



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ



**ΘΕΜΑ: Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού μετά από συγκαλλιέργεια
εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΛΛΙΟΝΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ ΘΕΑΝΩ

ΦΛΩΡΙΝΑ 2022

ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Δηλώνω ότι εγώ ο **Χρήστος Καλλιονίδης** είμαι ο συγγραφέας της εργασίας με τίτλο: **Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού μετά από συγκαλλιέργεια εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών**, που συντάχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας και παραδόθηκε τον Φεβρουάριο 2023. Η αναφερόμενη εργασία αποτελεί προϊόν προσωπικής μου σύνταξης. Επιπλέον δεν υφίσταται καμία αντιγραφή αλλά ούτε και ανάθεση γραφής της σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν βρίσκονται στην βιβλιογραφία αλλά και στο κείμενο.

Όνοματεπώνυμο: ΑΜ:

Υπογραφή: Χ.Κ

ΚΑΛΛΙΟΝΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ:FG30930

Ημερομηνία:15/2/2023

Περίληψη :

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή διατριβή, μελετάται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού μετά από συγκαλλιέργεια εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών. Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα σε ένα πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο. Ως εδώδιμα ψυχανθή χρησιμοποιήθηκαν δύο ποικιλίες φακής και ως σιτηρά χρησιμοποιήθηκαν μια ποικιλία μαλακού σιταριού και μία βρώμη. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο με τρεις επαναλήψεις. Τα είδη αυτά συγκαλλιεργήθηκαν σε σύστημα μονοκαλλιέργειας και συγκαλλιέργειας (σιτηρά-ψυχανθή), από τα οποία προέκυψαν 30 πειραματικά τεμάχια. Σε κάθε τεμάχιο σπάρθηκαν έξι γραμμές μήκους πέντε μέτρων από τις οποίες συγκομίστηκαν οι τέσσερις μεσαίες. Στον αγρό εφαρμόστηκε μόνο βασική λίπανση, σκάλισμα και ξεβοτάνιασμα με σκοπό να καταπολεμηθούν τα ζιζάνια και να μείνει καθαρός ο αγρός. Μέσα στη καλλιεργητική περίοδο έγινε η συλλογή παρατηρήσεων διαφόρων μορφολογικών χαρακτηριστικών. Στον σπόρο μετά τη συγκομιδή προσδιορίστηκε η πρωτεΐνη, η τέφρα και η υγρασία με τη βοήθεια του NIR (φασματόμετρο του εγγύς υπέρυθρου Near – infrared – spectotroscopy). Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν.

Λέξεις κλειδιά: συγκαλλιέργεια, πρωτεΐνη, τέφρα, υγρασία

Abstract

In this thesis, the protein content of grain legumes seeds intercropped with cereals is studied. The experiment was established on the farm of the University of Western Macedonia in Florina. Two lentil varieties were used as grain legumes and a bread wheat variety and an oat variety were used as cereals. The experimental design used was the completely randomized design with three replications. These species were intercropped in a monoculture and intercropping system (cereal-legume), from which 30 experimental plots were obtained. Six lines of five meters long were sown in each plot from which the middle four were harvested. Only basic fertilizing was applied to the field. During the growing season, observations of various morphological characteristics were collected. The protein, ash and moisture content of the seed after harvest was determined with the help of NIR (Near - infrared - spectroscopy). Statistically significant differences were found for the characteristics measured.

Key words: intercropping, protein, ash, moisture

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ΣΕΛ.
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	8
2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	8
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	11
2.3 ΜΕΤΗΣΗ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ NIR	14
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	15
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	21
ΒΙΒΛΟΓΡΑΦΙΑ	22

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σιτάρι (*Triticum spp*) είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο σιτηρό, καθώς αποτελεί απαραίτητο συστατικό της διατροφής για μεγάλο μέρος του πληθυσμού της γης. Η καλλιέργεια του σιταριού ξεκίνησε πριν από περίπου 10.000 χρόνια με πιθανή προέλευση τη Μέση Ανατολή. Αποτελεί βασική τροφή για εκατομμύρια ανθρώπους και είναι ένα από τα τρία δημητριακά με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία παγκοσμίως. Δύο είναι τα είδη του σιταριού που κυριαρχούν στις περιοχές όπου καλλιεργείται, το κοινό ή το μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum*) που καλλιεργείται παγκοσμίως και προορίζεται για την παραγωγή ψωμιού και το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) που προορίζεται για την παραγωγή σιμιγδαλιού. Και τα δύο έχουν υψηλό περιεχόμενο σε πρωτεΐνη και γλουτένη, ενώ το ενδοσπέρμιο έχει μαλακή ή σκληρή υφή αντιστοίχως .

Η βρώμη (*Avena sativa*) είναι χειμερινό σιτηρό και είναι αυτό με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία. Γι αυτό και στην Ελλάδα την βρίσκουμε στο δυτικό τμήμα κυρίως, το οποίο δέχεται και τις υψηλότερες βροχοπτώσεις. Ευδοκμεί σε τοποθεσίες με δροσερό και υγρό κλίμα. Οι υψηλές θερμοκρασίες όμως ειδικά την περίοδο της άνθισης εμποδίζουν το γέμισμα κόκκων. Προσαρμόζεται σε ποικίλα εδάφη, αρκεί να αποστραγγίζονται και να έχουν έστω μικρή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Αποδίδει σε βαριά εδάφη καθώς και σε αμμώδη που έχουν αρκετή υγρασία. Έχει το καλύτερο ριζικό σύστημα από τα υπόλοιπα σιτηρά και αντιδρά καλύτερα στην λίπανση. Ενώ είναι ευαίσθητη σε αλκαλικά εδάφη, αντέχει πολύ σε όξινα εδάφη (**PH=5,6**). Υπάρχουν πολλά είδη βρώμης τα οποία ανάλογα με τον βαθμό πολυπλοειδίας τους κατατάσσονται σε : Διπλοειδή AA (2η +14), τετραπλοειδή AABB (2η=28), εξαπλοειδή AABBΔΔ(2η=42) (Παπακώστα, 2000-2001).

Η φακή (*Lens culinaris*) είναι αγγειόσπερμο, δικότυλο φυτό, ψυχανθές, ετήσιο και είναι από τα πρώτα φυτά που ξεκίνησε να καλλιεργεί συστηματικά ο άνθρωπος. Ευδοκμεί σε ποικίλες κλιματολογικές συνθήκες, αλλά καλύτερα στα στραγγιζόμενα εδάφη. Γενικά η φακή είναι μια (coolcrop) μικρού κλίματος καλλιέργεια που αντέχει στους παγετούς την άνοιξης αλλά όχι στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες ή στην ξηρασία. Οι καλλιεργητικές της απαιτήσεις είναι: εδάφη με καλή αποστράγγιση, ψυχρές θερμοκρασίες, ελάχιστη άρδρευση και PH κοντά στο 7,0. Ο ξηρός καρπός της είναι πλούσιος σε πρωτεΐνη (20-26%), σε υδατάνθρακες βραδείας απορρόφησης, σε φυτικές ίνες και χαμηλά λιπαρά, και χρησιμοποιείται σαν όσπριο στις περιοχές όπου παράγεται.

Στο πείραμα μελετήθηκε η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού μετά από συγκαλλιέργεια εδώδιμων σιτηρών και ψυχανθών. Τα εδώδιμα ψυχανθή γενικά θεωρούνται φυτά με μεγάλη σπουδαιότητα για την διατροφή του ανθρώπου, καθώς παράγουν σπόρο υψηλής θρεπτικής αξίας πλούσιο σε πρωτεΐνες, ανόργανα άλατα και βιταμίνες. Αποτελούν βάση της μεσογειακής διατροφής και η διατροφική αξία

τους έχει αναγνωρισθεί παγκοσμίως. Στα εδώδιμα ψυχανθή ανήκουν τα φασόλια, τα μπιζέλια, τα ρεβύθια και τέλος η φακή.

Η συγκαλλιέργεια ως σύστημα καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο αιώνες πριν. Συγκαλλιέργεια είναι η ταυτόχρονη καλλιέργεια δύο ή περισσότερων ειδών στην ίδια έκταση γης χωρίς να γίνεται ταυτόχρονη σπορά ή συγκομιδή. Ο σκοπός της είναι να μεγιστοποιείται η απόδοση με τις λιγότερες εισροές (Lithourgidis et al 2011). Η εφαρμογή της γίνεται κυρίως στις τροπικές περιοχές όσον αφορά τα σιτηρά, ενώ στις εύκρατες όσον αφορά την παραγωγή ζωοτροφών (Waddington et al 2007). Για να επιτύχει, χρειάζεται να έχει γίνει από πριν ο κατάλληλος προγραμματισμός για το ποια είδη θα συμπεριληφθούν στον αγρό, πάντα με κριτήριο τις κλιματικές – περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής. Η συγκαλλιέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον, συντελεί στην καλύτερη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, και ανταποκρίνεται στις προκλήσεις της σύγχρονης γεωργίας (Malezieux et al, 2009). Στην Ελλάδα η πιο συχνή και διαδεδομένη συγκαλλιέργεια είναι αυτή των σιτηρών με τα ψυχανθή (Clergue et al 2005). Τα σιτηρά καλλιεργούνται για παραγωγή σιτηρού, ενώ τα ψυχανθή που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και έτσι σε συνδυασμό με τα σιτηρά δίνουν ένα ιδανικό για την διατροφή σιτηρέσιο για την διατροφή ζώων.

Υπάρχουν τέσσερις τύποι συγκαλλιέργειας ανάλογα με την διάταξη των φυτών στον αγρό:

α) Η μικτή συγκαλλιέργεια (Mixed intercropping) είναι η συγκαλλιέργεια δυο ή περισσότερων ειδών μαζί χωρίς καμία ευδιάκριτη ρύθμιση γραμμών.

β) Η συγκαλλιέργεια σε γραμμές (Row intercropping) καλλιέργεια δύο ή περισσότερων καλλιεργειών συγχρόνως με τουλάχιστον μία καλλιέργεια σπαρμένη σε γραμμές

γ) Σε λωρίδες (Strip intercropping) που είναι μια καλλιέργεια δύο ή περισσότερων ειδών μαζί σε λωρίδες με αρκετό εύρος μεταξύ τους, ώστε να επιτρέπεται η ικανοποιητική τους ανάπτυξη και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους.

δ) Κλιμακούμενη-Διαδοχική συγκαλλιέργεια (Relay intercropping) όπου η σπορά της δεύτερης καλλιέργειας πραγματοποιείται όταν η πρώτη είναι σε προχωρημένο επίπεδο ανάπτυξης, αλλά πριν την συγκομιδή.

Η συγκαλλιέργεια παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα σύμφωνα με τον Jensen (2020). Ακόμα αν στη συγκαλλιέργεια συμμετέχουν ψυχανθή έχουμε μείωση στην απαιτούμενη λίπανση με άζωτο κατά 26%. Και αυτό λόγω της ικανότητας των ψυχανθών να σταθεροποιούν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν από ανόργανη μορφή σε μορφή αξιοποιήσιμη από τα φυτά, με αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό του εδάφους. Με αυτόν τον τρόπο, μέσω δηλ. της διαδικασίας της αζωτοδέσμευσης η οποία λαμβάνει χώρα στο ριζικό σύστημα των ψυχανθών, εξασφαλίζεται η τροφοδοσία των αγρωστωδών φυτών με άζωτο (Jat et al 2012). Έτσι στους σπόρους των σιτηρών έχουμε μεγαλύτερη συγκέντρωση πρωτεΐνης και άλλων θρεπτικών συστατικών (θείο, τρυπτοφάνη), δίνοντας έτσι

υψηλότερη διατροφική αξία στο προϊόν της συγκαλλιέργειας (Lithourgidis et al 2006, Lithourgidis et al 2008, Lithourgidis and Dordas 2010, Dordas et al 2012).

Ωστόσο η συγκαλλιέργεια παρουσιάζει σύμφωνα με τον Jensen (2020) και κάποια μειονεκτήματα όπως, το ότι δεν γίνεται πλήρης εκμηχάνιση της παραγωγής, διότι εφόσον τα δύο είδη πρέπει να συγκομιστούν χωριστά η συγκομιδή γίνεται με το χέρι, πράγμα που αυξάνει κατά πολύ την δυσκολία της συγκομιδής, ενώ παράλληλα είναι και μια αρκετά χρονοβόρα διαδικασία, αυξάνοντας έτσι περισσότερο το κόστος. Επιπλέον υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών για τα θρεπτικά συστατικά, το φως του ηλίου και το νερό. Αυτά τα μειονεκτήματα μπορούν να μειώσουν τις αποδόσεις σε σχέση με την αντίστοιχη μονοκαλλιέργεια (Lithourgidis et al 2008, Lithourgidis et al 2010). Επίσης τα διαφορετικά είδη έχουν διαφορετικές απαιτήσεις όσον αφορά την φυτοπροστασία, την επιλογή των κατάλληλων ζιζανιοκτόνων αλλά και τα θρεπτικά στοιχεία.

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης δύο διαφορετικών αναλογιών σποράς στην περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη μετά από συγκαλλιέργεια εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών, υπό τις κλιματολογικές συνθήκες της Φλώρινας.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Την καλλιεργητική περίοδο 2021-2022 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα εγκαταστάθηκε ένα πείραμα συγκαλλιέργειας στο οποίο συμμετείχαν ένα εδώδιμο ψυχανθές (φακή) και δύο αγρωστώδη (σιτάρι και βρώμη). Το φυτικό υλικό που επιλέχθηκε ήταν τρεις ποικιλίες φακής (οι ποικιλίες Θεσσαλία, και Ελπίδα), μια ποικιλία μαλακού σιταριού (Γεκόρα) και μια ποικιλία βρώμης (Κασσάνδρα). Όλα τα είδη καλλιεργήθηκαν στον αγρό σε σύστημα μονοκαλλιέργειας και συγκαλλιέργειας (σιτηρά-ψυχανθή).

Ποικιλία Γεκόρα (μαλακό σιτάρι)



Εικόνα 1. Εικόνα από σιτηρά του αγρού.

Η ποικιλία Γεκόρα είναι ανοιξιόατική, κοντή ποικιλία, πολύ πρόιμη, με άριστη αντοχή στο πλάγιασμα και μέτριο αδελφωμα. Ο στάχυς της είναι μέτρια συμπαγής και ο σπόρος ωσειδής, κιτρινόλευκου χρώματος. Έχει υψηλή ανθεκτικότητα στη μαύρη σκωρίαση και μέτρια στις άλλες, ενώ είναι

ευαίσθητη στο ωίδιο. Είναι ευαίσθητη στον παγετό του χειμώνα και μέτρια ανθεκτική στον παγετό της άνοιξης. Τέλος είναι ειδική για τα γόνιμα εδάφη.

Βρώμη(ποικιλία Κασσάνδρα)

Είναι πολύ αποδοτική ποικιλία, ειδικά στα ημιγόνιμα μέχρι και στα πτωχά εδάφη. Έχει καλή προσαρμογή στις ξηροθερμικές συνθήκες αλλά και στα όξινα εδάφη. Είναι ποικιλία κατάλληλη για ενσίρωση και καρπό. Έχει μέτριο ύψος, με καλή αντοχή στο πλάγιασμα και πλούσιο αδέλωμα. Είναι μέτρια ανθεκτική στον παγετό του χειμώνα καθώς και στις σκωριάσεις και στο ωίδιο.

Φακή(ποικιλία Θεσσαλία)



Εικόνα 2: Εικόνα από τα ψυχανθή του αγρού.

Ο σπόρος της έχει πλατύ σχήμα και χρώμα ανοικτό πράσινο ή υπόξανθο χωρίς στίγματα και κηλίδες. Είναι πλατύσπερμη, μεσοπρώιμη, αρκετά παραγωγική ποικιλία, η οποία προήλθε από επιλογή πληθυσμού που είχε εισαχθεί από την Γερμανία. Αντέχει στους χειμερινούς παγετούς και κατάλληλη για την βιολογική γεωργία.

Φακή (ποικιλία Ελπίδα)

Ο σπόρος της έχει πλατύ σχήμα και χρώμα ανοικτό πράσινο ή υπόξανθο. Είναι πλατύσπερμη ποικιλία, πρώιμη, αρκετά παραγωγική και ανθεκτική στους παγετούς του χειμώνα.



Εικόνα 3: Εικόνα του αγρού από ψηλά

2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

A-1	1	A-6	6	Γ-21	4
2	2	7	7	22	3
3	3	8	8	23	8
4	4	9	9	24	5
5	5	10	10	25	6
B-11	9	B-16	4	Γ-26	1
12	2	17	5	27	2
13	7	18	8	28	9
14	6	19	3	29	10
15	1	20	10	30	7

Κωδ.	Γενότυπος	A	B	Γ
1	ΓΕΚΟΡΑ+ ΘΕΣΣΑΛΙΑ 50:50	1	15	26
2	ΓΕΚΟΡΑ+ ΘΕΣΣΑΛΙΑ 70:30	2	12	27
3	ΕΛΠΙΔΑ	3	19	22
4	ΘΕΣΣΑΛΙΑ	4	16	21
5	ΓΕΚΟΡΑ	5	17	24
6	ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ	6	14	25
7	ΓΕΚΟΡΑ+ ΕΛΠΙΔΑ 50:50	7	13	30
8	ΓΕΚΟΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ 70:30	8	18	23
9	ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ+ΘΕΣΣΑΛΙΑ 50:50	9	11	28
10	ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ 70:30	10	20	29

Εικόνα 1. Το πειραματικό σχέδιο του πειράματος συγκαλλιέργειας.

Χρησιμοποιήθηκε το πλήρως τυχαίοποιημένο σχέδιο με τρεις επαναλήψεις. Οι δυο ποικιλίες φακής (οι ποικιλίες Θεσσαλία, και Ελπίδα), καλλιεργήθηκαν σε μονοκαλλιέργεια και σε συγκαλλιέργεια με το μαλακό σιτάρι (Γεκόρα) και την βρώμη (Κασσάνδρα), σε όλους τους συνδυασμούς μεταξύ τους. (σιτηρά- ψυχανθή) σε δύο αναλογίες σποράς (50:50 και 70:30, σιτηρά : ψυχανθή), για να αξιολογηθεί η πιο αποδοτική αναλογία σποράς. Έτσι δημιουργήθηκαν 10 επεμβάσεις και συνολικά 30 πειραματικά τεμάχια. Σε κάθε πειραματικό σχέδιο σπάρθηκαν 6 γραμμές των 5 μέτρων από τις οποίες συγκομίστηκαν οι 4 μεσαίες. Οι αποστάσεις σποράς μεταξύ των γραμμών ήταν 25 εκ., ενώ επί της

γραμμής η σπορά ήταν συνεχής και οι διαστάσεις κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν $5 \times 1,5 = 7,5 \text{cm}^2$. Μεταξύ των επαναλήψεων αφήθηκε διάδρομος (2) μέτρων.



Εικόνα 4: Άποψη πειραματικού αγρού.

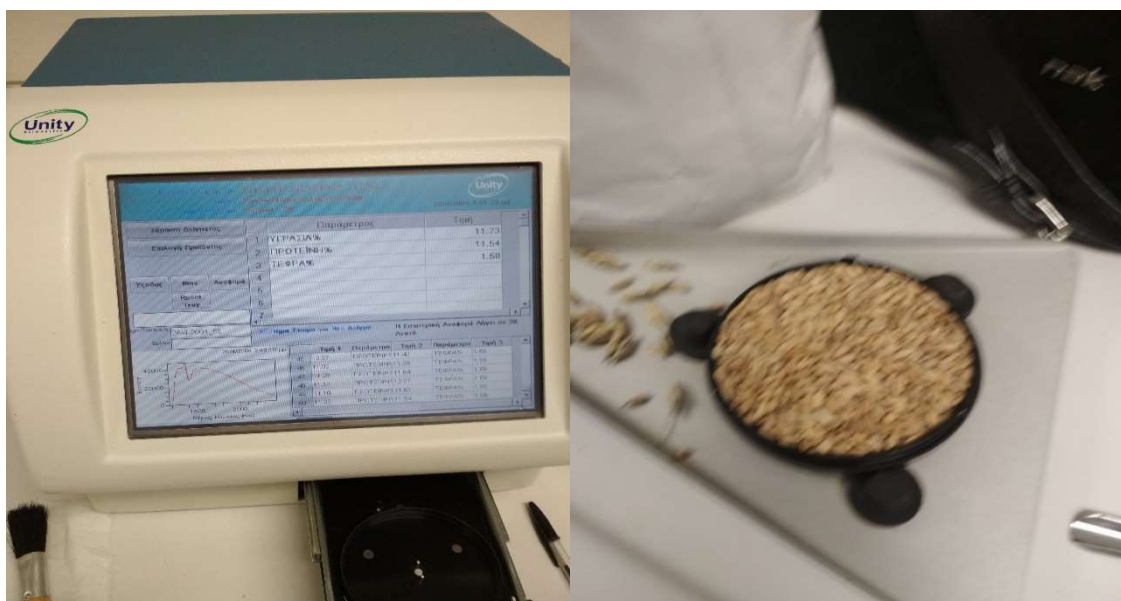
Στις 30 Οκτωβρίου του 2021 στον αγρό του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στην Φλώρινα, έγινε η εγκατάσταση του πειραματικού αγρού. Εφαρμόστηκε πριν από την σπορά βασική λίπανση με φωσφορικό διαμμώνιο (10-10-0), σε ποσότητα ώστε να προστεθούν ανά στρέμμα 8 κιλά αζώτου (N_2) και 4 κιλά πεντοξειδίου του φωσφόρου (P_2O_5). Κατά την χάραξη του πειραματικού αγρού δημιουργήθηκαν γραμμές στις οποίες έγινε η σπορά με το χέρι. Καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο δεν έγινε εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και τα ζιζάνια που εμφανίστηκαν καταπολεμήθηκαν με άλλα μηχανικά μέσα (ξεβοτάνισμα). Σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου δεν εφαρμόστηκε καμία άρδευση.



Εικόνα 5. Φωτογραφία κατά την συγκομιδή.

2.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ, ΤΕΦΡΑΣ, ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ NIR

Η τεχνική του εγγύς υπέρυθρου NIR (Near - infrared – spectotroscopy NIR) είναι μία γρήγορη μέθοδος για τον προσδιορισμό των τριών σημαντικών παραμέτρων με σκοπό την αξιολόγηση της ποιότητας του σιταριού. Το φασματόμετρο του εγγύς υπέρυθρου (Near – infrared – spectotroscopy NIR) μετρά σε διαστήματα 2nm σε φάσμα 950 – 2500nm στο οποίο γίνεται η απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του επιλεγμένου μήκους κύματος και την αλληλεπίδραση με το δείγμα. Στην συνέχεια ο ανιχνευτής του μηχανήματος μετρά την διαπερατότητα και την απορρόφηση αυτού, ανάλογα με το μήκος κύματος και το περιεχόμενο. Η ποιότητα του φωτός που ανακλάται καταγράφεται. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, υγρασία και τέφρα του σίτου και άλλων φυτικών ειδών. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η ταχύτητα και η μη χρησιμοποίηση χημικών. Το μηχάνημα SpectraStar 2400 – D (UnityScientific, Milford, MA, USA) προσδιορίζει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, υγρασία και τέφρα.



Εικόνα 6: NIR (Near - infrared – spectotroscopy)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) φαίνεται ο μέσος όρος της % περιεκτικότητας των σπόρων σε τέφρα των σιτηρών και ψυχανθών που συγκαλλιεργήθηκαν σε δυο αναλογίες σποράς.

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα του σπόρου % σε τέφρα στις 10 επεμβάσεις και στις τρεις επαναλήψεις

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΣΙΤΗΡΑ			ΨΥΧΑΝΘΗ		
	A	B	Γ	A	B	Γ
Γεκόρα +Θεσσαλία 50:50	1,47	1,47	1,46	5,97	6,02	5,8
Γεκόρα +Θεσσαλία 70:30	1,46	1,46	1,44	5,57	6	5,57
Ελπίδα	-	-	-	5,85	6,07	5,81
Θεσσαλία	-	-	-	6,1	6,07	5,81
Γεκόρα	1,47	1,46	1,46	-	-	-
Κασσάνδρα	3,21	3,43	3,65	-	-	-
Γεκόρα +Ελπίδα 50:50	1,46	1,46	1,49	6,07	6,19	5,57
Γεκόρα +Ελπίδα 70:30	1,46	1,46	1,45	5,43	5,58	5,52
Κασσάνδρα +Θεσσαλία 50:50	3,52	3,44	3,58	5,98	5,64	5,71
Κασσάνδρα +Ελπίδα 70:30	3,38	3,32	3,42	5,8	6,03	5,0

Πίνακας 2. Περιεκτικότητα του σπόρου % σε τέφρα στις 10 επεμβάσεις

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΣΙΤΗΡΑ	ΨΥΧΑΝΘΗ
Γεκόρα +Θεσσαλία 50:50	1,47b	5,93a
Γεκόρα +Θεσσαλία 70:30	1,45b	5,71a
Ελπίδα	-	5,91a
Θεσσαλία	-	5,99a
Γεκόρα	1,46b	-
Κασσάνδρα	3,43ab	-
Γεκόρα +Ελπίδα 50:50	1,47b	5,94a
Γεκόρα +Ελπίδα 70:30	1,46b	5,51a
Κασσάνδρα +Θεσσαλία 50:50	3,51ab	5,77a
Κασσάνδρα +Ελπίδα 70:30	3,37ab	5,61a

*Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά για $p < 0,05$

Η περιεκτικότητα του σπόρου % σε τέφρα κυμάνθηκε από 1,45% για τη Γεκόρα (μαλακό σιτάρι) σε συγκαλλιέργεια έως 5,99% για τη μονοκαλλιέργεια της φακής (ποικιλία Θεσσαλία), με τα υπόλοιπα είδη σε μονοκαλλιέργεια ή και συγκαλλιέργεια να εμφανίζουν τιμές μεταξύ των δυο ακραίων.

Πίνακας 3. Ανάλυση παραλλακτικότητας της περιεκτικότητας σε τέφρα % του σπόρου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΒΕ	ΑΠΠ	ΜΤ	F	F_{0,5}
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	15	84,66	5,644	1,84	2
ΣΦΑΛΜΑ	32	98,23	3,06		
ΣΥΝΟΛΟ	47	182,89			

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές, όπως φαίνεται από τον πίνακα 3, αφού το F των δεδομένων είναι μικρότερο από το $F_{0,5}$. Για ΒΕ αριθμητή και παρονομαστή 15 και 32 $F_{0,5}=2,04$ ($F=1,84 < F_{0,5}=2$). Και η ΕΣΔ υπολογίστηκε σε: $ΕΣΔ=t_{0,5}*\sqrt{2 * 3,06/3}= 2,91$

Όπως φαίνεται από τους πίνακες 2 και 3 οι ποικιλίες φακής έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα σε σύγκριση με τα σιτηρά, αλλά οι διαφορές μεταξύ τους δεν είναι στατιστικώς σημαντικές. Μεταξύ των σιτηρών παρατηρήθηκαν διαφορές. Η βρώμη έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα σε σύγκριση με το μαλακό σιτάρι.

Στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 4), παρουσιάζεται η % περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη των διαφορετικών ειδών σιτηρών και ψυχανθών του πειράματος τα οποία καλλιεργήθηκαν σε μεμονωμένες καλλιέργειες αλλά και σε συγκαλλιέργεια σε δύο αναλογίες σποράς.

Πίνακας 4. Περιεκτικότητα του σπόρου % σε πρωτεΐνη στις 10 επεμβάσεις και στις τρεις επαναλήψεις

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΣΙΤΗΡΑ			ΨΥΧΑΝΘΗ		
	A	B	Γ	A	B	Γ
Γεκόρα +Θεσσαλία 50:50	11,99	12,97	12,07	30,2	31,17	28,89
Γεκόρα +Θεσσαλία 70:30	12,23	12,48	11,71	30,57	30,86	27,06
Ελπίδα	-	-	-	29,32	30,33	30,42
Θεσσαλία	-	-	-	31,32	31,64	30,42
Γεκόρα	12,95	12,57	11,78	-	-	-
Κασσάνδρα	5,14	4,95	4,53	-	-	-
Γεκόρα +Ελπίδα 50:50	12	12,91	12,78	26,22	30,66	28,85
Γεκόρα +Ελπίδα 70:30	12,49	12,83	11,96	28,97	31,61	27,29
Κασσάνδρα +Θεσσαλία 50:50	5,54	4,67	5,06	31,11	30	28,95
Κασσάνδρα +Ελπίδα 70:30	5,3	5,32	5,05	28,51	29	28,7

Πίνακας 5. Περιεκτικότητα του σπόρου % σε πρωτεΐνη στις 10 επεμβάσεις

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΣΙΤΗΡΑ	ΨΥΧΑΝΘΗ
Γεκόρα +Θεσσαλία 50:50	12,34b	30,09*a
Γεκόρα +Θεσσαλία 70:30	12,14b	29,49a
Ελπίδα	-`	29,27a
Θεσσαλία	-	31,13a
Γεκόρα	12,43b	-
Κασσάνδρα	4,87c	-
Γεκόρα +Ελπίδα 50:50	12,56b	28,58a
Γεκόρα +Ελπίδα 70:30	12,43b	29,29a
Κασσάνδρα +Θεσσαλία 50:50	5,09c	30,02a
Κασσάνδρα +Ελπίδα 70:30	5,22c	28,74a

*Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά για p 05

Η περιεκτικότητα του σπόρου % σε πρωτεΐνη κυμάνθηκε από 4,87% για την Κασσάνδρα (βρώμη) σε μονοκαλλιέργεια έως 31,13% για την ποικιλία της φακής Θεσσαλία σε μονοκαλλιέργεια. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις και οι δυο ποικιλίες φακής εμφάνισαν υψηλές τιμές κοντά στην ανώτερη (31,13%) με τα δυο είδη σιτηρών σε μονοκαλλιέργεια ή και συγκαλλιέργεια να εμφανίζουν τιμές αρκετά χαμηλότερες.

Πίνακας 6. Ανάλυση παραλλακτικότητας της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη % του σπόρου

ΠΙΝΑΚ.ΠΑΡΑΛ	ΒΕ	ΑΤΠ	ΜΤ	F	F _{0,5}
ΠΑΡΑΓ	15	5.086,45	339,09	58,3	2,0
ΣΦΑΛΜΑ	32	186	5,8125		
ΣΥΝΟΛΟ	47	5.272,45			

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν στατιστικώς σημαντικές, όπως φαίνεται από τον πίνακα 6, αφού το F των δεδομένων είναι μεγαλύτερο από το F₀₅. Για ΒΕ αριθμητή και παρονομαστή 15 και 32 F₀₅=2 (F=58,3>F₀₅=2). Και η ΕΣΔ υπολογίστηκε σε: $ΕΣΔ=t_{05}*\sqrt{2 * 5,81/3}= 4,1$

Όπως φαίνεται από τους πίνακες 5 και 6 υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, οι οποίες όμως αφορούν την διαφορετική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη που παρουσιάζουν τα ψυχανθή (φακή) σε σύγκριση με τα σιτηρά, ανεξάρτητα από την συγκαλλιέργεια και την αναλογία σποράς. Επίσης υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην περιεχόμενη πρωτεΐνη ανάμεσα στο μαλακό σιτάρι και τη βρώμη. Το μαλακό σιτάρι (ποικιλία Γεκόρα) περιέχει πρωτεΐνη περίπου 12 % ανεξαρτήτως επέμβασης. Στη βρώμη η πρωτεΐνη κυμαίνεται περίπου στο 5%.

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 7), παρουσιάζεται η % περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία των διαφορετικών ειδών σιτηρών και ψυχανθών του πειράματος τα οποία καλλιεργήθηκαν σε μεμονωμένες καλλιέργειες αλλά και σε συγκαλλιέργεια σε δύο αναλογίες σποράς.

Πίνακας 7. Περιεκτικότητα του σπόρου % σε υγρασία στις 10 επεμβάσεις και στις τρεις επαναλήψεις

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΣΙΤΗΡΑ			ΨΥΧΑΝΘΗ		
	A	B	Γ	A	B	Γ
Γεκόρα +Θεσσαλία 50:50	12,73	11,93	12,65	10,0	10,64	10,86
Γεκόρα +Θεσσαλία 70:30	13,02	12,7	12,65	11,26	11,11	10,91
Ελπίδα	-	-	-	11,06	11,03	11,07
Θεσσαλία	-	-	-	11,07	10,84	11,37
Γεκόρα	11,62	12,2	12,56	-	-	-
Κασσάνδρα	6,61	6,2	6,77	-	-	-
Γεκόρα +Ελπίδα 50:50	12,68	11,99	12,23	11,17	10,52	10,52
Γεκόρα +Ελπίδα 70:30	12,55	11,84	12,68	11,36	12,29	10,56
Κασσάνδρα +Θεσσαλία 50:50	5,68	6,44	6,93	10,92	10,8	10,88
Κασσάνδρα +Ελπίδα 70:30	6,54	6,45	6,77	10,91	10,62	10,48

Πίνακας 8. Περιεκτικότητα του σπόρου % σε υγρασία στις 10 επεμβάσεις

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΣΙΤΗΡΑ	ΨΥΧΑΝΘΗ
Γεκόρα +Θεσσαλία 50:50	12,43ab	10,8d
Γεκόρα +Θεσσαλία 70:30	12,79a	11,09cd
Ελπίδα	-	11,05cd
Θεσσαλία	-	11,09cd
Γεκόρα	12,12abc	-
Κασσάνδρα	6,53e	-
Γεκόρα +Ελπίδα 50:50	12,3ab	10,74d
Γεκόρα +Ελπίδα 70:30	12,36ab	11,4bcd
Κασσάνδρα +Θεσσαλία 50:50	6,35e	10,87d
Κασσάνδρα +Ελπίδα 70:30	6,59e	10,67d

*Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά για p 05

Η περιεκτικότητα του σπόρου % σε υγρασία κυμάνθηκε από 6,35% για την Κασσάνδρα (βρώμη) σε μονοκαλλιέργεια έως 12,79% για την ποικιλία μαλακού σιταριού Γεκόρα σε συγκαλλιέργεια με τη Θεσσαλία σε αναλογία 70:30. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις παρατηρούνται ενδιάμεσες τιμές υγρασίας .

Πίνακας 9. Ανάλυση παραλλακτικότητας της περιεκτικότητας σε υγρασία % του σπόρου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΛ	ΒΕ	ΑΠΠ	ΜΤ	F	F_{0,5}
ΠΑΡΑΓ.	15	194,46	12,964	25,9	2,0
ΣΦΑΛΜΑ	32	16,3	0,5		
ΣΥΝΟΛΟ	47	210,8	4,4		

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν στατιστικώς σημαντικές, όπως φαίνεται από τον πίνακα 9, αφού το F των δεδομένων είναι μεγαλύτερο από το F₀₅. Για ΒΕ αριθμητή και παρονομαστή 15 και 32 F₀₅=2 (F=25,9>F₀₅=2). Και η ΕΣΔ υπολογίστηκε σε: ΕΣΔ=2,04* $\sqrt{2 * 0,5/3}$ = 1,18

Όπως φαίνεται από τους πίνακες 8 και 9 υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Την χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία έχουν οι ποικιλίες της βρώμης ανεξάρτητα από την επέμβαση, ενώ τον μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία έχουν οι σπόροι της ποικιλίας Γεκόρα. Οι σπόροι της φακής, έχουν ενδιάμεση αλλά περίπου την ίδια περιεκτικότητα σε υγρασία, ανεξάρτητα από την επέμβαση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μεταξύ των επεμβάσεων βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν.

Ως προς την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές οι οποίες όμως αφορούν την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη που παρουσιάζουν τα ψυχανθή (φακή) σε σύγκριση με τα σιτηρά, ανεξάρτητα από την συγκαλλιέργεια και την αναλογία σποράς.

Επιπλέον βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην περιεχόμενη πρωτεΐνη ανάμεσα στο μαλακό σιτάρι και τη βρώμη. Το μαλακό σιτάρι (ποικιλία Γεκόρα) έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ανεξαρτήτως επέμβασης.

Οι ποικιλίες φακής έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα σε σύγκριση με τα σιτηρά, αλλά οι διαφορές μεταξύ τους δεν είναι στατιστικώς σημαντικές.

Μεταξύ των σιτηρών παρατηρήθηκαν διαφορές. Η βρώμη έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα σε σύγκριση με το μαλακό σιτάρι.

Επιπλέον υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ως προς την περιεχόμενη υγρασία ποσοστό όμως που είναι σε όλες τις περιπτώσεις σε επιτρεπτά όρια.

Την χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία έχουν οι ποικιλίες της βρώμης ανεξάρτητα από την επέμβαση, ενώ την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία έχουν οι σπόροι της ποικιλίας Γεκόρα. Οι σπόροι της φακής, έχουν ενδιάμεση αλλά περίπου την ίδια περιεκτικότητα σε υγρασία, ανεξαρτήτως επέμβασης.

Βιβλιογραφία :

Αγγλική βιβλιογραφία

- Clergue B., Amiaud B., Pervanchon F., Lasserre-Joulin F., Plantureux S. 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas, A review, *Agron. Sustain. Dev.* 25, 1–15.
- Dordas C. A., Vlachostergios D. N., A. S. Lithourgidis 2012. "Growth dynamics and agronomic-economic benefits of pea-oat and pea-barley intercrops", *Crop and Pasture Science* 63, pp. 45 – 52.
- Jat R.A., S.P. Wani, K.L. Sahrawat, P. Singh, S.R. Dhaka, B.L. Dhaka 2012. Recent approaches in nitrogen management for sustainable agricultural production and eco-safety pp.1033-1060
- Jensen E. S., Carlsson G., Hauggaard-Nielsen H., 2020. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agronomy for Sustainable Development* vol. 40 (5).
- Lithourgidis A., Vasilakoglou I., Dhima K., Dordas C., Yiakoulaki M., 2006, "Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios", *Field Crop Research* vol 99, pp. 109- 112
- Lithourgidis A., Vasilakoglou I., Dhima K., Dordas C., Yiakoulaki M., 2006, "Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios", *Field Crop Research* vol 99, pp. 109- 112.
- Lithourgidis, A.S., C.A., Dordas, T.B., Lazaridou, I., Papadopoulos, 2008. Silage yield and protein content of common bean intercropped with corn in two row-replacements. *Proceedings of 10th Congress of the European Society for Agronomy*, 15-19 September 2008, Bologna, Italy.
- Lithourgidis A.S., Dordas C.A. 2010. Forage yield, growth rate, and nitrogen uptake of faba bean intercrops with wheat, barley, and rye in three seeding ratios. *Crop Science*. 50 pp. 2148-2158.
- Lithourgidis, A.S., D.N. Vlachostergios, C.A. Dordas, C.A. Damalas 2011," Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems", *European Journal of Agronomy* vol 34, pp. 287–294.
- Lithourgidis A., Dordas C., Damalas C., Vlachostergios D., 2011, "Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture", *Australian Journal of Crop Science* vol 5, pp. 397-401
- Malezieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Lafontaine H., Rapidel B., Tourdonnet S., Morison M., 2009,"Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models", A review, *Agronomy for Sustainable Development* vol 29, pp. 44-47.

Qamar I.A., Keatinge J.D.H., Mohammad N., Ali A., Khan M.A. 1999. Introduction and management of common vetch/barley forage mixtures in the rainfed areas of Pakistan. 3. Residual effects on following cereal crops, Aust. J. Agr. Res. 50 pp. 21–27.

Waddington, S. R. Mekuria M., Siziba S., Karigwindi J. 2007. ‘Long-term yield sustainability and financial returns from grain legume–maize intercrops on a sandy soil in sub humid north central Zimbabwe.’, Expl Agric., 43, pp. 489–503.

Ελληνική βιβλιογραφία

Παπακώστα – Τασοπούλου, Δέσποινα 2012. Ειδική Γεωργία – Σιτηρά και Ψυχανθή, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία , Θεσσαλονίκη

Ιστοσελίδες

www.blogfarmacon.gr

https://www.researchgate.net/publication/332564202_Benefits_of_intercropping_legumes_with_cereals

<https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/lipansi-sitari/katigories-sitirwn/>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%81%CE%B9>

http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%9A%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%B2%CF%81%CF%8E%CE%B7%CF%82