

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 236
Ημερομηνία 8-10-2008

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμοσμένης
Φυσιολογίας Φυτών

Πτυχειακή Διατριβή



Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑΣ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ ΜΕ
ΗΛΙΑΝΘΟ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

Επιμέλεια: Θεοδοσιάδη Αικατερίνη-Αγάπη

Επιβλέπων καθηγητής: Νικ. Γ. Δαναλάτος

Βόλος 2008



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

Αριθ. Εισ.: 6806/1
Ημερ. Εισ.: 08-01-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2008
ΘΕΟ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμοσμένης
Φυσιολογίας Φυτών

Πτυχιακή Διατριβή



Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑΣ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ ΜΕ
ΗΛΙΑΝΘΟ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

Επιμέλεια: Θεοδοσιάδη Αικατερίνη-Αγάπη

Επιβλέπων καθηγητής: Νικ. Γ. Δαναλάτος

Βόλος 2008

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργίας & Εφαρμοσμένης
Φυσιολογίας Φυτών

Πτυχιακή Διατριβή

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑΣ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ ΜΕ
ΗΛΙΑΝΘΟ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Νικόλαος Γ. Δαναλάτος, Καθηγητής (Επιβλέπων)

Ανθούλα Δημήρκου, Αναπλ. Καθηγήτρια

Αβραάμ Χά, Καθηγητής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής, θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών κ. Νικόλαο Δαναλάτο, τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε να την πραγματοποιήσω , όσο και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση σε κάθε στάδιο του πειράματος.

Θα ήθελα ακόμα να εκφράσω την εκτίμηση μου και τις ευχαριστίες μου στην κύρια Ανθούλα Δημήρκου, αναπλ. καθηγήτρια εδαφολογίας και τον κύριο Αβραάμ Χα, καθηγητή κηπευτικών καλλιεργειών, για την συμμετοχή τους στην συμβουλευτική επιτροπή.

Δε θα μπορούσα να μην εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην κύρια Ελπινίκη Σκουφογιάννη, μέλος ΕΕΔΙΠ ΙΙ, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της κατά την επεξεργασία και συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής.

Τέλος, χρωστάω ένα μεγάλο ευχαριστώ, στην οικογένεια μου και το στενό φιλικό μου περιβάλλον, για την κατανόηση και τη βοήθεια που μου προσέφεραν για τη διεξαγωγή του πειράματος.

Περίληψη

Ο όρος αειφορία χαρακτηρίζει γεωργικά συστήματα που είναι ικανά να διατηρήσουν την παραγωγικότητα τους και τη χρησιμότητα τους επ' αόριστο. Η αειφορική γεωργία μακροπρόθεσμα μπορεί να:

- Να ικανοποιεί τις διατροφικές ανάγκες του πληθυσμού της γης
- Να βελτιώνει την ποιότητα του περιβάλλοντος
- Να κάνει περισσότερο αποτελεσματική την χρήση των ανανεώσιμων πηγών και να συνδέει, όπου είναι απαραίτητο, τους φυσικούς βιολογικούς κύκλους.
- Να διατηρεί την οικονομική βιωσιμότητα των γεωργικών εφαρμογών και
- Να βελτιώνει την ποιότητα των αγροτών και ολόκληρης της κοινωνίας.

Τα ψυχανθή είναι από τα πιο χρήσιμα στον άνθρωπο φυτά. Η χρησιμότητά τους είναι πολλαπλή. Πάνω από όλα είναι από τις πιο θρεπτικές τροφές και για τον ίδιο και για τα ζώα. Οι καρποί των ψυχανθών είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Η μεγάλη σπουδαιότητα των ψυχανθών έναντι των άλλων καλλιεργειών έγκειται στην ικανότητα τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και έτσι όχι μόνο να καλύπτουν σχεδόν εξ ολοκλήρου ή εν μέρει τις ανάγκες τους σε άζωτο, αλλά και να εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο, το οποίο χρησιμοποιεί η καλλιέργεια που θα ακολουθήσει. Με την αξιοποίηση της ιδιότητας της αζωτοδέσμευσης εκ μέρους των ψυχανθών γίνεται οικονομία σε αζωτούχα λιπάσματα και προστατεύεται το περιβάλλον από την έκπλυση των νιτρικών στα υπόγεια νερά. Ο ρόλος των ψυχανθών στη διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους ήταν γνωστός πολύ πριν την χρησιμοποίηση των λιπασμάτων.

Τα οφέλη που αναμένονται από ένα σύστημα αμειψισποράς είναι τα εξής:

- Έλεγχος των ασθενειών και εντόμων
- Καλύτερη αξιοποίηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους
- Καλύτερη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων μέσων παραγωγής

Η καλλιέργεια του ηλίανθου θεωρείται σημαντικό φυτό και συγκεντρώνεται κυρίως στο βόρειο-ανατολικό μέρος της χώρας. Ο ηλίανθος καλλιεργείται κυρίως ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής αλλά και ως βιοκαύσιμο. Η συνολική καλλιεργημένη έκταση, καθώς και η συνολική παραγωγή με ηλίανθο σχεδόν διπλασιάστηκαν (2 εκατ. στρέμματα το 1991 και 3,6 εκατ. στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή των 0,033 εκατ. τόνων και 0,050 εκατ. τόνων αντίστοιχα, ενώ αναμένεται να φτάσει τα 5 εκατ. στρέμματα μέχρι το 2009.

Στην παρουσία εργασία εξετάζεται ένα γεωργικό σύστημα αμειψισποράς, στο οποίο προηγήθηκε καλλιέργεια μπιζελιού. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ποσοστού προσρόφησης αζώτου από την επόμενη καλλιέργεια που είναι ο ηλίανθος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σύγχρονη αειφόρος γεωργία	8
1.2 Σκοπός της μελέτης.....	12

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Χαρακτηριστικά καλλιέργειας ψυχανθών	13
2.1.1 Βιολογική δέσμευση αζώτου	21
2.1.1.1 Εκτίμηση και αποτελεσματικότητα της αζωτοδέσμευσης ...	24
2.1.2 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στα ψυχανθή.....	26
2.1.3 Ψυχανθή σε πρακτικές αμειψισποράς	27
2.2 Η σημασία της αμειψισποράς	30

3. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ

3.1 Ταξινόμηση, προέλευση, γεωγραφική εξάπλωση, καλλιεργούμενες εκτάσεις.....	32
3.2 Βοτανικά γνωρίσματα	37
3.3 Οικολογικές συνθήκες	40
3.4 Καλλιεργητικές φροντίδες	41
3.5 Εχθροί και ασθένειες	47

4. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

4.1 Ταξινόμηση, προέλευση, γεωγραφική εξάπλωση, καλλιεργούμενες εκτάσεις.....	51
-------------------------------------------------------------------------------	----

4.2 Βοτανικά γνωρίσματα	54
4.3 Οικολογικές συνθήκες	62
4.4 Καλλιεργητικές φροντίδες	64
4.5 Εχθροί και ασθένειες	68

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 Στοιχεία του πειράματος.....	72
5.2 Καλλιεργητικές εργασίες	73
5.3 Παρατηρήσεις μετρήσεις	73
5.4 Εργαστηριακές εργασίες.....	74
5.5 Στατιστική ανάλυση.....	81

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Αποτελέσματα	82
6.2 Συμπεράσματα.....	87

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	88
---------------------------	-----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	92
-----------------------	-----------

1. Εισαγωγή

1.1 Σύγχρονη αειφόρος γεωργία

Υπάρχουν πολλές ερμηνείες του όρου αειφορία. Στα λατινικά η λέξη αειφορία υποδηλώνει μονιμότητα ή μακροπρόθεσμη συντήρηση. Καθώς ο όρος αναφέρεται στη γεωργία, η αειφορία χαρακτηρίζει γεωργικά συστήματα που είναι ικανά να διατηρήσουν την παραγωγικότητα τους και τη χρησιμότητα τους επ' αόριστο. Το τρίπτυχο περιβάλλον-οικονομία κοινωνία διαμορφώνουν ένα τρίγωνο συζήτησης γύρω από την αειφορία και λαμβάνοντας υπόψη τις τρεις αυτές κατευθύνσεις μπορούν να ληφθούν μέτρα και να γίνουν έργα τα οποία για τις επόμενες γενιές να είναι αειφορικά.

Ο όρος αειφορική γεωργία σημαίνει ένα ολοκληρωμένο σύστημα φυτικής και ζωικής παραγωγής, το οποίο θα μπορεί μακροπρόθεσμα:

- Να ικανοποιεί τις διατροφικές ανάγκες του πληθυσμού της γης
- Να βελτιώνει την ποιότητα του περιβάλλοντος
- Να κάνει περισσότερο αποτελεσματική την χρήση των ανανεώσιμων πηγών, και να συνδέει, όπου είναι απαραίτητο, τους φυσικούς βιολογικούς κύκλους
- Να διατηρεί την οικονομική βιωσιμότητα των γεωργικών εφαρμογών και
- Να βελτιώνει την ποιότητα των αγροτών και ολόκληρης της κοινωνίας.

Η αειφορική γεωργία είναι μια φιλοσοφία που βασίζεται σε ανθρώπινους σκοπούς και στην κατανόηση των μακροπρόθεσμων επιδράσεων των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και σε

άλλα είδη. Η χρήση αυτής της φιλοσοφίας οδηγεί την εφαρμογή προηγούμενης εμπειρίας και των τελευταίων επιστημονικών προόδων στη δημιουργία ολοκληρωμένων καλλιεργητικών συστημάτων, τα οποία μπορούν να διατηρούν τους φυσικούς πόρους. Τέτοια συστήματα:

- Μειώνουν την περιβαλλοντική υποβάθμιση
- Διατηρούν την παραγωγικότητα
- Προάγουν την οικονομική βιωσιμότητα μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα
- Και διατηρούν σταθερές τις αγροτικές κοινότητες και ποιότητα ζωής.

Ωστόσο οι συζητήσεις για την επίτευξη των στόχων της αειφορίας παρουσιάζουν κάποιες αντιθέσεις. Οι υποστηρικτές της αειφορικής γεωργίας προέρχονται από διαφορετικά περιβάλλοντα και γεωργικές πρακτικές. Οι απόψεις τους ως προς το ποια στοιχεία είναι αποδεκτά ή μη αποδεκτά σε ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα ορισμένες φορές αντικρούονται. Γεγονός είναι ότι, απέχει ακόμη η γνώση αρκετά για το ποιες ακριβώς μέθοδοι και συστήματα μπορούν να οδηγήσουν στην αειφορία.

Σήμερα οι αειφορικές γεωργικές πρακτικές συνήθως περιλαμβάνουν:

- Εναλλαγή καλλιεργειών που καταπολεμούν ζιζάνια, έντομα, ασθένειες και άλλα παράσιτα, εξασφαλίζουν εναλλακτικές πηγές азώτου στο έδαφος και μειώνουν τον κίνδυνο ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα από γεωργικά φάρμακα.

- Στρατηγικές καταπολέμησης παρασίτων που δεν είναι επιβλαβείς για τα οικοσυστήματα, τους αγρότες και τους καταναλωτές. Αυτές περιλαμβάνουν ολοκληρωμένες τεχνικές καταπολέμησης των παρασίτων που μειώνουν την ανάγκη για παρασιτοκτόνα μέσω πρακτικών όπως χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, κατάλληλος χρόνος φύτευσης και βιολογική καταπολέμηση των παρασίτων.
- Αυξημένη μηχανική/βιολογική καταπολέμηση ζιζανίων. Περισσότερες πρακτικές για τη διατήρηση του εδάφους και του νερού και σωστή χρήση ζωικών και φυτικών λιπασμάτων.
- Χρήση φυσικών ή συνθετικών εισροών με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπάρχουν κίνδυνοι για τον άνθρωπο, τα ζώα και το περιβάλλον.

Στο διεθνή χώρο σήμερα γίνονται γόνιμες συζητήσεις για τις αρχές και τους στόχους της διαχείρισης αγροσυστημάτων στα πλαίσια της αειφορικής γεωργίας. Γενικά ορίζεται η αειφορική γεωργία ως ένα σύνολο γεωργικής παραγωγής που εναλλάσσεται και συστημάτων μάρκετινγκ που είναι αειφορικά για τον καθένα και για πάντα. Για την προώθηση πρακτικών Αειφόρου Γεωργίας θα πρέπει να θεωρηθούν οι περιοχές ως γεωργικά συστήματα που θα βασίζονται στις ακόλουθες αρχές:

- **Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα βασίζεται στη συνετή χρήση ανανεώσιμων και ανακυκλώσιμων πηγών.**

Ένα σύστημα που εξαρτάται από περιορισμένες πηγές όπως μη ανανεώσιμα πετροχημικά δεν μπορεί να διατηρηθεί απ' αόριστο. Ένα αειφορικό σύστημα χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως π.χ βιολογική, γεωθερμική, υδροηλεκτρική, ηλιακή ή αιολική ενέργεια. Η χρήση πηγών όπως ο υδροφόρος ορίζοντας, σε βαθμό μεγαλύτερο από

αυτό που μπορεί να αναπληρωθεί, εξαντλεί τα αποθέματα και δεν μπορεί να διατηρηθεί.

- **Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα προστατεύει την ακεραιότητα των φυσικών συστημάτων έτσι ώστε οι φυσικοί πόροι να ανανεώνονται συνεχώς.**

Αυτό σημαίνει ελάττωση του ρυθμού υποβάθμισης των φυσικών και γεωργικών οικοσυστημάτων. Ένα σύστημα δεν μπορεί να είναι αειφορικό όσο ο στόχος είναι απλώς η ελάττωση του ρυθμού υποβάθμισής του. Τα αειφορικά γεωργικά συστήματα πρέπει να διατηρούν ή να βελτιώνουν την ποιότητα του νερού του εδάφους και του επιφανειακού νερού και να ανανεώνουν τα υγιή γεωργικά εδάφη.

- **Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα βελτιώνει την ποιότητα ζωής ατόμων και κοινοτήτων.**

Με σκοπό τη μείωση της αστικοποίησης, οι αγροτικές κοινότητες πρέπει να προσφέρουν ένα καλό επίπεδο διαβίωσης που να περιλαμβάνει ποικίλες επαγγελματικές ευκαιρίες, ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, κοινωνικές υπηρεσίες και την ανάπτυξη αγροτικών επιχειρήσεων με τρόπους που φροντίζουν το έδαφος, έτσι ώστε οι επόμενες γενιές να το παραλάβουν σε καλή κατάσταση.

- **Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα είναι επικερδές.**

Η μετάβαση σε νέες μεθόδους απαιτεί κίνητρα για όλους τους συμμετέχοντες. Μερικά από αυτά τα κίνητρα είναι απαραίτητως οικονομικά. Συστήματα και πρακτικές που δεν συμπεριλαμβάνουν την

οικονομική ευημερία σαν ένα από τα κύρια κίνητρα δεν θα έχουν εθελοντική εφαρμογή.

• Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα έχει σαν αρχή την μακροπρόθεσμη ευημερία όλων των μελών μιας αγροτικής κοινότητας.

Ένα αγροοικοσύστημα θα πρέπει να θεωρηθεί σαν μια δυναμική αλληλοεξαρτώμενη κοινότητα που απαρτίζεται από το έδαφος, το νερό, τον αέρα και τα βιοτικά είδη. Όλα τα μέρη είναι σημαντικά γιατί συνεισφέρουν στο σύνολο. Αυτή η αρχή προσπαθεί να πετύχει την προστασία της ευημερίας της αγροτικής κοινότητας, η οποία είναι η ικανότητα αυτοανανέωσης.

1.2 Σκοπός της μελέτης

Στην παρουσία εργασία εξετάζεται ένα γεωργικό σύστημα αμειψισποράς, στο οποίο προηγήθηκε καλλιέργεια μπιζελιού. Ψάχνουμε να βρούμε τα αποτελέσματα του ποσοστού προσρόφησης αζώτου από την επόμενη καλλιέργεια που είναι ο ηλίανθος, όσον αφορά το πρώτο έτος.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Χαρακτηριστικά καλλιέργειας ψυχανθών

Φυτά της οικογένειας των δικοτυλήδων, της τάξης των χεδρωπών. Ονομάστηκαν "ψυχανθή", γιατί το άνθος τους μοιάζει με πεταλούδα ("ψυχή"). Αποτελούνται από πάρα πολλά είδη, που φυτρώνουν σ' όλα σχεδόν τα μέρη του κόσμου. Μπορούν να έχουν τη μορφή μικρών ποωδών θάμνων κι ακόμα και δέντρων. Η ζωή τους κρατά από ένα ως τρία χρόνια (<http://www.live-pedia.gr>).

Τα ψυχανθή από πλευράς σπουδαιότητας, κατατάσσονται στη δεύτερη θέση, μετά από τα σιτηρά και γενικότερα τα αγρωστώδη. Καλλιεργούνται: 1) για την παραγωγή καρπών που χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων, 2) για την παραγωγή χονδροειδών ζωοτροφών και 3) ως φυτά χλωρής λίπανσης.

Οι καρποί των ψυχανθών είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Κατά μέσο όρο η περιεκτικότητα των σπόρων των σιτηρών σε πρωτεΐνες κυμαίνεται γύρω στο 10%, ενώ των ψυχανθών υπερβαίνει το 20%. Η υπεροχή τους σε πρωτεΐνες επεκτείνεται και στους βλαστούς και τα φύλλα. Τα ψυχανθή αποτελούν την κύρια πηγή πρωτεΐνης στη διατροφή των πληθυσμών των αναπτυσσόμενων περιοχών, όπου οι πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης είναι ανεπαρκείς και έχουν υψηλό κόστος. Τα τελευταία χρόνια με τη στροφή των καταναλωτών σε πιο υγιεινή διατροφή (μεσογειακή διαίτα), τα όσπρια αποκτούν σταδιακά μεγαλύτερη σημασία και στη διατροφή των πληθυσμών των αναπτυσσόμενων χωρών. Εκτός από τους ξηρούς σπόρους, σημαντικές ποσότητες ψυχανθών καταναλώνονται από τον άνθρωπο υπό μορφή χλωρών λοβών ή σπερμάτων. Ορισμένα δε είδη

όπως π.χ. η σόγια και η αραχίδα, εκτός από τις άλλες χρήσεις, αποτελούν σπουδαία ελαιοδοτικά φυτά σε ολόκληρο τον κόσμο.

Στα ψυχανθή υπάγονται αρκετά αξιόλογα φυτά π.χ. σόγια, βίκος, μπιζέλι, λούπινα, κουκιά, μηδική, τριφύλλια, τα οποία χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων με τη μορφή καρπού, χλωρού χόρτου, σανού και ενσιρώματος **(Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005)**.

Τα ψυχανθή είναι από τα πιο χρήσιμα στον άνθρωπο φυτά. Η χρησιμότητά τους είναι πολλαπλή. Πάνω από όλα είναι από τις πιο θρεπτικές τροφές και για τον ίδιο και για τα ζώα. Έχουν περισσότερο λεύκωμα από όσο τα σιτηρά και πιο πολλές θερμίδες (1 κιλό όσπρια περίπου 2.660 θερμίδες), περιέχουν σίδηρο, αλκαλικές βάσεις αναγκαίες για τον οργανισμό. Παράλληλα είναι και από τα πιο φτηνά, από οικονομική άποψη, προϊόντα γιατί η καλλιέργειά τους είναι εύκολη. Σαν ζωοτροφή, είναι εξίσου θρεπτική. Τα ζώα που τρέφονται με ψυχανθή, κάνουν καλύτερο γάλα και έξοχο κρέας, καθώς και λίπος. Η διατήρησή τους είναι το πιο απλό πράγμα, επειδή ζουν πολύ σε ξερή κατάσταση στις αποθήκες **(<http://www.live-pedia.gr>)**.

Η μεγάλη σπουδαιότητα των ψυχανθών έναντι των άλλων καλλιεργειών έγκειται στην ικανότητα τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και έτσι όχι μόνο να καλύπτουν σχεδόν εξ ολοκλήρου ή εν μέρει τις ανάγκες τους σε άζωτο, αλλά και να εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο, το οποίο χρησιμοποιεί η καλλιέργεια που θα ακολουθήσει. Η σημασία της χρησιμοποίησης των ψυχανθών στα διάφορα συστήματα αμειψισποράς ήταν γνωστή από πολύ παλιά. Αναφέρεται η εισαγωγή τους στα συστήματα αμειψισποράς των Αρχαίων Ελλήνων, Αιγυπτίων και Κινέζων. Με την αξιοποίηση της ιδιότητας της αζωτοδέσμευσης εκ μέρους των ψυχανθών γίνεται οικονομία σε αζωτούχα λιπάσματα και προστατεύεται το περιβάλλον από την έκπλυση των νιτρικών στα υπόγεια νερά **(Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005)**.

Ταξινόμηση: Τα ψυχανθή ανήκουν στην οικογένεια Fabaceae (συνώνυμα Leguminosae ή Papilionaceae). Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει πάρα πολλά γένη και είδη, τα οποία είναι ετήσια ή πολυετή, ποώδη, θαμνώδη ή δενδρώδη, έρποντα ή αναρριχώμενα. Τα ψυχανθή που καλλιεργούνται στη χώρα μας και περιγράφονται σ' αυτό το βιβλίο είναι φυτά ποώδη, ετήσια ή πολυετή.

Η ταξινόμηση των καλλιεργούμενων ψυχανθών μπορεί να γίνει με βάση διάφορα κριτήρια, όπως είναι η χρήση τους, η εποχή σποράς, η αντοχή τους στην ξηρασία κ.ά. Καμία κατάταξη όμως δεν είναι απόλυτη, γιατί ένα ψυχανθές μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία κατηγορίες, όπως θα παρουσιασθεί στη συνέχεια.

A. Ταξινόμηση με βάση τη χρήση τους. Διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες: 1) καρποδοτικά για ανθρώπινη κατανάλωση και διατροφή των ζώων, 2) χορτοδοτικά 3) καρποδοτικά-χορτοδοτικά των οποίων χρησιμοποιείται ολόκληρο το φυτό (βλαστικά τμήματα και καρπός) στη διατροφή των ζώων και 4) φυτά χλωρής λίπανσης.

B. Ταξινόμηση με βάση την εποχή σποράς. Διακρίνονται σε χειμερινά (φθινοπωρινά) και εαρινά ψυχανθή, ανάλογα με την εποχή σποράς το φθινόπωρο ή την άνοιξη, αντίστοιχα. Ορισμένα είδη μπορούν να σπαρθούν είτε το φθινόπωρο είτε την άνοιξη, με βάση ορισμένες προϋποθέσεις, όπως θα αναφερθεί στην ειδική περιγραφή κάθε είδους.

Η σπορά το φθινόπωρο, των ειδών που είναι ανθεκτικά στις χαμηλές θερμοκρασίες πλεονεκτεί σε σχέση με τη σπορά την άνοιξη. Με φθινοπωρινή σπορά: 1) δεν αντιμετωπίζονται συνήθως προβλήματα καλής προετοιμασίας του εδάφους, 2) το φύτερωμα γίνεται κάτω από ευνοϊκότερες συνθήκες, 3) τα φυτά αξιοποιούν κατά αποτελεσματικότερο τρόπο τη χειμερινή κατανομή της βροχόπτωσης

και 4) στις μη αρδευόμενες καλλιέργειες ολοκληρώνεται ο βιολογικός κύκλος των φυτών πριν από την εξάντληση της υγρασίας του εδάφους και την επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών. Ένα σοβαρό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν ορισμένα ψυχανθή με φθινοπωρινή σπορά είναι η προσβολή από μυκητολογικές ασθένειες. Η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών αυξάνει τις αποδόσεις.

Γ. Ταξινόμηση ανάλογα με τις απαιτήσεις τους για άρδευση.

Διακρίνονται σε μη αρδευόμενες καλλιέργειες που μπορούν να αποδώσουν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, μόνο με τις βροχοπτώσεις και σε αρδευόμενες. Μη αρδευόμενες καλλιέργειες είναι τα χειμερινά ψυχανθή, τα οποία ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο στις αρχές του καλοκαιριού. Τα εαρινά ψυχανθή χρειάζονται άρδευση γιατί οι βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού στη χώρα μας είναι πολύ περιορισμένες έως ανύπαρκτες. Τα χορτοδοτικά φυτά, όπως η μηδική και τα τριφύλλια, μπορούν να καλλιεργηθούν και χωρίς άρδευση με μικρές όμως αποδόσεις και για το λόγο αυτό αρδεύονται στο μεγαλύτερο μέρος των εκτάσεων που καταλαμβάνουν.

Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Τα ψυχανθή είναι δικοτυλήδονα φυτά, ονομάζονται ψυχανθή λόγω της ειδικής μορφολογίας του άνθους τους που μοιάζει με ψυχή (πεταλούδα) (Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005).

Ριζικό σύστημα. Τα ψυχανθή έχουν ισχυρό πασσαλώδες ριζικό σύστημα με πολυάριθμες διακλαδώσεις. Στην κύρια ρίζα και στις διακλαδώσεις της παρατηρούνται εξογκώσεις που ονομάζονται φυμάτια, τα οποία σχηματίζονται από τη συμβιωτική δράση των αζωτοβακτηρίων

του γένους *Rhizobium* ή *Bradyrhizobium*. Τα αζωτοβακτήρια έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο και να το αποδίδουν στα φυτά σε άμεσα αφομοιώσιμη μορφή (www.minagric.gr).

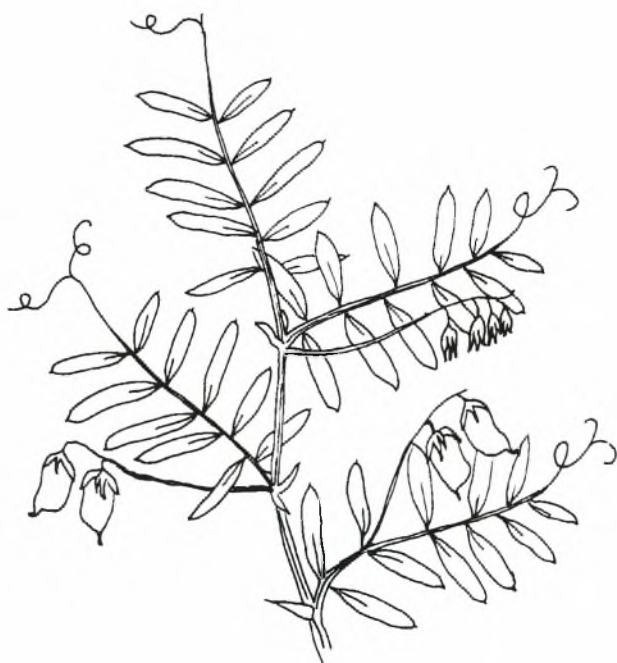
Το βάθος του εδάφους στο οποίο εισχωρεί το ριζικό σύστημα εξαρτάται από τη μηχανική σύσταση και την υγρασία του. Η κύρια ρίζα εισχωρεί βαθύτερα σε ξηρότερα εδάφη. Ορισμένα χορτοδοτικά ψυχανθή, όπως είναι το έρπον τριφύλλι, σχηματίζουν στόλωνες και στα σημεία όπου οι στόλωνες έρχονται σε επαφή με το έδαφος αναπτύσσονται ρίζες. Στις ρίζες αποθηκεύονται υδατάνθρακες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την αναβλάστηση των φυτών κατά την άνοιξη και μετά την απομάκρυνση της υπέργεια φυτομάζας λόγω κοπής ή βόσκησης.

Στις ρίζες των ψυχανθών σχηματίζονται χαρακτηριστικές εξογκώσεις, τα φυμάτια, που είναι αποτέλεσμα της συμβίωσης των ψυχανθών με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (**Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005**).

Βλαστοί και φύλλα. Οι βλαστοί φέρουν συνήθως διακλαδώσεις, μπορεί να είναι λείοι ή τριχωτοί με όρθια, έρπουσα ή αναρριχώμενη ανάπτυξη (www.minagric.gr). Διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ειδών ως προς το μήκος, τη διάμετρο, τον τρόπο και τον αριθμό των διακλαδώσεων, τη σκληρότητα τους κ.ά. (**Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005**).

Τα φύλλα αποτελούνται από τρία ή περισσότερα φυλλάρια περιπτόληκτα ή αρτιόληκτα, που διαφέρουν σε υφή, σχήμα αριθμό και μέγεθος ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Σε μερικά είδη το ακραίο φυλλάριο ή το ζεύγος των φυλλαρίων μπορεί να αντικαθίσταται από απλή ή διακλαδιζόμενη έλικα. Στη βάση του σύνθετου φύλλου διακρίνεται ένα ζευγάρι μικρότερων φυλλαρίων που ονομάζονται

παράφυλλα τα οποία ποικίλουν σε σχήμα και μέγεθος (www.minagric.gr).



Εικόνα 2.1 Σχηματική παράσταση ψυχανθούς. Στέλεχος, φύλλα και λοβοί φακής. Στο σύνθετο φύλλο διακρίνονται τα φυλλάκια, τα παράφυλλα στη βάση του και η έλικα στην κορυφή. Στο σημείο της ένωσης του στελέχους και του σύνθετου φύλλου εκφύονται οι ανθικοί άξονες που φέρουν αρχικά τα άνθη και μετέπειτα τους λοβούς (www.minagric.gr)

Άνθη και ταξιανθίες. Οι ταξιανθίες είναι επάκριες ή μασχαλιαίες και τα άνθη τους είναι διατεταγμένα σε κεφαλές ή βότρες. Το άνθος των ψυχανθών περιλαμβάνει ένα σωληνοειδή κάλυκα που καταλήγει σε πέντε ανισομήκη ή σχεδόν ισομήκη δόντια και στεφάνη που αποτελείται από πέντε πέταλα τριών διαφορετικών ειδών. Το μεγαλύτερο είναι ο πέτασος, δύο όμοια μεταξύ τους, ελεύθερα το ένα από το άλλο που

ονομάζονται πτέρυγες και δύο ενωμένα μεταξύ τους πέταλα που αποτελούν την τρόπιδα. Στο εσωτερικό της τρόπιδας βρίσκονται δέκα στήμονες των οποίων τα νήματα μπορεί να είναι ενωμένα μεταξύ τους σχηματίζοντας ένα σωλήνα που περιβάλλει τον ύπερο ή ο ένας να είναι ελεύθερος και οι εννέα ενωμένοι. Ο ύπερος είναι επιφυής, αποτελείται ένα καρπόφυλλο το οποίο σχηματίζει ένα στύλο που καταλήγει σε ένα μόνο στίγμα. Το καρπόφυλλο αποτελείται από μία ωθήκη που περικλείει μία ή περισσότερες σπερματικές βλάστες (ωάρια). Ο καρπός είναι λοβός με δύο τοιχώματα, τα οποία συνδέονται με δύο ραφές. Ο λοβός ποικίλει σε σχήμα, υφή, χρώμα, μέγεθος και στο εσωτερικό του βρίσκονται ένας ή περισσότεροι σπόροι ενωμένοι με το λοβό στο σημείο του οφθαλμού (μάτι ή hilum) μέσω του ομφαλικού ιμάντα (www.minagric.gr).

Μερικά ψυχανθή π.χ. μπιζέλια, φασόλια, είναι αυτογονιμοποιούμενα φυτά, στα οποία η γύρη έρχεται σε επαφή με το στίγμα του άνθους καθώς ελευθερώνεται από τους διανοιγόμενους ανθήρες. Σε άλλα είδη π.χ. μηδική, τριφύλλια, η φυσική επαφή της γύρης με το στίγμα είναι δύσκολη έως αδύνατη. Τα άνθη αυτά πρέπει να ανοίξουν τεχνητά, δηλαδή να πιεστεί η τρόπιδα προς τα κάτω για να ελευθερωθούν το στίγμα και οι ανθήρες. Την εργασία αυτή (αποπαγίδευση) την πραγματοποιούν οι μέλισσες και άλλα έντομα τα οποία επισκέπτονται τα άνθη σε αναζήτηση γύρης ή νέκταρος. Με το σώμα τους μεταφέρουν γύρη σε άλλα φυτά που επισκέπτονται στη συνέχεια και έτσι γίνεται η σταυρογονιμοποίηση. Τέλος, τα άνθη άλλων ειδών π.χ. λειμώνιο τριφύλλι, είναι αυτόστειρα λόγω ασυμβίβαστου και το στίγμα πρέπει να επικονιαστεί με γύρη από άλλα φυτά, οπότε η σταυρογονιμοποίηση είναι υποχρεωτική (**Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005**).

Καρποί και σπόροι. Ο καρπός των ψυχανθών είναι λοβός, έχει δύο τοιχώματα, τα οποία συνδέονται με δύο ραφές. Η μορφολογία των

λοβών ποικίλει ανάλογα με το είδος του ψυχανθούς. Ο λοβός μπορεί να είναι είτε κυλινδρικός, είτε πλατυσμένος, είτε ακόμα και φυσαλιδοειδής, όπως επίσης και ευθύς, νεφρόμορφος, δρεπανοειδής, ελικοειδής. Κάθε λοβός περιέχει έναν ή περισσότερους σπόρους, οι οποίοι βρίσκονται σε γραμμική σειρά. Σε μερικά είδη κατά την ωρίμανση των λοβών ανοίγει η μία ή και οι δύο ραφές και εκχύνονται οι σπόροι από το εσωτερικό.

Ο σπόρος των ψυχανθών αποτελείται από το περίβλημα και το έμβρυο. Συνήθως ο σπόρος κατά την ωρίμανση δεν έχει ενδοσπέρμιο. Στους μεγάλους σπόρους διακρίνονται ευκρινώς εξωτερικά 1) το ίχνος του ομφαλικού ιμάντα που ονομάζεται οφθαλμός ή κοινώς μάτι και είναι η ουλή που μένει όταν γίνεται η αποκοπή του σπόρου από το λοβό, 2) η μικροπύλη, μια μικρή οπή από όπου εισήλθε η προβολή της γύρης στον εμβρυόσακκο και 3) η ραφή, μια μικρή προεξοχή κοντά στον οφθαλμό που αντιπροσωπεύει τη βάση του ομφαλικού ιμάντα.

Η εμφάνιση των φυτών των ψυχανθών πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, κοινώς φύτερωμα, διακρίνεται σε υπόγειο και επίγειο. Κατά το υπόγειο φύτερωμα το φυτάριο βγαίνει στην επιφάνεια του εδάφους με την επιμήκυνση του επικοτυλίου, το οποίο σχηματίζει ένα άγκιστρο. Το υποκοτύλιο δεν αναπτύσσεται και οι κοτυληδόνες μένουν μέσα στο έδαφος. Κατά το επίγειο φύτερωμα επιμηκύνεται το υποκοτύλιο και ωθεί τις κοτυληδόνες πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Το επικοτύλιο μέχρι να ολοκληρωθεί το φύτερωμα, δεν αναπτύσσεται. Μετά όμως την έξοδο των κοτυληδόνων από το έδαφος σταματά η ανάπτυξη του υποκοτυλίου και αρχίζει η επιμήκυνση του επικοτυλίου.

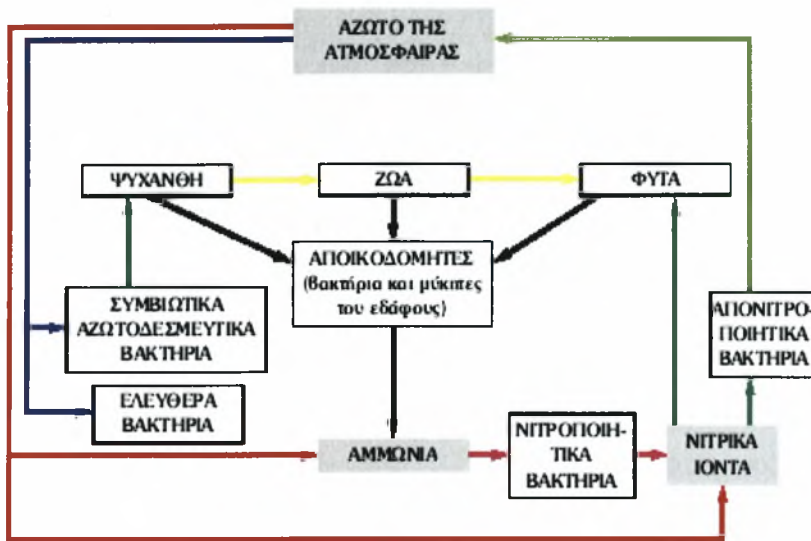
Σε αρκετά είδη ψυχανθών το περίβλημα μερικών σπόρων είναι αδιαπέραστο από το νερό. Οι σπόροι αυτοί καλούνται «σκληροί σπόροι» και δεν μπορούν να βλαστήσουν, παρ' όλο που το έμβρυο τους είναι ζωντανό. Το μεγάλο ποσοστό σκληρών σπόρων στο σπόρο σποράς,

αποτελεί μειονέκτημα για τα περισσότερα ψυχανθή με γεωργική σημασία (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

2.1.1 Βιολογική δέσμευση αζώτου

Πολλά συστατικά των ζωντανών κυττάρων περιέχουν άζωτο, όπως πρωτεΐνες, αμινοξέα, νουκλειικά οξέα, πουρίνες, πυριμιδίνες, πορφυρίνες, αλκαλοειδή και βιταμίνες. Τα άτομα του αζώτου, αυτών των ενώσεων προκύπτουν από τον κύκλο του αζώτου, ο οποίος έχει ως βάση τα αποθέματα της ατμόσφαιρας. Το άζωτο αφαιρείται από την ατμόσφαιρα με τη διεργασία της αζωτοδέσμευσης και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με την απονιτροποίηση.

Η βιολογική δέσμευση του αζώτου έχει μελετηθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια και βρέθηκε ότι το ενζυμικό σύμπλοκο της νιτρογενάσης είναι άφθονο στη φύση. Το άζωτο είναι θεμελιώδες συστατικό των πρωτεϊνών και είναι για τα φυτά, όσο και για τον άνθρωπο ο πιο κοινός περιοριστικός παράγοντας της αύξησης. Το άζωτο αν και αποτελεί το 79% του ατμοσφαιρικού αέρα είναι θρεπτικό στοιχείο που συνήθως βρίσκεται σε ανεπαρκείς ποσότητες για τις καλλιέργειες.



Εικόνα 2.2 Ο κύκλος του αζώτου

(<http://lsg.ucy.ac.cy/courses/epa175/epa175ecology.doc>)

Στη φύση η αζωτοδέσμευση γίνεται από μερικά γένη βακτηρίων. Τα ανώτερα φυτά δεν έχουν την ικανότητα για αζωτοδέσμευση, αν και μερικά συμμετέχουν έμμεσα, με συμβίωση με τα βακτήρια. Η πιο γνωστή περίπτωση είναι αυτή των ψυχανθών με τα βακτήρια του γένους *Rhizobium*.

Η βιολογική δέσμευση του αζώτου λαμβάνει χώρα σε 25°C και 1 Atm πίεση. Η βιολογική δέσμευση του αζώτου πραγματοποιείται είτε με μη συμβιωτικούς οργανισμούς που ζουν ελεύθερα ή με ορισμένα βακτήρια, που συμβιούν με τα ανώτερα φυτά. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει αερόβιους μικροοργανισμούς του εδάφους (π.χ. *Azotobacter*), αναερόβιους (π.χ. *Clostridium sp*), φωτοσυνθετικά βακτήρια (π.χ. *Phodospirillum rubrum*) και φύκη (π.χ. *Mycophyceae*) (Μήτσιος, 2004).

Ο ρόλος των ψυχανθών στη διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους ήταν γνωστός πολύ πριν την χρησιμοποίηση των λιπασμάτων. Τα ψυχανθή μέσω της συμβίωσης τους με

αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (ριζόβια) δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας με αποτέλεσμα αφ' ενός να μπορούν να αναπτύσσονται ικανοποιητικά σε εδάφη με χαμηλή διαθεσιμότητα αζώτου και αφ' ετέρου να εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο, το οποίο επωφελούνται οι επόμενες καλλιέργειες.

Η εγκατάσταση και λειτουργία μιας αποτελεσματικής συμβίωσης μεταξύ του φυτού και των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων είναι αρκετά πολύπλοκο φαινόμενο που υφίσταται επιδράσεις τόσο ενδογενείς (προερχόμενες από το φυτό και τα βακτήρια) όσο και εξωγενείς (προερχόμενες από το άμεσο περιβάλλον των ριζών). Αποτέλεσμα της συμβίωσης είναι η ανάπτυξη ενός διαφοροποιημένου ιστού στις ρίζες του φυτού, όπου δεσμεύεται το άζωτο της ατμόσφαιρας. Ο ιστός αυτός ονομάζεται φυμάτιο.

Η συμβίωση ψυχανθών-ριζοβίων είναι εξειδικευμένη, δηλαδή ένα είδος ριζοβίου δεν αναπτύσσει συμβιωτικές σχέσεις με όλα τα ψυχανθή. Τα ριζόβια παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό εξειδίκευσης. Ορισμένα έχουν μεγάλη εξειδίκευση και σχηματίζουν φυμάτια με τα είδη ενός και μόνο γένους ή με ορισμένα μόνον είδη ενός γένους, ενώ αλλά συμβιώνουν με τα είδη πολλών γενών. Διευκρινίζεται ότι η εξειδίκευση δεν αναφέρεται μόνο στο σχηματισμό φυματίων αλλά και στην ικανότητα αυτών να είναι ενεργά (να αζωτοδεσμεύουν). Επιπλέον, μέσα σε κάθε είδος ριζοβίου τα διάφορα στελέχη παρουσιάζουν διαφορετική αποτελεσματικότητα αζωτοδέσμευσης και μάλιστα αυτή η αποτελεσματικότητα των στελεχών εξαρτάται και από την ποικιλία του φυτού-ξενιστή με το οποίο συμβιώνουν.

Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι η αύξηση της συμβιωτικής δέσμευσης του αζώτου μπορεί να επιτευχθεί με τη βελτίωση τόσο των φυτών-ξενιστών όσο και των ριζοβίων ως προς επιθυμητά χαρακτηριστικά που προάγουν την αζωτοδέσμευση. Κατά τη βελτίωση

μπορούν να ακολουθηθούν δυο κατευθύνσεις: 1) επιλογή εξειδικευμένου συνδυασμού στελέχους ριζοβίου-ποικιλίας ψυχανθούς και 2) επιλογή ριζοβίων που να είναι αποτελεσματικά σε ευρύ αριθμό ποικιλιών του φυτού-ξενιστή (**Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005**).

2.1.1.1. Εκτίμηση και αποτελεσματικότητα της αζωτοδέσμευσης

Τα ψυχανθή μπορούν να εφοδιάσουν το έδαφος με άζωτο εξαιτίας της αζωτοδέσμευσης, με τη βοήθεια του γένους *Rhizobium* που σχηματίζει φυμάτια στις ρίζες. Τα ψυχανθή καλλιεργούνται σε αμειψισπορά με μη ψυχανθή. Με τον τρόπο αυτό αζωτούχες ενώσεις από το προηγούμενο έτος βοηθούν στην λίπανση της καλλιέργειας του επόμενου έτους (**Μήτσιος, 2004**).

Η αζωτοδέσμευση στα ψυχανθή είναι πολύ δύσκολο να φθάσει στο μέγιστο. Οι παράγοντες που εμπλέκονται στην πορεία της αζωτοδέσμευσης, είναι πολλοί οπότε είναι δύσκολο ως αδύνατο όλοι αυτοί οι παράγοντες να βρεθούν συγχρόνως στο επιθυμητό επίπεδο. Για το λόγο αυτό οι δεσμευθείσες ποσότητες αζώτου που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία για το είδος του ψυχανθούς διαφέρουν παρά πολύ μεταξύ τους (Πίνακας 2.1)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1. Ποσότητες αζώτου που δεσμεύτηκαν από διάφορα φυχανθή κατά τη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου (τα δεδομένα προέρχονται από διάφορες πηγές και η μέτρηση έγινε με διάφορες μεθόδους) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Είδος	N ₂ αζωτοδέσμευσης Kg N/στρ
Ρεβίθι	2,4-8,4
Φασόλια	1,2-12,1
Κουκιά	5,5-25,1
Κτηνοτροφικό μπιζέλι	1,9-19,6
Φακή	4,3-18,9
Λούπινο	2,6-40,0
Σόγια	1,3-31,0
Αραχίδα	3,7-22,2
Μηδική	4,5-47,0
Διάφορα τριφύλλια	2,1-18,3

Μεγάλο εύρος τιμών αναφέρεται και στο ποσοστό του ολικού αζώτου των φυτών που προέρχεται από την αζωτοδέσμευση. Η αζωτούχος λίπανση που δέχτηκε η καλλιέργεια επηρεάζει πάρα πολύ αυτό το ποσοστό. Ενώ η αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στα φυτά που προέρχεται από την αζωτούχο λίπανση είναι μικρή, η μείωση του ποσοστού του ολικού αζώτου που προέρχεται από την αζωτοδέσμευση είναι πολύ μεγάλη. Σε μία πρόσφατη ευρεία μελέτη που έγινε στις ΗΠΑ, στη λεκάνη του Μισισσιπή, υπολογίστηκε ότι λιγότερο από το 20% του αζώτου της χορτομάζας που συγκομίζεται προέρχεται από την αζωτοδέσμευση όταν χορηγείται μεγάλη ποσότητα αζωτούχου λίπανσης. Αντίθετα όταν η απόδοση είναι μεγάλη και η

διαθέσιμη ποσότητα ανόργανου αζώτου μικρή, η αζωτοδέσμευση μπορεί να υπερβεί τα 40kg N/στρ. Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε N είναι μεγάλη η συμμετοχή των ψυχανθών στο σύστημα αμειψισποράς δεν έχει νόημα όσον αφορά τη μείωση της λίπανσης. Αζωτούχος λίπανση στα ψυχανθή δικαιολογείται μόνον όταν η αύξηση της απόδοσης λόγω της προσθήκης αζώτου είναι μεγαλύτερη από τη μείωση του ποσοστού της αζωτοδέσμευσης.

Η μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου δεσμεύεται κατά τα στάδια της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών και μειώνεται συνήθως όταν τα φυτά εισέρχονται στο αναπαραγωγικό στάδιο. Αναφέρονται όμως και περιπτώσεις όπου η αναλογία δέσμευσης αζώτου παρέμεινε αρκετά υψηλή μέχρι το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης των σπόρων. Η μείωση της αζωτοδέσμευσης κατά τη διάρκεια του γεμίσματος των σπόρων αποδίδεται στον προσανατολισμό των προϊόντων φωτοσύνθεσης κυρίως προς τους λοβούς, σε βάρος των φυματίων. Η ανταπόκριση της σόγιας σε ορισμένες περιπτώσεις στην επιφανειακή αζωτούχο λίπανση στο στάδιο της άνθησης αποδίδεται στην μείωση της αζωτοδέσμευσης.

2.2.1 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στα ψυχανθή

Από το ολικό άζωτο που συγκεντρώνουν τα καρποδοτικά ψυχανθή ένα μέρος προέρχεται από το άζωτο του εδάφους και το υπόλοιπο από τη συμβιωτική αζωτοδέσμευση. Με τη συγκομιδή των καρπών απομακρύνεται από τον αγρό η ποσότητα αζώτου, που συγκεντρώθηκε στον καρπό. Συνεπώς το άζωτο που προστίθεται στο έδαφος (ισοζύγιο N) λόγω της αζωτοδέσμευσης υπολογίζεται από την εξίσωση: Ισοζύγιο N = $N_f - N_s$

όπου N_f = άζωτο αζωτοδέσμευσης

N_s = ολικό άζωτο καρπού (από το έδαφος και την αζωτοδέσμευση)

Κατά τον υπολογισμό της συνεισφοράς των ψυχανθών στο άζωτο του εδάφους, μετά τη συγκομιδή των καρπών, θα πρέπει να συμπεριληφθεί το άζωτο των φύλλων που πέφτουν και το άζωτο που συγκεντρώνεται στις ρίζες, γιατί αλλιώς η συνεισφορά υποτιμάται. Υπολογίστηκε ότι στις ρίζες που έχουν φυμάτια συγκεντρώνονται κατά μέσο όρο περίπου 4kg N/στρ. (Peoples και Craswell 1992). Η συνεισφορά της αζωτοδέσμευσης στο άζωτο του εδάφους όταν υπολογίζεται στα καρποδοτικά ψυχανθή είναι μικρή και πολλές φορές αρνητική. Στις ελληνικές συνθήκες βρέθηκε ότι η σόγια παρουσίασε αρνητικό ισοζύγιο, αφαιρώντας από το έδαφος 9-12,2kg N/στρ. (Koutroubas κ.ά. 1998). Το εάν το ισοζύγιο θα είναι αρνητικό ή θετικό εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την απόδοση σε καρπό. Με μεγάλη απόδοση καρπού και δεδομένου ότι η εκατοστιαία περιεκτικότητα των καρπών των ψυχανθών σε άζωτο είναι υψηλή, το ισοζύγιο αναμένεται να είναι αρνητικό.

Για να αποφευχθεί αρνητικό ισοζύγιο αζώτου στα καρποδοτικά ψυχανθή όπως π.χ. στη σόγια, θα πρέπει η αναλογία αζώτου αζωτοδέσμευσης προς ολικό άζωτο φυτού (P) να είναι μεγαλύτερη από 80%. Φυσικά η πιθανότητα θετικού ισοζυγίου μειώνεται όταν τα φυτικά υπολείμματα χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των ζώων (**Παπακώστα-Τασσοπούλου, 2005**).

2.1.3 Ψυχανθή σε πρακτικές αμειψισποράς

Κάθε ψυχανθές αποτελεί μια σημαντική επιλογή είτε σε ένα σύστημα αμειψισποράς, είτε σε μια χλωρή λίπανση. Στα λαχανικά

περιλαμβάνονται και ψυχανθή φυτά, που καλλιεργούνται τόσο το χειμώνα (κουκί, αρακάς), όσο και το καλοκαίρι (φασολάκι). Συνεπώς ένας παραγωγός μπορεί να εκμεταλλευτεί κατά τον καλύτερο τρόπο όλο το χρόνο τη σημαντική προσφορά των ψυχανθών στη βελτίωση της εδαφικής γονιμότητας (www.1169.syzefxis.gov.gr).

Η εισαγωγή των ψυχανθών στα συστήματα αμειψισποράς, εκτός των άλλων ευεργετημάτων, αποβλέπει κυρίως στην αποθήκευση εντός του εδάφους, του δεσμευόμενου στις ρίζες τους ατμοσφαιρικού αζώτου, το οποίο παρέχεται σε σημαντικές ποσότητες. Βεβαίως, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η παρουσία των κατάλληλων φυλών αζωτοβακτηρίων στο έδαφος, ώστε να καταστεί δυνατή και αποτελεσματική η δημιουργία των φυματίων (αποικιών από συμβιώντα με τις ρίζες των ψυχανθών αζωτοβακτήρια) και επομένως και η αζωτοδέσμευση. Γι' αυτό, όταν οι κατάλληλες φυλές αζωτοβακτηρίων δεν υπάρχουν στο έδαφος (πράγμα που είναι φανερό από το μικρό ή ανεπαρκή ποσοτικά και ποιοτικά αριθμό των αναπτυσσόμενων φυματίων), τότε φροντίζουμε να εμβολιάσουμε το έδαφος με τις κατάλληλες φυλές. Οικονομικότερη και αποτελεσματικότερη λύση στην περίπτωση αυτή, αποτελεί η μεταφορά χώματος στον αγρό μας (60-70 Kg/στρ.) από αγρούς όπου αποδεδειγμένα υπάρχουν οι κατάλληλες φυλές αζωτοβακτηρίων (<http://www.aegeaskek.gr/eco-agro/pdf/enotita5.pdf>).

Μεταβλητή είναι η συνεισφορά σε άζωτο των καρποδοτικών ψυχανθών όταν περιλαμβάνονται σε ένα σύστημα αμειψισποράς. Όμως τα δεδομένα πολλών ερευνών δείχνουν ότι η απόδοση των σιτηρών μετά από καρποδοτικά ψυχανθή είναι τις περισσότερες φορές αυξημένη (Peoples και Craswell 1992). Αυτή η αύξηση υποδηλώνει ότι το ευνοϊκό αποτέλεσμα της αμειψισποράς ψυχανθούς-σιτηρού δεν οφείλεται μόνο στη συνεισφορά αζώτου εκ μέρους του ψυχανθούς αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως βελτίωση της δομής του εδάφους και της ικανότητας

συγκράτησης υγρασίας, αύξηση της διαθεσιμότητας θρεπτικών στοιχείων όπως P, K και S με την ενσωμάτωση των υπολειμμάτων, μείωση των εχθρών και ασθενειών, αύξηση της δραστηριότητας των μικροοργανισμών και πιθανή αύξηση του μη-συμβιωτικά δεσμευόμενου αζώτου, χρησιμοποίηση του νιτρικού αζώτου το οποίο δεν προτιμούν να προσλαμβάνουν τα ψυχανθή, έκκριση ρυθμιστών ανάπτυξης από τις ρίζες των ψυχανθών. Τα δημοσιευμένα δεδομένα που να αναφέρονται στην επίδραση των ψυχανθών στο σύστημα αμειψισποράς στη χώρα μας είναι περιορισμένα. Σε δύο πρόσφατες δημοσιεύσεις η μία που αφορά καλλιέργεια βαμβακιού και καλαμποκιού μετά από τριφύλλι και η άλλη σιτάρι μετά από σόγια δεν διαπιστώθηκε ευνοϊκή επίδραση του ψυχανθούς στην απόδοση της επόμενης καλλιέργειας.

Η συνεισφορά των ψυχανθών στο άζωτο του εδάφους είναι μεγαλύτερη όταν καλλιεργούνται χορτοδοτικά φυτά και μάλιστα πολυετή. Αναφέρεται από τον Kelner και τους συνεργάτες του (1997) ότι σε φυτεία μηδικής το ισοζύγιο του αζώτου έδειξε προσθήκη στο έδαφος κατά μέσο όρο 8,4 14,8 και 13,7kg N/στρ. τον 1^ο, 2^ο και 3^ο χρόνο, αντίστοιχα. Τα φυτά χλωρής λίπανσης παρουσιάζουν πάντα θετικό ισοζύγιο. Καλλιέργεια σιταριού σε ξηροθερμικές συνθήκες που ακολούθησε διάφορα φυτά χλωρής λίπανσης, κάλυψε με την αζωτοδέσμευση το 30-100% του αζώτου που απομακρύνθηκε με τον καρπό (Biederbeck κ.ά. 1996). Το άζωτο αυτό προέρχεται τόσο από το έδαφος όσο και από την αζωτοδέσμευση. Οι συνήθεις ποσότητες βιολογικά δεσμευόμενου αζώτου που προστίθενται στο έδαφος με την ενσωμάτωση των ψυχανθών φυτών χλωρής λίπανσης είναι 6-10kg N/στρ. Στη βιβλιογραφία όμως οι τιμές που αναφέρονται κυμαίνονται ευρύτατα από 1,5-20kg N/στρ. (Reeves 1994). Η συνεισφορά της χλωρής λίπανσης στο άζωτο του εδάφους είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της ξηράς ουσίας που ενσωματώνεται (Παπακώστα-Τασσπούλου, 2005).

2.2 Η Σημασία της αμειψισποράς

Η αμειψισπορά, δηλαδή η συστηματική και προγραμματισμένη κυκλική εναλλαγή στο ίδιο χωράφι, αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για τη διατήρηση της γονιμότητας των χωραφιών. Ήταν απαραίτητη και αναντικατάστατη διαδικασία, πριν την εισαγωγή των γεωργικών μηχανημάτων και των χημικών λιπασμάτων. Η εισαγωγή των νέων τεχνικών καλλιέργειας, έκανε εφικτό να μπορεί να καλλιεργείται το ίδιο χωράφι συνεχώς με την ίδια καλλιέργεια. Η πρακτική αυτή όμως «κουράζει» τα χωράφια τα οποία χάνουν την γονιμότητα τους, πολλαπλασιάζονται τα προβλήματα με τα ζιζάνια και τις ασθένειες και το κόστος της παραγωγής αυξάνει, γιατί υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη για λιπάσματα και φυτοφάρμακα, ενώ οι αποδόσεις μειώνονται χρόνο με το χρόνο.

Το κυριότερο όμως είναι ότι την ίδια στιγμή που τα χωράφια χάνουν την γονιμότητα τους, η αυξημένη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων έχει αρνητικές επιπτώσεις για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία (www.archipelago.gr).

Τα οφέλη που αναμένονται από ένα σύστημα αμειψισποράς είναι τα εξής:

- Έλεγχος των ασθενειών και εντόμων
- Καλύτερη αξιοποίηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους
- Καλύτερη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων μέσων παραγωγής
(**Ολυμπίου, 1996**).

Κάποιες ασθένειες μπορούν να ελεγχθούν από ένα σύστημα αμειψισποράς στο οποίο τα καλλιεργούμενα φυτά φυτεύονται στο ίδιο

σημείο μόνο μια φορά σε μια περίοδο 3-4 ετών. Η αμειψισπορά είναι πιο αποτελεσματική στον έλεγχο ασθενειών όταν οι οργανισμοί που προκαλούν τις ασθένειες διαβιούν στο έδαφος 1-2 χρόνια

Στο σχεδιασμό ενός συστήματος αμειψισποράς, πρέπει να γνωρίζουμε ποια είδη φυτών προσβάλλονται από συγκεκριμένους οργανισμούς. Κάποιοι οργανισμοί προσβάλλουν μόνο ένα είδος καλλιεργούμενου φυτού, άλλοι προσβάλλουν όλα τα είδη ενός γένους, ενώ άλλοι δεν περιορίζονται μόνο σε μια οικογένεια φυτών.

Η αμειψισπορά βοηθάει και στον έλεγχο των εντόμων, ειδικά εκείνων που τρέφονται σε ένα μόνο είδος φυτού, και εκείνων που δε μπορούν να μεταναστεύσουν μακριά. Μια μικρής διάρκειας αμειψισπορά είναι τόσο καλή όσο και μια μεγάλης διάρκειας για τον έλεγχο των περισσότερων εντόμων, εφόσον αυτά πεθαίνουν γρήγορα μετά την εμφάνιση τους, αν δεν υπάρχουν φυτά ξενιστές.

Η αμειψισπορά έχει σημασία και στη διαχείριση του εδάφους, εφόσον οι καλλιέργειες διαφέρουν στις απαιτήσεις τους για θρεπτικά συστατικά, διαφέρουν στην έκταση και την κατανομή των ριζικών τους συστημάτων, στην επίδραση τους στην οξύτητα του εδάφους και σε άλλους παράγοντες. Η οξύτητα του εδάφους επηρεάζεται ανάλογα από τις διάφορες καλλιέργειες και αυτό θεωρείται υπολογίσιμη μεταβολή στην απόδοση διαδοχικών καλλιεργειών ευαίσθητων στην οξύτητα, ή σε συνθήκες που συνδέονται με αυτή (Χα, 2007).

3. Η καλλιέργεια μπιζελιού

3.1 Ταξινόμηση, προέλευση, γεωγραφική εξάπλωση, καλλιεργούμενες εκτάσεις

Ταξινόμηση

Με το όνομα μπιζέλι είναι γνωστά διάφορα είδη φυτών του γένους *Pisum* της οικογένειας των ψυχανθών. 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 3.1 *Pisum sativum*

(<http://www.anthorama.gr/lachanokipos/arakas.htm>)

Προέλευση

Το κέντρο καταγωγής των μπιζελιών είναι η Αιθιοπία και οι χώρες γύρω από τη Μεσόγειο.

Το μπιζέλι καλλιεργείται από τους προϊστορικούς χρόνους. Σπέρματά του βρέθηκαν στους Λιμναίους συνοικισμούς της Ελβετίας και της Σαβοΐας της εποχής του Ορείχαλκου, καθώς και σε στρώματα της Λίθινης εποχής. Στη θέση Χισβαρλίκ που κατά τους αρχαιολόγους ανήκει στην Τροία των Ομηρικών Χρόνων βρέθηκαν απανθρακωμένα σπέρματα μπιζελιού. Κατά την εποχή του Θεόφραστου το μπιζέλι ονομαζόταν πισός.

Δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι καλλιεργούσαν το μπιζέλι οι αρχαίοι Αιγύπτιοι και οι Ιουδαίοι, ενώ αντίθετα ευρύτατη ήταν η καλλιέργειά του στην Ινδία και στην Κίνα.

Μέχρι πρόσφατα τα φυτά του γένους *Pisum* ταξινομούσαν σε 5-7 είδη. Σύμφωνα όμως με νεότερες έρευνες και με μια εργασία 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 3.2 Καλλιέργεια μπιζελιού

Γεωγραφική εξάπλωση

Ελλάδα: 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).

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 (<http://www.kespy.gr>).

Παγκόσμια: 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 5088kg 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 2587kg 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).



Εικόνα 3.3: Καλλιέργεια *Pisum sativum*

(<http://www.ppd1.purdue.edu/PPDL/images/pisum-sativum.jpg>)

Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ποικιλίες)

Οι ποικιλίες του μπιζελιού διαχωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες :

α) **ποικιλίες με λείο φλοιό σπόρων:** Οι ποικιλίες αυτές με λείο φλοιό σπόρων αντέχουν στον παγετό και μπορούν να σπέρνονται από το Νοέμβριο μέχρι το Μάρτιο. Οι νωποί κόκκοι όταν συγκομίζονται περιέχουν περισσότερο άμυλο και όταν μαγειρεύονται η γεύση τους δεν είναι γλυκιά. Κατά την κονσερβοποίηση των

ποικιλιών αυτών, παρουσιάζεται θόλωμα στην υγρή φάση, λόγω της διάλυσης των αμυλόκοκκων μέσα σε αυτή.

β) ποικιλίες με ρυτιδωμένο φλοιό σπόρων : Οι ποικιλίες με ρυτιδωμένο φλοιό σπόρων δεν αντέχουν στον παγετό και η σπορα τους καλό θα είναι να γίνεται από τέλος Ιανουαρίου μέχρι και 10 Μαρτίου. Οι νωποί κόκκοι περιέχουν περισσότερο σάκχαρο, δε δημιουργούν θόλωμα στην υγρή φάση των κονσερβών και ο μαγειρεμένος αρακάς έχει γεύση γλυκιά.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία της κάθε ποικιλίας ανεξάρτητα από την υφή των σπόρων είναι το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα του λοβού, το χρώμα και ο αριθμός των ανθεων, το ύψος του φυτού (γάνες, μετρίου αναστήματος και υψηλές ποικιλίες) και το σχήμα των φύλλων (**Χα, 2007**).

3.2 Βοτανικά γνωρίσματα

Το μπιζέλι είναι φυτό ποώδες, ετήσιο.

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.

Βλαστός: Είναι λεπτός, τρυφερός, έχει διατομή γωνιώδη ή στρογγυλή και είναι κοίλος εσωτερικά. Το μήκος των βλαστών κυμαίνεται από 45 έως 120cm, αλλά τα φυτά συνήθως δεν παρουσιάζουν αυτό το ύψος γιατί πλαγιάζουν. Σε ορισμένες αναρριχώμενες λαχανοκομικές ποικιλίες το ύψος φτάνει τα 2m 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. 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).

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 ωοειδή. Τα νεύρα είναι αρκετά ευδιάκριτα και το μεσαίο προεξέχει χαρακτηριστικά. Τα περιθώρια των φυλλαρίων μπορεί να είναι αρκετά ή ελαφρώς οδοντωτά.

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>).

Ταξιανθία: Η ταξιανθία των μπιζελιών είναι βότρυς με ισχυρό κεντρικό άξονα και εκφύεται από 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.



Εικόνα 3.4. 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. Στο λαχανοκομικό μπιζέλι οι σπόροι είναι σφαιρικοί, λείοι ή συρρικνωμένοι, με χρώμα κιτρινόλευκο ή κυανοπράσινο (Χα, 2007).

3.3 Οικολογικές συνθήκες

Το μπιζέλι είναι φυτό των δροσερών και υγρών περιοχών. Οι περισσότερες ποικιλίες είναι ευαίσθητες στο κρύο και ειδικότερα εκείνες που έχουν μακριά μεσογονάτια διαστήματα, μεγάλη φυλλική επιφάνεια και συρρικνωμένους σπόρους. Λίγες μόνο χορδοτικές ποικιλίες είναι ανθεκτικές στο κρύο. Οι σπόροι βλαστάνουν γρηγορότερα και τα νεαρά φυτά αναπτύσσονται ταχύτερα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, συγκρινόμενα με τα περισσότερα χειμερινά ψυχανθή. Αναφέρεται ότι ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως ο έγχρωμος οφθαλμός, το έγχρωμο ενδοσπερμιο, οι κίτρινες κοτυληδόνες κ.α., που ελέγχονται από ειδικά γονίδια, συνδέονται με την αντοχή του μπιζελιού στις χαμηλές θερμοκρασίες. Η αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνεται με τη σκληραγώγηση **(Χα, 2007)**.

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι μπορεί να αντέξει μέχρι και -16°C . Είναι όμως φυτό ευαίσθητο στις υψηλές θερμοκρασίες της άνοιξης, κατά την περίοδο της άνθησης, οπότε δε γονιμοποιούνται τα άνθη με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης σε καρπό **(<http://www.kespy.gr/docs/mpizeli.pdf>)**.

Οι υψηλές θερμοκρασίες επιδρούν δυσμενώς και κυρίως στις καρποδοτικές καλλιέργειες, γιατί εμποδίζουν την ανάπτυξη των λοβών και μειώνουν πολύ την απόδοση σε σπόρο. Η δυσμενής επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών είναι μεγαλύτερη από εκείνη που προκαλεί ελαφρός παγετός. Σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να καλλιεργηθεί το μπιζέλι για σανό και χλωρά λίπανση, γιατί η βλαστική ανάπτυξη επηρεάζεται λιγότερο από τις υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με την ανάπτυξη των λοβών.

Το μπιζέλι είναι απαιτητικό σε υγρασία εδάφους λόγω της ταχείας και μεγάλης ανάπτυξης και του σχετικά επιπόλαιου ριζικού συστήματος. Παρ' όλο ότι υπάρχει κάποια διαφορά στις αναφορές

που αφορούν το βάθος εισχώρησης του ριζικού συστήματος στο έδαφος, θεωρείται ότι το μπιζέλι μπορεί να απορροφήσει νερό μέχρι τα 70cm του εδάφους. Η ανάπτυξη του όμως περιορίζεται δυσμενώς σε υγρά και ψυχρά εδάφη.

Η ξηρασία περιορίζει την ανάπτυξη και σταματά την αζωτοδέσμευση. Η ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας στο μπιζέλι εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος ενός εκάστου φύλλου, επειδή ο αριθμός των φύλλων ελάχιστα επηρεάζεται από την ξηρασία. Η μείωση της επιφάνειας των φύλλων μπορεί να είναι αποτέλεσμα του μικρότερου αριθμού κυττάρων, της μικρότερης μεγέθυνσης των κυττάρων ή και των δύο.

Τη μεγαλύτερη ευαισθησία στην ξηρασία παρουσιάζουν τα φυτά κατά την άνθηση και το γέμισμα των σπόρων. Βρέθηκε ότι η απόδοση σε σπόρο συνδέονταν θετικά με τη διαθεσιμότητα του νερού μετά την άνθηση. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ποικιλιών του μπιζελιού που πρόκειται να καλλιεργηθούν σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα, πρέπει να είναι η πρώιμη βλαστική ανάπτυξη, άνθηση και ανάπτυξη των λοβών, πριν την εμφάνιση της ξηροθερμικής περιόδου.

Η έναρξη της άνθησης καθορίζεται από την αντίδραση κάθε γενότυπου στη φωτοπερίοδο και στη θερμοκρασία. Το μπιζέλι είναι φυτό μακράς φωτοπεριόδου και απαιτεί κατ' ελάχιστον 13 ώρες ημέρας για να ανθίσει.

3.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

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. Για μια πολύ πρώιμη 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 ευδοκιμούν σε βαριά κακοστραγγισμένα χωράφια. Το επιθυμητό pH κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και 6,7. Δεν ευδοκίμει στα πολύ όξινα εδάφη και σε μικρότερο pH από 5,5 καλό είναι να γίνεται προσθήκη ασβεστίου (<http://alex.eled.duth.gr>).

Καλλιέργεια: Οι γραμμές φύτευσης απέχουν 0,60μ. - 0,90μ. Η απόσταση επί της γραμμής είναι 0.30μ. Το βάθος σποράς είναι 3 - 5εκ. 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>).

Προετοιμασία αγρού: Στις βόρειες και ψυχρές περιοχές που η σπορά γίνεται την άνοιξη η φθινοπωρινή άροση αποτελεί πλεονέκτημα διότι επιτρέπει την πρώιμη 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>).

Αντιμετώπιση ζιζανίων: Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται είτε με σκάλισμα είτε με χημικά μέσα. 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 αρακά 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 ψεκασμός 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).

Λίπανση: Δε συνίσταται 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 25κιλών υπερφωσφορικού του τύπου 0-20-0 και 5 έως 6κιλών θειικής αμμωνίας ή το ισοδύναμο κάποιου άλλου αζωτούχου λιπάσματος.

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>).

Σπορά: Η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να φυτρώσει το μπιζέλι είναι γύρω στους 5 βαθμούς Κελσίου. Η άριστη θερμοκρασία για το φύτευμα είναι γύρω στους 24°C. Στις βόρειες και κρύες περιοχές η σπορά των κτηνοτροφικών μπιζελιών γίνεται την άνοιξη, ενώ στις νότιες και θερμές το φθινόπωρο. Η σπορά του κτηνοτροφικού μπιζελιού γίνεται με το χέρι στα πεταχτά ή με σπαρτικές μηχανές. Οι αποστάσεις των γραμμών κυμαίνονται από 20-50εκ. ανάλογα με την καλλιεργούμενη ποικιλία. Το βάθος της σποράς κυμαίνεται από 2-5εκ. ανάλογα με τον τύπο και την υγρασία του εδάφους. Απαιτούνται 6-12 Kg σπόρου ανά στρέμμα και ο σπόρος δεν πρέπει να έχει ηλικία μεγαλύτερη από δύο χρόνια. Η σπορά του αρακά γίνεται σε γραμμές που απέχουν 20-100εκ. ανάλογα με την ποικιλία και τον τρόπο καλλιέργειας. Οι περισσότερες όμως εκτάσεις που η παραγωγή τους προορίζεται για χλωρή κατανάλωση ή βιομηχανοποίηση σπέρνονται με μηχανές μικρών σιτηρών. Η ποσότητα του σπόρου ανά στρέμμα κυμαίνεται από 6-12Kg. Λιπαίνεται με 30κιλά το στρέμμα υπερφωσφορικού του

τύπου 0-20-0. Στις περιπτώσεις που το λίπασμα χορηγείται στις γραμμές σποράς πρέπει να τοποθετείται 10 τουλάχιστον εκ. παράπλευρα της γραμμής σπόρου και σε μεγαλύτερο βάθος. Στο κτηνοτροφικό μπιζέλι δεν γίνεται καταπολέμηση ζιζανίων με φυτοφάρμακα και η αντιμετώπιση τους επιδιώκεται με την εφαρμογή διαφόρων καλλιεργητικών τεχνικών, όπως η πυκνότερη σπορά, η αμειψισπορά και άλλα. Αντίθετα στον αρακά εκτός από ης καλλιεργητικές τεχνικές είναι συνηθισμένη η καταπολέμηση των ζιζανίων με φυτοφάρμακα (<http://alex.eled.duth.gr>).

Άρδευση: Για υψηλές αποδόσεις το μπιζέλι χρειάζεται επάρκεια υγρασίας ιδίως κατά το στάδιο της άνθησης (<http://www.kespy.gr/docs/mpizeli.pdf>).

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).

Συγκομιδή: 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. 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>).

3.5 Εχθροί και ασθένειες:

Εχθροί:

- Κάμπια μπιζελιού

Λατινικό: *Laspeyresia nigricana*

- Θρίπας μπιζελιών

Λατινικό: *Kakothrips robustus*

- Βρούχος μπιζελιών

Λατινικό: *Bruhus pisorum*

- Κηκκιδόμυγα μπιζελιών

Λατινικό: *Contarina pisi*

- Φυτομάζα

Λατινικό: *Phytomyza atricornis*

- Σιτόνα μπιζελιού

Λατινικό: *Sitona lineatus*

- Αφίδα μπιζελιού

Λατινικό: *Aphis craccivora*)

(<http://alex.eled.duth.gr>)

Ασθένειες:

Fusarium solani

Προκαλεί καστανή σήψη του λαιμού και κιτρίνισμα των φύλλων. Καταπολέμηση: Συνιστάται επιφανειακή απολύμανση του σπόρου, αμειψισπορά, βαθύ όργωμα για παράχωμα των υπολειμμάτων, αποφυγή χρήσης κοπριάς.

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. Καταπολέμηση: Συνιστάται χρήση υγιούς και απολυμασμένου σπόρου, τριετής αμειψισπορά και καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας και ψεκασμοί με Κάπταν, Φολπέτ, Καπαζίμ, Τεροζίμ, Σαπρόλ.

Macrophosina pisi

Εμφανίζεται κυρίως σε υγρά, συνεκτικά εδάφη. 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). Καταπολέμηση: Συνιστάται καταστροφή των άρρωστων φυτών, χρήση υγιούς σπόρου, αποφυγή υγρών εδαφών.

Περονόσπορος (*Phytophthora phaseoli*)

Δημιουργεί καστανές κηλίδες στα φύλλα που στην αντίστοιχη κάτω επιφάνεια έχουν λευκό χνούδι. Στον αρακά σχηματίζει κηλίδες και στους λοβούς. Καταπολεμείται με τη χρήση απολυμασμένου σπόρου και ψεκασμούς με Πολυράμ-κόμπι, Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακονίλ, Αλπέρ, Αλιέτ.

Rhizoktonia solani

Προσβάλλει τα φυτά στο λαιμό προκαλώντας βαθιά πληγή, αρχικά ερυθρού χρωματος και μετά μαύρου. Τα νεαρά φυτά καταστρέφονται και τα μεγαλύτερα μένουν καχεκτικά. Καταπολέμηση: Συνιστάται αποφυγή διατήρησης υπερβολικής υγρασίας στο έδαφος, τετραετής αμειψισπορά (όπου αποφεύγονται πατάτα, τομάτα, κουκιά) χρήση ασβεστίου στο έδαφος (175-300kg/στρ.)

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. Καταπολέμηση: Συνιστάται τριετής αμειψισπορά, κατά προτίμηση με σιτηρά, αποφυγή υπερβολικής εδαφικής υγρασίας, αραιή σπορά καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, ριζοποτίσματα με (Καπαζίμ, Τεροζίμ) και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με Ronilan, Rovral, Sumisclex.

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. Καταπολέμηση: Συνιστώνται ψεκασμοί με θειάφι ανά βδομάδα μέχρι να εμφανιστούν τα πρώτα άνθη και σε έντονη προσβολή εφαρμόζονται ψεκασμοί με Ζινέμπ, Μανέμπ, Ντακονίλ .

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. Καταπολέμηση: Συνιστώνται δύο ως τρία ψεκασμοί με θειάφι (ανά 10-15 ημέρες) ή ψεκασμοί με Μορεστάν, Νεοτοψίν, Γκαλιξίν, Σαπρόλ (Χα, 2007).

4. Η καλλιέργεια ηλιάνθου

4.1 Ταξινόμηση, προέλευση, γεωγραφική εξάπλωση, καλλιεργούμενες εκτάσεις

Ταξινόμηση

Ο ηλιάνθος είναι ένα ετήσιο φυτό και ανήκει στην οικογένεια Compositae. Ανήκει στα δικοτυλήδονα. Το γένος περιλαμβάνει ετήσια και πολυετή φυτά, με μεγάλα κίτρινα άνθη, σε σχήμα μαργαρίτας, που στρέφονται προς τον ήλιο καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας. Το όνομά τους προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις "ήλιος" και "άνθος". Αναπτύσσονται σε ηλιόλουστες θέσεις και ουδέτερα ή αλκαλικά εδάφη (<http://www.gardensandplants.com>).



Εικόνα 4.1 *Helianthus annuus*
(<http://www.gardensandplants.com>)

Προέλευση

Ο ηλίανθος αλλιώς γνωστός ως ήλιο ή ως ηλιοτρόπιο έχει την καταγωγή του από την Κεντρική Αμερική. Ο καρπός του χρησιμοποιούνταν ως τροφή, ως φάρμακο αλλά και για εξαγωγή λαδιού προς καλλωπισμό από τους Ινδιάνους **(Γαλανοπούλου-Σενδουκά,2002)**.

Είναι ποώδες φυτό των εύκρατων χωρών, μονοετές ή πολυετές, με κεφάλια μεγάλες μαργαρίτες που στρέφονται προς τον ήλιο και ακολουθούν την πορεία του κατά τη διάρκεια της ημέρας. Καλλιεργείται για τους εδώδιμους καρπούς του που ονομάζονται ηλιόσποροι, το ηλιέλαιο που παράγεται από αυτούς αλλά και για καλλωπιστικούς λόγους (<http://el.wiktionary.org/wiki/ηλίανθος>).



Εικόνα 4.2 *Helianthus annuus*

(<http://el.wiktionary.org/wiki/ηλίανθος>)

Γεωγραφική εξάπλωση

Μετά την ανακάλυψη της Αμερικής μεταφέρθηκε στην Ευρώπη από τους Ισπανούς και ως καλλωπιστικό φυτό χρησιμοποιήθηκε για πολλά χρόνια. Στην Ρωσία διαδόθηκε πρώτα ως ελαιούχο φυτό. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα αποτέλεσε μια από τις κύριες καλλιέργειες. Στη συνέχεια από την Ρωσία διαδόθηκε στην Ευρώπη, αλλά σε σύντομο χρονικό διάστημα αντικαταστάθηκε από την ελαιοκράμβη στην Βόρεια Ευρώπη ως ελαιοδοτικό φυτό. Σήμερα σημαντική έκταση κατέχει επίσης σε χώρες της Ανατολικής Ευρώπης και σε ορισμένες της Κεντρικής Αμερικής. Στον Καναδά και στις Η.Π.Α. άρχισε να καλλιεργείται μεταπολεμικώς. Η δημιουργία και χρήση υβριδίων συνέβαλε στην πρόσφατη επέκταση της καλλιέργειας σε πολλές νέες περιοχές. Ο ηλίανθος εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας και ποιότητας λαδιού των σπόρων, αποτελεί για πολλές χώρες μια από τις κύριες πηγές εδώδιμου λαδιού. Σε παγκόσμια παραγωγή στα φυτικά έλαια, το ηλιέλαιο καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση μετά το σογιέλαιο (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002**).

Καλλιεργούμενες εκτάσεις

Στην Ελλάδα, ο ηλίανθος θεωρείται σημαντικό φυτό, και η καλλιέργεια του συγκεντρώνεται κυρίως στο βόρειο-ανατολικό μέρος της χώρας. Καλλιεργείται κυρίως ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής. Η συνολική καλλιεργημένη έκταση, καθώς και η συνολική παραγωγή με ηλίανθο σχεδόν διπλασιάστηκαν έως και το 1999 (2 εκατ. στρέμματα το 1991 και 3,6 εκατ. στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή των 0,033 εκατ. τόνων και 0,050 εκατ. τόνων αντίστοιχα (ΕΣΥΕ) Μέχρι το 2009 υπολογίζεται να φτάσει περίπου τα 5 εκατ. στρέμματα (**<http://www.epirus-biosis.gr>**).

Επίσης, ο ηλίανθος πριν την ένταξη της Ελλάδος στην Ε.Ε., καλλιεργούνταν σε πολύ περιορισμένη έκταση ιδιαιτέρως στη Θράκη, και το προϊόν προοριζόταν πιο πολύ ως πασατέμπο. Η στήριξη της τιμής του προϊόντος, όσο διάστημα η Ε.Ε. ήταν ελλειμματική σε ελαιούχους σπόρους και η διάδοση κατάλληλων ποικιλιών συνέβαλαν στην επέκταση της καλλιέργειας κυρίως για παραγωγή ελαίου. Η συνολική έκταση, ύστερα από ανοδική πορεία μειώθηκε γρήγορα στα 150-200χιλ. στρ. περίπου, γιατί μειώθηκαν οι επιδοτήσεις και επιβλήθηκε συνυπευθυνότητα. Η εδραίωση της άποψης ότι έλαια πλούσια σε πολυακόρεστα, όπως το ηλιέλαιο, υπερέχουν από διαιτητικής απόψεως και ως προς την αντιμετώπιση σοβαρών ασθενειών, θα μπορούσε να συμβάλει στην επέκταση της καλλιέργειας, ιδιαιτέρως σε ξηρικές εκτάσεις (απόδοση 150 kg/στρ), γιατί με τα υπάρχοντα ο ποτιστικός ηλίανθος (απόδοση 300 kg/στρ), δεν μπορεί να ανταγωνιστεί άλλες ποτιστικές καλλιέργειες (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).

Ο ηλίανθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ25) είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ (1.504.000 τόνοι το 2003) σε παγκόσμιο επίπεδο, (Biofuels Barometer-June 2004, EUROSERVER) (<http://www.epirus-biosis.gr>).

4.2 Βοτανικά γνωρίσματα

Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος ανήκει στο είδος *Helianthus annuus L.* της οικογένειας *Compositae*. Ο βασικός αριθμός χρωμοσωμάτων είναι $x=17$ με $2x=2n=34$ χρωμοσώματα στα σωματικά κύτταρα. Υπάρχουν και μεγαλόσπερμες ποικιλίες με 68 χρωμοσώματα.

Θεωρείται ότι η εξημέρωση του ηλιάνθου έγινε με μεταβίβαση γενετικού υλικού από το *Helianthus petiolaris* στο *H. annuus*. Στο γένος *helianthus* υπάρχουν πολλά αλλά είδη.

Οι ποικιλίες του καλλιεργούμενου είδους διακρίνονται αναλόγως του ύψους του φυτού σε υψηλόσωμες, μετριόσωμες, και χαμηλόσωμες. Οι ποικιλίες για πασατέμπο σχηματίζουν συνήθως περισσότερο φυτομάζα και έτσι μπορεί να χρησιμοποιούνται και για ενσίρωση.

Ριζικό σύστημα: Το ριζικό του σύστημα είναι βαθύ, πασσαλώδες, και σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει ακόμη και τα 5m. Το ριζόστρωμα του βρίσκεται σε βάθος 60cm περίπου. Στα πρώτα στάδια η ρίζα μεγαλώνει πολύ πιο γρήγορα από το υπέργειο τμήμα, σε σημείο που όταν το φυτό έχει 8-10 φύλλα και ύψος 40cm, η ρίζα του να φθάνει τα 70 περίπου cm. Το ριζικό του σύστημα έχει μία αδυναμία και αυτή είναι η μικρή διεισδυτικότητα του σε σκληρό έδαφος.

Στελέχη: Ο καλλιεργούμενος ηλιάνθος είναι κατά κανόνα μονοστέλεχος. Τυχόν επιπλέον στελέχη είναι ανεπιθύμητα, γιατί μειώνουν την ποσότητα και ποιότητα του σπόρου και επιπλέον δεν επιτρέπουν την ομοιόμορφη ωρίμανση του. Τα άγρια είδη, όπως και οι καθαρές σειρές που χρησιμοποιούνται ως επικονιαστές, έχουν πολλές διακλαδώσεις. Το ύψος του στελέχους είναι συνήθως γύρω στα 2m αλλά κυμαίνεται, αναλόγως της ποικιλίας που χρησιμοποιείται και του περιβάλλοντος, από 0,5m έως 6m ή και περισσότερα. Ο βλαστός είναι κυλινδρικός, έχει διάμετρο 2,5-3cm και στο εσωτερικό του είναι γεμάτος με εντεριώνη. Κατά κανόνα το άνω άκρο του στελέχους κάμπτεται μαζί με την ταξιανθία, το οποίο διευκολύνει την αποξήρανση του σπόρου και την προστασία του από τα πουλιά, αλλά μπορεί επίσης να δυσκολεύσει τη συγκομιδή. Το στέλεχος, τα φύλλα και πολλά άλλα μέρη του φυτού στις

περισσότερες ποικιλίες φέρουν τρίχες διαφορετικής πυκνότητας και σκληρότητας.

Φύλλα : Η μορφολογία των φύλλων ποικίλλει. Συνήθως είναι πλατιά, ωοειδή, οδοντωτά και οξύληκτα, ενώ τα κατώτερα φύλλα είναι καρδιόσχημα. Τα πρώτα πέντε ζεύγη εκφύονται αντιθέτως, ενώ τα υπόλοιπα κυκλικά. Το μήκος τους κυμαίνεται από 10 έως 40cm και ο αριθμός τους από 8 έως 70 , με μέσο όρο 20-30. Φυτά με πολυάριθμα φύλλα είναι συνήθως οψιμότερα. Τα μεγαλύτερα φύλλα αντιστοιχούν στον 8^ο έως 20^ο κόμβο. Τα φύλλα αυτά αντιπροσωπεύουν το 60-70% της συνολικής επιφάνειας, της οποίας ο δείκτης (Δ.Φ.Ε.) κυμαίνεται από 2 έως 4 (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).



Εικόνα 4.3 Φύλλα ηλιανθου

Το σχήμα των φύλλων μοιάζει με το σχήμα της καρδιάς, ενώ στην κορυφή βρίσκονται οι σπόροι μαζεμένοι σε μια ταξιανθία που έχει διάμετρο περίπου 0,35m (<http://www.livepedia.gr/index>).



Εικόνα 4.4 Φύλλα ηλιανθου
(<http://classes.hortla.wsu.edu/hort231/List01/Sunflower.html>)

Εκτός από τα κανονικά φύλλα ο ηλιανθος έχει και δυο ειδών βράκτια φύλλα, αυτά που είναι στο πίσω μέρος της ταξιανθίας και αυτά που περιβάλλουν το άνθος.

Ταξιανθία: Ο ηλιάνθος έχει ταξιανθίες κεφαλές που περιβάλλονται από οξύληκτα βράκτια φύλλα, τα οποία είναι ωσειδή και λογχοειδή (<http://www.thewildclassroom.com>).



Εικόνα 4.5 *Helianthus annuus*
(<http://www.thewildclassroom.com>)

Το τελικό σχήμα της είναι κυρτό ή κοίλο, ή επίπεδο ή σιγμοειδές. Η ταξιανθία των ελαιούχων ποικιλιών έχει 700-3000 άνθη και των ποικιλιών που προορίζονται για πασατέμπο έως 8000.

Τα περιφερειακά άνθη είναι άγονα (δεν έχουν ανθήρες αλλά και ο στύλος και το στίγμα είναι εκφυλισμένα) και έχουν στεφάνη, όπως και τα υπόλοιπα άνθη, με πέντε ενωμένα πέταλα, που σχηματίζουν σωλήνες. Μοναδικός σκοπός των περιφερειακών ανθων είναι να προσελκύουν τα έντομα. Τα εσωτερικά άνθη είναι τοποθετημένα σε ομόκεντρα τόξα, το καθένα περιβάλλεται από ένα βράκτιο, έχουν κάλυκα με 2 σέπαλα, πέντε πέταλα ενωμένα σε σωλήνα, ενώ οι πέντε στήμονες που ξεκινούν από τη βάση της στεφάνης είναι ελεύθεροι στη βάση και ενωμένοι στην κορυφή. Ο στύλος τους καταλήγει σε δισχιδές στίγμα.

Άνθηση: Η ανθοφορία αρχίζει από τα περιφερειακά άνθη, συνεχίζεται προς το κέντρο και ολοκληρώνεται, για την ίδια ταξιανθία, σε 5-10 ημέρες συνήθως. Η πτώση των πετάλων των άγονων ανθέων υποδηλώνει ότι έχει ανθίσει και το τελευταίο άνθος, στο κέντρο της ταξιανθίας. Η ανθοφορία στον αγρό διαρκεί περί τις 20 ημέρες.

Ο ηλίανθος είναι κατά κανόνα σταυρογονιμοποιούμενο φυτό, γιατί τα άνθη του είναι πρῶτανδρα και υπέργυνα. Επιπλέον, πολλές ποικιλίες έχουν το χαρακτηριστικό του αυτοσυμβίβαστου. Η επικονίαση γίνεται με έντομα, κυρίως μέλισσες, γιατί η γύρη είναι βαριά και δεν μεταφέρεται εύκολα με τον αέρα. Η παραγωγή γύρης είναι άφθονη και μπορεί να φτάσει τα 8kg/στρ. Ο ηλίανθος παράγει πολύ νέκταρ και είναι από τα πιο παραγωγικά μελισσοκομικά φυτά.

Ηλιοτροπισμός: Οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες μέχρι την άνθησή τους, τα βράκτια και τα νεαρά φύλλα του ηλίανθου εμφανίζουν ηλιοτροπισμό, ακολουθούν δηλαδή την πορεία του ήλιου κατά την ημέρα γι' αυτό και το φυτό ονομάστηκε ηλίανθος και ηλιοτρόπιο. Το πρωί οι ταξιανθίες είναι στραμμένες ανατολικά, σε θέση 50° έως 70° από τον βορρά και στη συνέχεια ακολουθούν την πορεία του ήλιου, ενώ ανορθώνονται κατά τη νύκτα. Το φαινόμενο σταματάει μόλις ολοκληρωθεί η έκπτυξη όλων των περιφερειακών ανθέων, οπότε οι ταξιανθίες μένουν στραμμένες βορειοανατολικά στο Βόρειο ημισφαίριο και νοτιοανατολικά στο Νότιο. Δεν παρατηρείται ηλιοτροπισμός, όταν επικρατεί ή όταν το φυτό αναπτύσσεται σε τεχνητές συνθήκες φωτισμού, ή όταν αφαιρεθούν τα φύλλα, στοιχεία που δείχνουν ότι η αντίδραση του φυτού εξαρτάται από την κίνηση του ήλιου. Με τον ηλιοτροπισμό υπολογίζεται ότι αυξάνει η φωτοσύνθεση κατά 10-23% αναλόγως της κατανομής των φύλλων.



Εικόνα 4.6 Καλλιέργεια ηλιάνθου

Σπόρος: Ο σπόρος είναι αχάινιο διαφόρου σχήματος (επίμηκες, ωοειδές, ρομβοειδές, στρογγυλό) και διατομής (στενόμακρη, στρογγυλή). Αποτελείται από δυο τμήματα: α) την ψίχα, που αντιστοιχεί στο έμβρυο και τις δυο κοτυληδόνες και β) τον φλοιό, που αντιστοιχεί στο περικάρπιο, το οποίο είναι σκληρό για να προφυλάσσει τον σπόρο.



Εικόνα 4.7 Σπόρος ηλιάνθου
(<http://www.vegetables.pe.kr>)

Το μήκος του σπόρου φθάνει τα 25mm και το πλάτος τα 15mm. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 40 έως 100g. Οι σπόροι των ποικιλιών για λάδι είναι συνήθως πιο μικροί, πιο στρογγυλοί και συμπαγείς, έχουν χρώμα μαύρο έως γκριζο και φέρουν συχνά ραβδώσεις σκούρες καστανές έως λευκές, οι οποίες όμως θεωρούνται ανεπιθύμητες. Οι σπόροι των ποικιλιών για πασατέμπο είναι πιο μεγάλοι και επιμήκεις, πιο ανοιχτόχρωμοι, με περισσότερες ραβδώσεις και με μεγαλύτερη αναλογία περιβλημάτων. Γενικώς οι σπόροι που βρίσκονται στην περιφέρεια της ταξικαρπίας είναι μεγαλύτεροι και βαρύτεροι από τους κεντρικούς (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002**).

Αριθμός επιθυμητών φυτών ανά στρέμμα:

α) για ξηρική καλλιέργεια 4500-5000 φυτά στο στρέμμα και

β) για ποτιστική καλλιέργεια 5500 – 6000 φυτά το στρέμμα.

Ποσότητα σπόρου: 350-500g / στρέμμα.

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι ένας σάκος 150.000 σπόρων καλύπτει περίπου 22-28 στρέμματα.

Τρόπος σποράς : Η σπορά γίνεται γραμμικά με πνευματικές μηχανές. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι 75cm και επί της γραμμής σποράς 20-22cm για γόνιμα-ποτιστικά χωράφια και 25cm για πιο φτωχά και αδύνατα ξηρικά χωράφια (<http://www.nk.com/gr>).

Διάρκεια βιολογικού κύκλου: Είναι φυτό μικρής σχετικώς βλαστικής περιόδου. Κατά μέσο όρο και αναλόγως της ποικιλίας και των οικολογικών συνθηκών απαιτούνται 11 ημέρες από τη σπορά έως το φύτερωμα, άλλες 33 ημέρες έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 27 έως την έναρξη της ανθήσεως και 8 για την ολοκλήρωση της, ενώ η περίοδος ωριμανσης του σπόρου διαρκεί 30 ημέρες. Έτσι,

περιοχές με βλαστική περίοδο λίγο μεγαλύτερη από 200 ημέρες μπορεί να έχουν δυο συγκομιδές στον ίδιο χρόνο.

4.3 Οικολογικές συνθήκες

Θερμοκρασία: Οι σπόροι αρχίζουν την βλάστηση τους στους 4°C, η οποία γίνεται με ικανοποιητική ταχύτητα στους 8-10°C και με μέγιστη στους 15°C, στοιχεία που επιτρέπουν την πρώιμη σπορά. Τα νεαρά φυτά αντέχουν πολύ στο κρύο, έως -2°C στο στάδιο των κοτυληδόνων και έως -8°C στο στάδιο του ενός ζεύγους μόνιμων φύλλων. Μετά όμως το στάδιο των 6-7 φύλλων, θερμοκρασίες κάτω του μηδενός προκαλούν σημαντικές ζημιές, ενώ κατά το στάδιο της ωρίμανσης θερμοκρασία 2°C καταστρέφει ολόκληρο το φυτό. Άριστες θερμοκρασίες για την παραγωγή του σπόρου θεωρείται το επίπεδο των 24-26°C την ημέρα και 18-20°C την νύκτα, ενώ άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση θεωρείται το επίπεδο των 28°C. Η φωτοσύνθεση μπορεί να συνεχιστεί και μέχρι 45°C.

Υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και μειώνουν του ελαίου. Οι απαιτούμενες θερμομονάδες με βάση τους 0°C είναι περίπου 2350 για τις πρώιμες ποικιλίες και 2425 για τις μεσοόψιμες. Η διευρυμένη βλαστική περίοδος του ηλίανθου, δηλαδή περίοδος με θερμοκρασίες πάνω από 0°C, επιτρέπει, όπως προαναφέρθηκε, δυο συγκομιδές το έτος σε ορισμένες περιοχές.

Φως: Ο ηλίανθος είναι συνήθως φυτό ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό και απαιτητικό σε φως. Μειωμένος φωτισμός κατά 40% σε σχέση με τον κανονικό, σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να μειώσει την απόδοση μέχρι και 64%. Επίσης μειωμένος φωτισμός κατά 20% βρέθηκε ότι δεν μειώνει τη συνολική βιομάζα, αλλά μειώνει τον δείκτη συγκομιδής και επομένως την οικονομική απόδοση (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002**).

Υγρασία: Στο στάδιο του φυτρώματος είναι απαραίτητη η υγρασία του εδάφους για ομοιόμορφο και άριστο φύτευμα. Το κρίσιμο στάδιο αναγκών της καλλιέργειας σε νερό είναι η περίοδος της ανθοφορίας (<http://www.nk.com/gr>).

Ο ηλίανθος έχει υψηλό συντελεστή διαπνοής, περίπου 550, ίσως γιατί διαθέτει πολλά και μεγάλα στομάτια. Εντούτοις θεωρείται ανθεκτικός στην ξηρασία κυρίως χάρη στο βαθύ και εκτεταμένο ριζικό του σύστημα. Έχει επίσης την ικανότητα να ανέχεται ή και να φωτοσυνθέτει και με συνθήκες μεγάλης ξηρασίας, γι' αυτό και η επίδραση της ξηρασίας στην απόδοση είναι ελάχιστη, εφόσον η διάρκεια της ξηρασίας δεν είναι μεγάλη. Η κριτική περίοδος είναι 20 ημέρες πριν και μετά την άνθηση, οπότε σοβαρή έλλειψη υγρασίας μειώνει την απόδοση (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002**).

Έδαφος: Ο ηλίανθος μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλων των ειδών τα εδάφη. Τα βαθιά και καλά στραγγιζόμενα εδάφη δίνουν τα καλύτερα αποτελέσματα. Σε φτωχά ξηρικά χωράφια, το νερό στη διάρκεια της άνοιξης είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας. Σε γερά χωράφια πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική ποσότητα αζώτου γιατί υπάρχει κίνδυνος πλαγιάσματος των φυτών (<http://www.nk.com/gr>).

Οι απαιτήσεις ως προς το έδαφος δεν είναι μεγάλες, αναπτύσσεται όμως καλύτερα σε εδάφη μάλλον ελαφρά (σ' αυτά δεν παρεμποδίζεται η διείσδυση της ρίζας), οργανικά και με καλή αποστράγγιση, ενώ δεν ανέχεται αλατούχα εδάφη, όπου και παρουσιάζει μειωμένη περιεκτικότητα σε λάδι. Είναι απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά στοιχεία, ιδιαίτερα σε άζωτο και φώσφορο, υπερβολική όμως ποσότητα N ελαττώνει την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Ανέχεται PH εδάφους από 5,7 έως 8, αλλά το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6 και 7,2 (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002**).

4.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

Αμειψισπορά: Η αμειψισπορά με σιτηρά ή όσπρια είναι πολύ διαδεδομένη. Το σιτάρι που διαδέχεται τον ηλίανθο ευνοείται τα μέγιστα σε αποδόσεις. Η αμειψισπορά είναι απαραίτητη για τον ηλίανθο με κύριο στόχο την αποφυγή ανάπτυξης του παρασίτου της οροβάγχης (<http://www.nk.com/gr>).

Ο ξηρικός ηλίανθος έχει θέση στην αμειψισπορά των σιτηρών. Πλεονεκτήματα αυτής της αμειψισποράς είναι το διαφορετικό βάθος του ριζικού συστήματος, οι διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και οι διάφορες ως προς τα ζιζάνια, εχθρούς και ασθένειες των δυο καλλιεργειών. Συνεχής καλλιέργεια ηλίανθου αποδίδει λιγότερο από ότι όταν καλλιεργείται μετά από σιτάρι. Η προηγούμενη καλλιέργεια δεν πρέπει να έχει προσβληθεί από ορισμένες πολύ επιζήμιες ασθένειες του ηλίανθου, όπως Sclerotinia (τεύτλα, πατάτα, καρποδοτικά ψυχανθή, μηδική κ.α) και Verticillium (βαμβάκι, τεύτλα, πατάτα, ελαιοκράμβη, μηδική κ.α).

Σε αλατούχα εδάφη ο ηλίανθος θεωρείται καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που ακολουθούν, γιατί ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη μετακινεί τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα. Είναι επίσης λιγότερο εξαντλητική καλλιέργεια από το καλαμπόκι, αλλά αφαιρεί συνήθως μεγαλύτερη εδαφική υγρασία σε σχέση με τις περισσότερες καλλιέργειες.

Προετοιμασία αγρού: Η προετοιμασία του αγρού είναι παρόμοια με του καλαμποκιού και του βαμβακιού. Επειδή το φυτό είναι βαθύρριζο πρέπει να καταστρέφεται το αδιαπέραστο υπεδάφιο στρώμα που τυχόν υπάρχει. Το επιφανειακό στρώμα της σποροκλίνης πρέπει να είναι ελαφρά ψιλοχωματισμένο, αλλά να αποφεύγεται η «κρούστα» που συχνά παρατηρείται λόγω και της πρώιμης σποράς.

Αντιμετώπιση ζιζανίων: Ο ηλίανθος παθαίνει ζημιές από τα ζιζάνια μέχρι το στάδιο της πλήρους φυτοκάλυψης και ειδικότερα τις 15 ημέρες μετά το φύτερωμα, τότε που ο ρυθμός αυξήσεως του φυτού είναι βραδύς. Στη συνέχεια ο ηλίανθος γίνεται αποπνικτικό φυτό για τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται συνήθως με συνδυασμό μηχανικών και χημικών μέσων. Υπάρχουν κατάλληλα προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002**).

Λίπανση : Τα θρεπτικά στοιχεία που δίνονται με την λίπανση , είναι κυρίως το άζωτο που βοηθάει στην ανάπτυξη του ηλίανθου και ο φώσφορος που επηρεάζει την παραγωγή και την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Λίπανση με κάλιο απαιτείται σε εδάφη όπου λείπει και κυρίως σε ελαφριά χωράφια.

Επιστημονικά δεδομένα που βασίζονται σε εκτενή πειραματισμό σε χώρες όπου ο ηλίανθος καλλιεργείται σε πολύ μεγάλη έκταση αναφέρουν ότι: μια μέση παραγωγή 250κιλών ανά στρέμμα απομακρύνει από το έδαφος 9 μονάδες αζώτου, 5 μονάδες φωσφόρου, 20 μονάδες καλίου, 4 μονάδες μαγνησίου και 12 μονάδες ασβεστίου.

Σύμφωνα με την πρακτική που εφαρμόζεται στις Ελληνικές συνθήκες μία ισορροπημένη λίπανση με 8 μονάδες Αζώτου και Φωσφόρου και Καλίου προσφέρει επαρκή θρέψη στα φυτά. Το Κάλιο είναι απαραίτητο να εφαρμοσθεί σε περιπτώσεις εδαφών με έλλειψη στο στοιχείο αυτό (<http://www.nk.com/gr>).

Εκτός από τα τρία κύρια θρεπτικά συστατικά ο ηλίανθος απαιτεί επίσης σχετικά μεγάλες ποσότητες ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου, χαλκού και βορίου (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002**).

Σπορά : Η εποχή σποράς είναι ιδιαίτερα σημαντική απόφαση, γιατί από αυτήν εξαρτάται το κανονικό φύτερωμα του σπόρου. Η σπορά γίνεται νωρίς την άνοιξη και όταν η θερμοκρασία εδάφους

σταθεροποιηθεί στους 8⁰C. Με την πρώιμη σπορά αυξάνονται οι στρεμματικές αποδόσεις και η ελαιοπεριεκτικότητα του σπόρου. Επίσης δίνεται η δυνατότητα στο φυτό να αξιοποιήσει τις βροχές Μαΐου-Ιουνίου μια που το κρίσιμο στάδιο για την παραγωγή του ηλίανθου είναι η λήξη της ανθοφορίας. Η κατάλληλη εποχή σποράς είναι το διάστημα μεταξύ 20 Μαρτίου και 20 Απριλίου (<http://www.nk.com/gr>).

Ο ηλίανθος πρέπει να σπέρνεται όσο γίνεται πιο πρώιμα, ιδιαίτερα ο ξηρικός, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι ξηροθερμικές συνθήκες και να ικανοποιούνται οι ανάγκες σε νερό. Για τη Βόρεια Ελλάδα η κατάλληλη εποχή σποράς είναι από μέσα Μαρτίου έως μέσα Απριλίου. Η εποχή σποράς συνδέεται επίσης και με την ποιότητα του ελαίου, γιατί προσδιορίζει την περίοδο ανθήσεως. Αν μετά την άνθηση επικρατήσουν υψηλές θερμοκρασίες, τότε η περιεκτικότητα σε λιπελαϊκό οξύ μειώνεται και αντιστρόφως.

Σπέρνεται με μηχανές ακριβείας αραβοσίτου ή ζαχαρότευτλων, ύστερα από ειδική ρύθμιση ή με άλλους δίσκους. Το βάθος σποράς είναι 3-10cm, αναλόγως της υγρασίας του εδάφους και του μεγέθους του σπόρου. Οι συνήθεις αποστάσεις μεταξύ γραμμών σποράς είναι 60-75cm (αναλόγως της ευρωστίας του φυτού). Σε μερικές περιπτώσεις σπέρνεται και σε διπλές γραμμές σποράς που απέχουν μεταξύ τους περί τα 25cm από το επόμενο ζεύγος περί τα 80-120cm. Οι αποστάσεις των φυτών επάνω στη γραμμή είναι 15-20cm. Η ποσότητα του σπόρου κυμαίνεται από 0,5-1,5 kg/στρ.

Ο άριστος πληθυσμός φυτών κυμαίνεται από 5000-6000 φυτά/στρ. Με ευνοϊκές συνθήκες, κυρίως από άποψη υγρασίας, ο άριστος πληθυσμός τείνει ή και υπερβαίνει τα ανώτερο μέγεθος. Σε πολύ πυκνούς όμως πληθυσμούς οφимίζει η καλλιέργειας και τα στελέχη γίνονται πιο υψηλά και αδύνατα, με αποτέλεσμα να πλαγιάζουν με τον αέρα.

Ο ηλίανθος, ως καθορισμένης ανάπτυξης φυτό, δεν ανέχεται μεγάλη απώλεια πληθυσμού φυτών. Εντούτοις, μείωση του αριθμού των φυτών σε ποσοστό 10-15% δεν έχει σοβαρή επίπτωση στην απόδοση, γιατί η απώλεια αντισταθμίζεται από την αύξηση του μεγέθους της ταξιανθίας και του μέσου βάρους των σπόρων.

Άρδευση: Ο ηλίανθος καλλιεργείται συνήθως ως ξηρικός. Επωφελείται όμως από την άρδευση (2-4 ποτίσματα), με αποτέλεσμα να υπερδιπλασιάζεται πολλές φορές η απόδοση. Η άρδευση αυξάνει και την αποτελεσματικότητα της λίπανσης. Επιπλέον, αυξάνει την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι και βελτιώνει την ποιότητα των πρωτεϊνών, γιατί αυξάνει τα απαραίτητα αμινοξέα.

Συγκομιδή. Οι κεφαλές είναι φυσιολογικούς ώριμες, όταν η πίσω επιφάνεια τους γίνεται κίτρινη και κατά ποσοστό 10% καστανή, ενώ η υγρασία τους φθάνει το 70% και των σπόρων το 40%. Η συγκομιδή γίνεται, όταν η υγρασία του σπόρου κατεβεί στο 10-15%, οπότε τα κάτω φύλλα έχουν αποξηρανθεί και τα υπόλοιπα αρχίζουν να κιτρινίζουν. Καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις απώλειες από τα πουλιά, το τίναγμα του σπόρου και τις ασθένειες (ιδιαίτερα όταν οι συνθήκες είναι υγρές). Στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται από τέλη Αυγούστου έως αρχές Οκτωβρίου.

Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται θεριζοαλωνιστικές μηχανές σιταριού ή καλαμποκιού, ύστερα από κατάλληλη ρύθμιση, ώστε να περιοριστούν οι απώλειες σπόρου που μπορεί να υπερβούν το 40-45%. Η εξεύρεση και χρήση κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού θα συμβάλει στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Ε.Ε. για να είναι εμπορεύσιμος ο σπόρος του ηλίανθου πρέπει να έχει υγρασία έως 10%, ποσοστό ελαίου τουλάχιστον 42% και ξένες ύλες έως 2%.

4.5 Εχθροί και ασθένειες

Ο ηλίανθος είναι καλλιέργεια ευπρόσβλητη από διάφορους μικροοργανισμούς και έντομα. Στην Ευρώπη τα έντομα δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα, γι' αυτό και σπάνια χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα, σε αντίθεση με τις ασθένειες που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές. Στην Ελλάδα, όπου η καλλιέργεια για λάδι είναι σχετικώς πρόσφατη, δεν υπάρχει προς το παρόν σοβαρό πρόβλημα από εχθρούς και ασθένειες, ίσως και λόγω των κλιματολογικών συνθηκών. Παρακάτω αναφέρονται οι σοβαρότεροι εχθροί και ασθένειες του ηλίανθου, ιδιαίτερα εκείνες που απαντώνται στην Ευρώπη και έχουν σημασία για την Ελλάδα (**Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ., 2002**).

Εχθροί:

- Σκόρος ηλίανθου

Λατινικό: *Homoeosoma electellum* (*Homeosoma nebulellum*)

- Τίπουλη

Λατινικό: *Tirula paludosa*

- Μελίγκρα

Λατινικό: *Brachycaudus helichrysi*, *Aphis fabae*

- Κάμπιες

Λατινικό: *Agriotes* sp.

Ο ηλίανθος, λόγω της ευχερούς πρόσβασης και της υψηλής θρεπτικής αξίας του σπόρου του, είναι ιδιαίτερα ευάλωτος σε ζημιές από πουλιά. Τα πουλιά καταβροχθίζουν τους σπόρους στην κεφαλή. Οι σπόροι εκτίθενται και η μεγάλη κεφαλή λειτουργεί ως φωλιά στη διάρκεια της διατροφής. Ο σπόρος του ηλίανθου είναι προτιμώμενη από τα πουλιά τροφή γιατί περιέχει πολλές πρωτεΐνες και λιπαρά που είναι ουσιαστικά για την ανάπτυξή τους, την εναποθήκευση λίπους και τις διαδικασίες διατήρησης του βάρους τους. Αν και πολλά είδη πουλιών τρέφονται από τις καλλιέργειες ώριμου ηλίανθου, οι μεγαλύτερες απώλειες σημειώνονται από τα κινούμενα σμήνη σπουργιτιών (*Passer domesticus*), σπίνων (*Carduelis chloris*) και φλώρων (*Carduelis cannabina*) (<http://www.plantprotection.hu>).



Εικόνα 4.8 *Helianthus annuus*

(<http://www.plantprotection.hu>)

Ασθένειες:

1) **Περνόςπορος** (*Plasmopara helianthii*). Ο μύκητας ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία. Συνήθως εμφανίζονται χλωρωτικές κηλίδες, σε όλα τα μέρη του φυτού, που αργότερα γίνονται νεκρωτικές.

2) Άσπρη σήψη (*Sclerotinia sclerotiorum*). Η μολυσματική μορφή του μύκητα είναι τα σκληρώτια τα οποία διαχειμάζουν στο έδαφος, σε υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Οι δευτερογενείς μολύνσεις γίνονται από ασκοσπόρια που σχηματίζουν λευκό μυκήλιο, στη συνέχεια δημιουργούνται σκληρώτια και το φυτό εμφανίζει συμπτώματα μάρανσης.

3) Γκριζωπή μούχλα (*Botrytis cinera*). Ο μύκητας προσβάλλει εξαιρετικά μεγάλο φάσμα φυτών (αναφέρονται πάνω από 200). Ο μύκητας εμφανίζεται ως παράσιτο αλλά και ως σαπρόφυτο στο ίδιο ευρύ φάσμα προσβαλλομένων. Προκαλεί γκριζα μούχλα στην κεφαλή, προσβάλλει την κεφαλή του άνθους και το στέλεχος, ενώ τα φύλλα αρχίζουν να ξεραίνονται από έξω προς τα μέσα (<http://www.plantprotection.hu>).

4) Ο ηλίανθος προσβάλλεται επίσης και από άλλες μυκητολογικές ασθένειες, όπως **αδρομυκώσεις** (*Verticillium dahliae*), **σκωρίαση** (*Puccinia helianthii*) και **αλτερνάρια** (*Alternaria spp.*) καθώς και από ιούς, βακτήρια και από φυτικά παράσιτα, όπως οροβάγχη κ.ά.

Εκτός από τις παραπάνω "κλασικές" ασθένειες αναφέρθηκαν σχετικώς πρόσφατα μερικές νέες, όπως οι παρακάτω μυκητολογικές.

1) Καστανή κηλίδωση, καρκίνος του στελέχους ή φόμοψη (*Phomopsis helianthii*). Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην πρώην Γιουγκοσλαβία το 1979. Ευνοείται από συχνές βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες. Τα συμπτώματα είναι ορατά από την έναρξη της ανθήσεως και μετά. Παρουσιάζονται καστανές κηλίδες στους μίσχους των φύλλων, στο στέλεχος και σπανιότερα και στις

κεφαλές. Οι κηλίδες επεκτείνονται και προχωρούν σε βάθος με συνέπεια να παρακωλύεται η κυκλοφορία των χυμών και το φυτό να μαυρίζει και να ξηραίνεται. Ο αγρός εμφανίζει μία μορφή μωσαϊκού με αποξηραμένα και πράσινα φυτά. Οι βλαστοί γίνονται εύθραυστοι και σπάζουν με τον άνεμο.

2) **Μαύρισμα στελέχους** (*Phoma macdonaidi*). Προσβάλλει ταξιανθία, φύλλα και στελέχη. Τα συμπτώματα διακρίνονται από αυτά της φόμοψης, γιατί οι κηλίδες είναι μαύρες με περιφερειακή πράσινη απόχρωση. Όταν η προσβολή είναι σοβαρή, μαυρίζει όλο το στέλεχος και σπάζει.

3) **Σήψη του στελέχους και των ριζών** (*Sclerotium bataticola*, σκληρωτιακή μορφή του *Macrophomina phaseoli*). Προκαλεί πρόωμη ξήρανση των φυτών και ατελές γέμισμα των σπόρων, εξαιτίας της νέκρωσης των ηθμαγγειωδών σωλήνων και του περιορισμού του ριζικού συστήματος. Στα προσβεβλημένα τμήματα του φυτού σχηματίζει χαρακτηριστικά μικροσκοπικά μαύρα μικροσκληρώτια. Στην Ελλάδα εντοπίστηκε το 1986 και το 1987 καταστράφηκαν ολόκληρες περιοχές. Έκτοτε αποτελεί σοβαρό πρόβλημα με ζημιές που μπορεί να φτάσουν στο 40-50% της παραγωγής.

Η αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών επιδιώκεται με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης δηλαδή με τον συνδυασμό: α) κατάλληλης αμειψισποράς, β) εφαρμογής ορθής καλλιεργητικής τεχνικής (π.χ. αποφυγή υπερβολικής εδαφικής υγρασίας, εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης, κατάλληλη εποχή σποράς, κατάλληλος πληθυσμός φυτών), γ) χρήσης ανθεκτικών γενοτύπων (σήμερα επιδιώκεται η μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας από άγρια είδη) και δ) ορθολογικής χρήσης χημικών σκευασμάτων (απολύμανση σπόρου κ.ά.) (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002).

5. Υλικά και μέθοδοι

5.1 Στοιχεία του πειράματος

Για το σκοπό της εργασίας αυτής καλλιεργήθηκε ηλίανθος ως επίσπορη καλλιέργεια στην περιοχή των Τρικάλων και στα Φάρσαλα ενώ είχε προηγηθεί σπορά μπιζελιού. Στην πτυχιακή αυτή διατριβή μελετήθηκε το ποσοστό του αζώτου που προσροφήθηκε από τον ηλίανθο, δηλαδή μελετήθηκε το uptake του αζώτου.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν τυχαιοποιημένες ομάδες τεμαχίων (split plot) σε 3 επαναλήψεις. Η κάθε επανάληψη περιελάμβανε 12 πειραματικά τεμάχια, δηλαδή 36 για κάθε περιοχή, 72 στο σύνολο.

Η ποικιλία ηλίανθου η οποία χρησιμοποιήθηκε στον πειραματικό αγρό ήταν ένα βουλγαρικό υβρίδιο μικρού βιολογικού κύκλου (3 μηνών).

Η πρώτη μεταχείριση της καλλιέργειας αφορούσε ενσωμάτωση, η δεύτερη παραγωγή καρπού και η τρίτη μάρτυρα.

Η δεύτερη μεταχείριση αφορούσε λίπανση με άζωτο, η οποία πραγματοποιήθηκε σε 4 επίπεδα:

$N_0 = 0$ μονάδες N

$N_1 = 5$ μονάδες N

$N_2 = 10$ μονάδες N

$N_3 = 15$ μονάδες N

Η λίπανση ήταν επιφανειακή με λίπασμα νιτρικής αμμωνίας τη χρονική περίοδο όπου τα φυτά είχαν ύψος 60-80cm.

5.2 Καλλιεργητικές εργασίες

Πραγματοποιήθηκαν όλες οι ενδεδειγμένες καλλιεργητικές εργασίες για την προετοιμασία του πειραματικού αγρού. Η καλλιέργεια του ηλίανθου πραγματοποιήθηκε το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου. Η σπορά πραγματοποιήθηκε με πνευματική σπαρτική μηχανή σιτηρών. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 75cm και πάνω στη γραμμή ήταν 18cm. Προηγήθηκε όργωμα, κατόπιν μπήκε η καλλιέργεια και ακολούθησε λίπανση με προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο (Panter). Επίσης, εφαρμόστηκε μετασπαρτικό ζιζανιοκτόνο, το Goal 24 EC.

5.3 Παρατηρήσεις - μετρήσεις

Σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο, έγιναν παρατηρήσεις και μετρήσεις σε όλα τα στάδια αύξησης και ανάπτυξης των φυτών του ηλίανθου.

Όσον αφορούσε το δικό μου πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε 1 δειγματοληψία φυτών ηλίανθου από κάθε περιοχή. Η δειγματοληψία περιελάμβανε την κοπή του καρπού και την κοπή των στελεχών και των φύλλων των φυτών του ηλίανθου. Συνολικά, ελήφθησαν 72 δείγματα από κάθε περιοχή. Ακολούθησε η μεταφορά των δειγμάτων στο Εργαστήριο Γεωργίας, αφού ελήφθησαν τα χλωρά βάρη στον αγρό.

Υπολογισμός προσροφούμενου αζώτου στην παραγωγή ηλίανθου

Για τον υπολογισμό του uptake του αζώτου στην παραγωγή ηλίανθου υπολογίζουμε τα εξής:

1. απόδοση σπόρου * ποσοστό του αζώτου του σπόρου
2. απόδοση στελεχών και φύλλων * ποσοστό του αζώτου στελεχών και φύλλων

Ο μέσος όρος μας δίνει το uptake αζώτου.

5.4 Εργαστηριακές εργασίες

Η πτυχιακή μου διατριβή αφορούσε εργασίες στο εργαστήριο Γεωργίας σε συνεργασία με το εργαστήριο Εδαφολογίας.

Μετά την παραλαβή των δειγμάτων του ηλίανθου, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε σακούλες νάιλον έτσι ώστε να μην υπάρχει διαφυγή αέριου αζώτου. Από κάθε φυτό ηλίανθου πήρα 2 δείγματα. Το ένα αφορούσε τα στελέχη και τα φύλλα και το δεύτερο το σώμα (την κεφαλή).

Αρχικά, λαμβάνονταν ποσότητα από κάθε δείγμα και τοποθετούνταν σε μύλο για να αλεστεί. Στην περίπτωση του υποδείγματος στελεχών και φύλλων, λαμβάνονταν 1/3 στελέχους και 2/3 φύλλων. Η επιθυμητή ποσότητα αλεσμένου δείγματος ήταν περίπου 1g αλλά λαμβάνονταν περισσότερη, περίπου 5g, έτσι ώστε να υπάρχει διαθέσιμο δείγμα σε περίπτωση λάθους στην συνέχεια του πειράματος.

Περιγραφή της διαδικασίας αλέσματος

Εγκατάσταση του μύλου

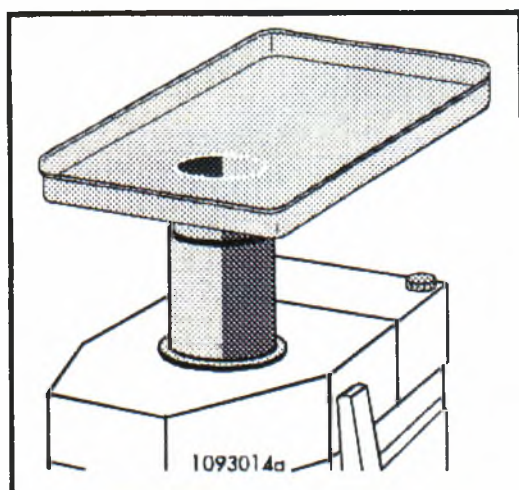
Ο μύλος τοποθετείται σε μια μεγάλη, σταθερή επιφάνεια εργασίας με συνιστώμενο ύψος μεταξύ 800-900cm. Απαιτείται μεγάλη προσοχή στην λειτουργία για την ασφάλεια του χειριστή αλλά και του οργάνου.



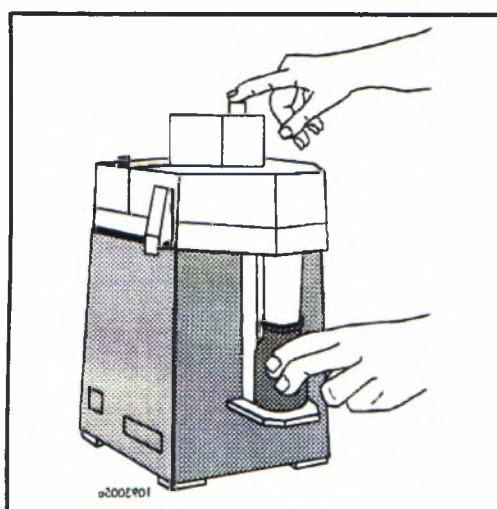
Εικόνα 5.1 Μύλος (Εργαστήριο Γεωργίας)

Λειτουργία

Το δείγμα τοποθετείται στην χοάνη του δίσκου (εικόνα 5.2) και στη συνέχεια σιγά σιγά ρίχνεται μέσα στο μύλο, όπου περνάει από τις λεπίδες κοπής και στη συνέχεια εξέρχεται από τον μύλο σε μικρό γυάλινο μπουκάλι (εικόνα 5.3). Η διαδικασία του αλέσματος διαρκεί περίπου 30 δευτερόλεπτα για το κάθε δείγμα. Το αλεσμένο δείγμα μεταφέρεται από το μπουκαλάκι σε σακούλα νάιλον ερμητικά κλεισμένη και τοποθετείται ετικέτα με τον αριθμό του κάθε δείγματος.



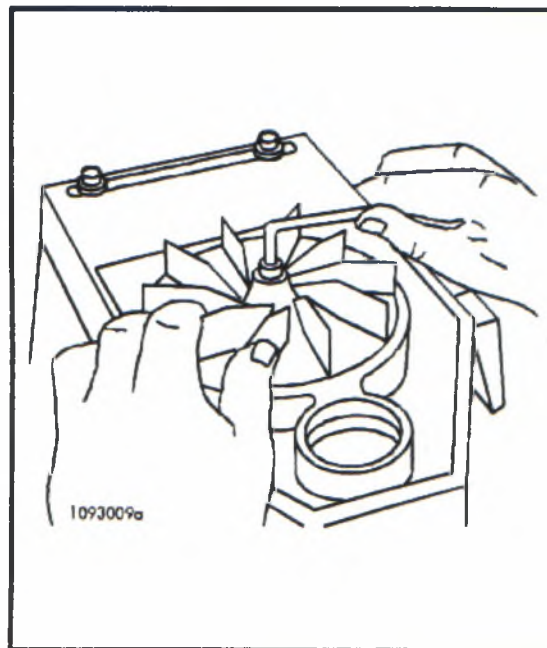
Εικόνα 5.2 ο δίσκος του μύλου όπου τοποθετούνται τα δείγματα πριν μπουν στο μύλο.



Εικόνα 5.3 ο μύλος και στο μπροστινό μέρος το μπουκαλάκι στο οποίο εξέρχεται το δείγμα ύστερα από την άλεση του.

Η διαδικασία του πειράματος περιελάμβανε το διαδοχικό άλεσμα πολλών δειγμάτων ηλίανθου. Για την αποφυγή λαθών και την περίπτωση του υπολείμματος του προηγούμενου δείγματος στον

μύλο, μετά το πέρας κάθε αλέσματος ο μύλος ανοιγόταν και με προσοχή καθαρίζονταν οι λεπίδες κοπής του μύλου. (Εικόνα 5.3)



Εικόνα 5.4 καθαρισμός των λεπίδων κοπής του μύλου.

Τα αλεσμένα δείγματα τοποθετούνταν σε σακούλες νάιλον με τον χαρακτηριστικό αριθμό γραμμένο μπροστά, για παράδειγμα K1 για το πρώτο μας δείγμα και με την ένδειξη a αν αφορούσε δείγμα καρπού και την ένδειξη b αν αφορούσε δείγμα στελεχών-φύλλων των φυτών του ηλιανθου. Τα δείγματα αυτά ζυγίζονταν και στη συνέχεια τοποθετούνταν στο πυριαντήριο στους 98°C, για να μην υπάρχει ίχνος υγρασίας.



Εικόνα 5.5 Πυριαντήριο (Εργαστήριο Εδαφολογίας)

Μετά την ξήρανση των δειγμάτων ακολουθεί ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου με τη μέθοδο Kjeldahl.

Γενικά στοιχεία για την μέθοδο Kjeldahl

Η μέθοδος προσδιορισμού του ολικού αζώτου (%) βασίζεται στη διαδικασία της υγρής καύσης-πέψης (Kjeldahl) του αζώτου των δειγμάτων και τη μετατροπή του σε αμμώνιο (NH_4^+) με την κατεργασία πυκνού H_2SO_4 σε υψηλές θερμοκρασίες (digestion). Η παραγόμενη NH_3 με απόσταξη (steam distillation) μετά τη δέσμευση με βορικό οξύ προσδιορίζεται με τιτλοδότηση HCl .

Η συσκευή Kjeldahl αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

- Τη μονάδα απόσταξης (Distilling unit)
- Το σύστημα υγρής καύσης-πέψης
- Τη συσκευή τιτλοδότησης με 0,1 M HCl.

Αντιδραστήρια και όργανα

- Διάλυμα NaOH 40% (W/V)
- Διάλυμα πυκνού H₂SO₄ (περίπου 98% W/V)
- Διάλυμα HCl, 0.1M
- Δείκτης Methyl-red
- Δείκτης bromocresol-green
- Καταλύτης Kjeldahl (Ταμπλέτες σεληνίου, Se)
- Διάλυμα βορικού οξέος 2%

Υγρή καύση-πέψη

Μετά την προετοιμασία των δειγμάτων τοποθετείται στον ειδικό σωλήνα πέψης (Kjeldahl) της υγρής καύσης τα 0.2g του δείγματος μαζί με μια ταμπλέτα σεληνίου. Στη συνέχεια, προστίθενται στο σωλήνα 15mL πυκνού H₂SO₄ και αναδεύεται με προσοχή το περιεχόμενο. Οι σωλήνες πέψης τοποθετούνται στο σύστημα απαγωγής και ανοίγεται η μέγιστη ροή του αέρα για να γίνει η καύση με έντονο ρυθμό. Κατόπιν, το σύστημα απαγωγής με τους σωλήνες της υγρής καύσης-πέψης τοποθετείται στην συσκευή που έχει προθερμανθεί στους 440°C.

Η πέψη συνεχίζεται για 3-4 λεπτά με τη μέγιστη ροή απαγωγής και στη συνέχεια ρυθμίζεται η απαγωγή ώστε να περιέχονται ελάχιστοι καπνοί προερχόμενοι από την καύση του δείγματος με πυκνό H₂SO₄, για να ελεγχθεί η καύση. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται έτσι ώστε οι σωλήνες Kjeldahl να βρίσκονται σε επαφή με τις

υποδοχές θέρμανσης. Η υγρή καύση συνεχίζεται για 2 ώρες μέχρις ότου το υγρό να γίνει διαυγές. Αφαιρείται το σύστημα απαγωγής και οι σωλήνες τοποθετούνται στην ειδική βάση (stand) για ψύξη κοντά στην συσκευή πέψης.

Μετά τη ψύξη των σωλήνων πέψης προστίθενται σε κάθε σωλήνα 20-25mL αποσταγμένο νερό και αναδεύεται καλά.

Απόσταξη

Η συσκευή απόσταξης ρυθμίζεται αφού προστεθούν 25mL διαλύματος βορικού οξέος (H_3BO_3) 2% σε κάθε φιάλη υποδοχής της συσκευής απόσταξης. Η συσκευή απόσταξης είναι εφοδιασμένη με ειδικές μαγνητικές αντλίες εφοδιασμού του NaOH 40% και αποσταγμένου ύδατος. Το πρόγραμμα της συσκευής ρυθμίζει τις ποσότητες του NaOH, το χρόνο απόσταξης (delay) και το χρόνο ατμού (steam). Οι σωλήνες που είναι στη βάση ψύξης (stand) μεταφέρονται στην ειδική βάση βρασμού για απόσταξη. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για το τυφλό ή λευκό (blanc). Μετά το πέρας της απόσταξης, η συσκευή απόσταξης καθαρίζεται με 25mL αποσταγμένου νερού.

Τιτλοδότηση

Μετά την απόσταξη, το απόσταγμα τιτλοδοτείται με διάλυμα HCl 0.1M στη συσκευή τιτλοδότησης (digitrate). Η ογκομέτρηση αρχίζει με το τυφλό (blanc) και σημειώνονται τα mL του οξέος που καταναλώθηκαν για κάθε δείγμα, για το μεταχρωματισμό από διαυγές πράσινο σε έντονο ερυθρό χρώμα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται μετά την απόσταξη κάθε δείγματος όλων των σωλήνων Kjeldahl.

Υπολογισμοί:

$$N = \frac{\text{mL H}_2\text{SO}_4 \text{ δείγματος} - \text{mL H}_2\text{SO}_4 \text{ τυφλού}}{2} * f,$$

Όπου $f = 14/\text{ml}$ του δείγματος.

5.5 Στατιστική ανάλυση

Μετά τη συλλογή και επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση. Για τα δεδομένα μας έγινε διπαραγοντική ανάλυση παραλλακτικότητας (split plot, 2-way ANOVA) με παράγοντες τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης των φυτών και τις διαφορετικές μεταχειρίσεις του ψυχανθούς (ενσωμάτωση – μάρτυρας).

Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε για τον προσδιορισμό στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επιπέδων των μεταχειρίσεων που μελετήθηκαν και χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) μεταξύ των επιπέδων, για διάκριση των μέσων όρων που εφαρμόστηκαν.

6. Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

6.1 Αποτελέσματα

Στη συνέχεια παραθέτονται τα αποτελέσματα της προσρόφησης αζώτου της συσκευής Kjeldahl, καθώς και πίνακες με σημαντικά αποτελέσματα του πειράματος.

Πίνακας 6.1 Αποτελέσματα συσκευής Kjeldahl – Προσρόφηση αζώτου.

ΗΛΙΑΝΘΟΣ ΚΥΠΑΡΙΣΣΟΣ-ΤΡΙΚΑΛΑ 2007

ΕΠΑΝΑΛ=1,2,3

Κ/Υ=1,2

ΜΕΤΑΧ= Κ=1 Ε=2 Μ=3

A/A		ΕΠΑΝΑΛ	Κ/Υ	ΕΠΙΠ N	ΜΕΤΑΧ	ΤΙΜΕΣ N Κ	ΤΙΜΕΣ N ΤΡΙ
1	M13K	1	1	1	3	1,2	4,14
2	E13K	1	1	1	2	0,69	0,36
3	K13K	1	1	1	1	3,15	0,63
4	K14K	1	1	4	1	0,84	3,63
5	M14K	1	1	4	3	4,62	1,02
6	E14K	1	1	4	2	1,2	2,79
7	K15K	1	1	2	1	3,1	3,54
8	E15K	1	1	2	2	0,99	0,39
9	M15K	1	1	2	3	1,92	2,85
10	K16K	1	1	3	1	3,12	2,64
11	M16K	1	1	3	3	1,2	0,51
12	E16K	1	1	3	2	1,05	0,33
13	K17K	2	1	1	1	4,44	5,526
14	E17K	2	1	1	2	1,2	3,57
15	M17K	2	1	1	3	2,97	3,846
16	E18K	2	1	3	2	1,21	4,86
17	K18K	2	1	3	1	0,45	2,352
18	M18K	2	1	3	3	2,8	4,2
19	K19K	2	1	2	1	2,9	2,502
20	M19K	2	1	2	3	1,98	0,462

21	E19K	2	1	2	2	2,04	2,742
22	M20K	2	1	4	3	3,24	3,912
23	K20K	2	1	4	1	1,65	3,912
24	E20K	2	1	4	2	1,9	4,848
25	K21K	3	1	1	1	1,5	0,39
26	M21K	3	1	1	3	0,66	0,486
27	E21K	3	1	1	2	1,29	0,33
28	M22K	3	1	4	3	0,96	0,738
29	E22K	3	1	4	2	1,23	2,64
30	K22K	3	1	4	1	1,98	0,69
31	M23K	3	1	3	3	1,3	3,54
32	K23K	3	1	3	1	1,44	0,336
33	E23K	3	1	3	2	1,4	1,188
34	K24K	3	1	2	1	2,5	0,462
35	M24K	3	1	2	3	2,1	5,238
36	E24K	3	1	2	2	1,32	5,49
37	M13Σ	1	2	1	3	1,44	0,456
38	E13Σ	1	2	1	2	0,9	0,69
39	K13Σ	1	2	1	1	2,3	0,984
40	K14Σ	1	2	4	1	0,93	0,12
41	M14Σ	1	2	4	3	0,39	0,546
42	E14Σ	1	2	4	2	1,02	0,132
43	K15Σ	1	2	2	1	0,42	1,116
44	E15Σ	1	2	2	2	0,96	0,492
45	M15Σ	1	2	2	3	1,32	0,06
46	K16Σ	1	2	3	1	0,72	0,99
47	M16Σ	1	2	3	3	0,6	1,11
48	E16Σ	1	2	3	2	1,05	2,052
49	K17Σ	2	2	1	1	1,11	0,23
50	E17Σ	2	2	1	2	0,75	1,026
51	M17Σ	2	2	1	3	0,54	0,9
52	E18Σ	2	2	3	2	0,45	0,324
53	K18Σ	2	2	3	1	0,51	0,672
54	M18Σ	2	2	3	3	0,81	0,08
55	K19Σ	2	2	2	1	0,87	0,234
56	M19Σ	2	2	2	3	0,78	0,774
57	E19Σ	2	2	2	2	1,05	0,846
58	M20Σ	2	2	4	3	1,08	0,63
59	K20Σ	2	2	4	1	1,8	0,62
60	E20Σ	2	2	4	2	0,42	1,02
61	K21Σ	3	2	1	1	0,42	1,098
62	M21Σ	3	2	1	3	0,42	0,906
63	E21Σ	3	2	1	2	0,51	0,792
64	M22Σ	3	2	4	3	0,51	1,122
65	E22Σ	3	2	4	2	0,41	0,186
66	K22Σ	3	2	4	1	0,39	0,876

67	M23Σ	3	2	3	3	0,4	1,524
68	K23Σ	3	2	3	1	0,48	1,356
69	E23Σ	3	2	3	2	0,44	1,536
70	K24Σ	3	2	2	1	0,41	0,312
71	M24Σ	3	2	2	3	0,5	1,38
72	E24Σ	3	2	2	2	0,43	1,038

Πίνακας 6.2 Ποσοστά(N%) στον καρπό και στο υπόλειμμα στις 2 πειραματικές περιοχές.

	Φάρσαλα	Τρίκαλα
Καρπός	1,88	2,40
Φύλλα+Στέλεχος	0,77	0,79
Επίπεδα λίπανσης		
N-0	1,42	1,47
N-5	1,42	1,63
N-10	1,08	1,64
N-15	1,37	1,64
LSD	ns	ns
Μεταχειρίσεις ψυχανθούς		
Κοπή	1,56	1,44
Ενσωμάτωση	1,00	1,65
Μάρτυρας	1,41	1,68
LSD	ns	ns

Όπου ns = non significant, δηλαδή δεν έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 6.3 Μέσος όρος της περιεκτικότητας N στον καρπό και στο υπόλειμμα των φυτών στα Τρίκαλα.

	M		E		K	
	K	Y	K	Y	K	Y
Blocks						
1	2,235	0,937	2,052	1,092	2,552	1,092
2	2,745	0,768	2,793	0,73	5,525	0,672
3	2,500	1,233	4,326	2,76	0,336	0,922
M.O.	2,493	0,979	3,057	1,527	2,804	0,797

Πίνακας 6.4 Μέσος όρος της περιεκτικότητας Ν στον καρπό και στο υπόλειμμα των φυτών στα Φάρσαλα.

	Μ		Ε		Κ	
	Κ	Υ	Κ	Υ	Κ	Υ
Blocks						
1	2,130	0,543	0,967	0,841	2,610	0,802
2	3,105	0,596	4,005	0,804	3,930	0,439
3	2,500	0,928	2,412	0,888	0,469	0,862
M.O.	2,578	0,689	2,461	0,844	2,336	0,701

Πίνακας 6.5 Παράθεση στοιχείων όσον αφορά τους καρπούς του ηλίανθου από τα Φάρσαλα.

A/A	ΚΕΦΑΛΙ	ΣΠΟΡΟΣ	ΣΩΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ
M15	90,8	28,0	55,6	880
M16	38,0	25,2	10,5	625
M17	91,1	62,1	22,3	950
M18	108,1	85,3	19,7	1220
M19	73,4	53,2	17,8	1070
M20	31,3	19,5	10,5	665
M22	69,4	49,4	17,0	930
E13	78,7	36,1	41,3	1105
E15	51,7	27,1	22,3	775
E17	51,8	35,8	15,4	845
E18	43,8	27,5	12,1	625
E19	53,4	34,2	17,2	875
E20	45,1	30,1	13,6	720
E21	56,0	36,7	14,3	775
K13	61,8	39,3	17,3	710
K16	35,9	24,1	9,9	735
K17	159,7	109,7	42,3	1640
K18	72,0	49,7	18,4	840
K19	94,4	73,4	17,2	1205
K21	113,0	74,9	32,5	1430
K23	210,6	134,6	65,7	1945

Πίνακας 6.6 Παράθεση στοιχείων όσον αφορά τους καρπούς του ηλίανθου από τα Τρίκαλα.

A/A	ΚΕΦΑΛΙ	ΣΠΟΡΟΣ	ΣΩΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ
M15	187,2	125,3	58,4	2150
M16	158,5	102,4	49,7	1845
M17	179,5	114,2	60,7	1985
M19	215,7	131,2	78,2	2290
M20	180,2	124,2	41,3	1970
M22	138,1	96,3	35,9	1785
M24	191,1	135,2	50,1	2360
E14	209,5	131,2	71,5	2120
E15	185,4	122,5	68,1	1975
E16	178,6	109,3	59,5	1820
E17	208,4	128,3	68,4	2075
E18	158,4	101,3	47,8	1790
E20	201,4	125,3	70,3	2050
E21	147,9	93,2	42,1	1685
E24	139,2	98,2	38,5	1670
K13	199,5	122,1	66,4	1855
K14	145,8	90,2	40,5	1610
K15	170,4	112,5	49,2	1865
K17	199,4	123,7	68,5	1925
K18	158,3	99,7	47,2	1785
K19	188,2	115,4	61,7	1670
K23	126,7	78,8	42,3	1725

6.2 Συμπεράσματα

1. Την πρώτη χρονιά μετά την αμειψισπορά φάνηκε μικρή υπεροχή όσον αφορά στις αποδόσεις στην παραγωγή του ηλίανθου μετά την ενσωμάτωση του ψυχανθούς.
2. Παρατηρήθηκε επίσης ότι η παραγωγή του ηλίανθου ήταν ελαφρώς καλύτερη στην περιοχή των Τρικάλων σε σχέση με την παραγωγή στην περιοχή των Φαρσάλων.
3. Όσον αφορά την προσρόφηση του αζώτου στο φυτό του ηλίανθου, η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (non-significant). Στην περιοχή των Τρικάλων στη μεταχείριση της ενσωμάτωσης παρατηρήθηκε ελαφρά υπεροχή στο uptake του N, τόσο στο καρπό όσο και στο υπόλειμμα.
4. Τελικά, ο πρώτος χρόνος αμειψισποράς μπιζελιού-ηλίανθου πρακτικά δεν έδωσε διαφοροποιήσεις στις 3 μεταχειρίσεις, χωρίς όμως να μη λαμβάνεται υπόψη η θετική επίδραση του ψυχανθούς και η εκμετάλλευση από την επόμενη καλλιέργεια του ηλίανθου της δράσης της αζωτοδέσμευσης τους. Σημειωτέον, ότι αποτελεί σύστημα αμειψισποράς μειωμένων εισροών που συνδέεται άμεσα και ενεργά με το περιβάλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικά βιβλία:

1. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ., (2002). Βιομηχανικά φυτά. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα

2. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ., (1999). Γενική Γεωργία. Πανεπιστημιακές εκδόσεις, Βόλος

3. Δαλιάνης Δ.Κ., (1993). Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα

4. Μήτσιος Ι.Κ., (2004). Γονιμότητα Εδαφών. Εκδόσεις Lytel

5. Ολυμπίου Χ.Μ., (1996). Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Λαχανοκομίας. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας. Βόλος

6. Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., (2005). Ψυχανθή (Καρποδοτικά-Χορτοδοτικά). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία,

7. Σφήκας Α., (1995). Ειδική Γεωργία Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά), Θεσσαλονίκη

8. Φασούλας Α.Κ., (1991-1992). Στοιχεία Πειραματικής Στατιστικής, Θεσσαλονίκη

9. Χα Ι.Α., (2007). Στοιχεία Γενικής και Ειδικής καλλιέργειας κηπευτικών, Βόλος

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις (Διαδίκτυο)

1. www.ruhr-uni-bochum.de/boga/html/Pisum.sativum.ho3.jpg
2. www.ppd.l.purdue.edu/PPDL/images/pisum-sativum.jpg
3. <http://greekinfos.blogspot.com/2008/02/blog-post.html>
4. www.interegionet.org/publications/pdf/sustain_develop/2000_10_tsakalidi_8.pdf
5. <http://www.tzampazi.gr/textshow.php?id=371>
6. http://www.syngenta.gr/company/aiforos_georgia.asp
7. http://www.gardensandplants.com/gr/plant.aspx?plant_id=1501
8. <http://www.live-pedia.gr>
9. www.minagric.gr/greek/EPAA/ODHGOS_POIK/Mορφ.%20χαρ.%20ψυχανθών.doc
10. <http://lsg.ucy.ac.cy/courses/epa175/epa175ecology.doc>
11. www.1169.syzefxis.gov.gr/syn/2/acoumianakis.doc
12. <http://www.aegeaskek.gr/eco-agro/pdf/enotita5.pdf>
13. www.archipelago.gr/images/File/praktikesBiologikisKalliergias.doc

14. <http://artemis.teikoz.gr/Dienst/UI/1.0/Download/artemis.teikoz.florina/PT2004-0027>)

15. <http://www.anthorama.gr/lachanokipos/arakas.htm>

16. <http://www.kespy.gr/docs/mpizeli.pdf>

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

18. <http://el.wiktionary.org/wiki/ηλιανθος>

19. <http://www.epirus-biosis.gr/content/view/19/38/lang,el>

20. <http://www.nk.com/gr>

21. <http://www.thewildclassroom.com/biodiversity/problemplants/species/Sunflower.htm>

22. <http://alex.eled.duth.gr/eled/ekdoseis/rodevros/rodopi/plants/text/2.htm>

23. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/sunflower/other_sun.htm

24. <http://www.vegetables.pe.kr/vegetablesgallery/crop/images/sunflower%20seed.jpg>

25. <http://classes.hortla.wsu.edu/hort231/List01/Sunflower.html>

26.http://www.cjcid.gr/wallpapers/images/flora/sunflower02_thumb.jpg

27.http://www.gardensandplants.com/gr/plant.aspx?plant_id=1502

Παράρτημα

Παρατίθεται αναλυτικά όλη η στατιστική ανάλυση:

Data file: UPTAKES

Title: uptake sunflower

Function: FACTOR

Experiment Model Number 13:

Randomized Complete Block Design for Factor A, with Factor B as

a Split Plot on A and Factor C as a Split Plot on B

Data case no. 1 to 72.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (Var 2: repl) with values from 1 to 3

Factor A (Var 3: k/y) with values from 1 to 2

Factor B (Var 4: N level) with values from 1 to 4

Factor C (Var 5: treatment) with values from 1 to 3

Variable 6: N kyp

Grand Mean = 1.321 Grand Sum = 95.080 Total Count = 72

TABLE OF MEANS

2	3	4	5	6	Total
1	*	*	*	1.464	35.130
2	*	*	*	1.540	36.950
3	*	*	*	0.958	23.000
*	1	*	*	1.876	67.540
*	2	*	*	0.765	27.540
*	*	1	*	1.416	25.490
*	*	2	*	1.422	25.590
*	*	3	*	1.079	19.430
*	*	4	*	1.365	24.570
*	1	1	*	1.900	17.100
*	1	2	*	2.094	18.850
*	1	3	*	1.552	13.970
*	1	4	*	1.958	17.620
*	2	1	*	0.932	8.390
*	2	2	*	0.749	6.740
*	2	3	*	0.607	5.460
*	2	4	*	0.772	6.950
*	*	*	1	1.560	37.430
*	*	*	2	0.996	23.910
*	*	*	3	1.406	33.740
*	1	*	1	2.256	27.070
*	1	*	2	1.293	15.520
*	1	*	3	2.079	24.950

* 2 * 1	0.863	10.360
* 2 * 2	0.699	8.390
* 2 * 3	0.733	8.790

* * 1 1	2.153	12.920
* * 1 2	0.890	5.340
* * 1 3	1.205	7.230
* * 2 1	1.700	10.200
* * 2 2	1.132	6.790
* * 2 3	1.433	8.600
* * 3 1	1.120	6.720
* * 3 2	0.933	5.600
* * 3 3	1.185	7.110
* * 4 1	1.265	7.590
* * 4 2	1.030	6.180
* * 4 3	1.800	10.800

* 1 1 1	3.030	9.090
* 1 1 2	1.060	3.180
* 1 1 3	1.610	4.830
* 1 2 1	2.833	8.500
* 1 2 2	1.450	4.350
* 1 2 3	2.000	6.000
* 1 3 1	1.670	5.010
* 1 3 2	1.220	3.660
* 1 3 3	1.767	5.300
* 1 4 1	1.490	4.470
* 1 4 2	1.443	4.330
* 1 4 3	2.940	8.820
* 2 1 1	1.277	3.830
* 2 1 2	0.720	2.160
* 2 1 3	0.800	2.400

*	2	2	1	0.567	1.700
*	2	2	2	0.813	2.440
*	2	2	3	0.867	2.600
*	2	3	1	0.570	1.710
*	2	3	2	0.647	1.940
*	2	3	3	0.603	1.810
*	2	4	1	1.040	3.120
*	2	4	2	0.617	1.850
*	2	4	3	0.660	1.980

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K	Degrees of	Sum of	Mean	F		
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value	Prob
1	Replication	2	4.792	2.396	6.7700	0.1287
2	Factor A	1	22.222	22.222	62.7847	0.0156
-3	Error	2	0.708	0.354		
4	Factor B	3	1.430	0.477	1.3548	0.3033
6	AB	3	0.488	0.163	0.4623	
-7	Error	12	4.223	0.352		
8	Factor C	2	4.070	2.035	3.8798	0.0310
10	AC					
	2	2.411	1.206	2.2987	0.1167	
12	BC	6	4.163	0.694	1.3228	0.2757
14	ABC	6	4.353	0.725	1.3832	0.2514
-15	Error	32	16.784	0.525		

-			
	Total	71	65.645

-

Coefficient of Variation: 54.84%

s_ for means group 1: 0.1214 Number of Observations:
24
y

s_ for means group 2: 0.0992 Number of Observations:
36
y

s_ for means group 4: 0.1398 Number of Observations:
18
y

s_ for means group 6: 0.1977 Number of Observations: 9
y

s_ for means group 8: 0.1478 Number of Observations:
24
y

d
s_ for means group 10: 0.2091 Number of Observations:
12
y

s_ for means group 12: 0.2957 Number of Observations:
 6
 y

s_ for means group 14: 0.4181 Number of Observations:
 3
 y

Variable 7: N trik

Grand Mean = 1.593 Grand Sum = 114.728 Total Count = 72

TABLE OF MEANS

	2	3	4	5	7	Total
1	*	*	*		1.316	31.578
2	*	*	*		2.062	49.496
3	*	*	*		1.402	33.654
* 1	*	*	*		2.403	86.498
* 2	*	*	*		0.784	28.230
* *	1	*	*		1.464	26.360
* *	2	*	*		1.630	29.336
* *	3	*	*		1.644	29.600
* *	4	*	*		1.635	29.432
* 1 1	*	*	*		2.142	19.278

* 1 2 *	2.565	23.084
* 1 3 *	2.217	19.956
* 1 4 *	2.687	24.180
* 2 1 *	0.787	7.082
* 2 2 *	0.695	6.252
* 2 3 *	1.072	9.644
* 2 4 *	0.584	5.252

* * * 1	1.443	34.626
* * * 2	1.653	39.672
* * * 3	1.685	40.430

* 1 * 1	2.168	26.018
* 1 * 2	2.462	29.538
* 1 * 3	2.578	30.942
* 2 * 1	0.717	8.608
* 2 * 2	0.845	10.134
* 2 * 3	0.791	9.488

* * 1 1	1.476	8.858
* * 1 2	1.128	6.768
* * 1 3	1.789	10.734
* * 2 1	1.262	7.574
* * 2 2	1.833	10.998
* * 2 3	1.794	10.764
* * 3 1	1.391	8.346
* * 3 2	1.715	10.290
* * 3 3	1.827	10.964
* * 4 1	1.641	9.848
* * 4 2	1.936	11.616
* * 4 3	1.328	7.968

*	1	1	1	2.182	6.546
*	1	1	2	1.420	4.260
*	1	1	3	2.824	8.472
*	1	2	1	1.971	5.912
*	1	2	2	2.874	8.622
*	1	2	3	2.850	8.550
*	1	3	1	1.776	5.328
*	1	3	2	2.126	6.378
*	1	3	3	2.750	8.250
*	1	4	1	2.744	8.232
*	1	4	2	3.426	10.278
*	1	4	3	1.890	5.670
*	2	1	1	0.771	2.312
*	2	1	2	0.836	2.508
*	2	1	3	0.754	2.262
*	2	2	1	0.554	1.662
*	2	2	2	0.792	2.376
*	2	2	3	0.738	2.214
*	2	3	1	1.006	3.018
*	2	3	2	1.304	3.912
*	2	3	3	0.905	2.714
*	2	4	1	0.539	1.616
*	2	4	2	0.446	1.338
*	2	4	3	0.766	2.298

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value
					Prob

1	Replication	2	8.005	4.002	0.5265
2	Factor A	1	47.155	47.155	6.2028 0.1304
-3	Error	2	15.204	7.602	
4	Factor B	3	0.401	0.134	0.0465
6	AB	3	2.660	0.887	0.3084
-7	Error	12	34.498	2.875	
8	Factor C	2	0.829	0.415	0.2791
10	AC	2	0.341	0.170	0.1146
12	BC	6	3.428	0.571	0.3844
14	ABC	6	5.496	0.916	0.6164
-15	Error	32	47.552	1.486	

	Total	71	165.569		

Coefficient of Variation: 76.50%

s_y for means group 1: 0.5628 Number of Observations:

24

y

s_ for means group 2:	0.4595	Number of Observations:
36		
y		
s_ for means group 4:	0.3996	Number of Observations:
18		
y		
s_ for means group 6:	0.5652	Number of Observations: 9
y		
s_ for means group 8:	0.2488	Number of Observations:
24		
y		
s_ for means group 10:	0.3519	Number of Observations:
12		
y		
s_ for means group 12:	0.4977	Number of Observations:
6		
y		
s_ for means group 14:	0.7038	Number of Observations:
3		
y		

Variable 8: dry kyp

Grand Mean = 6.042 Grand Sum = 435.000 Total Count = 72

TABLE OF MEANS

2	3	4	5	8	Total
1	*	*	*	5.630	135.110
2	*	*	*	5.520	132.470
3	*	*	*	6.976	167.420
*	1	*	*	5.513	198.450
*	2	*	*	6.571	236.550
*	*	1	*	5.638	101.480
*	*	2	*	6.057	109.030
*	*	3	*	5.867	105.610
*	*	4	*	6.604	118.880
*	1	1	*	5.481	49.330
*	1	2	*	5.859	52.730
*	1	3	*	5.089	45.800
*	1	4	*	5.621	50.590
*	2	1	*	5.794	52.150
*	2	2	*	6.256	56.300
*	2	3	*	6.646	59.810
*	2	4	*	7.588	68.290

*	*	*	1	6.152	147.650
*	*	*	2	6.492	155.820
*	*	*	3	5.480	131.530

*	1	*	1	5.675	68.100
*	1	*	2	5.610	67.320
*	1	*	3	5.253	63.030
*	2	*	1	6.629	79.550
*	2	*	2	7.375	88.500
*	2	*	3	5.708	68.500

*	*	1	1	6.880	41.280
*	*	1	2	6.135	36.810
*	*	1	3	3.898	23.390
*	*	2	1	7.053	42.320
*	*	2	2	5.110	30.660
*	*	2	3	6.008	36.050
*	*	3	1	5.503	33.020
*	*	3	2	5.300	31.800
*	*	3	3	6.798	40.790
*	*	4	1	5.172	31.030
*	*	4	2	9.425	56.550
*	*	4	3	5.217	31.300

*	1	1	1	6.240	18.720
*	1	1	2	6.083	18.250
*	1	1	3	4.120	12.360
*	1	2	1	7.263	21.790
*	1	2	2	4.583	13.750
*	1	2	3	5.730	17.190
*	1	3	1	4.470	13.410
*	1	3	2	4.953	14.860

*	1	3	3	5.843	17.530
*	1	4	1	4.727	14.180
*	1	4	2	6.820	20.460
*	1	4	3	5.317	15.950
*	2	1	1	7.520	22.560
*	2	1	2	6.187	18.560
*	2	1	3	3.677	11.030
*	2	2	1	6.843	20.530
*	2	2	2	5.637	16.910
*	2	2	3	6.287	18.860
*	2	3	1	6.537	19.610
*	2	3	2	5.647	16.940
*	2	3	3	7.753	23.260
*	2	4	1	5.617	16.850
*	2	4	2	12.030	36.090
*	2	4	3	5.117	15.350

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value
Prob					

-					
1	Replication	2	31.561	15.781	8.7024 0.1031
2	Factor A	1	20.161	20.161	11.1182 0.0794
-3	Error	2	3.627	1.813	
4	Factor B	3	9.189	3.063	0.9331
6	AB	3	9.298	3.099	0.9441
-7	Error	12	39.394	3.283	

8	Factor C	2	12.731	6.365	1.3411	0.2759
10	AC	2	5.239	2.620	0.5519	
12	BC	6	107.049	17.842	3.7590	0.0061
14	ABC	6	25.028	4.171	0.8788	
-15	Error	32	151.882	4.746		

-						
	Total	71	415.159			

Coefficient of Variation: 36.06%

s_ for means group 1: 0.2749 Number of Observations:
 24
 y

s_ for means group 2: 0.2244 Number of Observations:
 36
 y

s_ for means group 4: 0.4271 Number of Observations:
 18
 y

s_ for means group 6: 0.6040 Number of Observations: 9
 y

s_ for means group 8: 0.4447 Number of Observations:
 24
 y

s_ for means group 10: 0.6289 Number of Observations:

12

y

s_ for means group 12: 0.8894 Number of Observations:

6

y

s_ for means group 14: 1.2578 Number of Observations:

3

y

Variable 9: dry trik

Grand Mean = 13.343 Grand Sum = 960.700 Total Count =

72

TABLE OF MEANS

2	3	4	5	9	Total
1	*	*	*	14.661	351.860
2	*	*	*	12.427	298.250
3	*	*	*	12.941	310.590
* 1	*	*	*	13.373	481.430

* 2 * *	13.313	479.270

* * 1 *	14.589	262.600
* * 2 *	13.692	246.450
* * 3 *	12.207	219.720
* * 4 *	12.885	231.930

* 1 1 *	15.211	136.900
* 1 2 *	15.156	136.400
* 1 3 *	11.541	103.870
* 1 4 *	11.584	104.260
* 2 1 *	13.967	125.700
* 2 2 *	12.228	110.050
* 2 3 *	12.872	115.850
* 2 4 *	14.186	127.670

* * * 1	13.136	315.260
* * * 2	15.921	382.100
* * * 3	10.973	263.340

* 1 * 1	12.556	150.670
* 1 * 2	15.812	189.740
* 1 * 3	11.752	141.020
* 2 * 1	13.716	164.590
* 2 * 2	16.030	192.360
* 2 * 3	10.193	122.320

* * 1 1	15.512	93.070
* * 1 2	14.538	87.230
* * 1 3	13.717	82.300
* * 2 1	12.357	74.140
* * 2 2	18.567	111.400

* *	2 3	10.152	60.910
* *	3 1	12.483	74.900
* *	3 2	13.915	83.490
* *	3 3	10.222	61.330
* *	4 1	12.192	73.150
* *	4 2	16.663	99.980
* *	4 3	9.800	58.800

* 1	1 1	16.880	50.640
* 1	1 2	12.737	38.210
* 1	1 3	16.017	48.050
* 1	2 1	13.707	41.120
* 1	2 2	21.233	63.700
* 1	2 3	10.527	31.580
* 1	3 1	12.427	37.280
* 1	3 2	12.267	36.800
* 1	3 3	9.930	29.790
* 1	4 1	7.210	21.630
* 1	4 2	17.010	51.030
* 1	4 3	10.533	31.600
* 2	1 1	14.143	42.430
* 2	1 2	16.340	49.020
* 2	1 3	11.417	34.250
* 2	2 1	11.007	33.020
* 2	2 2	15.900	47.700
* 2	2 3	9.777	29.330
* 2	3 1	12.540	37.620
* 2	3 2	15.563	46.690
* 2	3 3	10.513	31.540
* 2	4 1	17.173	51.520
* 2	4 2	16.317	48.950
* 2	4 3	9.067	27.200

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K	Degrees of	Sum of	Mean	F		
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value	Prob
1	Replication	2	65.688	32.844	1.0293	0.4928
2	Factor A	1	0.065	0.065	0.0020	
-3	Error	2	63.815	31.908		
4	Factor B	3	57.147	19.049	0.4942	
6	AB	3	83.897	27.966	0.7255	
-7	Error	12	462.587	38.549		
8	Factor C	2	295.378	147.689	5.9065	0.0066
10	AC	2	22.865	11.433	0.4572	
12	BC	6	130.041	21.674	0.8668	
14	ABC	6	179.750	29.958	1.1981	0.3325
-15	Error	32	800.138	25.004		

	Total	71	2161.371			

Coefficient of Variation: 37.48%

s_ for means group 1: 1.1530 Number of Observations:
24

y

s_ for means group 2: 0.9414 Number of Observations:
36

y

s_ for means group 4:	1.4634	Number of Observations:
18		
y		
s_ for means group 6:	2.0696	Number of Observations: 9
y		
s_ for means group 8:	1.0207	Number of Observations:
24		
y		
s_ for means group 10:	1.4435	Number of Observations:
12		
y		
s_ for means group 12:	2.0414	Number of Observations:
6		
y		
s_ for means group 14:	2.8870	Number of Observations:
3		
y		

Variable 10: uptake kyp

Grand Mean = 0.077 Grand Sum = 5.524 Total Count = 72

TABLE OF MEANS

2	3	4	5	10	Total
1	*	*	*	0.078	1.873
2	*	*	*	0.085	2.040
3	*	*	*	0.067	1.611
*	1	*	*	0.104	3.749
*	2	*	*	0.049	1.775
*	*	1	*	0.078	1.403
*	*	2	*	0.089	1.603
*	*	3	*	0.058	1.049
*	*	4	*	0.082	1.469
*	1	1	*	0.102	0.918
*	1	2	*	0.128	1.156
*	1	3	*	0.079	0.714
*	1	4	*	0.107	0.961
*	2	1	*	0.054	0.485
*	2	2	*	0.050	0.447
*	2	3	*	0.037	0.335
*	2	4	*	0.056	0.508
*	*	*	1	0.092	2.218
*	*	*	2	0.063	1.510
*	*	*	3	0.075	1.796
*	1	*	1	0.133	1.592
*	1	*	2	0.075	0.897
*	1	*	3	0.105	1.260

*	2	*	1	0.052	0.626
*	2	*	2	0.051	0.613
*	2	*	3	0.045	0.536

*	*	1	1	0.124	0.747
*	*	1	2	0.057	0.341
*	*	1	3	0.052	0.315
*	*	2	1	0.120	0.718
*	*	2	2	0.061	0.365
*	*	2	3	0.087	0.520
*	*	3	1	0.056	0.338
*	*	3	2	0.046	0.274
*	*	3	3	0.073	0.437
*	*	4	1	0.069	0.415
*	*	4	2	0.088	0.530
*	*	4	3	0.087	0.524

*	1	1	1	0.172	0.516
*	1	1	2	0.068	0.204
*	1	1	3	0.066	0.198
*	1	2	1	0.202	0.606
*	1	2	2	0.069	0.207
*	1	2	3	0.114	0.343
*	1	3	1	0.076	0.229
*	1	3	2	0.062	0.187
*	1	3	3	0.099	0.298
*	1	4	1	0.080	0.241
*	1	4	2	0.100	0.299
*	1	4	3	0.140	0.421
*	2	1	1	0.077	0.231
*	2	1	2	0.046	0.137
*	2	1	3	0.039	0.117

*	2	2	1	0.037	0.112
*	2	2	2	0.053	0.158
*	2	2	3	0.059	0.177
*	2	3	1	0.036	0.109
*	2	3	2	0.029	0.087
*	2	3	3	0.046	0.139
*	2	4	1	0.058	0.174
*	2	4	2	0.077	0.231
*	2	4	3	0.034	0.103

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value
Prob					

-					
1	Replication	2	0.004	0.002	0.4946
2	Factor A	1	0.054	0.054	13.7392 0.0657
-3	Error	2	0.008	0.004	
4	Factor B	3	0.009	0.003	2.5082 0.1084
6	AB	3	0.004	0.001	0.9697
-7	Error	12	0.015	0.001	
8	Factor C	2	0.011	0.005	2.4486 0.1024
10	AC	2	0.010	0.005	2.3076 0.1158
12	BC	6	0.023	0.004	1.7814 0.1345
14	ABC	6	0.020	0.003	1.5451 0.1955
-15	Error	32	0.069	0.002	

-			
	Total	71	0.226

-

Coefficient of Variation: 60.56%

s_ for means group 1: 0.0128 Number of Observations:
 24
 y

s_ for means group 2: 0.0105 Number of Observations:
 36
 y

s_ for means group 4: 0.0083 Number of Observations:
 18
 y

s_ for means group 6: 0.0117 Number of Observations: 9
 y

s_ for means group 8: 0.0095 Number of Observations:
 24
 y

s_ for means group 10: 0.0134 Number of Observations:
 12
 y

s_ for means group 12: 0.0190 Number of Observations:
 6
 y

s_ for means group 14: 0.0268 Number of Observations:
 3
 y

Variable 11: uptake trik

Grand Mean = 0.231 Grand Sum = 16.647 Total Count = 72

TABLE OF MEANS

	2	3	4	5	11	Total
1	*	*	*		0.199	4.780
2	*	*	*		0.292	7.020
3	*	*	*		0.202	4.847
* 1	*	*	*		0.356	12.827
* 2	*	*	*		0.106	3.820
* * 1	*	*	*		0.237	4.273
* * 2	*	*	*		0.262	4.712
* * 3	*	*	*		0.222	3.997
* * 4	*	*	*		0.204	3.665
* 1 1	*	*	*		0.368	3.311

* 1 2 *	0.441	3.968
* 1 3 *	0.287	2.580
* 1 4 *	0.330	2.968
* 2 1 *	0.107	0.962
* 2 2 *	0.083	0.744
* 2 3 *	0.157	1.417
* 2 4 *	0.077	0.697

* * * 1	0.182	4.373
* * * 2	0.315	7.569
* * * 3	0.196	4.705

* 1 * 1	0.274	3.288
* 1 * 2	0.482	5.786
* 1 * 3	0.313	3.753
* 2 * 1	0.090	1.085
* 2 * 2	0.149	1.783
* 2 * 3	0.079	0.952

* * 1 1	0.243	1.458
* * 1 2	0.172	1.030
* * 1 3	0.297	1.785
* * 2 1	0.153	0.917
* * 2 2	0.438	2.627
* * 2 3	0.195	1.168
* * 3 1	0.203	1.220
* * 3 2	0.290	1.740
* * 3 3	0.173	1.037
* * 4 1	0.130	0.778
* * 4 2	0.362	2.172
* * 4 3	0.119	0.715

*	1	1	1	0.384	1.153
*	1	1	2	0.207	0.621
*	1	1	3	0.512	1.537
*	1	2	1	0.252	0.757
*	1	2	2	0.743	2.229
*	1	2	3	0.327	0.982
*	1	3	1	0.283	0.849
*	1	3	2	0.334	1.001
*	1	3	3	0.243	0.730
*	1	4	1	0.176	0.529
*	1	4	2	0.645	1.935
*	1	4	3	0.168	0.504
*	2	1	1	0.102	0.305
*	2	1	2	0.136	0.409
*	2	1	3	0.083	0.248
*	2	2	1	0.053	0.160
*	2	2	2	0.133	0.398
*	2	2	3	0.062	0.186
*	2	3	1	0.124	0.371
*	2	3	2	0.246	0.739
*	2	3	3	0.102	0.307
*	2	4	1	0.083	0.249
*	2	4	2	0.079	0.237
*	2	4	3	0.070	0.211

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value
Prob					
1	Replication	2	0.135	0.068	0.3969
2	Factor A	1	1.127	1.127	6.6084 0.1238
-3	Error	2	0.341	0.171	
4	Factor B	3	0.033	0.011	0.0939
6	AB	3	0.119	0.040	0.3411
-7	Error	12	1.394	0.116	
8	Factor C	2	0.257	0.129	1.8293 0.1769
10	AC	2	0.070	0.035	0.4979
12	BC	6	0.345	0.058	0.8179
14	ABC	6	0.400	0.067	0.9469
-15	Error	32	2.251	0.070	
	Total	71	6.472		

Coefficient of Variation: 114.70%

s_y for means group 1: 0.0843 Number of Observations:

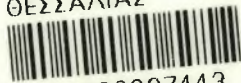
24

y

36	s_ for means group 2:	0.0688	Number of Observations:
	y		
18	s_ for means group 4:	0.0803	Number of Observations:
	y		
	s_ for means group 6:	0.1136	Number of Observations: 9
	y		
24	s_ for means group 8:	0.0541	Number of Observations:
	y		
12	s_ for means group 10:	0.0766	Number of Observations:
	y		
6	s_ for means group 12:	0.1083	Number of Observations:
	y		
3	s_ for means group 14:	0.1531	Number of Observations:
	y		



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097443