

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

<<Επίδραση της θερμοκρασίας και των φυτορρυθμιστικών ουσιών στη βλάστηση σπόρων χειμερινών σιτηρών >>



ΑΔΡΑΣΚΕΛΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ  
ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2020



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

<<Επίδραση της θερμοκρασίας και των φυτορρυθμιστικών ουσιών στη βλάστηση σπόρων χειμερινών σιτηρών >>

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Χα Ιμπραχίμ Αβραάμ, Καθηγητής (Μέλος)
  - Σκουφογιάννη Ελπινίκη ΕΔΙΠ (Μέλος)

Βόλος 2020



*Αφιερώνεται στην κόρη μου*



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της μελέτης αυτής θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο για την υλοποίηση αυτής της έρευνας και για την καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Βέλλιο Ευάγγελο για το συνεχές ενδιαφέρον του και για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην Διδάκτορα κ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη μέλος ΕΔΙΠ, για την αμέριστη βοήθεια της σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, για τις συμβουλές της και για την υπομονή που έδειξε στο πρόσωπό μου, ώστε η εργασία αυτή να ολοκληρωθεί.

Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να στείλω στον Κυριάκο Δ. Γιαννούλη για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος και τον κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη για την βοήθειά του.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την συμπαράσταση, την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη, τον σύζυγο μου για την βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια του πειράματος και κυρίως την κόρη μου για την υπομονή της και τη δύναμη που μου δίνει να συνεχίσω να προσπαθώ, ώστε να ολοκληρώσω τις σπουδές μου και να αποτελέσω παράδειγμα για εκείνη στο μέλλον.





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### Περιεχόμενα

Περίληψη.....	11
Εισαγωγή.....	13
1. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας .....	15
1.1 Σιτηρά.....	15
1.1.1 Βοτανική περιγραφή .....	15
1.1.2 Αύξηση και Ανάπτυξη.....	16
1.1.3 Σπουδαιότητα .....	17
1.1.4 Στατιστικά Στοιχεία.....	18
1.2 Σιτάρι.....	19
1.2.1 Ιστορικά .....	19
1.2.2 Οικολογικές Απαιτήσεις .....	19
1.2.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες.....	20
1.3 Κριθάρι.....	23
1.3.1 Ιστορικά .....	23
1.3.2 Οικολογικές Απαιτήσεις .....	23
1.3.3 Καλλιεργητικές φροντίδες .....	23
1.4 Βρώμη.....	26
1.4.1 Ιστορικά .....	26
1.4.2 Οικολογικές απαιτήσεις.....	26
1.4.3 Καλλιεργητικές φροντίδες .....	27
1.5 Σίκαλη .....	29
1.5.1 Ιστορικά .....	29
1.5.2 Οικολογικές απαιτήσεις.....	29
1.5.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες.....	30
1.6 Θερμοκρασία .....	32
1.7 Βλαστική ικανότητα των σπόρων .....	33
1.8 Βλαστική ικανότητα και θερμοκρασία.....	33
1.9 Λήθαργος σπόρων.....	34
1.10 Επιταχυντές βλάστησης.....	34
1.10.1 Vitanica® RZ .....	34

Εικόνα 1.1 Vitanica® RZ Υγρό λίπασμα ΝΚ με εκχύλισμα φυκιών και <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> της COMPO EXPERT. ....	35
1.10.2 Nutriseed.....	35
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	37
2. ΥΛΙΚΑ&ΜΕΘΟΔΟΙ .....	38
2.3 Στοιχεία του πειράματος.....	38
2.4 Εργαστηριακές φροντίδες .....	39
2.5 Συλλογή πειραματικών δεδομένων .....	40
3.Στατιστική ανάλυση .....	42
4.Αποτελέσματα – Συζήτηση .....	43
4.1 Μεταχείριση στους 22°C .....	43
4.2 Μεταχείριση στους 17°C .....	45
4.3 Μεταχείριση στους 12°C .....	47
4.4 Επεξεργασία στους 7°C .....	49
4.5 Μεταχείριση στους 2°C.....	51
6. Συμπεράσματα .....	55
7. Βιβλιογραφία .....	56
7.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία .....	56
7.2 Ελληνική βιβλιογραφία .....	58
7.3 Ιστότοποι .....	60

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα χειμερινά σιτηρά είναι από τα πρώτα φυτά που καλλιέργησε ο άνθρωπος και μέχρι σήμερα αποτελούν τα πιο διαδεδομένα και δημοφιλή φυτά μεγάλης καλλιέργειας παγκοσμίως. Είτε ως μονοκαλλιέργεια είτε ως συγκαλλιέργεια με ψυχανθή κυρίως, καλλιεργούνται σε πολλές χώρες και στην Ελλάδα. Κατέχουν τεράστια διατροφική αξία για τον άνθρωπο και χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζωοτροφών. Δίνεται συνεχώς προσοχή και ερευνητικό ενδιαφέρον ώστε οι σπόροι των σιτηρών να βελτιώνονται και να αποδίδουν καλύτερα, μιας και αποτελεί προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας. Δεν θεωρείται αρκετά απαιτητική η καλλιέργειά τους, ωστόσο οι συνθήκες περιβάλλοντος επηρεάζουν σημαντικά την αύξηση και ανάπτυξή τους. Η βλάστηση των σπόρων είναι από τα πιο σημαντικά στάδια ανάπτυξης και επηρεάζεται από εξωγενείς συνθήκες. Η θερμοκρασία είναι από τους κυριότερους παράγοντες που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το χρόνο βλάστησης των χειμερινών σιτηρών.

Για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη απόδοση στη βλαστικότητα των σπόρων η χρήση επιταχυντών ανάπτυξης επιφέρει επιθυμητά και ευεργετικά αποτελέσματα. Τα φυτά διαθέτουν ορισμένους επιταχυντές ανάπτυξης(γιββεριλίνες, αυξίνες κτλ.) που τα βοηθούν να ανταπεξέλθουν σε περιπτώσεις καταπόνησης(υγρασία, θερμοκρασία κτλ.). Η χρήση τέτοιου είδους σκευασμάτων βοηθά στην ενίσχυση του σπόρου και την ομοιόμορφη βλάστηση της καλλιέργειας. Επίσης, εμπεριέχουν απολυμαντική δράση και προλαμβάνουν την έλλειψη μικροθρεπτικών στοιχείων.

Στο εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας πραγματοποιήθηκε πείραμα βλαστικής ικανότητας με πέντε χειμερινά σιτηρά(*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*)σε διαφορετικές θερμοκρασίες (22, 17, 12,5 και 2°C) μέσα σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών. Για κάθε σιτηρό διαχωρίστηκαν 200 σπόροι, όπου εφαρμόστηκαν τρεις μεταχειρίσεις με την εφαρμογή σκευασμάτων επιταχυντών αύξησης - ανάπτυξης(Vitanica RZ και Nutriseed) σε δυο από αυτές. Στην τρίτη επεξεργασία δεν εφαρμόστηκε τίποτα(μάρτυρας). Οι παρατηρήσεις ελήφθησαν μέσα σε ορισμένο χρονοδιάγραμμα, το οποίο διέφερε από θερμοκρασία σε θερμοκρασία. Όταν ο σπόρος ξεπερνούσε το 1 mm θεωρήθηκε ότι έχει βλαστήσει.

Σκοπός του εν λόγω πειράματος είναι να αποδειχθεί κατά πόσο βοηθούν οι επιταχυντές ανάπτυξης στη βλάστηση των σπόρων και σε πόσο χρόνο καταφέρνουν εν τέλει να εκπτυχθούν ριζίδια.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι το *Triticum aestivum* είναι ο πιο ισχυρός σπόρος σε όλες τις θερμοκρασίες από τα πέντε χειμερινά σιτηρά. Τα σκευάσματα βοήθησαν αρκετά το *Triticum durum* στη θερμοκρασία των 22°C από ότι ο μάρτυρας. Στην περίπτωση του *Avena sativa*, ο σπόρος σε όλες σχεδόν τις θερμοκρασίες παρουσίασε το χαμηλότερο ποσοστό

βλάστησης και μόνο σε θερμοκρασία 17°C έφτασε το 90% αλλά στο μάρτυρα. Οι σπόροι των *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare* και *Secale cereale* έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα σε θερμοκρασίες 22, 17 και 12°C σε μόλις 8-10 ημέρες. Γενικά, το Vitanica και Nutriseed μπορούν να βοηθήσουν το *Triticum durum* αλλά στην περίπτωση των υπόλοιπων σπόρων δεν είχε αξιοσημείωτη αύξηση της βλαστικής ικανότητας των σπόρων.

Η παρούσα έρευνα παρουσιάστηκε σε Παγκόσμιο Συνέδριο:  
HOW COULD BE AFFECTED SEED GERMINATION RATES OF WINTER CEREALS. 2017. Kyriakos D. GIANNOULIS, Elpiniki SKOUFOGIANNI, Dimitrios BARTZIALIS, Konstantina ADRASKELA, Nicholas G. DANALATOS VIII International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2017". Jahorina, October 05 - 08, 2017. BooksofProceedings, pp. 256-262.

## Εισαγωγή

Στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας κατατάσσονται τα σιτηρά. Ως σιτηρά χαρακτηρίζονται τα ανοιξιάτικα όπως καλαμπόκι, ρύζι, σόργο, κεχρί και τα χειμερινά όπως το μαλακό και σκληρό σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, βρώμη και triticale. Το επίκεντρο της διατριβής προσανατολίζεται στα χειμερινά και συγκεκριμένα μελετά την επίδραση των θερμοκρασιών με τη βοήθεια επιταχυντών ανάπτυξης ως προς τη βλάστησή τους.

Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια *Gramineae*, με κύριες τις υποοικογένειες *Festucoideae* και *Panicoideae*. Τα φυτά των υποοικογενειών διακρίνονται σε αυτά των εύκρατων κλιμάτων όπως τα C<sub>3</sub> φυτά για τη πρώτη υποοικογένεια και αυτά των θερμών κλιμάτων όπως τα C<sub>4</sub> για τη δεύτερη.

Είναι από τα πρώτα φυτά που καλλιέργησε ο άνθρωπος προ πολλών ετών κάνοντας την εμφάνιση του το 4.500 π.Χ.. Έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι άνθρωποι εκατομμύρια χρόνια πριν στη προσπάθειά τους να τρέφονται, καλλιεργούσαν όσο μπορούσαν διάφορα φυτά που τους απέδιδαν βρώσιμους καρπούς και σπόρους. Η καλλιέργεια των δημητριακών ήταν μία από τις πιο αποδοτικές με κύριο πρωταγωνιστή το σιτάρι και το κριθάρι (Stoskopf, 1985). Σε περιοχές που επιτρεπόταν η καλλιέργειά τους ζούσαν και άκμαζαν φυλές ανθρώπων, όπως των Αιγυπτίων με το σιτάρι, των Κινέζων με το ρύζι, των Ίνκας, των Μάγιας και των Αζτέκων με τον αραβόσιτο. Οι Αρχαίοι Έλληνες λάτρευαν το σιτάρι, το οποίο ήταν συνυφασμένο με την θεά Δήμητρα. Ο Όμηρος ονόμαζε το κριθάρι ως << κρι >>. Φυσικά, ακόμη και σήμερα η καλλιέργεια τους θεωρείται αρκετά σημαντική καθώς αποτελούν υψηλή διατροφική αξία και συγκαταλέγονται στη διατροφική πυραμίδα του ανθρώπου συμμετέχοντας τόσο στην αρτοποιία και στη παραγωγή ζυμαρικών όσο και σε προϊόντα όπως η μπίρα και το ουίσκι, η παραγωγή ζωοτροφών και σε πληθώρα άλλων προϊόντων που έχουν ως κύριο συστατικό τους κάποιο σιτηρό (Δαλιάνης, 1999).

Τα σιτηρά καλλιεργούνται σε όλο σχεδόν τον κόσμο είτε σε μικρή είτε σε μεγάλη ποσότητα. Κυρίως καλλιεργούνται σε εύκρατες περιοχές, όμως πλέον τείνουν να εμφανίζονται σε τροπικές και υποτροπικές ζώνες. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται σε περιοχές όπου οι εδαφοκλιματικές συνθήκες το ευνοούν, όπως στη Στερεά Ελλάδα, Ήπειρο, Θεσσαλία, Θράκη, Μακεδονία και σε άλλες περιοχές αρκετά διάσπαρτα. Η ασχολία των Ελλήνων παραγωγών οδήγησε στην ίδρυση ενός οργανισμού που θα καλύπτει τις ανάγκες και απαιτήσεις τους.

Το έργο για τη δημιουργία, διατήρηση, σποροπαραγωγή και διάθεση στην εγχώρια αγορά ποικιλιών σιτηρών έχει αναλάβει επί σειρά ετών και με άριστη κατάρτιση από το 1923 μέχρι και σήμερα το Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του Οργανισμού ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ. Σκοπός του Ινστιτούτου είναι η παραγωγή δημητριακών που θα οδηγήσει σε σιτάρκεια. Παράγοντας σπόρους καθαρούς τους διαθέτει στους Έλληνες παραγωγούς για την συνέχιση του έργου του οργανισμού (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ).

Για πολλά χρόνια και εφόσον η ζήτηση του αγαθού αυτού αυξανόταν ραγδαία ένας άλλος παράγοντας κατέστη αρκετά σημαντικός. Με δεδομένο το γεγονός ότι εκτός από τον αραβόσιτο, τα σιτηρά ευδοκιμούν και προσαρμόζονται εύκολα σε εκτάσεις με μη παραγωγικό έδαφος, στις οποίες δεν θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν άλλες καλλιέργειες, το Ινστιτούτο παρατηρεί πως η κατάχρηση των στοιχείων του εδάφους με την επί πολλών ετών καλλιέργεια σιτηρών στο ίδιο χωράφι είχε ως αποτέλεσμα την αποδυνάμωση της γονιμότητας του, τη προσαρμοστικότητα των ζιζανίων και εντόμων και κατ' επέκταση τη μείωση των αποδόσεων ακόμη και την <<ερημοποίηση>>(Υπουργείο Γεωργίας και Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε, 1991).

Η αναγκαιότητα της καλλιέργειας και η τεράστια σημασία της καλλιέργειας σιτηρών έστρεψε πολλές βιομηχανίες και κατ' επέκταση παραγωγούς να στραφούν προς αυτή την κατεύθυνση. Όπως προαναφέρθηκε δεν απαιτούν ιδιαίτερος εύφορο έδαφος, η προσαρμοστικότητα του σε κλίμα και έδαφος είναι μεγάλη, αποθηκεύονται εύκολα λόγω της ξηράς ουσίας, δεν χρειάζονται μεγάλο χώρο αποθήκευσης εξαιτίας της υψηλής συμπύκνωσης, η συγκομιδή και διαχείριση έχει αυτοματοποιηθεί πλήρως και αποτελεί σημαντική πηγή πρωτεϊνών, αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής μας(Παπακώστα,1997).

Βέβαια, υπό συνθήκες περιβάλλοντος υπάρχουν σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και ανάπτυξη των σιτηρών, όπως η υγρασία, οι συνθήκες εδάφους, τα θρεπτικά στοιχεία και η θερμοκρασία. Αυτές οι παράμετροι καθορίζουν και την απόδοση των καλλιεργειών. Κατά τους Vincent et al,(1989) η περιοχή και η εποχή είναι αυτές που καθορίζουν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Συνεπώς, ο "θερμικός χρόνος" είναι αυτός που θα δώσει διαφορετικά αποτελέσματα(Vincent et al 1989). Για την συγκεκριμένη εργασία, ο παράγοντας θερμοκρασία είναι ελεγχόμενος υπό συνθήκες εργαστηρίου και σύμφωνα με τα αποτελέσματα διακρίνονται διαφορές στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε κάθε αλλαγή της θερμοκρασίας. Οι υψηλές θερμοκρασίες επιταχύνουν την ριζοποίηση των φυτών όμως οι χαμηλές αναστέλλουν την έκπτυξή τους.

Η εγκατάσταση των καλλιεργειών για να είναι επιτυχής και κερδοφόρα εξαρτάται από παράγοντες ζωτικής σημασίας. Οι παράγοντες αυτοί είναι η ποιότητα των σπόρων, το περιβάλλον και ο γονότυπος. Αξίζει να σημειωθεί πως το περιβάλλον, επομένως και η διαφορά στη θερμοκρασία έχει την ικανότητα να διαμορφώνει τα χαρακτηριστικά των σπόρων. Ο γονότυπος ενός οργανισμού και το περιβάλλον γύρω του μπορούν να επηρεάσουν τον φαινότυπο(Λουκάς, 2010). Επομένως, η διαφορά στους σπόρους δημητριακών συνδέονται με τη γεωγραφική τους προέλευση(Δαναλάτος,2017).

Κατά πόσο γρήγορα θα βλαστήσει ένας σπόρος είναι από τα πιο σημαντικά στάδια στη καλλιέργεια των φυτών. Η ταχύτητα βλάστησης εξαρτάται από τα είδη και τη δομή του εδάφους, τις μεθόδους σποράς, την υγρασία και τη θερμοκρασία.

## 1. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

### 1.1 Σιτηρά

Η καλλιέργεια των σιτηρών ξεκινά πολλά χρόνια πριν, όταν ο άνθρωπος θέλησε και εφεύρε τρόπους να αξιοποιήσει τη γη για την κάλυψη των αναγκών του και σε κλίματα που ευνοούσαν την σπορά τους. Στις μέρες μας η καλλιέργεια τους απλώνεται σε όλη την υφήλιο και η χρήση τους ποικίλει. Τα δημητριακά αποτελούν σημαντικό κομμάτι της διατροφικής μας αλυσίδας, παράγοντας άρτο, ζυμαρικά, μπύρα, ούισκι. Επίσης, σημαντική είναι και η συμμετοχή τους στη παραγωγή ζωοτροφών, στη βιομηχανία στη παραγωγή ενέργειας και πληθώρα άλλων προϊόντων με κύριο συστατικό κάποιο σιτηρό(Δαλιάνης, 1999).

Τα σιτηρά διακρίνονται σε χειμερινά και εαρινά. Ως χειμερινά χαρακτηρίζονται τα εξής: σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, βρώμη και triticale και σπέρνονται το φθινόπωρο ενώ αραβόσιτος, ρύζι, σόργο, κεχρί περιλαμβάνονται στα εαρινά και σπέρνονται την άνοιξη. Η παραπάνω διάκριση κατατάσσει τα σιτηρά στα πιο δημοφιλή φυτά παγκόσμιας εμβέλειας με μια από τις μεγαλύτερες παραγωγές από κάθε άλλο φυτό αροτραίας καλλιέργειας. Τα σιτηρά έχουν την ικανότητα να ευδοκιμούν και να προσαρμόζονται εύκολα σε εκτάσεις με μη παραγωγικό έδαφος, στις οποίες δεν θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν άλλες καλλιέργειες(Υπουργείο Γεωργίας και Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε., 1991).

#### 1.1.1 Βοτανική περιγραφή

Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια *Gramineae*, με κύριες τις υποοικογένειες *Festucoideae* και *Panicoideae*. Στην οικογένεια *Festucoideae* συμπεριλαμβάνονται τα  $C_3$  των εύκρατων κλιμάτων, ενώ στην οικογένεια *Panicoideae* φυτά θερμών κλιμάτων  $C_4$  (*Gaiapedia*). Στον Πίνακα 1.1. παρουσιάζονται οι κυριότερες υποοικογένειες και φυλές της οικογένειας *Gramineae*:

Πίνακας 1.1: Οι κυριότερες υποοικογένειες και φυλές της οικογένειας Gramineae.

<b>Υποοικ. Festucoideae</b>		<b>Υποοικ. Panicoideae</b>
<b>Φυλές</b>	<b>Ενδιάμεσες φυλές</b>	<b>Φυλές</b>
<i>Festuceace</i>	<i>Danthoniidae</i>	<i>Paniceae</i>
<i>Bracypodieace</i>	<i>Arundieae</i>	<i>Andropogoneae</i> <i>maydeae</i>
<i>Hordeae</i>	<i>Chlorideae</i>	
<i>Aveneae</i>	<i>Oryzeae bambuseae</i>	
<i>Phalarideae</i>		
<i>Agrostideae nardeae</i>		

Πηγή: Καραμάνος, 1994

### 1.1.2 Αύξηση και Ανάπτυξη

Η αύξηση και η ανάπτυξη των σιτηρών επηρεάζεται από ένα σύνολο συνθηκών, τόσο περιβαλλοντικών όσο και φαινολογικών. Για να επιτύχει η βλάστηση των σπόρων, να αναπτυχθεί το φυτό και να φτάσει στην ωρίμανση του, παίζουν σημαντικό ρόλο τα μορφολογικά και φαινολογικά (γονότυπος) χαρακτηριστικά και φυσικά, οι συνθήκες του περιβάλλοντος. Τα βασικά στάδια ανάπτυξης των φυτών είναι κατά σειρά η βλάστηση, το αδελφωμα, το καλάμωμα, το ξεστάχιασμα και η ωρίμανση. Πιο αναλυτικά:

- Βλάστηση-φύτρωμα: Αφού γίνει η σπορά των σιτηρών και οι συνθήκες ευνοούν, οι σπόροι απορροφούν νερό 30-40% του βάρους τους σπάζοντας το περίβλημα τους και ύστερα από 5-8 ημέρες γίνεται εμφανές το νεαρό φυτό (Δαναλάτος, 2016). Κατά την απορρόφηση του νερού ενεργοποιούνται ένζυμα (αμυλάσες, πρωτεάσες) εκκρίνοντας ορμόνες, εν προκειμένω γιββεριλίνες (Ξυνιάς και Τοκατλίδης, 2014). Καθοριστικό ρόλο σε αυτό το σημείο παίζουν οι συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού και σποροκλίνης. Η κατάλληλη θερμοκρασία για επιτυχή βλάστηση σπόρων είναι η ελάχιστη 1-4 °C και η μέγιστη 20-22 °C. Αν η θερμοκρασία και η υγρασία βρίσκονται σε αρκετά υψηλά επίπεδα τότε το γεγονός αυτό θα συντελέσει στη μειωμένη βλαστική ικανότητα των σπόρων (Δαναλάτος, 2016). Ακόμη, η ικανότητα βλάστησης στα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά δεν επηρεάζεται από το φως, καθώς μπορούν να βλαστήσουν με ή χωρίς αυτό (Ξυνιάς και Τοκατλίδης, 2014).
- Αδελφωμα: Στο συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης οι σπόροι των σιτηρών εκπύσσουν πολλούς βλαστούς από πλευρικούς οφθαλμούς που ονομάζονται αδελφια. Η διαδικασία ξεκινά 10 -15 ημέρες μετά το φύτρωμα, όταν εκπύσσεται υπογείως ο ακραίος οφθαλμός φτάνοντας



τα 2 cm όπου σχηματίζονται στις μασχάλες των φύλλων πολλοί πλευρικοί οφθαλμοί που θα αποτελέσουν μελλοντικά τη ρίζα και τα πλευρικά στελέχη. Ο αριθμός αυτών των βλαστών που εκπύσσονται ονομάζονται αδέρφια και μαρτυρά την απόδοση της καλλιέργειας(Δαναλάτος,2016).

- Καλάμωμα: Το τρίτο στάδιο ανάπτυξης χαρακτηρίζεται για τη γρήγορη επιμήκυνση των μεσογονατίων του(καλάμι). Ο πρώτος κόμβος εμφανίζεται όταν το στέλεχος φτάσει τα 20-30 cm(Δαναλάτος,2016). Η επιμήκυνση του μεσογονατίου αρχίζει όταν το κατώτερο μεσογονάτιο αποκτήσει περίπου το μισό του τελικού του μεγέθους(Παπακώστα-Τασοπούλου,2012). Τα σιτηρά παρουσιάζουν το λεγόμενο «πλάγιασμα», καθώς πρόκειται για επιπολαιόριζα φυτά. Για το χαρακτηριστικό αυτό λαμβάνονται μέτρα προς μετρίαση του, όπως κόψιμο, εφαρμογή ορμονών ανόσχεσης και κυρίως επιλογή νάνων ή ημιάνων φυτών(Δαναλάτος,2016).

- Ξεστάχιασμα: Κατά το ξεστάχιασμα, αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη εμφανίζεται το στάχυ. Πρόκειται για ένα μεταβατικό στάδιο(βλαστητικό στάδιο=> αναπαραγωγικό στάδιο)(Σφήκας, 1991). Ο ρυθμός αύξησής τους επιταχύνεται και μπορεί να φτάσει το  $\frac{1}{2}$  με  $\frac{3}{4}$  του ύψους του φυτού μετά το ξεστάχιασμα. Καθοριστική και κρίσιμη είναι η άρδευση των σιτηρών(Δαναλάτος,2016).

- Ωρίμανση: 30-40 ημέρες μετά το ξεστάχιασμα έπεται και η ωρίμανση του σπόρου. Ο σπόρος διακρίνεται και αυτός σε στάδια: γάλακτος, κηρού (εξαφάνιση χλωροφύλλης), σκληρού σπόρου (εύθραυστα τα υπόλοιπα φυτικά μέρη) και του υπερώριμου σπόρου (εύθραυστος και ο σπόρος)(Δαναλάτος,2016).

### 1.1.3 Σπουδαιότητα

Το σιτάρι είναι το πρώτο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό παγκοσμίως. Υπάρχουν περισσότερα από 20 είδη σιταριού και πάρα πολλές ποικιλίες. Η σημαντικότερη διάκριση είναι σε μαλακό( *Triticum aestivum*) και σκληρό σιτάρι (*T. durum*). Δεύτερο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό ακολουθεί το κριθάρι και έπονται τα υπόλοιπα σιτηρά. Η τεράστια διατροφική τους αξία, εμπλουτισμένη με άμυλο και πρωτεΐνες είναι αυτή που τα καθιστά τόσο σημαντικά καθώς και αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφικής μας πυραμίδας. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός, πως πολλοί πολιτισμοί ζούσαν και άκμαζαν σε περιοχές όπου καλλιεργούνταν σιτηρά με σκοπό την εξασφάλιση του βιοτικού και του οικονομικού τους επιπέδου(Δαλιάνης,1999).

Πολύ σημαντική είναι η χρήση του για το σιτηρέσιο των σταβλισμένων ζώων. Πρόκειται για τροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες.

Ακόμη, και σήμερα η παραγωγή σιτηρών έχει τεράστια οικονομική σημασία παγκοσμίως.

#### 1.1.4 Στατιστικά Στοιχεία

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, την εμπορική περίοδο 2016/2017 (1 Ιουλίου 2016-30 Ιουνίου 2017) η συνολική καλλιεργήσιμη γη με σιτηρά στην Ελλάδα ανέρχεται στα 801.053 εκτάρια, τα οποία προορίζονται για ζωοτροφή και για ανθρώπινη κατανάλωση.

Ακολουθεί ο Πίνακας 1.2 με τα στατιστικά στοιχεία καλλιέργειας σιτηρών στην Ελλάδα σε εκτάρια κατά το εμπορικό έτος 2016-2017.

Πίνακας 1.2. Καλλιέργεια σιτηρών στην Ελλάδα σε εκτάρια που προορίζονται για ζωοτροφή και ανθρώπινη κατανάλωση κατά την περίοδο 2016/2017.

<b>Καλλιέργεια σιτηρών 2016/2017</b>	<b>Εκτάσεις σε εκτάρια(ha)</b>
Σκληρό σιτάρι	387.361
Μαλακό σιτάρι	149.416
Κριθάρι	132.744
Σίκαλη	14.758
Βρώμη	95.972
Τριτικάλε	20.802
Σύνολο	801.053

(Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2018)

Σε παγκόσμιο επίπεδο η καλλιεργήσιμη γη ανέρχεται στα 718 εκατομμύρια εκτάρια. Οι χώρες με την μεγαλύτερη έκταση παραγωγής σιτηρών είναι η Κίνα(900.000 εκτάρια), η Ιταλία(300.000 εκτάρια) και οι ΗΠΑ(281.000 εκτάρια). Ακολουθεί Πίνακας(Πίνακας 1.3) με ποσοστό καλλιέργειας σιτηρών παγκοσμίως.

Πίνακας 1.3 Καλλιέργεια σιτηρών παγκοσμίως σε ποσοστό% κατά το έτος 2017.

<b>Καλλιέργεια σιτηρών 2017</b>	<b>Ποσοστό%</b>
Σιτάρι	32%
Κριθάρι	9%
Σίκαλη	4%
Βρώμη	12%
Καλαμπόκι	14%
Ρύζι	12%
Σπόροι Άνδεων	3%
Άλλα σιτηρά	6%

(Willer et al, 2019)

## 1.2 Σιτάρι

### 1.2.1 Ιστορικά

Το σιτάρι είναι από τα πιο δημοφιλή και διαδεδομένα σιτηρά στον κόσμο πολλά χρόνια πριν μέχρι και σήμερα. Η ιστορία του σίτου ανάγεται στα βάθη της «Νεολιθικής Εποχής», 10.000 χρόνια πριν και φανερώνει την εξελικτική πορεία του ανθρώπου-κυνηγού σε άνθρωπο-γεωργό (Shewry, 2009).

Προέλευση του είναι η Μέση Ανατολή (Αίγυπτος-Μεσοποταμία) (Δαναλάτος, 2016). Σε περιοχές που επιτρεπόταν η καλλιέργεια τους ζούσαν και άκμαζαν φυλές ανθρώπων (Δαλιάνης, 1999). Ακολούθησε μακρά διαδρομή και εισήχθη στην Ευρώπη μέσω της Ελλάδας, πέρασε τα Βαλκάνια και έφτασε μέχρι το Ηνωμένο Βασίλειο. Επίσης, ταξίδεψε μέχρι την Αφρική, τη μακρινή Ασία και την ακόμη πιο μακρινή Αυστραλία και ΗΠΑ (Shewry, 2009).

Οι πρώτοι σπόροι σίτου θεωρούνταν ανώριμοι. Τα γενετικά τους χαρακτηριστικά, όπως το σπάσιμο του σπόρου κατά την ωρίμανση δεν απέδιδαν μεγάλη παραγωγή στην καλλιέργεια (Simons et al., 2006) Έτσι, εξελικτικά δημιουργήθηκαν ποικιλίες πιο ανθεκτικές, με σκληρό περίβλημα ή αποφλοιωμένο σπόρο.

Στις μέρες μας το σιτάρι καλύπτει τη μεγαλύτερη επιφάνεια καλλιεργήσιμης γης παγκοσμίως. Το κλίμα στο οποίο ευδοκimeί είναι το εύκρατο, κυρίως, και εκεί καλλιεργείται ως φθινοπωρινό, ενώ στις βορειότερες περιοχές ως ανοιξιάτικο (Δαναλάτος, 2016).

Το σιτάρι διακρίνεται σε σκληρό (*T. durum*) και μαλακό (*T. aestivum*). Το σκληρό, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζυμαρικών καλλιεργείται στις Μεσογειακές χώρες, επομένως και στην Ελλάδα όπου το ξηροθερμικό κλίμα ευνοεί την ανάπτυξη του. Από την άλλη, το μαλακό σιτάρι έχοντας μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα συναντάται στις ΗΠΑ, Καναδά, Αργεντινή, Ευρώπη, Ρωσία, Κίνα, Ινδία και Αυστραλία (Δαναλάτος, 2016).

### 1.2.2 Οικολογικές Απαιτήσεις

#### 1.2.2.1 Κλίμα

Ο δροσερός καιρός ευνοεί την ανάπτυξη του σίτου, ωστόσο προσαρμόζεται σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι θερμοκρασίες στις οποίες επιτυγχάνεται η βλάστηση είναι 3-4 °C η ελάχιστη και 20- 22 °C η άριστη. Πολύ υψηλές, καθώς επίσης πολύ χαμηλές θερμοκρασίες θεωρούνται επικίνδυνες για τη βλάστηση των σπόρων σίτου (Briggles, 1980).

Η διάκριση σε χειμερινά και ανοιξιάτικα σιτηρά είναι πολύ σημαντική για το φαινόμενο της εαρινοποίησης. Τα χειμερινά σιτηρά είναι αυτά που απαιτούν μία περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια των νεαρών φυτών, ούτως ώστε να ανθίσουν αργότερα (Καλτσίκης, 1992).

Εκτός από τις ώρες ψύχους και η βροχόπτωση είναι αυτή που καθορίζει την απόδοση της καλλιέργειας. Το σιτάρι δεν χρειάζεται πολύ υγρασία κατά τη περίοδο φθινόπωρο-χειμώνα. Ωστόσο, στην Ελλάδα οι βροχές τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο είναι έντονες ενώ κατά τη φάση που το φυτό απαιτεί νερό(στάδιο μεγάλης ανάπτυξης φυτού), οι βροχές είναι περιορισμένες. Επομένως, η απόδοση της καλλιέργειας άμεσα συνυφασμένη με την βροχόπτωση μπορεί να φτάσει 150 έως 600 kg/στρ και περισσότερο. Στις περιοχές, όπου καλλιεργείται το σιτάρι, η βροχόπτωση κυμαίνεται 250 - 1750 mm(Δαναλάτος, 2016).

### **1.2.2.2 Έδαφος**

Η σιτοκαλλιέργεια ευδοκίμει σε εδάφη μέσης σύστασης έως βαριά, βαθιά και με καλή στράγγιση. Δεν αποδίδει σε εδάφη με έντονη υγρασία(Καραμάνος, 1992). Τα όξινα και τα υπερβολικά εκπλυθέντα εδάφη θεωρούνται ακατάλληλα για την καλλιέργεια σιταριού(Σφήκας, 1995).

## **1.2.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες**

### **1.2.3.1 Προετοιμασία Εδάφους**

Ορισμένοι παράγοντες, όπως η προηγηθείσα καλλιέργεια, η ύπαρξη ζιζανίων καθώς επίσης η υγρασία του εδάφους είναι αυτές που καθορίζουν και επηρεάζουν το βάθος του οργώματος και τον αριθμό των(Σφήκας, 1995).

Σε περίπτωση που προηγήθηκε χειμερινό σιτηρό ακολουθεί ελαφρύ όργωμα μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Μετά από καλαμπόκι το όργωμα θα είναι πιο βαθύ. Προαιρετικά πραγματοποιείται και δεύτερο όργωμα ειδάλλως μόνο το όργωμα σποράς και αν χρειαστεί δισκοσβάρνα πριν το όργωμα σποράς(Σφήκας, 1995).

### **1.2.3.2 Λίπανση**

Η λίπανση στα σιτηρά παίζουν καθοριστικό ρόλο, τόσο για την αύξηση και ανάπτυξη του φυτού όσο για την μεγαλύτερη απόδοση και παραγωγή της καλλιέργειας. Η εφαρμογή των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων που απαιτεί το έδαφος και η καλλιέργεια θα πρέπει να γίνει τη σωστή στιγμή ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες του φυτού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του μέχρι την ωρίμανση.

Τα θρεπτικά στοιχεία που θα επιλεχθούν καθώς επίσης η ποσότητα τους έγκειται στις εξής παραμέτρους: ποιότητα, απόδοση, εδαφικό τύπο, υπολείμματα προηγούμενης καλλιέργειας, και τις συνθήκες υγρασίας (ποσοστό βροχόπτωσης)(Σ.Π.Ε.Λ.). Πριν όλων απαιτείται εδαφολογική ανάλυση ώστε να προσδιοριστούν με ακρίβεια τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία που υπάρχουν στο έδαφος και αυτά που βρίσκονται σε έλλειψη.

Το σημαντικότερο στοιχείο που απαιτεί η καλλιέργεια σιταριού είναι η εφαρμογή αζώτου(N). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση N καταλαμβάνεται από τους καρπούς. Στη χώρα μας συνιστάται 10-15 kgN/στρ(Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Τα λιπάσματα που επιλέγονται είναι τα αμμωνιακά και τα γρήγορης απελευθέρωσης(νιτρικά)(Μπαξεβάνος, 2011).

Ο φώσφορος βοηθά στη γρήγορη ανάπτυξη του φυτού και στην αύξηση του βάρους του καρπού. Επίσης, η επάρκεια φωσφόρου προσδίδει αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες εν αντιθέσει με το άζωτο(Καραμάνος, 2008)

Η παρουσία καλίου από την άλλη συμβάλλει στην ευρωστία των φυτών, στο γέμισμα των σπόρων, στη διακίνηση υδατανθράκων, στη σωστή διαχείριση του ύδατος για παραγωγή ξηράς ουσίας, στην αντοχή των φυτών σε κάποιες ασθένειες κλπ.(Καραμάνος, 2008).

### **1.2.3.3Σπορά**

Ο σπόρος πρέπει να είναι αμιγής ως προς την ποικιλία, καθαρός με υψηλή βλαστικότητα και φυτρωτική ικανότητα, υγιής και απολυμασμένος(Δαναλάτος, 2016).

Η σπορά στην Ελλάδα πραγματοποιείται κατά τους μήνες Οκτώβριο - Νοέμβριο ανάλογα τη περιοχή και το κλίμα. Σε ορεινές περιοχές σπέρνεται τον Οκτώβριο, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές τον Νοέμβριο(Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές ,όπου στο έδαφος , ακόμη, υπάρχει η υγρασία ενδείκνυται η σπορά του σίτου. Γενικά, αποφεύγεται η όψιμη σπορά λόγω μειωμένων αποδόσεων αλλά και η πολύ πρόωμη λόγω πλαγιάσματος κατά την ωρίμανση(Δαναλάτος,2016). Η συνιστώμενη ποσότητα σποράς είναι 6-15 kg σπόρου/στρ., όμως στην πράξη οι παραγωγοί αυξάνουν τη ποσότητα σποράς(Σφήκας, 1991).

### **1.2.3.4 Άρδευση**

Κατά γενική ομολογία, η καλλιέργεια σίτου εγκαθίσταται σε περιοχές μη αρδευόμενες καθώς δεν έχει πολλές απαιτήσεις σε νερό. Ωστόσο, εάν ακολουθήσει μια αρκετά ξηρική περίοδος, τότε κατά την περίοδο Απρίλη- Μάη θα χρειαστεί άρδευση(Δαναλάτος, 2016). Η εφαρμογή της άρδευσης πραγματοποιείται με την μέθοδο του καταιονισμού(Σφήκας,1991). Οι αποδόσεις των σιτηρών με πλήρως αρδευόμενες καλλιέργειες έχουν την δυνατότητα να φτάσουν και τα 800 kg/ στρ. Το σκληρό σιτάρι έχει λιγότερη αντοχή σε εδαφική υγρασία από ότι το μαλακό(Δαναλάτος, 2016)

### **1.2.2.5Ζιζάνια**

Τα ζιζάνια είναι οι μεγαλύτεροι ανταγωνιστές των καλλιεργούμενων φυτών. Ανταγωνίζονται, κυρίως, ως προς τα θρεπτικά στοιχεία, το φως και το νερό.

Τα κυριότερα ζιζάνια που βρίσκουμε κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι η αγριοβρώμη, η κύπερη, η αγριομαργαρίτα, η παπαρούνα, η αγριάδα, το γαϊδουράγκαθο, η κολλιτσίδα, ο βέλιουρας και το χαμομήλι(Καρκάνης, 2013) Η καταπολέμηση τους έγκειται στην πρόληψη, στα καλλιεργητικά μέτρα, στο βοτάνισμα κλπ, όμως η μέθοδος που πλεονεκτεί έναντι των άλλων είναι η χημική με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων(Ελευθεροχωρινός, 2014).

#### **1.2.2.6 Συγκομιδή**

Η υγρασία του σιταριού κατά την συγκομιδή θα πρέπει να είναι στο 14%. Σε περίπτωση που η υγρασία υπερβαίνει αυτό το ποσοστό θα χρειαστεί τεχνική ξήρανση κάτι που ανεβάζει το κόστος παραγωγής. Η συγκομιδή πραγματοποιείται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές περίπου τον Ιούνιο και Ιούλιο στις πιο ορεινές περιοχές.

#### **1.2.2.7 Συντήρηση**

Η αποθήκευση τους γίνεται με υγρασία καρπού 14% σε απλές αποθήκες ή μεταλλικά σιλό ή από μπετόν σε σακιά ή χύμα. Όποιος και να είναι ο τρόπος αποθήκευσης, θα πρέπει να τηρούνται αυστηρώς οι κανόνες υγιεινής και διατήρησης της καθαριότητας προς αποφυγή αλλοίωσης του προϊόντος.

## 1.3 Κριθάρι

### 1.3.1 Ιστορικά

Δεύτερο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό είναι το κριθάρι. με την επιστημονικά του ονομασία, *Hordeum vulgare*, συναντάται σε πολλές περιοχές, όπως τη Μεσοποταμία, το Αφγανιστάν, το Θιβέτ, την Κίνα, την Ιαπωνία και τις χώρες της ανατολής(Δαναλάτος, 2013).

Οι πρώτες προσπάθειες καλλιέργειας του εν λόγω σιτηρού υπολογίζονται 5000 χρόνια πριν επί νεολιθικής εποχής(Σφήκας, 1991). Επίσης, στην αρχαιότητα χρησιμοποιείτο στην ιατρική για την ίαση πολλών και διάφορων ασθενειών και νόσων(Ross, 2004).

### 1.3.2 Οικολογικές Απαιτήσεις

#### 1.3.2.1 Κλίμα

Οι κλιματικές απαιτήσεις του κριθαριού προσανατολίζονται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και σε θερμές περιοχές, όπως η Ινδία(Σφήκας, 1991). Οι θερμοκρασίες βλάστησης είναι 20°C η άριστη, 28-30°C η ανώτερη και 3-4°C η κατώτερη. Σύμφωνα με ρωσικές πηγές, οι θερμοκρασίες στις οποίες βλαστάνει το ανοιξιάτικο κριθάρι είναι 1-2 °C(Δαναλάτος, 2013). Επίσης, φυτά ακάλυπτα έχουν την ικανότητα να αντέξουν στους -12°Cέως -15°C(Κιολέογλου,2011).

#### 1.3.2.2 Έδαφος

Τα εδάφη στα οποία ευδοκιμεί το κριθάρι είναι κυρίως γόνιμα με καλή στράγγιση, βαθιά, πηλώδη με pH 7-8. Σε πολύ γόνιμα εδάφη υπάρχει πιθανότητα να πλαγιάσει ενώ σε πολύ αμμώδη μειώνει την απόδοση της καλλιέργειας(Σφήκας, 1991). Σε σχέση με τα υπόλοιπα σιτηρά, το κριθάρι παρουσιάζει περισσότερη αντοχή στα άλατα και στην αλκαλικότητα του εδάφους ενώ δεν δείχνει αρκετή αντοχή στην οξύτητα και την υπερβολική υγρασία (Δαναλάτος, 2013).

### 1.3.3Καλλιεργητικές φροντίδες

#### 1.3.3.1 Προετοιμασία εδάφους

Η φροντίδα του εδάφους πριν τη σπορά παίζει σημαντικό ρόλο και εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως, την υγρασία του εδάφους, την εποχή συγκομιδής, την προηγηθείσα καλλιέργεια, την ύπαρξη πολυετών ζιζανίων, τον όγκο των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης

καλλιέργειας(Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Το φθινόπωρο, με τα πρωτοβρόχια πραγματοποιείται το πρώτο όργωμα, το οποίο είναι ελαφρύ εάν στο χωράφι έχει προηγηθεί καλλιέργεια χειμερινού σιτηρού και βαθύ εάν προηγήθηκε καλαμπόκι για να παραχωθούν πιο βαθιά τα στελέχη τους. Εάν και εφόσον υπάρχει υγρασία σε καλλιέργεια στην οποία προηγήθηκε σιτηρό πραγματοποιείται και θερινό όργωμα(Γαλανοπούλου, 2003).

### **1.3.3.2 Λίπανση**

Το άζωτο (N) είναι από τα σημαντικότερα στοιχεία που απαιτεί μια καλλιέργεια και συνήθως βρίσκεται σε περιορισμένο επίπεδο στο έδαφος(Scharf and Alley, 1988). Η εφαρμογή του σε συγκεκριμένα αναπτυξιακά στάδια θα αποφέρει επιθυμητά αποτελέσματα στην απόδοση της καλλιέργειας. Έτσι, πραγματοποιείται μία εφαρμογή N μαζί με όλη τη ποσότητα φωσφόρου (βασική λίπανση) πριν τη σπορά και άλλη μία εφαρμογή με το ξεκίνημα της επιμήκυνσης του στελέχους, κατά τα πρώτα αναπτυξιακά στάδια των φυτών(Baethgen and Alley, 1989; Fischer, 1993). Η απαιτούμενη αζωτούχος λίπανση είναι 10 -15 kg N/στρ. εφόσον η βασική απορρόφηση σε γόνιμα και άγονα εδάφη είναι 1 και 5 kg/Nστρ. αντίστοιχα(Δαναλάτος, 2013).

Η εφαρμογή του N επηρεάζει την περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη(Σφήκας, 1991). Επίσης, καλλιέργεια που διατίθεται για ζυθοποιία ελέγχεται καθώς, ανίχνευση υψηλών επιπέδων N σε κόκκους υποβαθμίζουν την ποιότητα βύνης( Baethgen and Alley, 1989, Fischer, 1993).

### **1.3.3.3 Σπορά**

Ο σπόρος είναι απαραίτητο να είναι αμιγής ως προς την ποικιλία, καθαρός με υψηλή βλαστικότητα και φυτρωτική ικανότητα, υγιής και απολυμασμένος(Δαναλάτος, 2013). Στην Ελλάδα η σπορά πραγματοποιείται κυρίως κατά τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο. Γενικά αποφεύγεται να σπαρούν πρώιμα καθώς αναπτύσσονται πάρα πολύ και θα εμφανίσουν το φαινόμενο του πλαγιάσματος(Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Κατά Σφήκα(1991), συνιστάται 15-20 kg/στρ. ποσότητα σπόρου για σανοδοτικές καλλιέργειες.

### **1.3.3.4 Άρδευση**

Τα μεσογειακά κλίματα χαρακτηρίζονται από ακανόνιστες βροχοπτώσεις το χειμώνα και έντονη ξηρασία την άνοιξη και το καλοκαίρι. Η ξηρασία αυτή αποτελεί μείζονος σημασίας για την απόδοση μιας καλλιέργειας κριθαριού. Κατά τουςBrownetal(1987) , το κριθάρι καλλιεργείται σε περιοχές όπου η βροχόπτωση ετησίως λαμβάνει χώρα στις τιμές μεταξύ 200-350 mm. Η άρδευση θεωρείται περιττή, όμως μπορεί να εφαρμοστεί σε πολύ ξηρικές χρονιές αυξάνοντας έτσι κατά πολύ περισσότερο την απόδοση της



καλλιέργειας. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται λίπανση και συγκεκριμένα αζώτου(Δαναλάτος, 2013).

#### **1.3.3.5 Ζιζάνια**

Η καταπολέμηση των ζιζανίων θεωρείται πολύ σημαντικός παράγοντας καλλιεργητικής πρακτικής. Τα ζιζάνια που πρόκειται να αντιμετωπίσει το κριθάρι κατά την χειμερινή περίοδο είναι: αγριάδα, αγριοβρώμη, βέλιουρας, χαμομήλι, κολλιτσίδα, κύπερη, γαϊδουράγκαθο, αγριομαργαρίτα και παπαρούνα. Η χημική καταπολέμηση με εφαρμογή επιλεκτικών ζιζανιοκτόνων είναι και η πιο αποτελεσματική έναντι των άλλων μεθόδων όπως σκάλισμα και βοτάνισμα(Καρκάνης, 2013).

#### **1.3.3.6 Συγκομιδή**

Η συγκομιδή του κριθαριού πραγματοποιείται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές, όταν η υγρασία είναι στο 25-35%. Μπορεί η συγκομιδή να καθυστερήσει εσκεμμένα με σκοπό την αποφυγή αλλοιώσεων από την υγρασία. Στην περίπτωση του κτηνοτροφικού κριθαριού, το κριθάρι συλλέγεται λίγο νωρίτερα, πριν την πλήρη ωρίμανση του για να μην τινάζεται ο σπόρος(Σφήκας, 1991).

#### **1.3.3.7 Συντήρηση**

Ο καρπός του κριθαριού για να θεωρείται κατάλληλος προς αποθήκευση θα πρέπει η υγρασία του να μην υπερβαίνει το 13%. Η αποθήκευση του καρπού γίνεται σε μεγάλα σιλό ή χύμα ή σε σακιά ή σε μεταλλικά δοχεία με θερμοκρασία που να μην υπερβαίνει τους 20°C. Όσον αφορά, τα άχυρα ή το σανό παίζει ρόλο μόνο το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής. Η πολύ υγρασία αλλοιώνει το προϊόν και παράγει αφλατοξίνες επικίνδυνες για τα ζώα.

## 1.4 Βρώμη

### 1.4.1 Ιστορικά

Θεωρείται το τρίτο κατά σειρά σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό, μετά το σιτάρι και το κριθάρι. Αρχικά η βρώμη πιθανολογείται ότι επρόκειτο για ζιζάνιο και όχι καλλιεργούμενο φυτό (Murphy και Hoffman, 1992). Με τη βρώμη ασχολήθηκαν πρώτοι οι αρχαίοι Έλληνες και Λατίνοι θεωρώντάς το ζιζάνιο και αποδίδοντάς του συνάμα φαρμακευτικές ιδιότητες.

Χώρες προέλευσης θεωρούνται η Εγγύς Ανατολή για την κοινή βρώμη (*Avena sativa*), ενώ η Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη για την καλλιεργούμενη βρώμη. Κατά τον 1<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. και ίσως νωρίτερα εικάζεται πως άρχισε να αποτελεί καλλιεργούμενο είδος (Παπακώστα-Τασσοπούλου Δ., 2012).

Στη χώρα μας, η βρώμη προτιμάται αρκετά από τους καλλιεργητές. Σύμφωνα με στοιχεία της αρμόδιας υπηρεσίας του υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων καλλιεργήθηκαν 754.000 στρ. παράγοντας 128.000 τόνους.

Παλαιότερα η χρήση της καλλιέργεια της βρώμης κάλυπτε καθαρά ανάγκες σίτισης ζώων, πλέον η βρώμη έχει ενταχθεί και στην διατροφή του ανθρώπου καθώς αποτελεί προϊόν πλούσιο σε πρωτεΐνες, όπως οι β-γλυκάνες και οι α-τοκοτριενόλες (Chernyshova κ.ά. 2007). Οι β-γλυκάνες είναι πολύ σημαντικές για τη μείωση της χοληστερόλης, τη μείωση του καρκίνου του εντέρου και για άλλες λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού.

### 1.4.2 Οικολογικές απαιτήσεις

#### 1.4.2.1 Κλίμα

Η βρώμη ευδοκίμει στα εύκρατα κλίματα. Απαιτεί υγρασία και δροσερό κλίμα ενώ δεν ανέχεται τις υψηλές θερμοκρασίες (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966). Πλέον έχουν δημιουργηθεί ανοιξιότικες ποικιλίες με περισσότερη αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες. Όμως, στο στάδιο άνθησης τέτοιου είδους θερμοκρασίες μπορούν επηρεάσουν αρνητικά την γονιμοποίηση και το γέμισμα των κόκκων.

#### 1.4.2.2 Έδαφος

Ευδοκίμει σε ποικίλα είδη εδάφους με δεδομένο την αρκετή υγρασία και την καλή αποστράγγιση. Τα πηλώδη εδάφη θεωρούνται τα καταλληλότερα για την καλλιέργεια της βρώμης καθώς έχουν την ικανότητα να συγκρατούν νερό. Είναι ευαίσθητη στην αλκαλικότητα και αντέχει σε εδάφη με οξύτητα μέχρι pH=4,5.

### 1.4.3 Καλλιεργητικές φροντίδες

#### 1.4.3.1 Προετοιμασία εδάφους

Γενικά, όσον αναφορά την προετοιμασία του εδάφους πριν τη σπορά ισχύουν όσα αναφέρθηκαν για τα ανωτέρω σιτηρά. Θα πρέπει να προετοιμαστεί σωστά η σποροκλίνη ώστε να υποδεχθεί τη νέα καλλιέργεια. Απαραίτητα είναι τα προληπτικά μέτρα για την καταπολέμηση των ζιζανίων πριν τη σπορά. Επιπρόσθετα, η εδαφολογική ανάλυση θα δώσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την ενδυνάμωση του εδάφους.

#### 1.4.3.2 Λίπανση

Το Άζωτο είναι το απαραίτητο και πιο σημαντικό συστατικό που απαιτούν όλες οι καλλιέργειες στη χώρα μας. Το φυτό της βρώμης λόγω του μεγαλύτερου ριζικού συστήματος που διαθέτει σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σιτηρά προσλαμβάνει καλύτερα την λίπανση(Φασούλα-Φωτιάδη, 1984). Η αζωτούχος λίπανση μπορεί να εφαρμοστεί σε δύο δόσεις, τη βασική και την επιφανειακή. Η ποσότητα αζώτου που απαιτεί η βρώμη ανέρχεται στα 10 kg N/στρ., Φώσφορο μέχρι 6 kg/στρ και Κάλιο 2-4 kg/στρ(Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012).

#### 1.4.3.3 Σπορά

Παρομοίως με τα υπόλοιπα σιτηρά, η βρώμη σπέρνεται το φθινόπωρο αλλά στις βορειότερες περιοχές της Ευρώπης αποτελεί ανοιξιάτικη καλλιέργεια. Η διαδικασία της σποράς γίνεται με σπартική μηχανή. Η ποσότητα σπόρου, που συνιστάται είναι 9-12 kg/στρ. για καρπό και 12-15 kg/στρ. για σανό(Σφήκας, 1991).

#### 1.4.3.4 Άρδευση

Η βρώμη είναι το φυτό με την μεγαλύτερη απαιτητικότητα σε νερό από τα υπόλοιπα σιτηρά. Ως χειμωνιάτικη καλλιέργεια χαρακτηρίζεται ξηρική κυρίως. Οι ευνοϊκότερες περιοχές για αυτήν στην χώρα μας είναι δυτικές που η βροχόπτωση κατά τους ανοιξιάτικους μήνες είναι πιο έντονες. Η βροχόπτωση που απαιτείται θα πρέπει να υπερβαίνει τα 750-800 mm, με 400-500 mm κατά τη καλλιεργητική περίοδο(Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012). Υπάρχουν κρίσιμα στάδια που επηρεάζουν την απόδοση της καλλιέργειας και που αν δεν πέσει ο απαραίτητος όγκος νερού θα αποβεί επιζήμιος. Για παράδειγμα, κατά την άνθηση μειώνεται ο αριθμός της ταξικαρπίας εξαιτίας των πολλών ζωτικών γυρεόκοκκων(Agroland, 2014).

#### **1.4.3.5 Ζιζάνια**

Τα κυριότερα αγρωστώδη ζιζάνια: Αγριοβρώμη, Ήρα, Αλεπονουρά, Φάλαρη, Βρόμος .Τα κυριότερα πλατύφυλλα ζιζάνια είναι: Παπαρούνα, Κίρσιο, Σινάπια, Χαμομήλι, Πολυκόμπι, Κολλιτσίδα, Στελλάρια, Καφέλλα, Βερόνικα, Καπνόχορτο.

#### **1.4.3.6 Συγκομιδή**

Η ταξιανθία της βρώμης αργεί να ωριμάσει συγκριτικά με το σιτάρι και το κριθάρι έτσι το θέρισμα θα πρέπει να πραγματοποιηθεί πιο νωρίς, πριν αρχίσουν να πέφτουν οι σπόροι. Η καταλληλότερη περίοδος ενσίρωσης θα πρέπει να πραγματοποιηθεί όταν η υγρασία των φυτών είναι στο 65%, δηλαδή κατά το στάδιο στο οποίο οι σπόροι βρίσκονται σε ζύμη. Η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές.

#### **1.4.3.7 Συντήρηση**

Ο καρπός δεν θα πρέπει να έχει υγρασία μεγαλύτερη από 14% και ο χώρος αποθήκευσης να έχει θερμοκρασία κάτω από 20 °C, ειδάλως μειώνεται ο χρόνος αποθήκευσης τους και οι μπάλες σανού δεν θα πρέπει να έχουν υγρασία για καλύτερη αποθήκευση.

## 1.5 Σίκαλη

### 1.5.1 Ιστορικά

Η σίκαλη ή αλλιώς βρίζα (*Secale cereale*), υπολογίζεται ότι καλλιεργήθηκε πριν από περίπου 2000 χρόνια στην Ν. Ρωσία ή στην Μικρά Ασία. Ο Γαληνός υποστήριξε ότι, το εν λόγω σιτηρό καλλιεργήθηκε στη Μακεδονία και στην Θράκη. Μέχρι τον 19<sup>ο</sup> αιώνα η βρίζα κυριαρχούσε στο χώρο των σιτηρών, έως ότου να καταλάβουν τις πρώτες θέσεις το σιτάρι και το κριθάρι (Δαναλάτος, 2013).

Αρχικά, η σίκαλη αναγνωρίστηκε ως ζιζάνιο σε καλλιεργούμενα χωράφια καλαμποκιού. Αργότερα, οι γεωργοί αναγνώρισαν την αξία της και βελτιώνοντας το σπόρο της χαρακτηρίστηκε η σίκαλη ως φυτό αροτραίας καλλιέργειας (Karl-Ernst Behre, 1992).

Αποτελείται από δύο ομάδες: η πρώτη, *Secale montanum* αποτελεί την άγρια μορφή της σίκαλης και η δεύτερη *Secale cereale* αντιπροσωπεύει την μορφή του καλλιεργήσιμου φυτού (Zohary, 1971).

Κατά Kornicke (1885), η βρίζα ταξίδεψε στην Εγγύς Ανατολή, στην Ευρώπη, στα Βαλκάνια και στην Κασπία Θάλασσα.

### 1.5.2 Οικολογικές απαιτήσεις

#### 1.5.2.1 Κλίμα

Η καλλιέργεια του εν λόγω φυτού παρουσιάζει αρκετή αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και αυτός είναι ο λόγος που επιλέγεται σε βορειότερες χώρες για την παραγωγή ψωμιού. Μπορεί να αντέξει στους -35<sup>ο</sup> έως -37<sup>ο</sup> C ενώ σε περίπτωση χιονιού έχει την ικανότητα αντοχής στους -58<sup>ο</sup> έως -60<sup>ο</sup> C (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966).

Ανοιξιάτικη βρίζα καλλιεργείται στη Σιβηρία γιατί η επέλαση του χειμώνα είναι αρκετά καταστροφική για να αντέξει.

Η βρίζα αντέχει, επίσης, σε βροχόπτωση 500- 750 mm αλλά και σε περιόδους ξηρασίας.

#### 1.5.2.2 Έδαφος

Σε μερικώς όξινα εδάφη με pH 5,5-7 αποδίδει αρκετά. Όμως, σε εδάφη με πολύ καλή στράγγιση και πηλώδη παρουσιάζει τις καλύτερες αποδόσεις (Καραμάνος 2008). Επίσης, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σιτηρά η βρίζα είναι μοναδική καθώς παρουσιάζει μεγάλη παραγωγικότητα τόσο σε αμώδη και φτωχά όσο και σε ξεπλυμένα εδάφη (Δαναλάτος, 2013).

### 1.5.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες

#### 1.5.3.1 Προετοιμασία εδάφους

Η κατεργασία του εδάφους και το πότε θα συμβεί αυτό επηρεάζονται από ορισμένους παράγοντες, όπως της υγρασίας του εδάφους, των φυτικών υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας και της ύπαρξης πολυετών ζιζανίων(Βαχαμίδης και Γιαννοπολίτης, 2009). Το γεγονός ότι η βρίζα αναπτύσσεται σε φτωχά εδάφη και γενικά η καλλιέργεια της δεν είναι απαιτητική σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σιτηρά, την καθιστά περισσότερο ανταγωνιστική με τα ζιζάνια(Δαλιάνης, 1983).

#### 1.5.3.2 Λίπανση

Ένα από τα πιο σημαντικά μακροστοιχεία που χρειάζεται η σίκαλη είναι το άζωτο. Για την αύξηση της παραγωγής καρπού απαιτούνται 3,5-5 kg (Schurman, 1977). Σε περίπτωση που η καλλιέργεια χρησιμοποιείται για βοσκή τότε η ποσότητα αζώτου θα είναι αυξημένη(Γκόγκας 2005), ενώ για βιομάζα θα χρειαστεί χορήγηση δόσης 10 kg/στρ.(Graham, 1983). Επίσης, ο φώσφορος δίνεται σε δόσεις(5kg P202/στρ.), και το κάλιο, αν θεωρηθεί απαραίτητο, (3-4kg k/στρ.)(Καραμάνος, 2008).

#### 1.5.3.3 Σπορά

Η σπορά της βρίζα γίνεται κυρίως το φθινόπωρο(Γκόγκας κ. ά., 2005). Ωστόσο, ανάλογα τη μετασυλλεκτική χρήση της βρίζας, η εποχή σποράς ποικίλει. Επομένως πέρα από το φθινόπωρο συστήνεται σπορά πολύ νωρίς την άνοιξη(Καραμάνος, 2008) ή πολύ νωρίς το φθινόπωρο σε περίπτωση που η σίκαλη προορίζεται για χλωρή λίπανση ή βόσκηση(Finker, 1978).

Ακολουθείται, συνήθως, γραμμική σπορά και το βάθος σποράς είναι 5 cm σε βαριά εδάφη και 2 cm σε ελαφρά εδάφη. Η ποσότητα σποράς υπολογίζεται στα 300.000 έως 500.000 φυτά /στρέμμα(Δαλιάνης, 1983).

#### 1.5.3.4 Άρδευση

Γενικά, ισχύει για την άρδευση ότι ισχύει και για το σιτάρι. Ωστόσο, η σίκαλη είναι πολύ ανθεκτική στην ξηρασία, έτσι καλλιεργείται κυρίως ως ξηρική.

#### 1.5.3.5 Ζιζάνια

Τα κυριότερα αγρωστώδη ζιζάνια είναι : ΑγριοΣίκαλη, Ήρα, Αλεπονουρά, Φάλαρη, Βρόμος. Τα κυριότερα πλατύφυλλα ζιζάνια είναι: Παπαρούνα, Κίρσιο, Σινάπια, Χαμομήλι, Πολυκόμπι, Κολλητσίδα, Στελλάρια, Καφέλλα, Βερόνικα, Καπνόχορτο.

#### **1.5.3.6 Συγκομιδή**

Η συγκομιδή του της σίκαλης εξαρτάται από τη μετέπειτα χρήση του. Για συγκομιδή καρπού, η υγρασία του καρπού θα πρέπει να είναι 12-14% επομένως το θέρισμα πραγματοποιείται 10 με 12 εβδομάδες μετά τη σπορά κατά το μήνα Ιούνιο, περίοδος κατά την οποία τα φυτά είναι ξερά και σπάνε. Για παραγωγή βιομάζας, η συγκομιδή πραγματοποιείται στο στάδιο του γάλακτος.

#### **1.5.3.7 Συντήρηση**

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, το επιτρεπόμενο ποσοστό υγρασίας για τη συγκομιδή των καρπών είναι 12-14%. Ποσοστό μεγαλύτερο από 14% δεν είναι επιτρεπτό καθώς ελλοχεύουν σημαντικοί κίνδυνοι αλλοίωσης του προϊόντος και μείωσης του χρόνου αποθήκευσης. Ο χώρος αποθήκευσης θα πρέπει να είναι καθαρός, καλά αερισμένος και αν απαιτείται, απολυμασμένος.

## 1.6 Θερμοκρασία

Η εποχή είναι αυτή που διαφοροποιεί τα φυτά σε χειμερινά και εαρινά. Η διαφορά της εποχής έγκειται, κυρίως, στην τιμή της θερμοκρασίας. Ο χειμώνας χαρακτηρίζεται για τις χαμηλές θερμοκρασίες και το θέρος για υψηλές έως πολύ υψηλές τιμές. Σημαντικές είναι οι επιπτώσεις της αύξησης του φαινομένου του θερμοκηπίου στην αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος επηρεάζοντας όλο το οικοσύστημα.

Η θερμοκρασία, είτε σε υψηλά είτε σε χαμηλά επίπεδα, έχει σημαντικό αντίκτυπο στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών (James Hansen et al. 2013). Αυτό συμβαίνει γιατί η θερμοκρασία των φυτών εναρμονίζεται με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος όμως μπορεί να συμβεί τα φυτά να έχουν διαφορετική τιμή θερμοκρασίας από αυτή του περιβάλλοντος τους. Έχουν δηλαδή την ικανότητα να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία τους προς όφελος τους (Καραμάνος, 2012). Η ικανότητα αυτή των φυτικών κυττάρων να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία τους έγκειται στις παρακάτω παραμέτρους:

1. Ικανότητα προσωρινής αποθήκευσης θερμότητας με εξαρτώμενο παράγοντα την υδατική τους περιεκτικότητα. Αυτή η δυνατότητα δεν παρουσιάζεται συχνά σε αροτραίες καλλιέργειες παρά περισσότερο σε κακτοειδή για την επιβίωσή τους.
2. Θερμική εκπομπή. Αναφέρεται στη διαφορά θερμοκρασίας φύλλου και περιβάλλοντος.
3. Θερμική αγωγιμότητα μεταφέροντας την θερμότητα από το ένα αντικείμενο στο άλλο.
4. Διαπνοή. Μέσω της διαπνοής τα φυτά απελευθερώνουν υγρασία ανοίγοντας τα στομάτια. Τα φυτά έχοντας την ικανότητα να ρυθμίζουν το άνοιγμα των στοματίων και κατ' επέκταση τη διαπνοή ρυθμίζουν και τη θερμοκρασία τους (Καραμάνου, 2012).

Οι διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας επιδρούν και στη βλαστική ικανότητα των σπόρων. Οι γεωργοί προσπαθούν να επιλέξουν την καλύτερη εποχή σποράς των καλλιεργειών τους με στόχο την επιτυχία βλάστησης και την αύξηση της παραγωγής τους (Καραμάνου, 2012). Οι σπόροι για να εκπτυχθούν απαιτούν τη συγκέντρωση ορισμένων θερμομονάδων θέρους και ψύχους είτε αναφερόμαστε σε χειμερινές είτε σε εαρινές καλλιέργειες. Μεταβολές στη θερμοκρασία κατά το στάδιο ριζοποίησης μπορεί να αλλάξει τον χρόνο κατά τον οποίο θα βλαστήσει ο σπόρος (Walck et al, 2011, Ooi 2012).



## 1.7 Βλαστική ικανότητα των σπόρων

Ως βλάστηση χαρακτηρίζεται η διάτρηση του περιβλήματος του σπόρου και η έκπτυξη του ριζιδίου από την οποία ξεκινά η δημιουργία του νεαρού φυτού(Ξυνιάς και Τοκατλίδης, 2014).

Οι παράγοντες που επιδρούν στη βλάστηση των σπόρων είναι:

- Το νερό
- Το οξυγόνο
- Η θερμοκρασία και
- Το φως

Η ικανότητα που έχει ένας σπόρος να βλαστήσει ονομάζεται βλαστική ικανότητα (BI) και εκφράζεται επί της %(...)

Σε συνθήκες προβλαστηρίου το ποσοστό βλαστικής ικανότητας θα είναι μεγαλύτερο από αυτό του αγροκτήματος και αυτό συμβαίνει γιατί οι συνθήκες αγροκτήματος μπορεί να μην είναι ευνοϊκές για τη σπορά και για άλλους λόγους. Η βλαστική ικανότητα είναι συνδεδεμένη με την καθαρότητα του σπόρου. Και οι δυο αυτές παράμετροι θα δείξουν το ποσοστό των σπόρων που θα φυτρώσουν με επιτυχία και δίνεται από την συνάρτηση:

Παραγωγική αξία= (ποσοστό καθαρότητας x ποσοστό βλαστικής ικανότητας)/100(Τακέογλου, 2011)

## 1.8 Βλαστική ικανότητα και θερμοκρασία

Παραπάνω αναφέρθηκαν οι παράγοντες της βλαστικής ικανότητας των σπόρων. Ο παράγοντας που αποτελεί μείζον σημασία για την μελέτη είναι αυτός της θερμοκρασίας και συγκεκριμένα, υπό εργαστηριακές συνθήκες σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών. Σε αυτό το θάλαμο οι συνθήκες που επικρατούν μπορούν να καθορίσουν το χρόνο κατά τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η βλάστηση. Σκοπός είναι η βλάστηση των σπόρων να γίνει σε όσο γίνεται σύντομο χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να θεωρηθεί ότι οι σπόροι αυτοί είχαν ικανοποιητικά αποτελέσματα βλάστησης σε εργαστηριακό επίπεδο, επομένως θα δώσουν εξίσου ικανοποιητικά αποτελέσματα και στο χωράφι(Ξυνιάς και Τοκατλίδης, 2014).

Οι ποικιλίες σπόρων διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς ορισμένα χαρακτηριστικά. Ένα από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι κάποιες επιτρεπόμενες τιμές θερμοκρασίας μέσα στις οποίες η βλάστηση θα έχει επιτυχία. Σε περίπτωση, που το εύρος θερμοκρασιών επιμηκυνθεί, τότε η βλάστηση θα καθυστερήσει και μπορεί να ανασταλεί. Είναι απαραίτητο κατά την διάρκεια της βλάστησης η θερμοκρασία να κινείται σε αυτό το εύρος θερμοκρασιών(<https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/1743-paragontes-pou-epireazoun-ti-vlastisi-ton-sporon-tou-sitariou>).

## 1.9 Λήθαργος σπόρων

Λήθαργος ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο οι σπόροι δεν βλαστάνουν ακόμη και αν υπάρχουν όλες οι συνθήκες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε επιτυχημένη βλάστηση (θερμοκρασία, νερό, φως, οξυγόνο). Στα σιτηρά είναι πολύ σύνηθες να παρατηρείται λήθαργος, ο οποίος μπορεί να διαρκέσει λίγες ημέρες αλλά ακόμη και μήνες (Leonard και Martin, 1963). Δεν είναι συγκεκριμένα τα αίτια που προκαλούν λήθαργο. Μπορεί να οφείλεται σε μη ευνοϊκές συνθήκες κατά την ανάπτυξη και την αποθήκευση (Peterson, 1965). Ακόμη, μπορεί να προκληθεί λήθαργος κατά το φύτευμα και με τη παρουσία γιββεριλλίνης σε ποικιλίες που είναι ευαίσθητες στη γιβεριλλίνη (Taiz και Zeiger, 2002). Ωστόσο, κάτω από ορισμένες συνθήκες ο σπόρος μπορεί να διακόψει το λήθαργο και να προχωρήσει στη διαδικασία της βλάστησης, όπως είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες, η έκθεση σε κάποια φωτοπερίοδο, η μείωση της υγρασίας των σπόρων κλπ (Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2012).

## 1.10 Επιταχυντές βλάστησης

Όλα τα φυτά έχουν ορισμένους ρυθμιστές ανάπτυξης (γυββεριλίνες, αυξίνες κλπ) που τα βοηθούν να αναπτυχθούν, ακόμη και σε καταστάσεις καταπόνησης. Ορισμένες από αυτές τις καταστάσεις καταπόνησης μπορεί να είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η φυτοτοξικότητα και πολλοί παράγοντες εμποδίζοντας τις αποδόσεις των καλλιεργειών.

### 1.10.1 Vitanica® RZ

Το Vitanica® RZ (Εικόνα 1.1) πρόκειται για ένα υγρό λίπασμα NK της COMPO EXPERT. Το σκεύασμα αυτό περιέχει εκχύλισμα *Ecklonia maxima* και *Bacillus amyloliquefaciens* στέλεχος R6-CDX® με pH 3,5 (Πίνακας 1.4). Ακόμη, περιέχει αυξίνες και κυτοκινίνες ορμόνες που βοηθούν τη ριζοβολία. Η συμβολή του στο ριζικό τμήμα του φυτού είναι πολύ σημαντική. Μέσω της ρίζας, κυρίως μεταφέρεται η ουσία του σκευάσματος βοηθώντας και ενισχύοντας την ριζική έκπτυξη και ακολούθως την ομοιόμορφη ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το βακτήριο *Bacillus amyloliquefaciens* είναι θετικό κατά Gram και βοηθά με την απολυμαντική του δράση τα φυτά κυρίως από εδαφικούς μύκητες. Επιπλέον, επιτρέπει στη ρίζα να διοχετεύεται με άζωτο, κάλιο, φώσφορο και μικροστοιχεία (<https://www.compo-expert.es/productos/bioestimulantes/vitanicar-rz.html>). Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες, το εκχύλισμα φυκιών επιδρά στη συνολική ανάπτυξη του φυτού και στη δυνατότητα αντοχής σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες (Booth, 1969, Abet 1980).



Εικόνα 1.1 Vitanica® RZ Υγρό λίπασμα NK με εκχύλισμα φυκιών και *Bacillus amyloliquefaciens* της COMPO EXPERT.

Πίνακας 1.4 Περιεχόμενα του σκευάσματος Vitanica® RZ

Τεχνικά προϊόντος	δεδομένα
Περιεχόμενο	5% ρ/ρ Άζωτο (N) συνολικό
	5,5% ρ/ρ Οξείδιο του Καλίου (K <sub>2</sub> O) υδατοδιαλυτό
Άλλα συστατικά	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> στέλεχος R6-CDX®
	1.6x10 <sup>9</sup> UFC/ml των βακτηρίων
	30% του <i>Ecklonia maxima</i>
	4,4mg/l της αυξίνης
	0,01 mg/l της κυτοκινίνης
Μορφή	Υγρό
Χρώμα	Πράσινο
pH	3,5
Πυκνότητα	1,1 kg/L

(<https://www.compo-expert.es/productos/bioestimulantes/vitanicar-rz.html>)

### 1.10.2 Nutriseed

Το Nutriseed(Εικόνα 1.2.) της εταιρείας COMPO EXPERT είναι υγρό λίπασμα που εμπεριέχει μικροθρεπτικά(N, P, K, Mg, P) και μακροθρεπτικά(B, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo) στοιχεία με pH 6,8(Πίνακας 1.5). Το χρώμα του είναι σκούρο μπλε με κόκκινη απόχρωση. Είναι αρκετά συμπυκνωμένο υγρό λίπασμα που χρησιμοποιείται για την επικάλυψη σπόρων πριν τη φύτευση. Σκοπός του σκευάσματος αυτού είναι η επεξεργασία σπόρων και η πρόληψη

στην επίλυση προβλημάτων, όσον αναφορά την έλλειψη μικροθρεπτικών συστατικών(<https://www.compo-expert.com/en/home/products/seed-treatment.html>).



Εικόνα 1.2 Nutriseedσυμπυκνωμένο υγρό λίπασμα της COMPOEXPERT.

Πίνακας 1.5 Συστατικά του σκευάσματος Nutriseed.

Τεχνικά δεδομένα		
Μακροθρεπτικά	Άζωτο	
	NH <sub>4</sub>	
	NO <sub>3</sub>	
	NH <sub>2</sub>	
	Φωσφορικό άλας (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) διαλυτό σε αμμώνιο και νερό	φώσφορο (P) διαλυτό σε αμμώνιο και νερό
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> υδατοδιαλυτό	υδατοδιαλυτό P
	9,0% οξειδίο καλίου (K <sub>2</sub> O), Υδατοδιαλυτό	7,5%καλίου (K), Υδατοδιαλυτό
	οξειδίο του μαγνησίου (MgO) υδατοδιαλυτό MgO	μαγνήσιο (Mg) υδατοδιαλυτό Mg
	θειό (S) υδατοδιαλυτό θειό (S)	τριοξειδίο του θείου (SO <sub>3</sub> ) υδατοδιαλυτό S <sub>03</sub>
Μικροθρεπτικά	βόριο (B)	
	σίδηρος (Fe)	
	1,40% ψευδάργυρος (Zn)	
	0,58% χαλκός (Cu)	
	μολυβδένιο (Mo)	
	4,10% μαγγάνιο (Mn)	

(<https://www.compo-expert.com/en/home/products/seed-treatment.html>)

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η συγκριτική αξιολόγηση πέντε σιτηρών (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Secale cereale*) όσον αφορά τη βλαστική τους ικανότητα, με δυο διαφορετικούς ρυθμιστές αύξησης ανάπτυξης σε διαφορετικές θερμοκρασίες, μέσα σε θάλαμο ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.

## 2. ΥΛΙΚΑ&ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο σε θάλαμο βλαστητηρίου ελεγχόμενης ατμόσφαιρας(Εικόνα 2.1). Για τη μέτρηση αυτή επιλέχθηκαν 200 σπόροι από κάθε σιτηρό και μετά το πέρας του απαραίτητου χρόνου για την εκάστοτε θερμοκρασία μετρήθηκαν τα σπόρια των οποίων το ριζίδιο τους ξεπερνούσε το 1mm. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα προσδιορίστηκε η βλαστητική ικανότητα των παρακάτω σιτηρών: *Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Secale cereale*. Τα αποτελέσματα του πειράματος αφορούν στο σύνολο των εκπτυχθέντων ριζιδίων των σπόρων των χειμερινών σιτηρών.



Εικόνα 2.1: Φωτογραφία πειράματος στο θάλαμο ελεγχόμενης ατμόσφαιρας στις 14/3/2017.

### 2.3 Στοιχεία του πειράματος

Χρησιμοποιήθηκαν 5 σιτηρά (μαλακό και σκληρό σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι και βρώμη), τα οποία μελετήθηκαν σε 5 διαφορετικές θερμοκρασίες (22, 17, 12, 7 και 2 °C) στο Εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας(Π.Θ) κατά το εαρινό εξάμηνο 2017. Για κάθε σιτηρό, με την εκάστοτε θερμοκρασία έγιναν τρεις μεταχειρίσεις εκ των οποίων στις δυο εφαρμόστηκαν διαφορετικά σκευάσματα(Vitanica RZ, Nutriseed) και στην τρίτη απλός μάρτυρας. Η διαδικασία αυτή έγινε για να δούμε σε τι ποσοστό και σε πόσο χρόνο οι διαφορετικές θερμοκρασίες επιδρούν στη βλάστηση των σπόρων.

Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων (Randomized Complete Blocks) με 8 επαναλήψεις. Κάθε τριβλίο περιείχε 25 σπόρους, για κάθε σιτηρό. Τα τριβλία εισήχθησαν και συντηρήθηκαν μέσα σε θάλαμο ελεγχόμενης ατμόσφαιρας(θερμοκρασία, φως- 12 ώρες φωτοπερίοδος) ρυθμίζοντας κάθε φορά την εκάστοτε θερμοκρασία (22, 17,12, 7 και 2°C). Για τις υψηλές θερμοκρασίες οι μετρήσεις πάρθηκαν καθημερινά ενώ για τις χαμηλότερες μέρα παρά μέρα.

Το πειραματικό σχέδιο φαίνεται στον κατωτέρω πίνακα(Πίνακας 2.1):

Πίνακας 2.1: Πειραματικό σχέδιο σε σπόρους μαλακού σιταριού (*Triticum aestivum*) στους 22°C με επιταχυντή Vitanica RZ (21\3\17).

22°C								
Vitanica RZ	1	2	3	4	5	6	7	8
21\3\17	21	25	24	20	20	25	23	23
22\3\17	22	25	24	20	20	25	23	24
23\3\17	22	25	24	21	22	25	23	24
24\3\17	24	25	24	24	25	25	23	24
25\3\17	24	25	24	24	25	25	23	24
26\3\17	24	25	24	24	25	25	23	24
27\3\17	24	25	24	24	25	25	23	24

#### 2.4 Εργαστηριακές φροντίδες

Για όλες τις μεταχειρίσεις λήφθηκαν τα απαραίτητα μέτρα και εργαλεία προς αποφυγή προσβολής από ασθένειες και εχθρούς. Αφού συλλέχθηκαν οι σπόροι, χρειάστηκε να εμβαπτιστούν για 15 λεπτά(Εικόνα 2.2) περίπου, σε διάλυμα με απιονισμένο νερό και μυκητοκτόνο Previcur Energy SLσε αναλογία 1/5 (Εικόνα 2.3). Επρόκειτο για διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προστατευτική δράση από μυκήλια και τηπαρεμπόδιση της βλάστησης σπορίων μυκήτων αποτελούμενο από τις δραστικές ουσίες fosetyl-Al και propamocarb hydrochloride([https://www.stepagro.gr/mykthtoktono-previcur-energy-sl?qclid=EAlalQobChMI-vb8kOei5QIVC8-yCh31YQI5EAAAYASAAEgIthPD\\_BwE](https://www.stepagro.gr/mykthtoktono-previcur-energy-sl?qclid=EAlalQobChMI-vb8kOei5QIVC8-yCh31YQI5EAAAYASAAEgIthPD_BwE)).



Εικόνα 2.2 Εμβάπτιση σπόρων σε διάλυμα απιονισμένου νερού και μυκητοκτόνου Previcur Energy SL.



Εικόνα 2.3 Μυκητοκτόνο Previcur Energy SL.

Στη συνέχεια, οι σπόροι αυτοί με λαβίδες και γάντια και φυσικά τηρώντας όλες τις προϋποθέσεις υγιεινής και αποστείρωσης, τοποθετήθηκαν σε επίσης αποστειρωμένα τριβλία, στα οποία στην κάτω επιφάνειά τους τοποθετήθηκε διηθητικό χαρτί ως υπόστρωμα για τη διατήρηση της υγρασίας.

Κατά την καταμέτρηση, καθημερινή ή μέρα παρά μέρα (αναλόγως τη θερμοκρασία του θαλάμου), οι σπόροι δέχθηκαν επιπλέον νερό καθώς η έκπτυξη ριζιδίου και βλαστιδίου τους το απαιτούσε. Το νερό που χρησιμοποιήθηκε ήταν απιονισμένο προς αποφυγή προσβολής των σπορίων.

## 2.5 Συλλογή πειραματικών δεδομένων

Η συλλογή παρατηρήσεων ήταν άρρηκτα συνδεδεμένη με την τιμή της θερμοκρασίας μέσα στο θάλαμο. Οι θερμοκρασίες που απασχόλησαν το πείραμα ήταν οι εξής: 22, 17, 12, 7 και 2 °C. Για τις δυο πρώτες θερμοκρασίες



οι παρατηρήσεις πάρθηκαν καθημερινά ενώ για τις υπόλοιπες ανά δυο ή τρεις ημέρες(Εικόνα 2.4).

Η καταγραφή γινόταν με βάση τον αριθμό των εκπυχθέντων ριζιδίων. Όταν η ρίζα του σπόρου ξεπερνούσε το 1 mm θεωρείτο ότι ήταν επιτυχημένη η βλάστηση. Το ποσοστό βλάστησης από κάθε μεταχείριση θερμοκρασίας μετρήθηκε ως ο μέσος όρος των 8 επαναλήψεων.

Κατά το διάστημα, 14\3\17 έως 23\6\17 πραγματοποιήθηκε η λήψη των πειραματικών δεδομένων.



Εικόνα 2.4 Συλλογή πειραματικών δεδομένων στις 7/4/17 στους 17 °C.

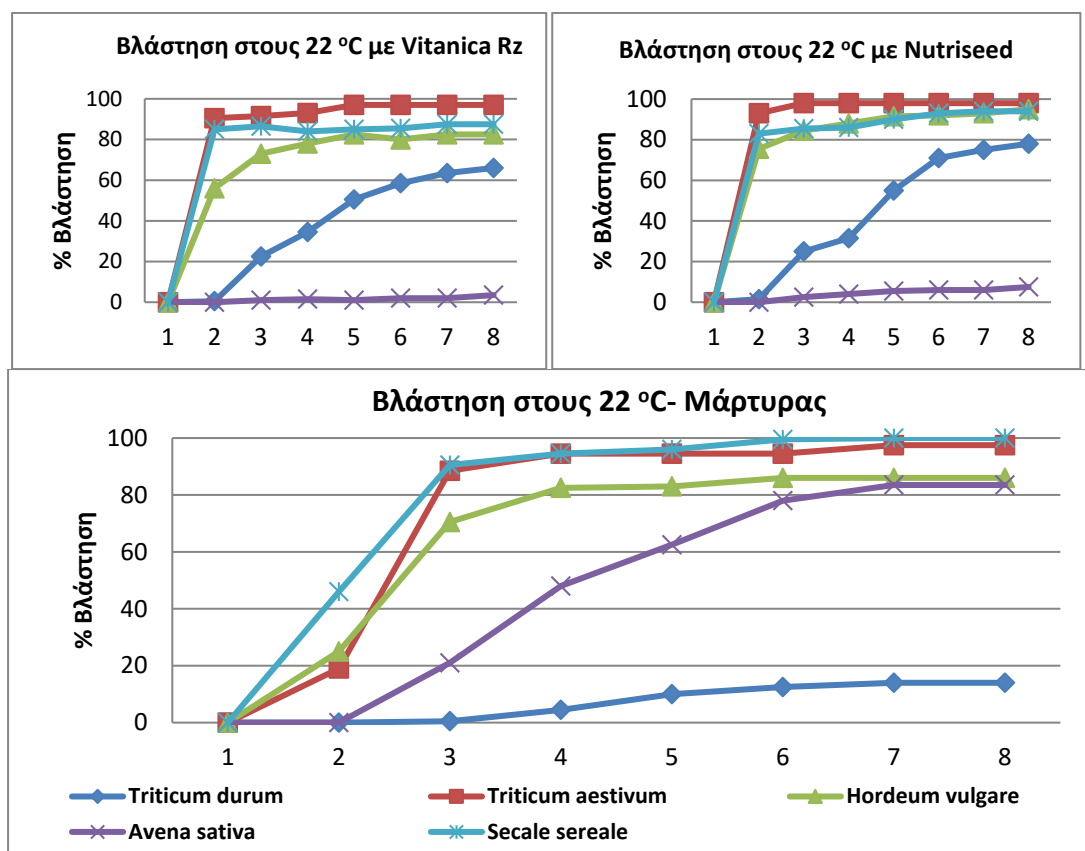
### **3.Στατιστική ανάλυση**

Για την στατιστική ανάλυση και μελέτη των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το ευέλικτο και εύχρηστο στατιστικό πακέτο GENSTAT και το λογισμικό Microsoft-Excel.

## 4.Αποτελέσματα – Συζήτηση

### 4.1 Μεταχείριση στους 22°C

Στο Διάγραμμα 4.1 παρουσιάζεται η βλάστηση πέντε χειμερινών σιτηρών (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Secale cereale*) σε θερμοκρασία 22 °C με τους δυο επιταχυντές και τον μάρτυρα (μεταχείριση χωρίς επιταχυντές). Οι παρατηρήσεις ελήφθησαν και ολοκληρώθηκαν σε 8 ημέρες. Όπως φαίνεται, λοιπόν, το μαλακό σιτάρι έδειξε αρκετή επιτυχία στη βλάστηση με τη βοήθεια των δυο επιταχυντών από τη δεύτερη κιόλας ημέρα (90% βλάστηση με το Vitanica, 95% με το Nutriseed) φτάνοντας στην πλήρη επιτυχία την τρίτη ή τέταρτη ημέρα. Δεν ισχύει όμως το ίδιο για το μάρτυρα, καθώς, τη δεύτερη ημέρα έφτασε μόνο στο 20% και την έβδομη κατάφεραν να βλαστήσουν όλοι οι σπόροι. Η σειρά κατά την οποία βλάστησαν τα σιτηρά με τη βοήθεια των επιταχυντών, ξεκινώντας από το σιτηρό με τη μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα είναι η εξής: *Triticum aestivum*>*Secale cereale*>*Hordeum vulgare*>*Triticum durum*>*Avena sativa*. Για το μάρτυρα, τα σιτηρά ακολουθούν την εξής σειρά βλάστησης: *Secale cereale*>*Triticum aestivum*>*Hordeum vulgare*>*Avena sativa*>*Triticum durum*.



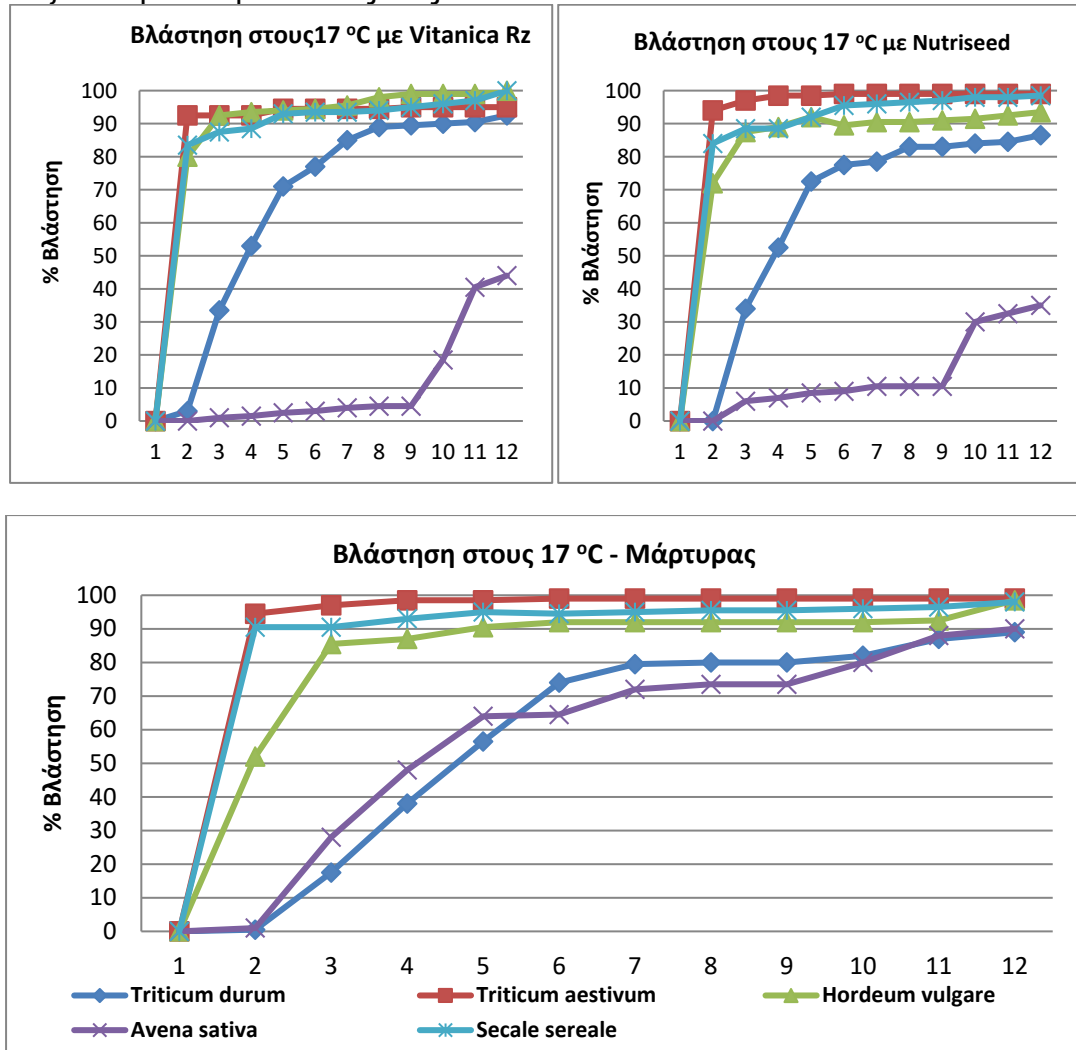
Διάγραμμα 4.1 Ποσοστό βλάστησης σπόρων πέντε χειμερινών σιτηρών (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*) στους 22°C υπό τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Πίνακας 4.1 Ποσοστό βλάστησης των 5 χειμερινών σιτηρών υπό την επίδραση 3 μεταχειρίσεων, η αλληλεπίδραση σιτηρών με τις μεταχειρίσεις, η ΕΣΔ<sub>0.05</sub>, ο συντελεστής παραλλακτικότητας, για τρεις ενδεικτικές ημερομηνίες, στη θερμοκρασία των **22 °C**.

	22 °C		
	2 <sup>η</sup> Μέρα	5 <sup>η</sup> Μέρα	8 <sup>η</sup> Μέρα
<b>1</b> <i>Triticum durum</i>	16.00	47.33	53.50
<b>2</b> <i>Triticum aestivum</i>	92.67	96.50	97.67
<b>3</b> <i>Avena sativa</i>	8.17	28.67	31.50
<b>4</b> <i>Hordeum vulgare</i>	76.00	86.00	87.83
<b>5</b> <i>Secale cereale</i>	87.50	92.67	93.83
ΕΣΔ <sub>0.05</sub>	4.445	4.578	4.650
<b>A</b> Μάρτυρας	54.20	74.10	76.80
<b>B</b> Nutriseed	54.90	64.60	67.30
<b>C</b> Vitanica	59.10	72.00	74.50
ΕΣΔ <sub>0.05</sub>	3.443	3.546	3.602
<b>1-A</b>	0.50	12.50	16.50
<b>1-B</b>	22.50	58.50	66.00
<b>1-C</b>	25.00	71.00	78.00
<b>2-A</b>	88.50	94.50	98.00
<b>2-B</b>	91.50	97.00	97.00
<b>2-C</b>	98.00	98.00	98.00
<b>3-A</b>	21.00	78.00	83.50
<b>3-B</b>	1.00	2.00	3.50
<b>3-C</b>	2.50	6.00	7.50
<b>4-A</b>	70.50	86.00	86.00
<b>4-B</b>	73.00	80.00	82.50
<b>4-C</b>	84.50	92.00	95.00
<b>5-A</b>	90.50	99.50	100.00
<b>5-B</b>	86.50	85.50	87.50
<b>5-C</b>	85.50	93.00	94.00
ΕΣΔ <sub>0.05</sub>	7.699	7.929	8.054
CV (%)	13.8	11.4	11.1

## 4.2 Μεταχείριση στους 17°C

Κατά την επόμενη μεταχείριση μειώθηκε η θερμοκρασία στο θάλαμο ελεγχόμενης συντήρησης κατά 5 βαθμούς, φτάνοντας, στους 17 °C. Οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν διέφεραν με την προηγούμενη μεταχείριση. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 4.2, το *Triticum aestivum* παρουσιάζει από τη δεύτερη κιόλας ημέρα, αύξηση πάνω από 90% σε όλες τις μεταχειρίσεις και φτάνει μέχρι 92-100% τις τελευταίες ημέρες (11<sup>η</sup> και 12<sup>η</sup> ημέρα). Από την άλλη, το *Avena sativa* ενώ δεν παρουσιάζει μεγάλη βλαστική ικανότητα σε σύγκριση με τους δυο επιταχυντές, η μεταχείριση μάρτυρας είναι αυτή που αυξάνει αρκετά φτάνοντας έως το 80%.



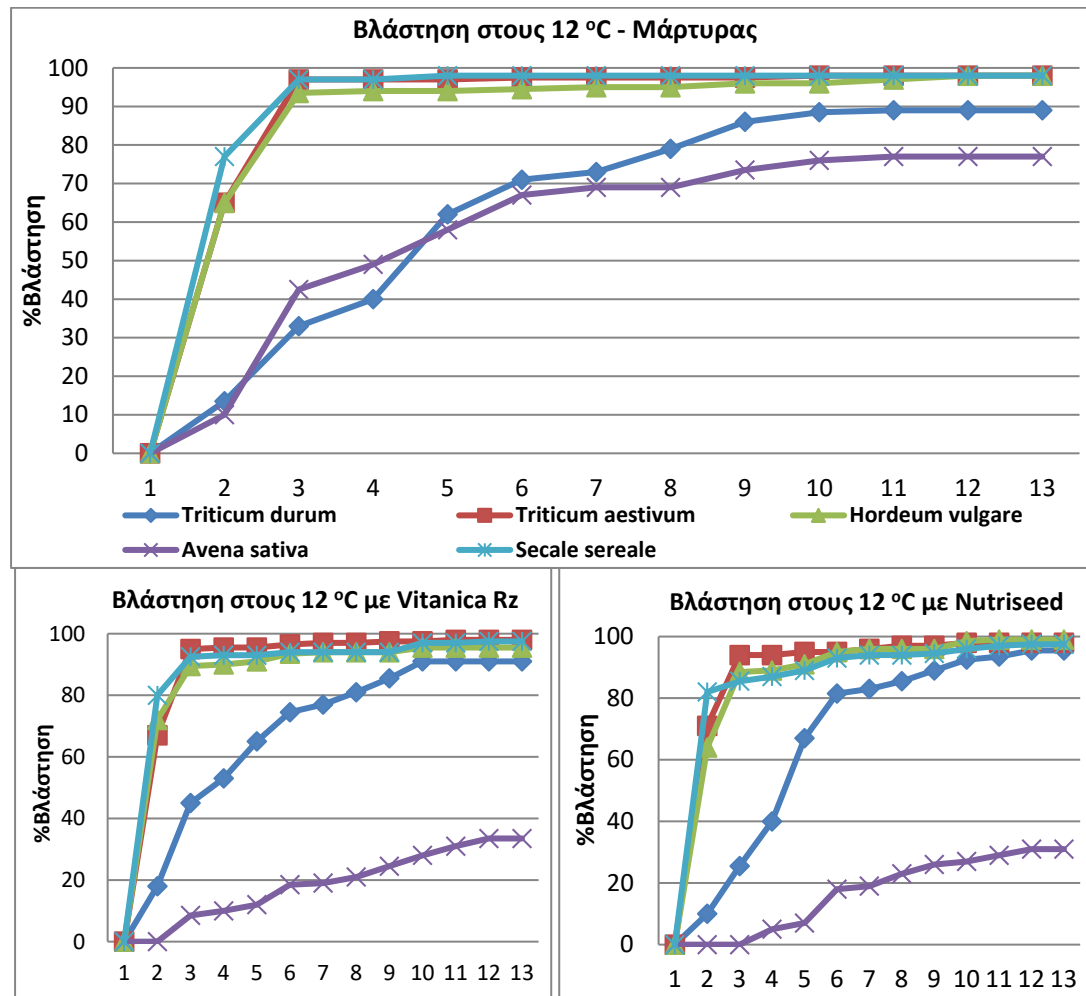
Διάγραμμα 4.2 Ποσοστό βλάστησης σπόρων πέντε χειμερινών σιτηρών (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*) στους 17°C υπό τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Πίνακας 4.2 Ποσοστό βλάστησης των 5 χειμερινών σιτηρών υπό την επίδραση 3 μεταχειρίσεων, η αλληλεπίδραση σιτηρών με τις μεταχειρίσεις, η ΕΣΔ<sub>0.05</sub>, ο συντελεστής παραλλακτικότητας, για τρεις ενδεικτικές ημερομηνίες, στη θερμοκρασία των 17 °C.

	17 °C		
	2 <sup>η</sup> Μέρα	6 <sup>η</sup> Μέρα	12 <sup>η</sup> Μέρα
<b>1 <i>Triticum durum</i></b>	28.33	81.00	89.33
<b>2 <i>Triticum aestivum</i></b>	95.50	97.50	97.67
<b>3 <i>Avena sativa</i></b>	11.67	28.83	56.33
<b>4 <i>Hordeum vulgare</i></b>	88.50	92.67	97.33
<b>5 <i>Secale cereale</i></b>	88.83	94.83	98.83
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	4.365	3.190	3.140
<b>A Μάρτυρας</b>	63.70	87.50	94.90
<b>B Nutriseed</b>	61.40	74.50	86.30
<b>C Vitamica</b>	62.60	74.90	82.50
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	ns	2.471	2.432
<b>1-A</b>	17.50	79.50	89.00
<b>1-B</b>	33.50	85.00	92.50
<b>1-C</b>	34.00	78.50	86.50
<b>2-A</b>	97.00	99.00	99.00
<b>2-B</b>	92.50	94.50	95.00
<b>2-C</b>	97.00	99.00	99.00
<b>3-A</b>	28.00	72.00	90.00
<b>3-B</b>	1.00	4.00	44.00
<b>3-C</b>	6.00	10.50	35.00
<b>4-A</b>	85.50	92.00	98.50
<b>4-B</b>	92.50	95.50	100.00
<b>4-C</b>	87.50	90.50	93.50
<b>5-A</b>	90.50	95.00	98.00
<b>5-B</b>	87.50	93.50	100.00
<b>5-C</b>	88.50	96.00	98.50
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	7.560	5.524	5.439
<b>CV (%)</b>	12.2	7.1	6.2

### 4.3 Μεταχείριση στους 12°C

Στο Διάγραμμα 4.3 οι παρατηρήσεις δεν διαφέρουν σημαντικά. Σχεδόν σε όλα τα σιτηρά το ποσοστό βλάστησης είναι περίπου το ίδιο για όλες τις μεταχειρίσεις. Ωστόσο, το μόνο σιτηρό που διέφερε σημαντικά είναι το *Avena sativa*. Το εν λόγω σιτηρό παρουσιάζει αυξητική συμπεριφορά στην μεταχείριση μάρτυρας από ότι στις μεταχειρίσεις με τους επιταχυντές ανάπτυξης. Συγκριτικά, οι δυο επιταχυντές ανάπτυξης παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές. Ο μάρτυρας υπερτερεί έναντι των επιταχυντών στο *Avena sativa*.



Διάγραμμα 4.3 Ποσοστό βλάστησης σπόρων πέντε χειμερινών σιτηρών (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*) στους 12°C υπό τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

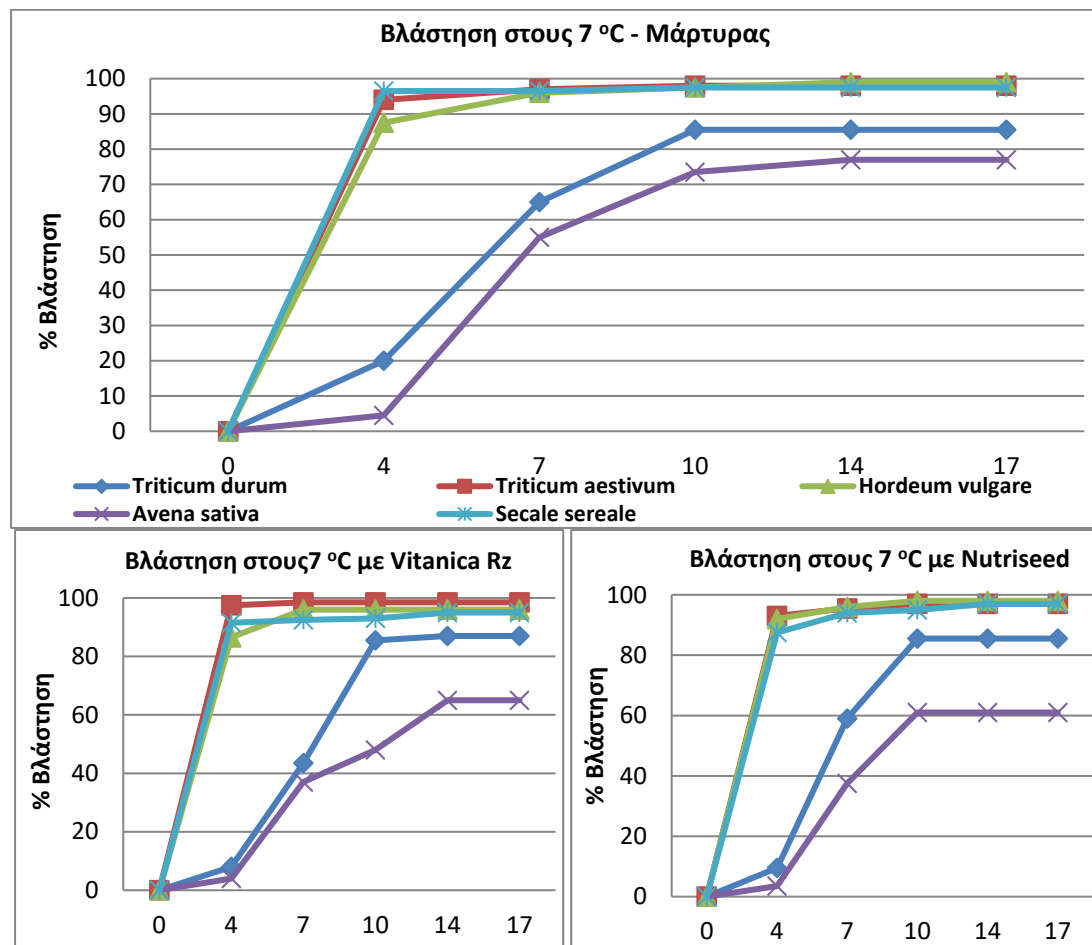
Πίνακας 4.3 Ποσοστό βλάστησης των 5 χειμερινών σιτηρών υπό την επίδραση 3 μεταχειρίσεων, η αλληλεπίδραση σιτηρών με τις μεταχειρίσεις, η  $E\Sigma_{0.05}$ , ο συντελεστής παραλλακτικότητας, για τρεις ενδεικτικές ημερομηνίες, στη θερμοκρασία των **12 °C**.

	12 °C		
	2 <sup>η</sup> Μέρα	8 <sup>η</sup> Μέρα	13 <sup>η</sup> Μέρα
<b>1 <i>Triticum durum</i></b>	34.50	86.83	91.83
<b>2 <i>Triticum aestivum</i></b>	95.33	97.33	98.00
<b>3 <i>Avena sativa</i></b>	17.00	41.33	47.17
<b>4 <i>Hordeum vulgare</i></b>	90.50	95.33	97.33
<b>5 <i>Secale cereale</i></b>	91.67	95.50	97.50
<b><math>E\Sigma_{0.05}</math></b>	5.144	4.141	4.501
<b>A Μάρτυρας</b>	72.60	90.20	91.90
<b>B Nutriseed</b>	66.10	79.10	83.00
<b>C Vitamica</b>	58.70	80.50	84.20
<b><math>E\Sigma_{0.05}</math></b>	3.984	3.208	3.487
<b>1-A</b>	33.00	86.00	89.00
<b>1-B</b>	45.00	85.50	91.00
<b>1-C</b>	25.50	89.00	95.50
<b>2-A</b>	97.00	97.50	98.00
<b>2-B</b>	95.00	97.50	98.00
<b>2-C</b>	94.00	97.00	98.00
<b>3-A</b>	42.50	73.50	77.00
<b>3-B</b>	8.50	24.50	33.50
<b>3-C</b>	0.00	26.00	31.00
<b>4-A</b>	93.50	96.00	97.50
<b>4-B</b>	89.50	94.00	95.50
<b>4-C</b>	88.50	96.00	99.00
<b>5-A</b>	97.00	98.00	98.00
<b>5-B</b>	92.50	94.00	97.00
<b>5-C</b>	85.50	94.50	97.50
<b><math>E\Sigma_{0.05}</math></b>	8.909	7.173	7.797
<b>CV (%)</b>	13.6	8.7	9.1



#### 4.4 Επεξεργασία στους 7°C

Στο Διάγραμμα 4.4, κατά το οποίο η θερμοκρασία είναι στους 7°C, φαίνεται η βλάστηση των σπόρων να επιβραδύνεται και ο χρόνος συλλογής δεδομένων να επιμηκύνεται μέχρι να κορυφωθεί το ποσοστό βλάστησης των. Όλοι οι σπόροι των σιτηρών και σε όλες τις επεξεργασίες εμφάνισαν πάνω από 50% βλαστικής ικανότητας από την 10<sup>η</sup> ημέρα και έπειτα, φτάνοντας μέχρι και το 100%. Ακολουθεί η σειρά με το είδος χειμερινού σιτηρού που βλάστησε ταχύτερα: *Secale cereale* > *Triticum aestivum* > *Hordeum vulgare* > *Triticum durum* > *Avena sativa*



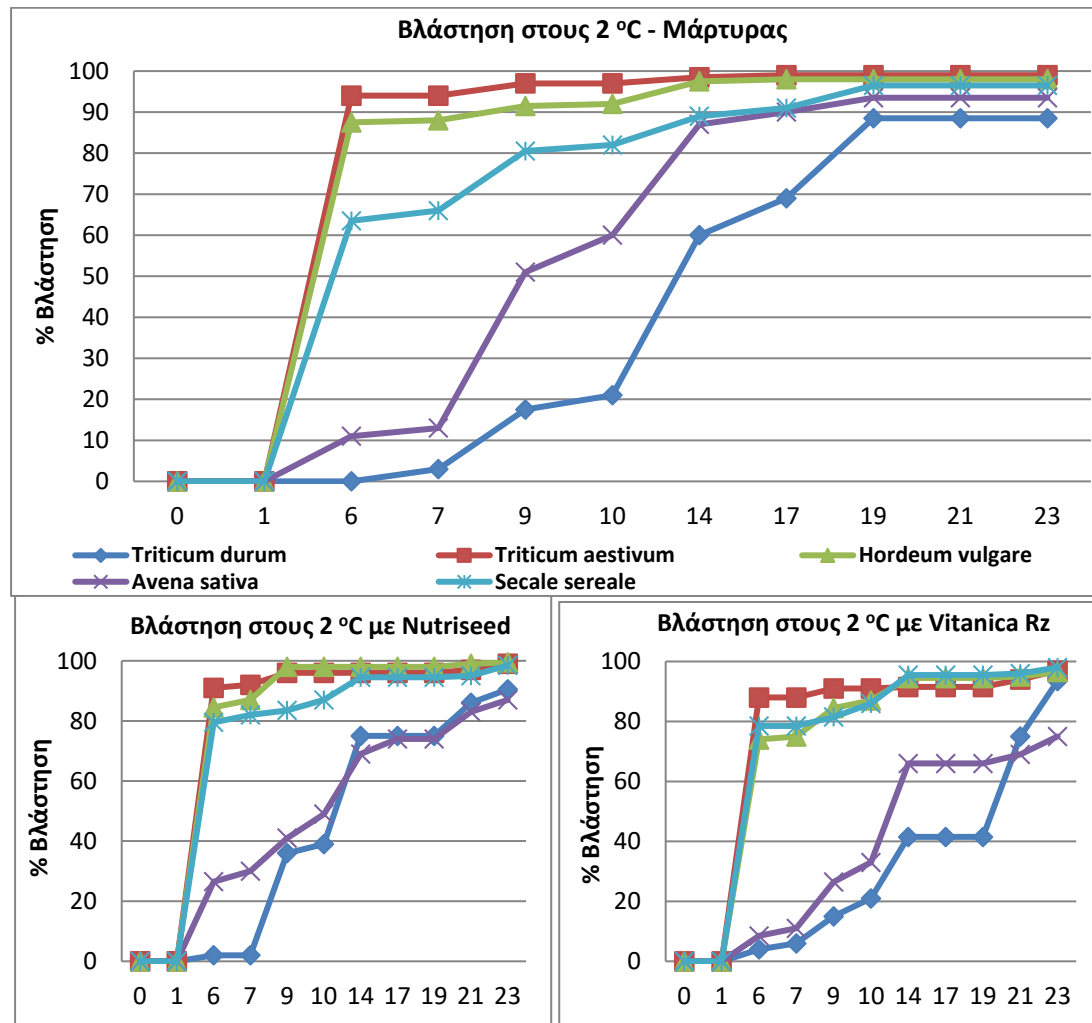
Διάγραμμα 4.4 Ποσοστό βλάστησης σπόρων πέντε χειμερινών σιτηρών (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*) στους 7°C υπό τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Πίνακας 4.4 Ποσοστό βλάστησης των 5 χειμερινών σιτηρών υπό την επίδραση 3 μεταχειρίσεων, η αλληλεπίδραση σιτηρών με τις μεταχειρίσεις, η ΕΣΔ<sub>0.05</sub>, ο συντελεστής παραλλακτικότητας, για τρεις ενδεικτικές ημερομηνίες, στη θερμοκρασία των 7 °C.

	7 °C		
	4 <sup>η</sup> Μέρα	10 <sup>η</sup> Μέρα	17 <sup>η</sup> Μέρα
<b>1 <i>Triticum durum</i></b>	13.17	85.50	86.00
<b>2 <i>Triticum aestivum</i></b>	94.83	97.67	97.67
<b>3 <i>Avena sativa</i></b>	4.00	60.83	67.67
<b>4 <i>Hordeum vulgare</i></b>	88.67	97.17	97.67
<b>5 <i>Secale cereale</i></b>	91.83	95.17	95.17
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	3.811	4.529	4.487
<b>A Μάρτυρας</b>	60.50	90.40	91.30
<b>B Nutriseed</b>	57.90	84.10	88.30
<b>C Vitanica</b>	57.10	87.30	86.90
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	ns	3.508	3.475
<b>1-A</b>	20.00	85.50	85.50
<b>1-B</b>	10.00	85.50	87.00
<b>1-C</b>	9.50	85.50	85.50
<b>2-A</b>	94.00	98.00	97.50
<b>2-B</b>	97.50	98.00	98.50
<b>2-C</b>	93.00	97.00	97.00
<b>3-A</b>	4.50	73.50	77.00
<b>3-B</b>	4.00	48.00	65.00
<b>3-C</b>	3.50	61.00	61.00
<b>4-A</b>	87.50	97.50	99.00
<b>4-B</b>	86.50	96.00	96.00
<b>4-C</b>	92.00	98.00	98.00
<b>5-A</b>	96.50	97.50	97.50
<b>5-B</b>	91.50	93.00	95.00
<b>5-C</b>	87.50	95.00	93.00
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	6.601	7.844	Ns
<b>CV (%)</b>	11.4	9.1	8.8

#### 4.5 Μεταχείριση στους 2°C

Στο τελευταίο Διάγραμμα που ακολουθεί(Διάγραμμα 4.5), η θερμοκρασία μειώθηκε ακόμη μια φορά φθάνοντας στους 2°C και η περίοδος βλάστησης των σπόρων επιμηκύνθηκε στις 23 ημέρες. Εν προκειμένω, παρατηρείται ότι η βλαστική επιτυχία επήλθε πιο νωρίς για ορισμένα είδη. Για το *Triticum aestivum*, το *Hordeum vulgare* και το *Secale cereale*, η κορύφωση της βλάστησης τους (100%) ήρθε από την 9<sup>η</sup> έως την 14<sup>η</sup> ημέρα ενώ το *Triticum durum* και το *Avena sativa* βλάστησαν μέχρι την 23<sup>η</sup> ημέρα φθάνοντας το ποσοστό 90%.



Διάγραμμα 4.5 Ποσοστό βλάστησης σπόρων πέντε χειμερινών σιτηρών(*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*) στους 2°C υπό τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Πίνακας 4.5 Ποσοστό βλάστησης των 5 χειμερινών σιτηρών υπό την επίδραση 3 μεταχειρίσεων, η αλληλεπίδραση σιτηρών με τις μεταχειρίσεις, η ΕΣΔ<sub>0.05</sub>, ο συντελεστής παραλλακτικότητας, για τρεις ενδεικτικές ημερομηνίες, στη θερμοκρασία των 2 °C.

	2 °C		
	6 <sup>η</sup> Μέρα	14 <sup>η</sup> Μέρα	23 <sup>η</sup> Μέρα
<b>1 <i>Triticum durum</i></b>	2.0	58.8	90.83
<b>2 <i>Triticum aestivum</i></b>	91.0	95.2	98.33
<b>3 <i>Avena sativa</i></b>	15.3	75.7	85.17
<b>4 <i>Hordeum vulgare</i></b>	82.0	96.5	98.00
<b>5 <i>Secale cereale</i></b>	73.8	93.0	97.67
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	7.90	6.69	2.353
<b>A Μάρτυρας</b>	51.2	86.4	95.10
<b>B Nutriseed</b>	50.6	77.8	92.00
<b>C Vitanica</b>	56.7	87.3	94.90
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	ns	5.18	1.822
<b>1-A</b>	0.0	60.0	88.50
<b>1-B</b>	4.0	41.5	93.50
<b>1-C</b>	2.0	75.0	90.50
<b>2-A</b>	94.0	98.5	99.00
<b>2-B</b>	88.0	91.5	97.00
<b>2-C</b>	91.0	95.5	99.00
<b>3-A</b>	11.0	87.0	93.50
<b>3-B</b>	8.5	66.0	75.00
<b>3-C</b>	26.5	74.0	87.00
<b>4-A</b>	87.5	97.5	98.00
<b>4-B</b>	74.0	94.5	96.50
<b>4-C</b>	84.5	97.5	99.50
<b>5-A</b>	63.5	89.0	96.50
<b>5-B</b>	78.5	95.5	98.00
<b>5-C</b>	79.5	94.5	98.50
<b>ΕΣΔ<sub>0.05</sub></b>	ns	11.59	4.075
<b>CV (%)</b>	26.1	13.9	4.4

Ένας από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, εν προκειμένω τη βλάστηση είναι η θερμοκρασία. Η διάρκεια ανάπτυξης των φυτών σχετίζεται άμεσα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Ritchie et al, 1998).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, την καλύτερη απόδοση βλάστησης (μεγαλύτερο ποσοστό B.I.) σπόρων έδειξε το *Triticum aestivum* σε όλες σχεδόν τις θερμοκρασίες και μεταχειρίσεις. Στους 22°C έφτασε το 90% των σπόρων από τη δεύτερη κιόλας ημέρα με τη βοήθεια των επιταχυντών ανάπτυξης. Ενώ στη μεταχείριση με το μάρτυρα έφθασε στο ίδιο ποσοστό από την τρίτη ημέρα. Εξίσου ικανοποιητικά ήταν και τα αποτελέσματα για τους 17 και 12°C, αφού μέχρι την 4<sup>η</sup> ημέρα είχε βλαστήσει πάνω από το 90% των

σπόρων. Σύμφωνα με τους Nyachiroetal(2002), σε παρόμοιο πείραμα με 10 ποικιλίες *Triticum aestivum* σε 4 διαφορετικές θερμοκρασίες (10, 15, 20, 30°C) διαπιστώθηκε ότι τα υψηλότερα επίπεδα βλάστησης παρατηρήθηκαν στις θερμοκρασίες 10 και 15 °C μέσα σε διάστημα 8 ημερών. Οι πολύ υψηλές(30°C) και οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μεγαλώνουν τη διάρκεια βλάστησης των σπόρων κάτι που αποδεικνύει πως η θερμοκρασία, κυρίως, επιδρά στη βλάστηση των σπόρων.

Το σιτάρι, έχει άριστη θερμοκρασία 20°C, ελάχιστη 3-4°C και μέγιστη 20-25°C. Το *Triticum aestivum* έδειξε την καλύτερη απόδοση σε όλες σχεδόν τις θερμοκρασίες και μεταχειρίσεις. Η μόνη διαφορά, κάτι που ισχύει για όλα τα σιτηρά της μελέτης είναι η διαφορετική ημέρα κατά την οποία ξεκίνησε η βλάστηση. Στους 22°C και 17°C, το *Triticum aestivum* έφτασε το ποσοστό των 90% με Vitanica και Nutriseed από την 2<sup>η</sup> ημέρα, ενώ στο Μάρτυρα από την 3<sup>η</sup> ημέρα. Για το *Triticum durum*, τα αποτελέσματα αφορούν μικρότερα ποσοστά. Από την 3<sup>η</sup> ημέρα, άρχισε η βλάστηση φθάνοντας το 70%(Vitanica), 80%(Nutriseed) και χαμηλότερο ποσοστό της τάξης των 15%(Μάρτυρα). Στους 17°C, το *Triticum durum* ξεκίνησε τη βλάστηση από την 3<sup>η</sup> ημέρα και στη συνέχεια έφτασε μέχρι και το 90% σε όλες τις μεταχειρίσεις μέχρι την 12<sup>η</sup> ημέρα. Στους 12°C, η βλάστηση ξεκίνησε από την 2<sup>η</sup> ημέρα με ποσοστό περίπου 60% για όλες τις μεταχειρίσεις και για τα δυο σιτηρά. Στους 7°C, η βλάστηση ξεκίνησε από την 4<sup>η</sup> ημέρα και στους 2°C από την 6<sup>η</sup> ημέρα σε όλες τις μεταχειρίσεις και για τα δυο σιτηρά. Όσον αφορά το *Triticum durum*, σε όλες τις θερμοκρασίες και μεταχειρίσεις βλαστάνει την ίδια ημέρα με το *Triticum aestivum*, όμως έχει μικρότερο ποσοστό ΒΙ, το οποίο αυξάνεται αργότερα. Μόνο στους 22°C, στη μεταχείριση με το Μάρτυρα έφτασε μόλις το 15%. Οι υψηλές θερμοκρασίες επηρεάζουν όλα τα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών συμπεριλαμβανομένου και της βλάστησης(Wahid et al, 2007).

Σε πείραμα που διεξήχθη στο Μπαγκλαντές σε συνθήκες αγρού, εξετάστηκε το θερμικό στρες που προκαλούν οι υψηλές θερμοκρασίες σε 3 ποικιλίες σιταριού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στη μεταχείριση με την καθυστερημένη σπορά το φθινόπωρο(8-20°C) οι χαμηλές θερμοκρασίες για την περιοχή καθυστέρησαν τη βλάστηση στην 11<sup>η</sup> ημέρα σε ποσοστό 45%. Η χαμηλή θερμοκρασία(<10°C) επιβραδύνει την βλάστηση ενώ η υψηλή θερμοκρασία επιμηκύνει το αναπαραγωγικό στάδιο. Διαπιστώθηκε ότι η αντοχή του σίτου στις υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες εξαρτάται από τον γονότυπο της εκάστοτε ποικιλίας(Hossain et al, 2012).

Το κριθάρι έχει ελάχιστη θερμοκρασία 3-4°C και άριστη 20°C παρόμοιες με το σιτάρι. Ωστόσο, το σιτάρι έχει μεγαλύτερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες από το κριθάρι. Στους 22, 17 και 12°C, η βλάστηση του κριθαριού ξεκίνησε από την 2<sup>η</sup> ημέρα με <50%(Vitanica, Nutriseed και Μάρτυρα) εκτός από την μεταχείριση με τον Μάρτυρα στους 22°C που με

ποσοστό 20%.Στους 7°C, η βλάστηση ξεκίνησε από την 4<sup>η</sup> ημέρα με <80% και στους 2°C από την 6<sup>η</sup> ημέρα με <70% BI.

Για την βρώμη, οι θερμοκρασίες στις οποίες ευνοείται η βλάστηση των σπόρων είναι 0-4.8°C η ελάχιστη, 25-31°C η άριστη και 31-37°C η μέγιστη. Στους 22°C, από την 3<sup>η</sup> ημέρα άρχισε η βλάστηση με <20%(Vitanica και Nutriseed) ενώ με το Μάρτυρα δεν κατάφερε να ξεπεράσει το 20% μέχρι την 8<sup>η</sup> ημέρα. Στους 17 και 12°C, η βλάστηση ξεκίνησε από την 3<sup>η</sup> ημέρα όμως είχε καλύτερα αποτελέσματα BI στο Μάρτυρα από τους επιταχυντές ανάπτυξης. Στους 7 και 2°C, η έκπτυξη ριζιδίων άρχισε από την 4<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> ημέρα αντίστοιχα.

Τέλος, η σίκαλη ευνοείται από χαμηλές θερμοκρασίες. Ελάχιστη θερμοκρασία βλάστησης είναι 1-5°C και μέγιστη 18-25°C(Stoskopf, 1985). Στους 22°C, η βλάστηση ξεκίνησε και σε αυτό το σιτηρό από την 2<sup>η</sup> ημέρα με ποσοστό <80% (Vitanica και Nutriseed), ενώ στη μεταχείριση με το μάρτυρα το ποσοστό αυτό εμφανίστηκε από την 3<sup>η</sup> ημέρα. Στους 17 και 12°C, η βλάστηση ξεκίνησε από την 2<sup>η</sup> ημέρα με ποσοστό <75% για όλες τις μεταχειρίσεις. Στους 7 και 2°C πραγματοποιήθηκε βλάστηση από την 4<sup>η</sup> και 7<sup>η</sup> ημέρα αντίστοιχα.

## 6. Συμπεράσματα

Από το εργαστηριακό πείραμα διεξάγονται ορισμένα συμπεράσματα ως προς την βλαστική ικανότητα των χειμερινών σιτηρών κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με διαφορετικές θερμοκρασίες και με τη βοήθεια ή όχι επιταχυντών ανάπτυξης. Το πείραμα διεξήχθη σε θερμοκρασίες των 22,17,12, 7, 2 °C. Για την εκάστοτε θερμοκρασία, η περίοδος βλάστησης διαφοροποιήθηκε και αντιστοιχήθηκε περίπου σε 8, 10, 10, 14 και 19 ημέρες (για την έκπτυξη του ριζιδίου).

Από τα αποτελέσματα γίνεται κατανοητό πως το *Triticum aestivum* είναι ο πιο αποτελεσματικός και ισχυρός σπόρος συγκριτικά με τα υπόλοιπα χειμερινά σιτηρά σε όλες τις θερμοκρασίες και μεταχειρίσεις. Ενώ, το *Avena sativa* απέδειξε πως δεν ανταποκρίνεται τόσο αποτελεσματικά στους επιταχυντές αύξησης ανάπτυξης, κάτι που φαίνεται από το μικρό ποσοστό βλάστησης στις διαφορετικές θερμοκρασίες και μεταχειρίσεις. Μόνο στη θερμοκρασία των 17 °C έφτασε στο 90% της βλάστησης στο μάρτυρα.

Γενικά, ενώ με τη χρήση επιταχυντών ανάπτυξης βοηθήθηκαν τα περισσότερα σιτηρά, στην περίπτωση του *Avena sativa* στους 22 °C το ποσοστό βλάστησης στο μάρτυρα ξεπέρασε και εκείνο των επιταχυντών.

Εν κατακλείδι, οι θερμοκρασίες των 22,17και 12°C αποδεικνύονται οι καταλληλότερες για τα είδη *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare* και *Secale cereale* για 8-10 ημέρες βλάστηση ανεξάρτητα από τις μεταχειρίσεις.

Ως προς τη χρήση επιταχυντών ανάπτυξης, κατά γενική ομολογία δεν βοήθησαν σε μεγάλο βαθμό τη βλάστηση των σπόρων. Παρουσιάζεται μία αυξητική συμπεριφορά σε σύγκριση με το μάρτυρα αλλά η διαφορά αυτή είναι της τάξεως του 10-15% περίπου. Στην περίπτωση του *Triticum durum* όμως, τα Vitanica RZ και Nutriseed συνέβαλαν ικανοποιητικά στην αύξηση της βλαστικής ικανότητας των σπόρων στους 22°C.

## 7. Βιβλιογραφία

### 7.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Baethgen, W.E. and Alley, M.M., 1989, Optimizing soil and fertilizer nitrogen use for intensively managed winter wheat. II. Critical levels and optimum rates of nitrogen fertilizer. *Agron. J.*, 81: 120-125.
- Briggles, L.W., 1980 . Origin and Botany of Wheat . In `Wheat', Documenta Ciba-Geigy, pp 6-13 .
- Brown, S.C., Keatinge, J.D.H., Gregory, P.J. and Cooper, P.J.M., 1987. Effects of fertilizer, variety and location on barley production under rainfed conditions in Northern Syria. 1. Root and shoot growth. *Field Crops Res.*, 16:
- C. D. Vincent and P. I. Gregory, 1989. *Plant and Soil* 119, Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands. PAGES 87-97
- file:///C:/Users/user1/Downloads/STEG\_FP\_00791\_Medium.pdf
- Finker, R. E. 1978. Grain and forage production from fall-planted small grains in the High Plains. *Bull. N.Mexico Sta. Univ. Ague. Exp. Sta. No 621*, 17 pp.
- Fischer, R.A., 1993. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer. II. Physiology of grain yield response. *Field Crops Res.*, 33: 57-80.
- Giannoulis, D. Kyriakos, Elpiniki Skoufogianni, Dimitrios Bartzialis, Konstantina Adraskela, Nicholas G. Danalatos. 2017. How could be affected seed germination rates of winter cereals. 2017. VIII International Scientific Agriculture Symposium“ AGROSYM”.Jahorina, October 05 - 08, 2017. Books of Proceedings, pp. 256-262.
- Graham, R. D., Geytenbeck, P. E. and Radcliffe, B. C. 1983. Responses of triticale, wheat, rye and barley to nitrogen fertilizer. *Aust. J. Exp. Agnc. Anium. Husb.* 23: 73-79
- Hossain, A. & Teixeira da Silva, JA (2012). Phenology, Growth and Yield of Three Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties as Affected by High Temperature Stress. *Notulae Scientia Biologicae*, pp 100-101
- James Hansen et al., 2013, *Trends In Ecology & Evolution*, National Academy of Sciences, United States of America. PAGES 357-356
- Karl-Ernst Behre (1992), *Vegetation History and Archaeobotany*, The history of rye cultivation in Europe, Nieders~ichsisches Institute for historische Ktistenforschung, Viktoriastrasse 26/28, W-2940 Wilhelmshaven, Federal Republic of Germany, Volume 1, Issue 3, pp 141–156
- Körnicke FA (1885) *Secale cereale* L. Der Roggen. Στο: Körnicke FA, Werner H (eds) *Handb Getreidebau* 1: 115-128
- Laude, H. H. 1937. Cold resistance of winter wheat, rye, barley, and oats in transition from dormancy to active growth. *J. Agr. Res.*, 54: 899-917



- MEISTER, G. K. (1921). Natural hybridization of wheat and rye in Russia. *Journal of Heredity* 12, 467–470.
- Neal C. Stoskopf(1985):Cereal Grain Crops. Editorial Norma M. Karlin, Virginia. Pages 3-
- Nyachiro, JM, Clarke, FR, DePauw, RM, Knox, RE, & Armstrong, KC (2002). *Euphytica*, 126 (1), 123-127.
- OETTLER, G. (2005). The fortune of a botanical curiosity – Triticale: past, present and future. *To Journal of Agricultural Science*, Volume 143, Issue 5 October 2005, pp 329-346
- RIMPAU, W. (1891). Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 20, 335–371.
- Ritchie, JT, Singh, U., Godwin, DC, & Bowen, WT (1998). Η ανάπτυξη, η ανάπτυξη και η απόδοση των δημητριακών. Προσεγγίσεις Συστημάτων για Βιώσιμη Αγροτική Ανάπτυξη, 79-98.
- Ross I., 2004, *Hordeum vulgare*, *Medicinal Plants of the World*, vol. 3: Chemical Constituents, Traditional and Modern Uses, Humana Press Inc., Totowa, NJ
- Schuurman, J. J. 1977. Effect of nitrogen fertilization on root and tiller growth of rye. *Rep. Inst. Bodenkult. Gronogen* 1, 31pp.
- Shewry P. R. 2009. Wheat. *Journal of Experimental Botany* 60: 1537-1553.
- Simons KJ, Fellers JP, Trick HN, Zhang Z, Tai Y-S, Gill BS, Faris JD. 2006. Molecular characterization of the major wheat domestication gene Q. *Genetics* 172, 547–55
- Wahid A, Gelani S, Ashraf M, Foolad MR (2007). Heat tolerance in plants: An overview. *Environ Exp Bot* 61
- Walck, J.L., Hidayati, S.N., Dixon, K.W., Thompson, K. & Poschlod, P. 2011. Climate change and plant regeneration from seed. *Global Change Biology* 17: 2145–2161.
- Zohary D (1971) Origin of southwest Asiatic cereals: wheats, barley, oats and rye. In: Davis PH, Harper PT, Hedge I (eds) *Plant life of south-west Asia*. Botan Soc Edinburgh, pp 235–260

## 7.2 Ελληνική βιβλιογραφία

- Ανδρέα Ι. Καραμάνου (2012), ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΡΙΑ, ΑΡΧΕΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΙΣ ΑΡΟΤΡΑΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΖΗΣΗ, ΑΘΗΝΑ, ΚΕΦ.Ι.Α.2.1 ΣΕΛ.8-9
- Βαχαμίδης, Π. και Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. 2009. Η σπορά των χειμερινών σιτηρών. Γεωργία-Κτηνοτροφία 7/2009 Σεπτέμβριος. Σελ. 22-26.
- Γαλανοπούλου - Σενδουκά, Σ. 1998. Γεωργικός Πειραματισμός. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.
- Γαλανοπούλου – Σενδούκα, Σ.2003, <<Ειδική Γεωργία 1>>, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
- Γκόγκας Δ. 2005. Λίπανση των χειμερινών σιτηρών. Γεωργία - Κτηνοτροφία 10/2005 Νοέμβριος: 48-52.
- Γκόγκας, Λ., Μπλαδενόπουλος, Κ. και Κοτζαμανίδης, Σ. 2005. Τεχνική της καλλιέργειας των χειμερινών σιτηρών. Γεωργία- Κτηνοτροφία 10/2005 Νοέμβριος: 42-46.
- Δαλιάνης Δ.Κ. (1999). Ανοιξιάτικα σιτηρά. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.7-10 σελ.
- Δαλιάνης Κ. Δ. 1983. Χειμερινά σιτηρά. Αθήνα, σελ. 372- 386.
- Δαναλάτος Ν., 2013, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Βόλος.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2014, Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτονία, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης(4<sup>η</sup> έκδοση). Αθήνα, εκδόσεις ΑγροΤύπος, σελ 30 -65.
- Ι.Ν. Ξυνιάς και Ι.Σ. Τοκατλίδης, 2014, ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ, θεωρία & ασκήσεις, Εκδόσεις ΕΜΒΡΥΟ, Αιγάλεω. Σελ. 35-39
- Καραμάνος Α., 1994. «Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων», Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, Αθήνα
- Καραμάνος, (2008) «Τα Σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων Ανδρέα Ι. Καραμάνου , εκδόσεις Παπαζήση», Αθήνα
- Καρκάνης Α.,2013. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
- Κιολέογλου Β., Αθήνα 2011, <<Επίδραση του βαθμού συμπίεσης του εδάφους στο φύτρωμα του (Zea mays), σιταριού (Triticum aestivum), κριθαριού (Hordeum sativum), μπιζέλι (Pisum sativum), φακής (Lencu linaris) και φασολιού (Phaseolus vulgaris)>>, Πτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας
- Λάμπρος Λεωνίδα, Καλαμάτα 2010, <<Επίδραση της πυκνότητα σποράς στην επικονίαση της ανοιξιάτικης βρίζας>>, Πτυχιακή μελέτη, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα(ΤΕΙ) Καλαμάτας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής.

- Μαγκλάρα Λ., 2016, Εκτίμηση της αποδοτικότητας, της συγκαλλιέργειας κριθαριού με μπιζέλι υπό την επίδραση διαφορετικών πληθυσμών, Πτυχιακή μελάτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Εργαστήριο Γεωργίας, Βόλος.
- Μιχαήλ Γ. Λουκάς, 2010. Εισαγωγή στη Γενετική, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, Αθήνα, σελ. 176
- Μπαξεβάνος Δ. 2011. Συνθήκες για την παραγωγή σκληρού σιταριού υψηλής ποιότητας Ινστιτούτο Σιτηρών. ΕΘΙΑΓΕ 43, 17-19
- Παπακώστα Δ., 1997. Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά), Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012, Ειδική Γεωργία σιτηρά και ψυχανθή, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη 2005
- Σφήκας Α., (1995), «Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά», Α.Π.Θ., Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Τακέογλου Ελένη, 2011. Πτυχιακή διατριβή <<Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό βλάστησης των σπόρων ηλιάνθου, αγκινάρας, καλαμποκιού και μπιζελιού>>. Βόλος, σελ.7
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ & ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε- ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΣΙΤΗΡΩΝ.(1991). ΟΙ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΙΤΗΡΩΝ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥΣ. Εκδόσεις ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑΣ, ΑΘΗΝΑ ΣΕΛ.7-10
- Φασούλα Α.Κ. - Φωτιάδη Ν.Α., (1984). Αρχές της Επιστήμης των Καλλιεργούμενων Φυτών, Θεσσαλονίκη
- Φασούλας, Α. Κ., και Ν. Α. Σένογλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.

### 7.3 Ιστότοποι

- Agroland. (2014). Βρώμη. Retrieved August, 2014, from <http://www.agroland.com.gr/%CE%B2%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7.html>
- <http://www.elgo.gr/index.php/el/>
- <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A3%CE%B9%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%AC>
- <http://www.ipgrb.gr/index.php/antikeimena/sitiron/sitari-tritikale?start=1>
- <https://www.compo-expert.es/productos/bioestimulantes/vitanicar-rz.html>
- [https://www.stepagro.gr/mykthtoktono-previcur-energy-sl?gclid=EA1aIQobChMI-vb8kOei5QIVC8-yCh31YQI5EAAAYASAAEgIthPD\\_BwE](https://www.stepagro.gr/mykthtoktono-previcur-energy-sl?gclid=EA1aIQobChMI-vb8kOei5QIVC8-yCh31YQI5EAAAYASAAEgIthPD_BwE)
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Δ/ΝΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, <http://www.opengov.gr/ypaat/wp-content/uploads/downloads/2014/06/avromh.pdf>
- <https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/1743-paragontes-pou-epirezoun-ti-vlastisi-ton-sporon-tou-sitariou>

## Παράρτημα



Εικόνα 1 Τριβλία στο θάλαμο ελεγχόμενης συντήρησης



Εικόνα 2 Σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία του πειράματος(Vitanica RZ, Nutriseed, Previcur Energy SL).



Εικόνα 3 Εμβάπτιση σπόρων χειμερινών σιτηρών σε μυκητοκτόνο Previcur Energy SL.



Εικόνα 4 Καταμέτρηση των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 5 Τριβλία στο θάλαμο ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.



Εικόνα 6 Απεικόνιση των ενδείξεων του θαλάμου εξωτερικά στους 22°C.