

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

Τίτλος Πτυχιακής Διατριβής:

<<Συγκαλλιέργεια σίτου με μπιζέλι και η επίδρασή της στην απόδοση του σίτου>>

Συγγραφή: Σωτηρία Λαβδά



Επιβλέπων καθηγητής:

Ιμπραήμ Αβραάμ Χα

Βόλος, 2020

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ

ΤΙΤΛΟΣ:

<<ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΙΤΟΥ ΜΕ ΜΠΙΖΕΛΙ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ  
ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ>>

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Ιμπραήμ Αβραάμ Χα, Καθηγητής

Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής

Δημήτριος Βλαχοστέργιος, Ερευνητής

## ***ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ***

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπων καθηγητή της παρούσας πτυχιακής, κύριο Χα, αλλά και την οικογένεια μου για την στήριξή της.

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Κατά την συγκαλλιέργεια δύο ή περισσότερα είδη φυτών καλλιεργούνται ταυτόχρονα ή εν μέρει ταυτόχρονα στον ίδιο αγρό. Αποβλέπει στην μείωση των εισροών, σε πιο σταθερή και υψηλότερη απόδοση παραγωγής και στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων από αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες. Στις Μεσογειακές Χώρες το “σχήμα” ψυχανθούς με σιτηρό για την παραγωγή σανού ή ενσιρώματος, είναι από τους πιο δημοφιλείς συνδυασμούς για συγκαλλιέργεια.

Στην παρούσα εργασία έγινε αξιολόγηση με την μέθοδο του Γειτονικού Μάρτυρα (ΓΜ) σε πυκνή σπορά, των απογόνων των 10 υπέρτερων ατομικών φυτών μαλακού σίτου που προέκυψαν από το κυνελωτό R-7 (2017-18, ΑΠΘ), σε συγκαλλιέργεια (χαλί) με μπιζέλι. Τα καλύτερα φυτά του σίτου που επιλέχθηκαν προέρχονταν από την ποικιλία Μαυραγάκι. Ενώ, οι σπόροι του μπιζελιού ήταν της ποικιλίας Δωδώνη. Το πείραμα διεξήχθη σε γραμμές στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών & Βοσκών (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), στην Λάρισα. Είχε συνολικά 16 γραμμές των 4 m. Πάνω σε κάθε γραμμή έγινε σπορά και των δύο φυτικών ειδών. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 0,25 m. Στις 10 γραμμές είχαν σπαρθεί οι επιλογές του σίτου και το μπιζέλι και στις 6 γραμμές (γειτονικός μάρτυρας) είχε σπαρθεί ο αρχικός πληθυσμός της ποικιλίας Μαυραγάκι και το μπιζέλι.

Οι παρατηρήσεις που λήφθηκαν αφορούσαν το ύψος των φυτών, την απόσταση των μεσογονατίων διαστημάτων στα φυτά σιταριού και τον αριθμό των φύλλων στα φυτά μπιζελιού, τα φαινολογικά στάδια και την απόδοση σε καρπό.

Τα αποτελέσματα από τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις που λήφθηκαν έδειξαν ότι η συγκαλλιέργεια σίτου και μπιζελιού δεν είχε κάποια επίδραση στην μορφολογική ανάπτυξη των ειδών (ύψος φυτών, αριθμό φύλλων, αποστάσεις

μεσογονατίων διαστημάτων). Ακόμη, όσον αφορά την εξέλιξη της ανάπτυξης και τα φαινολογικά στάδια των ειδών, τόσο το σιτάρι όσο και το μπιζέλι ολοκλήρωναν έγκαιρα κάθε στάδιο ανάπτυξης. Ενώ, το σύστημα συγκαλλιέργειας επηρέασε την απόδοση σε καρπό, καθώς οι μέσοι όροι του πειράματος και στο σιτάρι και στο μπιζέλι ήταν μικρότεροι από τους μέσους όρους των αποδόσεων των ειδών που αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Τέλος, στο σιτάρι, οι γραμμές οι οποίες είχαν τα επιλεγμένα φυτά από το πείραμα της προηγούμενης χρονιάς είχαν υψηλότερη απόδοση, σε σχέση με τις γραμμές του αρχικού πληθυσμού Μαυραγάρι (Γειτονικός Μάρτυρας).

## ***ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ***

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	7
1.1 Συστήματα καλλιέργειας.....	7
1.2 Συγκαλλιέργεια.....	8
1.2.1 Πλεονεκτήματα της συγκαλλιέργειας.....	9
1.2.2 Μειονεκτήματα της συγκαλλιέργειας.....	10
1.2.3 Συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή .....	11
1.2.4 Αποδόσεις συστημάτων συγκαλλιέργειας σιτηρών με ψυχανθή.....	12
1.2.5 Συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή ως μέσο μείωσης των εισροών.....	13
1.3 Δείκτες ανταγωνισμού .....	14
1.4 Σιτηρά.....	15
1.4.1 Γενικά στοιχεία.....	15
1.4.2 Χειμερινά σιτηρά που χρησιμοποιούνται σε συστήματα συγκαλλιέργειας .....	15
1.5 Σιτάρι .....	16
1.5.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	16
1.5.2 Στάδια ανάπτυξης σίτου.....	18
1.5.3 Οικολογικές απαιτήσεις .....	18
1.5.4 Καλλιεργητική τεχνική.....	19
1.6 Ψυχανθή.....	22
1.6.1 Γενικά στοιχεία.....	22
1.6.2 Ψυχανθή που χρησιμοποιούνται σε συστήματα συγκαλλιέργειας.....	22
1.7 Μπιζέλι.....	23

1.7.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	23
1.7.2 Στάδια ανάπτυξης μπιζελιού.....	24
1.7.3 Οικολογικές απαιτήσεις .....	25
1.7.4 Καλλιεργητική τεχνική.....	26
1.8 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας .....	28
1.9 Σκοπός εργασίας .....	29
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
2.1 Τοποθεσία πειράματος .....	29
2.2 Πειραματικό σχέδιο .....	31
2.3 Καλλιεργητικές εργασίες.....	32
2.4 Λήψη παρατηρήσεων.....	32
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	40
3.1 Ύψος φυτών.....	40
3.2 Μεσογονάτια διαστήματα και αριθμός φύλλων .....	46
3.3 Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης .....	48
3.4 Απόδοση σε καρπό.....	51
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	54

# **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

## **1.1 Συστήματα καλλιέργειας**

Ως σύστημα καλλιέργειας νοείται ο συνδυασμός μιας ή περισσότερων καλλιεργειών, φυσικών πόρων και κοινωνικό – οικονομικών παραγόντων, με σκοπό την παραγωγή ενός γεωργικού προϊόντος. Διακρίνονται δύο βασικοί τύποι καλλιέργειας, η μονοκαλλιέργεια και η μικτή καλλιέργεια (Acquaah, 2005).

Στη μονοκαλλιέργεια καλλιεργείται επανειλημμένα, χωρίς να αλλάζει, μια ποικιλία του ίδιου είδους, στο ίδιο κομμάτι γης, κάθε εποχή και συνήθως σε μεγάλες εκτάσεις (Honermeier, 2007). Τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα μονοκαλλιέργειας είναι ο αραβόσιτος και το σιτάρι. Αυτός ο τρόπος καλλιέργειας επιλέγεται, διότι παράγονται μεγάλες ποσότητες προϊόντος προς πώληση, η διαχείριση της καλλιέργειας είναι σχετικά εύκολη και η τεχνολογία και τεχνογνωσία που χρειάζεται αφορά μόνο ένα είδος καλλιέργειας. Όμως, όταν γίνεται μονοκαλλιέργεια σε μια καλλιεργούμενη έκταση αυξάνεται η ευαισθησία σε ασθένειες και εχθρούς, σε μια πιθανή αντιξοότητα ή ένα περιβαλλοντικό στρες η καλλιέργεια δεν θα μπορέσει να ανακάμψει εύκολα και η έλλειψη ποικιλότητας ειδών στον χώρο μειώνει και την παρουσία ωφέλιμων εντόμων (Acquaah, 2005; Nihoul and Hance, 1994).

Στην πολυκαλλιέργεια καλλιεργούνται διαφορετικές ποικιλίες ή διαφορετικά είδη φυτών στο ίδιο κομμάτι γης είτε ταυτόχρονα (συγκαλλιέργεια) είτε διαδοχικά (αμειψισπορά). Από τους πιο διαδεδομένους συνδυασμούς μικτής καλλιέργειας είναι η συγκαλλιέργεια και η αμειψισπορά με ψυχανθή και σιτηρά (Acquaah, 2005; Connor, 2001). Η χρήση πολυκαλλιέργειας επιβραδύνει την εξάπλωση ασθενειών και βλαβερών εντόμων ιδίως όταν τα γενετικά ανομοιογενή φυτά είναι διεσπαρμένα στην

καλλιέργεια. Επίσης, αυξάνεται η βιοποικιλότητα στον χώρο και στην περίπτωση μίξης σιτηρών με ψυχανθή αυξάνεται και η διαθεσιμότητα του αζώτου στο έδαφος και βελτιώνονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Ακόμη, υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια και πιο σταθερή απόδοση, σε περίπτωση ακραίων συνθηκών που μπορεί να ήταν επιζήμιες αν καλλιεργούταν μόνο ένα είδος. Ωστόσο, η πολυκαλλιέργεια μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να αυξήσει τα προβλήματα από εντομολογικούς εχθρούς και ασθένειες, καθώς θα προσελκύει ποικιλία από αυτούς. Επίσης, οι καλλιεργητικές εργασίες όπως η φύτευση, η λίπανση, η άρδευση και η συγκομιδή γίνονται πιο πολύπλοκές και απαιτούνται διαφορετικές μεταχειρίσεις για κάθε είδος (Acquaah, 2005).

## **1.2 Συγκαλλιέργεια**

Η συγκαλλιέργεια είναι ένας τύπος μικτής καλλιέργειας, κατά την οποία δύο ή περισσότερα είδη φυτών καλλιεργούνται ταυτόχρονα ή εν μέρει ταυτόχρονα στον ίδιο αγρό (Steiner, 1985). Η συγκαλλιέργεια ως τεχνική, απαντάται κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες με τροπικό και υποτροπικό κλίμα, αλλά και σε χώρες με μεσογειακό κλίμα. Στις μεσογειακές χώρες επιλέγεται συνήθως για συγκαλλιέργεια το “σχήμα” ψυχανθούς με σιτηρό, για την παραγωγή σανού ή ενσιρώματος (Anil *et al.*, 1998; Lithourgidis *et al.*, 2011). Ο κυριότερος στόχος της συγκαλλιέργειας είναι η ορθολογικότερη χρήση των φυσικών πόρων, μια πιο σταθερή και υψηλότερη απόδοση παραγωγής, ελαχιστοποίηση των κινδύνων από αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες και καλύτερη πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από την καλλιέργεια (Honermeier, 2007).

Για να υπάρχει συνεργασία μεταξύ των φυτών και όχι ανταγωνισμός θα πρέπει να υπολογίζονται τέσσερις παράγοντες (Sullivan, 2003):

- i. Χωροταξική κατανομή των καλλιεργειών: αφορά τον τρόπο που θα είναι κατανεμημένα τα διαφορετικά είδη στον αγρό. Η χωροταξική διαρρύθμιση ποικίλλει από τυχαία σε εξαιρετικά κατανεμημένη σε ομάδες. Τα συστήματα που εφαρμόζονται κυρίως με ή χωρίς παραλλαγές είναι η μικτή συγκαλλιέργεια, η συγκαλλιέργεια σε γραμμές, η συγκαλλιέργεια σε λωρίδες και η διαδοχική ή κλιμακούμενη συγκαλλιέργεια. Στην μικτή συγκαλλιέργεια τα διαφορετικά είδη είναι



τυχαία κατανεμημένα στον χώρο. Στην συγκαλλιέργεια σε γραμμές καλλιεργούνται συγχρόνως τα διαφορετικά είδη και έστω το ένα από αυτά είναι σπαρμένο σε γραμμές. Στην συγκαλλιέργεια σε λωρίδες τα διαφορετικά είδη καλλιεργούνται σε λωρίδες σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους, έτσι ώστε να υπάρχει ικανοποιητική ανάπτυξη και αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Και τέλος στην διαδοχική ή κλιμακούμενη συγκαλλιέργεια, για παράδειγμα μεταξύ δύο ειδών, καλλιεργείται πρώτα το ένα είδος και όταν έχει αναπτυχθεί αρκετά σπέρνεται και το δεύτερο είδος (Andrews and Kassam, 1976).

- ii. Πυκνότητα των φυτών: Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες απ' ό τι είναι σε ένα σύστημα μονοκαλλιέργειας. Επίσης, για να επιτευχθεί η βέλτιστη πυκνότητα μεταξύ των φυτών, θα πρέπει το ποσοστό των σπόρων που θα σπαρθεί από το κάθε είδος να είναι κάτω από το πλήρες ποσοστό (Sullivan, 2003).
- iii. Ημέρες που απαιτούνται για την ωρίμανση των καλλιεργειών: Τα είδη που επιλέγονται για συγκαλλιέργεια θα πρέπει να ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα σε διαφορετικό χρονικό διάστημα. Όταν το ένα είδος ωριμάζει πριν από το συγκαλλιεργούμενο είδος, τότε μειώνεται ο ανταγωνισμός μεταξύ τους.
- iv. Δομή συστάδας: Τα διαφορετικά είδη θα πρέπει να φυτεύονται στον χώρο με τρόπο τέτοιο ώστε ένα είδος του μίγματος να έχει πρόσβαση στο ηλιακό φως που υπό άλλες περιπτώσεις δεν θα ήταν διαθέσιμο. Γι' αυτό τον λόγο επιλέγονται για συγκαλλιέργεια είδη με διαφορετικό ύψος φυτών, συνήθως φυτεύεται ένα ψηλό με ένα πιο χαμηλό φυτό. Τις περισσότερες φορές συγκομίζεται πρώτα το είδος με το μεγαλύτερο ύψος (Sullivan, 2003).

### ***1.2.1 Πλεονεκτήματα της συγκαλλιέργειας***

Η εφαρμογή συγκαλλιέργειας ως σύστημα καλλιέργειας έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Αυξάνει την απόδοση της παραγωγής στα μέγιστα επίπεδα.

- Βελτιώνει τις φυσικοχημικές ιδιότητες και την γονιμότητα του εδάφους.
- Ελαχιστοποιούνται οι απώλειες από εντομολογικές προσβολές και ασθένειες.
- Πιο σταθερή και ασφαλής παραγωγή, όταν οι συνθήκες της αγοράς ή ακραίες καιρικές συνθήκες απαγορεύουν τη διάθεση του ενός από τα συγκαλλιεργούμενα είδη.
- Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων είναι καλύτερη συγκριτικά με τα συστήματα μονοκαλλιέργειας.
- Μεγαλύτερη οικονομική σταθερότητα σε σχέση με τη μονοκαλλιέργεια.
- Μείωση των εισροών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) και καλύτερη αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων από την καλλιέργεια.
- Καλύτερη κατανομή της φωτοσυνθετικής επιφάνειας.
- Αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των εδαφικών πόρων.
- Προστασία από τη διάβρωση του εδάφους.
- Δυνατότητα αμειψισποράς

(Anil *et al.*, 1998; Banik *et al.*, 2006; Malezieux *et al.*, 2009).

### **1.2.2 Μειονεκτήματα της συγκαλλιέργειας**

Εκτός από τα πολλά πλεονεκτήματα που έχουν τα συστήματα συγκαλλιέργειας, έχουν και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία είναι:

- Δεν μπορεί να γίνει πλήρη εκμηχάνιση της παραγωγής.
- Δυσκολία στην εφαρμογή των καλλιεργητικών εργασιών, ιδιαίτερα όταν απαιτείται εκμηχάνιση της παραγωγής και όταν τα διαφορετικά είδη έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και φυτοπροστατευτικές ουσίες.
- Πιθανόν να αναπτυχθεί ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών για το φως, το νερό και τα θρεπτικά συστατικά.
- Ανάπτυξη αλληλοπάθειας μεταξύ των διαφορετικών ειδών, το οποίο μπορεί να επιφέρει μείωση της απόδοσης.

- Στο στάδιο της συγκομιδής χρειάζεται μεγάλη προσοχή, ιδίως όταν σκοπός είναι η παραγωγή καρπού. Το πρόβλημα μειώνεται όταν στόχος είναι η παραγωγή σανού ή για βόσκηση.

(Anil *et al.*, 1998; Malezieux *et al.*, 2009).

### 1.2.3 Συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή

Σε ένα σύστημα συγκαλλιέργειας συνήθως επιλέγονται δύο είδη, ωστόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και περισσότερα. Όταν γίνεται συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή, τότε το μίγμα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον ένα σιτηρό και ένα ψυχανθές (Jensen, 2006). Για την επιλογή των ειδών των φυτών που θα χρησιμοποιηθούν για συγκαλλιέργεια λαμβάνονται υπόψιν:

- i. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής.
- ii. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου κάθε είδους.
- iii. Οι οικολογικές απαιτήσεις για το κάθε είδος, οι οποίες πρέπει να είναι συμπληρωματικές και όχι ανταγωνιστικές.
- iv. Ο σκοπός της συγκαλλιέργειας, δηλαδή αν η συγκαλλιέργεια προορίζεται για παραγωγή καρπού ή χόρτου.
- v. Η αντοχή στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος
- vi. Η ανταγωνιστικότητα των ειδών.

Για την σπορά, η ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί από το κάθε είδος προκύπτει από την ανταγωνιστικότητα μεταξύ τους και τον τύπο της διαχείρισης που θα ακολουθηθεί. Συνήθως η αναλογία των σπόρων του ψυχανθούς προς το σιτηρό είναι 2 ή 3 προς 1. Η εποχή σποράς καθορίζεται από τις οικολογικές απαιτήσεις του ασθενέστερου είδους, ώστε να επιταχυνθεί η εγκατάσταση του στον αγρό. Ο τρόπος σποράς ή φύτευσης εξαρτάται από την ανταγωνιστικότητα των ειδών και τη μορφή διαχείρισης. Συνήθως, επιλέγεται η σπορά να γίνεται στα πεταχτά ή γραμμικά με ανάμεικτα τα συγκαλλιεργούμενα είδη, ή με γραμμική σπορά με τα συγκαλλιεργούμενα είδη σε κατ' εναλλαγή γραμμές (Lithourgidis *et al.*, 2011).

Όταν γίνεται συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση του αζώτου και ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των συγκαλλιεργούμενων ειδών. Τα σιτηρά που επιλέγονται συνήθως είναι το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*), το κριθάρι (*Hordeum vulgare*), η βρίζα (*Secale cereal*), η

βρώμη (*Avena sativa*) κ.ά. και συνδυάζονται με ψυχανθή όπως ο βίκος (*Vicia sativa*), το κτηνοτροφικό κουκί (*Vicia faba*), το κτηνοτροφικό μπιζέλι (*Pisum arvense*) κ.ά., με σκοπό την παραγωγή ενσιρωμάτων χόρτου ή καρπού. Συνήθως για συγκαλλιέργεια επιλέγονται συνδυασμοί κάποιου ετήσιου ψυχανθούς όπως βίκος ή κτηνοτροφικό μπιζέλι με κριθάρι ή βρώμη (Dhima *et al.*, 2006; Jensen, 2006). Αυτοί οι συνδυασμοί για συγκαλλιέργεια, έχουν κυρίως δύο στόχους:

- i. Την μείωση του πλαγιάσματος των φυτών του βίκου και του κτηνοτροφικού μπιζελιού όταν καλλιεργούνται μαζί με κάποιο είδος που δεν πλαγιάζει, συγκριτικά με την μονοκαλλιέργεια αυτών. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιούνται ασθένειες όπως σήψεις και ευρωτιάσεις και απώλειες σε χόρτο κατά την συγκομιδή τους.
- ii. Ο συνδυασμός ενός ψυχανθούς με κάποιο σιτηρό εξασφαλίζει τις απαραίτητες ποσότητες υδατανθράκων για να γίνει με επιτυχία η ενσίρωση του χόρτου. Ενώ όταν καλλιεργείται μόνο του κάποιο ψυχανθές για ενσίρωμα, τότε η πορεία της ενσίρωσης δεν ολοκληρώνεται με επιτυχία. Αυτό οφείλεται στο ότι τα ψυχανθή περιέχουν υψηλότερες ποσότητες σε πρωτεΐνες και όχι τόσους υδατάνθρακες όσοι χρειάζονται για την καλή πορεία της ενσίρωσης.

#### **1.2.4 Αποδόσεις συστημάτων συγκαλλιέργειας σιτηρών με ψυχανθή**

Η απόδοση των συστημάτων συγκαλλιέργειας σιτηρών με ψυχανθή αξιολογείται κυρίως ως προς την απόδοση σε καρπό και σε χλωρή μάζα, συγκριτικά με τις αντίστοιχες αποδόσεις σε συστήματα μονοκαλλιέργειας. Σε ερευνητικές μελέτες που γίνονται τα τελευταία χρόνια, συνδυάζονται διάφορα είδη και ποικιλίες σε συστήματα συγκαλλιέργειας με στόχο την εύρεση των καλύτερων συνδυασμών, ώστε να υπάρξει αύξηση της απόδοσης στα μέγιστα επίπεδα (Dhima *et al.*, 2007; Gooding *et al.*, 2007; Trydeman *et al.*, 2004; Reynolds *et al.*, 1994). Σε κάποια συστήματα συγκαλλιέργειας έχουν παρατηρηθεί μεγαλύτερες αποδόσεις και σε άλλα έχουν μικρότερες αποδόσεις.

Σύμφωνα με έρευνα των Trydeman Knudsen *et al.* (2004), η οποία αφορούσε συγκαλλιέργεια κριθαριού με κτηνοτροφικό μπιζέλι και κριθαριού με κτηνοτροφικά κουκιά σε δυο τύπους εδαφών (αμμοπηλώδες και αμμώδες), βρέθηκε ότι στον πρώτο

συνδυασμό η απόδοση σε καρπό ήταν μικρότερη από αυτές στη μονοκαλλιέργεια κριθαριού ή μπιζελιού. Ενώ, η απόδοση του συνδυασμού κριθαριού με κτηνοτροφικό κουκί ήταν μεγαλύτερη από αυτήν της μονοκαλλιέργειας κτηνοτροφικών κουκιών. Επίσης, από την συγκαλλιέργεια κριθαριού και σιταριού με βίκο σε ερευνητικό πείραμα, προέκυψε ότι στη συγκαλλιέργεια βίκου με κριθάρι (σε αναλογίες μίγματος 55/45 και 65/35) η παραγωγή βιομάζας ήταν αυξημένη κατά 29,9% και 13,3% αντίστοιχα, σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια βίκου, όμως μειωμένη κατά 12,2% και 23,4% αντίστοιχα σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια κριθαριού. Επιπλέον, στη συγκαλλιέργεια βίκου με σιτάρι σε αναλογία 55/45 η παραγωγή ξηρής μάζας ήταν αυξημένη κατά 25,7 % από την παραγωγή που έδωσε η μονοκαλλιέργεια βίκου (Lithourgidis *et al.*, 2006).

Αντιθέτως, η συγκαλλιέργεια κριθαριού και βρώμης με κτηνοτροφικό μπιζέλι, έδειξε ότι η συγκαλλιέργεια δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση του σιτηρού (κριθάρι ή βρώμη) όταν σπέρνεται σε ανάλογες ποσότητες με την μονοκαλλιέργεια. Επίσης βρέθηκε ότι η αναλογία του μπιζελιού στο μίγμα δεν επηρεάζει σημαντικά την απόδοση κατά τη συγκαλλιέργεια. Οπότε η απόδοση εξαρτάται περισσότερο από το αγρωστώδες που συμμετέχει στο μίγμα (Carr *et al.*, 1998).

### **1.2.5 Συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή ως μέσο μείωσης των εισροών**

Η συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή πέραν του ότι μπορεί να αυξήσει την απόδοση, βελτιώνει και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων (π.χ. αύξηση της συγκέντρωσης πρωτεϊνών στους καρπούς των σιτηρών). Επίσης, μέσω της υψηλής αζωτοδεσμευτικής ικανότητας των ψυχανθών, γίνεται τροφοδοσία των σιτηρών με άζωτο, το οποίο συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη των φυτών (Hauggaard *et al.*, 2007). Ακόμη, επειδή στα συστήματα συγκαλλιέργειας αναπτύσσονται φαινόμενα ανταγωνισμού και αλληλοπάθειας μεταξύ των καλλιεργούμενων ευνοείται η ανάπτυξη ζιζανίων. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η χρήση ζιζανιοκτόνων, καθώς ειδών, δεν η διαχείριση των ζιζανίων γίνεται με φυσιολογικούς μηχανισμούς. Επίσης, μειώνεται η χρήση εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων, λόγω της μειωμένης προσβολής από ασθένειες και εχθρούς (Hauggaard *et al.*, 2007).

### **1.3 Δείκτες ανταγωνισμού**

Υπάρχουν δείκτες που προσδιορίζουν την ένταση του ανταγωνισμού και άλλοι που ποσοτικοποιούν τις επιπτώσεις του ανταγωνισμού. Οι δείκτες ανταγωνισμού συγκρίνουν την επίδραση που έχει ανταγωνισμός που αναπτύσσεται μεταξύ των ειδών στην εξέλιξη της συγκαλλιέργειας, σε σχέση με την επίδραση άλλων οικολογικών παραγόντων. Την ονομασία «ένταση σχετικού ανταγωνισμού ή Relative Competition Intensity (RCI)» χρησιμοποίησε πρώτος ο Reader (1994), αν και ως δείκτης είχε εισαχθεί νωρίτερα. Ο δείκτης της έντασης του σχετικού ανταγωνισμού, χρησιμοποιείται με πολλούς τρόπους. Ο RCI έχει υπολογιστεί με βάση συστημάτων μονοκαλλιέργειας ως η απόδοση της μονοκαλλιέργειας προς αυτή της μεικτής καλλιέργειας.

Για να αξιολογηθεί η ένταση του ανταγωνισμού από τα γειτονικά φυτά ως προς την απόδοση των φυτών της καλλιέργειας ή συγκαλλιέργειας, οι Welden και Slauson εισήγαγαν το 1986 δύο δείκτες, οι οποίοι τροποποιήθηκαν το 1989 από τους Snaydon και Satorre. Ο πρώτος δείκτης μετρά με ακρίβεια τον ανταγωνισμό σε συστήματα μονοκαλλιέργειας (ASC<sub>mono</sub>), ενώ ο δεύτερος σε μεικτά συστήματα καλλιέργειας (ASC<sub>mix</sub>). Ένας ακόμη δείκτης ο οποίος μετρά την ένταση του ανταγωνισμού, ως προς την απόδοση των φυτών σε βιομάζα είναι ο δείκτης επιθετικότητας, ο οποίος χρησιμοποιείται τόσο σε συστήματα μονοκαλλιέργειας όσο και σε πολυκαλλιέργειας (McGilchrist, 1965).

Οι δείκτες ποσοτικοποίησης των επιπτώσεων του ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών, χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστούν ποσοτικά οι επιπτώσεις του ανταγωνισμού στην ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και την επιβίωση των φυτών. Κάποιοι από αυτούς τους δείκτες βασίζονται στην απόδοση των ειδών και παρέχουν μια συνολική εικόνα της συμπεριφοράς κάθε είδους. Ο λόγος που έχουν βασιστεί εκεί ορισμένοι δείκτες είναι γιατί η απόδοση των φυτών συνδέεται και με την πυκνότητα του πληθυσμού. Ο de Wit (1960), εισήγαγε τη σχετική απόδοση των δεικτών (RY), ο οποίος χρησιμοποιήθηκε και σε μελέτη με φυτά μάρτυρες-δείκτες (de Wit and Van den Bergh, 1965).

## **1.4 Σιτηρά**

### **1.4.1 Γενικά στοιχεία**

Η καλλιέργεια των σιτηρών είχε καθοριστική θέση στην ανάπτυξη της γεωργίας και στην εξέλιξη του πολιτισμού. Σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα τα σιτηρά ήταν από τα πρώτα φυτά που καλλιεργήθηκαν. Στην σύγχρονη εποχή, τα σιτηρά καλλιεργούνται σε παγκόσμιο επίπεδο και είναι βασικό συστατικό στην διατροφή του ανθρώπου. Αυτό συμβαίνει διότι έχουν υψηλή θρεπτική και ενεργειακή αξία και είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και υδατάνθρακες. Επίσης, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζωοτροφών, ως πηγή ενέργειας (βιοαιθανόλη), στην βιομηχανία και στην κοσμετολογία (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Με βάση τα βοτανικά χαρακτηριστικά ταξινομούνται στην οικογένεια των Αγρωστώδων (Graminae). Ανάλογα με την εποχή σποράς διακρίνονται δύο κατηγορίες σιτηρών τα χειμερινά και τα εαρινά. Στα χειμερινά σιτηρά ανήκουν το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και η σίκαλη, ενώ στα εαρινά το καλαμπόκι, το σόργο, το κεχρί και το ρύζι (Τσαμπάζη *et al*, 2010).

### **1.4.2 Χειμερινά σιτηρά που χρησιμοποιούνται σε συστήματα συγκαλλιέργειας**

Στα χειμερινά ανήκουν το σιτάρι, το κριθάρι, η σίκαλη και η βρώμη. Τα χειμερινά σιτηρά είναι ετήσιες καλλιέργειες και καλλιεργούνται για καρπό. Τα χειμερινά σιτηρά που χρησιμοποιούνται περισσότερο σε συστήματα συγκαλλιέργειας είναι κριθάρι, βρώμη και σιτάρι (Lithourgidis *et al.*, 2011). Οι ποσότητες σπόρου για την εγκατάσταση των καλλιεργειών κυμαίνονται από 12 έως 20 kg/στρ για τα περισσότερα χειμερινά σιτηρά και με αποδόσεις σε καρπό 250 έως 500 kg/στρ. Το κριθάρι έχει χρησιμοποιηθεί σε συστήματα συγκαλλιέργειας γιατί έχει πολλούς γενοτύπους με μεγάλη πρωιμότητα. Το γεγονός όμως της πρωιμότητας του το καθιστά πολύτιμο φυτό για τα ξηροθερμικά μεσογειακά αγροοικοσυστήματα. Κατά την καλλιέργεια των χειμερινών σιτηρών ως μονοκαλλιέργεια αυξημένες είναι και οι ανάγκες εφαρμογής ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων για την αποφυγή και τον έλεγχο ζιζανίων και εχθρών. Παρόλα αυτά σε συστήματα συγκαλλιέργειας δεν γίνεται εφαρμογή φυτοπροστατευτικών ουσιών και επίσης δεν εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

## **1.5 Σιτάρι**

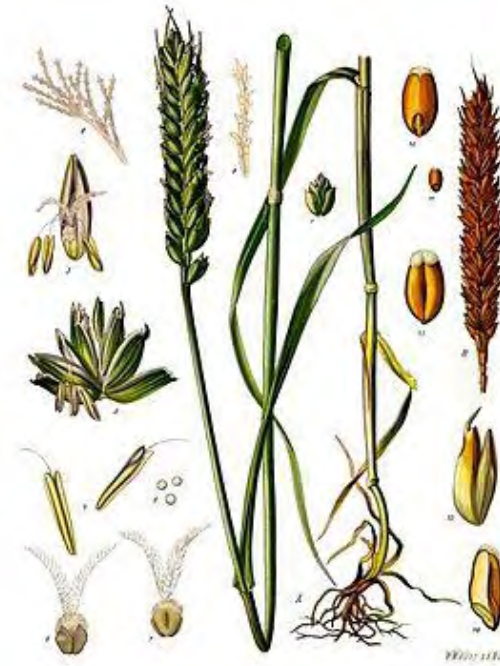
Το σιτάρι ήταν από τα πρώτα φυτά που καλλιεργήθηκαν. Καλλιεργούνταν από την αρχαιότητα. Σύμφωνα με ιστορικά στοιχεία πρωτοκαλλιεργήθηκε πριν από 10.000 χρόνια στην Μέση Ανατολή, η οποία θεωρείται και ο τόπος καταγωγής του (Bozzini, 1998). Σήμερα, η καλλιέργεια του σίτου είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας με τις στρεμματικές εκτάσεις και την απόδοση να ξεπερνούν κατά πολύ αυτές των άλλων σιτηρών.

Ο σίτος ανήκει στο γένος *Triticum* και τα είδη του ταξινομούνται σε 3 ομάδες ανάλογα με το γονιδίωμα: στα διπλοειδή με  $2n=2x=14$  χρωμοσώματα, στα τετραπλοειδή με  $2n=4x=28$ , και στα εξαπλοειδή με  $2n=6x=42$  χρωμοσώματα. Τα είδη σιταριού με την μεγαλύτερη οικονομική σημασία είναι το μαλακό (*Triticum aestivum*) το οποίο είναι εξαπλοειδές και το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) το οποίο είναι τετραπλοειδές (Morris and Sears, 1967).

### **1.5.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά**

Το ριζικό σύστημα των σιτηρών είναι θυσσανώδες και αποτελείται από τις εμβρυακές και τις μόνιμες ρίζες. Ο βλαστός ή στέλεχος είναι κυλινδρικός κάλαμος με μεσογονάτια διαστήματα και το ύψος του κυμαίνεται μεταξύ 0,60 - 1,50 m, ανάλογα με το είδος και την ποικιλία.





**Εικόνα 1.1:** Μορφολογία σίτου. Ανακτήθηκε στις 29/05/2020 από: [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%AF%CF%84%CE%BF%CF%82\\_%CE%BF\\_%CE%BC%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%AF%CF%84%CE%BF%CF%82_%CE%BF_%CE%BC%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82)

Τα φύλλα αποτελούνται από τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήμα του φύλλου, το οποίο περιβάλλει το βλαστό. Τα φύλλα είναι διατεταγμένα σε δύο σειρές απέναντι η μια από την άλλη (φυλλοταξία δίστοιχη) και ο αριθμός τους είναι 5-10, ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Το φύλο που βρίσκεται στην κορυφή του στελέχους είναι το μικρότερο, λέγεται φύλλο σημαία και εφοδιάζει τον κόκκο με προϊόντα φωτοσύνθεσης. Το χρώμα των φύλλων επηρεάζεται από την ποικιλία, την θερμοκρασία, την επάρκεια σε εδαφική υγρασία και από την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων (κυρίως του αζώτου) στο έδαφος. Στο σημείο όπου ενώνεται το έλασμα του φύλλου με τον κολεό υπάρχουν, το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Το σιτάρι έχει μέτριου μεγέθους ωτίδια και γλωσσίδιο. Τα άνθη βρίσκονται πάνω στην ταξιανθία η οποία είναι τύπου στάχης. Η ωρίμανση των σταχυδίων αρχίζει από τα μέσα της ταξιανθίας και επεκτείνεται προς τα άκρα (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

### **1.5.2 Στάδια ανάπτυξης σίτου**

Τα βασικά στάδια ανάπτυξης του σίτου είναι η βλάστηση, η ανάπτυξη του νεαρού φυταρίου (ανάπτυξη των φύλλων), το αδελφωμα, η επιμήκυνση του στελέχους (καλάμωμα), η εμφάνιση της ταξιανθίας (ξεστάχιασμα) και η ανάπτυξη (γέμισμα) του κόκκου (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Μετά την σπορά οι σπόροι αρχίζουν να απορροφούν νερό και να βλαστάνουν. Αρχικά επιμηκύνεται η κολλεόριζα, σχίζει το περικάρπιο και βγαίνει έξω από τον σπόρο, έπειτα εμφανίζεται η πρώτη εμβρυακή ρίζα και ακολουθούν οι υπόλοιπες εμβρυακές ρίζες. Παράλληλα επιμηκύνεται η κολεοπτίλη και βγαίνει στην επιφάνεια του εδάφους. Αφού εμφανιστεί το σποριόφυτο, κάθε 4-5 μέρες δημιουργούνται νέα φύλλα. Συνολικά στο σιτάρι δημιουργούνται 9-10 φύλλα. Μέχρι την εμφάνιση του 4<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> φύλλου αρχίζουν να αυξάνονται γρήγορα και οι κύριες ρίζες, οι οποίες προέρχονται από τον κεντρικό βλαστό και αρχίζουν να αναπτύσσονται με την έκπτυξη του πρώτου αδελφιού. Η δημιουργία αδελφιών διαρκεί για 30-40 ημέρες. Μετά από το στάδιο του αδελφώματος αρχίζει να αυξάνεται το κύριο στέλεχος με την επιμήκυνση των μεσογονατίων. Στην αρχή, επιμηκύνονται τα κατώτερα μεσογονάτια και σταδιακά τα πιο πάνω. Το μεσογονάτιο που είναι στο υψηλότερο σημείο, καλύπτεται από τον κολεό του ανώτερου φύλλου και φέρει την ταξιανθία (στάχης). Έπειτα, αρχίζει να αυξάνεται ο στάχης και ωθείται από την βάση του φυτού προς την κορυφή. Όταν φθάσει στον κολεό του τελευταίου φύλλου ο κολεός διογκώνεται, σχίζεται κατά μήκος και εμφανίζεται η ταξιανθία. Στο τέλος της ανάπτυξης, αρχίζουν να μετακινούνται ουσίες από προϊόντα φωτοσύνθεσης από τα βλαστικά τμήματα των φυτών προς τους αναπτυσσόμενους κόκκους (Παπακώστα -Τασοπούλου, 2012).

### **1.5.3 Οικολογικές απαιτήσεις**

Το σιτάρι, ειδικότερα το μαλακό, προτιμά τα μέσης σύστασης μέχρι βαριά, γόνιμα και με καλή στράγγιση εδάφη. Ακατάλληλα θεωρούνται τα όξινα και ισχυρός εκπλυθέντα εδάφη (Δαναλάτος, 2005).

Το σιτάρι ευδοκμεί σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, ωστόσο μπορεί να καλλιεργηθεί και σε πιο θερμά ή υγρά κλίματα εάν διαθέτουν μια περίοδο σχετικά δροσερή που να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών. Για να βλαστήσουν οι σπόροι του, η άριστη θερμοκρασία είναι 20-22° C, η ελάχιστη είναι 3°C και η μέγιστη 35°C. Οι εαρινές ποικιλίες αντέχουν μέχρι -10°C, οι χειμερινές έως -20°C και μετά από

σκληραγώγηση έως  $-40^{\circ}\text{C}$ . Η άριστη θερμοκρασία για το αδέρφωμα κυμαίνεται μεταξύ  $14^{\circ}\text{C}$  -  $18^{\circ}\text{C}$  και για τη φωτοσύνθεση είναι  $22^{\circ}\text{C}$  (Δαναλάτος, 2005).

Τέλος, εμφανίζει μεγάλη προσαρμοστικότητα όσον αφορά τις απαιτήσεις σε νερό. Το περισσότερο νερό περίπου το 70% των αναγκών του, το χρειάζεται την περίοδο μεταξύ καλαμώματος και άνθησης. Γενικά προτιμώνται περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 270 - 1.750 mm (Σφήκας, 1995).

#### **1.5.4 Καλλιεργητική τεχνική**

##### ***Αμειψισπορά***

Το σιτάρι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα αμειψισποράς, στα οποία εναλλάσσεται με καλλιέργειες ψυχανθών ή άλλων σιτηρών. Η εναλλαγή της καλλιέργειας με άλλα σιτηρά γίνεται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Μια περίπτωση είναι όταν υπάρχει μεγάλη προσβολή από ζάβρο ή ελμινθοσπέρμιο. Τότε μπορεί να καλλιεργηθεί βρώμη ως σύστημα αμειψισποράς, καθώς δεν προσβάλλεται από τους παραπάνω εχθρούς. Το σιτηρό που δεν χρησιμοποιείται σε σύστημα αμειψισποράς είναι το κριθάρι, διότι δεν ωφελείται καμιά από τις δυο καλλιέργειες από αυτόν τον συνδυασμό (Σφήκας, 1995).

##### ***Σπορά***

Στην Ελλάδα η σπορά του σιταριού γίνεται το φθινόπωρο (Οκτώβριο – Νοέμβριο). Η ακριβής ημερομηνία μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα εξαρτάται από την θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις κάθε περιοχής. Σε ορεινές περιοχές η σπορά γίνεται τον Οκτώβριο (Σφήκας, 1995). Σε περίπτωση που καθυστερήσει η σπορά υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Αν η σπορά γίνει πολύ νωρίτερα, τότε τα νεαρά φυτά την περίοδο που θα επικρατούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, θα έχουν φτάσει σε ανεπτυγμένο βλαστικό στάδιο και θα είναι ευαίσθητα στον παγετό (Fowler, 1982).

Το βάθος σποράς κυμαίνεται μεταξύ 10-25 mm, αν οι σπορά γίνει σε βάθος μεγαλύτερο από τα 25mm, τότε παρατηρείται καθυστέρηση στη βλάστηση, μείωση της συσσωρευμένης ξηράς ουσίας και της αντοχής στο ψύχος (Loerpky and Lafond, 1989). Η ποσότητα που χρησιμοποιείται για την σπορά είναι 14-18 kg σπόρου/στρ. σε

περιοχές με ήπιο χειμώνα. Ενώ, σε περιοχές με δριμύ χειμώνα ή για ποικιλίες που δεν αδελφώνουν, η ποσότητα μπορεί να φτάσει και τα 20 kg σπόρου/στρ.

### ***Λίπανση***

Όταν εφαρμόζεται λίπανση σε καλλιέργεια σίτου τότε επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις και βελτίωση της ποιότητας των σπόρων. Η συχνότερη έλλειψη σε θρεπτικά στοιχεία είναι σε άζωτο. Η ανεπάρκεια αζώτου μπορεί να μειώσει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση της καλλιέργειας. Αντιθέτως, η υπερβολική λίπανση με άζωτο μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στην καλλιέργεια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Η λίπανση με φώσφορο γίνεται σε μία δόση πριν από την σπορά (βασική λίπανση). Χάρη στην ικανότητα του να δεσμεύεται στο έδαφος και να απελευθερώνεται σταδιακά, δεν χρειάζεται να εφαρμόζεται σε όλα τα εδάφη και σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Η επάρκεια σε φώσφορο συντελεί στην ταχεία ανάπτυξη των φυτών και την πρόωμη ωρίμανση, το οποίο είναι χρήσιμο σε περιοχές που πλήττονται από παγετούς. Αντιθέτως, η έλλειψη φωσφόρου μειώνει την ανάπτυξη και το αδέλωμα των σιτηρών (McKenzie *et al.*, 2000).

Όσο αναφορά το κάλιο, τα Ελληνικά εδάφη όπου καλλιεργούνται σιτηρά έχουν περίσσεια καλίου και δεν χρειάζεται προσθήκη. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί έλλειψη καλίου, τότε τα φύλλα νεκρώνουν περιφερειακά (Σφήκας, 1995).

### ***Άρδευση***

Η εφαρμογή άρδευσης στο σιτάρι είναι σημαντική την Άνοιξη όταν τα φυτά θα βρίσκονται στο στάδιο μεταξύ του καλαμώματος και της άνθησης. Την υπόλοιπη καλλιεργητική περίοδο, λόγω της μεγάλης προσαρμοστικότητας που εμφανίζει ως προς την διαθεσιμότητα σε νερό μπορεί να μην εφαρμόζεται άρδευση αν οι βροχοπτώσεις στην περιοχή επαρκούν. Η άρδευση μπορεί να γίνει είτε με σταγόνες ή με καταιονισμό, αν και συνήθως προτιμάται η πρώτη μέθοδος, για την αποφυγή ανάπτυξης ασθενειών που σχετίζονται με την αυξημένη υγρασία.

### ***Συγκομιδή***

Η συγκομιδή του σίτου γίνεται όταν ο κόκκος βρίσκεται στο στάδιο του σκληρού σπόρου και η υγρασία του είναι κάτω από 25%. Η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές.

### ***Ζιζανιοκτονία***

Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων μπορούν να γίνουν τα παρακάτω (Ελευθεροχωρινός, 2002):

- Απομάκρυνση με το χέρι (ξεβοτάνισμα). Δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε μη γραμμικές καλλιέργειες ή για την αντιμετώπιση πολυετών ζιζανίων.
- Εφαρμογή καλλιεργητικών μέτρων (π.χ. αμειψισπορά, συγκαλλιέργεια).
- Εφαρμογή σκαλισμάτων όταν η καλλιέργεια γίνεται σε γραμμές.
- Εφαρμογή ζιζανιοκτόνων προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά.
- Προληπτικά μέτρα, όπως επιλογή σπόρου απαλλαγμένου από ζιζάνια, πυκνότερη σπορά, επιλογή ανταγωνιστικότερων ειδών, ποικιλιών ή υβριδίων.

### ***Απόδοση***

Οι εκτάσεις οι οποίες καλλιεργούνται στην Ελλάδα έχουν διατηρηθεί στα ίδια επίπεδα σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, με μέση απόδοση τα 230 κιλά ανά στρέμμα (FAOSTAT, 2006). Σε πολύ γόνιμα εδάφη με καλή στράγγιση, όταν γίνεται άρδευση και λίπανση της καλλιέργειας τότε οι αποδόσεις αυξάνονται σε πολύ υψηλά επίπεδα. Για να επιδράσει θετικά η άρδευση στην τελική απόδοση πρέπει να γίνει όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος θα είναι χαμηλή και στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης του φυτού (Παπακώστα -Τασοπούλου, 2012).

### ***Εχθροί και ασθένειες***

Οι κυριότερες ασθένειες είναι η σκωρίαση του στελέχους ή μαύρη σκωρίαση, η καστανή σκωρίαση του σίτου ή σκωρίαση των φύλλων, οι άνθρακες και δαυλίτες και το ωίδιο των σιτηρών. Και οι κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί είναι ο Ζάβρος και ο Κριόκερος των σιτηρών (Λάσκαρης, 2005).

## **1.6 Ψυχανθή**

### **1.6.1 Γενικά στοιχεία**

Τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών έχουν μεγάλη οικονομική σημασία και μετά από τα σιτηρά είναι η πιο σημαντική καλλιέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο. Σήμερα, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς και η Τουρκία είναι από τις χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή ψυχανθών (ΥπΑΑΤ, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2007).

Η καλλιέργεια τους αφορά κυρίως την παραγωγή σανού για την κτηνοτροφία, την παραγωγή καρπών για την διατροφή των ανθρώπων και των ζώων και την χρησιμοποίησή τους για χλωρά λίπανση. Όσον αφορά την ανθρώπινη κατανάλωση οι καρποί των ψυχανθών (όσπρια) περιέχουν τις ίδιες περίπου θερμίδες με τα σιτηρά, αλλά σχεδόν διπλάσια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (ΥπΑΑΤ, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2007). Από τα είδη που ανήκουν στα ψυχανθή η μηδική, ο βίκος και το τριφύλλι καλλιεργούνται για παραγωγή σανού, ενώ το λούπινο, το κουκί, το μπιζέλι και η σόγια για τον σπόρο τους. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια των ψυχανθών είναι περιορισμένη. Τα είδη που καλλιεργούνται περισσότερο είναι ο βίκος, το φασόλι, τα κουκιά, η φακή και το ρεβίθι (Εθνική Στατιστική Αρχή, 2018).

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των ψυχανθών είναι η ικανότητα που έχουν να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μεταφέρουν στο έδαφος. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις τους σε άζωτο. Όλη αυτή η διαδικασία γίνεται μέσω των αζωτοβακτηρίων του γένους *Rhizobium* που υπάρχουν στις ρίζες των φυτών (Παπακώστα -Τασοπούλου, 2012).

### **1.6.2 Ψυχανθή που χρησιμοποιούνται σε συστήματα συγκαλλιέργειας**

Τα κυριότερα χειμερινά καρποδοτικά ψυχανθή είναι ο βίκος, τα κουκιά, το μπιζέλι, το λαθούρι και το λούπινο. Σε συστήματα συγκαλλιέργειας χρησιμοποιούνται κυρίως ο βίκος και το κτηνοτροφικό μπιζέλι, τα οποία συνδυάζονται κατά κύριο λόγο με κάποιο χειμερινό σιτηρό (Lithourgidis *et al.*, 2011; Dordas *et al.*, 2012). Όταν χρησιμοποιούνται ψυχανθή σε συστήματα συγκαλλιέργειας, τότε τα συγκαλλιεργούμενα με τα ψυχανθή φυτά, π.χ. τα χειμερινά σιτηρά, καλύπτουν μεγάλο

μέρος των απαιτήσεων τους σε άζωτο, χάρη στην αζωτοδεσμευτικής ικανότητας των ψυχανθών (Trydeman Knudsen *et al.*, 2004). Οι αποδόσεις των καλλιεργειών κυμαίνονται σε 300 - 500 kg/στρ σε σπόρο για τα κτηνοτροφικά κουκιά, 150 – 250 kg/στρ σπόρο και 500 – 1000 kg/στρ σανό για το βίκο και 300– 400 kg/στρ σπόρο και 750 – 1000 kg/στρ σανό για το κτηνοτροφικό μπιζέλι.

## **1.7 Μπιζέλι**

Τα μπιζέλια ανήκουν στο είδος *Pisum sativum* L. και καλλιεργούνται με σκοπό την παραγωγή καρπών για ανθρώπινη κατανάλωση και για ζωοτροφές. Τα είδη που ανήκουν στο γένος *Pisum* προέρχονται από το Αφγανιστάν και την Αιθιοπία. Στη σύγχρονη εποχή οι χώρες που παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες μπιζελιών είναι ο Καναδάς, η Κίνα, η Ινδία και η Ρωσία. Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε πολύ μικρή έκταση και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή χορτομάζας προς βόσκηση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τα μπιζέλια βοτανικά ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών (Fabaceae), στο γένος *Pisum* και στο είδος *Pisum sativum* L. Εντός του είδους διακρίνονται δύο ποικιλίες, η ποικιλία *arvense* *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense*, όπου κατατάσσεται το κτηνοτροφικό μπιζέλι και η ποικιλία *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *sativum*, όπου κατατάσσεται το λαχανοκομικό μπιζέλι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

### **1.7.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά**

Το μπιζέλι είναι ετήσιο, ποώδες φυτό και το ύψος του κυμαίνεται μεταξύ 30-40 cm για τις νάνες ποικιλίες και πάνω από 2 μέτρα για τις αναρριχώμενες ποικιλίες. Έχει ισχυρή πασσαλώδη ρίζα που μπορεί να φτάσει σε βάθος ενός μέτρου, όμως το μεγαλύτερο μέρος από το ριζικό σύστημα είναι επιφανειακό και αραιό. Η ανάπτυξη των φυτών είναι κατακόρυφη με μπερδεμένη βλάστηση (Frame, 2004).

Ο βλαστός είναι λεπτός, εύθραυστος, κενός εσωτερικά και καλύπτεται από κηρώδες επίχρισμα. Η διατομή του είναι γωνιώδης ή στρογγυλή και το μήκος του κυμαίνεται μεταξύ 45-120 cm, αλλά συχνά τα φυτά πλαγιάζουν.

Τα φύλλα είναι σύνθετα και εκφύονται εναλλάξ από το στέλεχος. Κάθε φύλλο αποτελείται από δύο παράφυλλα τοποθετημένα στη βάση, ακολουθούν 2-3 ζεύγη από αντίθετα φύλλα και ένα ή περισσότερα ζεύγη ελίκων. Το χρώμα των φύλλων είναι κιτρινοπράσινο ή κυανοπράσινο και επηρεάζεται από την ποικιλία. Η ταξιανθία είναι τύπου βότρυς και έχει 1-2 αυτόγονιμοποιούμενα άνθη, τα οποία θα δώσουν λοβούς. Οι λοβοί του κτηνοτροφικού μπιζελιού έχουν μήκος 4-6 cm, ενώ στο λαχανοκομικό φτάνουν μέχρι και 12 cm. Οι λοβοί του μπιζελιού περιέχουν 2-10 σπόρους. Του λαχανοκομικού μπιζελιού είναι σφαιρικοί, λείοι ή συρρικνωμένοι, κιτρινόλευκου ή κυανοπράσινου χρώματος, ενώ του κτηνοτροφικού είναι σφαιρικοί ή ελαφρά πεπλατυσμένοι, λείοι και σπάνια συρρικνωμένοι, ποικίλων χρωματισμών από γκρι-καφέ μέχρι καστανό και μπορεί να φέρουν στίγματα (Δαλιάνης, 1993; Παπακόστα-Τασοπούλου, 2005).



**Εικόνα 1.3:** Καλλιέργεια μπιζελιού. Ανακτήθηκε στις 29/05/2020 από: <http://www.agroepirus.gr/eagro/farmers/articles/article.jsp?context=9104&articleid=5792>

### **1.7.2 Στάδια ανάπτυξης μπιζελιού**

Το μπιζέλι έχει υπόγειο φύτευμα. Η ρίζα αναπτύσσεται πολύ γρήγορα, με το μέγιστο της ανάπτυξης της, να παρουσιάζεται πριν την εμφάνιση των πρώτων ανθικών καταβολών. Λίγο πριν από την εμφάνιση του πρώτου άνθους σταματά απότομα η παραγωγή νέων ριζών. Η ριζική δραστηριότητα αναζωπυρώνεται σε μικρή κλίμακα



όταν αρχίζουν να σχηματίζονται οι λοβοί και ξανασταματά με την ωρίμανση των λοβών.

Το υπέργειο τμήμα του φυτού αναπτύσσεται ταχύτατα και συνεχώς. Η ανάπτυξη του μπιζελιού διαρκεί 12-18 εβδομάδες, ανάλογα με την ποικιλία. Όταν τα φυτά έχουν περίπου 4-6 φύλλα εμφανίζεται ο πρώτος ανθοφόρος κόμβος στο ακραίο μερίστωμα. Ο χρόνος που απαιτείται για την εμφάνιση του πρώτου ανθοφόρου κόμβου εξαρτάται από την πρωιμότητα κάθε ποικιλίας και επηρεάζεται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την φωτοπερίοδο. Στους πρώτους κόμβους του κεντρικού βλαστού δεν αναπτύσσονται άνθη. Η άνθηση εξελίσσεται από το κατώτερο τμήμα των βλαστών προς την κορυφή σταδιακά και διαρκεί αρκετές εβδομάδες. Η διάρκεια της άνθησης είναι συνάρτηση του αριθμού των ανθοφόρων γονάτων του βλαστού, όσο λιγότερα τόσο μικρότερη θα είναι η διάρκεια της άνθησης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Η ταξιανθία είναι τύπου βότρυς. Κάθε ταξιανθία έχει 1-2 και σπάνια περισσότερα αυτόγονιμοποιούμενα άνθη, τα οποία θα δώσουν λοβούς. Οι λοβοί του κτηνοτροφικού μπιζελιού έχουν μήκος 4-6 cm, ενώ του λαχανοκομικού είναι μεγαλύτεροι (Δαλιάνης, 1993; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

### **1.7.3 Οικολογικές απαιτήσεις**

#### ***Θερμοκρασία***

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι έχει σχετική αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες και καλλιεργείται σε υγρές και ψυχρές περιοχές. Αντίθετα, το λαχανοκομικό μπιζέλι αν και παρουσιάζει αντοχή σε παγετούς μικρής έντασης, επιλέγεται να καλλιεργείται σε περιοχές με πιο ήπιο κλίμα. Για την βλάστηση των σπόρων απαιτείται ελάχιστη θερμοκρασία 5° C. Ακόμη, οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες έχουν αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη και στην απόδοση των φυτών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

#### ***Βροχόπτωση και Υγρασία***

Η εδαφική υγρασία επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη του μπιζελιού. Επειδή το ριζικό του σύστημα αναπτύσσεται επιφανειακά, μπορεί να απορροφά νερό μόνο από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους και μέχρι βάθος 70 cm περίπου. Τις

μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό, τις έχει στο στάδιο της άνθησης και του γεμίσματος των σπόρων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

### ***Εδαφολογικές απαιτήσεις***

Το μπιζέλι προσαρμόζεται σε διάφορους τύπους εδάφους. Ωστόσο, πιο κατάλληλα είναι τα μέτριας γονιμότητας πηλώδη ή αργιλοπηλώδη με καλή στράγγιση εδάφη, τα οποία έχουν υψηλές ποσότητες ασβεστίου και pH 5,5-7 (Δαλιάνης, 1993).

#### ***1.7.4 Καλλιεργητική τεχνική***

##### ***Σπορά***

Στις εύκρατες περιοχές, η σπορά του μπιζελιού γίνεται Οκτώβριο - Νοέμβριο. Πριν από την σπορά το έδαφος οργώνεται, έπειτα γίνεται ψιλοχωματισμός και τέλος ισοπέδωση του. Η σπορά γίνεται σε γραμμές με τη χρήση σπαρτικών μηχανών και η απόσταση μεταξύ των γραμμών να ορίζεται στα 25 cm. Το βάθος σποράς κυμαίνεται μεταξύ 3-7 cm και επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους και τα ποσοστά υγρασίας. Συνήθως σε έκταση ενός στρέμματος τοποθετούνται 6-12 Kg σπόρου (Δαλιάνης, 1993; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

##### ***Λίπανση***

Το μπιζέλι, λόγω της υψηλής αζωτοδεσμευτικής απαιτεί κυρίως λίπανση με κάλιο και φώσφορο. Η ποσότητα στην οποία θα εφαρμοστούν εξαρτάται από την περιεκτικότητα τους στο έδαφος. Γενικά, πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση μπιζελιών σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο, καθώς το άζωτο ευνοεί την βλαστική ανάπτυξη σε βάρος της παραγωγής καρπών. Επίσης, οι υψηλές ποσότητες αζώτου στο έδαφος μειώνουν την αζωτοδεσμευτική ικανότητα των βακτηρίων *Rhizobium* (NDSU, 2009).

##### ***Άρδευση***

Η καλλιέργεια έχει μεγαλύτερες απαιτήσεις σε εδαφική υγρασία στο στάδιο της άνθησης και της καρπόδεσης. Όταν γίνει άρδευση στην έναρξη της άνθησης και στο

στάδιο κατά το οποίο διογκώνονται οι λοβοί, τότε επιτυγχάνονται υψηλότερες αποδόσεις (Δαλιάνης, 1993). Ωστόσο, σε βαριά εδάφη η κατακράτηση νερού στον αγρό, ιδιαίτερα πριν από την άνθηση έχει αρνητικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια. Γι' αυτό σε περίπτωση άρδευσης με κατάκλιση, συνίσταται να δίνονται σταδιακά μικρές ποσότητες νερού (Pulse Online Database, 2015).

### ***Συγκομιδή***

Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για την παραγωγή καρπών, τότε πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στο στάδιο της συγκομιδής. Διότι αν συλλεχθούν νωρίτερα από το κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης, τότε θα υπάρξει μείωση της απόδοσης. Ενώ, αν ξεπεραστεί το κατάλληλο στάδιο, ακόμη και για μία ημέρα αρχίζει η υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού. Το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής προσδιορίζεται με τη μέτρηση της τρυφερότητας των σπερμάτων και της περιεκτικότητας τους σε σάκχαρα. Επίσης, οι λοβοί θα πρέπει να είναι καλογεμισμένοι, το χρώμα τους να έχει γίνει ανοιχτό πράσινο από σκούρο πράσινο και το μέγεθος των σπερμάτων να έχει φτάσει στο μέγιστο (Δαλιάνης, 1993).

### ***Ζιζανιοκτονία***

Η καταπολέμηση των ζιζανίων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών, όπως είναι η αμειψισπορά, η πυκνή σπορά, κ.α. Ανάλογα με τη χρήση της καλλιέργειας μπορεί να γίνει και εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Για παράδειγμα στις καλλιέργειες κτηνοτροφικού μπιζελιού δεν γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων, ενώ στις λαχανοκομικές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται (Δαλιάνης, 1993; Frame, 2004).

### ***Απόδοση***

Η απόδοση του μπιζελιού επηρεάζεται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, τον τρόπο καλλιέργειας και τον γονότυπο. Σύμφωνα τον FAO, η μέση παγκόσμια απόδοση σε σπόρο το 2003, ανερχόταν σε 160 kg/στρ., με εύρος 50-550 kg σπόρου/στρ. Στην Ελλάδα η μέση απόδοση σύμφωνα με τον FAO (2003) ήταν 170 kg/στρ για τις καρποδοτικές ποικιλίες μπιζελιού. Ωστόσο όταν εγκατασταθεί η κατάλληλη ποικιλία

και ακολουθηθεί η κατάλληλη καλλιεργητική τεχνική τότε η απόδοση να φτάσει μέχρι και 400 kg/στρ. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

### ***Εχθροί – Ασθένειες***

Η σημαντικότερη ασθένεια του μπιζελιού είναι οι σήψεις των ριζών που προκαλείται από τους μύκητες *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.* και *Aphanomyces euteiches*. Ενώ, οι κυριότερες εντομολογικές προσβολές οφείλονται στον βρούχο (*Bruchus pisorum*), τον φυτονόμο (*Hypera postica*), τη σιτόνα (*Sitona lineatus*) και τις αφίδες (*Acyrtosiphon Pisum*). Τέλος, όσον αφορά τις ιολογικές ασθένειες, η σημαντικότερη είναι το μωσαϊκό του μπιζελιού (PSBMV – pea seedborne mosaic virus) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

### ***1.8 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας***

Η μελέτη των συστημάτων συγκαλλιέργειας σιτηρών με ψυχανθή έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές. Σύμφωνα με πειραματική μελέτη των Γαλανοπούλου και Δόρδα (2014) που αφορούσε το σύστημα συγκαλλιέργειας μεταξύ κουκιών και κριθαριού, μελετήθηκε η απόδοση, η αύξηση της βιομάζας, ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών, η ποιότητα και η οικονομικότητα του μείγματος σε διαφορετικούς τρόπους σποράς. Από την συγκεκριμένη εργασία προέκυψε ότι η μονοκαλλιέργεια των κουκιών είχε υψηλότερη παραγωγή σε βιομάζα ενώ, η παραγωγή βιομάζας στη μονοκαλλιέργεια του κριθαριού δεν διέφερε από τα υπόλοιπα συστήματα συγκαλλιέργειας. Επίσης, το ύψος των φυτών στις μονοκαλλιέργειες ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τα περισσότερα συστήματα συγκαλλιέργειας και το ολικό N και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη δεν μεταβαλλόταν σημαντικά. Ακόμη, η συγκαλλιέργεια κουκιά – κριθάρι σε αναλογία 1:1 πλεονεκτούσε στη χρήση περιβαλλοντικών πόρων για την ανάπτυξη των φυτών. Όσον αφορά το οικονομικό επίπεδο, η συγκαλλιέργεια κουκιά - κριθάρι πλεονεκτούσε σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια. Τέλος, τα συστήματα κουκιά-κριθάρι στην ίδια γραμμή σε αναλογία 2:1 είχαν το μικρότερο ανταγωνισμό από πλευράς των κουκιών (Γαλανοπούλου και Δόρδας, 2014).

Σε εργασία των Φωλίνα και Μπιλάλης (2018) αξιολογήθηκαν 2 είδη ψυχανθών και αγρωστωδών συγκαλλιέργειας σε συστήματα βιολογικής παραγωγής. Τα ψυχανθή

που μελετήθηκαν ήταν το κουκί και το τριφύλλι και τα αγρωστώδη το λόλιουμ και η σίκαλη. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι η συγκαλλιέργεια επέδρασε σημαντικά στην απόδοση σε βιομάζα με την υψηλότερη απόδοση να εμφανίζει ο συνδυασμός σίκαλη- κουκί (Φωλίνα και Μπιλάλης, 2018).

Σε έρευνα των Trydeman Knudsen *et al.* (2004), αξιολογήθηκε η συγκαλλιέργεια κριθαριού με κτηνοτροφικό μπιζέλι και κριθαριού με κτηνοτροφικά κουκιά ως προς την απόδοση και βρέθηκε ότι στον συνδυασμό κριθαριού-μπιζέλι (κτηνοτροφικό) η απόδοση σε καρπό ήταν μικρότερη από αυτές στη μονοκαλλιέργεια κριθαριού ή μπιζελλίου. Ενώ, η απόδοση του συνδυασμού κριθαριού με κτηνοτροφικό κουκί ήταν μεγαλύτερη από αυτήν της μονοκαλλιέργειας κτηνοτροφικών κουκιών.

### **1.9 Σκοπός εργασίας**

Η συγκεκριμένη μελέτη είχε ως σκοπό την αξιολόγηση των επιλογών της προηγούμενης χρονιάς ως προς την απόδοση σε πείραμα με γειτονικό μάρτυρα και την αξιολόγηση της συμβιωτικής σχέσης που αναπτύχθηκε μεταξύ των επιλογών του σιταριού και του μπιζελλίου.

## **2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **2.1 Τοποθεσία πειράματος**

Η εγκατάσταση της συγκαλλιέργειας έγινε στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών & Βοσκών (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), στην Λάρισα. Το πείραμα ήταν μέρος του ερευνητικού προγράμματος remix και οι σπόροι λήφθηκαν από φυτά του κυψελωτού R-7 πειράματος που είχε πραγματοποιηθεί το 2017-18 στο ΑΠΘ, στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής. Η σπορά των δύο ειδών *Triticum aestivum* (μαλακό σιτάρι) και *Pisum sativum* L (μπιζέλι) έγινε στις 04/12/2018 και η συγκομιδή τους στις

10/06/2019. Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα από την σελίδα του METEO στην περιοχή της Λάρισας, όπου έγινε το πείραμα, το ύψος το ετήσιο ύψος της βροχόπτωσης για το έτος 2019 ήταν 475,6 mm. Το συνολικό ύψος της βροχόπτωσης από την σπορά μέχρι και την συγκομιδή των ειδών της συγκαλλιέργειας ήταν 182,6 mm. Τέλος, για τον μήνα Δεκέμβριο (σπορά των ειδών) η ελάχιστη θερμοκρασία ήταν 0.8 °C και η μέγιστη 10,5 °C.

ΣΤΑΘΜΟΣ	Γεωγ. Μήκος	Γεωγ. Πλάτος	Tmean	TX	TN	RR	INST
ΣΕΡΡΕΣ	23,53	41,07	4,7	9,6	0	14	122
ΦΛΩΡΙΝΑ	21,40	40,78					
ΚΑΣΤΟΡΙΑ	21,27	40,45	3	8,3	-1,8	20	125
ΤΡΙΚΑΛΑ ΗΜΑΘΕΙΑΣ	22,55	40,60					
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	22,97	40,52	6,5	10,3	2,8	35	134
ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ	24,62	40,92	6,2	10,4	2,1	66	119
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	25,95	40,85	6,2	9,6	2	61	87
ΚΟΖΑΝΗ	21,83	40,28	2,9	7,2	-0,9	4	
ΚΕΡΚΥΡΑ	19,92	39,62	11,6	15,9	7,5	145	120
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	20,82	39,70	5,2	9,4	0,5	100	93
ΠΡΕΒΕΖΑ	20,76	38,91	10,8	14,6	7,9	146	
ΤΡΙΚΑΛΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	21,77	39,52					
ΛΑΡΙΣΑ	22,45	39,65	5,5	10,5	0,8	22	118

**Εικόνα 2.1:** Μετεωρολογικά δεδομένα θερμοκρασίας και ύψος βροχόπτωσης (mm) για τον μήνα Δεκέμβριο του 2018.

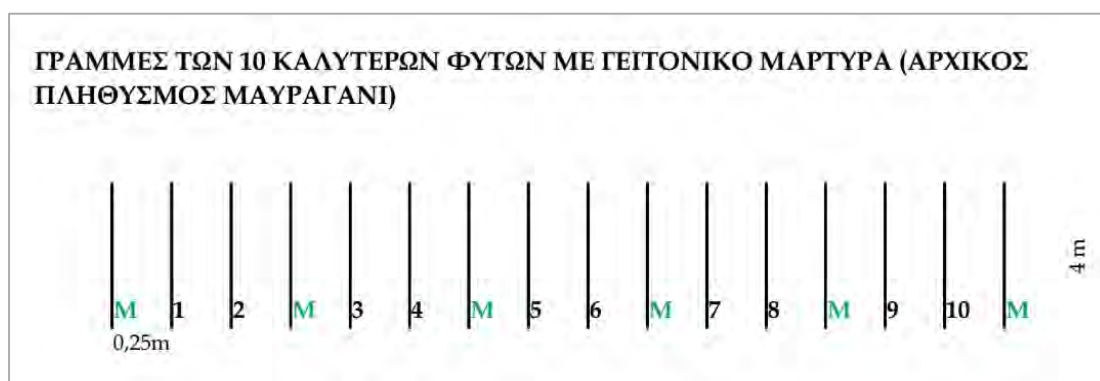
		PRECIPITATION						
(mm)		TOTAL	DEP. FROM NORM	MAX OBS. DAY	DATE	DAYS OF RAIN OVER		
YR	MO					.2	2	20
19	1	68.8	0.0	13.6	3	17	9	0
19	2	19.2	0.0	19.2	6	1	1	0
19	3	19.2	0.0	13.2	12	7	2	0
19	4	18.0	0.0	5.0	12	15	3	0
19	5	35.4	0.0	14.0	14	9	3	0
19	6	21.2	0.0	10.2	16	8	3	0
19	7	45.4	0.0	37.4	16	6	2	1
19	8	5.4	0.0	5.4	16	1	1	0
19	9	13.0	0.0	8.0	19	3	2	0
19	10	34.8	0.0	25.8	4	4	3	1
19	11	70.8	0.0	11.0	25	15	8	0
19	12	124.4	0.0	66.4	11	8	5	2
		475.6	0.0	66.4	DEC	94	42	4

**Εικόνα 2.2:** Ύψος βροχόπτωσης (mm) για την περιοχή της Λάρισας το έτος 2019.

## 2.2 Πειραματικό σχέδιο

Στην παρούσα μελέτη έγινε αξιολόγηση με την μέθοδο του γειτονικού μάρτυρα (ΓΜ) σε πυκνή σπορά, των απογόνων των 10 υπέρτερων ατομικών φυτών σίτου που προέκυψαν από το κυψελωτό R-7 (2017-18, ΑΠΘ), σε συγκαλλιέργεια (χαλί) με μπιζέλι. Τα καλύτερα φυτά που επιλέχθηκαν προέρχονταν από την ποικιλία Μαυραγάκι. Ενώ, οι σπόροι του μπιζελιού ήταν της ποικιλίας Δωδώνη.

Το πείραμα είχε συνολικά 16 γραμμές των 4 m. Πάνω σε κάθε γραμμή έγινε σπορά και των δύο φυτικών ειδών. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 0,25 m. Στις 10 γραμμές είχαν σπαρθεί οι επιλογές του σίτου και το μπιζέλι και στις 6 γραμμές (γειτονικός μάρτυρας) είχε σπαρθεί ο αρχικός πληθυσμός της ποικιλίας Μαυραγάκι και το μπιζέλι. Στην σχηματική απεικόνιση 2.1 φαίνεται το πειραματικό σχέδιο, οι γραμμές φύτευσης, οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών και η θέση των γειτονικών μαρτύρων.



**Σχήμα 2.1:** Πειραματικό σχέδιο συγκαλλιέργειας.

Η σπορά έγινε ως εξής:

- Σε κάθε σειρά αρχικά τοποθετούταν 4 g σπόρου σιταριού και μετά 14 g σπόρου μπιζελιού.
- Οι γραμμές 1-10 είχαν 4g σπόρου σιταριού από τα επιλεγμένα φυτά και 14g σπόρου μπιζελιού Δωδώνη. Ενώ, οι γραμμές με τον συμβολισμό (M) είχαν 4g σπόρου σιταριού από τον αρχικό πληθυσμό (Μαυραγάκι) και 14g σπόρου μπιζελιού Δωδώνη.



**Εικόνα 2.3:** Η γραμμική συγκαλλιέργεια του σίτου με το μπιζέλι κατά την διάρκεια του πειράματος.

### ***2.3 Καλλιεργητικές εργασίες***

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν έγινε άρδευση της συγκαλλιέργειας. Για τον έλεγχο των ζιζανίων έγινε πριν την σπορά σκάλισμα του εδάφους και απομάκρυνση φυτικών ειδών και κατά την διάρκεια της καλλιέργειας γινόταν σκαλίσματα μεταξύ των γραμμών ανά αραιά χρονικά διαστήματα. Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν παρατηρήθηκε σοβαρή προσβολή των φυτών από εχθρούς και ασθένειες και δεν εφαρμόστηκε κάποιο φυτοπροστατευτικό σκεύασμα.

### ***2.4 Λήψη παρατηρήσεων***

Οι παρατηρήσεις λήφθηκαν μέσα στο χρονικό διάστημα 3/4/2019 - 10/6/2019 και η καταγραφή των αποτελεσμάτων γινόταν σε εβδομαδιαία βάση. Οι παρατηρήσεις αφορούσαν:

- i. Το ύψος των φυτών του μαλακού σίτου και του μπιζελιού.





**Εικόνα 2.7:** Μέτρηση του ύψους σε φυτά μπιζελιού.



**Εικόνα 2.8:** Μέτρηση του ύψους σε φυτά σιταριού.

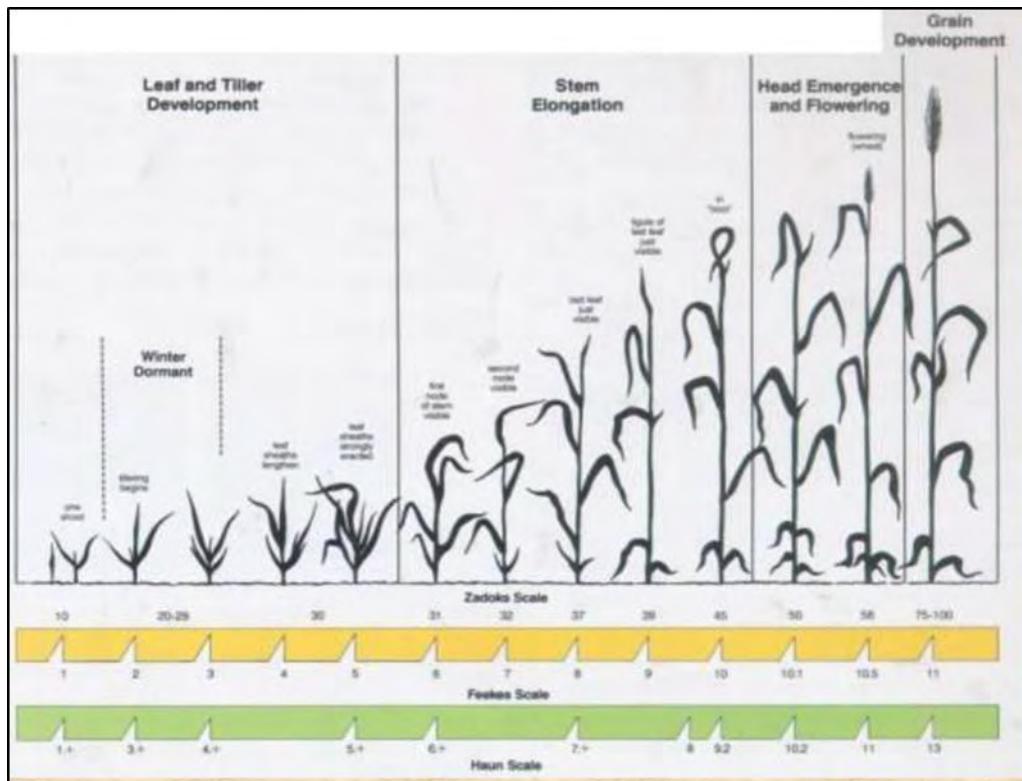
- ii. Την απόσταση των μεσογονατίων διαστημάτων στα φυτά σιταριού και τον αριθμό των φύλλων στα φυτά μπιζελιού.
- iii. Τα φαινολογικά στάδια των φυτών του μαλακού σίτου και του μπιζελιού, σε εβδομαδιαία βάση. Όπου, γινόταν περιγραφή της παράλληλης ανάπτυξης (phenological growth stages) του μαλακού σίτου και του μπιζελιού, τόσο στον αρχικό πληθυσμό (Γειτονικό Μάρτυρα) όσο και στις γραμμές με τους επιλεγμένους πληθυσμούς. Τα μορφολογικά στάδια διακρίνονταν με βάση την κλίμακα του Zaddock για το σιτάρι και των identification keys για το μπιζέλι με βάση την έκδοση του BBCH3.
- iv. Την τελική απόδοση σε καρπό στο σιτάρι και στο μπιζέλι για όλες τις μεταχειρίσεις (και τις 16 γραμμές). Επίσης, υπολογίστηκε και η απόδοση κάθε σειράς επί τοις εκατό της απόδοσης του κοινού γειτονικού μάρτυρα με τον οποίο γειτνιάζει. Το επί τοις εκατό ποσοστό της απόδοσης για κάθε γραμμή σε σχέση με τον γειτονικό μάρτυρα υπολογίστηκε με τους ακόλουθους τύπους:

**Γραμμή A= [(Απόδοση γραμμής) / (Σταθμισμένος μέσος όρος γειτονικού μάρτυρα)]\*100.**

Όπου: Σταθμισμένος μ.ο. γειτονικού μάρτυρα= (2/3\*απόδοση πλησιέστερου μάρτυρα) + (1/3\*απόδοση μάρτυρα που απέχει δύο γραμμές).

Στάδιο φυτού	Περιγραφή σταδίου	Στάδιο φυτού	Περιγραφή σταδίου	Στάδιο φυτού	Περιγραφή σταδίου	Στάδιο φυτού	Περιγραφή σταδίου
Φύτρωμα		Ανάπτυξη βλαστού		Εξεστάχιασμα		Ανάπτυξη ζύμης	
GS10	Εκπτυξη του πρώτου φύλλου μέσα από το κολλόπιλο	GS30	Ταξιανθία στο 1εκ	GS51	Εμφάνιση του ακραίου σταχυδίου αμέσως επάνω από το φύλλο σημαία	GS83	Στάδιο σχηματισμού ζύμης
GS11	Εμφάνιση του 1ου πραγματικού φύλλου	GS31	Σχηματισμός του 1ου κόμπτου	GS55	Εμφάνιση του μισού στάχειως επάνω από το φύλλο σημαία	GS85	Στάδια μαλακής ζύμης
GS13	3 πραγματικά φύλλα	GS32	2ος κόμπος ανιχνεύσιμος	GS59	Πλήρης εκπτυξη του στάχειως πάνω από το φύλλο σημαία	GS87	Στάδιο σκληρής ζύμης ή κηρού
GS15	5 πραγματικά φύλλα	GS33	3ος κόμπος ανιχνεύσιμος	Ανθοφορία		Ωρίμανση	
GS19	9 ή περισσότερα πραγματικά φύλλα	GS37	Εμφάνιση του φύλλου σημαία	GS61	Έναρξη ανθοφορίας	GS91	Σκληρός κόκκος (δεν σπάζει εύκολα)
-		GS39	Φύλλο σημαία πλήρως ανεπτυγμένη	GS65	Μέσο ανθοφορίας	GS92	Σκληρός κόκκος που δεν διαχωρίζεται εύκολα με το νύχι
Αδέλφωμα		Όργανα αναπαραγωγής		GS69	Ολοκλήρωση ανθοφορίας	GS93	Στάδιο πλήρους ωρίμανσης
GS20	Κύριος βλαστός			GS89			
GS21	Κύριος βλαστός και 1 αδελφί	GS41	Η θήκη του φύλλου σημαία επεκτείνεται	Στάδιο γάλακτος			
GS23	Κύριος βλαστός και 3 αδελφία	GS43	Η θήκη του φύλλου σημαία ξεκινάει να διογκώνεται	GS71	Ο κόκκος ενυδατώνεται		
GS25	Κύριος βλαστός και 5 αδελφία	GS45	Η θήκη του φύλλου σημαία έχει διογκωθεί πλήρως	GS73	Πρώιμη γαλάκτωση καρύσσης		
GS29	Κύριος βλαστός και 9 αδελφία	GS47	Η θήκη του φύλλου σημαία ανοίγει	GS75	Η γαλάκτωση της καρύσσης είναι στο μέσο		
				GS77	Η γαλάκτωση είναι προχωρημένη		

**Εικόνα 2.3:** Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης του σίτου σύμφωνα με την κλίμακα του Zaddock. Ανακτήθηκε στις 19/05/2020 από: <https://www.yara.gr/threpsilipansi/lipansi-sitari/stadia-sitariou/>



**Εικόνα 2.4:** Τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης του σίτου. Ανακτήθηκε στις 18/05/2020 από: <https://slideplayer.gr/slide/11870635/66/images/28/%CE%A3%CF%84%CE%AC%CE%B4%CE%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1.jpg>

## Pea Weber and Bleiholder, 1990; Feller et al., 1995 b

### Phenological growth stages and BBCH-identification keys of pea

(*Pisum sativum* L.)

---

Code	Description
------	-------------

---

#### Principal growth stage 0: Germination

00	Dry seed
01	Beginning of seed imbibition
03	Seed imbibition complete
05	Radicle emerged from seed
07	Shoot breaking through seed coat
08	Shoot growing towards soil surface; hypocotyl arch visible
09	Emergence: shoot breaks through soil surface ("cracking stage")

---

#### Principal growth stage 1: Leaf development

10	Pair of scale leaves visible
11	First true leaf (with stipules) unfolded or first tendril developed
12	2 leaves (with stipules) unfolded or 2 tendrils developed
13	3 leaves (with stipules) unfolded or 3 tendrils developed
1 .	Stages continuous till . . .
19	9 or more leaves (with stipules) unfolded or 9 or more tendrils developed

---

#### Principal growth stage 3: Stem elongation (Main shoot)

30	Beginning of stem elongation
31	1 visibly extended internode <sup>1</sup>
32	2 visibly extended internodes <sup>1</sup>
33	3 visibly extended internodes <sup>1</sup>
3 .	Stages continuous till . . .
39	9 or more visibly extended internodes <sup>1</sup>

---

#### Principal growth stage 5: Inflorescence emergence

51	First flower buds visible outside leaves
55	First separated flower buds visible outside leaves but still closed
59	First petals visible, flowers still closed

---

<sup>1</sup> The first internode extends from the scale leaf node to the first true leaf node

**Εικόνα 2.5:** Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης μπιζελιού από την σπορά μέχρι την εμφάνιση των ανθεών, σύμφωνα με την έκδοση του BBCH3.

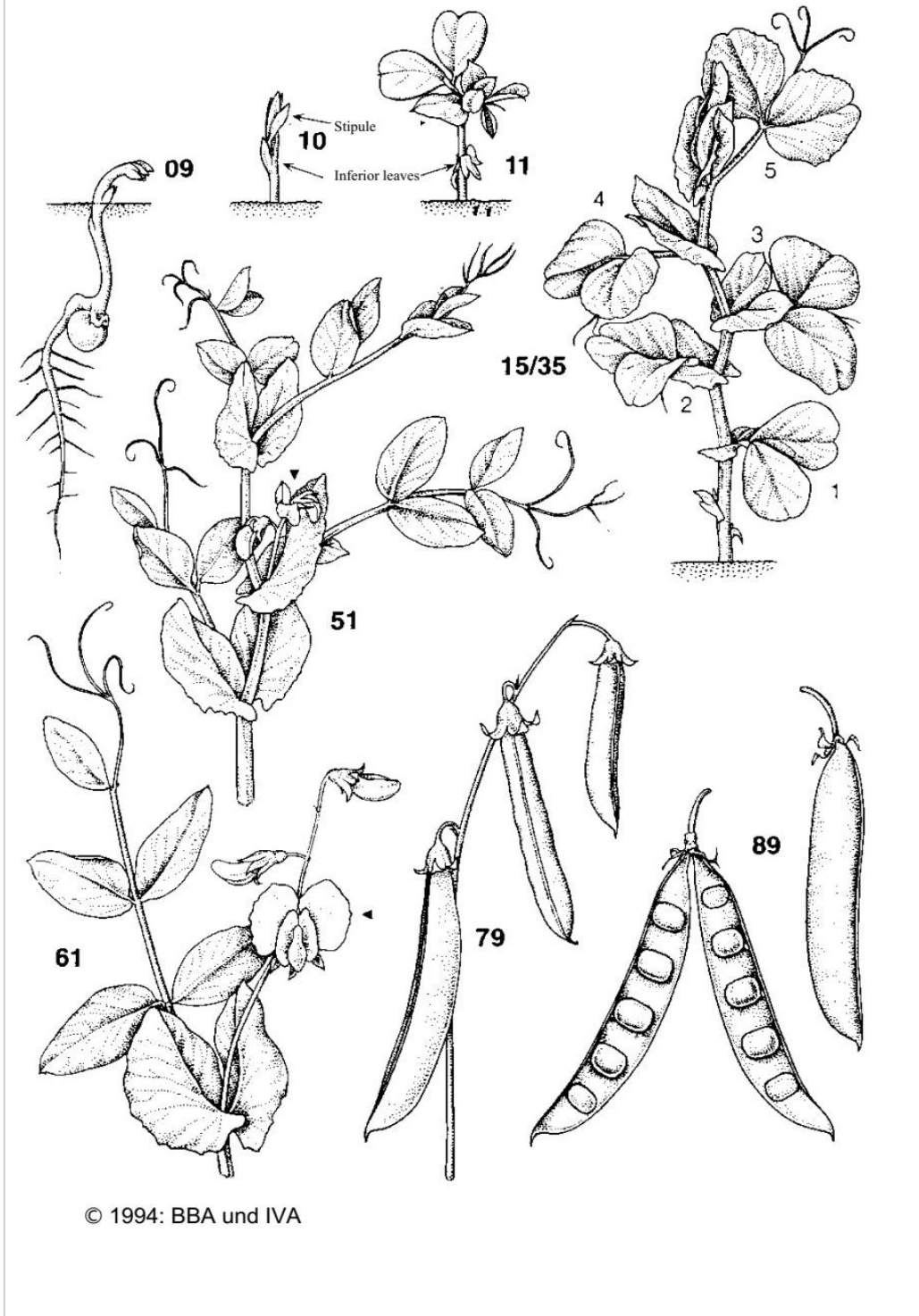
## Pea Weber and Bleiholder, 1990; Feller et al., 1995 b

### Phenological growth stages and BBCH-identification keys of pea

Code	Description
<b>Principal growth stage 6: Flowering</b>	
60	First flowers open (sporadically within the population)
61	Beginning of flowering: 10% of flowers open
62	20% of flowers open
63	30% of flowers open
64	40% of flowers open
65	Full flowering: 50% of flowers open
67	Flowering declining
69	End of flowering
<b>Principal growth stage 7: Development of fruit</b>	
71	10% of pods have reached typical length; juice exudes if pressed
72	20% of pods have reached typical length; juice exudes if pressed
73	30% of pods have reached typical length; juice exudes if pressed. Tenderometer value: 80 TE
74	40% of pods have reached typical length; juice exudes if pressed. Tenderometer value: 95 TE
75	50% of pods have reached typical length; juice exudes if pressed. Tenderometer value: 105 TE
76	60% of pods have reached typical length; juice exudes if pressed. Tenderometer value: 115 TE
77	70% of pods have reached typical length. Tenderometer value: 130 TE
79	Pods have reached typical size (green ripe); peas fully formed
<b>Principal growth stage 8: Ripening of fruit and seed</b>	
81	10% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
82	20% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
83	30% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
84	40% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
85	50% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
86	60% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
87	70% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
88	80% of pods ripe, seeds final colour, dry and hard
89	Fully ripe: all pods dry and brown. Seeds dry and hard (dry ripe)
<b>Principal growth stage 9: Senescence</b>	
97	Plants dead and dry
99	Harvested product

**Εικόνα 2.6:** Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης μπιζελιού από την άνθηση μέχρι την συγκομιδή, σύμφωνα με την έκδοση του BBCH3.

# Pea



**Εικόνα 2.7:** Σχηματική απεικόνιση ορισμένων φαινολογικών σταδίων του μιζελιού, σύμφωνα με την έκδοση του BBCH3.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 Ύψος φυτών

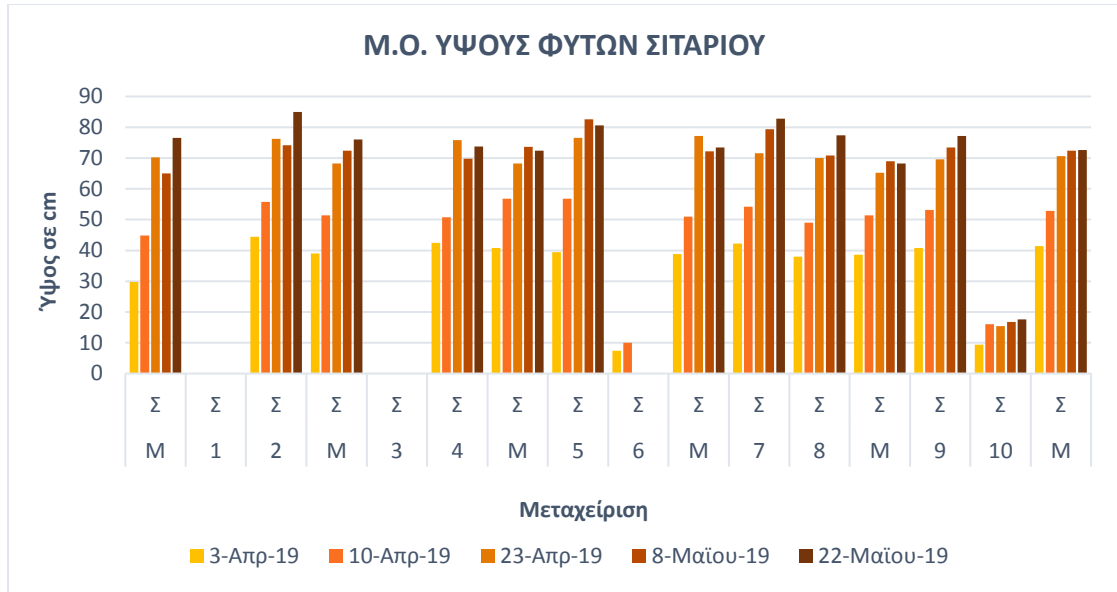
Η καταμέτρηση του ύψους γινόταν σχεδόν σε εβδομαδιαία βάση για το σιτάρι. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 3 Απριλίου, η δεύτερη στις 10 Απριλίου, η επόμενη στις 23 Απριλίου, η τέταρτη στις 8 Μαΐου και η τελευταία στις 22 Μαΐου. Ενώ, το ύψος στο μπιζέλι μετρήθηκε στις 3 Απριλίου, 10 Απριλίου και στις 22 Μαΐου. Οι μετρήσεις του ύψους για το σιτάρι και το μπιζέλι, φαίνονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 3.1 και 3.3 αντίστοιχα.

**Πίνακας 3.1:** Μέσοι όροι ύψους φυτών στο σιτάρι για κάθε γραμμή σε βάθος χρόνου.

Ημερομηνία	Μέσοι όροι ύψους φυτών σιταριού (σε cm)															
	M	1	2	M	3	4	M	5	6	M	7	8	M	9	10	M
	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
3-Απρ-19	29,8	0	44,4	39	0	42,4	40,8	39,4	7,4	38,8	42,2	38	38,6	40,8	9,4	41,4
10-Απρ-19	44,8	0	55,8	51,4	0	50,8	56,8	56,8	10	51	54,2	49	51,4	53,2	16	52,8
23-Απρ-19	70,2	0	76,2	68,2	0	75,8	68,2	76,6	0	77,2	71,6	70	65,2	69,6	15,4	70,6
8-Μαϊ-19	65	0	74,2	72,4	0	69,8	73,6	82,6	0	72,2	79,4	70,8	69	73,4	16,8	72,4
22-Μαϊ-19	77	0	85	76	0	74	72	81	0	73	83	77	68	77	18	73

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα το σιτάρι στις γραμμές συγκαλλιέργειας 1, 3 και 6 δεν αναπτύχθηκε. Αυτό οφείλεται στην μειωμένη φυτρωτικότητα. Στις γραμμές 1 και 3 η φυτρωτικότητα ήταν 0% ενώ στην γραμμή 6 φύτεψαν κάποια ελάχιστα φυτά, τα οποία στην πορεία δεν αναπτύχθηκαν. Στις υπόλοιπες γραμμές (εκτός της γραμμής 10, όπου τα φυτά δεν αναπτύχθηκαν σε μεγάλο ύψος), τα φυτά σίτου που προερχόταν από τις καλύτερες επιλογές φυτών της προηγούμενης χρονιάς είχαν μεγαλύτερο ύψος από τα φυτά του γειτονικού μάρτυρα. Ωστόσο, η διαφορά στα ύψη ήταν μικρή. Λαμβάνοντας υπόψιν όσα αναφέρθηκαν στην βιβλιογραφία, το τελικό ύψος στα φυτά σίτου κυμαίνεται από 0,6 m έως 1,5 m. Στην παρούσα εργασία ήταν μεταξύ 0,68 - 0,85 m, επομένως τα φυτά αναπτύχθηκαν ικανοποιητικά. Στο σχεδιάγραμμα 3.1 δίνεται μια απεικόνιση της εξέλιξης του ύψους σε βάθος χρόνου.





**Σχεδιάγραμμα 3.1:** Η εξέλιξη του ύψους (μ.ο.) στα φυτά σιταριού, σε κάθε γραμμή.



**Εικόνα 3.1:** Ανάπτυξη των φυτών της συγκαλλιέργειας σίτου και μιτζελιού στις γραμμές Μ<sub>1</sub>, Μ<sub>1,2</sub> και Μ<sub>2</sub> (από αριστερά προς δεξιά).

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.1 στη δεύτερη γραμμή από αριστερά, η οποία είναι η γραμμή 1 του πειράματος, τα φυτά του μπιζελιού έχουν αναπτυχθεί, ενώ του σιταριού δεν έχουν φυτρώσει. Το ίδιο συμβαίνει και στην γραμμή 3 του πειράματος ενώ χαμηλή φυτρωτικότητα υπήρχε και στην γραμμή 6 του πειράματος (όχι όμως μηδενική). Λόγω του ότι η μηδενική και μειωμένη φυτρωτικότητα εμφανίστηκε σε μεμονωμένες γραμμές (μόνο σε δύο γραμμές 0% φυτρωτικότητα και σε μια πολύ χαμηλή) πιθανόν, να τοποθετήθηκαν λιγότεροι σπόροι ή να υπήρξε κάποιο άλλο λάθος τεχνικής φύσεως.

Επομένως, τα φυτά σίτου που προερχόταν από τους σπόρους των καλύτερων επιλεγμένων φυτών σίτου της προηγούμενης χρονιάς είχαν μεγαλύτερο ύψος από τα φυτά του γειτονικού μάρτυρα. Ωστόσο, η διαφορά στα ύψη ήταν μικρή και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης τα οποία δίνονται στον πίνακα 3.2, οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων για κάθε γραμμή δεν ήταν στατιστικώς σημαντική. Όσον αφορά την επίδραση της συγκαλλιέργειας σίτου – μπιζελιού στο ύψος και στην ανάπτυξη των φυτών, τα φυτά σίτου αναπτύχθηκαν σε ικανοποιητικό επίπεδο όπως και σε σύστημα μονοκαλλιέργειας.

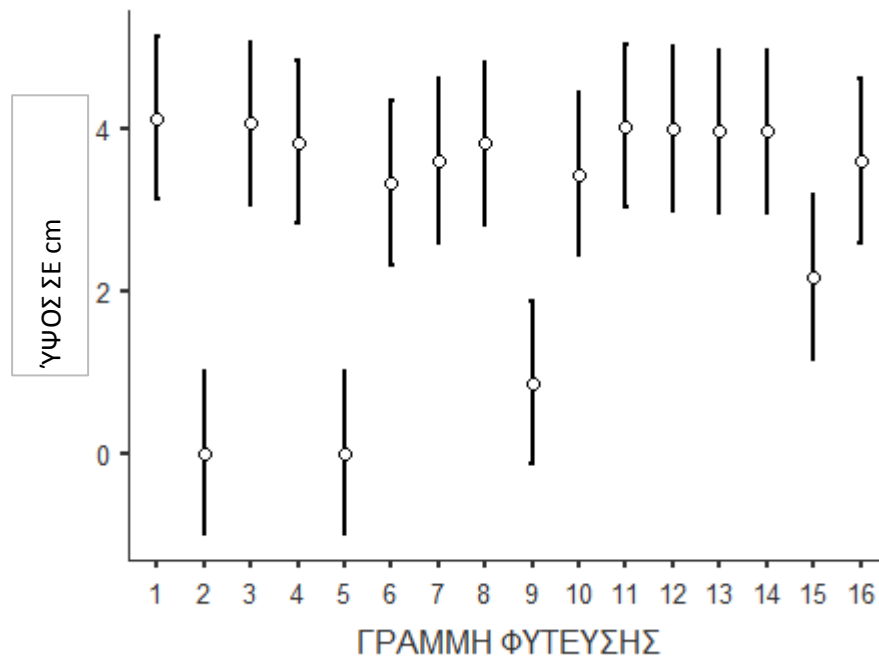
**Πίνακας 3.2:** Φαίνεται η στατιστική ανάλυση ως προς το ύψος των φυτών σιταριού για κάθε γραμμής φύτευσης και ποιες γραμμές έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς το ύψος των φυτών. Με κόκκινο έχουν επισημανθεί οι γραμμές του πειράματος που ακυρώθηκαν λόγω μηδενικής φυτρωτικότητας.

Post Hoc Comparisons - ΓΡΑΜΜΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ				
Comparison				
ΓΡΑΜΜΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ		ΓΡΑΜΜΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	Mean Difference	$P_{tukey}$
M <sub>1</sub>	-	1	41.333	< .001
	-	2	0.0667	1.000
	-	M <sub>2</sub>	0.3000	1.000
	-	3	41.333	< .001
	-	4	0.8000	0.999
	-	M <sub>3</sub>	0.5333	1.000
	-	5	0.3167	1.000
	-	6	32.667	0.002
	-	M <sub>4</sub>	0.7000	1.000
	-	7	0.1000	1.000
	-	8	0.1333	1.000
	-	M <sub>5</sub>	0.1667	1.000
	-	9	0.1667	1.000
	-	10	19.667	0.319
	-	M <sub>6</sub>	0.5333	1.000

1	-	2	-40.667	< .001
	-	M <sub>2</sub>	-38.333	< .001
	-	3	1.33e-15	1.000
	-	4	-33.333	0.001
	-	M <sub>3</sub>	-36.000	< .001
	-	5	-38.167	< .001
	-	6	-0.8667	0.998
	-	M <sub>4</sub>	-34.333	< .001
	-	7	-40.333	< .001
	-	8	-40.000	< .001
	-	M <sub>5</sub>	-39.667	< .001
	-	9	-39.667	< .001
	-	10	-21.667	0.181
	-	M <sub>6</sub>	-36.000	< .001
2	-	M <sub>2</sub>	0.2333	1.000
	-	3	40.667	< .001
	-	4	0.7333	1.000
	-	M <sub>3</sub>	0.4667	1.000
	-	5	0.2500	1.000
	-	6	32.000	0.002
	-	M <sub>4</sub>	0.6333	1.000
	-	7	0.0333	1.000
	-	8	0.0667	1.000
	-	M <sub>5</sub>	0.1000	1.000
	-	9	0.1000	1.000
	-	10	19.000	0.376
	-	M <sub>6</sub>	0.4667	1.000
M <sub>2</sub>	-	3	38.333	< .001
	-	4	0.5000	1.000
	-	M <sub>3</sub>	0.2333	1.000
	-	5	0.0167	1.000
	-	6	29.667	0.008
	-	M <sub>4</sub>	0.4000	1.000
	-	7	-0.2000	1.000
	-	8	-0.1667	1.000
	-	M <sub>5</sub>	-0.1333	1.000
	-	9	-0.1333	1.000
	-	10	16.667	0.603
	-	M <sub>6</sub>	0.2333	1.000
3	-	4	-33.333	0.001
	-	M <sub>3</sub>	-36.000	< .001
	-	5	-38.167	< .001
	-	6	-0.8667	0.998
	-	M <sub>4</sub>	-34.333	< .001
	-	7	-40.333	< .001
	-	8	-40.000	< .001
	-	M <sub>5</sub>	-39.667	< .001
	-	9	-39.667	< .001
	-	10	-21.667	0.181
	-	M <sub>6</sub>	-36.000	< .001

4	-	M <sub>3</sub>	-0.2667	1.000
	-	5	-0.4833	1.000
	-	6	24.667	0.064
	-	M <sub>4</sub>	-0.1000	1.000
	-	7	-0.7000	1.000
	-	8	-0.6667	1.000
	-	M <sub>5</sub>	-0.6333	1.000
	-	9	-0.6333	1.000
	-	10	11.667	0.957
	-	M <sub>6</sub>	-0.2667	1.000
M <sub>3</sub>	-	5	-0.2167	1.000
	-	6	27.333	0.022
	-	M <sub>4</sub>	0.1667	1.000
	-	7	-0.4333	1.000
	-	8	-0.4000	1.000
	-	M <sub>5</sub>	-0.3667	1.000
	-	9	-0.3667	1.000
	-	10	14.333	0.816
	-	M <sub>6</sub>	-	1.000
	-		4.44e-16	
5	-	6	29.500	0.008
	-	M <sub>4</sub>	0.3833	1.000
	-	7	-0.2167	1.000
	-	8	-0.1833	1.000
	-	M <sub>5</sub>	-0.1500	1.000
	-	9	-0.1500	1.000
	-	10	16.500	0.620
	-	M <sub>6</sub>	0.2167	1.000
6	-	M <sub>4</sub>	-25.667	0.043
	-	7	-31.667	0.003
	-	8	-31.333	0.003
	-	M <sub>5</sub>	-31.000	0.004
	-	9	-31.000	0.004
	-	10	-13.000	0.902
	-	M <sub>6</sub>	-27.333	0.022
M <sub>4</sub>	-	7	-0.6000	1.000
	-	8	-0.5667	1.000
	-	M <sub>5</sub>	-0.5333	1.000
	-	9	-0.5333	1.000
	-	10	12.667	0.919
	-	M <sub>6</sub>	-0.1667	1.000
7	-	8	0.0333	1.000
	-	M <sub>5</sub>	0.0667	1.000
	-	9	0.0667	1.000
	-	10	18.667	0.407
	-	M <sub>6</sub>	0.4333	1.000
8	-	M <sub>5</sub>	0.0333	1.000
	-	9	0.0333	1.000
	-	10	18.333	0.438
	-	M <sub>6</sub>	0.4000	1.000

M <sub>5</sub>	-	9	-	1.11e-16	1.000
	-	10		18.000	0.470
	-	M <sub>6</sub>		0.3667	1.000
9	-	10		18.000	0.470
	-	M <sub>6</sub>		0.3667	1.000
10	-	M <sub>6</sub>		-14.333	0.816

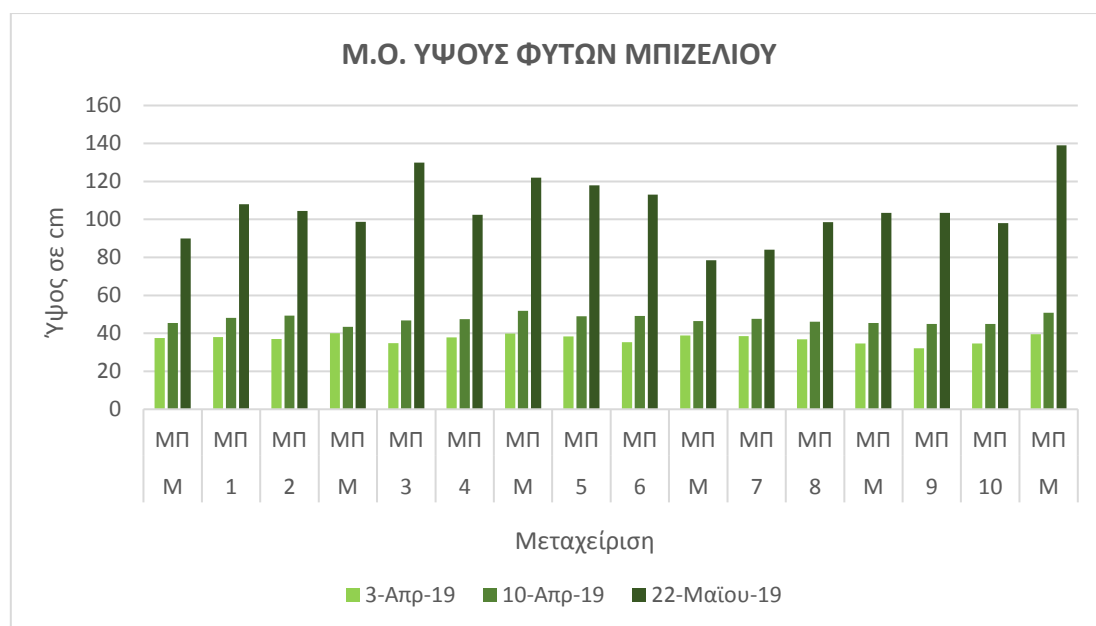


**Σχεδιάγραμμα 3.2:** Φαίνονται οι μέσοι όροι και οι διακυμάνσεις του ύψους των φυτών σίτου για κάθε γραμμή. Όπου γραμμή 1=M<sub>1</sub>, 2=1, 3=2, 4=M<sub>2</sub> κ.ο.κ.

Το μπιζέλι είχε καλή φυτρωτικότητα σε όλες τις γραμμές του πειράματος και ανέπτυξε καλό ύψος. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία οι μη νάνες ποικιλίες μπορούν να φτάσουν σε ύψος μέχρι και τα 2m. Στην παρούσα εργασία το ύψος κυμάνθηκε μεταξύ 0,8 m και 1,4m.

**Πίνακας 3.3:** Μέσοι όροι ύψους φυτών στο μιζέλι για κάθε γραμμή σε βάθος χρόνου.

Ημερομηνία	Μέσοι όροι ύψους φυτών μιζελιού															
	Μ	1	2	Μ	3	4	Μ	5	6	Μ	7	8	Μ	9	10	Μ
	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ
3-Απρ-19	37,6	38	37	40	34,8	37,8	39,8	38,4	35,4	38,8	38,6	36,8	34,6	32,2	34,6	39,6
10-Απρ-19	45,4	48,2	49,4	43,4	46,8	47,4	51,8	49	49,2	46,4	47,6	46,2	45,4	45	45	50,8
22-Μαϊ-19	90	108	105	99	130	103	122	118	113	79	84	99	104	104	98	139



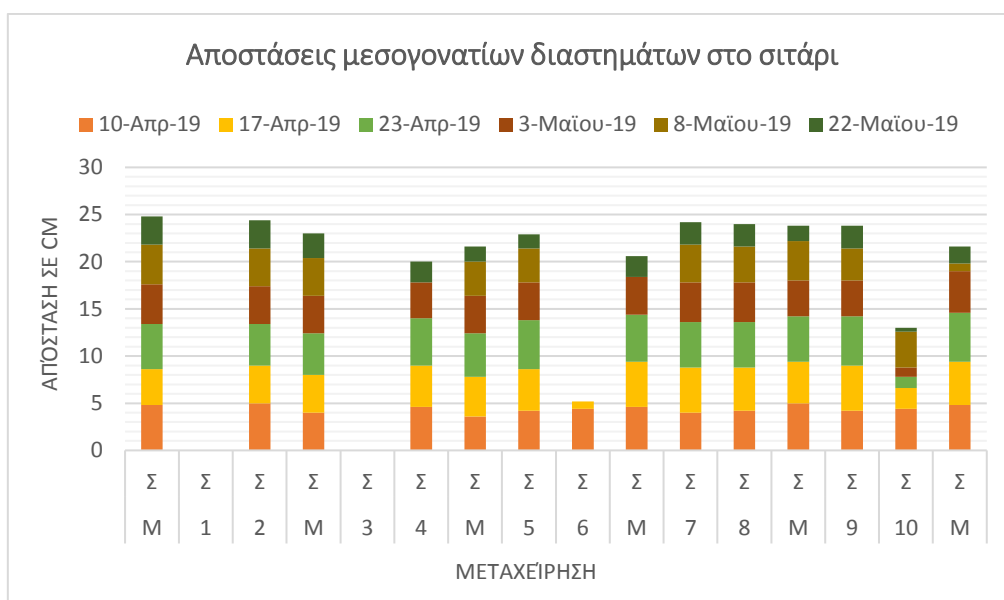
**Σχεδιάγραμμα 3.3:** Η εξέλιξη του ύψους (μ.ο.) στα φυτά μιζελιού, σε κάθε γραμμή.

### 3.2 Μεσογονάτια διαστήματα και αριθμός φύλλων

Στον πίνακα 3.3 καταγράφεται ο μέσος όρος της απόστασης που είχαν τα μεσογονάτια διαστήματα στο σιτάρι σε κάθε γραμμή. Από της 10 Απριλίου μέχρι της 8 Μαΐου η αύξηση του στελέχους μεταξύ των γονάτων ήταν εντονότερη, καθώς τα μεσογονάτια διαστήματα είχαν μεγαλύτερες αποστάσεις. Συνολικά, σε όλες τις γραμμές (εκτός των 1, 2 και 6) τα φυτά του σίτου αναπτύχθηκαν καλά μην έχοντας στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποστάσεων των μεσογονατίων διαστημάτων.

**Πίνακας 3.3:** Μέσοι όροι των αποστάσεων των μεσογονατίων διαστημάτων, στο σιτάρι, για κάθε γραμμή σε βάθος χρόνου.

Ημερομηνία	Αποστάσεις μεσογονατίων διαστημάτων στο σιτάρι (σε cm)															
	M	1	2	M	3	4	M	5	6	M	7	8	M	9	10	M
	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
10-Απρ-19	4,8	0	5	4	0	4,6	3,6	4,2	4,4	4,6	4	4,2	5	4,2	4,4	4,8
17-Απρ-19	3,8	0	4	4	0	4,4	4,2	4,4	0,8	4,8	4,8	4,6	4,4	4,8	2,2	4,6
23-Απρ-19	4,8	0	4,4	4,4	0	5	4,6	5,2	0	5	4,8	4,8	4,8	5,2	1,2	5,2
3-Μαϊ-19	4,2	0	4	4	0	3,8	4	4	0	4	4,2	4,2	3,8	3,8	1	4,4
8-Μαϊ-19	4,2	0	4	4	0	0	3,6	3,6	0	0	4	3,8	4,2	3,4	3,8	0,8
22-Μαϊ-19	3	0	3	2,6	0	2,2	1,6	1,5	0	2,2	2,4	2,4	1,6	2,4	0,4	1,8

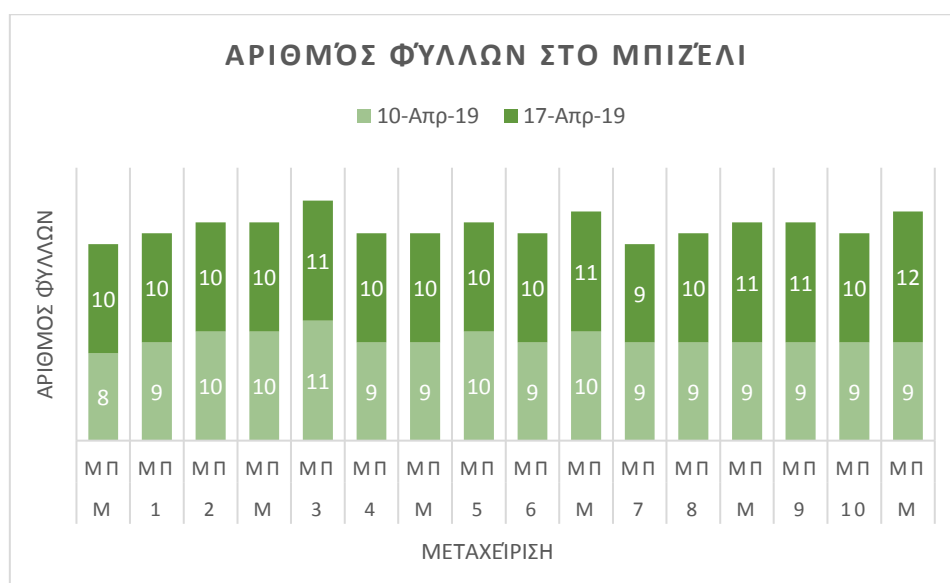


**Σχεδιάγραμμα 3.4:** Μέσοι όροι των αποστάσεων των μεσογονατίων διαστημάτων, στο σιτάρι, για κάθε γραμμή σε βάθος χρόνου.

Στην τελευταία μέτρηση που έγινε για τον αριθμό των φύλλων στα φυτά του μπιζελιού, τα φυτά είχαν αναπτύξει κατά μέσο όρο 10 φύλλα. Γενικά, η συνολική ανάπτυξη του μπιζελιού ήταν πολύ καλή.

**Πίνακας 3.4:** Ο αριθμός των φύλλων (μ.ο.) στο μπιζέλι για κάθε γραμμή σε βάθος χρόνου.

Ημερομηνία	Αριθμός φύλλων στο μπιζέλι															
	Μ	1	2	Μ	3	4	Μ	5	6	Μ	7	8	Μ	9	10	Μ
	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ
10-Απρ-19	8	9	10	10	11	9	9	10	9	10	9	9	9	9	9	9
17-Απρ-19	10	10	10	10	11	10	10	10	10	11	9	10	11	11	10	12



**Σχεδιάγραμμα 3.5:** Ο αριθμός των φύλλων (μ.ο.) στο μπιζέλι για κάθε γραμμή σε βάθος χρόνου.

### 3.3 Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης

Τα μορφολογικά στάδια ανάπτυξης των συγκαλλιεργούμενων ειδών, διακρίνονται με βάση την κλίμακα του Zaddock για το σιτάρι (Υλικά και Μέθοδοι, Εικόνα 2.3) και των identification keys (έκδοση του BBCH3) για το μπιζέλι (Υλικά και Μέθοδοι, Εικόνα 2.4 και 2.5). Στις 3 Απριλίου το μπιζέλι βρισκόταν στο στάδιο ανάπτυξης 11 (σύμφωνα με την έκδοση του BBCH3), δηλαδή είχε αναπτύξει το πρώτο πραγματικό φύλλο. Και στο σιτάρι είχε εμφανιστεί το φύλλο σημαία (στάδιο 37). Στις 10 Απριλίου το σιτάρι βρισκόταν στο στάδιο του καλαμώματος και το μπιζέλι είχε 7 - 8 ανεπτυγμένα μεσογονάτια διαστήματα (στάδιο 37 & 38). Στις 17 Απριλίου το σιτάρι βρισκόταν στο τέλος του καλαμώματος και το μπιζέλι είχε περισσότερα από 9 ανεπτυγμένα μεσογονάτια διαστήματα (στάδιο 39).





**Εικόνα 3.2:** Αρχικό στάδιο ανάπτυξης της συγκαλλιέργειας μαλακού σίτου με μπιζέλι.

Στις 23 Απριλίου το σιτάρι ήταν στο στάδιο του ξεσταχυάσματος (στάδιο 51, 55 & 59) και το μπιζέλι στο στάδιο της πλήρους άνθησης (στάδιο 65). Στις 8 Μαΐου το σιτάρι βρισκόταν τέλος του ξεσταχυάσματος και τα μπιζέλι στο τέλος της ανθοφορίας. Στις 22 Μαΐου το σιτάρι ήταν στο στάδιο γεμίσματος των κόκκων και το μπιζέλι είχε σχηματίσει πλήρως όλους τους λοβούς. Και στις 10 Ιουνίου έγινε η συγκομιδή τους.



**Εικόνα 3.3:** Συγκαλλιέργεια μαλακού σίτου με μπιζέλι. Εμφάνιση στάχews στο σιτάρι (ξεστάχυσμα) και στάδιο ανθοφορίας για το μπιζέλι.



**Εικόνα 3.4:** Χρησιμοποίηση των ελίκων από το μπιζέλι για την πρόσδεση του στο σιτάρι με σκοπό την στήριξη του φυτού.

### 3.4 Απόδοση σε καρπό

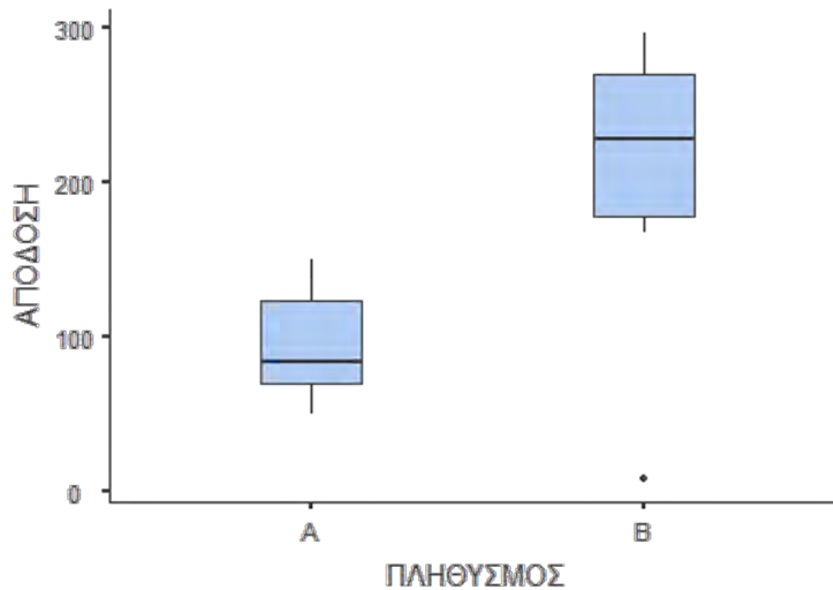
Η τελευταία παρατήρηση που λήφθηκε αφορούσε την απόδοση των συγκαλλιεργούμενων ειδών σε καρπό. Για κάθε γραμμή του πειράματος έγινε χωριστή συγκομιδή και μέτρηση της απόδοσης, για να γίνει αξιολόγηση των επιλογών του σίτου της προηγούμενης χρονιάς ως προς την απόδοση σε σύγκριση με τον γειτονικό μάρτυρα (αρχικός πληθυσμός ποικιλίας Μαυραγάρι). Στον πίνακα 3.5 φαίνονται αναλυτικά οι αποδόσεις για κάθε είδος και κάθε γραμμή, καθώς και το % ποσοστό της απόδοσης του σίτου για κάθε γραμμή σε σχέση με τον γειτονικό μάρτυρα.

**Πίνακας 3.5:** Τελικές αποδόσεις σε καρπό στο σιτάρι και στο μπιζέλι για κάθε γραμμή.

Είδος	Απόδοση (σε καρπό) για κάθε γραμμή (kg/στρ)															
	M	1	2	M	3	4	M	5	6	M	7	8	M	9	10	M
Σιτάρι	72	0	297	95	0	189	69	283	0	133	257	168	50	228	8	150
Μπιζέλι	146	0	57,5	70	0	17	69,5	56,5	0	51,5	30,5	75	32	110	45	130
% Γειτονικού μάρτυρα																
Σιτάρι			340%			243%		314%			245%	217%		273%	7%	
Μπιζέλι			60%			24%		89%			68%	195%		170%	46%	

**Πίνακας 3.6:** Φαίνεται η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των γραμμών σίτου που προερχόταν από σπόρους των επιλεγμένων φυτών και των γραμμών που είχαν σπαρθεί με τον αρχικό πληθυσμό σίτου της ποικιλίας Μαυραγάρι.

ΣΙΤΑΡΙ							
Post Hoc Comparisons - ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ							
Comparison							
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	Mean Difference	SE	df	t	P <sub>tukey</sub>	
A	- B	-109	43.1	11.0	-2.54	0.027	



**Σχεδιάγραμμα 3.5:** Μέσοι όροι και διακύμανση ως προς την απόδοση μεταξύ του πληθυσμού A (απόδοση γραμμών με σπόρους του αρχικού πληθυσμού της ποικιλίας Μαυραγάκι) και του πληθυσμού B (απόδοση γραμμών με σπόρους από τα επιλεγμένα φυτά της ποικιλίας Μαυραγάκι).

Οι γραμμές 1-10, οι οποίες είχαν σπαρθεί με σπόρους από τα καλύτερα φυτά σίτου που επιλέχθηκαν από το πείραμα του προηγούμενου έτους είχαν πολύ μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις γραμμές (M) που ήταν ο αρχικός πληθυσμός Μαυραγάκι με εξαιρώντας τις γραμμές με μηδενική φυτρωτικότητα. Στις γραμμές των επιλεγμένων φυτών η απόδοση των φυτών ήταν υψηλότερη συγκριτικά με τις γραμμές με τον αρχικό πληθυσμό Μαυραγάκι (Σχεδιάγραμμα 3.5). Επίσης, οι διαφορές που υπήρχαν ανάμεσα τους ως προς την απόδοση ήταν στατιστικώς σημαντική (πίνακας 3.6). Στο μιζέλι η απόδοση σε καρπό ήταν κατά μέσο όρο 55,7 kg/στρ.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία (FAOSTAT, 2006) στην Ελλάδα το σιτάρι έχει μέση απόδοση σε καρπό 230 κιλά ανά στρέμμα και το μιζέλι 170 kg/στρ με εύρος 50-550 kg/στρ. Επομένως, το σύστημα συγκαλλιέργειας δεν βοήθησε στην επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Αντιθέτως και στα δύο είδη ο μέσος όρος ήταν χαμηλότερος από τον μέσο όρο που έχουν όταν καλλιεργούνται σε σύστημα μονοκαλλιέργειας. Το οποίο μπορεί να οφείλεται είτε στην ανάπτυξη ανταγωνισμού μεταξύ των ειδών, ή στην καλλιεργητική διαδικασία που ακολουθήθηκε (μη εφαρμογή λιπασμάτων και άρδευσης).

#### **4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Με βάση τα αποτελέσματα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- i. Η συγκαλλιέργεια σίτου και μπιζελιού δεν είχε κάποια επίδραση στην μορφολογική ανάπτυξη των ειδών (ύψος φυτών, αριθμό φύλλων, αποστάσεις μεσογονατίων διαστημάτων). Επίσης, όσον αφορά την εξέλιξη της ανάπτυξης και τα φαινολογικά στάδια των ειδών, τόσο το σιτάρι όσο και το μπιζέλι ολοκλήρωναν έγκαιρα κάθε στάδιο ανάπτυξης. Επομένως, τα φυτά σίτου και μπιζελιού αναπτύχθηκαν ικανοποιητικά στο σύστημα συγκαλλιέργειας σίτου-μπιζελιού όπως και στα συστήματα μονοκαλλιέργειας.
- ii. Το σύστημα συγκαλλιέργειας επηρέασε την απόδοση σε καρπό, καθώς οι μέσοι όροι του πειράματος και στο σιτάρι και στο μπιζέλι ήταν μικρότεροι από τους μέσους όρους των αποδόσεων των ειδών που αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Το οποίο πιθανόν να οφείλεται στον ανταγωνισμό μεταξύ των ειδών
- iii. Στο σιτάρι, οι γραμμές οι οποίες είχαν τα επιλεγμένα φυτά από το πείραμα της προηγούμενης χρονιάς είχαν υψηλότερη απόδοση, σε σχέση με τις γραμμές του αρχικού πληθυσμού Μαυραγάκι (Γειτονικός Μάρτυρας). Επίσης, οι διαφορές μεταξύ των γραμμών ως προς την απόδοση ήταν στατιστικώς σημαντικές.
- iv. Τέλος, στο σύστημα συγκαλλιέργειας σίτου-μπιζελιού το ύψος, ο αριθμός των φύλλων και η ολοκλήρωση της ανάπτυξης των φυτών ήταν παρόμοια με αυτή που παρουσιάζεται στα συστήματα μονοκαλλιέργειας. Οι αποδόσεις, των φυτών ήταν καλή αλλά χαμηλότερη από τις τιμές που αναφέρονται στα συστήματα μονοκαλλιέργειας στη διεθνή βιβλιογραφία. Όμως, το κόστος της καλλιέργειας μειώθηκε γιατί μειώθηκαν οι εισροές καθώς με την συγκαλλιέργεια του σίτου με το μπιζέλι, λόγω της αζωτοδέσμευσης δεν εφαρμόστηκε λίπανση στην καλλιέργεια. Αυτό αντισταθμίζει την μικρότερη απόδοση των φυτών και είναι από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά της συγκαλλιέργειας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΗ:**

- Δαλιάνης Κ., 1983. Ανοιξιάτικα Σιτηρά. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη, σελ. 382-398.
- Δαναλάτος Ν., 2005. “Σημειώσεις ειδικής γεωργίας Ι” (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή), Βόλος
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2002. Ζιζανιολογία. 2<sup>η</sup> Έκδοση. Αγρότυπος Α.Ε., Αθήνα. Σελ 414.
- Ευρωπαϊκή Στατιστική Αρχή, 2014. ([http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/File:Harvested\\_production\\_and\\_area\\_of\\_production\\_of\\_field\\_peas\\_and\\_broad\\_beans,\\_EU-28,\\_2014.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/File:Harvested_production_and_area_of_production_of_field_peas_and_broad_beans,_EU-28,_2014.png)).
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2005. *Ειδική γεωργία - τεύχος Β. Ψυχανθή Καρποδοτικά – Χορτοδοτικά*. Εκδ. Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012. *Ειδική Γεωργία, Σιτηρά και Ψυχανθή*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.
- Σφήκας Α., 1995, *Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων*: Θεσσαλονίκη.
- Τσαμπάζη Μ., Ταταροπούλου Σ., Τσιβελίκας Α. Λ., Νίνου Ε., Μυλωνάς Ι. Γ. Ράλλη Π., Κοτζαμανίδης Κ., Ευγενίδης Γ., Παλάτος, Γ., Μπλαδενόπουλος Κ., 2010. Μελέτη της συμπεριφοράς εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου (*Triticum turgidum* L.). Πρακτικά 13ου συνεδρίου της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών, Καλαμάτα.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων Υπ.Α.Α.Τ., 2007. Προοπτικές ανάπτυξης οσπρίων και κτηνοτροφικών φυτών, Ενημερωτικά φυλλάδια με βάσεις προτάσεις και συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας Κ.Α.Π.. Ανακτήθηκε 18/05/2020, από [http://www.minagric.gr/images/stories/docs/ypourgeio/dimosieyseis-Arthra/meleti\\_gia\\_Nea\\_KAP/filadia\\_fytikis/KTHNOTROFIKA\\_FYTA.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/ypourgeio/dimosieyseis-Arthra/meleti_gia_Nea_KAP/filadia_fytikis/KTHNOTROFIKA_FYTA.pdf)

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Acquaah G., 2005. Principles of crop production. Theory, Techniques and Technology, 2<sup>nd</sup> edition. Pearson Education Inc., New Jersey, pp 740.
- Anil L., Park J., Phipps R.M. and Miller F.A., 1998, Temperate intercropping of cereals for forage a review of the potential for the growth and utilization with particular reference to the U.K., Department of agriculture, pp 302.
- Andrews D.J. and Kassam A.H., 1976. In: Multiple Cropping (eds Papendick R.I., Sanchez P.A. and Triplett G.B.). Special Publication No 27. Am. Soc. Of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp 1-10.
- Banik P., Midya A., Sarkar B. and Ghose S., 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* vol 24, pp 325-332.
- Bozzini A., 1988. Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In Fabriani G and Lintas C (ed). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC, Minnesota, USA. pp 1-16
- Carr P., Martin G., Caton J. and Poland W., 1998. Forage and Nitrogen Yield of Barley–Pea and Oat–Pea Intercrops. *Agronomy Journal*. vol 90, pp 82- 83.
- Connor D.J., 2001. Optimizing Crop Diversification. In: *Crop Science: Progress and Prospects* (eds. Nosberger J., Geiger H.H. and Struik P.C.), pp 191-211.
- Dhima K., Lithourgidis A., Vasilakoglou I. and Dordas C., 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crop Research*. vol 100, pp 250, 251, 254.
- Dordas C. A., Vlachostergios D. N. and Lithourgidis A. S., 2012. Growth dynamics and agronomic-economic benefits of pea-oat and pea-barley intercrops. *Crop and Pasture Science*. Vol 63, pp 45 – 52.
- FAOSTAT, 2003. FAOSTAT Database results.
- FAOSTAT, 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. Ανακτήθηκε 18/05/2020, από <http://faostat.fao.org/>

Fowler D.B. 1982. Date of seeding, fall growth, and winter survival of winter wheat and rye. *Agron. J.*, Vol 74, pp 1060-1063.

Frame J., 2004. *Pisum sativum*, L. (<http://www.fao.org/ag/AGp/agpc/doc/Gbase/data/Pf000493.HTM>).

Gooding M., Kasyanova E., Ruske R., Hauggaard H., Jensen E., Dahlmann C., Von Fragstein P., Dibet A., CorreHellou G., Crozat Y., Pristeri A., Romeo M., Monti M. and

Launay M., 2007. Intercropping with pulses to concentrate nitrogen and sulphur in wheat. *Journal of Agricultural Science*. vol 145, pp 472 – 478.

Hauggaard H., Jornsngaard B., Kinane J. and Jensen E., 2007. Grain legume–cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renewable Agriculture & Food Systems*. vol 23, pp 3- 4, 6- 11.

Honermeier B., 2007. Diversity in Crop Production Systems. In: *Biodiversity in Agricultural Production Systems* (eds Benckiser G. and Schnell S.), pp 1-19. Taylor & Francis, Boca Raton, London, New York.

Jensen E., 2006. Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality and prevention of N-losses in European organic farming systems. *Riso National Laboratory*, Roskilde, Denmark, pp 4-6 & 189-190.

Lithourgidis A., Vasilakoglou I., Dhima K., Dordas C. and Yiakoulaki M., 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Research*. vol 99, pp 109- 112.

Lithourgidis A., Dordas C., Damalas C. and Vlachostergios D., 2011. “Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture”, *Australian Journal of Crop Science* vol 5, pp 397-401.

Loeppky H. A., G. P. Lafond, and Fowler D. B., 1989. Seeding depth in relation to plant development. winter survival and yield of no-till winter wheat. *Agron. J.*, Vol 81, pp 125–129.



Malezieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Lafontaine H., Rapidel B., Tourdonnet S. and Morison M., 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. *A review, Agronomy for Sustainable Development vol 29*, pp 44-47.

McGilchrist C.A., 1965. Analysis of competition experiments. *Biometrics*. Vol 21, pp 975-985.

Morris R. and Sears E.R. (1967). The cytogenetics of wheat and its relatives. In *Wheat and Wheat Improvement*. K.S. Quisenberry and Reitz L.P. (Editors) American Society of Agronomy, Madison, Wisc.

McKenzie R. H., W. Schatz, and Middleton A., 2000. Fertilizing Winter Wheat in Southern Alberta. Alberta Agriculture and Rural Development.

Nihoul P. and Hance T., 1994. Implications of Intercropping (Sweet Pepper-Tomato) for the Biological Control Of pests in Glasshouse. In: *Plant Production on the Threshold of a New Century*. Volume 61. *Developments in Plant and Soil Sciences*. pp 205-211.

North Dakota State University – NDSU, 2009. *Field Pea Production*. (<https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/field-peaproduction>).

Pulse online database, 2015. *Field Peas*. ([http://pulsepod.ca/index.php?Title=Field\\_Peas](http://pulsepod.ca/index.php?Title=Field_Peas)).

Reynolds M., Sayre K. and Vivar H., 1994. Intercropping wheat and barley with N fixing legume species: a method for improving ground cover, N-use efficiency and productivity in low input systems. *Journal of Agricultural Science*. vol 123, pp 175, 180- 183.

Trydeman Knudsen M., Hauggaard H., Jorngard B. and Steen Jensen E., 2004. Comparison of interspecific competition and N use in pea–barley, faba bean–barley and lupin–barley intercrops grown at two temperate locations. *Journal of Agricultural Science*. vol 142, pp 617- 618, 621- 625.

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ:**

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%AF%CF%84%CE%BF%CF%82\\_%CE%BF\\_%CE%BC%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%AF%CF%84%CE%BF%CF%82_%CE%BF_%CE%BC%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82)  
(Ανακτήθηκε στις 29/05/2020).

<https://slideplayer.gr/slide/11870635/66/images/28/%CE%A3%CF%84%CE%AC%CE%B4%CE%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1.jpg> (Ανακτήθηκε στις 18/05/2020).

<http://www.agroepirus.gr/eagro/farmers/articles/article.jsp?context=9104&articleid=5792> (Ανακτήθηκε στις 29/05/2020).

<https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/lipansi-sitari/stadia-sitariou/> (Ανακτήθηκε στις 19/05/2020).