



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΘΕΜΑ: Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού μετά από συγκαλλιέργεια
εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών με δυο συστήματα σποράς

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΕΖΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

Δρ ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ ΘΕΑΝΩ

ΦΛΩΡΙΝΑ 2023

ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Δηλώνω ότι εγώ ο Δημήτριος Τέζας είμαι ο συγγραφέας της εργασίας με τίτλο: **Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού μετά από συγκαλλιέργεια εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών με δυο συστήματα σποράς**, 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:

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| 1.Εισαγωγή | 6 |
| 2. Υλικά και Μέθοδοι | 13 |
| 2.1.Φυτικό υλικό | 13 |
| Ποικιλία Γεκόρα (μαλακό σιτάρι) | 14 |
| Ποικιλία Κασσάνδρα (βρώμη) | 14 |
| Ποικιλία Θεσσαλία (φακή)..... | 14 |
| Ποικιλία Ελπίδα (φακή) | 14 |
| 2.2 Πειραματικός αγρός | 15 |
| 2.3 Προσδιορισμός πρωτεΐνης τέφρας υγρασίας με τη βοήθεια του NIR | 17 |
| 3. Αποτελέσματα..... | 18 |
| 3.1.Περιεκτικότητα σε % πρωτεΐνη σιτηρών και ψυχανθών | 18 |
| 4. Συζήτηση..... | 24 |
| 5. Συμπεράσματα | 26 |
| Βιβλιογραφία | 26 |

Περίληψη :

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή διατριβή, μελετάται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού μετά από συγκαλλιέργεια εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών με δυο συστήματα σποράς. Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα. Ως εδώδιμα ψυχανθή χρησιμοποιήθηκαν δύο ποικιλίες φακής και ως σιτηρά χρησιμοποιήθηκαν μια ποικιλία μαλακού σιταριού και μία βρώμη. Οι προαναφερθείσες ποικιλίες των τριών ειδών (σιτάρι, βρώμη, και φακή) συγκαλλιεργήθηκαν σε δύο συστήματα σποράς (1:1 εναλλασόμενες γραμμές και μεικτή σπορά των δύο ειδών στην ίδια γραμμή σε αναλογία σποράς 50:50), καθώς και σε μονοκαλλιέργεια. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο με τρεις επαναλήψεις. 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 in two different spatial arrangements 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 two ratio arrangements (1:1 alternating rows and mixed sowing of the two species in the same row at a seeding ratio of 50:50), as well as in monoculture. 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

1.Εισαγωγή

Η ιστορία της καλλιέργειας του σιταριού ξεκινά πριν από 10.000 χρόνια τουλάχιστον, και η πρώτη αναφορά για την καλλιέργεια εντοπίζεται στην Μέση Ανατολή, η οποία θεωρείται και ο τόπος καταγωγής του (Bozzini, 1998). Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* ενώ στην Ελλάδα καλλιεργούνται δύο είδη: α) το *Triticum durum* ή σκληρό σιτάρι που χρησιμοποιείται στη μακαρονοποιία και β) το *Triticum aestivum* ή μαλακό σιτάρι που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού (Παπακώστα, 2008).

Ο καρπός του σιταριού είναι καρύωση, αυτό σημαίνει ότι το περίβλημα του σπόρου είναι ενωμένο σταθερά, με τρόπο ώστε καρπός και σπόρος να αποτελούν τον κόκκο. Το ενδοσπέρμιο είναι αμυλώδης ιστός και καλύπτει το εσωτερικό του κόκκου, με εξαίρεση τον χώρο που καταλαμβάνει το έμβρυο. Η αλευρώνη είναι το εξωτερικό χρώμα του ενδοσπερμίου, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του ενδοσπερμίου αποτελείται από μεγάλα κύτταρα πλούσια σε αμυλόκοκκους και αλευρόκοκκους (Campbell et al., 1981). Οι αμυλόκοκκοι διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους σε σχήμα και μέγεθος. Όταν ο κόκκος είναι σκληρός και σε τομή παρουσιάζει διαφανή, γυαλιστερή όψη, σημαίνει ότι οι αλευρόκοκκοι είναι αρκετοί στο ενδοσπέρμιο. Ενώ όταν είναι λίγοι, το ενδοσπέρμιο έχει αλευρώδη εμφάνιση και μαλακή υφή (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Όσον αφορά τις οικολογικές απαιτήσεις, το σιτάρι και ειδικότερα το μαλακό, αρέσκει στα μέσης σύστασης μέχρι βαριά, γόνιμα και με καλή στράγγιση εδάφη ενώ ακατάλληλα θεωρούνται τόσο τα όξινα όσο και τα ισχυρώς εκπλυθέντα εδάφη (Δαναλάτος, 2005). Επιπλέον, ευδοκιμεί σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, ωστόσο μπορεί να καλλιεργηθεί και σε πιο θερμά ή υγρά κλίματα εάν διαθέτουν μια περίοδο σχετικά δροσερή που να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών. Τέλος, σημαντική κρίνεται και η προσαρμοστικότητα του όσον αφορά τις απαιτήσεις σε νερό. Το περισσότερο νερό περίπου το 70% των αναγκών του, το χρειάζεται την περίοδο μεταξύ καλαμώματος και άνθησης.

Ανάλογα με την εποχή σποράς, τα σιτηρά διακρίνονται σε χειμερινά (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, σίκαλη), που κατάγονται από την εύκρατη ζώνη και σε εαρινά (αραβόσιτος, ρύζι, σόργο, κεχρί), που έχουν τροπική προέλευση και συνεπώς ευδοκιμούν σε θερμότερα κλίματα (Σφήκας, 1987). Τα χειμερινά σιτηρά

καταλαμβάνουν περίπου το 80% των καλλιεργούμενων εκτάσεων με σιτηρά, γιατί αξιοποιούν τις μη αρδευόμενες εκτάσεις στις οποίες δεν είναι δυνατόν να καλλιεργηθούν ανοιξιάτικες καλλιέργειες, λόγω των περιορισμένων βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η μεγάλη τους σημασία, επίσης, οφείλεται στην ικανότητά τους να αξιοποιούν φτωχές, άγονες και ορεινές εκτάσεις, όπου καμία άλλη καλλιέργεια δεν θα μπορούσε να αποδώσει οικονομικά (Παπακώστα, 2008). Τα σιτηρά καλλιεργούνται σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και έχουν μεγάλη οικονομική σημασία. Στην Ελλάδα η παραγωγή σιτηρών καταλαμβάνει το 42% των καλλιεργούμενων αροτραίων εκτάσεων.

Η βρώμη ανήκει στο γένος *Avena*, το οποίο περιλαμβάνει πολλά είδη όπως τα *Avena sativa*, *Avena byzantine* και *Avena nuda*. Η *A. sativa* αλλιώς κοινή βρώμη είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο είδος του γένους. Η *A. byzantine* ή αλλιώς κόκκινη βρώμη, καλλιεργείται σε πολύ μικρότερο βαθμό, κυρίως σε χώρες της Μεσογείου, αλλά και σε περιοχές της Βορείου και Νοτίου Αφρικής, της Νοτίου Αμερικής και της Αυστραλίας, εξαιτίας της προσαρμογής της σε περιοχές με ξηρό κλίμα. Η *A. nuda* ή αλλιώς γυμνοβρώμη, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, εξαιτίας της απόσπασης του σπόρου από τα λέπυρα κατά το αλώνισμα. Ωστόσο, καλλιεργείται σε πολύ μικρότερο βαθμό από τα άλλα δύο είδη.

Ο σκοπός της καλλιέργειας είναι, κυρίως, η παραγωγή καρπού για τη διατροφή του ανθρώπου και των αγροτικών ζώων. Επίσης, όπως και σε άλλα σιτηρά μπορεί να παραχθεί σανός από το υπέργειο τμήμα (στελέχη, φύλλα, ταξιανθία) των φυτών. Η καλλιέργεια της βρώμης είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στην Ελλάδα και η πορεία της είναι ανοδική. Η βρώμη είναι κυρίως ευρωπαϊκή και βορειοαμερικανική καλλιέργεια. Αυτές οι περιοχές έχουν το δροσερό, υγρό κλίμα στο οποίο η βρώμη προσαρμόζεται καλύτερα. Η βρώμη μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα τύπων εδαφών, καθώς οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας είναι οι συνήθεις περιοριστικοί παράγοντες για την καλλιέργεια της βρώμης αφού είναι το σιτηρό με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία. (Lance Gibson and Garren Benson, 2002). Οι σπόροι της αρχίζουν να βλαστάνουν σε θερμοκρασία 1-2 °C. Υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο της άνθισης έχουν ως συνέπεια την κακή γονιμοποίηση και την παραγωγή κενών σπόρων σε μεγάλη αναλογία. Ιδιαίτερα ευαίσθητη είναι η *A. sativa* ενώ η *A. byzantine* είναι περισσότερο ανθεκτική. Ως προς το έδαφος η βρώμη είναι λιγότερο απαιτητική από τα άλλα σιτηρά. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών αρκεί να αποστραγγίζονται και να έχουν κάποια λογική περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία.

Τα καλύτερα εδάφη γι' αυτήν είναι τα πηλώδη με ουδέτερη αντίδραση. Αντέχει περισσότερο από τα άλλα σιτηρά στην οξύτητα (pH 5-6) αλλά δεν αντέχει στην αλκαλικότητα όσο το κριθάρι (Φασουλά– Φωτιάδης, 1984).

Τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών έχουν μεγάλη οικονομική σημασία και μετά από τα σιτηρά είναι η πιο σημαντική καλλιέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα ψυχανθή ανήκουν στην οικογένεια *Fabaceae* της τάξης *Fabales*. Η καλλιέργεια τους αφορά κυρίως την παραγωγή σανού για την κτηνοτροφία, την παραγωγή καρπών για την διατροφή των ανθρώπων και των ζώων και την χρησιμοποίησή τους για χλωρά λίπανση. Όσον αφορά την ανθρώπινη κατανάλωση οι καρποί των ψυχανθών (όσπρια) περιέχουν τις ίδιες περίπου θερμίδες με τα σιτηρά, αλλά σχεδόν διπλάσια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (ΥπΑΑΤ, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2007). Από τα είδη που ανήκουν στα ψυχανθή η μηδική, ο βίκος και το τριφύλλι καλλιεργούνται για παραγωγή σανού, ενώ η φακή, το λούπινο, το κουκί, το μπιζέλι και η σόγια για τον σπόρο τους. Στην Ελλάδα τα είδη που καλλιεργούνται περισσότερο είναι ο βίκος, το φασόλι, τα κουκιά, η φακή και το ρεβίθι (Εθνική Στατιστική Αρχή, 2018). Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των ψυχανθών είναι η ικανότητα που έχουν να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο μέσω των αζωτοβακτηρίων του γένους *Rhizobium* που συμβιών με τις ρίζες τους. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις τους σε άζωτο και να βελτιώσουν τη γονιμότητα του εδάφους.

Η φακή (*Lens culinaris*) ανήκει βοτανικά στην οικογένεια των ψυχανθών (*Leguminosae*) και αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική καλλιέργεια, προοριζόμενη για ανθρώπινη κυρίως κατανάλωση σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι σπόροι της φακής συνιστούν πλούσια πηγή πρωτεϊνών, μετάλλων και βιταμινών τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα ζώα. Ταυτόχρονα, η καλλιέργεια της φακής βελτιώνει τη συγκέντρωση του αζώτου, του άνθρακα και της οργανικής ύλης στο έδαφος, παρέχοντας δυνατότητες ένταξής της σε βιώσιμα συστήματα φυτικής παραγωγής (Sarker and Erskine, 2006). Η καλλιεργούμενη φακή κατάγεται από την Εγγύς Ανατολή και τη Μικρά Ασία, αλλά εντοπίστηκε για πρώτη φορά, πριν από 7.000-10.000 χρόνια κατά την Νεολιθική εποχή, στην Ανατολική Μεσόγειο. Στη συνέχεια, διαδόθηκε στις Νοτιοδυτικές περιοχές της Ασίας και της Μεσογείου, στην Ελλάδα και στην Κεντρική Ευρώπη, ενώ αργότερα εισήχθηκε στη Βόρεια και Νότια Αμερική και στην Αυστραλία (Dissanayake et al., 2020). Σήμερα, η φακή καλλιεργείται σε περισσότερες από 58 χώρες, και θεωρείται η τέταρτη πιο σημαντική καλλιέργεια οσπρίου στον κόσμο (Shaheen et al., 2019).

Οι βλαστοί είναι λεπτοί, με γωνιώδη περιφέρεια και ραβδώσεις και, ανάλογα με την ποικιλία, φέρουν τρίχες ή είναι σχεδόν λείοι. Ανάλογα με τον τρόπο έκπτυξης των βλαστών, οι ποικιλίες διακρίνονται σε έρπουσας και όρθιας ανάπτυξης, ενώ υπάρχουν και ενδιάμεσες μορφές. Το ύψος του φυτού μπορεί να φτάσει τα 75 cm και παρουσιάζει σημαντική εξάρτηση από το γενότυπο, την πυκνότητα φύτευσης στον αγρό και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ο αριθμός των φυλλαρίων κάθε φύλλου καθορίζεται από το γενότυπο. Τα φύλλα στους περισσότερους γονοτύπους καταλήγουν σε έλικα, η οποία συνήθως είναι απλή. Τα άνθη είναι μικρά, μήκους 4-8 mm λευκά, ελαφρώς ροδόχροα ή ροδόχροα-μπλε. Φέρονται μεμονωμένα ή σε ομάδες των 2-3 ανθέων. Ωστόσο, σε ελεγχόμενες συνθήκες αναφέρονται μέχρι και 7 άνθη στην άκρη του ποδίσκου, ο οποίος εκφύεται από τις μασχάλες των ανώτερων φύλλων. Οι λοβοί είναι λείοι, μικρού μεγέθους, πεπλατυσμένοι, μήκους 6-20 mm και πλάτους 3,5-11 mm. Συνήθως περιέχουν έναν ή δύο σπόρους και σπάνια τρεις. Οι σπόροι έχουν σχήμα αμφίκυρτου φακού και είναι λιγότερο ή περισσότερο πεπλατυσμένοι, με διάμετρο από 2 έως 9 mm, ανάλογα με την ποικιλία. Με βάση τη διάμετρο του σπόρου, οι ποικιλίες κατηγοριοποιούνται σε μεγάλοςπερμες (διάμετρος σπόρου 6-9 mm) και μικρόσπερμες (διάμετρος σπόρου 2-6 mm). Επιπλέον, οι διαφορετικές ποικιλίες χαρακτηρίζονται από διαφορετικά χρώματα περισπερμίου, όπως ανοιχτό κόκκινο, πράσινο, καφέ, μαύρο κ.α. Η επιφάνεια των σπόρων είναι συνήθως λεία, ενώ σε ορισμένες μεγαλόκαρπες ποικιλίες μπορεί να είναι ρυτιδωμένη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η φακή

χαρακτηρίζεται ως φυτό συνεχούς ανάπτυξης. Η άνθιση ξεκινά από τη βάση του φυτού και σταδιακά προχωρεί προς την κορυφή, ενώ η βλαστική ανάπτυξη συνεχίζεται.

Η φακή χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες και υπό συνθήκες εύκρατου κλίματος καλλιεργείται ως φθινοπωρινή καλλιέργεια. Η φθινοπωρινή καλλιέργεια επιτρέπει τη βέλτιστη βλαστική ανάπτυξη και την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων, που συχνά υπερβαίνουν κατά πολύ τις αντίστοιχες αποδόσεις της εαρινής σποράς. Επίσης, η φθινοπωρινή καλλιέργεια παρέχει αποδοτικότερη χρήση νερού από τη χειμερινή βροχόπτωση, υπό την προϋπόθεση ότι η ποικιλία είναι ανθεκτική στον παγετό (Sarker and Erskine, 2006). Τα νεαρά φυτά εμφανίζουν μεγάλη ανθεκτικότητα ακόμα και σε ισχυρούς παγετούς, ωστόσο η αντοχή τους μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας και τα ανεπτυγμένα φυτά πλήττονται από θερμοκρασίες μικρότερες από -12 °C. Έτσι, σε περιοχές όπου επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και παρατεταμένοι παγετοί η φακή σπέρνεται ως εαρινή καλλιέργεια. Όλες οι ποικιλίες φακής, αλλά κυρίως οι μικρόσπερμες, εμφανίζουν αντοχή στην ξηρασία.

Εξαιτίας της υψηλής διατροφικής της αξίας, η φακή κατατάσσεται μεταξύ των πλέον θρεπτικών τροφίμων. Οι σπόροι της φακής, ανάλογα με την ποικιλία και την περιοχή καλλιέργειας, περιέχει από 22 – 33 % πρωτεΐνη και κυρίως σφαιρίνες (~ 50 g/100 g). Επίσης, οι σπόροι της φακής είναι πλούσιοι σε απαραίτητα αμινοξέα, όπως η λυσίνη και η λευκίνη, γεγονός που τους προσδίδει λειτουργικές ιδιότητες, που καθιστούν ευχερή την αξιοποίησή της σε προϊόντα διατροφής (Saricaoglu, 2020). Πέραν της υψηλής περιεκτικότητας της σε πρωτεΐνη, η φακή αποτελεί πηγή διαφόρων ανόργανων συστατικών και άλλων συστατικών, όπως το φολικό οξύ, βιταμίνες A, B και C και ίνες.

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

Στη μονοκαλλιέργεια καλλιεργείται επανειλημμένα, χωρίς να αλλάζει, μια ποικιλία του ίδιου είδους, στο ίδιο κομμάτι γης, κάθε εποχή και συνήθως σε μεγάλες εκτάσεις (Honermeier, 2007). Στην πολυκαλλιέργεια καλλιεργούνται διαφορετικές ποικιλίες ή διαφορετικά είδη φυτών στο ίδιο κομμάτι γης είτε ταυτόχρονα (συγκαλλιέργεια) είτε διαδοχικά (αμειψισπορά). Από τους πιο διαδεδομένους συνδυασμούς μικτής καλλιέργειας είναι η συγκαλλιέργεια και η αμειψισπορά με ψυχανθή και σιτηρά (Acquaah, 2005, Connor, 2001).

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

Για να υπάρχει συνεργασία μεταξύ των φυτών και όχι ανταγωνισμός θα πρέπει να υπολογίζονται τέσσερις παράγοντες (Sullivan, 2003). 1. Η Χωροταξική κατανομή των καλλιεργειών, δηλ. ο τρόπος με τον οποίο είναι κατανεμημένα τα διαφορετικά είδη στον αγρό. Η χωροταξική διαρρύθμιση ποικίλλει. Τα συστήματα που εφαρμόζονται κυρίως με ή χωρίς παραλλαγές είναι η μικτή συγκαλλιέργεια, η συγκαλλιέργεια σε γραμμές, η συγκαλλιέργεια σε λωρίδες και η διαδοχική ή κλιμακούμενη συγκαλλιέργεια. Στην μικτή συγκαλλιέργεια τα διαφορετικά είδη είναι τυχαία κατανεμημένα στον χώρο. Στην συγκαλλιέργεια σε γραμμές καλλιεργούνται συγχρόνως τα διαφορετικά είδη και τουλάχιστον το ένα από αυτά είναι σπαρμένο σε γραμμές. Στην συγκαλλιέργεια σε λωρίδες τα διαφορετικά είδη καλλιεργούνται σε λωρίδες σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους, έτσι ώστε να υπάρχει ικανοποιητική ανάπτυξη και αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Και τέλος στην διαδοχική ή κλιμακούμενη συγκαλλιέργεια, καλλιεργείται πρώτα το ένα είδος και όταν έχει αναπτυχθεί αρκετά σπέρνεται και το δεύτερο είδος (Andrews and Kassam, 1976). 2. Η πυκνότητα των φυτών Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες απ' ότι είναι σε ένα σύστημα μονοκαλλιέργειας. Για να επιτευχθεί η βέλτιστη πυκνότητα μεταξύ των φυτών, θα πρέπει το ποσοστό των σπόρων που θα σπαρθεί από το κάθε είδος να είναι κάτω από το πλήρες ποσοστό (Sullivan, 2003). 3. Ημέρες που απαιτούνται για την ωρίμανση των καλλιεργειών Τα είδη που επιλέγονται για συγκαλλιέργεια θα πρέπει να ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα σε διαφορετικό χρονικό διάστημα. Όταν το ένα είδος ωριμάζει πριν από το δεύτερο είδος, τότε μειώνεται ο ανταγωνισμός μεταξύ τους. 4. Δομή συστάδας. Τα διαφορετικά είδη θα πρέπει να σπέρνονται στον χώρο με τέτοιο τρόπο, ώστε ένα είδος του μίγματος να έχει πρόσβαση στο ηλιακό φως

που υπό άλλες περιπτώσεις δεν θα ήταν διαθέσιμο. Γι' αυτό τον λόγο επιλέγονται για συγκαλλιέργεια είδη με διαφορετικό ύψος φυτών. Συνήθως σπέρνεται ένα υψηλό με ένα πιο χαμηλό φυτό και τις περισσότερες φορές συγκομίζεται πρώτα το είδος με το μεγαλύτερο ύψος (Sullivan, 2003).

Η εφαρμογή συγκαλλιέργειας ως σύστημα καλλιέργειας έχει τα εξής πλεονεκτήματα (Anil et al., 1998, Banik et al., 2006, Malezieux et al., 2009). 1. Αυξάνει την απόδοση της παραγωγής στα μέγιστα επίπεδα. 2. Βελτιώνει τις φυσικοχημικές ιδιότητες και την γονιμότητα του εδάφους. 3. Ελαχιστοποιούνται οι απώλειες από εντομολογικές προσβολές και ασθένειες. 4. Πιο σταθερή και ασφαλής παραγωγή, όταν οι συνθήκες της αγοράς ή ακραίες καιρικές συνθήκες απαγορεύουν τη διάθεση του ενός από τα συγκαλλιεργούμενα είδη. 5. Η ποιότητα των παραγομένων προϊόντων είναι καλύτερη συγκριτικά με τη μονοκαλλιέργεια. 6. Μεγαλύτερη οικονομική σταθερότητα σε σχέση με τη μονοκαλλιέργεια. 7. Μείωση των εισροών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) και καλύτερη αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων από την καλλιέργεια. 8. Καλύτερη κατανομή της φωτοσυνθετικής επιφάνειας. 9. Αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των εδαφικών πόρων. 10. Προστασία από τη διάβρωση του εδάφους. 11. Δυνατότητα αμειψισποράς

Εκτός από τα πολλά πλεονεκτήματα που έχουν τα συστήματα συγκαλλιέργειας, παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία είναι (Anil et al., 1998, Malezieux et al., 2009): 1. Δεν μπορεί να γίνει πλήρης εκμηχάνιση της παραγωγής. 2. Δυσκολία στην εφαρμογή των καλλιεργητικών εργασιών, ιδιαίτερα όταν απαιτείται εκμηχάνιση της παραγωγής και όταν τα διαφορετικά είδη έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και φυτοπροστατευτικές ουσίες. 3. Ανάπτυξη ανταγωνισμού μεταξύ των ειδών για το φως, το νερό και τα θρεπτικά συστατικά. 4. Ανάπτυξη αλληλοπάθειας μεταξύ των διαφορετικών ειδών, το οποίο μπορεί να προκαλέσει μείωση της απόδοσης. 5. Στο στάδιο της συγκομιδής χρειάζεται μεγάλη προσοχή, ιδίως όταν σκοπός είναι η παραγωγή καρπού. Το πρόβλημα μειώνεται όταν στόχος είναι η παραγωγή σανού ή για βόσκηση.

Σε ένα σύστημα συγκαλλιέργειας συνήθως επιλέγονται δύο είδη, ωστόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και περισσότερα. Για την επιλογή των ειδών των φυτών που θα χρησιμοποιηθούν για συγκαλλιέργεια λαμβάνονται υπόψιν, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, η διάρκεια του βιολογικού κύκλου κάθε είδους, οι οικολογικές απαιτήσεις των δυο ειδών, οι οποίες πρέπει να είναι συμπληρωματικές και όχι ανταγωνιστικές, αν η συγκαλλιέργεια προορίζεται για παραγωγή καρπού ή χόρτου, η

αντοχή στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος και η ανταγωνιστικότητα των ειδών.

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

Όταν γίνεται συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση του αζώτου και ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των συγκαλλιεργούμενων ειδών. Τα σιτηρά που επιλέγονται συνήθως είναι το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*), το κριθάρι (*Hordeum vulgare*), η βρίζα (*Secale cereal*), η βρώμη (*Avena sativa*) κ.ά. και συνδυάζονται με ψυχανθή όπως ο βίκος (*Vicia sativa*), το κτηνοτροφικό κουκί (*Vicia faba*), το κτηνοτροφικό μπιζέλι (*Pisum arvense*) κ.ά., με σκοπό την παραγωγή ενσιρωμάτων χόρτου ή καρπού. Συνήθως για συγκαλλιέργεια επιλέγονται συνδυασμοί κάποιου ετήσιου ψυχανθούς όπως ο βίκος ή το κτηνοτροφικό μπιζέλι με κριθάρι ή βρώμη (Dhima et al., 2006, Jensen, 2006).

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία είχε ως σκοπό τη μελέτη της επίδρασης δυο διαφορετικών συστημάτων σποράς στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καρπού εδώδιμων ψυχανθών και σιτηρών μετά από συγκαλλιέργεια μεταξύ τους.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Φυτικό υλικό

Την καλλιεργητική περίοδο 2019-2020 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός. Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν σιτηρά και ψυχανθή, τα οποία καλλιεργήθηκαν σε μονοκαλλιέργεια και συγκαλλιέργεια. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν από το μαλακό σιτάρι η ποικιλία Γέκορα από τη βρώμη η ποικιλία Κασσάνδρα, και από την φακή οι ποικιλίες Θεσσαλία και Ελπίδα.

Ποικιλία Γέκορα (μαλακό σιτάρι)

Είναι κοντή ποικιλία, αγανώδης, ανοιξιάτικη, πολύ πρόιμη. Έχει μέτριο αδελφωμα και άριστη αντοχή στο πλάγιασμα. Ο στάχυς είναι μετρίως συμπαγής και ο σπόρος ωοειδούς σχήματος, κιτρινόλευκος. Είναι ευαίσθητη στον παγετό του χειμώνα και μέτρια ανθεκτική στον παγετό της άνοιξης. Είναι ανθεκτική στη μαύρη σκωρίαση, μέτρια ανθεκτική στις υπόλοιπες σκωριάσεις, ευαίσθητη στο οίδιο. Ποικιλία ειδική για γόνιμα εδάφη.

Ποικιλία Κασσάνδρα (βρώμη)

Ποικιλία μετρίου ύψους, με πλούσιο αδελφωμα, κατάλληλη για ενσίρωση και καρπό. Είναι μεσοπρόιμη ποικιλία, πολύ ανθεκτική στο πλάγιασμα και πολύ αποδοτική. Είναι μέτρια ανθεκτική στον παγετό του χειμώνα και πολύ ανθεκτική στις σκωριάσεις και το οίδιο. Είναι καλή κυρίως σε ημιγόνιμα έως πτωχά εδάφη, ενώ προσαρμόζεται ακόμη και σε όξινα εδάφη. Είναι κατάλληλη για ξηροθερμικές συνθήκες.

Ποικιλία Θεσσαλία (φακή)

Είναι πλατύσπερμη, μεσοπρόιμη ποικιλία, αρκετά παραγωγική. Ο σπόρος έχει το χαρακτηριστικό πλατύ σχήμα και χρώμα ανοικτό πράσινο ή υπόξανθο χωρίς στίγματα ή κηλίδες. Είναι ανθεκτική στους παγετούς του χειμώνα. Κατάλληλη για τη βιολογική γεωργία.

Ποικιλία Ελπίδα (φακή)

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

2.2 Πειραματικός αγρός

Χρησιμοποιήθηκε το πλήρως τυχαίοποιημένο σχέδιο με τρεις επαναλήψεις. Τα 3 διαφορετικά είδη καλλιεργήθηκαν είτε ως μονοκαλλιέργεια είτε σε συγκαλλιέργεια σιτηρών –ψυχανθών σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς μεταξύ τους. Έτσι δημιουργήθηκαν συνολικά 30 πειραματικά τεμάχια.

Οι προαναφερθείσες ποικιλίες των τριών ειδών (σιτάρι, βρώμη, και φακή) συγκαλλιεργήθηκαν σε δύο συστήματα σποράς (1:1 εναλλασόμενες γραμμές και μεικτή σπορά των δύο ειδών (σιτάρι+φακή και βρώμη +φακή) στην ίδια γραμμή σε αναλογία σποράς 50:50), καθώς και σε μονοκαλλιέργεια, για να αξιολογηθεί ο πιο αποδοτικός τρόπος σποράς, όσον αφορά την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη

| | | | | | |
|------|---|------|----|------|----|
| 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 (χωριστές γραμμές) | 1 | 15 | 26 |
| 2 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 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 (χωριστές γραμμές) | 7 | 13 | 30 |
| 8 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 8 | 18 | 23 |
| 9 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 9 | 11 | 28 |
| 10 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 10 | 20 | 29 |

ΕΙΚΟΝΑ 1. Πειραματικό σχέδιο του πειράματος συγκαλλιέργειας

Στις 30 Οκτωβρίου 2019 πραγματοποιήθηκε η σπορά του πειραματικού αγρού στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα.

Πριν από τη σπορά έγινε εφαρμογή βασικής λίπανσης με την προσθήκη φωσφορικού διαμμωνίου (20-10-0), ώστε να προστεθούν 8 κιλά αζώτου (N_2) και 4 κιλά πεντοξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5) ανά στρέμμα. Η σπορά έγινε με το χέρι πάνω στις γραμμές που δημιουργήθηκαν κατά τη χάραξη του πειραματικού αγρού. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σπάρθηκαν 6 γραμμές των 5 μέτρων, από τις οποίες συγκομίσθηκαν οι 4 μεσαίες. Οι αποστάσεις σποράς μεταξύ των γραμμών ήταν 25 εκατοστά, ενώ επί της γραμμής η σπορά ήταν συνεχής και οι διαστάσεις κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν $5 \times 1,5 = 7,5 \text{ m}^2$. Μεταξύ των επαναλήψεων αφέθηκε διάδρομος δύο (2) μέτρων.

Στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου δεν έγινε εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και τα ζιζάνια που εμφανίσθηκαν καταπολεμήθηκαν με διάφορα μηχανικά μέσα (ξεβοτάνισμα). Συγκεκριμένα η απομάκρυνση τους έγινε με το χέρι. Καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου δεν πραγματοποιήθηκε καμία άρδευση.

Η συγκομιδή των τεσσάρων μεσαίων γραμμών πραγματοποιήθηκε στις 15/7/2021 με την βοήθεια θεριζοαλωνιστικής μηχανής. Ακολούθησε ζύγισμα του σπόρου κάθε πειραματικού τεμαχίου και τον προσδιορισμό της απόδοσης και μέτρηση της πρωτεΐνης, τέφρας και υγρασίας.

2.3 Προσδιορισμός πρωτεΐνης τέφρας υγρασίας με τη βοήθεια 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. Η φασματοσκοπία NIR είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιεί την εγγύς υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (από 700 έως 2500 νανόμετρα). Με τη μέτρηση του φωτός που διαχέεται από και μέσα από ένα δείγμα, τα φάσματα ανάκλασης NIR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον γρήγορο προσδιορισμό των ιδιοτήτων ενός υλικού χωρίς να αλλοιωθεί το δείγμα. Η ποσότητα του φωτός που ανακλάται καταγράφεται. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, υγρασία και τέφρα του σίτου. 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.

3. Αποτελέσματα

Στους παρακάτω πίνακες καταγράφονται τα αποτελέσματα σχετικά με την περιεκτικότητα σε % πρωτεΐνη σπόρων σιτηρών και ψυχανθών τόσο σε σύστημα μονοκαλλιέργειας όσο και σύστημα συγκαλλιέργειας.

3.1.Περιεκτικότητα σε % πρωτεΐνη σιτηρών και ψυχανθών

Στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 1), 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 μεταξύ τους σε δύο τρόπους σποράς (σε εναλλασσόμενες σειρές και σε μίγμα επί της γραμμής)

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

| ΚΩΔ. | Γενότυπος | ΕΠΑΝΑΛ. Α | | ΕΠΑΝΑΛ. Β | | ΕΠΑΝΑΛ. Γ | |
|------|---|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | | ΣΙΤΗΡ. | ΨΥΧΑΝ | ΣΙΤΗΡ. | ΨΥΧΑΝ | ΣΙΤΗΡ. | ΨΥΧΑΝ |
| 1 | ΓΕΚΟΡΑ +ΘΕΣΣΑΛΙΑ (χωριστές γραμμές) | 11,91 | 30,03 | 13,26 | 30,29 | 13,18 | 31,09 |
| 2 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 13,39 | 30,21 | 13,33 | 29,55 | 13,07 | 30,75 |
| 3 | ΕΛΠΙΔΑ | | 29,92 | | 27,96 | | 30,48 |
| 4 | ΘΕΣΣΑΛΙΑ | | 30,88 | | 31,23 | | 31,19 |
| 5 | ΓΕΚΟΡΑ | 13,2 | | 13,06 | | 12,97 | |
| 6 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ | 5,2 | | 5,26 | | 5,75 | |
| 7 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 12,49 | 28,21 | 13,94 | 28,81 | 13,58 | 29,86 |
| 8 | ΓΕΚΟΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 12,83 | 30,6 | 13,45 | 30,13 | 13,2 | 29,12 |
| 9 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 4,61 | 31,21 | 5,76 | 30,74 | 5,64 | 28,7 |
| 10 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 7,95 | 28,2 | 6,24 | 28,65 | 5,78 | 28,95 |

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

| | Γενότυπος | ΣΙΤΗΡ. | ΨΥΧΑΝ |
|----|--|---------------|--------------|
| 1 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (χωριστές γραμμές) | 12,78*e | 30,47ab |
| 2 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 13,26e | 30,17abc |
| 3 | ΕΛΠΙΔΑ | | 29,45bcd |
| 4 | ΘΕΣΣΑΛΙΑ | | 31,1a |
| 5 | ΓΕΚΟΡΑ | 13,08e | |
| 6 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ | 5,4g | |
| 7 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 13,34e | 28,96cd |
| 8 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 13,16e | 29,95abc |
| 9 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 5,34g | 30,22ab |
| 10 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 6,66f | 28,6d |

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

Η περιεκτικότητα του σπόρου % σε πρωτεΐνη κυμαίνεται από 5,34% για την Κασσάνδρα (βρώμη) έως 31,1% 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 πρωτεΐνη % του σπόρου

| ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | ΒΕ | ΑΤ | ΜΤ | F | F ₀₅ | F ₀₁ |
|------------------------|----|----------|--------|--------|-----------------|-----------------|
| ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ | 15 | 4.877,15 | 325,14 | 591,16 | 2 | 2,69 |
| ΣΦΑΛΜΑ | 32 | 17,46 | 0,55 | | | |
| ΣΥΝΟΛΟ | 47 | 4.894,61 | 104,14 | | | |

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν στατιστικώς σημαντικές, όπως φαίνεται από τον πίνακα 3, αφού το F των δεδομένων είναι μεγαλύτερο από το F₀₅. Για ΒΕ αριθμητή και παρονομαστή 15 και 32 F₀₅=2 και F₀₁=2,69. (F=591,16 > F₀₅=2). Και η ΕΣΔ υπολογίστηκε σε $E\Delta = t_{05} \cdot \sqrt{2 \cdot 0,55/3} = 2,04 \cdot \sqrt{2 \cdot 0,55/3} = 1,24$

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης που αφορούν την περιεκτικότητα % του σπόρου σε πρωτεΐνη των ειδών που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται ότι η ποικιλία φακής Θεσσαλία περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης είτε σε μονοκαλλιέργεια (31,1%) είτε σε συγκαλλιέργεια με τη Γεκόρα (σε χωριστές γραμμές 30,47% και σε μίγμα επί της γραμμής 30,17%). Η ποικιλία φακής Ελπίδα ακολουθεί, με τιμές που δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σε σύγκριση με την Θεσσαλία, στη μονοκαλλιέργεια και στη συγκαλλιέργεια με τη βρώμη (σε χωριστές γραμμές) και στη συγκαλλιέργεια με τη Γεκόρα (σε μίγμα επί της γραμμής). Η Ελπίδα παρουσίασε τη μικρότερη (στατιστικώς σημαντικά) περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη όταν συγκαλλιεργήθηκε με τη βρώμη σε μίγμα επί της γραμμής. Το μαλακό σιτάρι (ποικιλία Γεκόρα) δεν παρουσίασε διαφορές στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είτε καλλιεργήθηκε σε μονοκαλλιέργεια είτε σε συγκαλλιέργεια, και στα δύο συστήματα σποράς. Αντίθετα η βρώμη (ποικιλία Κασσάνδρα) ευνοήθηκε από την συγκαλλιέργεια με την ποικιλία Ελπίδα σε μίγμα επί της γραμμής.

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

| ΚΩΔ. | Γενότυπος | ΕΠΑΝΑΛ. Α | | ΕΠΑΝΑΛ. Β | | ΕΠΑΝΑΛ. Γ | |
|------|---|--------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | | ΣΙΤΗΡ. ΨΥΧΑΝ | | ΣΙΤΗΡ.ΨΥΧΑΝ | | ΣΙΤΗΡ.ΨΥΧΑΝ | |
| 1 | ΓΕΚΟΡΑ +ΘΕΣΣΑΛΙΑ (χωριστές γραμμές) | 1,44 | 6,01 | 1,44 | 6,09 | 1,48 | 6,04 |
| 2 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 1,48 | 5,68 | 1,48 | 5,95 | 1,48 | 5,87 |
| 3 | ΕΛΠΙΔΑ | | 6,11 | | 5,71 | | 6,11 |
| 4 | ΘΕΣΣΑΛΙΑ | | 5,8 | | 5,94 | | 6,35 |
| 5 | ΓΕΚΟΡΑ | 1,47 | | 1,47 | | 1,47 | |
| 6 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ | 3,17 | | 3,15 | | 3,21 | |
| 7 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 1,48 | 5,94 | 1,47 | 5,76 | 1,48 | 6,03 |
| 8 | ΓΕΚΟΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 1,46 | 5,65 | 1,48 | 6,38 | 1,45 | 5,94 |
| 9 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 3,1 | 6,03 | 3,32 | 6,32 | 3,38 | 6,06 |
| 10 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 2,15 | 5,74 | 2,86 | 5,9 | 3,21 | 5,86 |

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

| ΚΩΔ. | Γενότυπος | ΣΙΤΗΡΑ | ΨΥΧΑΝΘΗ |
|------|---|--------|---------|
| 1 | ΓΕΚΟΡΑ +ΘΕΣΣΑΛΙΑ (χωριστές γραμμές) | 1,45d | 6,05a |
| 2 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 1,48d | 5,87a |
| 3 | ΕΛΠΙΔΑ | | 5,98a |
| 4 | ΘΕΣΣΑΛΙΑ | | 6,03a |
| 5 | ΓΕΚΟΡΑ | 1,47d | |
| 6 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ | 3,18b | |
| 7 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 1,48d | 5,9a |
| 8 | ΓΕΚΟΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 1,46d | 5,99a |
| 9 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 3,25b | 6,14a |
| 10 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 2,74c | 5,83a |

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

Η περιεκτικότητα του σπόρου % σε τέφρα κυμαίνεται από 1,45% για τη Γεκόρα (σε συγκαλλιέργεια σε χωριστές γραμμές με τη Θεσσαλία) έως 3,25% για την Κασσάνδρα (σε συγκαλλιέργεια σε χωριστές γραμμές με την Ελπίδα) όσον αφορά τα σιτηρά. Όσον αφορά τη φακή η περιεκτικότητα σε τέφρα κυμαίνεται από 5,83 για την Κασσάνδρα (σε συγκαλλιέργεια με την Ελπίδα σε χωριστές γραμμές) έως 6,14 για την Κασσάνδρα (σε συγκαλλιέργεια με την Ελπίδα σε μίγμα επί της γραμμής).

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

| ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | ΒΕ | ΑΤ | ΜΤ | F | F ₀₅ | F ₀₁ |
|------------------------|----|--------|-------|-----|-----------------|-----------------|
| ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ | 15 | 197,44 | 13,16 | 329 | 2 | 2,69 |
| ΣΦΑΛΜΑ | 32 | 1,32 | 0,04 | | | |
| ΣΥΝΟΛΟ | 47 | 198,76 | 4,23 | | | |

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν στατιστικώς σημαντικές, όπως φαίνεται από τον πίνακα 5, αφού το F των δεδομένων είναι μεγαλύτερο από το $F_{0.05}$. Για ΒΕ αριθμητή και παρονομαστή 15 και 32 $F_{0.05}=2$ και $F_{0.01}=2,69$. ($F=329 > F_{0.05}=2$). Και η ΕΣΔ υπολογίστηκε σε $ΕΣΔ=t_{0.05} \cdot \sqrt{2 \cdot 0,04/3}=2,04 \cdot \sqrt{2 \cdot 0,04/3}=0,33$

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης που αφορούν την περιεκτικότητα % του σπόρου σε τέφρα των ειδών που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται ότι η φακή (όλες οι ποικιλίες) περιέχει το μεγαλύτερο (ίδιο) ποσοστό τέφρας είτε σε μονοκαλλιέργεια είτε σε συγκαλλιέργεια με μαλακό σιτάρι και βρώμη. Όσον αφορά τα σιτηρά την υψηλότερη περιεκτικότητα σε τέφρα παρουσιάζει η βρώμη σε μονοκαλλιέργεια και σε συγκαλλιέργεια με την Ελπίδα σε χωριστές γραμμές. Τη μικρότερη περιεκτικότητα σε τέφρα παρουσιάζει η Γεκόρα σε όλες τις επεμβάσεις.

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

| ΚΩΔ | Γενότυπος | ΕΠΑΝ Α | | ΕΠΑΝΑ Β | | ΕΠΑΝΑ Γ | |
|-----|---|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | | ΣΙΤΗΡ ΨΥΧΑΝ | | ΣΙΤΗΡ ΨΥΧΑΝ | | ΣΙΤΗΡ ΨΥΧΑΝ | |
| 1 | ΓΕΚΟΡΑ +ΘΕΣΣΑΛΙΑ (χωριστές γραμμές) | 11,8 | 11,03 | 11,9 | 10,52 | 11,8 | 10,55 |
| 2 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 11,49 | 11,42 | 11,6 | 11,06 | 11,4 | 11,17 |
| 3 | ΕΛΠΙΔΑ | | 11,22 | | 11,15 | | 11,39 |
| 4 | ΘΕΣΣΑΛΙΑ | | 11,12 | | 11,31 | | 10,77 |
| 5 | ΓΕΚΟΡΑ | 11,88 | | 12,1 | | 11,6 | |
| 6 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ | 6,22 | | 5,39 | | 6,81 | |
| 7 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 11,92 | 10,68 | 11,1 | 10,9 | 11,4 | 10,97 |
| 8 | ΓΕΚΟΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 11,69 | 11,9 | 11,9 | 10,98 | 12,4 | 10,89 |
| 9 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 6,48 | 10,93 | 6,87 | 10,95 | 5,82 | 11,07 |
| 10 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 5,25 | 11,8 | 5,91 | 10,86 | 5,83 | 10,93 |

Πίνακας 8. Περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία στις 10 επεμβάσεις

| ΚΩΔ. | Γενότυπος | ΣΙΤΗΡΑ | ΨΥΧΑΝΘΗ |
|------|---|---------|---------|
| 1 | ΓΕΚΟΡΑ +ΘΕΣΣΑΛΙΑ (χωριστές γραμμές) | 11,8a | 10,07d |
| 2 | ΓΕΚΟΡΑ + ΘΕΣΣΑΛΙΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 11,5ab | 11,47ab |
| 3 | ΕΛΠΙΔΑ | | 11,25bc |
| 4 | ΘΕΣΣΑΛΙΑ | | 11,07bc |
| 5 | ΓΕΚΟΡΑ | 11,5ab | |
| 6 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ | 6,14ef | |
| 7 | ΓΕΚΟΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 11,47ab | 10,85c |
| 8 | ΓΕΚΟΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 11,99a | 11,26bc |
| 9 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ + ΕΛΠΙΔΑ (χωριστές γραμμές) | 6,39e | 10,98bc |
| 10 | ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ +ΕΛΠΙΔΑ (μίγμα επί της γραμμής) | 5,66f | 11,19bc |

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

Η περιεκτικότητα του σπόρου % σε υγρασία κυμαίνεται από 6,14% για την Κασσάνδρα (σε μονοκαλλιέργεια) έως 11,99% για την Γεκόρα (σε συγκαλλιέργεια με την Ελπίδα σε μίγμα επί της γραμμής).

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

| ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | ΒΕ | ΑΤ | ΜΤ | F | F ₀₅ | F ₀₁ |
|------------------------|----|--------|-------|--------|-----------------|-----------------|
| ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ | 15 | 208,64 | 13,91 | 115,92 | 2 | 2,69 |
| ΣΦΑΛΜΑ | 32 | 3,78 | 0,12 | | | |
| ΣΥΝΟΛΟ | 47 | 212,42 | 4,52 | | | |

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 και F₀₁ =2,69. (F=115,92 >F₀₅=2). Και η ΕΣΔ υπολογίστηκε σε $ΕΣΔ=t_{05}*\sqrt{2 * 0,12/3}=2,04*\sqrt{2 * 0,12/3}=0,58$

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης που αφορούν την περιεκτικότητα % του σπόρου σε υγρασία των ειδών που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται ότι η βρώμη περιέχει το μικρότερο ποσοστό υγρασίας και μάλιστα σε συγκαλλιέργεια με την Ελπίδα σε μίγμα επί της γραμμής. Το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας παρουσιάζει η Γεκόρα είτε σε μονοκαλλιέργεια είτε σε συγκαλλιέργεια και με τις δυο ποικιλίες φακής και στα δύο συστήματα σποράς. Υψηλό εξ ίσου ποσοστό υγρασίας περιέχει και η Θεσσαλία σε μίγμα με την Γεκόρα επί της γραμμής. Χαμηλό ποσοστό υγρασίας παρουσιάζει η ποικιλία Θεσσαλία σε συγκαλλιέργεια με την Γεκόρα σε χωριστές γραμμές. Ενδιάμεση υγρασία παρουσίασε η ποικιλία Ελπίδα σε όλες τις επεμβάσεις.

4. Συζήτηση

Το συγκεκριμένο πείραμα αφορά σε σύστημα συγκαλλιέργειας σιτηρών – ψυχανθών. Αναλυτικότερα, το πείραμα αφορούσε μια ποικιλία σίτου (Γεκόρα), μια ποικιλία βρώμης (Κασσάνδρα) και δυο ποικιλίες φακής (Θεσσαλία, Ελπίδα) τόσο σε σύστημα μονοκαλλιέργειας όσο και συγκαλλιέργειας με τους αντίστοιχους συνδυασμούς σιτηρών – ψυχανθών. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, σε ένα σύστημα συγκαλλιέργειας συνήθως επιλέγονται δύο είδη και πιο συγκεκριμένα, όταν γίνεται συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή, τότε το μίγμα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον ένα σιτηρό και ένα ψυχανθές (Jensen, 2006). Η φακή είναι γεγονός ότι ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών και όπως αναφέρθηκε εκτενώς στην εισαγωγή χαρακτηρίζεται ως τρόφιμο υψηλής διατροφικής αξίας ιδιαίτερα λόγω του μεγάλου ποσοστού πρωτεΐνης που διαθέτει. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Saricaoglu (2020), οι σπόροι της φακής, ανάλογα με την ποικιλία και την περιοχή καλλιέργειας, περιέχουν από 22 μέχρι 33 % πρωτεΐνη και κυρίως σφαιρίνες (~ 50 g/100 g).

Κύριος σκοπός του πειράματος ήταν η ποιοτική αξιολόγηση των διαφόρων μιγμάτων σε διαφορετικά συστήματα συγκαλλιέργειας. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της συγκαλλιέργειας είναι η βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων συγκριτικά με τα συστήματα μονοκαλλιέργειας (Anil et al., 1998, Banik et al., 2006, Malezieux et al., 2009). Ωστόσο στο παρόν πείραμα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του σπόρου της ποικιλίας Γεκόρα δεν επηρεάστηκε από την συγκαλλιέργεια. Το ίδιο παρατηρήθηκε και για την ποικιλία φακής Θεσσαλία, η οποία ήταν υψηλή σε όλες τις επεμβάσεις που αυτή συμμετείχε. Αντίθετα αυτό δεν συνέβη στις επεμβάσεις της βρώμης με την Ελπίδα (φακή). Η Κασσάνδρα (βρώμη) ευνοήθηκε από την συγκαλλιέργεια της με την Ελπίδα σε μίγμα επί της γραμμής ενώ η Ελπίδα ζημιώθηκε στην αντίστοιχη συγκαλλιέργεια ως προς περιεχόμενο ποσοστό πρωτεΐνης. Αυτό όμως θα πρέπει να συσχετιστεί με την αντίστοιχη επίδραση αυτού του μίγματος στην απόδοση των δυο ειδών που συγκαλλιεργήθηκαν.

Τέλος, σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί ότι η εργασία αυτή αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης ερευνητικής προσπάθειας αξιολόγησης της απόδοσης και της ποιότητας συγκαλλιέργειας εδωδιμων ψυχανθών και σιτηρών στο νόμο Φλώρινας.

5. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης που αφορούν την περιεκτικότητα % του σπόρου σε πρωτεΐνη των ειδών που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται ότι η ποικιλία φακής Θεσσαλία περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης σε όλες τις επεμβάσεις.

Η ποικιλία φακής Ελπίδα δεν διαφέρει στατιστικώς σημαντικά σε σύγκριση με την Θεσσαλία, στη μονοκαλλιέργεια και στη συγκαλλιέργεια με τη βρώμη (σε χωριστές γραμμές) και στη συγκαλλιέργεια με τη Γεκόρα (σε μίγμα επί της γραμμής). Η Ελπίδα όμως ζημιώθηκε ως προς το περιεχόμενο ποσοστό πρωτεΐνης στη συγκαλλιέργεια με τη βρώμη σε μίγμα επίτης γραμμής.

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του σπόρου της ποικιλίας Γεκόρα (μαλακό σιτάρι) δεν επηρεάστηκε από την συγκαλλιέργεια.

Η βρώμη (ποικιλία Κασσάνδρα) ευνοήθηκε από την συγκαλλιέργεια με την ποικιλία Ελπίδα σε μίγμα επί της γραμμής.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης που αφορούν την περιεκτικότητα % του σπόρου σε τέφρα των ειδών που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται ότι η φακή (όλες οι ποικιλίες) περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό τέφρας είτε σε μονοκαλλιέργεια είτε σε συγκαλλιέργεια με μαλακό σιτάρι και βρώμη. Όσον αφορά τα σιτηρά την υψηλότερη περιεκτικότητα σε τέφρα παρουσιάζει η βρώμη.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης που αφορούν την περιεκτικότητα % του σπόρου σε υγρασία των ειδών που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται ότι η βρώμη περιέχει το μικρότερο ποσοστό υγρασίας. Το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας παρουσιάζει η Γεκόρα είτε σε μονοκαλλιέργεια είτε σε συγκαλλιέργεια και με τις δυο ποικιλίες φακής και στα δύο συστήματα σποράς.

Βιβλιογραφία

Αγγλική Βιβλιογραφία

- Acquaah, G. 2005. Principles of crop production. Theory, Techniques and Technology, 2th edition. Pearson Education Inc., New Jersey, 740 pp.
- Andrews, D.J. & A.H. Kassam 1976. In: “Multiple Cropping” (eds R.I. Papendick, P.A. Sanchez and G.B. Triplett). Spec. Pub. No 27 Am. Soc. of Argon, Madison, Wisconsin, pp. 1-10.
- Anil L., Park J., Phipps R.M., Miller F.A., 1998, “Temperate intercropping of cereals for forage a review of the potential for the growth and utilization with particular reference to the U K ”, Department of agriculture.
- Banik P., Midya A., Sarkar B., Ghose S., 2006, “Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment”, Advantages and weed smothering, European Journal of Agronomy vol 24, pp 325-332
- Campbell, L.D., B.O Eggum, and I. Jacobsen. 1981. Biological value, amino acid availability and true metabolizable energy of lowglucosinolate rapeseed meal (canola) determined with rats and/or roosters. Nutr. Rep. Int. 24 (4): 791-798.
- Connor, D.J. 2001. Optimizing Crop Diversification. In: Crop Science: Progress and Prospects (eds. J. Nosberger, H.H. Geiger & P.C. Struik), pp. 191-211, CABI Punlishing, Wallingford. Resulted from Third International Crop Science Congress held in Hamburg 17-22 August 2000, theme of the Congress: “Meeting Future Human Needs”.
- Dhima K.,Lithourgidis A., VasilakoglouI., Dordas C., 2007, “Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio”, Field Crop Research vol 100, pp 250, 251, 254
- Dissanayake, R.; Braich, S.; Cogan, N.O.I.; Smith, K.; Kaur, S. Characterization of Genetic and Allelic Diversity Amongst Cultivated and Wild Lentil Accessions for Germplasm Enhancement. Front. Genet. 2020, 11, 1–14, doi:10.3389/fgene.2020.00546.
- Honermeier, B 2007. Diversity in Crop Production Systems. In: Biodiversity in Agricultural Production Systems (eds G. Benckiser & S. Schnell), pp. 1-19,

- Jensen E., 2006, "Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality and prevention of N-losses in European organic farming systems", Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark, pp 4, 5, 6, 189- 190
- Lance Gibson, and Garren Benson. "Origin, History, and Uses of Corn (Zea Mays)." Origin, History and Uses of Corn. Iowa Sate University, Jan. 2002.
- 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
- 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.
- Saricaoglu, F. T., 2020. Application of high-pressure homogenization (HPH) to modify functional, structural and rheological properties of lentil (*Lens culinaris*) proteins. International Journal of Biological Micromolecules, 144 1 , pp 760-769.
- Sarker, A.; Erskine, W. Recent progress in the ancient lentil. J. Agric. Sci. 2006, 144, 19–29, doi:10.1017/S0021859605005800.
- Shaheen, R., Maddirevula, S., Ewida, N., Alsahli, S., Abdel-Salam, G. M. H., Zaki, M. S., Tala, S. A., Alhashem, A., Softah, A., AlOwain, M., Alazami, A. M., Abadel, B., Patel, N., Al-Sheddi, T., Alomar, R., Alobeid, E., Ibrahim, N., Hashem, M., Abdulwahab, F., ... Alkuraya, F. S. (2019). Genomic and phenotypic delineation of congenital microcephaly. Genetics in Medicine, 21, 545–552. <https://doi.org/10.1038/s41436-018-0140-3>.
- Sullivan P., 2003. Overview of cover crops and green manures. ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Δαναλάτος Ν., 2005. Σημειώσεις ειδικής γεωργίας Ι (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή). Βόλος
- Δέσποινα Παπακώστα – Τασοπούλου, Δ. 2008. Σιτηρά Χειμερινά, εαρινά. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.
- Παπακώστα - Τασοπούλου Δ. 2012. Ειδική Γεωργία - Τεύχος Α Χειμερινά Σιτηρά , Εκδοσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Σφήκας, Α. Γ. 1987. Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά. Ειδική γεωργία Ι. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Υπηρεσία Δημοσιευμάτων .
- Φασουλά, Α.Κ και Φωτιάδη, Ν.Α. 1984. Αρχές της επιστήμης των καλλιεργούμενων φυτών. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης δαπάνη της πολιτείας, pp 132-142.