



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Αριθμ. Πρωτοκ

416

Ημερομηνία

27-2-13

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

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:**  
**ΜΕΛΕΤΗ ΡΥΘΜΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΠΝΟΗΣ ΣΤΟ ΜΠΙΖΕΛΙ**



**ΥΠΟ: ΑΝΔΡΙΤΣΙΟΥ ΝΕΣΤΟΡΑ**

**Βόλος, 2013**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 11636/1  
Ημερ. Εισ.: 10/05/2013  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: Π-ΦΠΑΠ  
2013  
ΑΝΔ

## **ΜΕΛΕΤΗ ΡΥΘΜΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΠΝΟΗΣ ΣΤΟ ΜΠΙΖΕΛΙ**

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

**Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής, Επιβλέπων**

**Αθανάσιος Σφουγγάρης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος**

**Δημήτριος Μπαρτζιάλης, ΠΔ 407/03 Μέλος**

**Ανδρίτσιος Νέστορας**  
Εργαστήριο Γεωργίας  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής  
& Αγροτικού Περιβάλλοντος,  
Φυτόκο 38446, Βόλος, Ελλάδα  
Φεβρουάριος 2013  
E-mail: nestor.an@hotmail.com

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Νικόλαο Δαναλάτο Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωργίας για την πολύτιμη βοήθεια και αμέριστη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Η συμβολή του υπήρξε καθοριστική στη συγγραφή και επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας προπτυχιακής διατριβής.

Επίσης υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά τη Δρ. Ελπινίκη Σκουφογιάννη, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής, που ήταν δίπλα μου σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και η οποία με τις χρήσιμες συμβουλές μου παρείχε πολύτιμη βοήθεια.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
------------------	---

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ.....	6
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ .....	8
3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	9
4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	10
5. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ.....	11
6. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ .....	15
7. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ.....	15
8. ΑΡΔΕΥΣΗ.....	20
9. ΛΙΠΑΝΣΗ .....	21
10. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ.....	21
11. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ .....	22
12. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	23
13. Διαπνοή και εξάτμιση.....	26
14. ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ.....	28

15.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ LCpro.....	29
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>32</b>
2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	32
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ .....	34
2.3.ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	34
2.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ φωτοσύνθεσης και διαπνοής.....	36
<b>3.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>46</b>
<b>4.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>48</b>

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ

Ο αρακάς ή μπιζέλι ή πίσον το εδώδιμο (*P. Sativum*) ανήκει στη οικογένεια των Λεγκουμιδών ή Χεδρωπών (Leguminaceae) της υποοικογένειας των ψυχανθών ή Παπιλιονιδών (Papilionaceae) είναι δικοτυλίδο με 5-6 είδη, που απαντούν στις παραμεσόγειες περιοχές της Δ. Ασίας.

Στην ίδια οικογένεια ανήκουν και τα κτηνοτροφικά είδη πίσου, όπως είναι το πίσον Αρουραίο (*P. Arvense*), το πίσον το υψηλόν (*P. elatius stev*, *P. granulatum*). Οι Γάλλοι τα ονομάζουν Pois de champs, οι Άγγλοι Field Pea και οι Γερμανοί Grane erbse. Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για κτηνοτροφή (χλωρό, ξηρό χόρτο ή αλευροποιημένα τα ξηρά σπέρματά των),

Η καλλιέργεια του μπιζελιού είναι προϊστορική. Η προϊστορία φέρει τον αρακά σαν φυτό που προέρχεται από το Αφγανιστάν, Ινδία, Κίνα. Διάφορα είδη βρέθηκαν σε Αιθιοπικές πεδιάδες. Σπέρματα βρέθηκαν στις λιμναίες κατοικίες της Ελβετίας και Σαβοΐας στην εποχή του χαλκού. Κατά τον Hees Witwark βρέθηκαν απανθρακωμένα σπέρματα πίσου στη θέση Χιλσβαρρίκ, που κατά τους Αρχαιολόγους ανήκει στην Τροία των Ομηρικών χρόνων. Δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι καλλιεργούσαν το μπιζέλι οι αρχαίοι Αιγύπτιοι και οι Ιουδαίοι (Σφήκας, 1995).

Στην εποχή του Θεοφράστου αναφέρεται «Πισός που καλλιεργείται ως τα χεδροπά, οίον κύαμοι, ερέβενθοι, πισός και όλως τα όσπρια προσαναγορευόμενα». Τον 16<sup>ο</sup> αιώνα Ευρωπαίοι βοτανικοί περιέγραφαν πολλούς τύπους μπιζελιού, φυτά μεγάλα, μέτρια, νάνοι, που δίνουν αρακά λευκό, κίτρινο, πράσινο, σπόρους λείους, ρυτιδωμένους, πιτσιλωτούς, όμοιους με τούς αρακάδες που χρησιμοποιούνται σήμερα ως εδώδιμοι (Εικ. 6).

Μέχρι πρόσφατα τα φυτά του γένους *Pisum* ταξινομούσαν σε 5-7 είδη. Σύμφωνα όμως με νεότερες έρευνες η διασταύρωση του καλλιεργούμενου είδους *Pisum sativum* με τα είδη *Pisum elatius*, *Pisum fulvum* και *Pisum humile* επιβεβαίωσε και παλιότερες αναφορές ότι δεν υπάρχει καμιά κυτταρογενετική βάση για να θεωρηθεί το δεύτερο και το τρίτο είδος διαφορετικό από το πρώτο. Υποστηρίζεται ότι το γένος *Pisum* έχει μόνο δύο είδη, το *Pisum sativum* και *Pisum fulvum*. Τα δύο είδη αυτά είναι αυτογονιμοποιούμενα, διπλοειδή ( $2n=14$ ) και διασταυρώνονται εύκολα μεταξύ τους, αν και η διασταύρωση είναι ευκολότερη όταν το *Pisum sativum* αποτελεί το θηλυκό γονέα.

Το *Pisum elatius* και μερικοί πληθυσμοί του *Pisum humile* διαφέρουν από το *Pisum sativum* κατά μια χρωματοσωμική μετατόπιση. Με βάση μορφολογικές και κυτταρολογικές ενδείξεις υποστηρίχθηκε ότι οι πληθυσμοί του *Pisum humile* που δεν παρουσιάζουν χρωματοσωμικές



διαφορές με το *Pisum sativum* πρέπει να θεωρούνται ως πρόγονοι των καλλιεργούμενων μπιζελιών (<http://artemis.teikoz.gr>).

Το *Pisum sativum* έχει μεταβλητά μορφολογικά χαρακτηριστικά, είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος, γεγονός που συνέβαλε στην επιτυχία των γενετικών πειραμάτων. Το μπιζέλι ήταν από τα πρώτα φυτά που χρησιμοποιήθηκε για γενετικά πειράματα, από τον Thomas Andrew Knight (1759-1838) και τον Gregor Mendel για τη βελτίωση των ποικιλιών. Η σύγχρονη γενετική προσπαθεί να βελτιώσει τις ποικιλίες και να τις κάνει ανθεκτικές στον παγετό, προσαρμοσμένες στη μηχανική συγκομιδή (θα πρέπει να υπάρχει ταυτόχρονη ωρίμανση) και ανθεκτικές στις ασθένειες. Στα παλαιότερα χρόνια οι λοβοί συγκομίζονταν όταν είχαν ωριμάσει πλήρως και στη συνέχεια τα σπέρματα καταναλώνονταν αποξηραμένα. Εντούτοις, τα τελευταία χρόνια συγκομίζονται πριν ωριμάσουν πλήρως και καταναλώνονται φρέσκα (Χα, 2007).



Εικόνα 1. Καλλιέργεια μπιζελιού στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο.

## **1.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ**

Το μπιζέλι βρίσκεται ανάμεσα στα τέσσερα πιο σημαντικά καλλιεργούμενα ψυχανθή μετά τη σόγια, την αραχίδα και τα φασόλια. Η ολική παγκόσμια παραγωγή αυξήθηκε από 8127εκ. τόνους την περίοδο 1979-81 σε 14529εκ. τόνους το 1994, ενώ η έκταση ποικίλει από 7488 σε 8060εκ. εκτάρια για τις ίδιες χρονολογίες (FAO, 1994). Η υψηλότερη παραγωγή για το μπιζέλι σημειώθηκε στη Γαλλία με 5088 kg ανά εκτάριο το 1994, περίπου οκτώ φορές περισσότερο από ότι η μέση παραγωγή στην Αφρική. Το 1994 η ολική καλλιεργούμενη έκταση στην Αμερική ήταν 54000

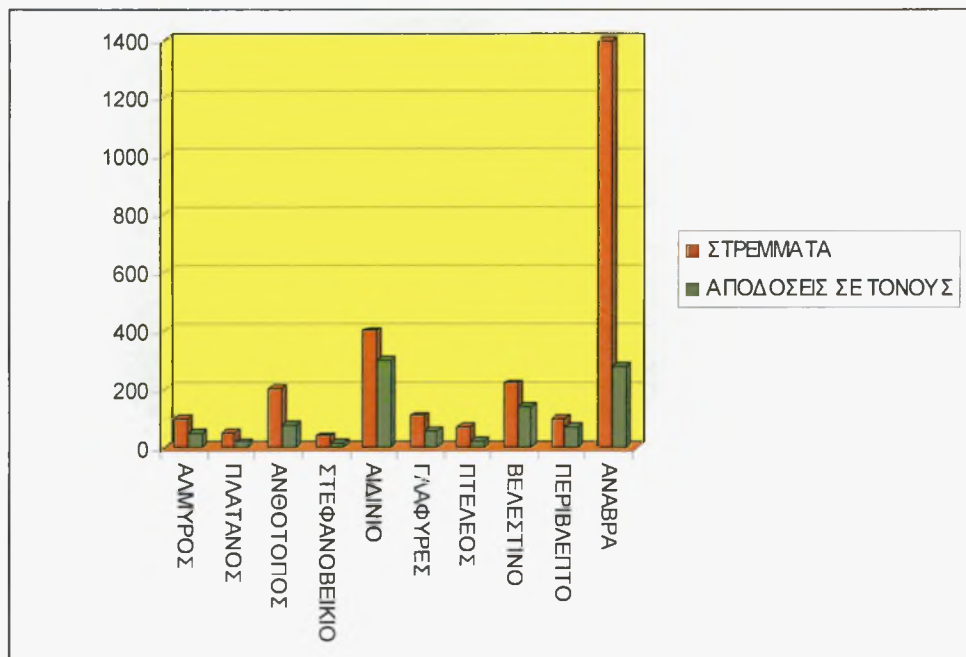


εκτάρια με μέσο όρο παραγωγής 2587 kg ανά εκτάριο. Σημαντικές περιοχές παραγωγής του μπιζελιού αποτελούν η Γαλλία, η Ρωσία, η Ουκρανία, η Δανία και το Ηνωμένο Βασίλειο στην Ευρώπη, η Κίνα και η Ινδία στην Ασία. ο Καναδάς και οι Ηνωμένες Πολιτείες στην βόρεια Αμερική, η Χιλή στη νότια Αμερική, η Αιθιοπία στην Αφρική και η Αυστραλία (Χα, 2007).

### **1.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Το μπιζέλι *Pisum sativum* με  $2n = 14$  χρωματοσώματα, ανήκει στην οικογένεια των Leguminosae και καλλιεργείται για τα νωπά, κατεψυγμένα κονσερβοποιημένα σπέρματά του. Η παραγωγή του μπιζελιού στην Ελλάδα σε νωπούς κόκκους, τα τελευταία χρόνια φτάνει τους 8.000 τόνους. Σημειώνεται ότι η απόδοση των νωπών λοβών σε κόκκους είναι κατά μέσο όρο 45%. Το μπιζέλι καλλιεργείται κυρίως στη Θεσσαλονίκη, Χαλκιδική, Πέλλα, Ημαθία, Θεσσαλία, Μεσσηνία, Ηλεία, Κρήτη και σποραδικά στις υπόλοιπες περιοχές της χώρας μας. Η κατανάλωση του μπιζελιού σε νωπούς κόκκους στη χώρα υπολογίζεται σε 15.000 τόνους. Έτσι, το κενό που παρουσιάζεται μεταξύ κατανάλωσης και παραγωγής καλύπτεται από εισαγωγή κατεψυγμένου μπιζελιού από ευρωπαϊκές και ανατολικές χώρες (Χα, 2007). Στη Θεσσαλία το 2006 η συνολική έκταση της καλλιέργειας μπιζελιού ήταν 198 στρ και η παραγωγή της 71 τόνους (ΕΣΥΕ, 2006). Το 2008 στη Μαγνησία η καλλιεργούμενη έκταση έφτασε τα 2.689 στρ με στρεμματική απόδοση περίπου 500 kg/στρ (Σχήμα. 1) (ΕΣΥΕ, 2008).

#### **ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ ΣΤΗ ΜΑΓΝΗΣΙΑ 2008**



ΣΧΗΜΑ 1. Καλλιεργούμενες εκτάσεις στη Μαγνησία (ΕΣΥΕ, 2008).

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι είναι φυτό αναντικατάστατο για τις βόρειες περιοχές και τις ορεινές περιοχές της υπόλοιπης Ελλάδας, όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη άλλων ετήσιων ψυχανθών (Εικ. 7) (<http://www.kespy.gr>).



Εικόνα 2. Καλλιέργεια *Pisum sativum*

(<http://www.pddl.purdue.edu/PPDL/images/pisum-sativum.jpg>)

## 1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Με το όνομα μπιζέλι είναι γνωστά διάφορα είδη φυτών του γένους *Pisum* της οικογένειας των ψυχανθών (Εικ. 8). Από αυτά καλλιεργούνται το κτηνοτροφικό μπιζέλι (*Pisum arvense*) και το βρώσιμο (*Pisum sativum*). Οι συγγραφείς όμως βασιζόμενοι σε νεότερες έρευνες θεωρούν ότι όλα τα καλλιεργούμενα μπιζέλια υπάγονται στο είδος *Pisum sativum* και ότι το *Pisum arvense* αποτελεί υποείδος του *Pisum sativum* (<http://artemis.teikoz.gr>).



Εικόνα 3. Ανθοφορία του *Pisum sativum*  
(<http://www.anthorama.gr/lachanokipos/arakas.htm>)

## 1.5 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ

Το μπιζέλι είναι φυτό ποώδες, ετήσιο. Είναι γνωστό νωπό ως λαχανικό και ξηρό ως όσπριο. Ευδοκίμει σε ψυχρές περιοχές των ευκράτων ζωνών μέχρι το 670 βορείου πλάτους και σε υψόμετρο μέχρι 2.000m (Σφήκας, 1995).

- **Ριζικό σύστημα**

Αποτελείται από μια ισχυρή πασσαλώδη ρίζα και από πλούσιο δίκτυο πλάγιων ριζών. Η πασσαλώδης ρίζα μπορεί να φτάσει σε βάθος 1m ή και περισσότερο. Γενικά όμως θεωρείται ως

φυτό του οποίου ο κύριος όγκος του ριζικού συστήματος δεν εισχωρεί σε μεγάλο βάθος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

- **Βλαστός**

Είναι λεπτός, τρυφερός, έχει διατομή γωνιώδη ή στρογγυλή και είναι κοίλος εσωτερικά. Το μήκος των βλαστών κυμαίνεται από 45 έως 120 cm, αλλά τα φυτά συνήθως δεν παρουσιάζουν αυτό το ύψος γιατί πλαγιάζουν. Σε ορισμένες αναρριχώμενες λαχανοκομικές ποικιλίες το ύψος φτάνει τα 2 m ή και περισσότερο. Αυτές οι ποικιλίες έχουν ανάγκη στηριγμάτων για να ορθωθούν με τη βοήθεια των ελίκων που φέρουν τα φύλλα. Με την έννοια των φυτών μεγάλης καλλιέργειας καταλληλότερες θεωρούνται οι κοντόσωμες ποικιλίες μπιζελιού γιατί καλλιεργούνται χωρίς υποστήριξη και δεν πλαγιάζουν σε σημαντικό βαθμό (Εικ. 9). Από οφθαλμούς που βρίσκονται στα πρώτα γόνατα του κύριου βλαστού εκφύονται πλάγιοι βλαστοί, ο αριθμός των οποίων εξαρτάται κυρίως από το γενότυπο και δευτερευόντως από τις συνθήκες ανάπτυξης (Χα, 2007).



**Εικόνα 4.** Φυτικά τμήματα του μπιζελιού (φύλλα, βλαστοί, έλικες)

- **Φύλλα**

Το πρώτο φύλλο του μπιζελιού είναι απλό και αιχμηρό. Το δεύτερο αποτελείται από τρία δυσδιάκριτα τμήματα, ενώ το τρίτο έχει πολύ μεγάλα παράφυλλα, ένα ζεύγος φυλλαρίων και



υποτυπώδη έλικα. Τα υπόλοιπα φύλλα εκφύονται κατ' εναλλαγή από το στέλεχος, είναι σύνθετα και αποτελούνται από δύο ή τρία ζεύγη φυλλαρίων και ένα ή περισσότερα ζεύγη ελίκων που στην πραγματικότητα πρόκειται για τροποποιημένα φυλλάρια. Τα φυλλάρια είναι ευρέα και ωσειδή. Τα νεύρα είναι αρκετά ευδιάκριτα και το μεσαίο προεξέχει χαρακτηριστικά. Τα περιθώρια των φυλλαρίων μπορεί να είναι αρκετά ή ελαφρώς οδοντωτά (Εικ. 10).

Στη βάση κάθε φύλλου βρίσκονται δύο παράφυλλα που χαρακτηρίζονται από το μεγάλο τους μέγεθος. Τα παράφυλλα στο κατώτερο μέρος τους είναι οδοντωτά και στο κτηνοτροφικό μπιζέλι παρατηρείται ένας πορφυρός χρωματισμός στο σημείο που ακουμπούν το στέλεχος (<http://artemis.teikoz.gr>).



Εικόνα 5. Φύλλα *Pisum sativum* (<http://www.saladette.com/garden/images/vfpea.jpg>).

- **Ταξιανθία**

Η ταξιανθία των μπιζελιών είναι βότρυς με ισχυρό κεντρικό άξονα και εκφύεται από τον οφθαλμό στη μασχάλη των φύλλων. Σε κάθε ταξιανθία αναπτύσσονται συνήθως 1-3 και σπανιότερα 4 μεγάλη άνθη, από τα οποία σχηματίζονται ισάριθμοι λοβοί. Μεγαλύτερος αριθμός λοβών ανά θέση σχηματίζεται στο λαχανοκομικό μπιζέλι. Το χρώμα των ανθέων διαφέρει με την ποικιλία και είναι λευκό, ροζ διάφορων τόνων, πορφυρό, ερυθρό-πορφυρό. Συνήθως το χρώμα στο κτηνοτροφικό μπιζέλι είναι ερυθρό-πορφυρό και στο λαχανοκομικό λευκό. Το ύψος επί του κεντρικού βλαστού, όπου αναπτύσσονται τα πρώτα άνθη είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας (Εικ. 11).



Εικόνα 6.. Άνθη του *Pisum sativum*

(<http://www.ruhr-uni-bochum.de/boga/html/Pisum.sativum.ho3.jpg>)

- Σπόροι

Οι σπόροι του κτηνοτροφικού μπιζελιού είναι συνήθως σφαιρικοί και μερικές φορές ελαφρώς πεπλατυσμένοι, λείοι και σπανιότερα συρρικνωμένοι. Το χρώμα τους ποικίλλει από γκρι-καφέ μέχρι καστανό, μπορεί δε να είναι ποικιλόχρωμοι με διάφορες τεφροκαστανές αποχρώσεις (Εικ. 12). Στο λαχανοκομικό μπιζέλι οι σπόροι είναι σφαιρικοί, λείοι ή συρρικνωμένοι, με χρώμα κιτρινόλευκο ή κυανοπράσινο (Χα, 2007). Η απόδοση σε σπόρο του μπιζελιού εξαρτάτε πρώτιστα από το συνολικό αριθμό των λοβών και δευτερευόντως από τους σπόρους ανά λοβό (Gan *et al.*, 2005).



Εικόνα 7. Καρποί του *Pisum sativum*

([http://www.seedsofchange.com/images/product\\_shots/PPS15987B.jpg](http://www.seedsofchange.com/images/product_shots/PPS15987B.jpg)).

- **Πολλαπλασιασμός**

Το μπιζέλι είναι φυτό ιδιαίτερα αυτογονιμοποιούμενο. Η διασταύρωση των φυτών είναι σπάνια. Επιτυγχάνεται μόνο με τη μεσολάβηση διαφόρων εντόμων που επισκέπτονται τα κλειστά άνθη, αλλά με ώριμους γυρεόκοκκους και πραγματοποιούν τυχαία διασταυρώσεις και υβρίδια.

Οι διάφορες ποικιλίες που κυκλοφορούν στην αγορά είναι προϊόν τεχνητών διασταυρώσεων και πολλαπλασιασμών (Χα, 2007).

## **1.6 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ**

**Οι ποικιλίες που υπάρχουν στη αγορά κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες:**

1. Αναρριχώμενες με μακρούς βλαστούς και λεπτούς που φτάνουν μέχρι 2,5m και έχουν ανάγκη στηριγμάτων για να ανορθωθούν με τη βοήθεια των ελικοφόρων φύλλων (Εικ. 13).
2. Όρθιες ή νάνες με βλαστό όρθιο 45-50εκ. μήκους και φύλλα χωρίς ή με έλικες ατροφικούς και τις ημιάνες με βλαστό μέχρι 1μ. ύψος και φύλλα με έλικες αναπτυγμένους.

**Οι διάφορες παραλλαγές του αρακά μπορούν να χωριστούν σε τεσσερις ομάδες:**

1. Με περικάρπιο περγαμηνώδες και καρπούς εδώδιμους ή με περικάρπιο σαρκώδες και εδώδιμο(ζαχαρομπίζελο).
2. Με βλαστό νανώδη, ή ημιανώδη ή αναρριχώμενο.
3. Με σπέρματα λεία ή ρυτιδωμένα.
4. Με σπέρματα λευκά ή πράσινα, ανάλογα με το λευκό ή πράσινο χρώμα των κοτύλων.).



## 1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

- **Αμειψισπορά**

Στις αμειψισπορές το μπιζέλι αποτελεί καλό προηγούμενο για τα σιτηρά διότι εάν σπαρθεί για την παραγωγή σανού αφήνει το έδαφος ελεύθερο ζιζανίων. Η καλλιέργεια που χρησιμοποιείται για σανό ή ενσίρωση αφήνει το έδαφος πλούσιο σε άζωτο σε σύγκριση με εκείνη που προορίζεται για καρπό (<http://alex.eled.duth.gr>).

- **Έδαφος**

Το μπιζέλι αναπτύσσεται σε όλους τους τύπους εδαφών, από τα ελαφρά αμμοπηλώδη έως τα βαριά αργιλώδη αρκεί να είναι πλούσια σε οργανική ουσία και καλά οργωμένα. Δεν ευδοκμεί σε αλατούχα χωράφια, πολύ ασβεστούχα και πολύ υγρά.

Για μια πολύ πρόιμη παραγωγή προτιμούνται τα αμμοπηλώδη. Για μεγάλες αποδόσεις, όπου η πρωιμότητα δεν είναι τόσο σημαντική, προτιμούνται τα καλοστραγγισμένα αργιλοπηλώδη ή ιλυοπηλώδη εδάφη. Η καλή αποστράγγιση του χωραφιού αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της καλλιέργειας των μπιζελιών τα οποία δεν ευδοκμούν σε βαριά κακοστραγγισμένα χωράφια. Το επιθυμητό pH κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και

6,7. Δεν ευδοκμεί στα πολύ όξινα εδάφη και σε μικρότερο pH από 5,5 καλό είναι να γίνεται προσθήκη ασβεστίου (<http://alex.eled.duth.gr>).

Τα ποτιστικά εξασφαλίζουν μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση και παρέχουν τη δυνατότητα να γίνει και δεύτερη καλλιέργεια στο ίδιο χωράφι αμέσως μετά τη συγκομιδή του αρακά.

Σε περίπτωση που η παραγωγή του αρακά προορίζεται για βιομηχανική μεταποίηση και μηχανική συγκομιδή στο χωράφι, το χωράφι πρέπει να είναι ισοπεδωμένο και να έχει δρόμο πλάτους 3,5 m. ελεύθερο για την κυκλοφορία των μηχανών συγκομιδής και μεταφοράς της παραγωγής (Δαλιάνης, 1993).

- **Απολύμανση σπόρου**

Για να αποφεύγονται μυκητολογικές προσβολές εδάφους στα νεαρά φυτά, πρέπει να απολυμαίνεται ο σπόρος. Η απολύμανση γίνεται με διάφορα μυκητοκτόνα όπως π.χ. με thiram σε αναλογία 125 gr για 100 kg σπόρου, με Καπτάν κ.ά.

Μέσα σε ένα δοχείο με καπάκι ή λόθρα ρίχνουμε σπόρο με το ανάλογο μυκητοκτόνο και ανακατεύονται μέχρις ότου καλυφθούν επιφανειακά οι σπόροι καλά από το φάρμακο (Χα, 2007).

- **Ποσότητα σπόρου**

Η ποσότητα του σπόρου που θα απαιτηθεί από στρέμμα εξαρτάται από το μέγεθος του σπόρου 12-20 kg.

Για μικρόκαρπες ποικιλίες 12-15 kg και για μεγαλόκαρπες 20 kg. Όταν η συγκομιδή γίνεται μηχανικά πρέπει να υπάρχουν περισσότερα φυτά στο στρέμμα σε σχέση με τη χειροσυλλογή. Για τον λόγο αυτό πρέπει ανάλογα με το μέγεθος των σπόρων να χρησιμοποιούνται ανά στρέμμα οι μεγαλύτερες ποσότητες (Χα, 2007).

- **Εποχή σποράς**

*Οι σπόροι του μπιζελιού διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:*

1. Ποικιλίες με σπόρο λείο επιφανειακά (φλοιό) όπου αντέχουν στη παγωνιά και υπάρχει δυνατότητα πρώιμης σποράς όπου σπέρνονται από τον Νοέμβριο έως Μάρτιο
2. Ποικιλίες με σπόρο με φλοιό ρυτιδωμένο όπου δεν αντέχουν στη παγωνιά και πρέπει να σπέρνονται όψιμα δηλαδή Ιανουαρίου έως Μάρτιο (Χα, 2007).

Η ημερομηνία σποράς είναι ένας άλλος σοβαρός παράγοντας που έχει επιπτώσεις στην παραγωγή σπόρου μπιζελιών. Στα ξηρά και ημιάγονα περιβάλλοντα, η πρόωρη φύτευση αύξησε τις αποδόσεις σε σπόρο στα φυτά μπιζελιού (Ludlow and Muchow 1990, Gan et al., 2002)

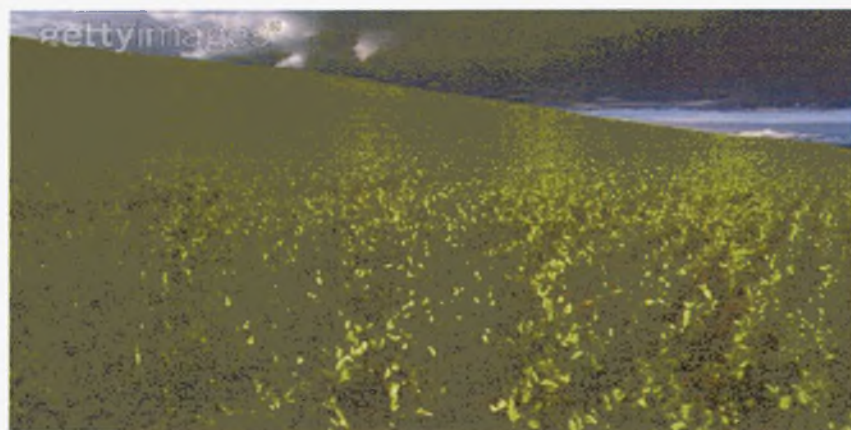
Πολλές φορές οι καιρικές συνθήκες δεν ευνοούν την έγκαιρη σπορά. Στη περίπτωση αυτή η σπορά μπορεί να γίνεται και μέχρι 10 Απριλίου. Η υψηλή θερμοκρασία και η έλλειψη νερού μπορεί να μειώσει τον ρυθμό ανάπτυξης της καλλιέργειας μπιζελιού, (Guilioni et al., 2003) γι'αυτό δεν πρέπει να υπάρχουν παρατεταμένες θερμοκρασίες πάνω από 28 °C και τα ποτίσματα πρέπει να είναι τακτικά.

- **Σπορά**

Η σπορά πρέπει είναι γραμμική. Οι γραμμές φύτευσης πρέπει να απέχουν 0,60m. - 0,90m μεταξύ τους και η απόσταση επί της γραμμής είναι μεταξύ 35-45 cm. Μεγαλύτερες αποστάσεις αφήνουν κενά στο χωράφι και μειώνεται η στρεμματική απόδοση (Εικ. 14). έχει αναφέρει ότι η ποσότητα σπόρου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, με ποσοότητες 50-75 σπόρων/m<sup>2</sup> μεγιστοποιούν τις παραγωγές μπιζελιών στο δυτικό Καναδά (Johnston et al., 2002). Ένας συνδυασμός πρώιμης σποράς (στις 14 Ιανουαρίου), με ένα ποσοστό σπόρων (90 σπόροι m<sup>2</sup>) με άρδευση και με προσθήκη

λιπάσματος P (P 52.5 kg/εκτάριο) μεγιστοποιεί τις παραγωγές καλλιεργούμενων μπιζελιών στα ημιάγονα μεσογειακά περιβάλλοντα (Tawahe *et al.*, 2003).

Ο σπόρος πέφτει στη σειρά πάνω σε κάθε γραμμή με σπαρτική μηχανή ρυθμισμένη να ρίχνει 12-20 kg σπόρο ανά στρέμμα, ανάλογα με το μέγεθος του σπόρου. Ο έλεγχος της μηχανής πρέπει να γίνεται προσεκτικά, γιατί λιγότερος σπόρος ανά στρέμμα δίδει αντίστοιχα μικρότερη παραγωγή.



Εικόνα 8. Καλλιέργεια μπιζελιού

([www.gettyimages.com/detail/AR3576-001/Stone](http://www.gettyimages.com/detail/AR3576-001/Stone)).

Μετά τη σπορά πρέπει να κυλινδρίζεται το έδαφος του χωραφιού εάν είναι δυνατόν, για την ισοπέδωση του χωραφιού όταν πρόκειται να γίνει μηχανική συγκομιδή, αλλά και να βοηθήσει στο φύτρωμα του σπόρου, με την ταχύτερη άνοδο της υγρασίας του εδάφους. Στις βόρειες και ψυχρές περιοχές που η σπορά γίνεται την άνοιξη η φθινοπωρινή άροση αποτελεί πλεονέκτημα διότι επιτρέπει την πρόωμη σπορά την άνοιξη. Με τον τρόπο αυτό μπορεί κανείς να σπείρει μια εβδομάδα νωρίτερα.

Στις ζεστές περιοχές που η σπορά γίνεται το φθινόπωρο και αν τα μπιζέλια ακολουθούν σκαλιστικά φυτά που αφήνουν το έδαφος σε καλή κατάσταση η σχολαστική προετοιμασία του εδάφους δεν είναι και τόσο απαραίτητη. Καλή προετοιμασία του εδάφους είναι απαραίτητη για τα μπιζέλια όπου η σπορά γίνεται στα πεταχτά ή με σπαρτική μηχανή σιτηρών δεδομένου ότι κάτω από αυτές τις συνθήκες δεν γίνονται σκαλίσματα και τα ζιζάνια μπορεί να δημιουργήσουν σοβαρό πρόβλημα (<http://artemis.teikoz.gr>).

- **Βάθος σποράς**

Το βάθος σποράς παίζει σημαντικό ρόλο:

1. Στο καλό φύτευμα και

2. Στην καλή αρχική ανάπτυξη των φυτών.

Οι Johnston και Stevenson (2001) ανέφεραν ότι το βέλτιστο βάθος σποράς στα καναδικά λιβάδια ποικίλει ανάλογα με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, αλλά σπέρνοντας σε βάθη > 76 mm μπορούν να μειώσουν την πυκνότητα των αποστάσεων και τις αποδόσεις σε σπόρο.

Σε λίγο βαρύ έδαφος το βάθος σποράς δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 2-3 εκ., ενώ σε ελαφρά εδάφη 3-4 εκ. Σπορά σε μεγαλύτερο βάθος δημιουργεί κινδύνους στο φύτευμα. Σκαλίσματα και βοτανίσματα είναι απαραίτητα αν δεν καλυφτεί γρήγορα το έδαφος από την καλλιέργεια. Για την στήριξη των φυτών χρησιμοποιούνται καλάμια, πάσσαλοι, σύρματα και δίχτυα. Σε επαγγελματικές καλλιέργειες για κατάψυξη ή κονσερβοποίηση η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Τα πράσινα μπιζέλια για νωπά συγκομίζονται με το χέρι όταν ακόμα οι λοβοί είναι σε πλήρη ανάπτυξη και πριν αρχίσουν να σκληραίνουν, σε 2 - 3 χέρια (<http://www.anthorama.gr/lachanokipos/arakas.htm>).

- **Φύτευμα**

Το φύτευμα γίνεται γρήγορα ή αργά, ανάλογα με τη θερμοκρασία και υγρασία που διαθέτει το έδαφος του χωραφιού. Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του χειμώνα πολλές φορές καθυστερεί το φύτευμα 15-20 ημέρες (Εικ. 15).



Εικόνα 9. Φύτευμα του σπόρου *Pisum sativum*

(<http://images.google.gr/imgres?imgurl=http://farm3.static.flickr.com>)



- **Καταπολέμηση ζιζανίων**

Αφού ολοκληρωθεί το φύτεμα και τα φυτά φθάσουν σε ύψος 4-5 εκ. Πρέπει να γίνεται ένα σκάλισμα. Το σκάλισμα βοηθά την ανάπτυξη των φυτών, γιατί βελτιώνει τον αερισμό, συγκρατεί την εδαφική υγρασία και καταστρέφει τα ζιζάνια, που αφαιρούν υγρασία και θρεπτικά συστατικά του εδάφους του χωραφιού και ως ξενιστές εντόμων μεταδίδουν στα φυτά ασθένειες (Rsmussen, 1992).

Το σκάλισμα αποφεύγεται με τη χρήση ζιζανιοκτόνων που καταστρέφουν τα ζιζάνια. τρόπο εφαρμογής.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με:

- σκάλισμα
- χημικά μέσα.

Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στο χωράφι πρέπει να γίνεται, σύμφωνα με τις οδηγίες που δίδονται και αναγράφονται στην ετικέτα της συσκευασίας του ζιζανιοκτόνου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται, όταν η εφαρμογή γίνεται σε ελαφρά αμμώδη εδάφη που μπορεί να γίνουν μικρές ή μεγάλες ζημιές ( Harker *et al.* 2001).

Σήμερα προσφέρονται πολλά ζιζανιοκτόνα στο εμπόριο, που διακρίνονται σε προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά. Προφυτρωτικά χρησιμοποιούνται το Treflan 48%, το Aresin 47.5%, το Karmex 80%, το Tok E-25, το Lasso 48%. το Bladex 50 κ.ά. Μεταφυτρωτικά εφαρμόζεται το Arctit 50% με ράντισμα, όταν τα πλατύφυλλα αγριόχορτα έχουν 3-4 φύλλα και η βλάστηση του αρακά περίπου 15cm.

Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, το φυτό του μπιζελιού δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια, ιδιαίτερα εάν η σπορά έχει γίνει σε περιοχές που το κλίμα τους την άνοιξη είναι ψυχρό, με αποτέλεσμα η ανάπτυξη του φυτού να είναι περιορισμένη. Αντιθέτως όσο αναπτύσσεται το φυτό τόσο περισσότερο ανταγωνίζεται τα ζιζάνια. Προκειμένου όμως να απαλλαγεί η φυτεία από τα ζιζάνια συνίσταται ψεκάσμος με επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα. Η ανθεκτικότητα του φυτού στα ζιζανιοκτόνα εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε κερί στα φύλλα. Η περιεκτικότητα σε κερί καθορίζει την ανθεκτικότητα και διαφέρει ποσοτικά στις καλλιεργούμενες ποικιλίες (Χα, 2007).

## **1.8 ΑΡΔΕΥΣΗ**

Για υψηλές αποδόσεις το μπιζέλι χρειάζεται επάρκεια υγρασίας ιδίως κατά το στάδιο της άνθησης (Benjamin *et al.* 2006).

Λόγω του μεγάλου σε βάθος ριζικού συστήματος και παρόλο την πλούσια φυλλική επιφάνεια το φυτό αντέχει και σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις αρκεί να υπάρχει δροσερό περιβάλλον ώστε να μετριάζεται η διαπνοή. Η κριτική περίοδος για το φυτό ξεκινάει από την περίοδο της άνθησης μέχρι την πτώση των πετάλων. Εάν το φυτό δεν τροφοδοτηθεί με την απαιτούμενη ποσότητα νερού εκείνη την χρονική περίοδο τότε η απόδοση θα ελαττωθεί. Η τεχνική που εφαρμόζεται στην Ελλάδα για την αποφυγή της ξηρασίας στο κρίσιμο στάδιο είναι η εφαρμογή συχνών αρδεύσεων πριν την ανθοφορία (Χα, 2007).

## **1.9 ΛΙΠΑΝΣΗ**

Δε γίνεται χρήση λιπασμάτων στις περισσότερες περιπτώσεις στο κτηνοτροφικό μπιζέλι. Σε όσες περιπτώσεις χρειάζεται λίπασμα, τότε αυτό προστίθεται πριν την άροση και σε ποσότητες που εξαρτώνται από το έδαφος και τις προηγούμενες καλλιέργειες του αγρού. Εάν ο αγρός το προηγούμενο καλοκαίρι είχε καλλιεργηθεί με σκαλιστικά και είχε δεχθεί μεγάλες δόσεις λιπασμάτων, τα μπιζέλια θα θέλουν λίγη ή καθόλου πρόσθετη λίπανση. Εάν η προηγούμενη καλλιέργεια λιπάνθηκε ελάχιστα και το έδαφος είναι φτωχό συνιστάται η χρησιμοποίηση 20 έως 25 κιλών υπερφωσφορικού του τύπου 0-20-0 και 5 έως 6 κιλών θεικής αμμωνίας ή το ισοδύναμο κάποιου άλλου αζωτούχου λιπάσματος. Κοπριά 1-2 τόνοι στο στρέμμα βελτιώνει τη φυσική σύσταση του εδάφους και προσθέτει λιπαντικά στοιχεία ανάλογα με την προέλευση και την ποιότητα της κοπριάς (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Την κοπριά αντικαθιστούν σήμερα τα βιολογικά οργανικά λιπάσματα, που χρησιμοποιούνται με άριστα αποτελέσματα σε όλες τις καλλιέργειες.

Ο εμβολιασμός των μπιζελιών με κατάλληλες καλλιέργειες αζωτοβακτηρίων συνιστάται ιδιαίτερα σε όσες περιπτώσεις τα μπιζέλια καλλιεργούνται για πρώτη φορά στο χωράφι. Μερικοί παραγωγοί μεταφέρουν χώμα από τους αγρούς που είχαν καλλιεργηθεί με μπιζέλια που είχαν σχηματίσει φυμάτια στις ρίζες τους και το διασκορπίζουν στα χωράφια τους. Δεν είναι βέβαιο ότι η τεχνική αυτή θα είναι αποτελεσματική γιατί δεν είναι γνωστό εάν στα φυμάτια περιέχονται

κατάλληλοι βιότυποι του αζωτοβακτηρίου. Μερικοί παραγωγοί προτιμούν να χορηγούν αζωτούχα λιπάσματα για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των φυτών παρά να κάνουν εμβολιασμούς (<http://artemis.teikoz.gr>).

## **1.10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ**

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι καλλιεργείται για σανό, ενσίρωση, χλωρή νομή, λίπανση και καρπό. Όταν προορίζεται για την παραγωγή σανού το κτηνοτροφικό μπιζέλι συνήθως καλλιεργείται με βρώμη, βρίζα ή κριθάρι. Το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής του κτηνοτροφικού μπιζελιού για σανό είναι όταν έχουν σχηματιστεί καλά οι περισσότεροι λοβοί του. Οι στρεμματικές αποδόσεις σε σανό είτε μόνο του είτε σε συγκαλλιέργεια με σιτηρά κυμαίνονται από 250-750 Kg ανάλογα με τις συνθήκες. Το κτηνοτροφικό μπιζέλι σε συγκαλλιέργεια με σιτηρά δίνει καλής ποιότητας και υψηλής θρεπτικής αξίας ενσιρωμένη τροφή. Η κοπή για ενσίρωση θα πρέπει να γίνεται όταν ο καρπός του σιτηρού είναι σχεδόν ώριμος. Δεδομένου ότι το κτηνοτροφικό μπιζέλι δεν πρέπει να πατιέται, για βοσκή επιτυγχάνει μόνο όταν συγκαλλιεργείται με ένα μικρό σιτηρά ή όταν αφήνεται να ωριμάσει, έτσι ώστε ολόκληρο το φυτό να χρησιμοποιείται για βοσκή.

Για την παραγωγή καρπού το κτηνοτροφικό μπιζέλι πρέπει να συγκομίζεται όταν οι λοβοί του έχουν ωριμάσει. Η συγκομιδή του αρακά γίνεται όταν τα σπέρματα του έχουν αποκτήσει το μέγιστο του όγκου τους και είναι ακόμα τρυφερά και πλούσια σε ζάχαρα. Οι λοβοί πρέπει να είναι καλογεμισμένοι με τρυφερούς

σπόρους και το χρώμα τους αλλάζει από το σκούρο προς το ανοικτό πράσινο. Η σκληρότητα του περιβλήματος καθώς και εκείνη του εμβρύου αποτελούν μέτρο ωρίμανσης που μπορεί να προσδιορισθεί με μηχανικά μέσα, όπως είναι ο τρυφερομετρητής (Εικ. 17) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τα γλυκομπίζελα συγκομίζονται όταν οι λοβοί τους αποκτήσουν εμπορεύσιμο μέγεθος και πριν χάσουν τη γλυκύτητα τους. Το κλίμα της χώρας μας είναι πιο θερμό και πιο ξερό από ότι χρειάζεται το φυτό. Σαν κτηνοτροφικό φυτό για την παραγωγή σανού το κτηνοτροφικό μπιζέλι έχει κάποια σημασία για την ορεινή Ελλάδα ειδικότερα αν βρεθούν ποικιλίες ανθεκτικές στο κρύο και τις ασθένειες. Αντίθετα για τις πεδινές περιοχές θεωρείται σαν ακατάλληλη καλλιέργεια (<http://alex.eled.duth.gr>).



Ανάλογα με τους τρυφερομετρικούς βαθμούς γίνεται ταξινόμηση του αρακά ως εξής: 90° - 105° ο αρακάς είναι πρώτης διαλογής, κατάλληλος για κατάψυξη και κονσερβοποίηση, 106° - 120°. Ο αρακάς είναι ποιότητας STANDARD κατάλληλος για κατάψυξη και κονσερβοποίηση, από 120° και πάνω είναι ακατάλληλος για κατάψυξη και κονσερβοποίηση. Στην Αμερική χρησιμοποιείται το σύστημα (GROWING-DEGREES-DAYS).

Αυτό είναι σημαντικό για τον προγραμματισμό καλλιεργειών αρακά από τις μεταποιητικές βιομηχανικές μονάδες, για την προσαρμογή σποράς ποικιλιών, πρώιμων, μεσοπρώιμων και όψιμων, ανάλογα με τις απαιτήσεις του προγράμματος παραγωγής και της δυναμικότητας του μηχανολογικού εξοπλισμού. Συγκεκριμένα για τις Ελληνικές συνθήκες, ο επαρκής μηχανολογικός εξοπλισμός συγκομιδής αρακά, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία της βιομηχανίας και την εξασφάλιση ποιοτικής παραγωγής προϊόντων αρακά (Αγγίδης, 1999).

## **1.10 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ**

Η συγκομιδή του μπιζελιού γίνεται με το χέρι, προκειμένου να διατεθεί στη αγορά για βιομηχανική μεταποίηση.

Για να επιτευχθεί ποιότητα και χαμηλό κόστος στη βιομηχανική μεταποίηση του αρακά, πρέπει να υπάρχει υποδομή μηχανικής συγκομιδής και εκκόκκισης και μηχανολογικός εξοπλισμός μεταποίησης συνεχούς λειτουργίας, που να ανταποκρίνεται στον προγραμματισμό παραγωγής της βιομηχανίας.

### **1. Συγκομιδή με το χέρι**

Η συγκομιδή με το χέρι νωπών λοβών για λιανική ή και βιομηχανική διάθεση αρχίζει όταν οι σπόροι του αρακά αναπτυχθούν κανονικά μέσα στο λοβό παραμένουν τρυφεροί και πριν προχωρήσουν στην ολοκληρωτική ωρίμανση (ξηραθούν).

### **2. Μηχανική συγκομιδή για βιομηχανική μεταποίηση.**

Η μηχανική συγκομιδή απαιτεί προγραμματισμό σποράς και χρήση βιομηχανικών ποικιλιών, πρώιμου, μεσοπρώιμων και όψιμων.

- Για να υπάρχει κλιμακωτή ωρίμανση και συγκομιδή

- Να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή παράταση της λειτουργίας της βιομηχανικής μεταποίησης (Αγγίδης 1999).

## **1.11 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

### **Οι κυριότεροι εχθροί είναι οι εξής:**

- Κάμπια μπιζελιού (*Laspeyresia nigricana*),
- Θρίπας μπιζελιών (*Kakothrips robustus*),
- Βρούχος μπιζελιών (*Bruhus pisorum*),
- Κηκιδόμυγα μπιζελιών (*Contarina pisi*),
- Φυτομάζα *Phytomyza atricornis*,
- Σιτόνα μπιζελιού (*Sitona lineatus*),
- Αφίδα μπιζελιού (*Aphis craccivora*) (<http://alex.eled.duth.gr>).

### **Διάφορα ζώφια, θρίπες και αφίδες**

Είναι επικίνδυνα γιατί δημιουργούν σοβαρές ζημιές στις καλλιέργειες. Έμμεσα σαν φορείς ιών που προκαλούν διάφορες ιώσεις στα φυτά, άμεσα γιατί τρυπούν, κόβουν ή ξύνουν τους ιστούς των φυτών και τρέφονται με τον κυτταρικό χυμό.

Αντιμετωπίζονται με απομάκρυνση μέσα και γύρω από τις καλλιέργειες των ζιζανίων που είναι ξενιστές και φιλοξενούν τα ζώφια, με τη χρήση εντομοκτόνων που προσφέρονται πολυάριθμα στο εμπόριο φυτοφαρμάκων, όπως είναι για τους θρίπες το Diazinon, Malathion, θειάφι θειασβέστιο Κ.α. Για τις αφίδες toredion νί8, Pizimor, Nimrod, Daconil 500 κ.α.

Στη χρήση των φαρμάκων να προτιμούνται αυτά που θα έχουν μικρότερη αρνητική επίδραση στους φυσικούς εχθρούς των ζωυφίων.

### **Οι κυριότερες ασθένειες είναι οι εξής:**

- *Fusarium solani*

Προκαλεί καστανή σήψη του λαιμού και κιτρίνισμα των φύλλων.

- ***Colletotrichum pisi***

Στα νεαρά φυτά (από μολυσμένο σπόρο) εμφανίζονται μελανές πληγές στις κοτυληδόνες και στο βλαστό. Στα μεγαλύτερα φυτά οι πληγές σχηματίζουν βαθιές κηλίδες 8-10cm στο βλαστό και στα φύλλα και μικρότερες (μέχρι 1cm) στους λοβούς (Δαλιάνης, 1993).

- ***Macrophosina pisi***

Τα φυτώρια από μολυσμένο σπόρο παρουσιάζουν μαύρη, ακανόνιστη πληγή κάτω από τα πρώτα δύο φύλλα, που γρήγορα προχωρεί προς τα πάνω (μαύρισμα κορυφής) και ξεραίνει το φυτό. Στα ώριμα φυτά, ο βλαστός ξεραίνεται και πάνω του εμφανίζονται μικρά μαύρα σκληρώτια (μέσο μετάδοσης της αρρώστιας στα άλλα φυτά) (Δαλιάνης, 1993).

- **Περονόσπορος (*Phytophthora phaseoli*)**

Δημιουργεί καστανές κηλίδες στα φύλλα που στην αντίστοιχη κάτω επιφάνεια έχουν λευκό χνούδι. Στον αρακά σχηματίζει κηλίδες και στους λοβούς.

- ***Rhizoctonia solani***

Προσβάλλει τα φυτά στο λαιμό προκαλώντας βαθιά πληγή, αρχικά ερυθρού χρωματος και μετά μαύρου. Τα νεαρά φυτά καταστρέφονται και τα μεγαλύτερα μένουν καχεκτικά.

- **Σκληρωτινίαση (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Εκδηλώνεται με υγρή σήψη στο λαιμό του φυτού και ξήρανση. Εκτείνεται στους βλαστούς, φύλλα και λοβούς. Πάνω στα προσβεβλημένα μέρη αναπτύσσεται λευκό μυκήλιο και μέσα σχηματίζονται μικρά, ακανόνιστα, μαύρα σκληρώτια.

- **Σκωρίαση (*Uromyces pisi*)**

Προσβάλλονται κυρίως τα φύλλα (κάτω επιφάνεια) και σπανιότερα οι λοβοί. Αρχικά σχηματίζονται μικρές φλύκταινες λευκοπράσινες, που αργότερα ανοίγουν και βγαίνουν σε σωρούς

τα ουρεδοσπόρια σε χρώμα σκουριάς. Τέλος, οι κηλίδες γίνονται σχεδόν μαύρες από τα τελειοσπόρια, τα φύλλα ξεραίνονται και πέφτουν πρόωρα (Αγγίδης, 1999).

- **Ωίδιο (*Erysiphae pisi*)**

Προκαλεί στα υπέργεια μέρη του φυτού (κυρίως στα φύλλα) ακανόνιστες καστανοκόκκινες κηλίδες, που καλύπτονται από λευκό μυκήλιο. Σε μεγάλη προσβολή, τα φύλλα παραμορφώνονται και πέφτουν. Στον αρακά σπάνια προκαλεί σοβαρές ζημιές, συνήθως προς το τέλος της περιόδου (Χα, 2007).

## 1.12 Διαπνοή και εξάτμιση

Μπορεί και με τις δυο διαδικασίες να έχουμε απώλεια νερού αλλά είναι δυο διαφορετικές έννοιες και φυσικά ακολουθούν διαφορετικές πορείες. Διαπνοή είναι η απώλεια νερού από το φυτό ενώ η εξάτμιση είναι η απώλεια νερού από το έδαφος.



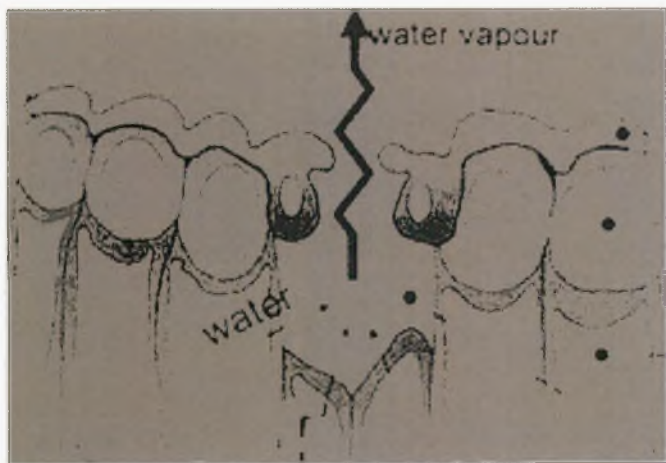
11

Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας όπου η βλάστηση είναι μικρή, η κύρια διεργασία απώλειας νερού είναι η εξάτμιση. Αργότερα, με την ανάπτυξη της φυλλοστοιβάδας η διαπνοή αποτελεί την κύρια διεργασία απωλειών νερού από την καλλιέργεια. Όπως γίνεται σαφές στις μέρες όπου η εξοικονόμηση νερού είναι ύψιστης σημασίας, μελέτες που αφορούν στους ρυθμούς διαπνοής και παραγόντων που επιδρούν σε αυτές είναι μεγάλης σημασίας (Kramer, 1983)

### Διαπνοή (Transpiration)

Ο μηχανισμός με τον οποίο το νερό διαφεύγει μέσω των στοματίων στην ατμόσφαιρα είναι σχετικά απλός. Η διαπνοή παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση με την ώρα της ημέρας (αυξάνεται από το πρωί έως το μεσημέρι, μετά σταθεροποιείται για λίγο και μειώνεται μέχρι το βράδυ. Τις νυκτερινές ώρες

δεν μηδενίζεται αλλά εξακολουθεί σε πολύ μικρά επίπεδα « $0,5 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Η διάχυση αποτελεί την κύρια διαδικασία με την οποία οι υδρατμοί διαφεύγουν από την στοματική κοιλότητα στην ατμόσφαιρα. Η διαπνοή διαφέρει από την εξάτμιση διότι η διαφυγή των υδρατμών εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό και από την αντίσταση του φύλλου και δεν περιορίζεται μόνο σε εδαφοκλιματικούς παράγοντες.



**Εικόνα 11.** Η πορεία της διαπνοής από τη στοματική κοιλότητα στην ατμόσφαιρα. (cuticula = επιδερμίδα, epidermal cells = επιδερμικά κύτταρα, mesophyll cells = κύτταρα του μεσόφυλλου, intercellular space= μεσοκυττάριος χώρος ) (Πηγή: FAO, 1998)

Η διαπνοή, όπως και η εξάτμιση, εξαρτώνται από την ενέργεια που εισρέει, την πίεση των υδρατμών στον αέρα. ως εκ τούτου, η ακτινοβολία, η θερμοκρασία αέρα, η υγρασία αέρα και η ταχύτητα του ανέμου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην πορεία της διαπνοής των φύλλων. Επίσης η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, η ικανότητα του εδάφους να τροφοδοτεί τις ρίζες με νερό, και η ποιότητα του νερού (Π.χ. προβλήματα αλατότητας και όσμωσης), επηρεάζουν την πορεία της διαπνοής. Ο ρυθμός διαπνοής επηρεάζεται επίσης από τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, από περιβαλλοντικές συνθήκες. Το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας και τέλος από τις καλλιεργητικές τεχνικές. Διαφορετικά είδη φυτών έχουν διαφορετικούς ρυθμούς διαπνοής. Στην παράγραφο που ακολουθεί θα αναφέρουμε μερικά απλά παραδείγματα για να γίνουν πιο κατανοητοί οι παράγοντες που επιδρούν στην διαπνοή των φυτών

Ο δυνατός αέρας μειώνει την αντίσταση των φύλλων, αυξάνει την διαφορά πίεσης υδρατμών και αυξάνει την διαπνοή

Η χαμηλή σχετική υγρασία του αέρα αυξάνει την διαφορά συγκεντρώσεως υδρατμών άρα και τους ρυθμούς διαπνοής



## 1.13 Φωτοσύνθεση

Η όλη διαδικασία της φωτοσύνθεσης πραγματοποιείται με μια σειρά αλληλοδιαδοχικών φυσικών και χημικών φαινομένων τα οποία δεν έχουν πλήρως διαλευκανθεί. Η αλυσίδα των επιμέρους αντιδράσεων οδηγεί στο σχηματισμό της τελικής ουσίας που κατά κανόνα είναι η γλυκόζη από το  $\text{CO}_2$  της ατμόσφαιρας. Μεγάλο μέρος των αντιδράσεων αυτών (αναπνοή) είναι ανεξάρτητο του φωτός, με άλλα λόγια μπορούν να συμβούν τόσο παρουσία φωτός όσο και στο σκοτάδι, γι αυτό και ονομάζονται "σκοτεινές αντιδράσεις (dark respiration)" σε αντίθεση προς της "φωτεινές αντιδράσεις" (Atwell *et al.*, 1999).

Η αφομοίωση του  $\text{CO}_2$  είναι σημαντικός παράγοντας διότι με αυτήν πραγματοποιείται η παραγωγή οργανικών ουσιών, καθώς επίσης και η αποταμίευση ενέργειας με χημική μορφή. Η αναγωγή του άνθρακα πραγματοποιείται στο στρώμα του χλωροπλάστη με μια σειρά πολύπλοκων αντιδράσεων, που είναι γνωστές ως κύκλος του Calvin και πραγματοποιούνται σε τρία στάδια: α) στο πρώτο γίνεται η καρβοξυλίωση του αποδέκτη του  $\text{CO}_2$ , β) το δεύτερο περιλαμβάνει την αναγωγή των καρβοξυλικών οξέων σε αλδευδική μορφή, γ) στο τρίτο αναγεννάται ο αποδέκτης του  $\text{CO}_2$  (Hopkins, 1995).

Η φωτοσυνθετική απόδοση ενός φυτού μπορεί να επηρεασθεί από διάφορους παράγοντες, είτε εξωτερικούς είτε εσωτερικούς, οι οποίοι με τη σειρά τους έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή κάθε καλλιέργειας. Μερικοί από τους παράγοντες επηρεάζουν άμεσα τη φωτοσύνθεση όπως το φως και το  $\text{CO}_2$ , ενώ άλλοι όπως το νερό και τα θρεπτικά συστατικά έχουν έμμεσες επιδράσεις.

Η φωτοσύνθεση αυξάνει γενικά όσο αυξάνει η ένταση του φωτός μέχρι ένα ορισμένο σημείο, το σημείο κορεσμού πέρα από το οποίο παύει να αυξάνεται η φωτοσύνθεση. Με την αύξηση του  $\text{CO}_2$  αυξάνεται και η φωτοσύνθεση εφόσον οι άλλοι παράγοντες δεν είναι περιοριστικοί, εμπλουτισμός ενός συστήματος με  $\text{CO}_2$  δεν ωφελεί παρά μόνο εάν ταυτόχρονα εξασφαλίσουμε και ικανοποιητικό φωτισμό. Επίσης σε υψηλές εντάσεις θερμοκρασίας έχουμε αύξηση της φωτοσύνθεσης, φωτοσύνθεση δεν γίνεται αν η θερμοκρασία δεν είναι μεγαλύτερη από μια ορισμένη τιμή ελάχιστη, μετά το σημείο αυτό όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία τόσο αυξάνεται και η φωτοσύνθεση.

Το νερό επίσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την φωτοσύνθεση, όλα τα κύτταρα κανονικά έχουν πάντα άφθονο νερό, έτσι όσο τα κύτταρα είναι σε σπαργή και ενεργά το νερό δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για τη φωτοσύνθεση. Έλλειψη νερού περιορίζει την είσοδο  $\text{CO}_2$  στα φύλλα, την κίνηση  $e^-$  και την επιφάνεια των φύλλων. Η κατασκευή και διάταξη του φύλλου, η πυκνότητα των χλωροπλαστών, η θρεπτική κατάσταση του φυτού, ένζυμα, συνένζυμα κ.α. επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση. Τέλος, με τη μείωση της φωτοαναπνοής,



θα έχουμε αύξηση της φωτοσύνθεσης, και αυτό μπορούμε να το πετύχουμε με : αύξηση της συγκέντρωσης  $\text{CO}_2$ , μείωση της συγκέντρωσης του  $\text{O}_2$  από 21 % σε 2% και χρήση χημικών ουσιών (Hall *et al.*, 1993).

## 1.14 Περιγραφή μηχανήματος LCpro



Η πρώτη φιάλη, κοντά στα καλώδια έχει χρώμα πράσινο-άσπρο και είναι σαν σκόνη (Iron sulfate). Προσοχή όταν γίνει άσπρο τελείως το αντικαθιστούμε νέο ίδιο υλικό. Στην κάτω μεριά της φιάλης υπάρχει ένα καλώδιο το οποίο συνδέεται σε μια μικρή υποδοχή του μηχανήματος. Η δεύτερη φιάλη έχει χρώμα μπλε και αποτελείται από <μικρά πετραδάκια>(Drierite). Όταν το χρώμα γίνει μοβ το αντικαθιστώ με νέο υλικό ή ξεραίνω το υπάρχον στους 250 οC για μία ώρα. Η τρίτη στήλη έχει χρώμα πράσινο και αποτελείται και αυτή από <μικράπετραδάκια> (Soda line). Όταν το χρώμα γίνει καφέ το αντικαθιστώ με νέο υλικό.

**Προσοχή καθώς βγάζουμε και τοποθετούμε ξανά τις φιάλες να μην μας φύγουν τα φίλτρα !**

Από την πίσω πλευρά υπάρχουν πολλές υποδοχές. Η άσπρη υποδοχή είναι για να μπαίνει καθαρός αέρας. Επίσης υπάρχουν και τρεις χρωματιστές υποδοχές (λευκή – μαύρη – κόκκινη) οι οποίες ενώνονται με τον leaf chamber. **Προσοχή να ταυτίζονται τα χρώματα.** Η μεγαλύτερη θύρα είναι για τον leaf chamber, και η άλλη για την μεταφορά των δεδομένων στον H/Y. Η στρόγγυλη θύρα είναι για την φόρτιση του μηχανήματος. Τέλος μια μικρή υποδοχή είναι για την φιάλη του Iron sulfate.

- **Στο αγρό (last check)**

Από την στιγμή που ανοίξουμε το μηχάνημα θα πρέπει να το αφήσουμε 3min να <καλιπραριστεί>

Έπειτα επιλέγουμε το φύλλο που θα μετρήσουμε. Εδώ προσοχή στον τρόπο επαφής του φύλλου και του leaf chamber. Από την στιγμή που θα τοποθετηθεί το φύλλο στο θάλαμο το αφήνουμε άλλα 2-3 min έτσι ώστε να καλιπραριστεί ξανά (να προσαρμοστεί στο νέο μικρό-περιβάλλον). Τέλος κάνουμε μερικά check στις τιμές που εμφανίζονται πάνω στην οθόνη πριν ξεκινήσουμε τις μετρήσεις μας έτσι ώστε να επιβεβαιωθούμε ότι όλα δουλεύουν καλά.

Τσεκάρουμε το εξής:

Cref να είναι περίπου το ίδιο με το C'an (η διαφορά τους να είναι < 10%)

- **Περιγραφή LCpro+**

Το μηχάνημα ανοίγει με το κουμπί [I] (προσοχή το κουμπί να είναι πατημένο για 2-3 sec συνεχόμενα). Το ίδιο κουμπί χρησιμεύει και σαν **enter** / **escape**. Επίσης στο πάνω

μέρος του πάνελ παρατηρούμε αλλά 4 κίτρινα κουμπιά τα οποία κάνουν διάφορες λειτουργίες. Στο κάτω μέρος από κάθε κουμπί αναγράφεται και η εντολή που θα εκτελέσει αν το πατήσουμε (π.χ file menu, sequence κ.λ.π). Με το κύριο κουμπί [I], αλλάζουμε τις οθόνες

- **Λήψη μετρήσεων**

Το μηχάνημα μπορεί να καταγράφει μετρήσεις ανά 20 δευτερόλεπτα, όπου και ολοκληρώνεται ο κύκλος ροής του αέρα στο θάλαμο. Η απόσταση μεταξύ μετρήσεων θα πρέπει να είναι από **1 έως 10**

**λεπτά (έως και 100 λεπτά)**, ανάλογα τις μετρήσεις που θέλουμε.

Π.χ.

Για 24ωρες μετρήσεις ανά 4-5 λεπτά είναι καλά Για μετρήσεις όπου αλλάζει η θερμοκρασία ανά 5-10 λεπτά (εξαρτάται) Για μετρήσεις όπου αλλάζει το φως ανά 4-6 λεπτά (εξαρτάται) Για μετρήσεις αναπνοής υπό φυσικές συνθήκες ανά 2 λεπτά Γενικώς η απόσταση μεταξύ 2 επαναλαμβανόμενων μετρήσεων εξαρτάται και από το φυτικό είδος. Δοκιμές επιβάλλονται.

- **Δυνατότητες LCpro+**

**Temperature**  $\pm 10$  C, **Radiation** from 0 to 2000  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  ή (0–1000  $\text{W}/\text{m}^2$ ) **CO<sub>2</sub>** from 0–2000 ppm and **RH** from 1-15. Τα δυο τελευταία δεν προτείνονται.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης τριών διαφορετικών ποσοτήτων ιδίου λιπάσματος σε αρδευόμενο ή μη αρδευόμενο αγρό, με κανονική ή πυκνή σπορά για την αύξηση-ανάπτυξη του μπιζελιού, εγκαταστάθηκε πείραμα αγρού στο Ν. Μαγνησίας στην περιοχή του Βελεστίνου κατά την καλλιεργητική περίοδο 2009-2010.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν τυχαιοποιημένες ομάδες υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split plot) σε 3 επαναλήψεις, η κάθε επανάληψη περιελάμβανε 12 πειραματικά τεμάχια όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Συνολικά τα τεμάχια ήταν 36 ( $3*4*3*=36$ ). Με πλήρη τυχαιοποίηση στο καθένα από τα υποτεμάχια καθορίστηκε η μεταχείριση με το ψυχανθές *Pisum sativum*, όπου Μ είναι τα υποτεμάχια του μάρτυρα (χωρίς καλλιέργεια ψυχανθών), Ε τα υποτεμάχια στα οποία θα γίνει ενσωμάτωση του ψυχανθούς στο έδαφος μόλις φτάσει στο κατάλληλο στάδιο του βλαστικού κύκλου (χλωρή λίπανση) και Κ τα υποτεμάχια στα οποία το ψυχανθές θα ολοκληρώσει το βιολογικό του κύκλο και θα συγκομιστεί ως ξεχωριστή καλλιέργεια για παραγωγή καρπού.

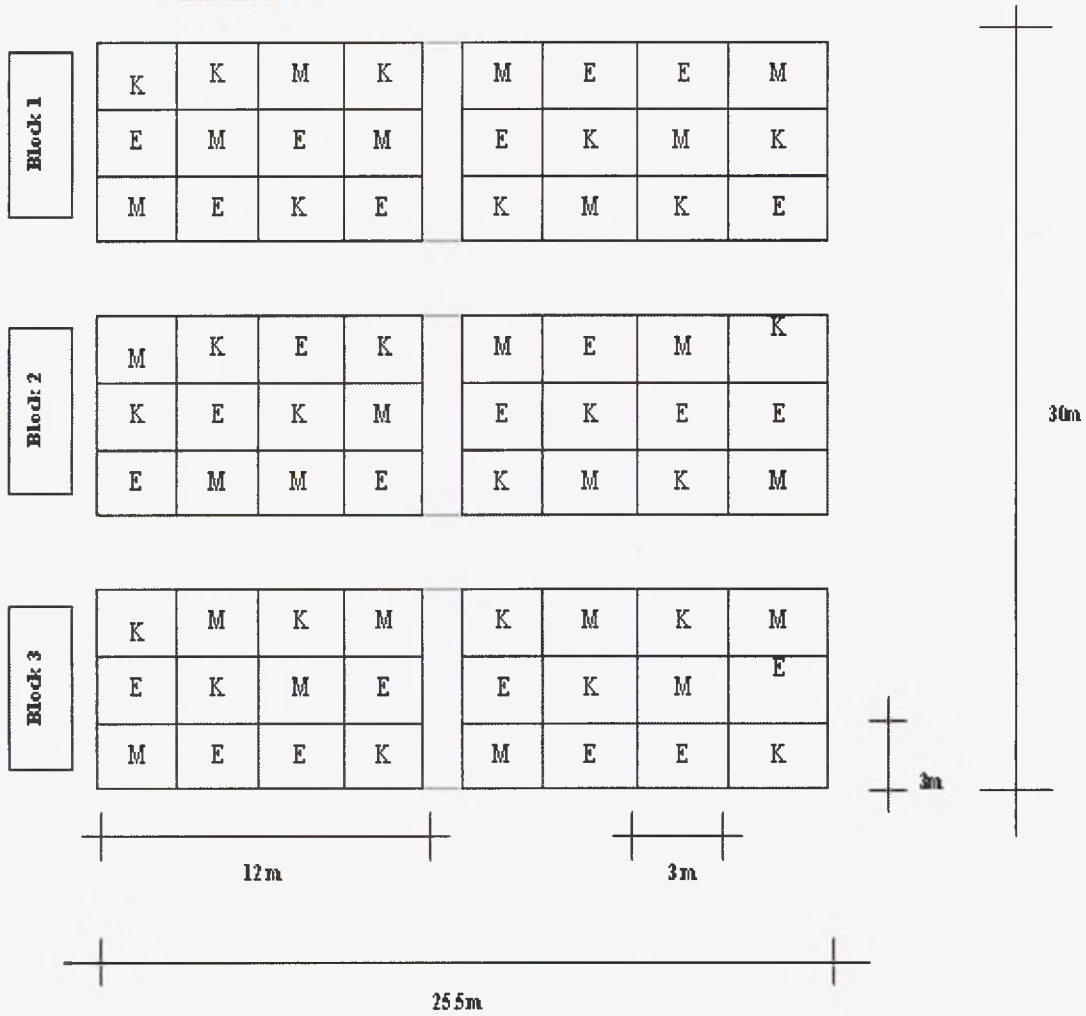
Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε μήκος 3,5 m και πλάτος 2,6 m και αποτελούνταν από 17 γραμμές.

Η ποικιλία μπιζελιού η οποία χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα ήταν η pea carouby.

*Pisum sativum* L.

*Zea mays* L.

*Helianthus annuus* L.



Σχήμα 2. Σχέδιο πειραματικού αγρού στο αγρόκτημα στο Βελεστίνο.



## **2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

Πραγματοποιήθηκαν όλες οι ενδεδειγμένες καλλιεργητικές εργασίες για την προετοιμασία του πειραματικού αγρού. Το φθινόπωρο του 2009 έγινε όργωμα του πειραματικού αγρού και στις 20/11/09 έγινε η σπορά του μπιζελιού. Η σπορά έγινε με σπαρτική μηχανή σιτηρών σε σειρές με αποστάσεις 17-19 cm μεταξύ των σειρών και 10-12 cm επί της σειράς. Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο έλεγχος βλαστικής ικανότητας. Το κάθε τεμάχιο είχε διαστάσεις 3,5 χ 2,6 = 9,1 m<sup>2</sup> και περιελάμβανε 17 γραμμές, ενώ η κάθε επανάληψη είχε διαστάσεις 12 χ 9 = 108 m<sup>2</sup> και περιελάμβανε 12 τεμάχια. Μεταξύ των επαναλήψεων υπήρχε διάδρομος επαναλήψεων πλάτους 1 m και η όλη έκταση του αγρού καταλάμβανε 21 x 17,6 = 369,6 m<sup>2</sup> (Σχήμα 1). Το φύτευμα έγινε στις 11/12/09. Αμέσως μετά το φύτευμα του 80% των σπόρων έγινε καθαρισμός των τεμαχίων που αποτελούσαν τον μάρτυρα. Η ανθοφορία έλαβε χώρα στις 12/4 /10 (50% του συνόλου). Στα τεμάχια Ε που προορίζονταν για ενσωμάτωση έγινε επέμβαση με περιστροφικό καλλιεργητή, με σκοπό την πλήρη ενσωμάτωση της βιομάζας του μπιζελιού (σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο). Στις 25 Μαΐου του 2010 έγινε η συγκομιδή της υπέργειας βιομάζας των φυτών (φύλλα, στελέχη και λοβοί) .Δεν έγιναν εφαρμογές φυτοπροστατευτικών προϊόντων, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ούτε και λιπασμάτων, ενώ τα ζιζάνια καταστράφηκαν με τα χέρια και με την χρήση ζιζανιοκτονών.

## **2.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

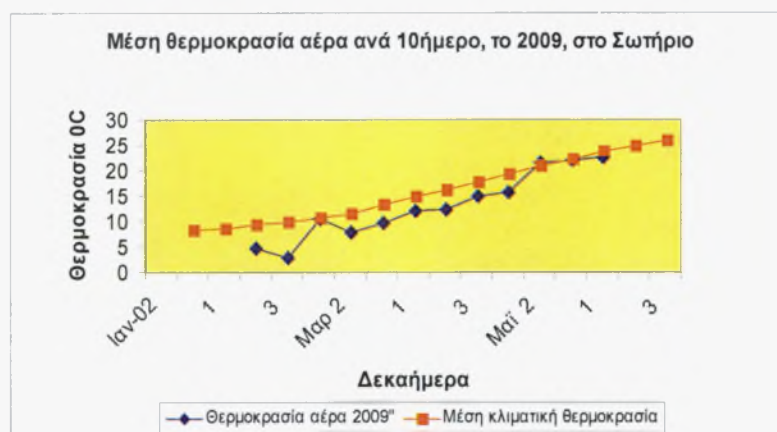
Στο πείραμα είχε εγκατασταθεί από το εργαστήριο Γεωργίας πλήρως αυτοματοποιημένος μετεωρολογικός σταθμός.

Περιελάμβανε καταγραφέα τύπου DATAHOG 2 SERIES ο οποίος απαρτίζεται από τους εξής αισθητήρες μέτρησης:

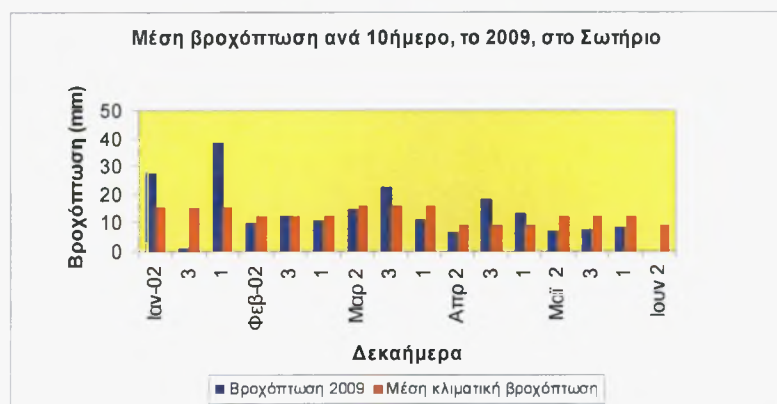
- Θερμοκρασίας
- Ηλιακής ακτινοβολίας
- Βροχόπτωσης
- Ταχύτητας ανέμου

Πλήρες σύνολο μετεωρολογικών δεδομένων (ηλιακή ακτινοβολία σε  $W m^{-2}$ , σχετική υγρασία αέρα, βροχόπτωση σε mm, ταχύτητα ανέμου σε  $m s^{-1}$ ) καταγράφονταν ανά ώρα. Καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου παρατηρήθηκαν έντονες βροχοπτώσεις σε σχέση με τη μέση κλιματική βροχόπτωση της περιοχής από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή της καλλιέργειας. Έντονη βροχόπτωση παρατηρήθηκε το τρίτο δεκαήμερο του Ιανουαρίου με συνολικό άθροισμα 38,6 mm. Επίσης σημαντικές ποσότητες βροχής έπεσαν το μήνα Απρίλιο γεγονός που διευκολύνει τη παραγωγή ανθέων και τη μετέπειτα καρπόδεση αυτών (κριτική περίοδος νερού για το μπιζέλι).

Σε αντίθεση οι θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην ίδια περίοδο είναι ελαφρώς μικρότερες της μέσης κλιματικής θερμοκρασίας της περιοχής. Η συνολική ποσότητα νερού από τη σπορά (1ο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου) μέχρι και τη συγκομιδή (1 δεκαήμερο του Ιουνίου) ανήλθε στα 314 mm. Κατά τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο λόγω των επικρατουσών χαμηλών θερμοκρασιών παρατηρήθηκε υστέρηση στην έναρξη του φυτρώματος.



Σχήμα 3. Μέση θερμοκρασία αέρα ανά 10 ήμερο στο Σωτήριο το 2009.

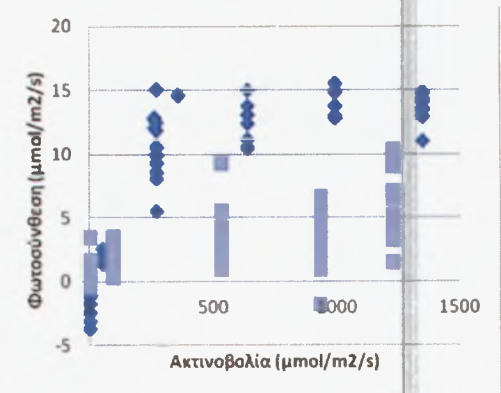
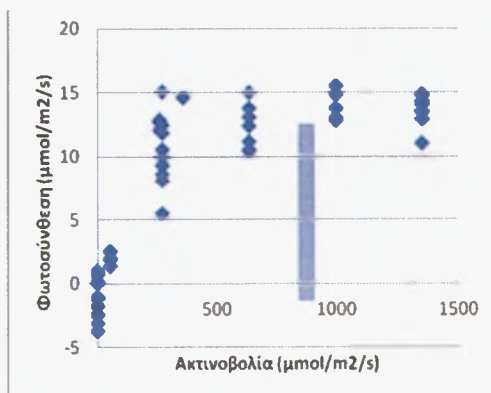
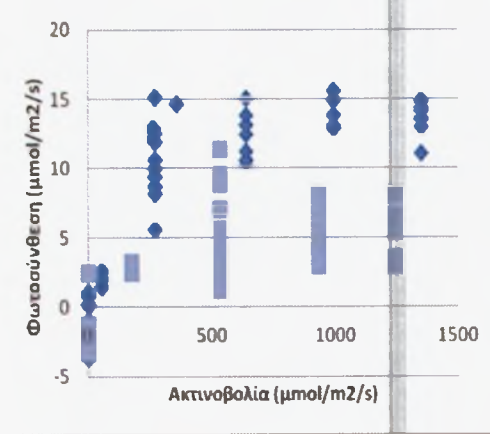
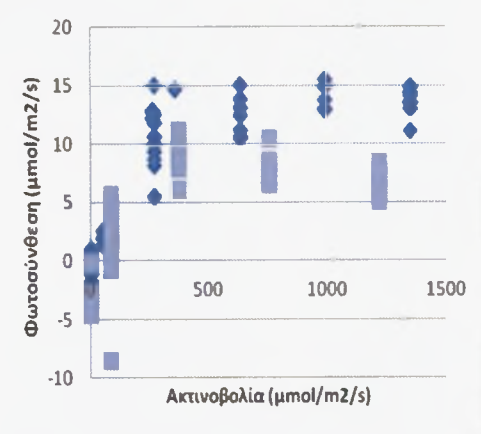
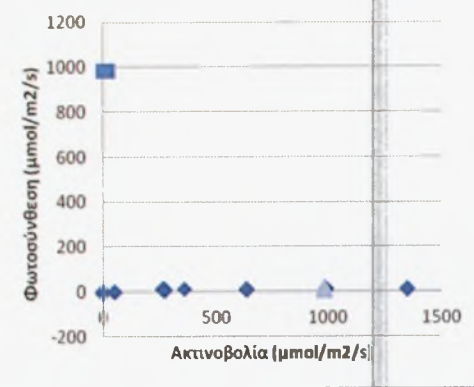
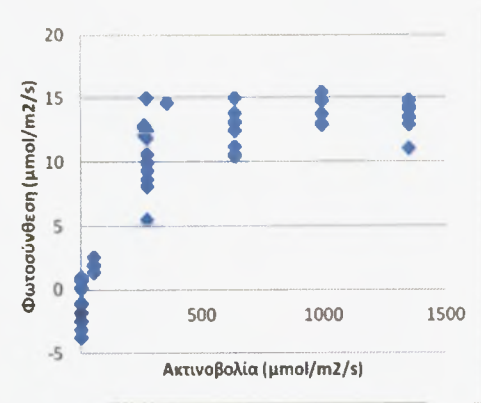


Σχήμα 4. Μέση βροχόπτωση ανά 10 ήμερο στο Σωτήριο το 2009.



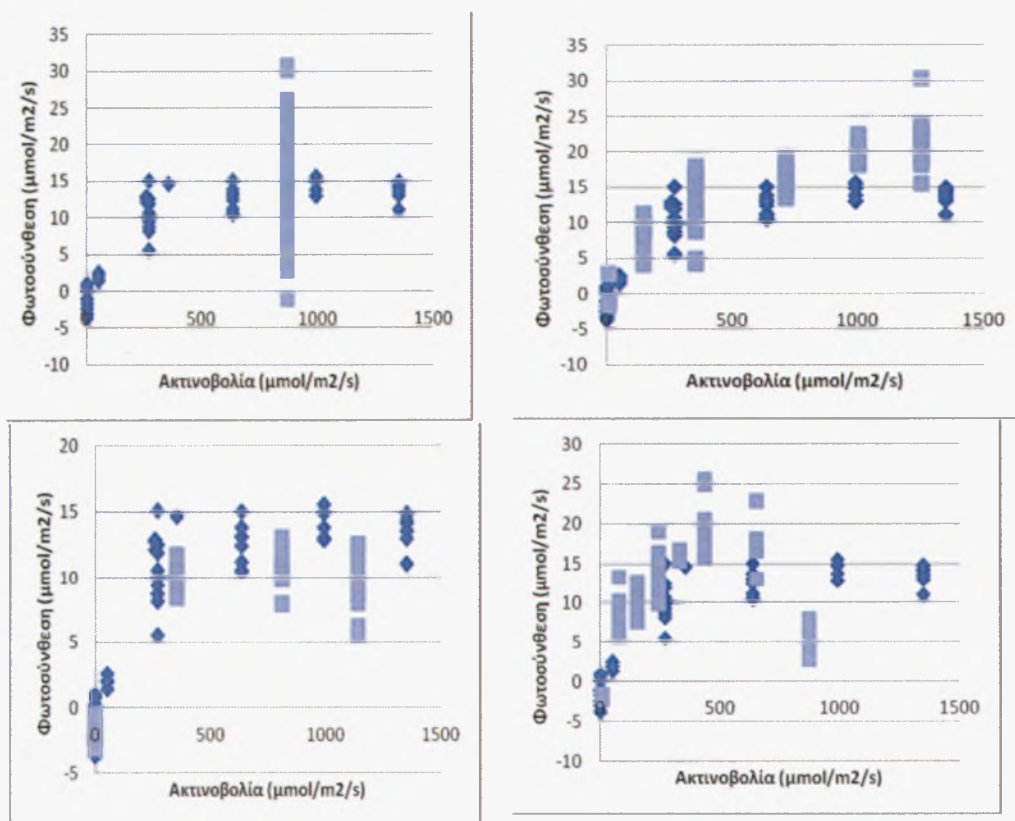
## 2.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ φωτοσύνθεσης και διαπνοής

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις φωτοσύνθεσης και διαπνοής τις πρωινές ώρες (από τις 9.31-13.17 στις 01/06 ,από τις 9.15-12.16 στις 02/06, από τις 8.59-9.31 στις 03/06, από τις 8.47-10.51 στις 04/06, από τις 9.54-13.26 στις 05/06, από τις 10.40-13.32 στις 06/06). Η καταγραφή των ρυθμών φωτοσύνθεσης και διαπνοής έγινε ως εξής. Στην αρχή επιλέχθηκαν και σηματοδεύτηκαν ορισμένα φυτά στα οποία θα πραγματοποιούνται οι μετρήσεις. Τα φυτά ήταν στο κέντρο κάθε πειραματικού τεμαχίου ώστε να έχουμε πλήρη αφομοίωση στις συνθήκες του μικρο-κλίματος της καλλιέργειας. Η λίπανση ήταν ίδια σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα κρατήσαμε σταθερή τη θερμοκρασία του θαλάμου και τη θερμοκρασία του φύλλου με μια μικρή διακύμανση. Όλες οι παρατηρήσεις καταγράφηκαν κατά κανόνα 3-4 ημέρες μετά το πότισμα. Στις 01/06/09 ξεκινήσαμε το πείραμα συσχετίζοντας πρώτα τη φωτοσύνθεση με την ηλιακή ακτινοβολία ,τη φωτοσύνθεση με τη θερμοκρασία φύλλου , τη διαπνοή με τη θερμοκρασία φύλλου και τη διαπνοή με την ηλιακή ακτινοβολία και το πείραμα ολοκληρώθηκε στις 06/06/09. Συνολικά κάναμε 18 μετρήσεις για να καταλάβουμε τη σχέση της φωτοσύνθεσης και της διαπνοής με την θερμοκρασία φύλλου και την ακτινοβολία. Αρχικά στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η σχέση της φωτοσύνθεσης με την ηλιακή ακτινοβολία.



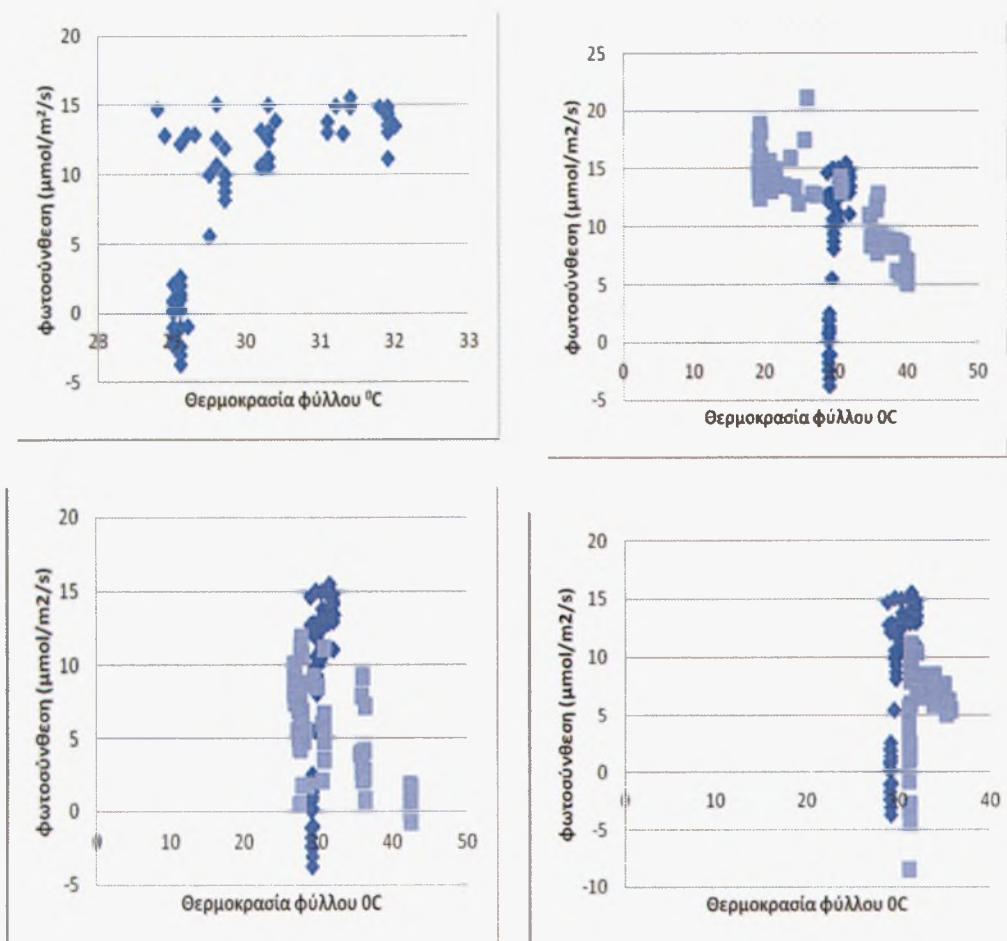
Σχήμα 5. Φωτοσύνθεση μπιζελιού σε σχέση με την παρεχόμενη ακτινοβολία.

Στα παραπάνω γραφήματα (Σχήμα 5) παρουσιάζεται η πορεία της φωτοσύνθεσης σε σχέση με την ακτινοβολία για το μπιζέλι κατω από διάφορες εντάσεις θερμοκρασίας φύλλου ( $P_2=19.3 - 42.4$ ). Οι μετρήσεις έγιναν από τις 9:00-12:00, τον Ιούνιο στο Σωτήριο Λάρισας το 2009 και αφορούν φύλλο που κατανέμεται στα πάνω στρώματα της φυλλοστοιβάδας. Στους υπολογισμούς δεν λάβαμε υπόψη τη διαπερατότητα του γυαλιού (0.93). Οι τιμές της φωτοσύνθεσης και της ακτινοβολίας είναι σε  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Βλέπουμε ότι σχεδόν σε όλα τα γραφήματα σε ακτινοβολία περίπου  $1000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  έχουμε τη μέγιστη τιμή σε φωτοσύνθεση ενώ σε  $0 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ακτινοβολίας έχουμε τη μικρότερη τιμή φωτοσύνθεσης.



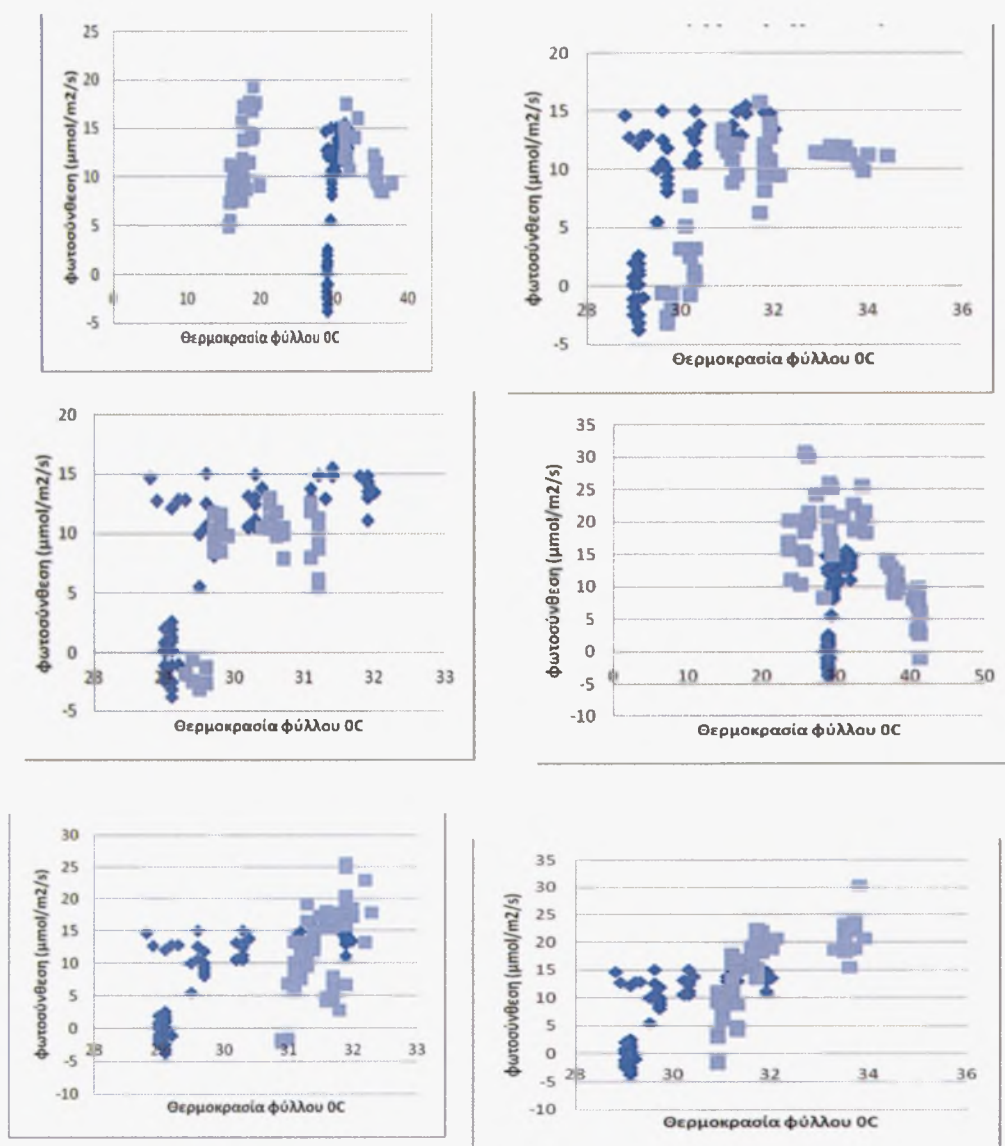
Σχήμα 6. Φωτοσύνθεση μπιζελιού σε σχέση με την παρεχόμενη ακτινοβολία.

Στα παραπάνω γραφήματα (Σχήμα 6) παρουσιάζεται η πορεία της φωτοσύνθεσης σε σχέση με την ακτινοβολία για το μπιζέλι κάτω από διαφορες εντάσεις θερμοκρασίας φύλλου ( $P_2=15.6 - 41.3$ ). Οι μετρήσεις έγιναν από τις 9:00-12:00, τον Ιούνιο στο Σωτήριο Λάρισας το 2009 και αφορούν φύλλο που κατανέμεται στα πάνω στρώματα της φυλλοστοιβάδας. Στους υπολογισμούς δεν λάβαμε υπόψη τη διαπερατότητα του γυαλιού (0.93). Οι τιμές της φωτοσύνθεσης και της ακτινοβολίας είναι σε  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Βλέπουμε ότι σχεδόν σε όλα τα γραφήματα σε ακτινοβολία ανάμεσα από 1000-1500  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  έχουμε τη μέγιστη τιμή σε φωτοσύνθεση ενώ σε 0  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ακτινοβολίας έχουμε τη μικρότερη τιμή φωτοσύνθεσης.



Σχήμα 6. Φωτοσύνθεση μπιζελιού σε σχέση με τη θερμοκρασία του φύλλου.

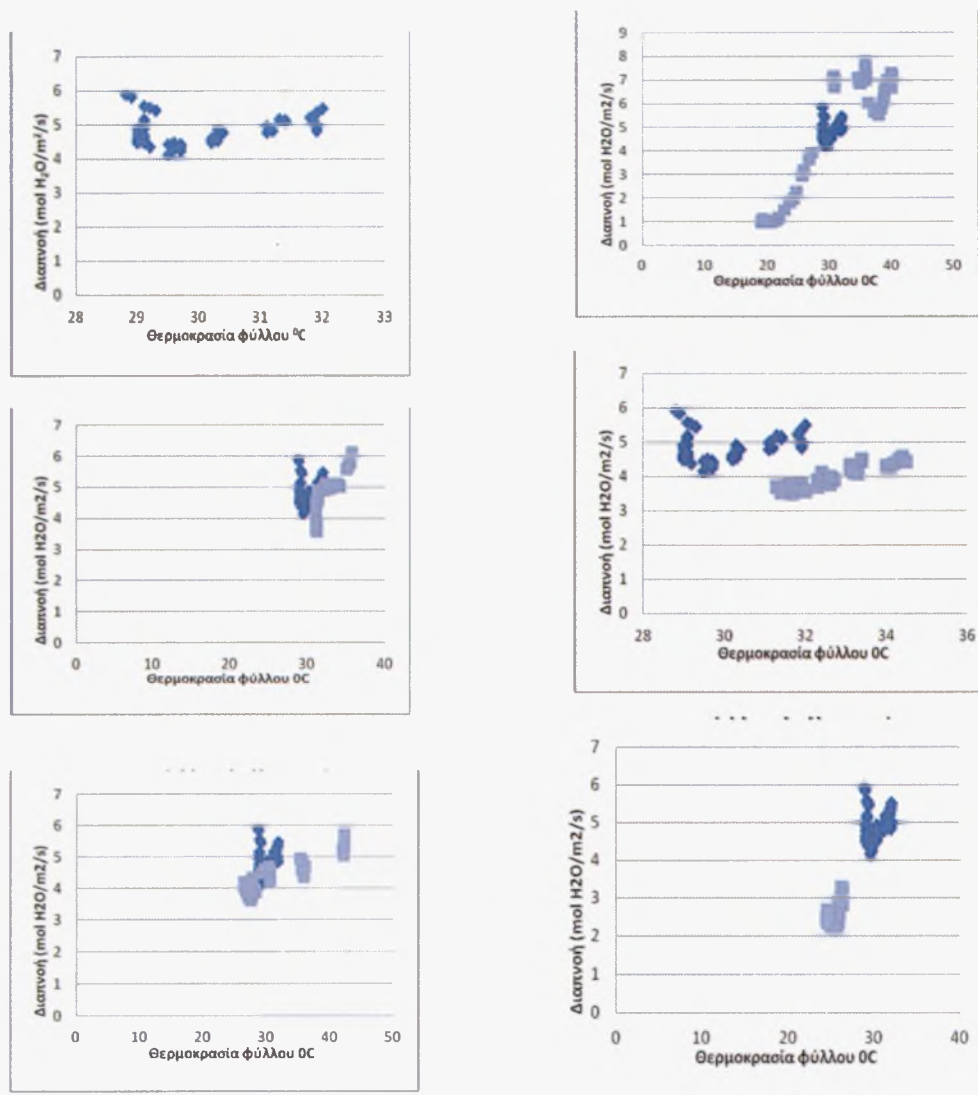
Στα παραπάνω γραφήματα (Σχήμα 7) παρουσιάζεται η πορεία της φωτοσύνθεσης σε σχέση με τη θερμοκρασία φύλλου για το μπιζέλι κατω από διαφορες εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας (PAR=0–1349). Οι μετρήσεις έγιναν από τις 9:00-12:00, τον Ιούνιο στο Σωτήριο Λάρισας το 2009 και αφορούν φύλλο που κατανέμεται στα πάνω στρώματα της φυλλοστοιβάδας. Στους υπολογισμούς δεν λάβαμε υπόψη τη διαπερατότητα του γυαλιού (0.93). Οι τιμές της φωτοσύνθεσης εκφράζονται σε  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  και της θερμοκρασίας φύλλου σε  $^{\circ}\text{C}$ . Βλέπουμε ότι σχεδόν σε όλα τα γραφήματα σε θερμοκρασία φύλλου περίπου στους  $30^{\circ}\text{C}$  έχουμε τη μέγιστη τιμή φωτοσύνθεσης,  $15 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .



Σχήμα 7. Φωτοσύνθεση μπιζελιού σε σχέση με τη θερμοκρασία του φύλλου.



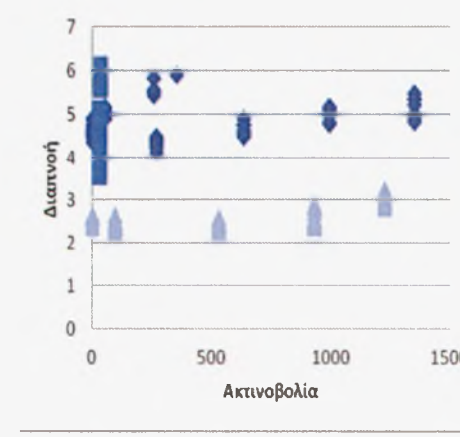
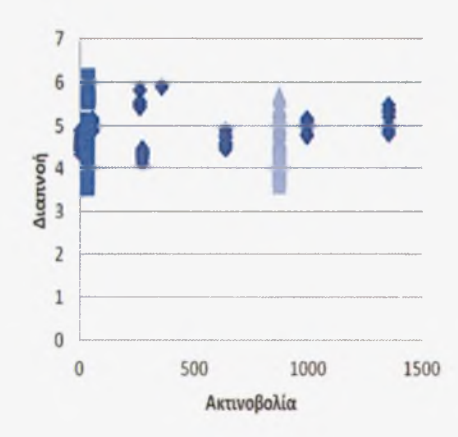
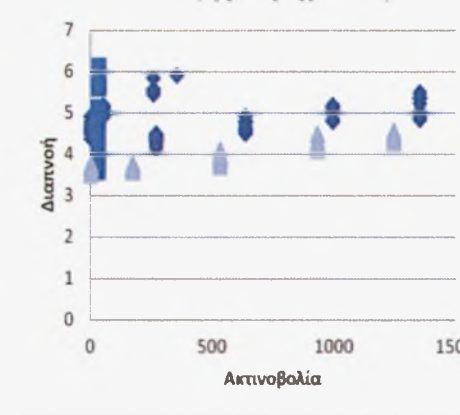
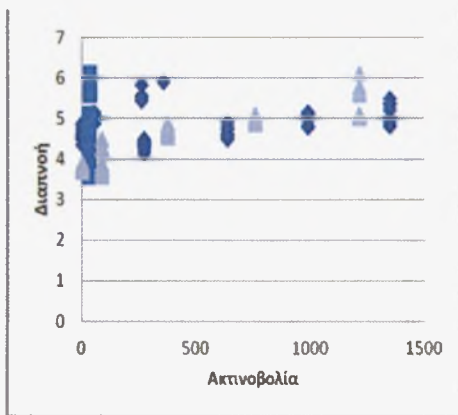
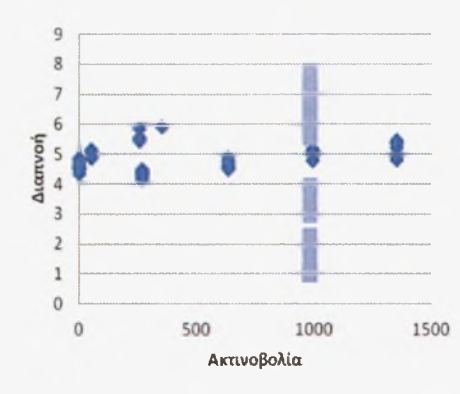
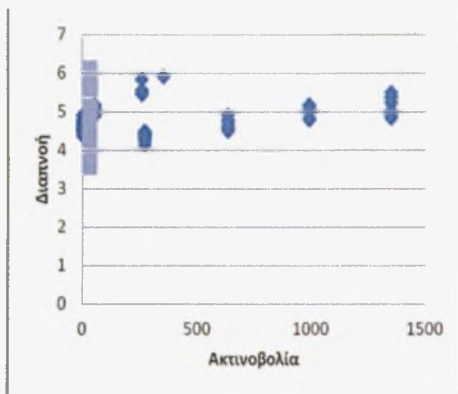
Στα παραπάνω γραφήματα (Σχήμα 7) παρουσιάζεται η πορεία της φωτοσύνθεσης σε σχέση με την θερμοκρασία φύλλου για το μπιζέλι κάτω από διαφορες εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας (PAR=0–1253). Οι μετρήσεις έγιναν από τις 9:00-12:00, τον Ιούνιο στο Σωτήριο Λάρισας το 2009 και αφορούν φύλλο που κατανέμετε στα πάνω στρώματα της φυλλοστοιβάδας. Στους υπολογισμούς δεν λάβαμε υπόψη τη διαπερατότητα του γυαλιού (0.93). Οι τιμές της φωτοσύνθεσης είναι σε  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ενώ της θερμοκρασίας φύλλου σε  $^{\circ}\text{C}$ . Βλέπουμε ότι τα γραφήματα παρουσιάζουν μέγιστες τιμές φωτοσύνθεσης σε θερμοκρασία φύλλου περίπου στους  $19^{\circ}\text{C}$ ,  $28^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{C}$  και  $34^{\circ}\text{C}$  ενώ την ελάχιστη τιμή σε φωτοσύνθεση κυρίως στους  $29^{\circ}\text{C}$ .



Σχήμα 8. Φωτοσύνθεση μπιζελιού σε σχέση με τη θερμοκρασία του φύλλου.



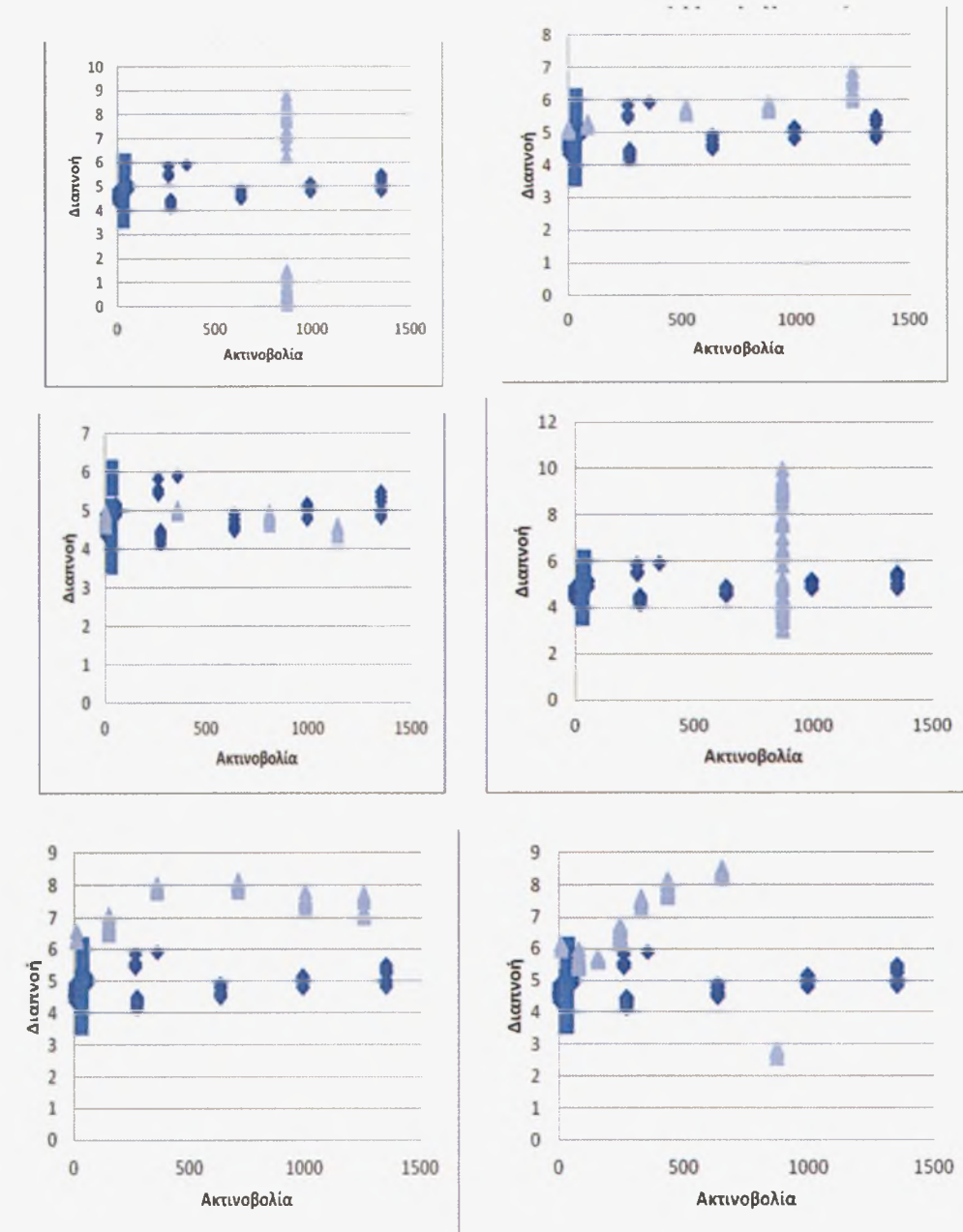
Στα παραπάνω γραφήματα (Σχήμα 7) παρουσιάζεται η πορεία της διαπνοής σε σχέση με την θερμοκρασία φύλλου για το μπιζέλι κάτω από διαφορετικές εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας (PAR=0–1349). Οι μετρήσεις έγιναν από τις 9:00-12:00, τον Ιούνιο στο Σωτήριο Λάρισας το 2009 και αφορούν φύλλο που κατανέμετε στα πάνω στρώματα της φυλλοστοιβάδας. Στους υπολογισμούς δεν λάβαμε υπόψη τη διαπερατότητα του γυαλιού (0.93). Οι τιμές της διαπνοής είναι σε  $\text{mol H}_2\text{O/m}^2/\text{s}$  ενώ της θερμοκρασίας φύλλου σε  $^{\circ}\text{C}$ . Βλέπουμε ότι στα γραφήματα παρουσιάζονται η μέγιστη και ελάχιστη τιμή διαπνοής σε θερμοκρασία φύλλου περίπου στους  $28^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ .



Σχήμα 9. Διαπνοή μπιζελιού σε σχέση με την ακτινοβολία.

Στα παραπάνω γραφήματα (Σχήμα 9) παρουσιάζεται η πορεία της διαπνοής σε σχέση με την

ακτινοβολία για το μπιζέλι κατω από διαφορες εντάσεις θερμοκρασίας φύλλου ( $P_2=19.3 - 42.4$ ). Οι μετρήσεις έγιναν από τις 9:00-12:00, τον Ιούνιο στο Σωτήριο Λάρισας το 2009 και αφορούν φύλλο που κατανέμεται στα πάνω στρώματα της φυλλοστοιβάδας. Στους υπολογισμούς δεν λάβαμε υπόψη τη διαπερατότητα του γυαλιού ( $0.93$ ). Οι τιμές της διαπνοής είναι σε  $\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$  ενώ της ακτινοβολίας σε  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Βλέπουμε ότι στα γραφήματα παρουσιάζονται η μέγιστη και ελάχιστη τιμή διαπνοής σε ακτινοβολία περίπου στους  $0-500 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .



Σχήμα 10. Διαπνοή μπιζελιού σε σχέση με την ακτινοβολία.

Στα παραπάνω γραφήματα (**Σχήμα 10**) παρουσιάζεται η πορεία της διαπνοής σε σχέση με την ακτινοβολία για το μπιζέλι κατω από διαφορες εντάσεις θερμοκρασίας φύλλου ( $P_2=15.6 - 41.3$ ). Οι μετρήσεις έγιναν από τις 9:00-12:00, τον Ιούνιο στο Σωτήριο Λάρισας το 2009 και αφορούν φύλλο που κατανέμετε στα πάνω στρώματα της φυλλοστοιβάδας. Στους υπολογισμούς δεν λάβαμε υπόψη τη διαπερατότητα του γυαλιού (0.93). Οι τιμές της διαπνοής είναι σε  $\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$  ενώ της ακτινοβολίας σε  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Βλέπουμε ότι στα γραφήματα παρουσιάζονται η μέγιστη και ελάχιστη τιμή διαπνοής σε ακτινοβολία περίπου στους  $250 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .

### 3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Τα αποτελέσματα της έρευνας στον πειραματικό αγρό της περιοχής του Ν. Λάρισας (Σωτήριο), έδειξαν με βάση τις παραμέτρους που εξετάστηκαν (φωτοσύνθεση, θερμοκρασία φύλλου, η ακτινοβολία και διαπνοή) ότι η καλλιέργεια μπιζελιού έδωσε ικανοποιητική παραγωγικότητα ως προς την τελική παραγωγή καρπού και τη συνολική βιομάζα.
- Η μέγιστη τιμή φωτοσύνθεσης του φυτού μπιζελιού παρατηρείται σε ακτινοβολία έντασης περίπου  $1000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .
- Η μέγιστη τιμή φωτοσύνθεσης ( $15 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) παρατηρείται σε θερμοκρασία φύλλου περίπου στους  $30^\circ\text{C}$ .
- Η μέγιστη τιμή διαπνοής παρατηρείται σε θερμοκρασία φύλλου περίπου στους  $28^\circ\text{C}$ - $30^\circ\text{C}$ .
- Η μέγιστη τιμή διαπνοής παρατηρείται σε ακτινοβολία έντασης περίπου  $0$ - $500 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Χα-Ιμπραχίμ, (2007), Παραγωγή βελτίωση σπόρου και Τεχνολογία Πολλαπλασιαστικού Υλικού Κηπευτικών και Φυτών μεγάλης καλλιέργειας .
2. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.). 2010. <http://www.statistics.gr>.
3. Σφήκας Α., (1995), «Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά», Α.Π.Θ., Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
4. Παπακώστα Δ., (1997), «Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά)», Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
5. Αγγίδης Αθανάσιος, 1999, «Αρακάς, μπάμια, φασολάκι, φινόκιο - Καλλιέργεια συντήρηση και αξιοποίηση τροφίμων», Εκδόσεις: Σταμούλη.
6. Δαλιάνης Κ., (1983), «Χειμερινά Σιτηρά», , Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, σ. 24-26.
7. Τσατσαρέλης Κ. Α., (2006), Μηχανική συγκομιδή γεωργικών προϊόντων / Κωνσταντίνος Α.

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. P.Kramer, (1983), Water relations of plants. Academic press, New York, pp. 292-340.
- 2.Hopkins, W.G. (1995). Introduction to plant physiology.pp464.J.Wiley
- 3.Hall, D.O and K.K. Rao., (1993). Photosynthesis. Edition, by Cambridge University Press 1993.
- 4.Danalatos, N.G., Kosmas,C,S., Driessen,P.M.,Yassoglou,N., (1994). The chance in the SLA of maize grown under Mediterranean conditios. Agronomy 14: 433-443.
- 5.Heuvelic,E., Vos,J. and P.A. Leffelaar, (2005). Crop Ecology course. Wageningen University, Wangeningen, 7A-6 pp.
- 6.USDA (Soil Survey Staff), (1975). Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agric. Handbook 466.Washington DC, pp 754.
- 7.Danalatos, N.G.,(1993). Quantified analysis for selected land use systems in the Larissa region, Greece Ph.D Thesis. Agricultural University of Wangeningen, the Netherlands, 370p.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

1. <http://artemis.teikoz.gr> <http://www.kespy.gr>
2. <http://www.anthorama.gr/lachanokipos/arakas.htm>
3. <http://www.ppd.l.purdue.edu/PPDL/images/pisum-sativum.jpg>
4. <http://www.saladette.com/garden/images/vfpea.jpg>  
<http://www.ruhr-uni-bochum.de/boga/html/Pisum.sativum.ho3.jpg>
5. [http://www.seedsofchange.com/images/product\\_shots/PPS15987B.jpg](http://www.seedsofchange.com/images/product_shots/PPS15987B.jpg)
6. <http://alex.eled.duth.gr>
7. <http://www.gettyimages.com/detail/AR3576-001/Stone>
8. <http://images.google.gr/imgres?imgurl=http://farm3.static.flickr.com>





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000114812