

**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής**

**και Αγροτικού Περιβάλλοντος**

**Εργαστήριο Γεωργίας και  
Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών**



**Πτυχιακή Διατριβή**



**Εκτίμηση της αποδοτικότητας, της συγκαλλιέργειας  
κριθариού με μπιζέλι υπό την επίδραση διαφορετικών  
πληθυσμών.**

---

**Φοιτήτρια: Μαγκλάρα Λελούδα**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Δαναλάτος Ν.**

**ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016**



**Εκτίμηση της αποδοτικότητας, της συγκαλλιέργειας  
κριθαριού με μπιζέλι υπό την επίδραση διαφορετικών  
πληθυσμών.**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

**Καθηγητής Δαναλάτος Νικόλαος (Επιβλέπων)**

**Καθηγήτρια Δημήρκου Ανθούλα**

**Επίκουρος Καθηγητής Πετρόπουλος Σπυρίδων**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της μελέτης αυτής θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο όχι μόνο για τη δυνατότητα υλοποίησης αυτής της έρευνας αλλά και για τη συνεχή καθοδήγησή του και κυρίως για τις πολύτιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια κ. Δημήρκου Ανθούλα και τον Επίκουρο καθηγητή κ. Πετρόπουλο Σπυρίδων για το συνεχές ενδιαφέρον τους καθ' όλη την διάρκεια της διεξαγωγής αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να συμπεριλάβω σε αυτές τις ευχαριστίες την Διδάκτορα κ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη ΕΔΠ, για την αμέριστη συμπαράσταση της σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, για την πολύ χρήσιμη καθοδήγησή που μου πρόσφερε, τις συμβουλές της αλλά και κυρίως για την υπομονή και επιμονή που επέδειξε απέναντί μου, ώστε αυτή η ερευνητική εργασία να ολοκληρωθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Σε όλη τη διάρκεια της ερευνητικής αυτής μελέτης είχα την άμεση βοήθεια του Υποψήφιου Διδάκτορα κ. Γκινκιούδη Ιππόλυτου.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και κυρίως τον σύζυγό μου για την βοήθεια που μου παρείχε κατά την πειραματική διαδικασία αλλά και για την υπομονή του καθ' όλη την εκτέλεση και συγγραφή αυτής της πτυχιακής διατριβής.

## Περιεχόμενα

Περίληψη	3
1. Εισαγωγή	4
1.1 Διατροφικές Συνήθειες	4
1.2 Τα Ζωικά Προϊόντα στη Διατροφή μας	5
1.3 Οι Ζωοτροφές	6
2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	7
2.1 Συγκαλλιέργεια	7
2.2 Σιτηρά	8
2.2.1 Βοτανική Περιγραφή	9
2.2.2 Αύξηση και Ανάπτυξη	9
2.2.3 Σπυδαιότητα	10
2.2.4 Στατιστικά Στοιχεία	11
2.3 Κριθάρι	12
2.3.1 Ιστορικά	12
2.3.2 Οικολογικές Απαιτήσεις	13
2.3.2.1 Κλίμα	13
2.3.2.2 Έδαφος	14
2.3.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες	14
2.3.3.1 Προετοιμασία Εδάφους	14
2.3.3.2 Λίπανση	14
2.3.3.3 Σπορά	15
2.3.3.4 Άρδευση	15
2.3.3.5 Ζιζάνια	15
2.3.3.6 Συγκομιδή	15
2.3.3.7 Συντήρηση	16
2.3.4 Τεχνολογία και Προϊόντα	16
2.4 Ψυχανθή	17
2.4.1 Βοτανική Περιγραφή	18
2.4.2 Αύξηση και Ανάπτυξη	18
2.4.3 Σπυδαιότητα	19
2.4.4 Στατιστικά Στοιχεία	20
2.4.5 Αζωτοδέσμευση	20
2.5 Μπιζέλι	21

2.5.1	Ιστορικά	21
2.5.2	Οικολογικές Απαιτήσεις	22
2.5.3.1	Κλίμα	22
2.5.3.2	Έδαφος	23
2.5.3	Καλλιεργητικές φροντίδες	23
2.5.3.2	Προετοιμασία Εδάφους	23
2.5.3.2	Λίπανση	23
2.5.3.3	Σπορά	24
2.5.3.4	Άρδευση	24
2.5.3.5	Ζιζάνια	24
2.5.3.6	Συγκομιδή	24
2.5.4	Τεχνολογία και Προϊόντα	25
2.5.5	Σκοπός	26
3.	Υλικά και Μέθοδοι	27
3.1	Στοιχεία του Πειράματος	27
3.2	Καλλιεργητικές Εργασίες	28
3.3	Συλλογή Πειραματικών Δεδομένων	29
3.4	Εργαστηριακές Μετρήσεις	30
3.5	Επεξεργασία Φύλλων	30
3.6	Μετεωρολογικά Δεδομένα	31
4.	Αποτελέσματα	33
4.1	Μετεωρολογικά Δεδομένα	33
4.2	Χαρακτηριστικά Κριθαριού	35
4.3	Χαρακτηριστικά Μπιζελιού	43
4.4	Καρποφόρα Όργανα	51
5.	Συζήτηση	53
6.	Συμπεράσματα	54
7.	Βιβλιογραφία	55
7.1	Ελληνική Βιβλιογραφία	55
7.2	Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	57
7.3	Διευθύνσεις Internet	58
8.	Παράρτημα 1	59
9.	Παράρτημα 2	77

## Περίληψη

Η συγκαλλιέργεια ή μικτή καλλιέργεια είναι μια παλιά γεωργική πρακτική με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των καλλιεργούμενων ειδών με τις λιγότερο δυνατές εισροές. Εφαρμόζεται στις αναπτυσσόμενες χώρες αλλά και στις μεσογειακές, ως συγκαλλιέργεια ψυχανθούς με σιτηρό, διότι πετυχαίνεται αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους, καλύτερη δυνατή διαχείριση αζώτου και καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των συγκαλλιεργούμενων ειδών. Η συγκαλλιέργεια επίσης, δίνει τη λύση για την οικονομικότερη παραγωγή του σιτηρεσίου των ζώων, διότι σε μικρότερη έκταση γης μπορούν να παραχθούν σιτηρά και ψυχανθή μαζί που είναι οι πρώτες ύλες του βασικού σιτηρεσίου των ζώων.

Σε πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών που εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο (39°23'N, 22° 45'E) καλλιέργειας κριθαριού με μπιζέλι τη χειμερινή καλλιεργητική περίοδο 2012-2013, σε έδαφος αργιλώδες με 40% άργιλο, 38% ιλύ και 22% άμμο, pH 8,2 και οργανική ουσία 1,7%, με σκοπό να εκτιμηθεί η απόδοση σε βιομάζα, της συγκαλλιέργειας υπό την επίδραση διαφορετικών πληθυσμών. Χρησιμοποιήθηκαν δυο πυκνότητες κριθαριού (80%, 60%) και δυο πυκνότητες μπιζελιού (20%, 40%) με τις εξής μεταχειρίσεις: 20% μπιζέλι - 80% κριθάρι και 40% μπιζέλι - 60% κριθάρι. Και άλλες δυο μεταχειρίσεις προέκυψαν ως μάρτυρες από τις αμιγείς καλλιέργειες για το κάθε είδος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη απόδοση της βιομάζας του κριθαριού στη συγκαλλιέργεια K80:M20 σε σχέση με την αμιγή καλλιέργεια του κριθαριού, λόγω ωφελειών της συγκαλλιέργειας από το αζωτοδεσμευτικό ψυχανθές. Η απόδοση της βιομάζας του μπιζελιού στη συγκαλλιέργεια ήταν σαφώς μειωμένη σε σχέση με την αμιγή καλλιέργεια λόγω ανταγωνισμού του κριθαριού και σκίασης του ψυχανθούς. Όμως η παρουσία του ψυχανθούς στη συγκαλλιέργεια αλλά και στο σιτηρέσιο των ζώων είναι καθοριστική από διατροφικής πλευράς.

Η παρούσα έρευνα παρουσιάστηκε στο 15<sup>ο</sup> Συνέδριο ΕΕΕΓΒΦ, «Εγχώριο Γενετικό Υλικό. Μοχλός ανάπτυξης σε ένα κλιματικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον», Λάρισα 15-17 Οκτωβρίου 2014.

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Διατροφικές Συνήθειες

Οι διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις του ανθρώπου για περισσότερα, ποιοτικότερα και οικονομικότερα τρόφιμα έδωσαν το έναυσμα για τη μελέτη της διατροφικής αξίας των τροφίμων του ανθρώπου. Ο κατάλληλος συνδυασμός των τροφών συντελεί στην καλή φυσική λειτουργία του οργανισμού μας, αφού εντός αυτού μεταφράζονται τα βασικότερα συστατικά των τροφίμων.

Βάσει της έρευνας του προγράμματος του ΕΠΙΚ η ημερήσια κατανάλωση τροφίμων στην Ελλάδα παρουσιάζεται ως εξής: Οι Έλληνες καταναλώνουν ημερησίως 1103,5g φυτικής προέλευσης από τα οποία τα 560,5g είναι λαχανικά, τα 8,5g είναι όσπρια, τα 364g είναι φρούτα και τα 170,5g είναι καρποί δημητριακών. Επίσης καταναλώνουν 367,5g ημερησίως προϊόντα ζωικής προέλευσης από τα οποία τα 114g είναι κρέας, τα 22,5g είναι ψάρι, τα 214g είναι γαλακτοκομικά προϊόντα και τα 17g προέρχονται από αυγά.

Η ίδια έρευνα αναφέρει ότι η ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη ανά άτομο κυμαίνεται σε 2253,5kcal τα οποία προέρχονται από 80g πρωτεΐνες, 217g υδατάνθρακες και 115g λιπίδια (Νάσκα κ.α., 2005). Αναλυτικότερα τα δομικά συστατικά κάθε ζώντος οργανισμού είναι:

- Οι πρωτεΐνες που είναι πολύπλοκες αζωτούχες ουσίες. Δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών είναι τα αμινοξέα που συνδέονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς και σχηματίζουν πολυπεπίδια. Οι πρωτεΐνες διακρίνονται σε απλές, σύνθετες και παράγωγα πρωτεϊνών. «Συμμετέχουν σχεδόν σε όλες τις λειτουργίες των οργανισμών, όπως είναι οι βιοχημικές αντιδράσεις, η διατήρηση της δομής των κυττάρων, η διακυτταρική επικοινωνία, η δράση του ανοσοποιητικού συστήματος, ο σχηματισμός των κυτταρικών ιστών και ο κυτταρικός κύκλος» (<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/trbio/files/KEF%201%20XHMEIA%201.pdf>). Άρα οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητα συστατικά της διατροφής μας (<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B5%CE%90%CE%BD%CE%B7>).
- Οι υδατάνθρακες αποτελούν μια ομάδα οργανικών ουσιών, που ως προς τη χημική τους σύνθεση είναι αλδεϋδικά και κετονικά παράγωγα πολυθενών αλκοολών. Οι υδατάνθρακες διακρίνονται σε μονοσακχαρίτες και σύνθετους (ολιγοσακχαρίτες, πολυσακχαρίτες)



<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CE%B1%CF%84%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CF%82>). Οι μονοσακχαρίτες

χρησιμοποιούνται απευθείας, ενώ οι σύνθετοι πέπτονται πρώτα προς άλλα σάκχαρα και μετά απορροφώνται. Το περισσότερο από το μισό οργανικό υλικό που βρίσκεται στον πλανήτη μας αποτελείται από υδατάνθρακες, η μεγαλύτερη ποσότητα εξ' αυτών απαντάται στο φυτικό βασίλειο, ενώ η ποσότητά τους στο ζωικό βασίλειο είναι περιορισμένη (Βαφοπούλου- Μαστρογιαννάκη, 2003). Ο σπουδαιότερος ρόλος τους στα τρόφιμα είναι η θρεπτική τους ενέργεια, η γλυκιά γεύση, η συγκράτηση του νερού, επηρεάζουν το ιξώδες και δρουν ως σταθεροποιητές (Γιαννούλη, 2003).

- Οι λιπαρές ουσίες χαρακτηρίζονται ως έλαια όταν είναι υγρές και λίπη όταν είναι στερεές (Γιαννούλη, 2003). Είναι μια πολύ σημαντική ομάδα οργανικών ουσιών με το μεγαλύτερο περιεχόμενο σε ενέργεια. Η ενέργεια που παράγουν τα λίπη είναι πολύ υψηλή, 9 cal/g, γι' αυτό χρησιμεύουν ως αποθέματα ενέργειας σε σπέρματα, φυτά και ζώα (Βαφοπούλου- Μαστρογιαννάκη, 2003).
- Οι βιταμίνες είναι ποσότητες οργανικών ουσιών. Διακρίνονται σε υδατοδιαλυτές (B1 θειαμίνη, B2 ριβοφλαβίνη, B6 πυροδοξίνη, Βιταμίνη C κ.α) και λιποδιαλυτές (βιταμίνες A, D, E, K). Από τις σπουδαιότερες ομάδες τροφίμων, που όμως τις περισσότερες φορές οι ίδιοι οι οργανισμοί δεν είναι σε θέση να τις συνθέσουν.

## 1.2 Τα Ζωικά Προϊόντα στη Διατροφή μας

Τα ζωικά προϊόντα στη διατροφή του ανθρώπου έχουν πολύ μεγάλη σημασία, λόγω της υψηλής βιολογικής αξίας. Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν έχει την ικανότητα να συνθέσει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για την δόμηση των πρωτεϊνών του σώματος. Τα αμινοξέα όμως που βρίσκονται στα ζωικά τρόφιμα είναι «παραπλήσιας σύνθεσης σε αμινοξέα με εκείνη των ιστών του ανθρώπινου σώματος (Κατσαούνης κ.α., 1989). Η έλλειψη έστω και ενός από τα αμινοξέα αυτά προκαλεί αρνητικό ισοζύγιο αζώτου ακόμη και όταν καταναλίσκονται ικανά ποσά ολικής πρωτεΐνης και ενέργειας (Ρογδάκης, 2006). Κατά τον υπολογισμό του Horan (1965), η ποσότητα των αφομοιώσιμων από τον άνθρωπο πρωτεϊνών, η οποία μπορεί να παραχθεί σε έκταση ενός εκταρίου καλλιεργήσιμης γης, φτάνει στα 50 kg αν αυτό χρησιμοποιείται με σκοπό την παραγωγή βοείου κρέατος, στα 86 kg αν χρησιμοποιείται για την παραγωγή αγελαδινού γάλακτος, στα 504 kg αν καλλιεργείται με σόγια. Η βιολογική αξία των πρωτεϊνών της σόγιας

είναι κατώτερη από εκείνη των πρωτεϊνών του κρέατος και του γάλακτος, η ποσότητά τους όμως, επιτρέπει την επιβίωση πολύ περισσότερων ανθρώπων, από ότι η ποσότητα του κρέατος ή του γάλακτος που μπορεί να παραχθεί στην ίδια έκταση (Κατσαούνη κ.α., 1998).

Τα ζωικά προϊόντα, όμως, κατά γενικό κανόνα είναι πιο ακριβά. Αυτό, επειδή τα ζώα, από τις φυτικές πρωτεΐνες που καταναλώνουν, μόνο το 20% μετατρέπονται σε ζωικές. Επίσης η μεταποίηση των πρώτων υλών φυτικής προέλευσης σε κτηνοτροφικά προϊόντα αποτελεί ένα ακόμα οικονομικό πρόβλημα, με δεδομένο ότι η διατροφή των ζώων αντιπροσωπεύει το 60-80% των δαπανών των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων (Φωλίνας, 2010). Η κτηνοτροφία θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιοποιεί κατά το μέγιστο δυνατό τα προϊόντα φυτικής παραγωγής.

Άριστη λύση για την οικονομικότερη παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων είναι η παραγωγή του βασικού σιτηρεσίου από τους ίδιους τους κτηνοτρόφους με το σύστημα μειωμένων εισροών. Ένα τέτοιο σύστημα είναι η αειφορική γεωργία.

Η αειφορική γεωργία έχει στόχο το υγιές περιβάλλον, τη μείωση των εφαρμογών χημικών φυτοφαρμάκων, την οικονομική αποδοτικότητα και την κοινωνική και οικονομική ισότητα.

Τα συστήματα παραγωγής που σχετίζονται με την αειφόρο γεωργία είναι τα αγροοικοσυστήματα, η αγρανάπαυση, τα αγροδασικά, τα αγροδασικά-κτηνοτροφικά, η συγκαλλιέργεια και όλα τα παραδοσιακά συστήματα που μπορούν να επιτρέψουν την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων περιοχών από την εντατική γεωργία (Σκουφογιάννη, 2013).

### 1.3 Οι Ζωοτροφές

Γενικά ως Ζωοτροφή ορίζεται κάθε ύλη που μετά από την πρόσληψή της μπορεί να πεφθεί, να χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό των ζώων και να απορριφθεί. Δόκιμος όρος βάσει της Οδηγίας του Συμβουλίου 96/25/Ε.Κ. είναι οι πρώτες ύλες ζωοτροφών (Φωλίνας, 2010).

Οι πρώτες ύλες ζωοτροφών μπορεί να είναι πλήρεις ή όχι, δηλαδή να περιέχουν όλα τα απαραίτητα για την κανονική λειτουργία του οργανισμού ή μόνο ένα μέρος τους. Οι πρώτες ύλες ζωοτροφών ή απλές ζωοτροφές διακρίνονται σε χονδροειδείς και συμπυκνωμένες.

- Χονδροειδείς ζωοτροφές, είναι εκείνες που η μονάδα βάρους τους έχει μεγάλο όγκο και μικρή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Έχουν αποκλειστικά φυτική προέλευση. Αποτελούνται από διάφορα τμήματα των καλλιεργούμενων ή αυτοφυών φυτών. Χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες. Ανάλογα με τον τρόπο συντήρησής τους διακρίνονται σε χλωρές, ενσιρωμένες και ξηρές μετά από φυσική ή τεχνητή αποξήρανση. Παράγονται σε μεγάλες ποσότητες ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους και κατά

κανόνα, έχουν χαμηλό κόστος. Όμως δεν μπορούν να καταναλωθούν από όλα τα αγροτικά ζώα παρά μόνο από τα μηρυκαστικά συμμετέχοντας στο σιτηρέσιό τους από 10 μέχρι και 100% (Κανδρέλης κ.α., 2009). Οι χονδροειδείς ζωοτροφές υποδιαιρούνται σε ξυλώδεις και χυμώδεις.

- a. Ξυλώδεις χονδροειδείς ζωοτροφές, είναι εκείνες στις οποίες η περιεκτικότητα της ξηρής ουσίας σε κυτταρίνες είναι ανώτερη από 15%. Σε αυτές ανήκουν:
  - i. Χλωρά νομευτικά χόρτα ή χλωρή φυλλώδης νομή, τα οποία προέρχονται από καλλιεργούμενα ή αυτοφυή κτηνοτροφικά φυτά. Είναι εύπεπτα, πολύ ελκυστικά και αποτελούν τη βάση της διατροφής των μονόπλων και των μηρυκαστικών. «Ως προς τη χημική τους σύνθεση, τα χλωρά νομευτικά χόρτα περιέχουν νερό σε ποσοστό 70-88%, ολικές αζωτούχες ουσίες 1,4-4,2%, κυτταρίνες 1,7-4,7%, μη αζωτούχες ελκυστικές ουσίες 4,1-9,3% και λιπαρές ουσίες 0,2-0,9%» (Φωλίνας, 2010).
  - ii. Ξηρά νομευτικά χόρτα, τα οποία προέρχονται από τα αντίστοιχα χλωρά χόρτα μετά από την εφαρμογή μιας τεχνικής συντήρησης που ονομάζεται ξήρανση. Γενικά τα ξηρά χόρτα έχουν μικρότερη ελκυστικότητα, πεπτικότητα και διατροφική αξία από τα χλωρά χόρτα λόγω ξήρανσης και συντήρησης.
  - iii. Ενσιρωμένα νομευτικά χόρτα, τα οποία προκύπτουν από τα αντίστοιχα χλωρά χόρτα με την αντίστοιχη εφαρμογή μιας μεθόδου συντήρησης η οποία ονομάζεται ενσίρωση. Με αυτήν την τεχνική συντήρησης τα χόρτα έχουν καλύτερη ελκυστικότητα, πεπτικότητα και διατροφική αξία από τα ξηρά νομευτικά χόρτα.
  - iv. Φύλλα και λεπτά κλαδιά δέντρων, έχουν σχετικά χαμηλή πεπτικότητα και ελκυστικότητα. Τα φύλλα των δέντρων περιέχουν ταννίνες (0,4-4%), ενώ τα λεπτά κλαδιά των δέντρων περιέχουν κυτταρίνες και ιδιαίτερα λιγνίνη.
  - v. Υποπροϊόντα θεριζοαλωνισμού, σε αυτήν την κατηγορία χονδροειδών ζωοτροφών ανήκουν τα άχυρα, τα ανεμίδια και διάφορα άλλα υποπροϊόντα.
- b. Χυμώδεις χονδροειδείς ζωοτροφές, είναι εκείνες που περικλείουν πολύ νερό και που η περιεκτικότητα της ξηρής ουσίας τους σε κυτταρίνες είναι κάτω από 15%. Σε αυτές ανήκουν:
  - i. Γογγυλόριζες, χρησιμοποιούνται νωπές ή ενσιρωμένες στα μηρυκαστικά και στους χοίρους, είναι πλούσιες σε υδατάνθρακες, αλλά φτωχές σε αζωτούχες ουσίες και βιταμίνες.
  - ii. Κόνδυλοι και Κονδυλόριζες, χρησιμοποιούνται νωπά, ενσιρωμένα ή μετά από άτμιση, σε χοίρους και μηρυκαστικά. Περιέχουν πολύ άμυλο και κατ' εξαίρεση ινσουλίνη.

- iii. Χυμώδεις καρποί, οι οποίοι προέρχονται κυρίως από ποώδη φυτά, θάμνους ή δέντρα.
- Συμπυκνωμένες ζωοτροφές είναι εκείνες που η μονάδα βάρους τους έχει μικρό όγκο και μεγάλη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Έχουν φυτική, ζωική ή ανόργανη προέλευση. Οι συμπυκνωμένες ζωοτροφές ταξινομούνται με βάση την προέλευσή τους και τα κύρια θρεπτικά τους συστατικά σε:
    - a. Φυτικής προέλευσης: Υπάρχουν οι καρποί και σπέρματα των δημητριακών, δασικοί καρποί, σπέρματα ψυχανθών, ελαιούχα σπέρματα, υπολείμματα αλευροποιίας, υπολείμματα ελαιουργίας, υπολείμματα αμυλοποιίας, υπολείμματα βιομηχανικής ζύμωσης, υπολείμματα σακχαροποιίας και υπολείμματα χυμοποιίας.
    - b. Ζωικής προέλευσης, είναι τροφές πολύτιμες για την διατροφή των θηλαστικών και των πτηνών. Σ' αυτές υπάγονται το γάλα και τα υποπροϊόντα του που απομένουν κατά τη βιομηχανική του επεξεργασία. Επίσης, σε αυτήν την κατηγορία των τροφών ανήκουν και όσες τροφές λαμβάνονται ύστερα από ορισμένη επεξεργασία σφάγιων που έχουν απορριφθεί, υπολείμματα σφάγιων ή κρεοπωλείων ή βιομηχανικής παρασκευής κονσερβών.

## 2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

### 2.1 Συγκαλλιέργεια

Το αποτέλεσμα της συνεχόμενης μονοκαλλιέργειας είναι η αναπόφευκτη διατάραξη της βιολογικής ισορροπίας του εδαφικού περιβάλλοντος το οποίο μπορεί να προκαλέσει την τεράστια ανάπτυξη παθογόνων και παρασίτων με αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας καθώς και την αλλοίωση της ποιότητας των χαρακτηριστικών του σπόρου, οδηγούν στην συγκαλλιέργεια διαφορετικών ειδών όπου είναι ο μόνος φυσικός τρόπος ώστε να αποφευχθούν τα παραπάνω (Buraczynska *et al.*, 2011).

Η συγκαλλιέργεια ή μικτή καλλιέργεια ορίζεται ως οποιαδήποτε μορφή ανταγωνισμού μεταξύ δύο καλλιεργειών. Η φύτευση μίας ή περισσότερων καλλιεργειών ταυτόχρονα ή διαδοχικά (Waterer *et al.*, 1993) σε εναλλασσόμενες σειρές σε γειτονικές λωρίδες μεταβλητού πλάτους ή σε διαφορετικά στρώματα (υποσπαρμένες καλλιέργειες) στο ίδιο τμήμα γεωργικής έκτασης, κατά τη διάρκεια της ίδιας σπαρτικής περιόδου (Δόρδας κ.α., 2008), έχει ως στόχο να αποταμιεύσει περισσότερους αποταμιευτικούς πόρους (Waterer *et al.*, 1993).

Τα πλεονεκτήματα της συγκαλλιέργειας είναι αρκετά. Μεταξύ αυτών αναφέρονται:

- (α) Καλύτερη κατανομή της όλης φωτοσυνθετικής επιφάνειας, λόγω πυκνής φύτευσης αλλά και μορφολογικής διαφοράς των φυτικών ειδών που συγκαλλιεργούνται αξιοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.
- (β) Αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των πόρων του εδάφους. Στη συγκαλλιέργεια προτιμούμε να χρησιμοποιούμε αζωτοδεσμευτικά φυτά. Ένας από τους λόγους της χρησιμοποίησεως ψυχανθών στην συγκαλλιέργεια είναι ότι τα ψυχανθή έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας, χάρη στην συμβίωσή τους με βακτήρια του γένους *Rhizobium* (Kocer *et al*, 2012), με το οποίο ικανοποιούν ένα μέρος από τις ανάγκες τους και έτσι γίνεται εξοικονόμηση N για τα άλλα μη ψυχανθή συγκαλλιεργούμενα είδη. Ένας δεύτερος λόγος είναι ότι τα ψυχανθή προμηθεύουν στα συγκαλλιεργούμενα είδη διαλυτά αμινοξέα τα οποία εκκρίνονται από τις ζωντανές ρίζες ή μετά από την αποσύνθεσή τους (<http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/0089#page/18/mode/1up> ). Τα αζωτοδεσμευτικά φυτά είναι πλούσια σε συγκέντρωση πρωτεϊνών. Τα δημητριακά παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση υδατανθράκων, ενώ επωφελούνται από την αζωτοδέσμευση όταν συγκαλλιεργούνται με ψυχανθή (Albayrak *et all.*, 2004). Πολλές μελέτες έδειξαν ότι η χρόνια συγκαλλιέργεια ψυχανθών και δημητριακών αποδίδει μεγαλύτερες ποσότητες και καλύτερη θρεπτική ποιότητα σε σύγκριση με τις μονοκαλλιέργειες (Kocer *et al*, 2012).

(γ) Ελαχιστοποίηση των γεωργικών κινδύνων. Η συγκαλλιέργεια αντιμετωπίζει σε σημαντικό βαθμό το πρόβλημα του πλαγιάσματος των ψυχανθών σε αμιγή καλλιέργεια. Διότι στη συγκαλλιέργεια τα ψυχανθή όπως το μπιζέλι χρησιμοποιούν τους έλικές τους ώστε να αναρριχηθούν επάνω στα σιτηρά. Με αποτέλεσμα τη μείωση των σήψεων λόγω απόστασης από το υγρό έδαφος αλλά και πιο εύκολης και αποτελεσματικής συγκομιδής με τα θεριστικά μηχανήματα.

(δ) Μειωμένη διάβρωση του εδάφους και ανέξοδος έλεγχος των ζιζανίων. Η πυκνή φύτευση διαφορετικών φυτικών ειδών ενισχύει τη συνολική σταθερότητα κατά των εντόμων, των ασθενειών και των ζιζανίων με αποτέλεσμα να βελτιώνεται το πορώδες και η βιοποικιλότητα του εδάφους.

(ε) Ικανοποίηση των απαιτήσεων διατροφής και καλύτερη κατανομή της ανθρώπινης εργασίας.

Η μικτή καλλιέργεια είναι η παραδοσιακή μέθοδος για παραγωγή τροφής στα υπό ανάπτυξη τροπικά κράτη (Αφρική, Ασία και Λατινική Αμερική). Οι μικτές καλλιέργειες αγρωστωδών και ψυχανθών κυριαρχούν για παραγωγή καρπού. Ιδιαίτερα το καλοκαίρι, σόργο και κεχρί συγκαλλιεργούνται με φασόλια, αραχίδα, σόγια και διάφορα είδη μπιζελιού.

Η μικτή καλλιέργεια, είναι ένας τρόπος αύξησης της παραγωγικότητας των εδαφών, όπου προσελκύει όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον των ερευνητών. Το σύστημα της συγκαλλιέργειας είναι σχετικά ανέξοδο και επιδεκτικότερο για αύξηση της παραγωγής σε σχέση με τη συμβατική καλλιέργεια και τις πολυδάπανες τεχνολογίες (Odongo *et al*, 1986).

## 2.2 Σιτηρά

Τα σιτηρά καλλιεργούνται κυρίως για τους αμυλούχους καρπούς τους και δευτερευόντως για παραγωγή χόρτου. Οι καρποί των σιτηρών αποτελούν τη σπουδαιότερη πηγή συμπυκνωμένων υδατανθρακούχων για τον άνθρωπο και τα ζώα (Σφήκας, 1991).

Η οικογένεια των σιτηρών περιλαμβάνει πολλά είδη φυτών, που απαντώνται από το χαμηλό ως το αλπικό υψόμετρο και σε διάφορους τύπους εδαφών. Τα είδη αυτά διαφοροποιούνται αναλόγως του ύψους που φτάνουν σε πλήρη ανάπτυξη, σε υψηλά και χαμηλά. Τα υψηλά αγροστώδη αναπτύσσουν υψηλό, όρθιο στέλεχος και σχηματίζουν αραιή χλόη κάτω και κλειστή πάνω, ενώ τα χαμηλά αναπτύσσουν χαμηλότερο στέλεχος, φέρουν φύλλα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και σχηματίζουν χαμηλή και πυκνή χλόη (<http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/103/%CE%98%CE%B5%CE%BF%CE%B>

### 2.2.1. Βοτανική Περιγραφή

Τα σιτηρά ανήκουν στην κλάση Liliopsida, υπόκλαση Commelinidae, τάξη Cyperales και οικογένεια Poaceae ή Gramineae. Περιλαμβάνει κυρίως ποώδη φυτά, ετήσια ή πολυετή. Βλαστό κοίλο, κυλινδρικό με κόμβους φύλλα γραμμοειδή, άνθη κατά ταξιανθία σταχυδίων, στάχυ ή φόβη. Ο καρπός είναι καρύοψη, σπανίως κάρυο. Στην οικογένεια αυτή συγκαταλέγονται αγροστώδη αλλά και άλλα καλλιεργούμενα φυτά (Σαρλής, 1999).

### 2.2.2. Αύξηση και Ανάπτυξη

Η αύξηση και ανάπτυξη των σιτηρών χαρακτηρίζεται από διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, μορφολογικά και φαινολογικά με την επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών. Τα βασικά στάδια ανάπτυξης, όπως διαπιστώνονται από εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών είναι η βλάστηση, το φύτερωμα, το αδέρφωμα, το καλάμωμα, το ξεστάχουσμα και η ωρίμανση. Αναλυτικότερα:

- Η βλάστηση- φύτερωμα: Μετά τη σπορά στο έδαφος οι σπόροι των σιτηρών υπό κανονικές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας βλαστάνουν σε 5-8 ημέρες. Κατά το φύτερωμα ο σπόρος απορροφά νερό σε αναλογία 30-40% του βάρους του. Με την αύξηση του εμβρύου σπάζει το περίβλημα και εμφανίζεται πρώτα η ρίζα και κατόπιν η κολεοπτίλη που περιβάλλει το βλαστίδιο και επιμήκυνση της κολεοπτίλης (Σφήκας, 1991, Δαναλάτος, 2013). Οι σπόροι των σιτηρών κατά το φύτερωμά τους παραμένουν στο έδαφος.
- Το αδέρφωμα: Αδέρφωμα είναι η έκπτυξη νέων βλαστών από πλευρικούς οφθαλμούς. Κάθε φυτό μπορεί να φέρει έναν ή περισσότερους βλαστούς, που ονομάζονται αδέρφια. Μετά το φύτερωμα (10-15 ημέρες) ο ακραίος οφθαλμός κάτω από το έδαφος φτάνει τα 2 cm όπου σχηματίζονται στις μασχάλες των φύλλων πολύ πλευρικοί οφθαλμοί, οι οποίοι εξελίσσονται σε πλευρικά στελέχη με βλαστό και ρίζα (Δαναλάτος, 2013). Το αδέρφωμα έχει μεγάλη πρακτική σημασία και σχετίζεται άμεσα με την απόδοση. Σε περίπτωση αραιής φύτευσης,

καταστροφής του κεντρικού φυτού από παγωνιά, από προσβολή εντόμων και ασθένειες, η παραγωγή μετριάζεται από την παραγωγή αδελφιών.

- Το καλάμωμα: Ως καλάμωμα αναφέρεται η περίοδος ταχείας ανάπτυξης του στελέχους (καλάμι) με την επιμήκυνση των μεσογονάτιων διαστημάτων, την αύξηση των φύλλων, την ανάπτυξη των ριζών και τις ταξιανθίας. Κάθε μεσογονάτιο στη βάση του έχει μια μεριστωματική περιοχή με ικανότητα ταχείας αύξησης και αυτή είναι η περιοχή κάθε μεσογονάτιου που επιμηκώνεται. Η επιμήκυνση ενός μεσογονάτιου αρχίζει, όταν το αμέσως κατώτερο μεσογονάτιο έχει το μισό του τελικού του μεγέθους (Παπακώστα -Τασοπούλου, 2012). Όταν το στέλεχος αποκτήσει ύψος 20-30 cm εμφανίζεται ο πρώτος κόμβος (Σφήκας, 1991).
- Το ξεστάχασμα ή έκπτυξη ταξιανθίας: Είναι η εμφάνιση του στάχυ που ξεπροβάλλει από τον κολεό του τελευταίου φύλλου (Δαναλάτος, 2013). Η καταβολή του στάχυ εμφανίζεται αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη, κατά τη μετάβαση των φυτών από το βλαστικό στο αναπαραγωγικό στάδιο (Σφήκας, 1991).
- Και η ωρίμανση: Η ωρίμανση του καρπού των σιτηρών γίνεται ένα μήνα περίπου μετά το ξεστάχασμα. Στο διάστημα αυτό πολλές οργανικές ουσίες μετατοπίζονται από τα άλλα μέρη του φυτού προς τον καρπό, όπου συγκεντρώνονται και σχηματίζουν το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο (Σφήκας, 1991). Τα στάδια ωρίμανσης του σπόρου διακρίνονται στα: γάλακτος, κηρού (εξαφάνιση χλωροφύλλης), σκληρού σπόρου (εύθραυστα τα υπόλοιπα φυτικά μέρη) και του υπερώριμου σπόρου (εύθραυστος και ο σπόρος) (Δαναλάτος, 2013).

### 2.2.3. Σπουδαιότητα

Τα πρώτα ίχνη καλλιεργειών αποδίδονται στα σιτηρά, αφού από αρχαιοτάτων χρόνων η σπουδαιότητα των σιτηρών για τον άνθρωπο έπαιξε τον σημαντικότερο διατροφικό ρόλο. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, οι αρχαίοι πολιτισμοί άκμαζαν σε περιοχές όπου καλλιεργούνταν σιτηρά. Τα σιτηρά είναι υψηλής ενεργειακής αξίας τροφή, αφού περιέχει μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης. Υπολογίζεται ότι οι καταναλισκόμενες από τον άνθρωπο ποσότητες σιτηρών προμηθεύουν το 55% της ανθρώπινης ενέργειας, ενώ το υπόλοιπο 47% προέρχεται έμμεσα από τα σιτηρά αφού προηγουμένως χορηγηθούν στα ζώα και μετατραπούν σε κτηνοτροφικά προϊόντα, όπως κρέας, αυγά, γάλα ή ζωικό λίπος τα οποία χρησιμοποιεί ο άνθρωπος (Δαλιάνης, 1992).



Στα θετικά της χρήσης αγροστωδών στους βοσκότοπους μπορεί να σημειωθεί και η προστασία που προσφέρουν στα εδάφη από διάβρωση, λόγω του θυσσανώδους ριζικού συστήματος και της ανάπτυξής τους κατά δέσμες. Ως μειονέκτημα της χρήσης τους, θα μπορούσαν να αναφερθούν η μειωμένη περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο, φώσφορο και βιταμίνες A και D, καθώς και η αδυναμία τους λόγω του επιφανειακού τους ριζικού συστήματος, ως προς τη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους (<http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/103/%CE%98%CE%B5%CE%BF%CE%B4%CF%8E%CF%81%CE%BF%CF%85%20%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%BD%CE%B7.pdf?sequence=1> ).

#### 2.2.4. Στατιστικά Στοιχεία

Με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης και Τροφίμων τις Διεύθυνσης Αγροτικής Πολιτικής και Τεκμηρίωσης του Τμήματος Αγροτικής Στατιστικής, την εμπορική περίοδο 2013-2014 καλλιεργήθηκαν συνολικά 52219,32ha σιτηρών τα οποία προορίζονταν για ζωοτροφές, από τα οποία τα **15700,18ha** ήταν **Κριθάρι**, τα 15222,97ha Βρώμη, τα 7588,44ha Μαλακό Σιτάρι, τα 5077,84ha Τριτικάλε, τα 3737,05ha Σίκαλη, τα 2461,31ha Αραβόσιτο, τα 2406,55ha Σκληρό Σιτάρι και τα 24,98ha Κεχρί.

Στον παρακάτω Πίνακα φαίνεται για την περίοδο 2013-2014 οι καλλιέργειες των σιτηρών που χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές στην Ελλάδα σε εκτάρια.

**Πίνακας 2.2.1** Καλλιέργειες των σιτηρών που χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές στην Ελλάδα σε εκτάρια, για την περίοδο 2013 και 2014 (<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/phixanthi-ospria> ).

Καλλιέργεια σιτηρών ως ζωοτροφή	Εκτάσεις σε ha	
	2013	2014
Κριθάρι	12646,54	15700,18
Βρώμη	12379,18	15222,97
Σίτος Μαλακός	4092,38	7588,44
Τριτικάλε	2699,71	5077,84
Σίκαλη	2435,11	3737,05
Αραβόσιτος	2027,15	2461,31
Σίτος Σκληρός	899,65	2406,55
Κεχρί	8,11	24,98

## 2.3 Κριθάρι

### 2.3.1. Ιστορικά

Το κριθάρι είναι το δεύτερο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό μετά το σιτάρι. Δεν είναι πλήρως εξακριβωμένη η περιοχή καταγωγής του. Διάφορα είδη κριθαριού φύονται στη Μεσοποταμία, το Αφγανιστάν, το Θιβέτ, την Κίνα και την Ιαπωνία, ενώ σε περιοχές της εγγύς ανατολής απαντάται το *Hordeum spontanum* που θεωρείται ως πρόγονος των καλλιεργούμενων μορφών (Δαναλάτος, 2013).

Από αρχαιολογικά ευρήματα συμπεραίνεται ότι το κριθάρι ήταν γνωστό από τη νεολιθική εποχή και πρέπει να πρωτοκαλλιεργήθηκε πριν από 5000 χρόνια. Η καλλιέργειά του αναφέρεται στην αρχαία Ελλάδα από τον Όμηρο, τον Ηρόδοτο, τον Ξενοφώντα κ.α. (Σφήκας, 1991). Αναφέρονται επίσης οι φαρμακευτικές ιδιότητες του κριθαριού στην κλασική ιατρική από αρχαιοτάτων χρόνων, αναφορές υπάρχουν στο Αφγανιστάν (τα λουλούδια του κριθαριού τα χρησιμοποιούσαν ως αντισύλληψη), στην Αργεντινή (αφέψημα αποξηραμένοι καρποί λαμβάνονταν από το στόμα για τη διάρροια και τη θεραπεία λοιμώξεων της αναπνευστικής οδού και των ουροφόρων), στην Κίνα (αφέψημα αποξηραμένων καρπών λαμβάνονταν από το στόμα για τον διαβήτη), στην Αίγυπτο (αποξηραμένοι καρποί καπνίζονταν για τη καταπολέμηση της σχιστοσομίωσης), στην Γουατεμάλα (εκχύλισμα των αποξηραμένων σπόρων λαμβάνονταν για την αντιμετώπιση της νεφρικής φλεγμονής και γενικά της νεφρικής νόσου), στην Ινδία, στο Ιράν, την Ιταλία την Κορέα και πολλές άλλες χώρες, για την αντιμετώπιση διαφορετικών νόσων (Ross, 2004).

Παρότι το κριθάρι κατάγεται από σχετικά θερμές περιοχές, καλλιεργείται σε μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο από κάθε άλλη καλλιέργεια. Το κριθάρι αντέχει λιγότερο σε χαμηλές θερμοκρασίες απ' ό τι το σιτάρι παρόλα αυτά καλλιεργείται σε μεγαλύτερα υψόμετρα, επειδή διαθέτει πρώιμους βιότυπους. Υπάρχουν ποικιλίες κριθαριού που ωριμάζουν σε 60-70 ημέρες και με ανοιξιάτικη σπορά μπορούν να αξιοποιούν περιοχές με μικρή βλαστική περίοδο και ξηροθερμικές συνθήκες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

## 2.3.2 Οικολογικές Απαιτήσεις

### 2.3.2.1 Κλίμα

Το κριθάρι προσαρμόζεται πολύ καλά σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, αλλά και σε θερμότερες περιοχές όπως είναι η Ινδία ή τα υψίπεδα της Ινδονησίας (Σφήκας, 1991). Η άριστη θερμοκρασία βλάστησης είναι 20°C, ενώ η ανώτερη 28-30°C, η κατώτερη θερμοκρασία βλάστησης είναι 3-4°C, αν και κατά Ρώσικα δεδομένα, το ανοιξιότιμο κριθάρι βλαστάνει σε 1-2 °C (Δαναλάτος, 2013), ενώ ο Κιολέογλου αναφέρει ότι ακάλυπτα φυτά αντέχουν μέχρι -12 έως -15°C και κάτω από το χιόνι μέχρι -30°C. Οποσδήποτε υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις καλλιεργούμενες ποικιλίες, γι' αυτό υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την αντοχή τους στις χαμηλές θερμοκρασίες και τις απαιτήσεις τους σε εαρινοποίηση. Χειμωνιάτικες (ανθεκτικές στο ψύχος, πλάγια ανάπτυξη και απαιτητικές σε εαρινοποίηση), ανοιξιότιμες (ευαίσθητες στο ψύχος και μη απαιτητικές σε εαρινοποίηση) και ενδιάμεσες.

Το κριθάρι είναι φυτό μεγάλης ημέρας. Η διαφοροποίηση του στάχυ επιταχύνεται σημαντικά όταν η φωτοπερίοδος αυξάνεται από τις 10 στις 16 ώρες. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ως προς τις απαιτήσεις σε φωτοπερίοδο ([http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/4206/Kioleoglou\\_V.pdf?sequence=1](http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/4206/Kioleoglou_V.pdf?sequence=1)), αν και σήμερα υπάρχουν πολλές ποικιλίες κριθαριού που χαρακτηρίζονται ως αδιάφορες στη φωτοπερίοδο

(<http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/103/%CE%98%CE%B5%CE%BF%CE%B4%CF%8E%CF%81%CE%BF%CF%85%20%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%BD%CE%B7.pdf?sequence=1>).

Θέλει μέτρια βροχόπτωση και στις υγρές περιοχές χαμηλότερη θερμοκρασία. Δεν αντέχει στην ξηρασία αλλά την αποφεύγει με την πρωιμότητα, πράγμα σημαντικό για τις παραμεσόγειες περιοχές. Η μεγάλη πρωιμότητα και η μικρότερη κατανάλωση νερού συγκριτικά προς τα άλλα σιτηρά κάνει το κριθάρι αναντικατάστατο φυτό για τις ημερημικές περιοχές (Σφήκας, 1991). Έρευνες στο κριθάρι έδειξαν ότι έχει υψηλό συντελεστή εκμετάλλευσης του εδαφικού νερού όπου καταναλίσκει περίπου 300-450 kg νερού για παραγωγή 1 kg ξηρής ουσίας (Κιολέογλου, 2011). Έχει βρεθεί ότι με άρδευση το κριθάρι μπορεί να τριπλασιάσει την απόδοσή του. Οι διαφορετικές ποικιλίες παρουσιάζουν και διαφορετική αντίδραση στην άρδευση. Υπάρχουν ποικιλίες που αξιοποιούν πολύ καλά το πρόσθετο νερό, ενώ άλλες δεν αντιδρούν ικανοποιητικά (Δαναλάτος, 2013).

### 2.3.2.2 Έδαφος

Ευδοκίμει σε στραγγερά, γόνιμα, βαθιά, πηλώδη εδάφη με pH 7-8. Στα πολύ γόνιμα μπορεί να πλαγιάσει ενώ στα πολύ αμμώδη δίνει μικρές αποδόσεις (Σφήκας, 1991). Το κριθάρι θεωρείται πιο ανθεκτικό στα άλατα και την αλκαλικότητα του εδάφους και πιο ευαίσθητο στην οξύτητα και την υπερβολική υγρασία σε σύγκριση με τα άλλα σιτηρά (Δαναλάτος, 2013).

### 2.3.3. Καλλιεργητικές Φροντίδες

#### 2.3.3.1 Προετοιμασία εδάφους

Ο χρόνος και ο τρόπος προετοιμασίας του εδάφους για τη σπορά εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, η εποχή συγκομιδής, η προηγούμενη καλλιέργεια, η ύπαρξη πολυετών ζιζανίων, ο όγκος των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Το πρώτο όργωμα γίνεται συνήθως με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές και είναι ελαφρύ εάν προηγήθηκε χειμερινό σιτηρό και βαθύτερο μετά από καλαμπόκι, για βαθύτερο παράχωμα των στελεχών. Θερινό όργωμα μετά από σιτηρό γίνεται μόνο εάν υπάρχει υγρασία. Μικρότερη επιμέλεια είναι πιο ανεκτή στο κριθάρι (Γαλανοπούλου, 2003).

#### 2.3.3.2 Λίπανση

Η λίπανση με N θεωρείται απαραίτητη και ιδίως στα άγονα εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, στα οποία περισσότερο καλλιεργείται το κριθάρι. Η ποσότητα του αζωτούχου λιπάσματος που αξιολογείται είναι συνάρτηση των κλιματικών συνθηκών της περιοχής και κυρίως της διαθέσιμης υγρασίας του εδάφους (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Αν η βασική απορρόφηση στοιχείου στο άγονο και στο γόνιμο έδαφος είναι ίση με 1 και 5 kg N/στρ., αντίστοιχα τότε απαιτείται λίπανση με 10-15 kg N/στρ. αντίστοιχα για το άγονο και το γόνιμο έδαφος (Δαναλάτος, 2013). Προσοχή χρειάζεται στο άζωτο, το οποίο επηρεάζει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Σφήκας, 1991). Η εφαρμογή της λίπανσης γίνεται τμηματικά. Μια ποσότητα αζώτου και όλος ο φώσφορος πριν τη σπορά (βασική λίπανση) και το υπόλοιπο άζωτο στο τέλος του χειμώνα ή αρχές της άνοιξης, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Επαρκής ποσότητα αζώτου στο έδαφος κατά την περίοδο της άνθησης και μετά, είναι απαραίτητη για την παραγωγή σπόρου με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

#### 2.3.3.3 Σπορά

Ο σπόρος πρέπει να είναι αμιγής ως προς την ποικιλία, καθαρός με υψηλή βλαστικότητα και φυτρωτική ικανότητα, υγιής και απολυμασμένος (Δαναλάτος, 2013).

Στη χώρα μας η σπορά συνίσταται να γίνεται κατά τους μήνες Οκτώβριο- Νοέμβριο σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν φθινοπωρινοί και ανοιξιάτικοι τύποι. Η πολύ πρόωμη σπορά πρέπει να αποφεύγεται, γιατί τα φυτά αποκτούν μεγάλη ανάπτυξη και υπάρχει κίνδυνος πλαγιάσματος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Γενικά συνιστάται ποσότητα σπόρου 15-20 kg/στρ. η οποία θεωρείται ικανοποιητική για τις συνθήκες της χώρας μας, ειδικά για σανοδοτικές καλλιέργειες (Σφήκας, 1991).

#### 2.3.3.4 Άρδευση

Κατά κανόνα στο κριθάρι δεν εφαρμόζεται άρδευση, σε περίπτωση όμως αρδευτικού νερού αυξάνεται κατά πολύ η απόδοση ιδιαίτερα σε ξηρές χρονιές, όμως χρειάζεται αύξηση της λίπανσης και ιδιαίτερα του αζώτου (Δαναλάτος, 2013). Κυρίως στην εαρινή σπορά ποικιλιών ζυθοποιίας χρειάζεται περισσότερες εφαρμογές. Πρέπει να γίνεται έγκαιρα και σε ποσότητα όχι υπερβολική, λόγω κινδύνων πλαγιάσματος (Σφήκας, 1991).

#### 2.3.3.5 Ζιζάνια

Τα κυριότερα ζιζάνια που φύονται κατά την χειμερινή περίοδο είναι η αγριοβρώμη, η κύπερη, η αγριάδα, ο βέλιουρας, η αγριομαργαρίτα, το χαμομήλι, η παπαρούνα, η κολλητσίδα και το γαιδουράγκαθο. Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται κυρίως με επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα, με σκάλισμα και με βοτάνισμα (Καρκάνης, 2013).

#### 2.3.3.6 Συγκομιδή

Το κριθάρι πρέπει να θερίζεται όταν το ενδοσπέρμιο είναι σκληρό και έχει υγρασία 25-35%. Στις μέρες μας ο θεριζοαλωνισμός γίνεται 6-10 μέρες αργότερα, ώστε να περιοριστεί το ποσοστό υγρασίας που δυσκολεύει τον αλωνισμό. Για το κτηνοτροφικό κριθάρι, η συγκομιδή γίνεται πριν από την πλήρη ωρίμανση για να μην τιναχτεί ο σπόρος στο χωράφι ή ζημιωθεί η ποσότητα από τη βροχή. Για τις ποικιλίες ζυθοποιίας απαιτείται να γίνεται η συγκομιδή πλήρως ώριμου σπόρου (Σφήκας, 1991).

#### 2.3.3.7 Συντήρηση

Η αποθήκευση γίνεται σε υγρασία καρπού κάτω του 13% σε ξηρές και δροσερές αποθήκες μέσα σε μεταλλικά δοχεία ή σάκκους ή χύμα καθώς και σε μεγάλα σιλό. Η θερμοκρασία δεν

πρέπει να ξεπερνά του 20°C, ώστε να μην διατρέχει κίνδυνο ο σπόρος. Τα άχυρα ή σανός δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις συντήρησης αν γίνει η συγκομιδή τους στο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης.

#### 2.3.4 Τεχνολογία και Προϊόντα

**Διατροφή:** Το κριθάρι καταναλωνόταν κυρίως από τους αρχαιότερους πολιτισμούς, λόγω όμως της στροφής σε ποιοτικότερα τρόφιμα, το κριθάρι αρχίζει να μπαίνει ξανά στο διατροφολόγιό μας σαν υπερτροφή. Διότι το κριθάρι είναι πλούσιο σε υδατάνθρακες, έχει χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, περιέχει νιασίνη (βιταμίνη B3), βιταμίνη E, βιταμίνη C, σίδηρο, ασβέστιο, μαγνήσιο, φώσφορο, ψευδάργυρο, σελήνιο αλλά και αντιοξειδωτικές ουσίες τις λιγνάσες (Taliti R. *et al.* 2009).

**Φαρμακευτικές ιδιότητες:** Το κριθάρι αποτελεί φυτικό φάρμακο κατά της δυσκοιλιότητας, των αιμοροΐδων, του διαβήτη τύπου 2, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου, μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης αλλά και των τριγλυκεριδίων, συντελεί στην μείωση της υπέρτασης και βοηθάει στη αίσθηση κορεσμού και άρα στη μείωση κιλών (Ross, 2004).

**Ζυθοποιία:** Είναι το κυριότερο σιτηρό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή βύνης, από την οποία παρασκευάζονται αλκοολούχα ποτά, κυρίως μύρα, αλκοόλη, σιρόπι βύνης και μπαίνει σε διάφορα είδη διατροφής. Η βυνοποίηση είναι μια ελεγχόμενη, περιορισμένη βλάστηση του σπόρου, η οποία έχει σχεδιασθεί για τη δραστηριοποίηση της παραγωγής α- και β-αμυλασών, οι οποίες υδρολύουν το άμυλο σε δεξτρίνες και ζυμώσιμα ζάχαρα (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

**Ζωοτροφή:** Υπάρχουν περισσότερα από 16 είδη κριθαριού. Απ' αυτά ιδιαίτερο αγροτικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν 3, δηλαδή το Κριθάρι το κοινό (*Hordeum vulgare*), το Κριθάρι το δίστοιχο (*Hordeum distichum*) και το Κριθάρι το εξάστοιχο (*Hordeum hexastichum*). Τα τρία αυτά είδη καλλιεργούνται κυρίως για την παραγωγή σπερμάτων και λιγότερο για την παραγωγή χόρτου.

Σαν χλωρό νομευτικό χόρτο στην Ελλάδα, καλλιεργούνται με ορισμένες βελτιωμένες ποικιλίες, που αν και είναι καρποδοτικές ποικιλίες χρησιμεύουν επίσης και για την παραγωγή χόρτου. Οι ποικιλίες αυτές είναι οι «Cascade- ΥΓ 2368», «Αττική- ΥΓ 3309» και «Ελασσόνα- Γ 47014». Το κριθάρι συνήθως καλλιεργείται αμιγώς και σπανιότερα σε συνδυασμό με ένα ψυχανθές και μπορεί να συγκομίζεται ή να βόσκεται κυρίως από πρόβατα. Το κριθάρι για χλωρό χόρτο ή για σανό συγκομίζεται από το στάδιο της εμφάνισης των στάχων μέχρι εκείνο

της γαλακτώδους υφής των σπερμάτων. Το τελευταίο στάδιο της άνθησης προτιμάται, εφόσον προορίζεται να χρησιμοποιηθεί ως σανός (Σπάης κ.α. 2002). Επίσης μπορεί να γίνει απευθείας βόσκηση κατά το στάδιο των πρώτων φύλλων, πριν από το σχηματισμό του καλάμου και πριν από το καλάμωμα, όταν η ταξιανθία βρίσκεται χαμηλά κοντά στο έδαφος ως μέτρο αντιμετώπισης του πλαγιάσματος. Η βόσκηση μπορεί να μην έχει καμία επίδραση στην απόδοση σε καρπό, να την αυξήσει ή να την μειώσει (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Σπέρματα: Αυτά προέρχονται από τα συνήθως καλλιεργούμενα είδη κριθαριού. Το 1 kg σπερμάτων κριθαριού συγκεκριμένης σύστασης, από άποψη προσφοράς καθαρής ενέργειας στα ζώα, λήφθηκε ως μονάδα αναφοράς για την έκφραση της καθαρής ενέργειας των ζωοτροφών και θεωρήθηκε ότι ισοδυναμεί με 1 νομεντική μονάδα (NM).

Τα σπέρματα κριθαριού παράγονται και στην Ελλάδα σε σημαντικές κατ'έτος ποσότητες. Χρησιμοποιούνται χωρίς κανέναν περιορισμό στα σιτηρέσια όλων των παραγωγικών θηλαστικών. Ειδικότερα, για τα πλήρη σιτηρέσια χοίρων, και ιδίως κατά το τελευταίο στάδιο της πάχυνσής τους, θεωρούνται ως σπέρματα εκλογής, προκειμένου να εξασφαλιστεί η παραγωγή σφαγίων με σκληρό και καθαρά λευκό λίπος. Στα πλήρη σιτηρέσια όμως των πτηνών, τα εν λόγω σπέρματα συνίσταται να προσφέρονται μέχρι 20%, γιατί είναι σχετικά φτωχά σε ενέργεια και έχουν σχετικά μικρή πεπτικότητα, καθώς και ελκυστικότητα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι περιεχόμενες στα σπέρματα του κριθαριού θρεπτικές ουσίες και ιδίως το άμυλο δεν μπορούν να πεφθούν εύκολα, γιατί συνοδεύονται από β-γλουκάνες (43,6g/kg) και αραβινοξυλάνες (56,9 g/kg), που αυξάνουν το ιξώδες και δυσχεραίνουν την πέψη (Σπάης κ.α., 2002).

## 2.4 Ψυχανθή

Τα ψυχανθή καλλιεργούνται για την παραγωγή καρπών, οι οποίοι προορίζονται για τη διατροφή του ανθρώπου ή των ζώων (καρποδοτικά ψυχανθή) και για παραγωγή χονδροειδών ζωοτροφών (χορτοδοτικά ψυχανθή) (Acikgoz *et al.*, 1985). Οι καρποί των ψυχανθών περιέχουν μεγάλες ποσότητες υδατανθράκων και πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας. Κατά μέσο όρο, η περιεκτικότητα των σπόρων των σιτηρών σε πρωτεΐνες κυμαίνεται γύρω στο 10%, ενώ των ψυχανθών υπερβαίνει το 20% (Δαναλάτος, 2013). Είναι φυτά που συντελούν στη συντήρηση ή και τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους με την ικανότητα που έχουν να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας, μέσω των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων που συμβιώνουν στις ρίζες,

καθώς επίσης οδηγούν στην εξοικονόμηση αζωτούχων λιπασμάτων και στην προστασία του περιβάλλοντος (Caldwell and Vest, 1970).

#### 2.4.1 Βοτανική Περιγραφή

Τα ψυχανθή ανήκουν στην κλάση Magnoliopsida, στην υπόκλαση Rosidae, στην τάξη Fabales και στην οικογένεια Fabaceae ή Leguminosae. Περιλαμβάνει ξυλώδη φυτά που εξαπλώνονται κυρίως στις τροπικές χώρες και ποώδη φυτά που εξαπλώνονται κυρίως στις εξωτροπικές (Σαρλής, 1999). Ονομάζονται ψυχανθή λόγω της ειδικής μορφολογίας του άνθους τους.

#### 2.4.2 Αύξηση και Ανάπτυξη

Η αύξηση και ανάπτυξη των ψυχανθών χαρακτηρίζεται από διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, μορφολογικά και φαινολογικά με την επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών. Τα βασικά στάδια ανάπτυξης, όπως διαπιστώνονται από εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών είναι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012 ):

**Ριζικό σύστημα:** Έχουν ισχυρό πασσαλώδες ριζικό σύστημα με πλάγιες διακλαδώσεις. Στις ρίζες αποθηκεύονται υδατάνθρακες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την αναβλάστηση των φυτών κατά την άνοιξη και μετά την απομάκρυνση της υπέργειας φυτομάζας λόγω κοπής ή βόσκησης. Στις ρίζες σχηματίζονται χαρακτηριστικές εξογκώσεις, οι οποίες δημιουργούνται από την συμβίωση της ρίζας με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Ο ιστός αυτός ονομάζεται φυμάτιο.

**Βλαστοί και φύλλα:** Τα φύλλα είναι σύνθετα με τρία ή περισσότερα φυλλάρια. Στη βάση των περωτών φύλλων υπάρχουν παράφυλλα. Τα φύλλα συνήθως φέρονται κατ'εναλλαγή επί του βλαστού. Οι βλαστοί μπορεί να είναι όρθιοι, έρποντες ή αναρριχώμενοι.

**Άνθη και ταξιανθίες:** Τα άνθη εμφανίζονται μεμονωμένα ή κατά βοτρυώδεις ταξιανθίες. Το άνθος είναι ψυχόμορφο με πενταμερή κάλυκα. Η στεφάνη αποτελείται από πέντε πέταλα. Το μεγαλύτερο είναι ο πέτασος, τα δύο πλευρικά λέγονται πτέρυγες όμοια μεταξύ τους αλλά ελεύθερα το ένα με το άλλο, τα δύο τελευταία λέγονται τρόπιδα και είναι ενωμένα μεταξύ τους.

**Καρποί και σπόροι:** Ο καρπός είναι λοβός με δυο τοιχώματα τα οποία συνδέονται με δυο ραφές. Ο σπόρος αποτελείται από το περίβλημα και το έμβρυο, ενώ δεν υπάρχει ενδοσπέρμιο κατά την ωρίμανση (Σαρλής, 1999).



### 2.4.3 Σπουδαιότητα

Τα ψυχανθή από πλευράς σπουδαιότητας, κατατάσσονται στη δεύτερη θέση, μετά από τα σιτηρά και γενικότερα τα αγροστώδη (Δαναλάτος, 2013).

Η οικογένεια των ψυχανθών περιλαμβάνει πολυτιμότερα είδη για την παραγωγή συμπυκνωμένων τροφών, καθώς και για χορτοπαραγωγή. Η θρεπτική τους αξία είναι ιδιαίτερα υψηλή και παρέχουν στα ζώα ένα πλήρες σιτηρέσιο. Περιέχουν το υψηλότερο ποσοστό πρωτεϊνών εξαιρετικής ποιότητας, ασβέστιο και φωσφόρο, ενώ αποτελούν την καλύτερη πηγή βιταμινών Α και D. Εκτός από τα θρεπτικά στοιχεία των ψυχανθών ως ζωοτροφών, συμβάλλουν σημαντικά στον εμπλουτισμό των εδαφών με άζωτο, λόγω της δέσμευσης του αζώτου της ατμόσφαιρας από τα αζωτοβακτήρια που συμβαίνουν μόνο στις ρίζες των ψυχανθών, ενώ και με το πασσαλώδες ριζικό τους σύστημα συντελούν στην βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. Για τους λόγους αυτούς τα κτηνοτροφικά ψυχανθή καταλαμβάνουν περισσότερο από το 60% των εκτάσεων της χώρας που καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά. Όμως, παρουσιάζουν μειονεκτήματα στη βόσκηση, εμφανίζοντας σοβαρές ζημιές ιδιαίτερα μετά από βαριά βόσκηση, γιατί αναβλαστάνουν δύσκολα μετά από σοβαρή αφαίρεση του υπέργειου μέρους

τους

(<http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/103/%CE%98%CE%B5%CE%BF%CE%B4%CF%8E%CF%81%CE%BF%CF%85%20%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%BD%CE%B7.pdf?sequence=1> ).

Οι καρποί των ψυχανθών είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. 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 δεν είναι επαρκείς και έχουν υψηλό κόστος. Τα τελευταία χρόνια με τη στροφή των καταναλωτών σε πιο υγιεινή διατροφή (μεσογειακή δίαιτα), 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 είδη όπως π.χ. η σόγια και η αραχίδα, εκτός από τις άλλες χρήσεις, αποτελούν σπουδαία ελαιοδοτικά φυτά σε ολόκληρο τον κόσμο (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

#### 2.4.4 Στατιστικά στοιχεία

Με βάση τα στοιχεία του ΟΠΕΚΕΠΕ στον παρακάτω Πίνακα 2.4.1 φαίνονται αναλυτικά οι καλλιέργειες των ψυχανθών που χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές στην Ελλάδα σε εκτάρια, για τα έτη 2013 και 2014.

**Πίνακας 2.4.1** Καλλιέργειες των ψυχανθών που χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές στην Ελλάδα σε εκτάρια, για την περίοδο 2013 και 2014 (<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/phixanthi-ospria>).

<b>Καλλιέργεια ψυχανθών ως ζωοτροφή</b>	<b>Εκτάσεις σε ha</b>	
	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Σανός Μηδικής</b>	49511,07	53281,65
<b>Τριφύλλι</b>	28302,67	27818,04
<b>Ξηρική Μηδική και Χλωρά Νομή</b>	12723,1	13300,79
<b>Βίκος</b>	6185,28	6940,23
<b>Μπιζέλι Ξερά</b>	2389,95	3399,03
<b>Σόργο</b>	1540,84	1496,55
<b>Κουκιά Ξερά</b>	441,31	770,96
<b>Γλυκά Λούπινα</b>	52,36	124,11

#### 2.4.5 Αζωτοδέσμευση

Αζωτοδέσμευση καλείται η ικανότητα των ψυχανθών να δεσμεύουν άζωτο από την ατμόσφαιρα με τη βοήθεια ριζόβιων βακτηρίων και να εμπλουτίζουν το έδαφος μετατρέποντάς το σε αμμωνιακό που είναι αφομοιώσιμο από τα φυτά. Η αζωτοδέσμευση προκύπτει από τη συμβιωτική σχέση των ψυχανθών με βακτήρια που συμβιώνουν με τις ρίζες τους ή ζουν ελεύθερα στο έδαφος. Τα βακτήρια προσβάλλουν τα ριζικά τριχίδια, δημιουργώντας μια ίνα μόλυνσης, μέσω της οποίας διοχετεύονται στο εσωτερικό της ρίζας και στα παρεγχυματικά κύτταρά της. Η κορυφή του μολύσματος σπάει για να απελευθερωθούν τα βακτήρια, σχηματίζοντας το φυμάτιο, μέσα στο οποίο γίνεται η αναγωγή του ατμοσφαιρικού αζώτου σε

αμμωνιακά ιόντα με τη βοήθεια ενός ενζύμου, της νιτρογενάσης, η σύνθεση της οποίας γίνεται από τα βακτήρια. Η αμμωνία σχετίζεται άμεσα με τις ενώσεις του άνθρακα που παράγονται από τη φωτοσύνθεση, αφού ενώνεται με αυτές προς παραγωγή αμινοξέων, τα οποία στη συνέχεια δομούν τις πρωτεΐνες. Οι παραγόμενες πρωτεΐνες μεταφέρονται από τα βακτηριοειδή στα κύτταρα των ριζών του ξενιστή και έπειτα στα υπόλοιπα μέρη του φυτού. Κατά συνέπεια φυτά με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, δεσμεύουν περισσότερο N και έτσι παράγουν περισσότερες πρωτεΐνες (Δαναλάτος, 2013).

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 μόνον γένους ή με ορισμένα μόνον είδη ενός γένους, ενώ άλλα 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) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Η εγκατάσταση και λειτουργία μιας αποτελεσματικής συμβίωσης μεταξύ του φυτού και των αζωτοδεσμευτικών βακτηριδίων είναι αρκετά περίπλοκο φαινόμενο που υφίσταται επιδράσεις τόσο ενδογενείς (προέρχονται από το φυτό και τα βακτήρια), όσο και εξωγενείς (προερχόμενες από το άμεσο περιβάλλον των ριζών).

## 2.5 Μπιζέλι

### 2.5.1 Ιστορικά

Με το όνομα μπιζέλι είναι γνωστά διάφορα είδη, τα οποία ανήκουν στο γένος *Pisum*. Ως κέντρα καταγωγής τους θεωρούνται το Αφγανιστάν και η περιοχή της Αιθιοπίας. Αργότερα μεταφέρθηκαν στις χώρες της Μεσογείου, από τις οποίες στη συνέχεια διαδόθηκαν στην Ευρώπη και στην Ασία. Τα μπιζέλια είναι γνωστά στην Ευρώπη από τους προϊστορικούς χρόνους και ήδη αναφέρονται ως καλλιεργούμενα φυτά στην Εγγύς Ανατολή από το 4000 π.Χ. Ο Θεόφραστος περιέγραψε τα μπιζέλια και τεκμηριώνει τη χρησιμοποίησή τους για τροφή του ανθρώπου και των ζώων.

Παλαιότερα αναφέρονταν δύο καλλιεργούμενα είδη: 1) το *Pisum sativum* L. (λαχανοκομικό μπιζέλι) και 2) το *Pisum arvense* L. (κτηνοτροφικό μπιζέλι). Επειδή αυτά τα δύο είδη είναι γενετικά πολύ συγγενή και διασταυρώνονται εύκολα μεταξύ τους, από νεώτερους ερευνητές

τοποθετούνται στο ίδιο είδος το *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* με δυο βοτανικές ποικιλίες: 1) *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir. (κτηνοτροφικό μπιζέλι) και 2) *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *sativum*, λαχανοκομικό μπιζέλι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

## 2.5.2 Οικολογικές Απαιτήσεις

### 2.5.2.1 Κλίμα

Το μπιζέλι είναι φυτό των υγρών και δροσερών περιοχών. Οι περισσότερες ποικιλίες είναι ευαίσθητες στο κρύο και ειδικότερα εκείνες που έχουν μακριά μεσογονάτια διαστήματα, μεγάλη φυλλική επιφάνεια και συρρικνωμένους σπόρους. Λίγες μόνο χορτοδοτικές ποικιλίες είναι ανθεκτικές στο κρύο. Αντέχει όμως περισσότερο από το βίκο στις χαμηλές θερμοκρασίες και οι σπόροι βλαστάνουν γρηγορότερα και τα νεαρά φυτά αναπτύσσονται ταχύτερα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, συγκριτικά με τα περισσότερα χειμερινά ψυχανθή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Γι' αυτό αντικαθιστά το βίκο στις πολύ ψυχρές περιοχές.

Το μπιζέλι αρχίζει να βλαστάνει σε θερμοκρασίες 1-2°C. Αντέχει σε θερμοκρασίες μέχρι -12°C, ενώ το κτηνοτροφικό μπιζέλι μπορεί να αντέξει μέχρι και -16°C. Ενώ για τις εποχές της άνθησης, θερμοκρασίες -2 έως -3°C μπορεί να αποβούν επιζήμιες. Είναι όμως φυτό ευαίσθητο στις υψηλές θερμοκρασίες ιδίως, κατά την περίοδο της άνθησης και το σχηματισμό των λοβών, οπότε δεν γονιμοποιούνται τα άνθη, με αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση σε καρπό. Λόγω της ταχείας και μεγάλης ανάπτυξης και του επιπόλαιου ριζικού του συστήματος χρειάζεται συνεχή παροχή νερού, καθώς επίσης δροσερό καιρό για να μετριάζεται η διαπνοή. Η κρίσιμη περίοδος ως προς το νερό είναι στο στάδιο της άνθησης (Δαναλάτος, 2013).

### 2.5.2.2 Έδαφος

Το μπιζέλι καλλιεργείται σε γόνιμα πηλώδη αργιλοπηλώδη και ασβεστούχα, εδάφη που παρουσιάζουν καλή στράγγιση. Τα εδάφη που είναι πολύ πλούσια σε ασβέστιο δεν θα πρέπει να προτιμώνται καθώς μπορεί να παρουσιάσουν τροφопενία σιδήρου. Δεν επιβιώνει στα αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη μιας και δεν έχουν υγρασία αρκετή για να αναπτυχθεί, ούτε και στα βαριά πηλώδη, μιας και έχουν μειωμένη στράγγιση. Όταν τα εδάφη είναι πολύ γόνιμα, υπάρχει ο κίνδυνος πλαγιάσματος με αποτέλεσμα να παρατηρούνται προβλήματα κατά τη συγκομιδή. Επίσης, η κατάκλυση με νερό μειώνει την ανάπτυξή του, και ειδικά του ριζικού συστήματος.

Τέλος, το κτηνοτροφικό μπιζέλι θεωρείται μέτρια ανθεκτικό στην οξύτητα του εδάφους με κατάλληλο εύρος pH = 5,6-6,8.

### 2.5.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες

#### 2.5.3.1 Προετοιμασία εδάφους

Για γρήγορο φύτρωμα και επιτυχημένη εγκατάσταση απαιτείται καλά προετοιμασμένο έδαφος, ψιλοχωματισμένο, όχι πολύ αφράτο και ισοπεδωμένο.

#### 2.5.3.2 Λίπανση

Αζωτούχος λίπανση στο μπιζέλι, και γενικά στα ψυχανθή, δικαιολογείται μόνο όταν η αύξηση της απόδοσης λόγω της προσθήκης αζώτου είναι μεγαλύτερη από τη μείωση του ποσοστού της αζωτοδέσμευσης (Russelle and Birt, 2004). Μάλιστα, από πειράματα έχει βρεθεί ότι οι καλλιέργειες ψυχανθών αύξησαν την περιεκτικότητα του N στο έδαφος, η οποία κατά τη συγκομιδή ήταν υψηλότερη απ' ό,τι στη φύτευση (Upendra *et al.*, 2007).

Αντίδραση του μπιζελιού στην αζωτούχο λίπανση αναφέρεται σπάνια. Τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε άζωτο έχει η καρποδοτική καλλιέργεια, στην οποία τις περισσότερες φορές η αζωτοδέσμευση δεν είναι αρκετή για να εφοδιάσει το φυτό με το απαιτούμενο άζωτο, οπότε γίνεται απορρόφηση του αζώτου από το έδαφος.

Το μπιζέλι απορροφά μεγάλες ποσότητες φωσφόρου, όταν το έδαφος είναι φτωχό σε φώσφορο, συνιστώνται 2,5-6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/στρ. Στη χώρα μας δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα έλλειψης καλίου. Στα φτωχά σε κάλιο εδάφη, για την αποφυγή δυσμενών επιδράσεων, συνίσταται εφαρμογή 2,5-6 kg K<sub>2</sub>O/στρ.

Η λίπανση εφαρμόζεται στα πεταχτά κατά την τελευταία προετοιμασία του εδάφους και στη συνέχεια ενσωματώνεται, ή εφαρμόζεται γραμμικά κατά τη σπορά, σε απόσταση από το σπόρο. Ο σπόρος δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με το λίπασμα για την αποφυγή εγκαυμάτων στα νεαρά φυτά.

#### 2.5.3.3 Σπορά

Η εποχή σποράς στη χώρα μας είναι συνήθως Οκτώβριο- Νοέμβριο. Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιείται εξαρτάται από την κατεύθυνση της καλλιέργειας, το μέγεθος του σπόρου (βάρος 1000 σπόρων 220-370g) και τις συνθήκες σποράς. Συνήθως, ποσότητες σπόρου για καρποδοτική καλλιέργεια είναι 10-12,5 kg/στρ. με επιδίωξη την εγκατάσταση 50-80 φυτών/m<sup>2</sup>.

Η σπορά στη χώρα μας γίνεται με σπαρτικές μηχανές και συνίσταται απόσταση μεταξύ των γραμμών 25 cm. Σπάνια η σπορά γίνεται στα πεταχτά, ακολουθούμενη από ενσωμάτωση του σπόρου. Μετά τη σπορά συνίσταται κυλίνδρισμα για εξασφάλιση υγρασίας, καλύτερο και ομοιόμορφο φύτρωμα και διευκόλυνση της μηχανικής συλλογής χωρίς απώλειες (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2005).

#### 2.5.3.4 Άρδευση

Μια από τις σημαντικότερες περιποιήσεις που χρειάζεται το μπιζέλι για να μας δώσει μια καλή παραγωγή είναι η άρδευση. Για υψηλές αποδόσεις τα μπιζέλια χρειάζονται επαρκής υγρασία ιδίως κατά το στάδιο της άνθησης. Άρδευση στην αρχή της άνθησης έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης κατά 30%. Επίσης σημαντική είναι και η καλή στράγγιση του χωραφιού.

#### 2.5.3.5 Ζιζάνια

Προβλήματα στην καλλιέργεια αποτελούν συνήθως τα ετήσια ζιζάνια. Το μπιζέλι παρουσιάζει μικρή ανταγωνιστική ικανότητα ως προς τα ζιζάνια κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης και ιδίως σε ψυχρή άνοιξη. Γίνεται όμως ανταγωνιστικό όταν αναπτύξει πλήρη φυλλική επιφάνεια και καλυφθεί η επιφάνεια του εδάφους μεταξύ των γραμμών.

#### 2.5.3.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή του γίνεται αργά την άνοιξη και μάλιστα το κατάλληλο στάδιο όταν προορίζεται για σανό είναι, όταν έχουν σχηματιστεί καλά οι περισσότεροι λοβοί του και συγκεκριμένα όταν φτάσουν τα 2/3 του οριστικού τους μεγέθους. Οι στρεμματικές αποδόσεις σε σανό είτε μόνο του, είτε σε συγκαλλιέργεια με σιτηρά κυμαίνονται από 250-750 kg, ενώ σε χλωρό χόρτο ανέρχεται σε 3000 kg περίπου και σε σπέρματα από 300 έως 400 kg ανάλογα με τις συνθήκες. Για την παραγωγή καρπού το μπιζέλι πρέπει να συγκομίζεται όταν οι λοβοί του έχουν ωριμάσει. Αυτό σημαίνει ότι οι λοβοί πρέπει να είναι καλογεμισμένοι με τρυφερούς σπόρους και το χρώμα τους αλλάζει από σκούρο προς ανοικτό πράσινο.

#### 2.5.4 Τεχνολογία και Προϊόντα

Στην Ελλάδα, το μπιζέλι καλλιεργείται σε πεδινές βόρειες περιοχές καθώς και σε ορεινές κεντρικές ή νότιες περιοχές. Και χρησιμοποιείται ως:

**Βόσκησις:** Το χλωρό χόρτο ψυχανθών σε ελεύθερη κατανάλωση από τα ζώα, οδηγεί πολύ συχνά στην εμφάνιση πεπτικών διαταραχών, ιδιαίτερα μετεωρισμού της μεγάλης κοιλίας στην περίπτωση των μηρυκαστικών. Γι' αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη βόσκησις ή τη χορήγησή του στα ζώα.

**Χορτοδοτική καλλιέργεια:** Η μεγαλύτερη συγκέντρωση ξηράς ουσίας επιτυγχάνεται όταν το φυτό συνεχίζει να ανθίζει και οι κατώτεροι λοβοί έχουν μεν πλήρως σχηματιστεί, είναι όμως ακόμη πλατυσμένοι. Αυτό το στάδιο κοπής θεωρείται και το καταλληλότερο για την παραγωγή χόρτου.

Τα άχυρα όλων των ψυχανθών, συνεπώς και του κτηνοτροφικού μπιζελιού, μπορούν να χορηγούνται γενικώς σε όλα τα φυτοφάγα ζώα χωρίς όμως να τεμαχίζονται. Η χορήγηση λεπτοτεμαχισμένων αχύρων ειδικά στα μηρυκαστικά δεν συνιστάται, καθώς δυσχεραίνεται η λειτουργία της πέψης και συνεπάγεται μείωση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος.

**Καρποδοτική καλλιέργεια:** Η συγκομιδή θα πρέπει να γίνει σε τέτοιο στάδιο ώστε αφενός να έχουν ωριμάσει οι περισσότεροι λοβοί και αφετέρου να αποφευχθεί πτώση ώριμων σπόρων στο έδαφος, από την υπερωρίμανση και το άνοιγμα των λοβών.

Όσον αφορά τα σπέρματα, αυτά μπορεί να προσθέτονται στα συμπληρωματικά σιτηρέσια των μηρυκαστικών μέχρι 20% και στα πλήρη σιτηρέσια των χοίρων και των πτηνών μέχρι 10%, με εξαίρεση εκείνα των ινδορνίθων, στα οποία μπορεί να συμμετέχουν μέχρι 32,5% (Coleou, 1965). Παρά την ύπαρξη ουσιών που δεν ενδείκνυνται για τη διατροφή των ζώων (π.χ. αναστολείς προτεασών) σε αμελητέα ποσότητα, το κτηνοτροφικό μπιζέλι αποτελεί μια καλή πηγή ενέργειας και πρωτεϊνών ικανή μάλιστα να αντικαταστήσει όμοιες ποσότητες δημητριακών ή ακόμη και ενεργειακών φυτών όπως η σόγια. Εκτός όμως από τις πρωτεΐνες, περιέχουν και μεγάλες ποσότητες αμύλου (35-40%), το οποίο αποσπάται από τον καρπό με ειδικές τεχνικές και χρησιμοποιείται στη βιομηχανία.

Οι ποικιλίες με λευκό χρώμα άνθους (*Pisum sativum hortense*), οι οποίες καλλιεργούνται σε μεγάλο βαθμό στην Ευρώπη, μπορούν πλήρως να αντικαταστήσουν τα γεύματα σόγιας σε κρεοπαραγωγικές φυλές χοίρων, και στη συνέχεια μπορούν να περιλαμβάνονται στα σιτηρέσια σε ποσοστό 40-50%. Η ελκυστικότητα από πλευράς των ζώων και η ενέργεια που προσφέρουν οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλης ποσότητας φυτικών ινών, οι οποίες όμως είναι λιγότερες στις ποικιλίες με σκουρόχρωμα άνθη, λόγω της δράσης τανινών. Ωστόσο, έχουν μικρή

περιεκτικότητα σε αμινοξέα και οι επιπλέον ποσότητες θα πρέπει να χορηγούνται συμπληρωματικά στο σιτηρέσιο.

Θα πρέπει παρόλα αυτά να σημειωθεί, ότι οι παραπάνω συγκεντρώσεις ισχύουν για τις ανοιξιάτικες ποικιλίες μπιζελιού, καθώς καλλιεργούνται σε μεγαλύτερη κλίμακα για αδιευκρίνιστους όμως λόγους, και έχουν μελετηθεί περισσότερο απ' ότι οι χειμερινές ποικιλίες. Όσον αφορά τις ποικιλίες με σκούρο χρώμα άνθους (κτηνοτροφικό μπιζέλι *Pisum sativum arvense*), μετά από πειράματα έχει βρεθεί ότι περιέχουν 5 και σε ορισμένες περιπτώσεις 10 φορές περισσότερες τανίνες, αλλά και λιγότερες πρωτεΐνες σε σύγκριση με τις ποικιλίες με λευκό χρώμα άνθους, κυρίως λόγω της ύπαρξης τανινών.

Για τους παραπάνω λόγους, η θρεπτική τους αξία θεωρείται ελαφρώς υποδεέστερη αυτής των ποικιλιών με λευκό χρώμα άνθος. Ωστόσο, σε χοίρους που προορίζονται για πάχυνση έχει παρατηρηθεί καλύτερη απόδοση αλλά και μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης των ζώων.

Χλωρά λίπανση: Συνίσταται η ενσωμάτωση της χορτομάζας τουλάχιστον δυο εβδομάδες πριν τη σπορά της κύριας καλλιέργειας. Εάν η ανάπτυξη του μπιζελιού είναι μεγάλη, η ενσωμάτωση γίνεται νωρίτερα (Παπακώστα –Τασοπούλου, 2005).

Για την παραγωγή σανού ή και καρπού, στη χώρα μας έχουν δημιουργηθεί διάφορες ποικιλίες, που είναι ειδικά προσαρμοσμένες στις επιμέρους εδαφο-κλιματικές συνθήκες των διάφορων περιοχών. Από τις ποικιλίες αυτές, άλλες είναι σανοδοτικές και καρποδοτικές και άλλες μόνο καρποδοτικές. Πιο συγκεκριμένα, οι ελληνικές ποικιλίες «Δωδώνη», «Βερμίου» και «Ιθώμη» είναι σανοδοτικές και καρποδοτικές, ενώ η «Όλυμπος» και η «Κάρπαθος» καρποδοτικές (Σπάης, 2002).

### 2.5.5 Σκοπός

Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί το παραγωγικό δυναμικό της συγκαλλιέργειας κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.) και κτηνοτροφικού μπιζελιού (*Pisum arvense* L.) σε σχέση με τη μονοκαλλιέργεια



### 3.Υλικά και Μέθοδοι

#### 3.1 Στοιχεία του Πειράματος

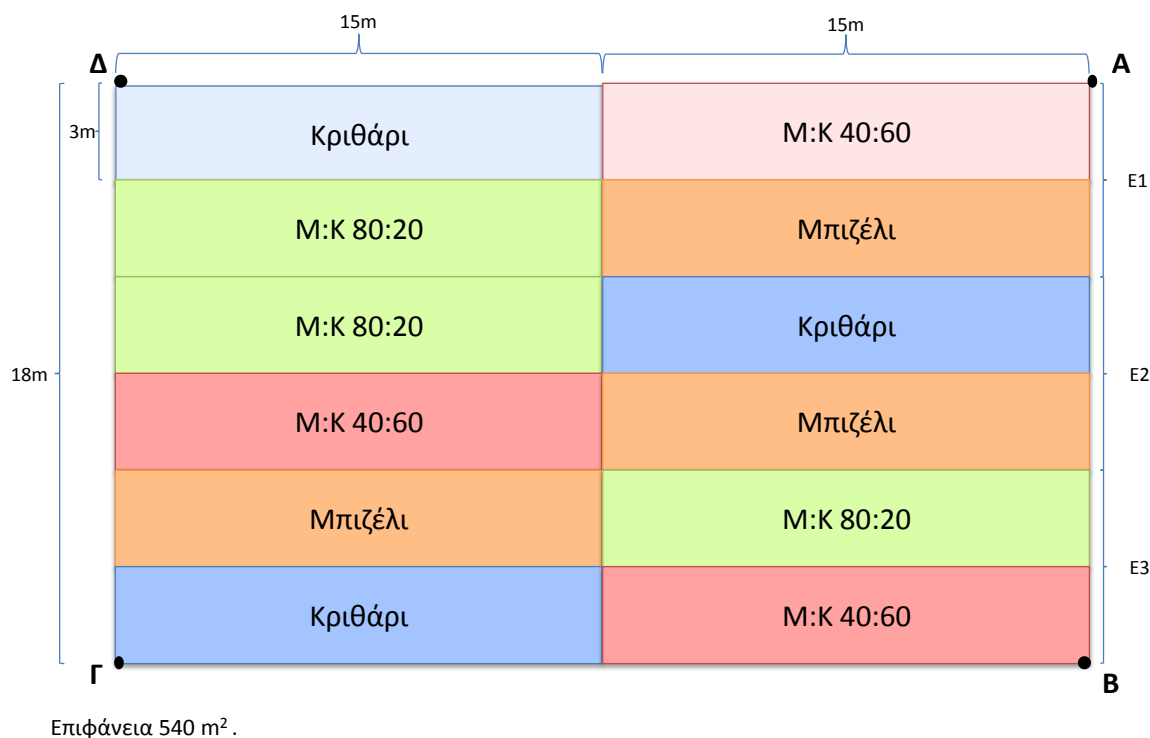
Για το σκοπό της εργασίας αυτής καλλιεργήθηκε μπιζέλι (*Pisum sativum* var. *sativum*) σε καλλιεργητικό σύστημα συγκαλλιέργειας με κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.) Τα πειράματα έγιναν στο αγρόκτημα της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο (39°23'N, 22° 45'E) τη χειμερινή καλλιεργητική περίοδο 2012-2013, με σκοπό να εκτιμηθεί η απόδοση σε βιομάζα, της συγκαλλιέργειας κριθαριού με μπιζέλι υπό την επίδραση διαφορετικών πληθυσμών. Χρησιμοποιήθηκαν δυο πυκνότητες κριθαριού (80%, 60%) και δυο πυκνότητες μπιζελιού (20%, 40%) με τις εξής μεταχειρίσεις: 20% μπιζέλι - 80% κριθάρι και 40% μπιζέλι - 60% κριθάρι. Και άλλες δυο μεταχειρίσεις προέκυψαν από τις αμιγείς καλλιέργειες για το κάθε είδος. Οι τέσσερις μεταχειρίσεις τυχαιοποιήθηκαν σε πλήρεις ομάδες με τρεις επαναλήψεις (blocks) (Σχήμα 3.1).

Το έδαφος είναι αργιλώδες με 40% άργιλο, 38% ιλύ και 22% άμμο, pH 8,2 και οργανική ουσία 1,7%.

Για την χάραξη του πειραματικού αγρού εφαρμόστηκε το Πυθαγόριο θεώρημα και επιλέχθηκε μια ευθεία αναφοράς πάνω στην οποία στηρίχθηκε η χάραξη. Πάνω στην ευθεία αυτή επιλέγεται το αρχικό μας σημείο (Α) και απέναντι από αυτό σε απόσταση 18m ένα δεύτερο (Β), με την ένωση αυτών σχηματίζεται η πρώτη ευθεία του αγρού. Απέναντι από το σημείο Α σε απόσταση 30m και διαγώνια από το σημείο Β σε απόσταση 34,9m σύμφωνα με το Πυθ. Θεώρημα επιλέχθηκε το τρίτο σημείο (Γ). Το τελευταίο σημείο (Δ) του αγρού τοποθετήθηκε στην ίδια ευθεία με το σημείο Γ και απέναντι από το Β. Εντός του πειραματικού αγρού χωρίστηκαν τα πειραματικά τεμάχια. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε μήκος 15m και πλάτος 3m και αποτελούνταν από 8 γραμμές (Σχήμα 3.1).

Στις αμιγείς καλλιέργειες όλες οι σειρές σπάρθηκαν με την ίδια πυκνότητα. Στη συγκαλλιέργεια τα φυτικά είδη σπάρθηκαν σε εναλλασσόμενες σειρές.

Σχέδιο Συγκαλλιέργειας (14/11/2012)



**Σχήμα 3.1** Πειραματικός αγρός Βελεστίνου 2012-2013. Πειραματικό σχέδιο συγκαλλιέργειας (14/11/2012).

### 3.2 Καλλιεργητικές Εργασίες

Πριν από τη σπορά, το φθινόπωρο του 2012 πραγματοποιήθηκαν οι βασικές καλλιεργητικές φροντίδες, όπως όργανο και ψιλοχωμάτισμα του επιφανειακού στρώματος του εδάφους, σύμφωνα με τις καλλιεργητικές πρακτικές (Παράρτημα 2, Εικόνα 1).

#### Σπορά

Πριν τη σπορά στον αγρό πραγματοποιήθηκε έλεγχος βλαστικής ικανότητας στο θάλαμο του βλαστητηρίου του εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών όπου βρέθηκε βλαστική ικανότητα 92% για το κριθάρι και 94% και για το μπιζέλι (Παράρτημα 2, Εικόνα 2). Για το μπιζέλι με βάρος χιλίων κόκκων (B.X.K) 301.82g σε ποσότητα σπόρου σποράς 18 kg/στρ. και για το κριθάρι με B.X.K. 40.48g σε ποσότητα σπόρου σποράς 20 kg/στρ.. Επίσης πραγματοποιήθηκε δοκιμαστική φύτευση με την σπαρτική μηχανή του

Αγροκτήματος, με σκοπό να γίνουν οι σωστές ρυθμίσεις ώστε να σπαρθεί η επιθυμητή αναλογία των δυο φυτών στο χωράφι (Παράρτημα 2, Εικόνα 3).

Η σπορά έγινε στις 28 Νοεμβρίου 2012 με πνευματική σπαρτική μηχανή. Χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι 8 θέσεις της κάθε πλευράς. Στις 8 οπίσθιες θέσεις τοποθετήθηκε το κριθάρι, ενώ στις 8 εμπρόσθιες θέσεις τοποθετήθηκε το μπιζέλι (Παράρτημα 2, Εικόνα 4).

#### Άρδευση

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν έγινε καμία άρδευση.

#### Έλεγχος ζιζανίων

Δεν χρειάστηκε χημικός έλεγχος παρά μόνο πριν από τη σπορά χρησιμοποιήθηκε καλλιεργητής για την απομάκρυνση υπολειμμάτων από προηγούμενες καλλιέργειες.

#### Λίπανση

Μετά τη σπορά έγινε λίπανση με 6 μονάδες υπερφοσφορικού λιπάσματος ανά τεμάχιο με το χέρι.

#### Έλεγχος εχθρών και ασθενειών

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν παρατηρήθηκε σοβαρή προσβολή των φυτών από εχθρούς ή ασθένειες και κατά συνέπεια δεν έγινε εφαρμογή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων.

### 3.3. Συλλογή Πειραματικών Δεδομένων

Η εκτίμηση της αποδοτικότητας της συγκαλλιέργειας μελετήθηκε με τέσσερις (4) δειγματοληψίες – καταστρεπτικές κοπές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν:

- 1<sup>η</sup> στις 13/3/2012
- 2<sup>η</sup> στις 2/4/2013
- 3<sup>η</sup> στις 26/4/2013
- 4<sup>η</sup> στις 11/5/2013

Σε κάθε δειγματοληψία και κάθε πειραματικό τεμάχιο επιλέχθηκαν φυτά τα οποία συγκομίστηκαν μέσα από τετράγωνο πλαίσιο έκτασης 1m<sup>2</sup>, με χειροσυλλογή (Παράρτημα 2, Εικόνα 5). Η επιλογή των φυτών γινόταν τυχαία αλλά πάντα από τις μεσαίες γραμμές, για την

αποφυγή της επίδρασης του περιθωρίου. Μετά την κοπή, το δείγμα από το κάθε πειραματικό τεμάχιο ζυγίζοταν για χλωρό βάρος, με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού, τοποθετούνταν σε σακούλα ξεχωριστά με τον αριθμό του τεμαχίου και μεταφερόταν στο εργαστήριο για περαιτέρω εργαστηριακό έλεγχο.

### 3.4 Εργαστηριακές Μετρήσεις

Από τα δείγματα που μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, ξεχωρίζονταν τα δυο είδη και μετρούνταν ξεχωριστά με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού. Στο εργαστήριο επιλεγόταν υπόδειγμα 3 φυτών από το κάθε είδος, όπου μετρήθηκε επίσης το χλωρό τους βάρος. Από το υπόδειγμα των φυτών επίσης μετριούνταν ξεχωριστά τα φύλλα, οι βλαστοί και τα καρποφόρα όργανα (Παράρτημα 2, Εικόνα 6,7,8).

Επίσης μετρήθηκε ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας. Η αναγωγή της φυλλικής επιφάνειας στο  $1 \text{ m}^2$  γινόταν μέσω του καταγεγραμμένου βάρους των φύλλων των τριών φυτών και της συνολικής ποσότητας του δείγματος.

### 3.5. Επεξεργασία Φύλλων

Όπως προαναφέρθηκε, από κάθε υπόδειγμα επιλέχθηκαν τα φύλλα και μετρήθηκε το χλωρό τους βάρος ξεχωριστά με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού και η φυλλική τους επιφάνεια.

Η επιφάνεια των χλωρών φύλλων μετρήθηκε με τη βοήθεια του αυτόματου εμβοδομέτρου φύλλων (leaf area meter). Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

- Το LI-COR model LI-3000A portable area meter, που είναι ο υπολογιστής του συστήματος και αποτελείται από την οθόνη, τα πλήκτρα του υπολογιστή και τις υποδοχές για τις συνδέσεις με τα παράπλευρα όργανα.
- Την κεφαλή σάρωσης του συστήματος μέσα από την οποία περνούν τα φύλλα.
- Το εξάρτημα LI-3050A Transparent Belt Conveyer με πλαστική διάφανη ζώνη η οποία περιστρέφεται βοηθώντας τη διέλευση των φύλλων μέσα από την κεφαλή σάρωσης, για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας.

Τα τρία αυτά όργανα συνδέονται μεταξύ τους και το όλο σύστημα αποτελεί μια ηλεκτρονική μέθοδο μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας.

Πριν από τη χρήση του ανωτέρω συστήματος για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας έγινε βαθμονόμηση του LI-COR με τη βοήθεια δυο μεταλλικών δίσκων εμβαδού 50 και 10 cm<sup>2</sup> που το συνοδεύουν έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια μέτρησης.

Το LI-COR έχει τη δυνατότητα μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας, του μήκους, του πλάτους και του συνολικού πλάτους των φύλλων. Οι μετρήσεις αποθηκεύονται στο LI-COR και μπορούν να μεταφερθούν σε Η/Υ ή σε εκτυπωτή.

Εφαρμογή: Αφού τοποθετήθηκε κατάλληλα η κεφαλή σάρωσης μέσα στο LI-3050A έγινε η σύνδεση με το LI-COR. Τα φύλλα τοποθετήθηκαν πάνω στην περιστρεφόμενη ζώνη με προσοχή έτσι ώστε να είναι παράλληλα με τη ζώνη και να μην διπλώνουν. Μόλις αυτά περνούσαν μέσα από τη κεφαλή σάρωσης το LI-COR παρείχε τις ενδείξεις. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για όλα τα επιλεγμένα φύλλα από κάθε υπόδειγμα. Οι μεμβράνες πάνω στις οποίες τοποθετούσαν τα φύλλα για να μετρηθεί η φυλλική τους επιφάνεια ήταν πάντοτε καθαρές ώστε να μην επηρεάζεται το αποτέλεσμα.

Η φυλλική επιφάνεια εκφράζεται με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI), ο οποίος ισούται με τη συνολική επιφάνεια των φύλλων που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη μονάδα επιφάνειας του εδάφους. Με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας αγνοούνται οι άλλες φωτοσυνθέτουσες επιφάνειες του φυτού ( μίσχοι, στελέχη, κ.α.) οι οποίες σε πρακτική κλίμακα αντιπροσωπεύουν πολύ μικρό ποσοστό. Ο LAI εκφράζει την αποτελεσματικότητα μιας καλλιέργειας ως προς τη φωτοσυνθετική ικανότητα. Ο LAI αυξάνει από το φύτευμα μέχρι ενός ορίου του ώριμου φυτού και η αύξηση αυτή συνδέεται εποχικά με το ρυθμό αύξησης και βλαστικής ανάπτυξης των φυτών.

Το φύτευμα του κριθαριού έγινε στις 12 Δεκεμβρίου 2012, 14 ημέρες μετά την σπορά, ενώ η έκπτυξη του μπιζελιού έγινε στις 27 Δεκεμβρίου 2012, 29 ημέρες μετά τη σπορά (Παράρτημα 2, Εικόνα 9 και 10).

### 3.6 Μετεωρολογικά Δεδομένα και Στατιστική Ανάλυση

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος που βρίσκεται στο αγρόκτημα της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου. Ο σταθμός καταγράφει ανά τακτά χρονικά διαστήματα τη θερμοκρασία αέρα και τη βροχόπτωση. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάστηκαν με το υπολογιστικό φύλλο Microsoft – Excel.

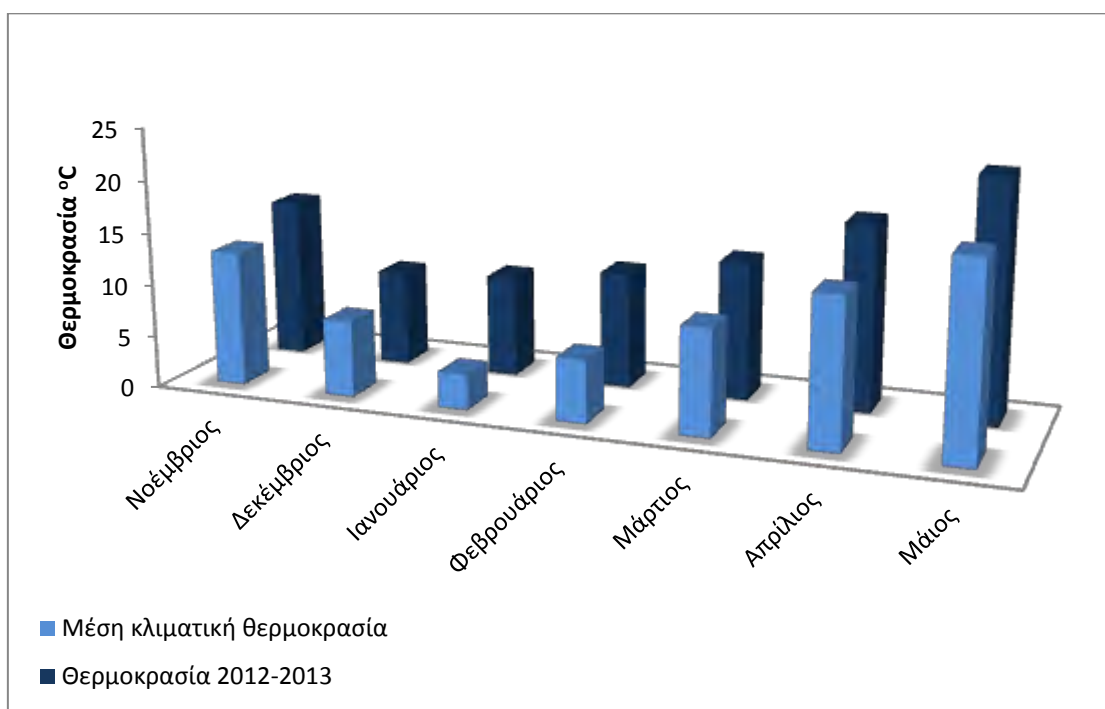
Για τη στατιστική ανάλυση και τη μελέτη των αποτελεσμάτων έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με το στατιστικό πακέτο GENSTAT και το λογισμικό Microsoft – Excel.

## 4. Αποτελέσματα

### 4.1. Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στο Διάγραμμα 4.1.1 παρουσιάζεται η θερμοκρασία που σημειώθηκε στο Βελεστίνο κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012-2013 και η μέση κλιματική θερμοκρασία της περιοχής.

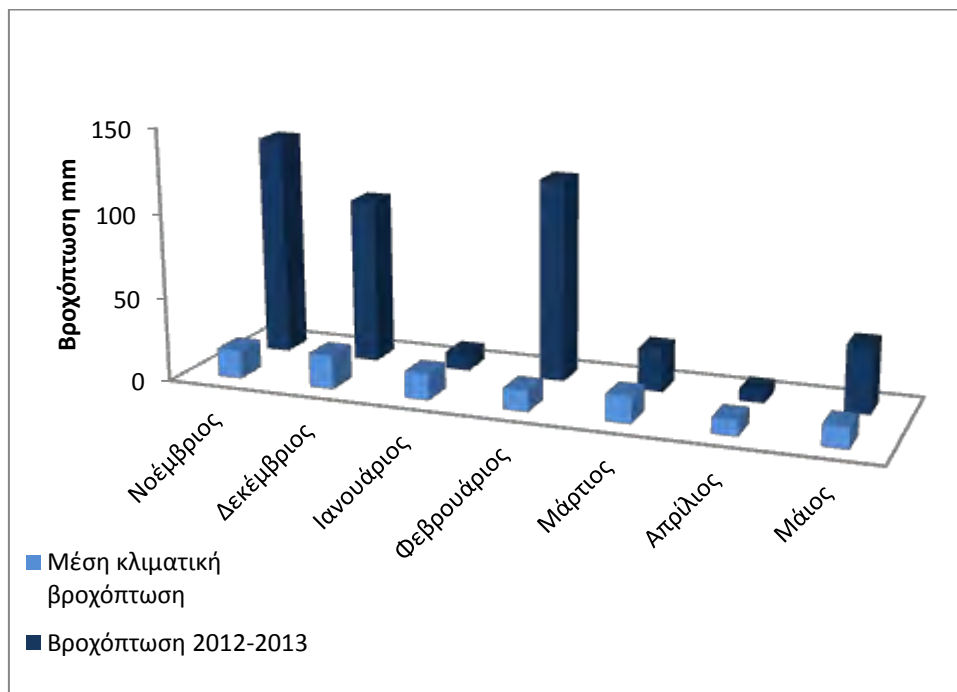
Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4.1.1 καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο οι θερμοκρασίες ήταν μεγαλύτερες από τη μέση κλιματική της περιοχής, με μικρότερη διαφορά θερμοκρασίας να παρουσιάζεται κατά τον μήνα Νοέμβριο με 2,4°C και μεγαλύτερη διαφορά θερμοκρασίας κατά τον μήνα Ιανουάριο με 6,3 °C. Η μέγιστη θερμοκρασία εμφανίστηκε το μήνα Μάιο με 22,95 °C, ενώ η ελάχιστη θερμοκρασία εμφανίστηκε το μήνα Ιανουάριο με 9,7 °C.



**Διάγραμμα 4.1.1** Διάγραμμα θερμοκρασιών στο Βελεστίνο από Νοέμβριο του 2012 έως και Μάιο του 2013.

Στο Διάγραμμα 4.1.2 παρουσιάζεται η βροχόπτωση που σημειώθηκε στο Βελεστίνο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012-2013 και η μέση κλιματική βροχόπτωση της περιοχής.

Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4.1.2 καθόλη την καλλιεργητική περίοδο η βροχόπτωση ήταν πολύ μεγαλύτερη από τη μέση κλιματική της περιοχής, εκτός από τους μήνες Ιανουάριο που η βροχόπτωση ήταν χαμηλότερη κατά 5,4mm από την κλιματική και τον μήνα Απρίλιο που επίσης ήταν κατά 2mm χαμηλότερη από την κλιματική. Οι έντονες βροχοπτώσεις σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν την καλλιεργητική περίοδο 2012-2013 βοήθησαν στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Η συνολική ποσότητα νερού για την καλλιεργητική περίοδο ήταν της τάξης των 432 mm.



**Διάγραμμα 4.1.2** Διάγραμμα βροχοπτώσεων στο Βελεστίνο από Νοέμβριο 2012 έως και Μάιο του 2013.



## 4.2 Χαρακτηριστικά Κριθαριού

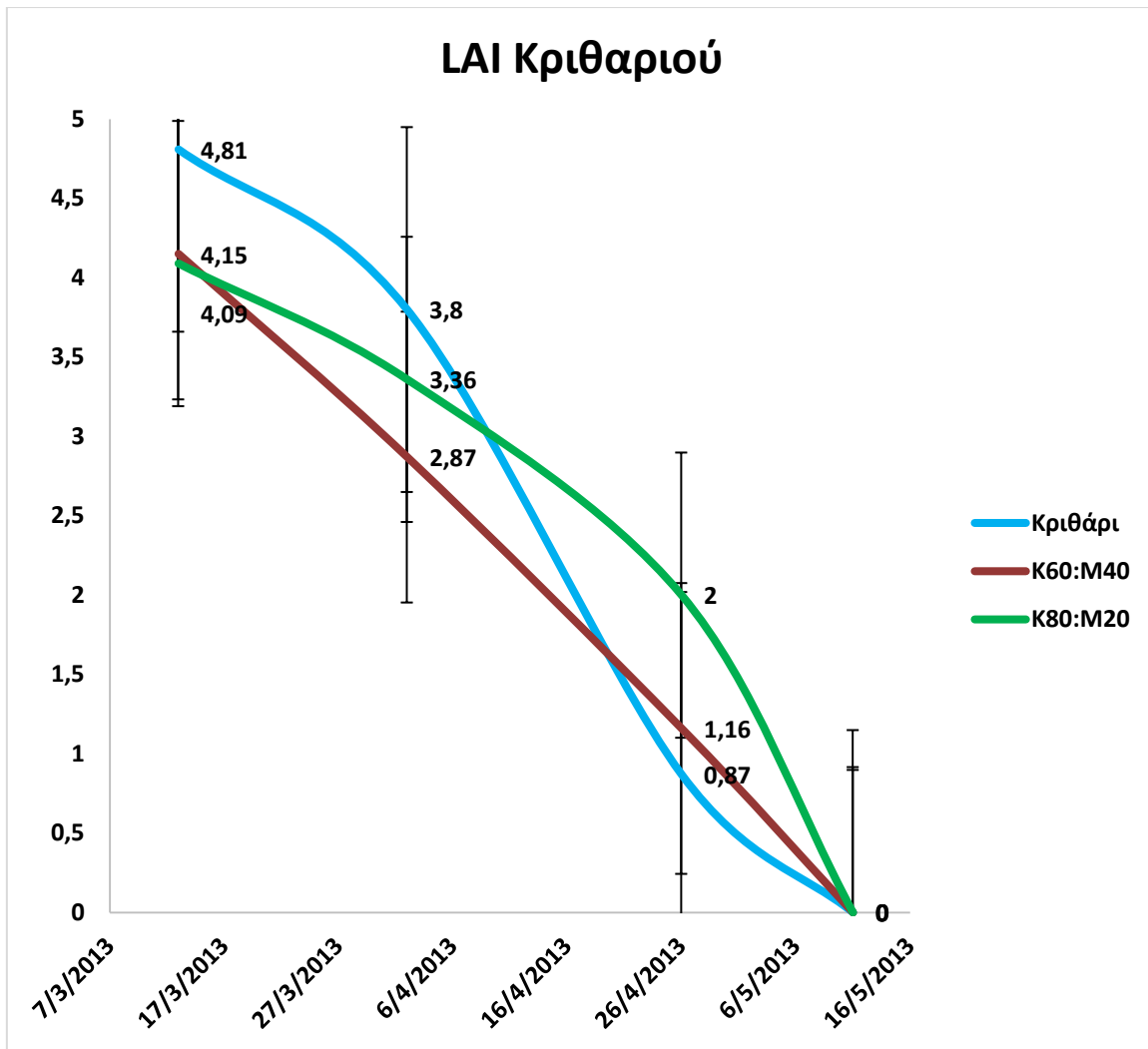
Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) μειώνεται σταδιακά κατά την καλλιεργητική περίοδο, λόγω ωρίμανσης των φύλλων και μετατόπισης των προϊόντων της φωτοσύνθεσης στα καρποφόρα όργανα, η μέγιστη τιμή που παρατηρείται αναλυτικά για κάθε μεταχείριση είναι **4.81** στην περίπτωση της αμιγούς καλλιέργειας κριθαριού, **4.15** στη συγκαλλιέργεια με ποσοστό Κ60:Μ40 και **4.09** στη συγκαλλιέργεια με ποσοστό Κ80:Μ20 (Πίνακας 4.2.1).

Σε καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις δεν μετρήθηκε ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) στην τελευταία δειγματοληψία, επειδή είχε αρχίσει η γήρανση των φυτών και τα φύλλα δεν ήταν φωτοσυνθετικός ενεργά (Παράρτημα 2, Εικόνα 11).

Κατά την πρώτη (13/3/2013) και δεύτερη (2/4/2013) καταστρεπτική κοπή δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά του LAI ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, όμως κατά την τρίτη (26/4/2013) κοπή που πραγματοποιήθηκε παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά του δείκτη φυλλικής επιφάνειας στη συγκαλλιέργεια με ποσοστό Κ80:Μ20 έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (LSD=0.1158, Παράρτημα 1)(Διάγραμμα 4.2.1).

**Πίνακας 4.2.1** Δείκτης φυλλικής επιφάνειας κριθαριού ως αμιγή καλλιέργεια και ως συγκαλλιέργεια με μπιζέλι στις τρεις δειγματοληπτικές κοπές.

<b>LAI Κριθαριού</b>				
	<b>13/3/2013</b>	<b>2/4/2013</b>	<b>26/4/2013</b>	<b>11/5/2013</b>
<b>Κριθάρι</b>	4,81	3,8	0,87	0
<b>Κ60:Μ40</b>	4,15	2,87	1,16	0
<b>Κ80:Μ20</b>	4,09	3,36	2,00	0



**Διάγραμμα 4.2.1** Δείκτης φυλλικής επιφάνειας κριθαριού ως αμιγή καλλιέργεια και ως συγκαλλιέργεια με μπιζέλι στις τρεις δειγματοληπτικές κοπές. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

Οι τιμές τις χλωρής βιομάζας των βλαστών των φύλλων και των καρποφόρων οργάνων που παρατηρήθηκαν στις δυο πυκνότητες συγκαλλιέργειας με μπιζέλι αλλά και στην αμιγή καλλιέργεια του κριθαριού στις τέσσερις δειγματοληπτικές κοπές που πραγματοποιήθηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο φαίνονται στον Πίνακα 4.2.2.

**Πίνακας 4.2.2** Χλωρή βιομάζα βλαστών, φύλλων και καρποφόρων οργάνων κριθαριού ως αμιγούς καλλιέργειας και ως συγκαλλιέργειας με μπιζέλι στις τέσσερις δειγματοληπτικές κοπές.

<b>Χλωρή Βιομάζα Κριθαριού kg/στρ.</b>										
	<b>13/3/2013</b>		<b>2/4/2013</b>		<b>26/4/2013</b>			<b>11/5/2013</b>		
	Βλαστοί	Φύλλα	Βλαστοί	Φύλλα	Βλαστοί	Φύλλα	Κ.Ο.	Βλαστοί	Φύλλα	Κ.Ο.
<b>Κριθάρι</b>	622,61	854,61	1305,54	587,03	1028,06	122,86	388,61	578,26	84,93	522,27
<b>K60:M40</b>	625,41	792,76	1111,19	540,81	1226,61	189,95	420,85	849,37	123,64	796,76
<b>K80:M20</b>	431,33	805,76	1510,69	636,12	1601,43	286,37	477,31	1024,43	210,62	1311,02

Παρατηρείται σταδιακή αύξηση του ποσοστού χλωρής βιομάζας των βλαστών του κριθαριού κατά την πρώτη (13/3/2013) και δεύτερη (2/4/2013) καταστρεπτική κοπή, ενώ κατά την τρίτη (26/4/2013) και τέταρτη (11/5/2013) κοπή παρατηρείται σταδιακή μείωση λόγω μάρανσης των φυτών (Παράρτημα 2, Εικόνα 11) (Διάγραμμα 4.2.2).

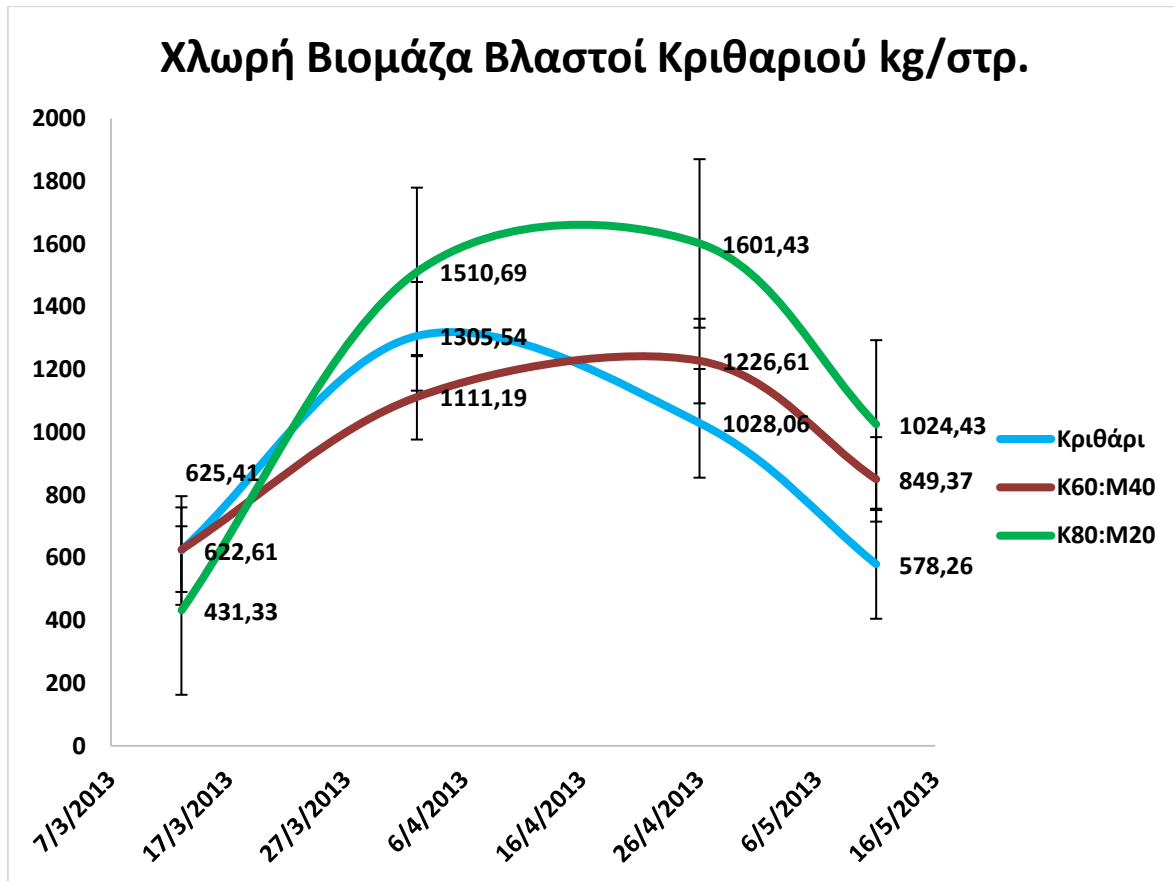
Στην πρώτη καταστρεπτική κοπή οι αποδόσεις των βλαστών του κριθαριού κυμαίνονταν από 431,33 kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20, με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (LSD=132.5), έως 622,61kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 και 625,61kg/στρ. για την αμιγή καλλιέργεια κριθαριού (Διάγραμμα 4.2.2, Παράρτημα 1).

Κατά την δεύτερη δειγματοληψία οι αποδόσεις τις χλωρής βιομάζας των βλαστών του κριθαριού αυξήθηκαν αρκετά μιας και τα φυτά βρίσκονταν ήδη στο στάδιο της επιμήκυνσης (καλάμωμα) των βλαστών, όπου κυμαίνονταν από 1111,19kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 έως 1510,69kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (Διάγραμμα 4.2.2, Παράρτημα 1).

Στην τρίτη καταστρεπτική κοπή η απόδοση των βλαστών του κριθαριού για τις δύο πυκνότητες της συγκαλλιέργειας ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις αποδόσεις που μετρήθηκαν κατά την δεύτερη καταστρεπτική κοπή και έφταναν τα 1601,43kg/στρ. στην πυκνότητα K80:M20, με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (LSD=343.1) και 1226,61kg/στρ. στην πυκνότητα K60:M40. Ενώ η απόδοση στην αμιγή καλλιέργεια μειώθηκε στα 1028,06kg/στρ. (Διάγραμμα 4.2.2, Παράρτημα 1).

Κατά την τέταρτη και τελευταία κοπή και ενώ τα φυτά ήταν ήδη στο στάδιο του υπερώριμου σπόρου, η απόδοση των βλαστών του κριθαριού είχε μειωθεί σε όλες τις μεταχειρίσεις, με την

υψηλότερη απόδοση να καταμετράται στα 1024,43kg/στρ. στη συγκαλλιέργεια στο μίγμα Κ80:Μ20, με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων που κυμαίνονταν στα 849,37kg/στρ. για τη συγκαλλιέργεια στην αναλογία Κ60:Μ40 και στα 578,26kg/στρ. στην αμιγή καλλιέργεια (Διάγραμμα 4.2.2, Παράρτημα 1).



**Διάγραμμα 4.2.2** Χλωρή βιομάζα βλαστών κριθαριού και στις τρεις μεταχειρίσεις καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

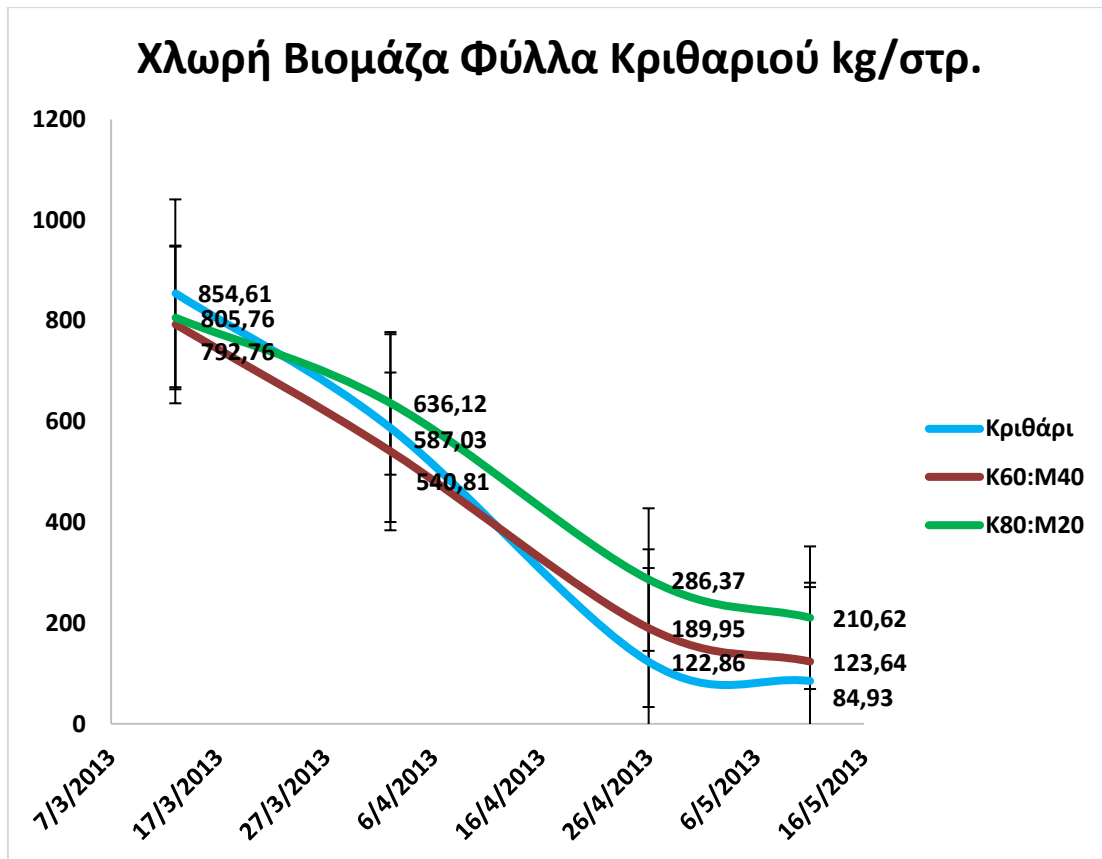
Παρατηρείται σταδιακή μείωση του ποσοστού χλωρής βιομάζας των φύλων του κριθαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο λόγω ωρίμανσης των φυτών και μετατόπισης των προϊόντων της χλωροφύλλης στα καρποφόρα όργανα. Το μεγαλύτερο ποσοστό της χλωρής βιομάζας των φύλων του κριθαριού παρατηρείται κατά την πρώτη (13/3/2013) καταστρεπτική κοπή στην αμιγή καλλιέργεια, όμως για τις υπόλοιπες καταστρεπτικές κοπές το μεγαλύτερο ποσοστό χλωρής βιομάζας των φύλων του κριθαριού παρατηρείται στη συγκαλλιέργεια στο ποσοστό Κ80:Μ20 (Διάγραμμα 4.2.3).

Στην πρώτη καταστρεπτική κοπή οι αποδόσεις των φύλλων του κριθαριού κυμαίνονταν από 792,76kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40, έως 805,76kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20 και 854,61kg/στρ. για την αμιγή καλλιέργεια κριθαριού (Διάγραμμα 4.2.3).

Κατά την δεύτερη δειγματοληψία οι αποδόσεις τις χλωρής βιομάζας των φύλλων του κριθαριού, κυμαίνονταν από 540,81kg/στρ. για τη μεταχείριση τις συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 έως 636,12kg/στρ. για τη μεταχείριση τις συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές έναντι των μεταχειρίσεων (Διάγραμμα 4.2.3, Παράρτημα 1).

Στην τρίτη καταστρεπτική κοπή η απόδοση των φύλλων του κριθαριού για τις δύο πυκνότητες τις συγκαλλιέργειας ήταν υψηλότερες σε σχέση με την απόδοση τις αμιγούς καλλιέργειας και έφταναν τα 286,37kg/στρ. στην πυκνότητα K80:M20, με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (LSD=30.4) και 189,95kg/στρ. στην πυκνότητα K60:M40. Ενώ η απόδοση στην αμιγή καλλιέργεια μειώθηκε στα 122,86kg/στρ. (Διάγραμμα 4.2.3, Παράρτημα 1).

Κατά την τέταρτη και τελευταία κοπή και ενώ ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας είναι στο μηδέν, η απόδοση των φύλλων του κριθαριού είχε μειωθεί αρκετά, με την υψηλότερη απόδοση να καταμετράται στα 210,62kg/στρ. στη συγκαλλιέργεια στο μίγμα K80:M20, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις κυμαίνονταν στα 123,64kg/στρ. για τη συγκαλλιέργεια στην αναλογία K60:M40 και στα 84,93kg/στρ. στην αμιγή καλλιέργεια (Διάγραμμα 4.2.3, Παράρτημα 2 Εικόνα 15).



**Διάγραμμα 4.2.3** Χλωρή βιομάζα φύλλων κριθαριού και στις τρεις μεταχειρίσεις στις τέσσερις δειγματοληπτικές κοπές. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

Παρατηρείται η αύξηση του ποσοστού χλωρής βιομάζας των καρποφόρων οργάνων του κριθαριού τρίτη (26/4/2013) και τέταρτη (11/5/2013) καταστρεπτική κοπή. Το υψηλότερο ποσοστό χλωρής βιομάζας παρατηρείται κατά την κοπή που πραγματοποιήθηκε στις 11 Μαΐου 2013 με στατιστικά σημαντική διαφορά στην καλλιέργεια του κριθαριού ως συγκαλλιέργεια σε αναλογία K80:M20 ( $LSD=201$ , Παράρτημα 1) και ακολουθεί το ποσοστό K60:M20 (Διάγραμμα 4.2.4).



**Διάγραμμα 4.2.4** Χλωρή βιομάζα καρποφόρων οργάνων κριθαριού ως συγκαλλιέργεια με μιζζέλι και ως αμιγή καλλιέργεια. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

Οι αποδόσεις στο σύνολο της βιομάζας στις τρεις μεταχειρίσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.3. Σε όλες τις περιπτώσεις η απόδοση του κριθαριού στη συγκαλλιέργεια ήταν υψηλότερη από την απόδοση της αμιγούς καλλιέργειας.

Η υψηλότερη παραγωγή της συνολικής χλωρής βιομάζας του κριθαριού μετρήθηκε στη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας με αναλογία K80:M20 με 2546,07 kg/στρ., σε σχέση με την αναλογία K60:M40 με 1769,07 kg/στρ. και την αμιγή καλλιέργεια με 1185,46 kg/στρ.

Παρατηρείται σταδιακή αύξηση της συνολικής χλωρής βιομάζας του κριθαριού καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο (Διάγραμμα 4.2.5).

Στην πρώτη καταστρεπτική κοπή οι αποδόσεις του κριθαριού κυμαίνονταν από 1237,08kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20 έως 1477,5kg/στρ. για την αμιγή καλλιέργεια κριθαριού (Διάγραμμα 4.2.5).

Κατά την δεύτερη δειγματοληψία οι αποδόσεις της χλωρής βιομάζας του κριθαριού κυμαίνονταν από 1652kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40

έως 2146,81kg/στρ. για τη μεταχείριση τις συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις (Διάγραμμα 4.2.5, Παράρτημα 1).

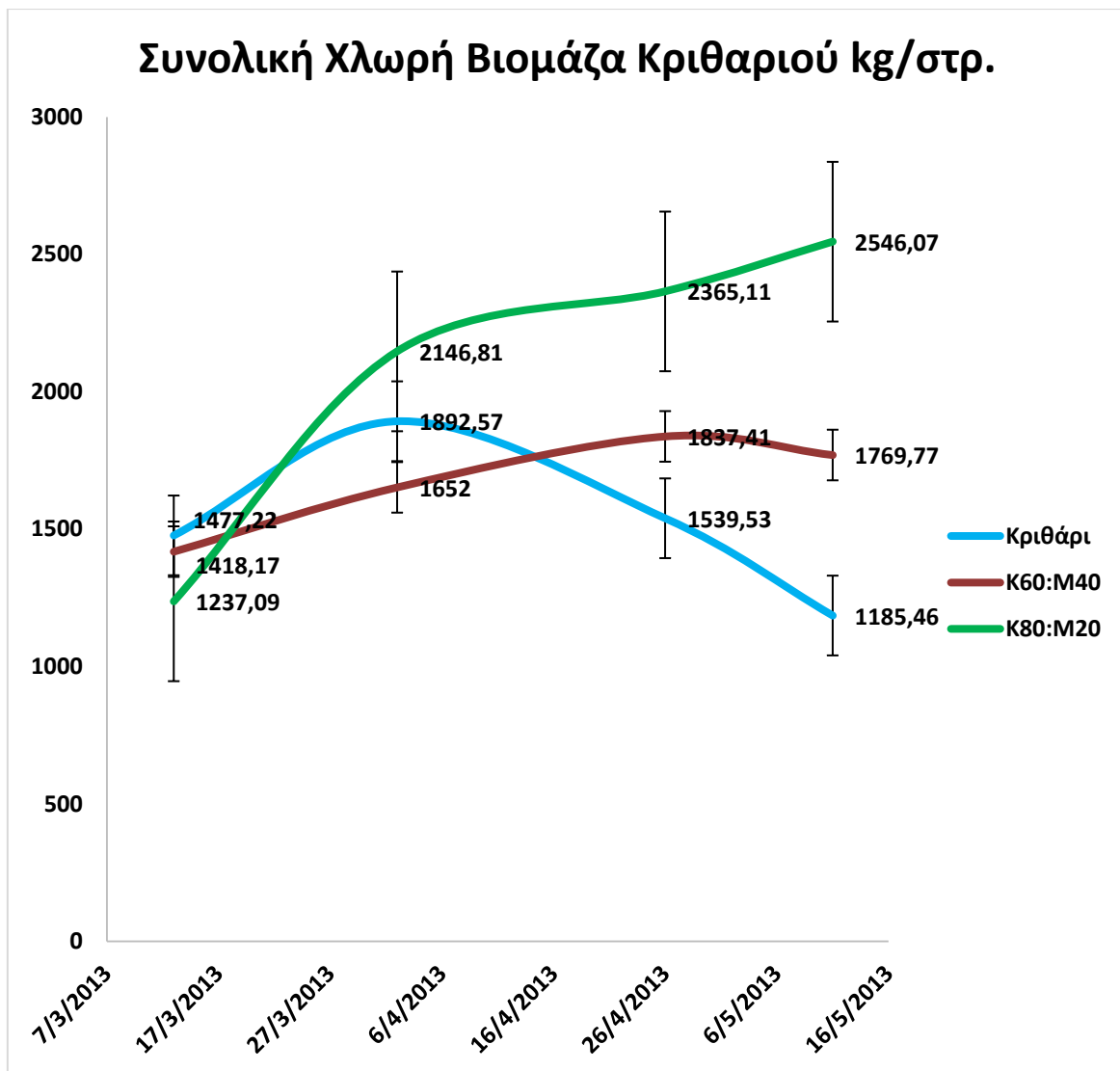
Στην τρίτη καταστρεπτική κοπή η απόδοση της βιομάζας του κριθαριού για τις δύο πυκνότητες τις συγκαλλιέργειας ήταν υψηλότερες, με στατιστικά σημαντική διαφορά (LSD=524.6), σε σχέση με τις αποδόσεις που μετρήθηκε στην αμιγή καλλιέργεια, η οποία μειώθηκε αντί να αυξηθεί (Διάγραμμα 4.2.5, Παράρτημα 1).

Ενώ στην τέταρτη και τελευταία κοπή η απόδοση σε χλωρή βιομάζα μειώθηκε για τις μεταχειρίσεις της αμιγούς καλλιέργειας (1185,46Kg/στρ.) και της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 (1769,77kg/στρ.). Η συγκαλλιέργεια του κριθαριού με το μπιζέλι σε ποσοστό K80:M20 λόγω ωφελειών της συγκαλλιέργειας από το αζωτοδεσμευτικό ψυχανθές, η απόδοσή του αυξήθηκε με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (LSD=461.4) (Διάγραμμα 4.2.5, Παράρτημα 1, Παράρτημα 2, Εικόνα 14).

**Πίνακας 4.2.3** Συνολική χλωρή βιομάζα κριθαριού ως αμιγούς καλλιέργειας και ως συγκαλλιέργειας με μπιζέλι στις τέσσερις δειγματοληπτικές κοπές.

<b>Συνολική Χλωρή Βιομάζα Κριθαριού kg/στρ.</b>				
	<b>13/3/2013</b>	<b>2/4/2013</b>	<b>26/4/2013</b>	<b>11/5/2013</b>
<b>Κριθάρι</b>	1477,22	1892,57	1539,53	1185,46
<b>K60:M40</b>	1418,17	1652	1837,41	1769,77
<b>K80:M20</b>	1237,09	2146,81	2365,11	2546,07





**Διάγραμμα 4.2.5** Χλωρή βιομάζα κριθαριού ως αμιγούς καλλιέργειας και ως συγκαλλιέργειας με μπιζέλι καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

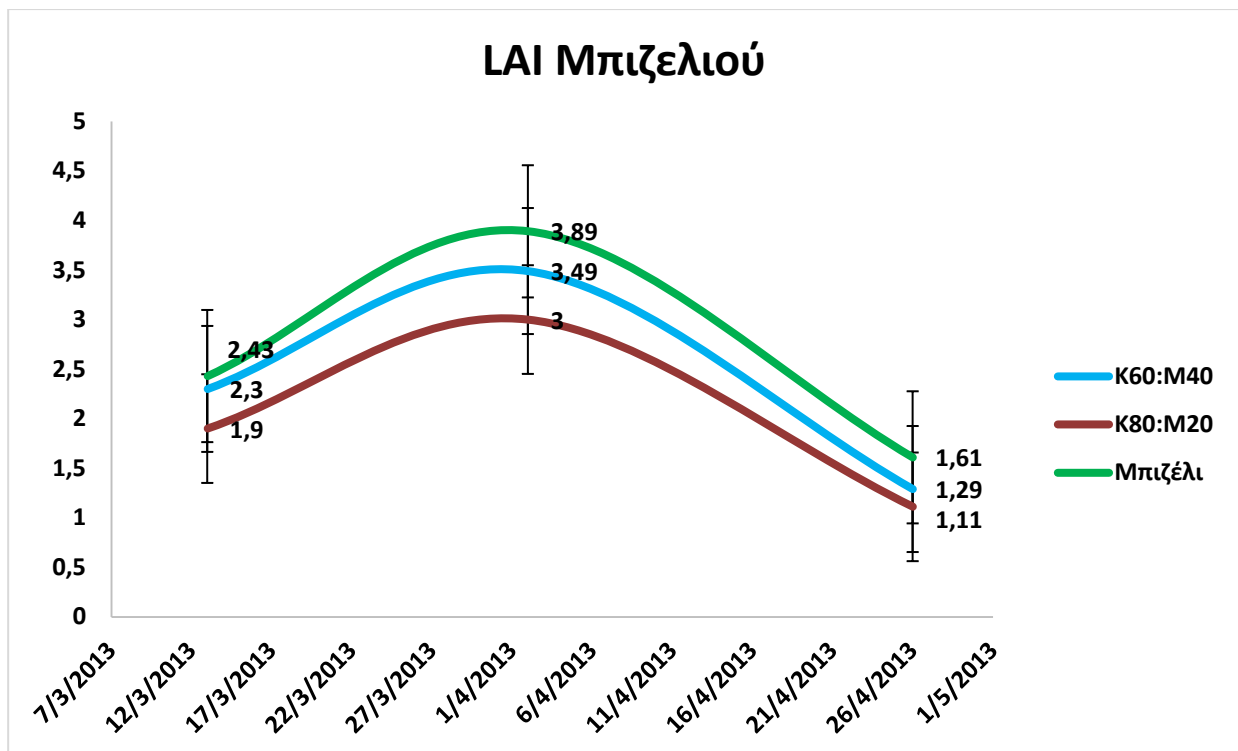
### 4.3. Χαρακτηριστικά του Μπιζελιού

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) αυξάνεται σταδιακά κατά την πρώτη (13/3/2013) και δεύτερη (2/4/2013) καταστρεπτική κοπή, ενώ στη συνέχεια μειώνεται, λόγω ωρίμανσης των φύλλων και μετατόπισης των προϊόντων της φωτοσύνθεσης στα καρποφόρα όργανα, η μέγιστη τιμή που παρατηρείται αναλυτικά για κάθε μεταχείριση είναι **2.43** στην περίπτωση της αμιγούς καλλιέργειας μπιζελιού, **2,3** στη συγκαλλιέργειας με ποσοστό K60:M40 και **1,9** στη συγκαλλιέργειας με ποσοστό K80:M20 (Πίνακας 4.3.1, Διάγραμμα 4.3.1).

Σε καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις δεν μετρήθηκε ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) στην τελευταία δειγματοληψία, επειδή είχε αρχίσει η γήρανση των φυτών και τα φύλλα δεν ήταν φωτοσυνθετικός ενεργά.

**Πίνακας 4.3.1** Δείκτης φυλλικής επιφάνειας μπιζελιού ως αμιγή καλλιέργεια και ως συγκαλλιέργεια με κριθάρι στις τρεις δειγματοληπτικές κοπές.

<b>LAI Μπιζελιού</b>			
	<b>13/3/2013</b>	<b>2/4/2013</b>	<b>26/4/2013</b>
<b>K60:M40</b>	2,3	3,49	1,29
<b>K80:M20</b>	1,9	3,00	1,11
<b>Μπιζέλι</b>	2,43	3,89	1,61



**Διάγραμμα 4.3.1** Δείκτης φυλλικής επιφάνειας μπιζελιού ως αμιγή καλλιέργεια και ως συγκαλλιέργεια με κριθάρι καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

Οι τιμές τις χλωρής βιομάζας των βλαστών των φύλλων και των καρποφόρων οργάνων που παρατηρήθηκαν στις δυο πυκνότητες συγκαλλιέργειας με κριθάρι αλλά και στην αμιγή καλλιέργεια του μπιζελιού στις τέσσερις δειγματοληπτικές κοπές που πραγματοποιήθηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο φαίνονται στον Πίνακα 4.3.2.

**Πίνακας 4.3.2** Χλωρή βιομάζα βλαστών, φύλλων και καρποφόρων οργάνων μπιζελιού ως αμιγούς καλλιέργειας και ως συγκαλλιέργειας με κριθάρι στις τέσσερις δειγματοληπτικές κοπές.

Χλωρή Βιομάζα Μπιζελιού kg/στρ.										
	13/3/2013		2/4/2013		26/4/2013			11/5/2013		
	Βλαστοί	Φύλλα	Βλαστοί	Φύλλα	Βλαστοί	Φύλλα	Κ.Ο.	Βλαστοί	Φύλλα	Κ.Ο.
<b>K60:M40</b>	68,02	85,81	91,07	63,51	132,8	112,63	28,13	39,24	40,42	148
<b>K80:M20</b>	93,05	85,67	145,42	133,84	63,4	28,83	10,94	14,91	13,01	34,8
<b>Μπιζέλι</b>	209,69	300,87	288,06	304,92	437,42	298,33	65,91	104,71	92,03	280

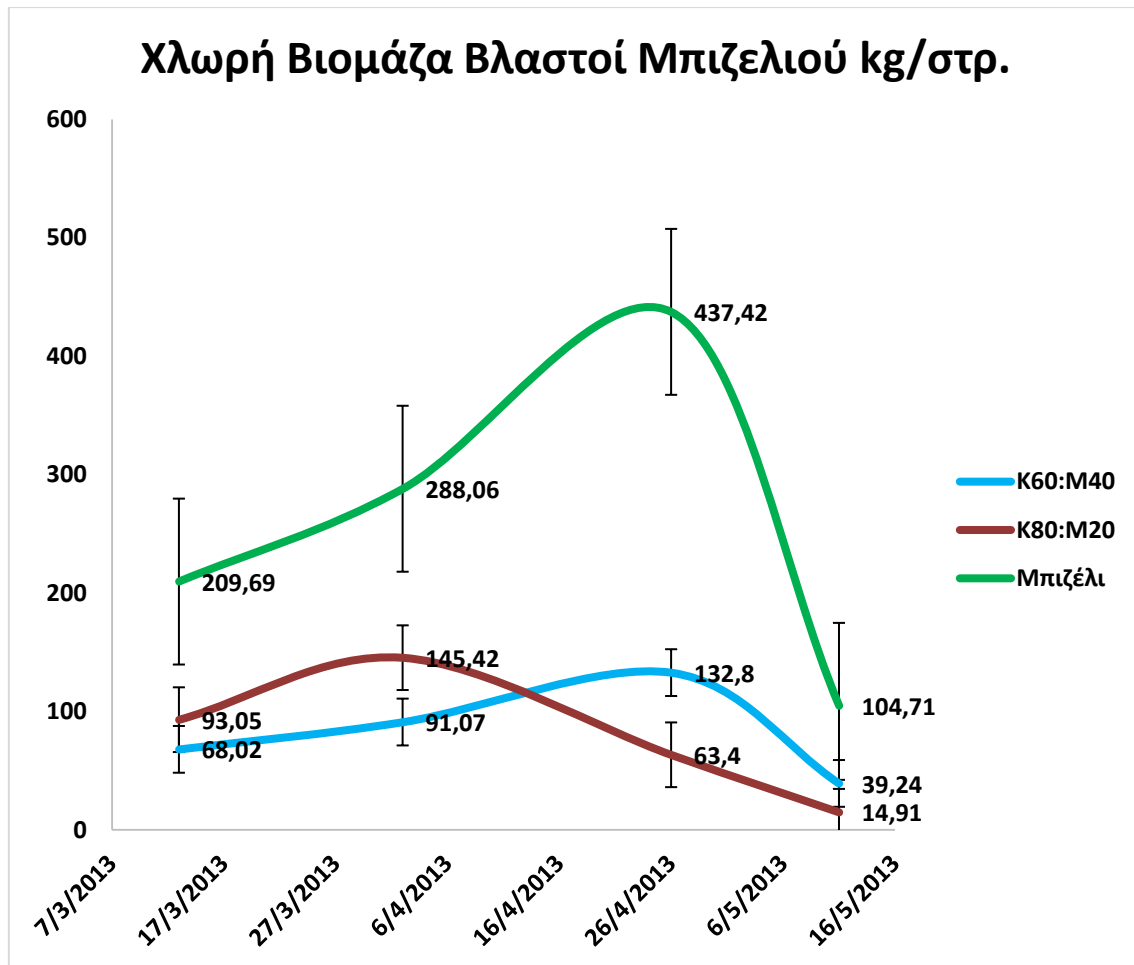
Παρατηρείται σταδιακή αύξηση του ποσοστού χλωρής βιομάζας των βλαστών του μπιζελιού κατά την πρώτη (13/3/2013) και δεύτερη (2/4/2013) καταστρεπτική κοπή, ενώ κατά την τρίτη (26/4/2013) και τέταρτη (11/5/2013) κοπή παρατηρείται σταδιακή μείωση λόγω μάρανσης των φυτών (Παράρτημα 2, Εικόνα 16) (Διάγραμμα 4.3.2).

Στην πρώτη καταστρεπτική κοπή οι αποδόσεις των βλαστών του μπιζελιού κυμαίνονταν από 68,02kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40, έως 93,05kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20 και 209,69kg/στρ. για την αμιγή καλλιέργεια μπιζελιού (Διάγραμμα 4.3.2).

Κατά την δεύτερη δειγματοληψία οι αποδόσεις τις χλωρής βιομάζας των βλαστών του μπιζελιού κυμαίνονταν από 91,07kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 έως 288,06kg/στρ. για τη μεταχείριση της αμιγούς καλλιέργειας (Διάγραμμα 4.3.2).

Στην τρίτη καταστρεπτική κοπή η απόδοση των βλαστών του μπιζελιού για την πυκνότητα της συγκαλλιέργειας K60:M40 και την αμιγή καλλιέργειας, αυξήθηκε σε 132,8kg/στρ. και 437,42kg/στρ. αντίστοιχα, ενώ η μεταχείριση K80:M20 μειώθηκε σε 63,4kg/στρ. (Διάγραμμα 4.3.2).

Κατά την τέταρτη και τελευταία κοπή και ενώ τα φυτά ήταν είδη στο στάδιο του υπερώριμου σπόρου, η απόδοση των βλαστών του μπιζελιού είχε μειωθεί σε όλες της μεταχειρίσεις, (Διάγραμμα 4.3.2).



**Διάγραμμα 4.3.2** Χλωρή βιομάζα βλαστών μπιζελιού ως συγκαλλιέργεια και ως αμιγούς καλλιέργειας καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

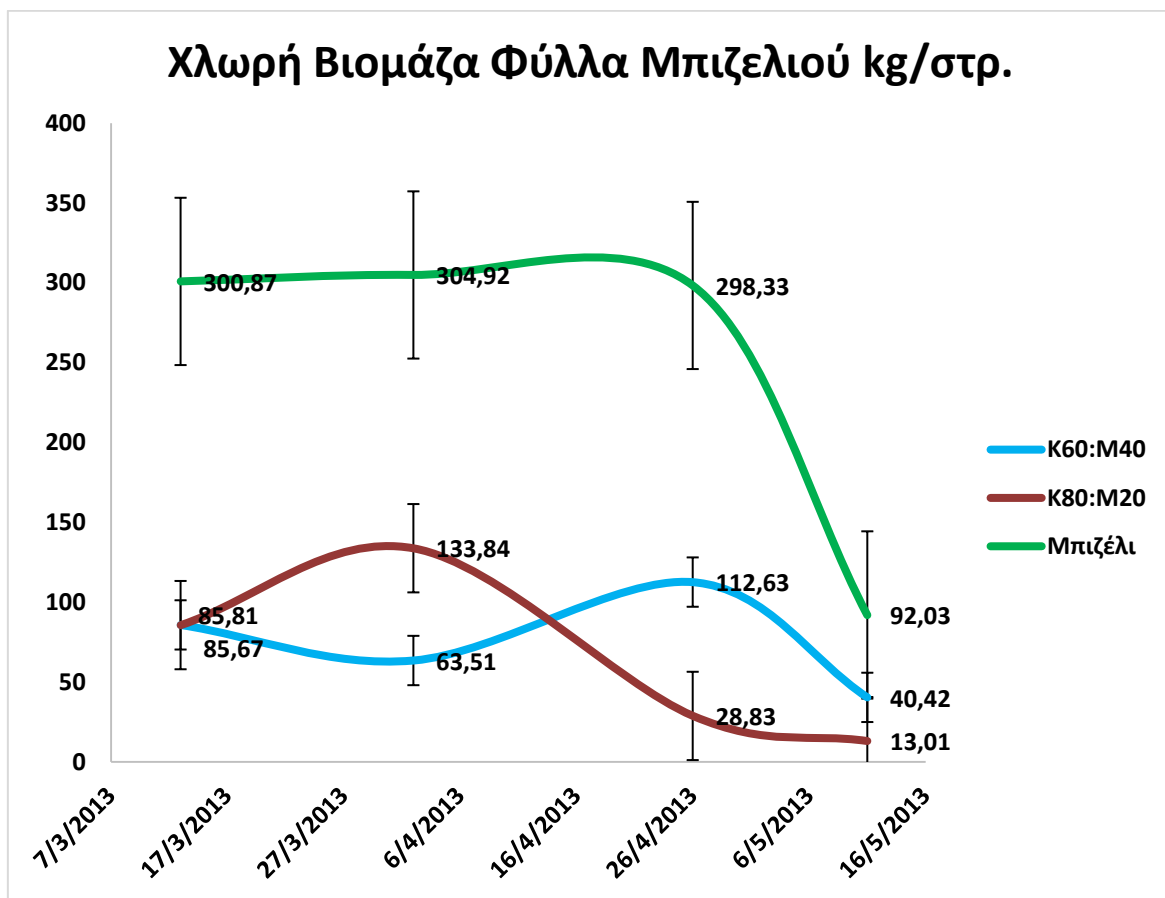
Παρατηρείται σταδιακή μείωση του ποσοστού χλωρής βιομάζας των φύλλων του μπιζελιού κατά την πρώτη (13/3/2013) και δεύτερη (2/4/2013) καταστρεπτική κοπή, ενώ κατά την τρίτη (26/4/2013) και τέταρτη (11/5/2013) κοπή παρατηρείται σταδιακή μείωση λόγω μάρανσης των φυτών (Διάγραμμα 4.3.3).

Στην πρώτη καταστρεπτική κοπή οι αποδόσεις των φύλλων του μπιζελιού κυμαίνονταν από 85,67kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20, έως 85,81kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 και 300,87kg/στρ. για την αμιγή καλλιέργεια μπιζελιού (Διάγραμμα 4.3.2).

Κατά την δεύτερη δειγματοληψία οι αποδόσεις της χλωρής βιομάζας των φύλλων του μπιζελιού κυμαίνονταν από 63,51kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40, 133,84kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20 έως 304,92kg/στρ. για τη μεταχείριση της αμιγούς καλλιέργειας (Διάγραμμα 4.3.3).

Στην τρίτη καταστρεπτική κοπή η απόδοση των φύλλων του μπιζελιού μειώνεται στα 28,83kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας με ποσοστό K80:M20 και φτάνει έως τα 298,33kg/στρ. για τη μεταχείριση της αμιγούς καλλιέργειας (Διάγραμμα 4.3.3).

Κατά την τέταρτη και τελευταία κοπή και ενώ ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας είναι μηδενικός η απόδοση σε χλωρή βιομάζα φύλλων κυμαίνεται στα 13,01kg/στρ. για τη συγκαλλιέργεια σε ποσοστό K80:M20 έως 92,03kg/στρ. στην αμιγή καλλιέργεια (Διάγραμμα 4.3.2).



**Διάγραμμα 4.3.3** Χλωρή βιομάζα φύλλων μπιζελιού ως συγκαλλιέργεια με το κριθάρι και ως αμιγούς καλλιέργειας στις τρεις μεταχειρίσεις. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

Παρατηρείται σταδιακή αύξηση του ποσοστού χλωρής βιομάζας των καρποφόρων οργάνων του μπιζελιού λόγω γεμίσματος του σπόρου. Το μεγαλύτερο ποσοστό χλωρής βιομάζας παρατηρείται στην αμιγή καλλιέργεια και φτάνει τα 280 kg/στρ. και ακολουθεί η συγκαλλιέργεια σε αναλογία K60:M40 με 148kg/στρ. και σε αναλογία K80:M20 με 34,8 kg/στρ. (Διάγραμμα 4.3.4).



**Διάγραμμα 4.3.4** Χλωρή βιομάζα καρποφόρων οργάνων μπιζελιού ως συγκαλλιέργεια με το κριθάρι και ως αμιγή καλλιέργεια. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

Οι αποδόσεις στο σύνολο της βιομάζας στις τρεις μεταχειρίσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.3. Σε όλες τις περιπτώσεις η απόδοση του μπιζελιού στην αμιγή καλλιέργεια ήταν υψηλότερη από την απόδοση του στην συγκαλλιέργεια, μάλλον λόγω γρηγορότερης ανάπτυξης του κριθαριού και σκίασης, έτσι περιορίσε όλο και περισσότερο την ανάπτυξη του μπιζελιού. Η κυριαρχία του κριθαριού στο μπιζέλι ίσως να ήταν αυξημένη (Διάγραμμα 4.3.5, Παράρτημα 2, Εικόνα 17).

Στην πρώτη καταστρεπτική κοπή οι αποδόσεις του μπιζελιού κυμαίνονταν από 153,83kg/στρ. για τη μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 έως 510,56kg/στρ. για την αμιγή καλλιέργεια (Διάγραμμα 4.3.5).

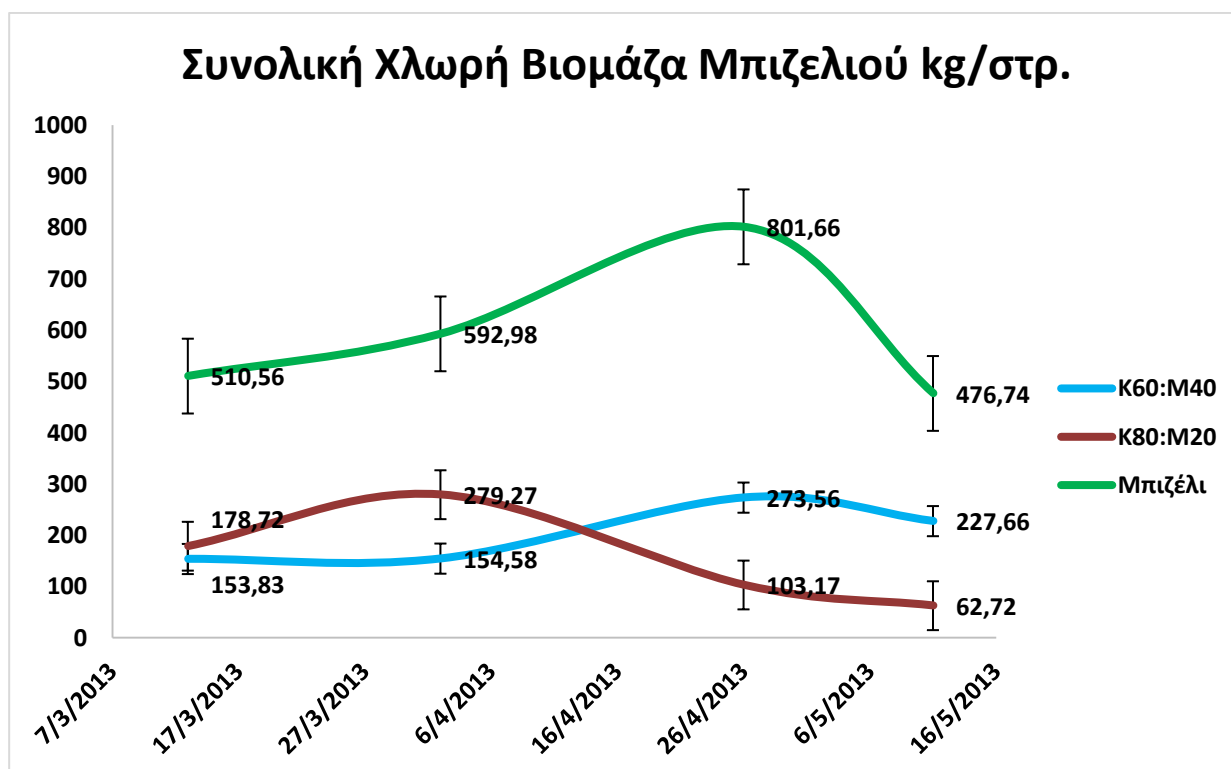
Κατά την δεύτερη δειγματοληψία οι αποδόσεις τις χλωρής βιομάζας του μπιζελιού κυμαίνονταν από 154,58kg/στρ. για τη μεταχείριση τις συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K60:M40 έως 592,98kg/στρ. για τη μεταχείριση τις αμιγούς καλλιέργειας (Διάγραμμα 4.3.5).

Στην τρίτη καταστρεπτική κοπή η απόδοση της βιομάζας του μπιζελιού συνεχίζει να αυξάνεται για τις μεταχειρίσεις της αμιγούς καλλιέργειας (801,66kg/στρ.) και την συγκαλλιέργεια σε ποσοστό K60:M40 (273,56kg/στρ.), ενώ η μεταχείριση της συγκαλλιέργειας σε ποσοστό K80:M20 (103,17kg/στρ.) μειώνεται (Διάγραμμα 4.3.5).

Ενώ στην τέταρτη και τελευταία κοπή η απόδοση σε χλωρή βιομάζα μειώθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις, λόγω μάρανσης των φυτών.

**Πίνακας 4.3.3** Συνολικά χλωρή βιομάζα μπιζελιού ως αμιγή καλλιέργεια και ως συγκαλλιέργεια με κριθάρι στις τέσσερις δειγματοληπτικές κοπές.

Συνολικά Χλωρή Βιομάζα Μπιζελιού kg/στρ.				
	13/3/2013	2/4/2013	26/4/2013	11/5/2013
<b>K60:M40</b>	153,83	154,58	273,56	227,66
<b>K80:M20</b>	178,72	279,27	103,17	62,72
<b>Μπιζέλι</b>	510,56	592,98	801,66	476,74



**Διάγραμμα 4.3.5** Συνολικά χλωρή βιομάζα μπιζελιού ως αμιγούς καλλιέργειας και ως συγκαλλιέργειας με κριθάρι καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).



#### 4.5 Καρποφόρα Όργανα

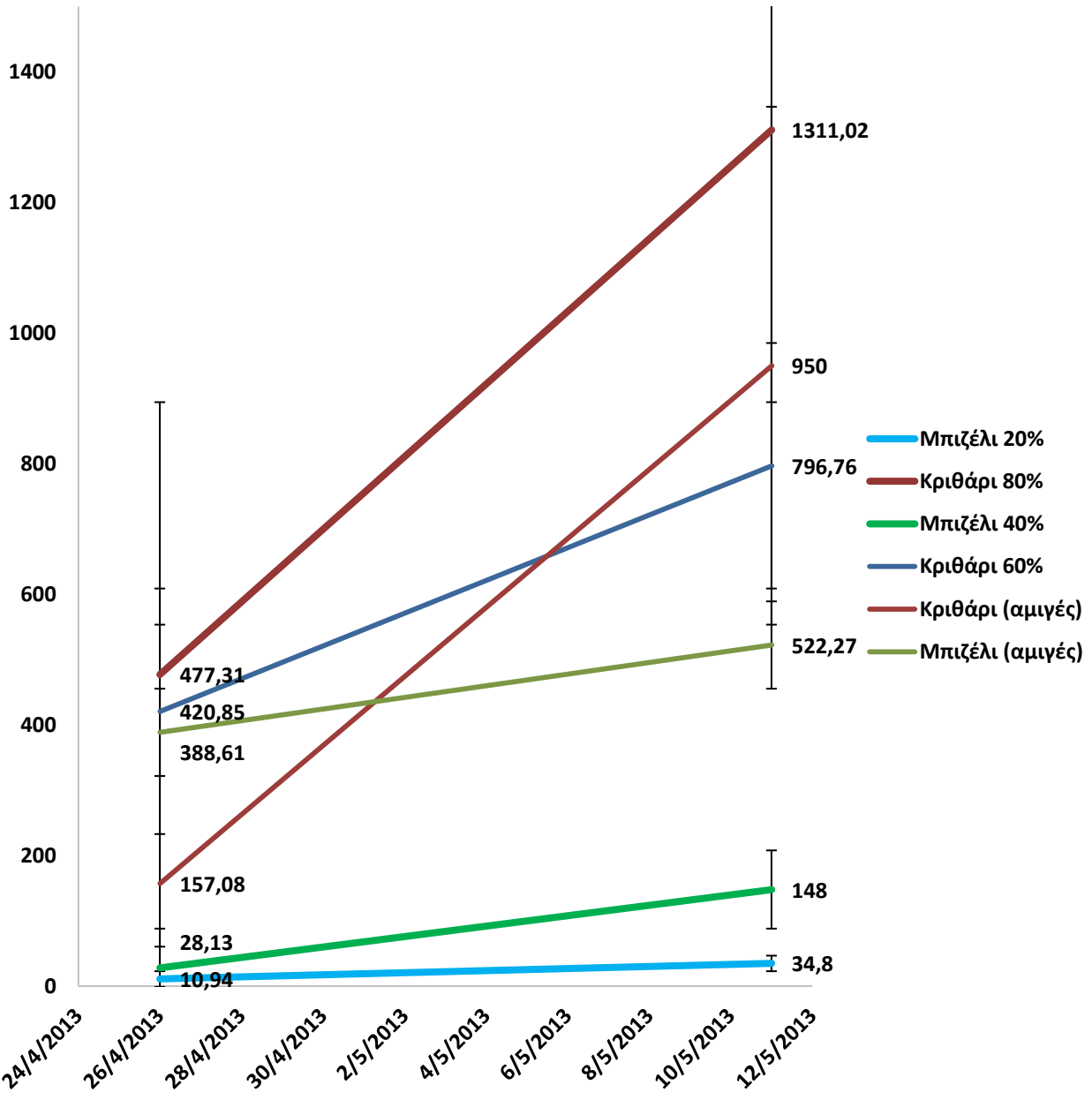
Οι αποδόσεις σε καρπό κατά την περίοδο που τελέστηκε το πείραμα ήταν πολύ ικανοποιητικές. Πολλοί παράγοντες, εδαφολογικοί και βιοτικοί, είναι δυνατόν να επηρεάσουν το ύψος της αποδόσεως μιας καλλιέργειας. Στο πείραμα που έγινε οι βασικοί παράγοντες όπως ζιζάνια, έντομα και ασθένειες δεν είχαν καμία επίδραση διότι δεν υπήρξαν προσβολές. Γι' αυτό η αναζήτηση των παραγόντων που ευνόησαν την απόδοση θα πρέπει να στραφεί στην υγρασία και γονιμότητα του εδάφους και στις καιρικές συνθήκες την περίοδο ανάπτυξης των φυτών. Η σύσταση και η γονιμότητα του εδάφους στο αγρόκτημα της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις καλλιέργειες του κριθαριού και του μπιζελιού είναι σχεδόν ιδανικές, ενώ οι καιρικές συνθήκες για την καλλιεργητική περίοδο του 2012-2013 ήταν πάρα πολύ καλές με υψηλότερη θερμοκρασία και βροχόπτωση από τη μέση κλιματική.

Η πορεία των καρποφόρων οργάνων ξεκινά κατά το διάστημα ανάμεσα στην δεύτερη και τρίτη καταστρεπτική κοπή και μετριέται στην τρίτη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 26/4/2013, το μεγαλύτερο ποσοστό καρποφόρων οργάνων που μετρήθηκε για τα δυο φυτά αντίστοιχα, είναι το κριθάρι σε συγκαλλιέργεια με ποσοστό 80% με 477,31 kg/στρ. και το μπιζέλι ως αμιγή καλλιέργεια με 388,61 kg/στρ.. Στην τέταρτη και τελευταία κοπή όπου τα καρποφόρα όργανα ήταν σε πλήρες μέγεθος. Το μεγαλύτερο ποσοστό μετρήθηκε επίσης στο κριθάρι, σε συγκαλλιέργεια K80:M20 με 1311,02 kg/στρ. και το μπιζέλι ως αμιγή καλλιέργεια με 522,27 kg/στρ. (Πίνακας 4.5.1, Διάγραμμα 4.5.1).

**Πίνακας 4.5.1** Καρποφόρα όργανα του μπιζελιού και κριθαριού για όλες τις μεταχειρίσεις

<b>Καρποφόρα Όργανα kg/στρ.</b>		
	<b>26/4/2013</b>	<b>11/5/2013</b>
<b>Μπιζέλι 20%</b>	10,94	34,8
<b>Κριθάρι 80%</b>	477,31	1311,02
<b>Μπιζέλι 40%</b>	28,13	148
<b>Κριθάρι 60%</b>	420,85	796,76
<b>Κριθάρι (αμιγές)</b>	157,08	950
<b>Μπιζέλι (αμιγές)</b>	388,61	522,27

### Καρποφόρα Όργανα kg/στρ.



**Διάγραμμα 4.5.1** Καρποφόρα όργανα του μπιζελιού και κριθαριού για όλες τις μεταχειρίσεις.

Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν τη μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα (για  $LSD_{0,05}$ ).

## 5. Συζήτηση

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας είναι υψηλότερος στην αμιγή καλλιέργεια και για το κριθάρι (4,81) και για το μπιζέλι (3,89).

Βρήκαμε ότι η μεγαλύτερη απόδοση, χλωρής βιομάζας κριθαριού έδωσε η συγκαλλιέργεια K80:M20 με 2.546,07 kg/στρ., σε σχέση με την αναλογία K60:M40 με 1769,77 kg/στρ. και την αμιγή καλλιέργεια με 1185,46 kg/στρ.. Σε παρόμοια εργασία του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών που πραγματοποίησαν οι Ι. Χατζηγεωργίου κ.ά. (2013) αναφέρεται ότι σε χωράφι μετρίου τύπου παραγωγικότητας παρατηρήθηκαν αποδόσεις κριθαριού της τάξης των 1959,4 kg/στρ. χλωρής βιομάζας σε συγκαλλιέργεια Βίκου με Κριθάρι. Επίσης, σε ανάλογες μελέτες έχουν αναφερθεί μεγάλες αποδόσεις σε μίγματα ψυχανθών με σιτηρά σε σχέση με τις μονοκαλλιέργειες των σιτηρών. Οι Α. Λιθουργίδης κ.ά. (2009) αναφέρουν ότι σε μίγματα μπιζέλι με τρία χειμερινά σιτηρά σε αναλογία 60:40 και 80:20 παρατηρήθηκαν τιμές LER (λόγος ισοδύναμης επιφάνειας), A (επιθετικότητα) και K (ο σχετικός συντελεστής συνωστισμού) μεγαλύτερες από 1, που σημαίνει ότι η συγκαλλιέργεια των παραπάνω ειδών πλεονεκτεί σε σχέση με την μονοκαλλιέργειά τους και συνέβαλε στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των συνθηκών του περιβάλλοντος.

Οι αποδόσεις της χλωρής βιομάζας μπιζελιού στη συγκαλλιέργεια σε ποσοστό K60:M40 (227,66 kg/στρ.) και σε ποσοστό K80:M20 (62,72 kg/στρ.) είναι σαφώς χαμηλότερες από τη μονοκαλλιέργεια μπιζελιού (801,66 kg/στρ.) κατά τη δειγματοληψία που έγινε στις 26/4 όπου μετρήθηκε το υψηλότερο ποσοστό. Ακόμα οι D.Buraczynska et al. (2011) αναφέρουν ότι η βιομάζα του μπιζελιού σε συγκαλλιέργεια με τριτικάλε σε αναλογίες 25:75, 50:50 και 75:25 έδωσαν αποδόσεις της τάξης των 322 kg/στρ., 254 kg/στρ. και 196 kg/στρ., αντίστοιχα. Ενώ ακόμα αναφέρεται ότι το άζωτο, το φώσφορο, το κάλιο και το μαγνήσιο στη συγκαλλιέργεια μετά την συγκομιδή ήταν σημαντικά υψηλότερο απ'ότι στη μονοκαλλιέργεια.

Το μεγαλύτερο ποσοστό καρποφόρων οργάνων μετρήθηκε στο κριθάρι στη συγκαλλιέργεια με ποσοστό 80% (1.311,02 kg/στρ.) και στο μπιζέλι ως αμιγής καλλιέργεια (280 kg/στρ.).

Όπως παρατηρήσαμε από τα αποτελέσματα των μετρήσεων το κριθάρι σε συγκαλλιέργεια με το μπιζέλι στην αναλογία K80:M20 έδωσε μεγαλύτερη απόδοση βιομάζας σε σχέση με τη μονοκαλλιέργεια, λόγω ωφελειών της συγκαλλιέργειας από το αζωτοδεσμευτικό ψυχανθές, ωστόσο όμως η βιομάζα του μπιζελιού στη συγκαλλιέργεια μειώθηκε πολύ σε σχέση με την αμιγή καλλιέργεια λόγω μεγαλύτερου ανταγωνισμού και κυριαρχίας του κριθαριού στο μπιζέλι. Όμως η παρουσία του ψυχανθούς στη συγκαλλιέργεια αλλά και στο σιτηρέσιο των ζώων είναι καθοριστική από διατροφικής πλευράς.

## 6. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας στον πειραματικό αγρό του Βελεστίου, έδειξαν με βάση τις παραμέτρους που εξετάστηκαν ( χλωρό βάρος των υπέργειων οργάνων και δείκτης φυλλικής επιφάνειας ) ότι η συγκαλλιέργεια ευνόησε σημαντικά τη βιομάζα του κριθαριού σε σχέση με την αμιγή καλλιέργεια. Ενώ η απόδοση του μπιζελιού σε βιομάζα υποβαθμίστηκε σε σχέση με την αμιγή καλλιέργεια, λόγω της μεγαλύτερης ανταγωνιστικότητας του κριθαριού, ωστόσο η συμβολή του στη συγκαλλιέργεια αλλά και στο σιτηρέσιο των ζώων είναι καθοριστική. Η συγκαλλιέργεια αξιοποιεί καλύτερα τους πόρους του περιβάλλοντος και σε βάθος χρόνου έχει αποδειχτεί ότι βελτιώνεται η σύσταση και η δομή του εδάφους. Ακόμα και μετά τη συλλογή του ψυχανθούς το εναπομείναν ριζικό σύστημα του συνεχίζει να αποδεσμεύει άζωτο στο έδαφος.

Η συγκαλλιέργεια Κριθαριού με Μπιζέλι συνίσταται στη περιοχή της Θεσσαλίας για παραγωγή βιομάζας (ενσίρωση), όσο και την παραγωγή καρπού για την διατροφή των ζώων.

## 7. Βιβλιογραφία

### 7.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βαφοπούλου-Μαστρογιαννάκη, Α., 2003. «Βιοχημεία τροφίμων», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2003.
- Γαλανοπούλου - Σενδούκα, Σ., 2003. «Ειδική Γεωργία 1», Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
- Γιαννούλη Π., 2003. «Λειτουργία Συμβατότητας», Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
- Γκιντσιούδης Ι, Μαγκλάρα Λ., Σκουφογιάννη Ε., Δαναλάτος Ν., 2014. «Παραγωγικό δυναμικό στη συγκαλλιέργεια μπιζελιού και κριθαριού», 15<sup>ο</sup> Συνέδριο ΕΕΕΓΒΦ, «Εγχώριο Γενετικό Υλικό. Μοχλός ανάπτυξης σε ένα κλιματικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον», Λάρισα 15-17 Οκτωβρίου 2014.
- Δαλιάνη Κ.Δ., 1992. «Χειμερινά σιτηρά», εκδόσεις Καραμπερόπουλος, Αθήνα.
- Δαναλάτος Ν., 2013. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
- Δόρδα Χ. και Λιθουργίδης Α., Θεσσαλονίκη 2008. «Συγκαλλιέργεια κτηνοτροφικών κουκιών με βρώμη και σιταρόβριζα», Διδ.Διατριβή, Α.Π.Θ. Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Εργαστήριο Γεωργίας.
- Κανδρέλης Σ., Ρούκος Χ., Κουτσούκης Κ., 2009. Σημειώσεις Εργαστηρίου Βασικής Διατροφής Αγροτικών Ζώων, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, Σελ.136.
- Καρκάνης Α., 2013. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
- Κατσαούνη Ν., Ζυγογιάννη Δ., 1989. Γενική Ζωοτεχνία και Στοιχεία Ταυτοποίησης Ιπποειδών, Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 1989.
- Κατσαούνη Ν., Ζυγογιάννη Δ., 1998. Γενική Ζωοτεχνία, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη 1998.
- Κιολέογλου Β., Αθήνα 2011. «Επίδραση του βαθμού συμπίεσης του εδάφους στο φύτευμα του αραβόσιτου (*Zea mays*), σιταριού (*Triticum aestivum*), κριθάρι (*Hordeum sativum*), μπιζέλι (*Pisum sativum*), φακής(*Lens culinaris*) και φασολιού (*Phaseolus vulgaris*)», Πτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας.

- Λιθουργίδης Α., Βλαχοστεργίος Δ., Δόρδας Χ., Δαμαλάς Χ., Θεσσαλονίκη 2009. « Πλεονεκτήματα συγκαλλιέργειας με μίγματα κτηνοτροφικού μπιζελιού με χειμερινά σιτηρά», Διδ.Διατριβή, Α.Π.Θ. Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Εργαστήριο Γεωργίας.
- Νάσκα Α., Ορφανός Φ., Χλόπτσιος Ι., Τριχόπουλος Α., Αθήνα 2005. « Οι διατροφικές συνήθειες των Ελλήνων – Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Συνεργασίας Ιατρικής και Κοινωνίας (Ε.Π.Ι.Κ.)», Ερευνητική Εργασία, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Ιατρική σχολή, Τομέας Εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας.
- Odongo, Julius, Charles, Wodoboma, 1986. Συγκαλλιέργεια: Μελέτη της γεωργικής αυτής πρακτικής για αύξηση των αποδόσεων και εξοικονόμηση Αζώτου, Διδ.Διατριβή, Α.Π.Θ. Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Εργαστήριο Γεωργίας.
- Παπακώστα- Τασοπούλου Δ., 2005. Ειδική Γεωργία Ι (Τεύχος Β) Ψυχανθή (Καρποδοτικά- Χορτοδοτικά), Εκδόσεις Συγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη 2005.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012. Ειδική Γεωργία σιτηρά και ψυχανθή, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη 2012.
- Ρογδάκης Ε., 2006. Γενική Ζωοτεχνία, Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα 2006
- Σαρλής Π.Γ.1999. Συστηματική Βοτανική εφαρμογές κορμοφύτων, εκδόσεις Σταμούλη ( Αθήνα1999).
- Σκουφογιάνη Ε., Βόλος 2013. «Αμειψισπορά Μπιζελιού με Ηλίανθο και Αραβόσιτο ως Ενεργειακές Καλλιέργειες: Επίδραση της Βελτίωσης των Εδαφικών Παραμέτρων στην Αύξηση της Παραγωγικότητας και Αειφορίας στην Ανατολική και Δυτική Θεσσαλική Πεδιάδα», Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Εργαστήριο Γεωργίας.
- Σπάης Α.Β., Φλώρου- Πανέρη Π., Χρηστάκη Ε., 2002. Ζωοτροφές και Σιτηρέσια, Εκδόσεις Συγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη 2002.
- Σφήκας Α.Γ., 1991. Ειδική Γεωργία, Τόμος Ι, Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 1991.
- Φωλίνας Σ.Γ., 2010. Διατροφή φυσιολογία θρέψη αγροτικών ζώων-πτηνών, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

## 7.2. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Acigkoz, E., A.V. Katkat, S. Omeroglu and B. Okan, 1985. Mineral elements and amino acid concentrations in field pea and common vetch herbage and seeds. *J. Agron.*
- Albayrak S., Guler M., Tongel M., 2004. Effect of seed rates on forage production and hay quality of vetch-triticale mixtures, *Asian Journal of Plant Science*, 3 (6): 752-756.
- Buraczynska D., Ceglarek F., Gasiorowska B., Zaniewicz - Bajkowska A. and Plaza A., 2011. “Cultivation of wheat following pea and triticale / pea mixtures increases yields and nitrogen content”, University of Natural Sciences and Humanitiew in Siedlce. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science*, 2011; 61; 622-632.
- Caldwell, B.E. and G. Vest, 1970. Effects of *Rhizobium* strains on soybean yields. *Crop science* 10: 19-21.
- Gan, Yantai and Pu-hai Liu., 2005. Ontogenic Characteristics of Field Pea in a Semiarid Environment.
- Gatel F., Grosjean F., 1990. Composition and nutritive value of peas for pigs: a review of European results, *Livestock Production Science*, 26: 155-175.
- Coleou J., 1965, Feeding and rearing of heifers in dairy herds. Main trends and problems. *World Review of Animal Production*, No. 1 pp. 43-63.
- Khoshnood A., Jaime A., 2013. Mixed cropping of annual feed legumes with barley improves feed quantity and crude protein content under dry-land conditions”, *Dry land Agricultural Research institute, Maragheh, Iran, Faculty of Agricultural and Graduate School of Agriculture, Kagawa University, Miki cho, Kita, Maejo Int. J. Sci Technol.*, 7(01), 42-47.
- Kocer A., Albayrak S., 2012. “Determination of forage yield and quality of pea (*Pisum sativum*L. Mixture with oat and barley”, *Suleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Isparta, Turkish Journal of Field Crops*, 2012, 17 (1):96-99
- Ratnayakea W. S. , Hoovera R. , Warkentinb T. 2002. Pea Starch: Composition, Structure and Properties – A Review. *Starch/Stärke* 54 : 217–234.
- Ross I., 2004. *Hordeum vulgare*, *Medicinal Plants of the World*, vol. 3: Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses, Humana Press Inc., Totowa, NJ.
- Russelle, M.P. and A.S. Birr., 2004. Largescale assesment of symbiotic dinitrogen fixation by crops. *Agronomy journal* 96: 1754-1760.

- Talati R., Baker WL., Pabilonia MS., White CM., Coleman CI., 2009. The effects of barley-derived soluble fiber on serum lipids, University of Connecticut School of Pharmacy, Storrs, Connecticut, U.S.A., Ann Fam Med 2009 Mar-Apr;7(2):157-63.
- Upendra M. Sainjua, Bharat P. Singhb, Wayne F. Whiteheadb and Shirley Wangb., 2007. Accumulation and Crop Uptake of Soil Mineral Nitrogen as Influenced by Tillage, Cover Crops, and Nitrogen Fertilization.
- Waterer G. John., Vessey J. Kevin, Elmer H. Stobbe and Robert J. Sober, 1993. “ Yield and symbiotic nitrogen fixation in a pea – mustard intercrop as influenced by N fertilizer addition”, University of Manitoba, Departments of Plant Science and Soil Science. Soil Biol.Biochem. Vol.26, No.4, pp.447-453,1994.

### 7.3. Διευθύνσεις Internet

1. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CE%B1%CF%84%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CF%82>
2. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B5%CE%90%CE%BD%CE%B7>
3. <http://www.chemeng.ntua.gr/courses/trbio/files/KEF%201%20XHMEIA%201.pdf>
4. <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/0089#page/38/mode/1up>
5. [http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/4206/Kioleoglou\\_V.pdf?sequence=1](http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/4206/Kioleoglou_V.pdf?sequence=1)
6. <http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/103/%CE%98%CE%B5%CE%BF%CE%B4%CF%8E%CF%81%CE%BF%CF%85%20%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%BD%CE%B7.pdf?sequence=1>
7. <http://www.opengov.gr/ypaat/wp-content/uploads/downloads/2013/07/krithari.pdf>
8. <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/phixanthi-ospria>



## 8. Παράρτημα 1

1η Δειγματοληψία 13/3/2013				
Μεταχειρίσεις	LAI	Stem FW	Leaf FW	Total FW
	kg/στρ.			
Επίπεδο P <b>K60:M40</b>	4.15	625	793	1418
<b>K80:M20</b>	4.09	431	806	1237
Κριθάρι	4.81	623	855	1478
l.s.d. <sub>(0,05)</sub>	ns	132.5	ns	ns
CV (%)	11.9	10.4	10.3	10.2

2η Δειγματοληψία 2/4/2013				
Μεταχειρίσεις	LAI	Stem FW	Leaf FW	Total FW
	kg/στρ.			
Επίπεδο P <b>K60:M40</b>	2.87	1111	541	1652
<b>K80:M20</b>	3.36	1511	636	2147
Κριθάρι	3.80	1306	587	1893
l.s.d. <sub>(0,05)</sub>	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16.2	12.2	17.2	13.3

3η Δειγματοληψία 26/4/2013					
Μεταχειρίσεις	LAI	Stem FW	Leaf FW	S.O FW	Total FW
	kg/στρ.				
Επίπεδο P <b>K60:M40</b>	1.161	1227	190.0	421	1837
<b>K80:M20</b>	1.996	1601	286.4	477	2365
Κριθάρι	0.869	1028	122.9	389	1540
l.s.d. <sub>(0,05)</sub>	0.1158	343.1	30.4	ns	524.6
CV (%)	3.8	11.8	6.7	18.4	12.1

4η Δειγματοληψία 11/5/2013				
Μεταχειρίσεις	Stem FW	Leaf FW	S.O FW	Total FW
	kg/στρ.			
Επίπεδο P <b>K60:M40</b>	849	224	797	1870
<b>K80:M20</b>	1024	319	1311	2654
Κριθάρι	578	185	522	1285
l.s.d. <sub>(0,05)</sub>	154.6	ns	201	461.4
CV (%)	8.3	35.9	10.1	10.5

# ΚΟΠΗ 1<sup>η</sup>

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

## ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	0.3596	0.1798	0.68	0.279
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	0.9525	0.4762	1.79	
Residual	4	1.0647	0.2662		
Total	8	2.3767			

Tables of means :

ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 4.35

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	4.15	4.09	4.81

### Standard errors of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	0.298

### Standard errors of differences of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	0.421

### Least significant differences of means (5% level)

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	1.170

Stratum standard errors and coefficients of variation

### Παραλλακτικότητα

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	0.245	5.6
BLOCK.*Units*	4	0.516	11.9

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΒΛΑΣΤΟΙ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	1921	961	0.28	0.024
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	74263	37132	10.87	
Residual	4	13658	3415		
Total	8	89843			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 560**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	625	431	623

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	33.7

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	47.7

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	132.5

Stratum standard errors and coefficients of variation

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	17.9	3.2
BLOCK.*Units*	4	58.4	10.4

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΦΥΛΛΑ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	5769	2884	0.41	0.663
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	6444	3222	0.46	
Residual	4	28268	7067		
Total	8	40480			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 818**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	793	806	855

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	48.5

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	68.6

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	190.6

Stratum standard errors and coefficients of variation

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	31.0	3.8
BLOCK.*Units*	4	84.1	10.3

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	11030	5515	0.28	0.209
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	94112	47056	2.37	
Residual	4	79262	19815		
Total	8	184404			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 1378**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	1418	1237	1478

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	81.3

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	114.9

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	319.1

**Stratum standard errors and coefficients of variation**

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	42.9	3.1
BLOCK.*Units*	4	140.8	10.2

## ΚΟΠΗ 2<sup>η</sup>

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

### ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	1.3144	0.6572	2.25	0.225
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	1.2940	0.6470	2.22	
Residual	4	1.1663	0.2916		
Total	8	3.7747			

Tables of means :

ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 3.34

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	2.87	3.36	3.80

#### Standard errors of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	0.312

#### Standard errors of differences of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	0.441

#### Least significant differences of means (5% level)

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	1.224

Stratum standard errors and coefficients of variation

#### Παραλλακτικότητα

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	0.468	14.0
BLOCK.*Units*	4	0.540	16.2

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΒΛΑΣΤΟΙ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	95892	47946	1.88	0.089
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	239462	119731	4.70	
Residual	4	101845	25461		
Total	8	437199			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 1309**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	1111	1511	1306

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	92.1

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	130.3

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	361.7

Stratum standard errors and coefficients of variation

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	126.4	9.7
BLOCK.*Units*	4	159.6	12.2

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΦΥΛΛΑ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	10561	5281	0.52	0.563
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	13631	6816	0.67	
Residual	4	40992	10248		
Total	8	65185			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 588**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	541	636	587

**Standard errors of means**

Table ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	58.4

**Standard errors of differences of means**

Table ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	82.7

**Least significant differences of means (5% level)**

Table ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	229.5

Stratum standard errors and coefficients of variation

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	42.0	7.1
BLOCK.*Units*	4	101.2	17.2



**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ****ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	162554	81277	1.28	0.167
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	367358	183679	2.89	
Residual	4	254454	63614		
Total	8	784366			

**Tables of means :**

ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 1897

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	1652	2147	1893

**Standard errors of means**

Table ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	145.6

**Standard errors of differences of means**

Table ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	205.9

**Least significant differences of means (5% level)**

Table ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	571.7

Stratum standard errors and coefficients of variation

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	164.6	8.7
BLOCK.*Units*	4	252.2	13.3

# ΚΟΠΗ 3<sup>η</sup>

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

## ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	0.000432	0.000216	0.08	0.001
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	2.053431	1.026701	393.73	
Residual	4	0.010431	0.002608		
Total	8	2064265			

Tables of means :

ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 1.342

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	1.161	1.996	0.869

### Standard errors of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	0.0295

### Standard errors of differences of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	0.0417

### Least significant differences of means (5% level)

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	0.1158

Stratum standard errors and coefficients of variation

### Παραλλακτικότητα

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	0.0085	0.6
BLOCK.*Units*	4	0.0511	3.8

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΒΛΑΣΤΟΙ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	88820	44410	1.94	0.023
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	508670	254335	11.10	
Residual	4	91657	22914		
Total	8	689148			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 1285**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	1227	1601	1028

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	87.4

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	123.6

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	343.1

Stratum standard errors and coefficients of variation

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	121.7	9.5
BLOCK.*Units*	4	151.4	11.8

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΦΥΛΛΑ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	94.3	47.2	0.26	<.001
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	40533.0	20266.5	112.71	
Residual	4	719.3	179.8		
Total	8	41346.6			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 199.7**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	190.0	286.4	122.9

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	7.74

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	10.95

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	30.40

**Stratum standard errors and coefficients of variation**

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	3.96	2.0
BLOCK.*Units*	4	13.41	6.7

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΚΑΡΠΟΙ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	20350	10175	1.63	0.454
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	12095	6048	0.97	
Residual	4	24982	6245		
Total	8	57427			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ:** 429

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	421	477	389

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	45.6

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	64.5

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	179.1

**Stratum standard errors and coefficients of variation**

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	58.2	13.6
BLOCK.*Units*	4	79.0	18.4

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	182622	91311	1.71	0.029
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	1048790	524395	9.79	
Residual	4	214215	53554		
Total	8	1445627			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 1914**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	1837	2365	1540

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	133.6

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	189.0

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	524.6

**Stratum standard errors and coefficients of variation**

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	174.5	9.1
BLOCK.*Units*	4	231.4	12.1

# ΚΟΠΗ 4<sup>η</sup>

## ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΒΛΑΣΤΟΙ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ

### ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	2822	1411	0.30	0.003
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	303212	151606	32.60	
Residual	4	18603	4651		
Total	8	324637			

### Tables of means :

ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 817

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	849	1024	578

### Standard errors of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	39.4

### Standard errors of differences of means

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	55.7

### Least significant differences of means (5% level)

Table	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	154.6

Stratum standard errors and coefficients of variation

### Παραλλακτικότητα

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	21.7	2.7
BLOCK.*Units*	4	68.2	8.3

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΦΥΛΛΑ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	14353	7176	0.95	0.266
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	28390	14195	1.88	
Residual	4	30247	7562		
Total	8	72990			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 104.5**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	124	211	85

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	50.2

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	71.0

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	197.1

**Stratum standard errors and coefficients of variation**

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	48.9	20.2
BLOCK.*Units*	4	87.0	35.9



**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΚΑΡΠΟΙ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	16436	8218	1.05	0.001
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	961939	480969	61.20	
Residual	4	31434	7859		
Total	8	1009809			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ: 877**

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	797	1311	522

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	51.2

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	72.4

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	201.0

**Stratum standard errors and coefficients of variation**

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	52.3	6.0
BLOCK.*Units*	4	88.6	10.1

**ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ONE-WAY ANOVA (RANDOMIZED BLOCKS)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCK stratum	2	39079	19540	0.47	0.003
BLOCK.*Units* stratum POPULATION	2	2829618	1414809	34.16	
Residual	4	165679	41420		
Total	8	3034376			

**Tables of means :**

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ:** 1836

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	60%	80%	100%
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	1770	2546	1185

**Standard errors of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
e.s.e.	117.5

**Standard errors of differences of means**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	166.2

**Least significant differences of means (5% level)**

Table	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ</b>
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	461.4

Stratum standard errors and coefficients of variation

**Παραλλακτικότητα**

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCK	2	80.7	4.2
BLOCK.*Units*	4	203.5	10.5

## 9. Παράρτημα 2



**Εικόνα 1:** Οργωμένο και ψιλοχωματισμένο επιφανειακό στρώμα εδάφους.



**Εικόνα 2:** Βλαστική ικανότητα.



**Εικόνα 3:** Δοκιμαστική φύτευση για ρύθμιση πνευματικής



**Εικόνα 4:** Απομόνωση 8 θέσεων για κάθε πλευρά.





**Εικόνα 5:** Δειγματοληπτικό πλαίσιο 1m<sup>2</sup>.



**Εικόνα 6:** Διαχωρισμός βλαστών από 3 επιλεγμένα φυτά.



**Εικόνα 7:** Διαχωρισμός φύλλων από 3 επιλεγμένα φυτά.



**Εικόνα 8:** Μέτρηση βλαστών σε ζυγό.





**Εικόνα 9:** Έκπτυξη κριθαριού 12/12/2012.



**Εικόνα 10:** Έκπτυξη μπιζελιού 27/12/2012.





**Εικόνα 11:** Γήρανση των φυτών.



**Εικόνα 12:** Στάδιο επιμήκυνσης των στελεχών (καλάμομα).





**Εικόνα 13:** Καρποί κριθαριού και μπιζελιού.



**Εικόνα 14:** Συγκαλλιέργεια.



**Εικόνα 15:** Διαφορά ωρίμανσης αμιγούς καλλιέργειας κριθαριού και συγκαλλιέργειας κριθαριού με μπιζέλι.





Εικόνα 16: Αμιγής καλλιέργεια Μπιζελιού.



Εικόνα 17: Σκίαση του μπιζελιού στη συγκαλλιέργεια με το κριθάρι.