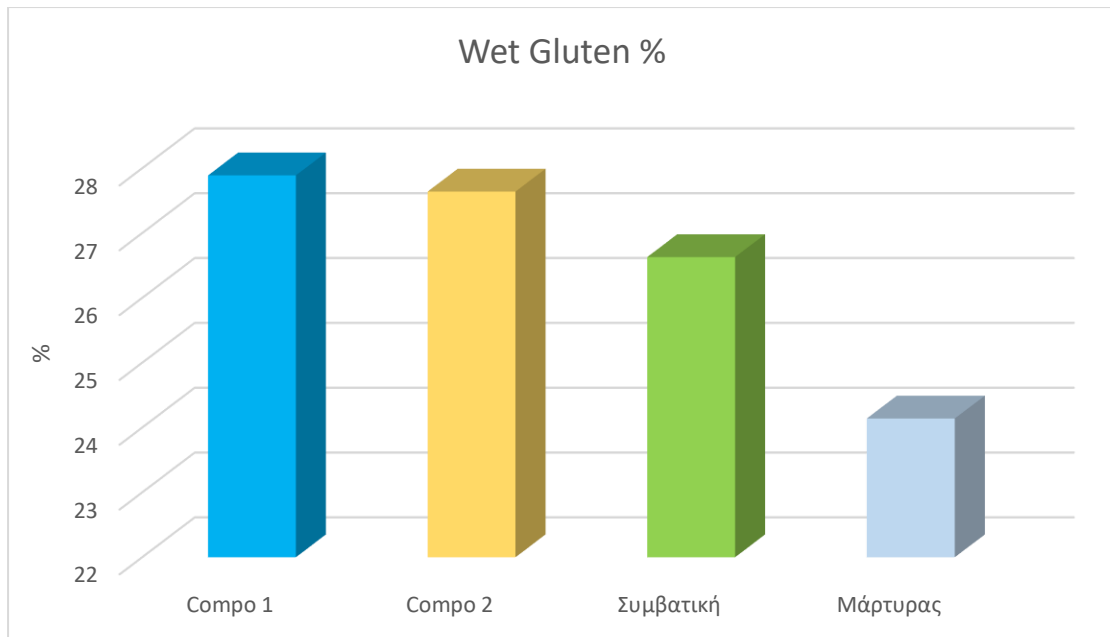




Διάγραμμα 15: Πρωτεΐνη



Διάγραμμα 16: Dry Gluten



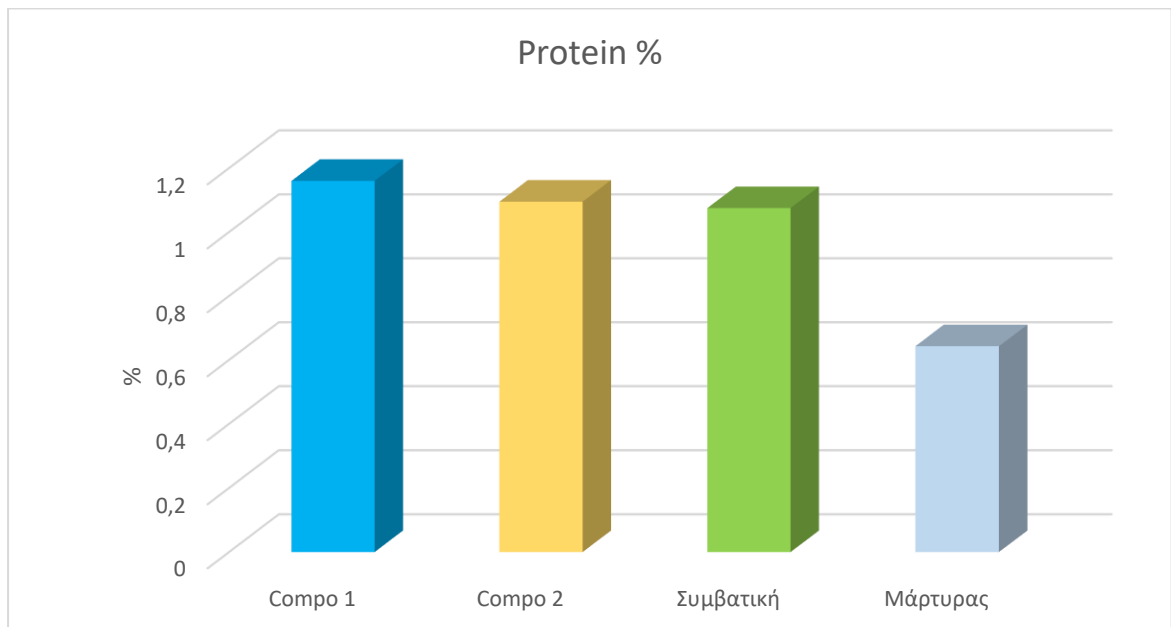
Διάγραμμα 17: Wet Gluten

### Ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών σανού

Κατά την μέτρηση της πρωτεΐνης του σανού οι μεταχειρίσεις της compo παρουσιάζουν αριθμητική υπεροχή σε σχέση με την συμβατική. Στις υπόλοιπες μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών όλα τα δείγματα απέδωσαν παρουσιάζοντας ελάχιστες διαφοροποιήσεις.

Πίνακας 6: Ποιοτικά χαρακτηριστικά του καλαμιού

Μεταχείριση	Protein %	Crude Fiber %	ADF %	ND F %	Fat %	Ash %	Phosphorus %	Calcium %
Compo 1	1,16	48,24	36,262	58,72	1,25	3,69	0,085	0,295
Compo 2	1,095	47,95	36,407	58,81	1,25	3,66	0,085	0,3
Συμβατική	1,075	48,91	36,675	59,1	1,188	3,72	0,0725	0,2875
Μάρτυρας	0,643	49,61	36,472	59,04	1,22	3,473	0,0675	0,29
L.S.D	0,5806	1,811	0,5949	0,866	0,0738	0,372	0,02262	0,02149
CV%	36,5	2,3	1	0,9	3,8	6,4	18,2	4,6



Διάγραμμα 18: Πρωτεΐνη του σανού

#### 4 Συμπεράσματα

- Στο σκληρό σιτάρι και οι δύο μεταχειρίσεις της Compro έδειξαν μικρή αριθμητική υπεροχή στην παραγωγή βιομάζας καθ' όλη τη διάρκεια της αύξησης και ανάπτυξης της καλλιέργειας.
- Ως προς την απόδοση σε καρπό οι δύο μεταχειρίσεις της Compro υπερέχουν στατιστικά σημαντικά έναντι του μάρτυρα, όχι όμως και της συμβατικής λίπανσης όπου η υπεροχή ήταν μόνο αριθμητική. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην καλύτερη θρέψη στο στάδιο γεμίσματος του καρπού εξαιτίας των λιπασμάτων νέας τεχνολογίας
- Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού η μεταχειρίσεις της compro επηρέασαν την χλωροφύλλη αυξάνοντας την φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού. Αυτή η αλληλεπίδραση ενδέχεται να επιδράσει θετικά στην τελική απόδοση του προϊόντος.
- Στην ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών οι μεταχειρίσεις την compro παρουσιάζουν στατιστική υπεροχή σε σχέση με τον μάρτυρα ενώ υπερέχουν αριθμητικά σε σχέση με την συμβατική. Επομένως η σταδιακή απελευθέρωση αζώτου που παρέχουν τα νέα λιπάσματα της Compro οδήγησε σε καλύτερη απορρόφησή και επηρέασε την περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη.
- Ως προς την γλουτένη οι μεταχειρίσεις της Compro υπερέχουν αριθμητικά σε σχέση με την συμβατική και τον μάρτυρα.
- Κατά την ανάλυση του σανού των σιτηρών παρατηρήθηκε αριθμητική υπεροχή σε όλους τους παράγοντες που μετρήθηκαν με την πρωτεΐνη να παρουσιάζει σημαντική αριθμητική υπεροχή στις μεταχειρίσεις της Compro σε σχέση με την συμβατική.
- Επειδή σε όλα τα τεμάχια έγινε εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης τα αποτελέσματα που προκύπτουν βασίζονται στην επίδραση της βασικής.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική

- Δαναλάτος, Ν. 2005. Σημειώσεις ειδικής γεωργίας Ι (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή). Βόλος
- Θέριος Ν. Ιωάννης. 2005. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνη Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Καραμάνος, Α. 1992. Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων. Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών. Αθήνα.
- Παπακόστα-Τασοπούλου, Δ. 2012. Σιτηρά και Ψυχανθή. Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

### Ξενόγλωσση

1. Acevedo, E. 1991a. Morphophysiological traits of adaptation of cereals to Mediterranean environments. In E. Acevedo, E. Fereres, C. Giménez & J.P. Srivastava, eds. Improvement and Management of Winter Cereals under Temperature, Drought and Salinity Stress. Proc. ICARDA-INIA Symp., Cordoba, Spain, 26-29 Oct. 1987, pp. 85-96.
2. Acevedo, E. 1991b. Improvement of winter cereal crops in Mediterranean environments: use yield, morphological and physiological traits. In E. Acevedo, A.P. Conesa, P. Monneveux & P. Srivastava, eds. Physiology breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments, Montpellier, France, INRA, pp. 273-305
3. Altenbach S.B., F.M. DuPont, K.M. Kothari, R. Chan, E.L. Johnson, D. Lieu Temperature, water and fertilizer influence the timing of key events during grain development in a US spring wheat J. Cereal Sci., 37 (2003), pp. 9-20
4. Baker, C.K. & Gallagher, J.N. 1983b. The development of winter wheat in the field. The control of primordium initiation rate by temperature and photoperiod. J. Agric. Sci., 101: pp.337-344.
5. Beatty H., A.G. Good Future prospects for cereals that fix nitrogen Science, 333 (2011), pp. 416-417.
6. Bechtel, D.B., Games, R.L. & Pomeranz, Y. 1982. Early stages in wheat endosperm formation and protein body initiation. Ann. Bot., pp. 507-518.
7. Bell G.D.H. The history of wheat cultivation 1987
8. Bröckel. U., and Hahn. C. 2004. Product design of solid fertilizers. Chemical Engineering Research and Design. 82(A11) pp.1453-1457.
9. Edmonds D.E., S.L. Abreu, A. West, D.R. Caasi, T.O. Conley, M.C. Daft, B. Desta, B.B. England, C.D. Farris, T.J. Nobles, N.K. Patel, E.W. Rounds,

- B.H. Sanders, S.S. Shawaqfeh, Lokuralalage Lakmini, R. Manandhar, W.R. Raun Cereal nitrogen use efficiency in Sub Saharan Africa *J. Plant Nutr.*, 32 (2009), pp. 2107-2122.
10. Fowler, D.B. 1982. Date of seeding, fall growth, and winter survival of winter wheat and rye. *Agron. J.* 74: pp. 1060-1063.
  11. Gallagher, J.N., P.V. Biscoe, and B. Hunter. 1976. Effects of drought on grain growth. *Nature.* 264. pp. 541–542
  12. Godfrey D., Hawkesford, Powers M.J., Millar S., Shewry P.R. Effects of crop nutrition on wheat grain composition and end use quality *J. Agric. Food Chem.*, 58 (2010), pp. 3012-3021
  13. Gooding, M.J., and Davies W.P. 1997. Wheat production and utilization. *Systems, Quality and the Environment.* (Eds) CAB International. Cambridge. UK. pp.355.
  14. Harlan, J.R. 1981. The early history of wheat: Earliest traces to the sack of Rome. Pp. 1-19 in *Wheat Science Today and Tomorrow* (L.T. Evans and W.J. Peacock, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
  15. Harold, V.E. 1988. Winter wheat response to nitrogen and irrigation. In *Agronomy Journal.* Vol 80. No 6.
  16. Johansson E., M.L. Prieto-Linde, Jonsson J.O. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality *Cereal Chem.*, 78 (2001), pp. 19-25
  17. Karam, F., Kabalan, R., Breidi J., Roupheal Y., and Oweis T., 2009. Yield and water production functions of two durum wheat cultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Agricultural Water Management.* 96: pp.603–615
  18. Karimi, M.M. & Siddique, H.M. 1991. Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. *Austr. J. Agric. Res.*, 42: pp.13-22.
  19. Kirby, E.J.M. 1974. Ear development in spring wheat. *J. Agric. Sci.*, 82: pp. 437-447.
  20. Kirby, E.J.M. 1993. Effect of sowing depth on seedling emergence, growth and development in barley and wheat. *Field Crops Res.*, 39: pp. 101-111.
  21. Kirby, E.J.M., Appleyard, M. & Simpson, N.A. 1994. Co-ordination of stem elongation and Zadoks growth stages with leaf emergence in wheat and barley. *J. Agric. Sci.*, 22: pp. 21-29
  22. Lersten, N.R. 1987. Morphology and anatomy of the wheat plant. In ‘‘Wheat and wheat improvement’’ (E.G. Heyne, ed.), 2nd ed. pp. 33-75. *Agronomy Monograph Series No. 13 American Society of Agronomy Publication.* Madison, WI.
  23. Miller. Travis. D. Identification and Understanding Improve Crop Management SCS 1999:16
  24. Mossedaq, F. & Smith, D.H. 1994. Timing nitrogen application to enhance spring wheat yields in a Mediterranean climate. *Agron. J.*, 86: pp.221-226.
  25. Nikolayevich Anatoly Boyandin, Eugenia Andreevna Kazantseva, Daria Eugenievna Varygina, and Tatiana Grigorievna Volova Constructing Slow-Release Formulations of Ammonium Nitrate Fertilizer Based on Degradable

- Poly(3-hydroxybutyrate). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2017, 65 (32), pp.6745-6752.
26. Orloff, S., S. Wright, and M. Ottman. 2012. Nitrogen Management Impacts on Wheat Yield and Protein.
  27. Peterson, R.F. 1965. Wheat: botany, cultivation and utilisation. London, Leonard Hill. pp.448
  28. Piepho, H.P., 1998. Methods for comparing the yield stability of cropping systems a review. *J. Agron. Crop Sci.* 180, pp.193–213.
  29. Riedell, W.E., Schumacher, T.E., Clay, S.A., Ellsbury, M.M., Pravecek, M., Evenson, P.D., 1998. Corn and soil fertility responses to crop rotation with low, medium, or high inputs. *Crop Sci.* 38, pp. 427–433.
  30. Ries, S.K. & Everson, E.H. 1973. Protein content and seed size relationships with seedlings vigor of wheat cultivars. *Agron. J.*, 65: pp.884-886.
  31. Robertson, D., Z. Heping, J. A. Palta, T. Colmer, and N. C. Tuner. 2009. Waterlogging affects the growth, development of tillers, and yield of wheat through a severe, but transient, N deficiency. *Crop and Pasture Science.* 60 (6): pp.578-586.
  32. Sowers, K.E., Pan, W.L., Miller, B.C. & Smith, J.L. 1994. Nitrogen use efficiency of split nitrogen applications in soft white winter wheat. *Agron. J.*, 86: pp. 942-948
  33. Stapper, M., Harris, H.C., 1989. Assessing the productivity of wheat genotype in a Mediterranean climate, using a crop-simulation model. *Field Crops Res.* 20, pp. 129-152.
  34. Valamoti, S.M, 2002 Food remains from the Bronze Age Archodiko and Mesimeriani ? *Veget. Hist. Archaeobot* 11.17-22
  35. Vandermeer, J. (1989). *The Ecology of intercropping.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. pp.237
  36. Wang, W.L., Y. Liu, X.L. Ji, G. Wang, and H.B. Zhou (2008). Effect of wheat-oilseed rape or wheat- garlic intercropping on the population dynamics of *Sitobion avenae* and its main natural enemies. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao* 19: pp.1331-1336
  37. Wiegand, C.L. & Cuellar, J.A. 1981. Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.*, 21: pp.95-101.
  38. Williams, R.F. & Langer, R.H.M. 1975. Growth and development of the wheat tiller. II. The dynamics of tiller growth. *Austr. J. Bot.*, 23: 7 pp. 745-759.
  39. Woldeamlak, A., J.K. Sharma, and P.C. Struik (2009). Yield advantage analysis and competition on Barley-Wheat intercropping in the central highlands of Eritrea. *Prog. Agric.* 9: pp. 1-5
  40. Wuest, S.B. & Cassman, K.G. 1992. Fertiliser-nitrogen use efficiency of irrigated wheat. I. Uptake efficiency of pre-plant versus late-season application. *Agron. J.*, 84: pp.682-694.
  41. Yang, C.H., Q. Chai, and G.B. Huang (2010). Root distribution and yield responses of wheat/ maize intercropping to alternate irrigation in the arid areas of north west China. *Plant soil Environ.* 56: pp. 253-262.

42. Zhang Q., Solihin, F. Saito, Mechanochemical synthesis of slow-release fertilizers through incorporation of alumina composition into potassium/ammonium phosphates, J. Am. Ceram. Soc. 92 (2009) pp.3070–3073.
43. Zhang, H., Liu, X., 1992. A numerical analysis of water-saving irrigation in the north China plain. In: Xue, Y. (Ed.), A Study on Water-Saving Agriculture. Chinese Scientific Press. Beijing, pp. 104-106.

### **Ιστοσελίδες**

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

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

[Υαρά Ελλάς Λιπάσματα](#)