



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Καινοτόμες Εφαρμογές Στην
Αειφορική Γεωργία, Στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία
Ειδίκευση: Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση

Μεταπτυχιακή Εργασία

**«Συγκριτική Αξιολόγηση Ποικιλιών Κουκιού (*Vicia faba* L.)
ως προς την Ανάπτυξη και τις Αποδόσεις»**



ΑΓΑΠΗ ΓΕΩΡΓΙΑ Δ. ΚΑΤΣΟΥΛΙΕΡΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΓΙΩΤΑ

ΑΘΗΝΑ 2020



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Καινοτόμες Εφαρμογές Στην Αειφορική
Γεωργία, Στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία Ειδίκευση: Αειφορική
Γεωργία και Πιστοποίηση

Μεταπτυχιακή Εργασία

«Συγκριτική Αξιολόγηση Ποικιλιών Κουκιού (*Vicia faba* L.) ως
προς την Ανάπτυξη και τις Αποδόσεις»

Evaluation of different varieties of Faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars on
yield performance and yield components

ΚΑΤΣΟΥΛΙΕΡΗ Δ. ΑΓΑΠΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΓΙΩΤΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, Καθηγητής Γεωργίας-Βιολογικής Γεωργίας στο
Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α.

ΤΡΑΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ, Επίκουρος Καθηγητής στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ 2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κουκί (*Vicia faba* L.) είναι ένα σημαντικό ψυχανθές, ως πηγή πρωτεϊνών για ανθρώπινη και ζωική κατανάλωση. Η αυξανόμενη ανάγκη για φυτικές πρωτεΐνες στον κόσμο έχει παρακινήσει τους επιστήμονες να ερευνήσουν την αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας της καλλιέργειας. Η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες θεωρούνται σημαντικοί περιοριστικοί παράγοντες στην ανάπτυξη του κουκιού στην Ευρώπη. Τα πιο ευαίσθητα στην ξηρασία στάδια ανάπτυξης είναι η ανθοφορία και το γέμισμα του σπόρου. Η παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε με σκοπό να αξιολογηθούν οι ποικιλίες στις περιβαλλοντικές συνθήκες της Νοτίου Ελλάδας ως προς τα αγρονομικά και αποδοτικά χαρακτηριστικά τους την καλλιεργητική περίοδο 2018-2019.

Τέσσερις καθαρές σειρές (KK18, KK101, KK10, KK14) και δύο εμπορικές ποικιλίες (Polykarpe, Tanagra) σπάρθηκαν στην Αττική (Σπάτα) στις 4/2/2019. Το σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τέσσερις επαναλήψεις. Καταγράφηκαν διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως ύψος φυτού, αριθμός λοβών / φυτό, αριθμός σπόρων / λοβό, απόδοση σπόρου και βάρος 1000 σπόρων και το νωπό και ξηρό βάρος της βιομάζας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι ποικιλίες παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το ύψος, τον αριθμό των στελεχών, τον αριθμό ανθέων και το ύψος του πρώτου λοβού. Ωστόσο, στα αποδοτικά χαρακτηριστικά (απόδοση και βιομάζα) δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες. Η απόδοση σε σπόρο έχει θετική συσχέτιση με τη συνολική ξηρή βιομάζα με το βάρος χιλίων σπόρων. Η μεγαλύτερη απόδοση στις καθαρές σειρές καταγράφηκε στην KK101 με 333,88 g, η οποία είχε και τον μεγαλύτερο αριθμό λοβών ανά φυτό. Αντίθετα, η καθαρή σειρά KK14 παρουσίασε τις μικρότερες τιμές για τα αποδοτικά χαρακτηριστικά.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα μας υποδεικνύουν πως οι βελτιωμένες σειρές μπορούν να ανταγωνιστούν τις εμπορικές ποικιλίες ως προς την απόδοσή τους καθώς καταγράφηκαν παρόμοιες τιμές σε μετρήσεις και σε μερικές περιπτώσεις υψηλότερες.

Λέξεις κλειδιά: Κτηνοτροφικό κουκί, ποικιλίες, απόδοση, αγρονομικά χαρακτηριστικά

Evaluation of different varieties of Faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars on yield performance and yield components

ABSTRACT

Faba bean (*Vicia faba* L.) is an important grain legume, as a protein source for human and animal consumption. The increasing need for protein in the world has stimulated scientists to research for increased yield and quality in this crop. Drought and heat are considered major constraints in faba bean growth and production in Europe. The most drought- sensitive growth stages are flowering, early podding, and grain filling. The aim of this study was to determine the response of faba bean cultivars to different environmental conditions during 2018-2019 growing season.

Four inbred lines (F-18, F-101, F-10, F-14) and two commercial cultivars (Polykarpe, Tanagra) were sowed in Attika (Spata) on 4/2/2019. The design that was used was a randomized complete block design with four replication. Different characteristics were recorded, such as plant height, number of pods/plant, number of seeds/pod, seed yield and 1000-seed weight.

The results indicated that almost all agronomic traits were significantly different in each inbred line. Seedyields were not increased significantly among the inbred lines. KK101 produced higher seed yield and number of pods per plant. Between the inbred lines, the late maturity line KK14 showed lower values for the seed characteristics.

This study adopts and implements a holistic approach of the productivity of faba bean cultivars in order to replace soy bean and lead to an increase in production of feed tariff directly available to sheep farmers.

Key words: Faba Bean, *Vicia faba* L., cultivars, yield, yield components

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση και συγγραφή της παρούσας μελέτης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου προς την επιβλέπουσα καθηγήτρια της μεταπτυχιακής μελέτης, κα Παπαστυλιανού, τόσο για την ανάθεση του θέματος, όσο για τις πολύτιμες συμβουλές και τη συνεχή καθοδήγηση.

Επίσης, ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Δημήτριο Μπιλάλη και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ηλία Τραυλό για τις συμβουλές και την διδασκαλία τους καθ'όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη, την συμπαράσταση και τη βοήθεια τους σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
Πίνακας Περιεχομένων Πινάκων	10
Πίνακας Περιεχομένων Διαγραμμάτων	12
Πίνακας Περιεχομένων Εικόνων	13
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία.....	15
1.2 Καταγωγή και Ιστορικά Στοιχεία του <i>Vicia faba</i>	16
1.3 Στατιστικά Στοιχεία και Οικονομικό Ενδιαφέρον	17
1.4 Βοτανικά Χαρακτηριστικά.....	18
1.5 Αύξηση και Ανάπτυξη:	20
1.6 Διατροφική Αξία:	21
1.7 Οικολογικές Απαιτήσεις- Επίδραση Περιβάλλοντος.....	22
1.8 Προσαρμοστικότητα - Επίδραση ποικιλίας	23
1.9 Καλλιεργητική Τεχνική.....	24
Αμειψισπορά	24
Προετοιμασία Εδάφους.....	25
Σπορά	25
Αποστάσεις Σποράς και ποσότητα σπόρου.....	25
Περιποιήσεις Μετά τη Σπορά:	26
Συγκομιδή.....	27
Αποδόσεις.....	27
1.10 Εχθροί και Ασθένειες	28
1.11 Βελτιωτικοί Στόχοι	31
1.12 Σκοπός Πειράματος	32
2. Υλικά και Μέθοδοι	33

2.1	Πειραματικός Αγρός.....	33
2.2	Καιρικές Συνθήκες.....	34
2.3	Πειραματικό Σχέδιο	37
2.4	Εγκατάσταση Πειράματος.....	38
2.5	Φυτικό Υλικό	38
2.6	Χαρακτηριστικά ποικιλιών Τανάγρα και Πολύκαρπη	40
2.7	Περιποιήσεις μετά τη σπορά:	42
2.8	Συγκομιδή:	43
2.9	Υπό Μελέτη Χαρακτηριστικά	43
2.9.1	Ύψος	43
2.9.2	SPAD.....	44
2.9.3	Φυλλική Επιφάνεια	44
2.9.4	Αριθμός Στελεχών.....	44
2.9.5	Αριθμός Φύλλων ανά φυτό	45
2.9.6	Αριθμός Ανθέων ανά φυτό.....	45
2.9.7	Ύψος 1 ^{ου} Λοβού.....	45
2.9.8	Αριθμός Λοβών ανά φυτό	45
2.9.9	Νωπό βάρος.....	45
2.9.10	Ξηρό Βάρος	45
2.10	Αποδοτικά Χαρακτηριστικά	46
2.10.1	αριθμού σπόρων ανά λοβό	46
2.10.2	Προσδιορισμός βάρους 1000 σπόρων	46
2.10.3	Προσδιορισμός απόδοσης σε υπέργεια βιομάζα	46
2.10.4	Προσδιορισμός απόδοσης σε σπόρο	46
2.11	Στατιστική Ανάλυση:.....	47
3.	Αποτελέσματα	48
➤	Βοτανικά Χαρακτηριστικά	48

3.1	Ύψος φυτών.....	48
3.2	SPAD.....	50
3.3	Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας	51
3.4	Αριθμός Στελεχών.....	51
3.5	Νωπό Βάρος στελεχών.....	52
3.6	Ξηρό Βάρος Στελεχών	53
3.7	Αριθμός Φύλλων ανά Φυτό.....	54
3.8	Νωπό Βάρος Φύλλων ανά Φυτό	55
3.9	Ξηρό Βάρος Φύλλων ανά Φυτό	56
3.10	Αριθμός Ανθέων ανά Φυτό	57
3.11	Νωπό Βάρος Ανθέων.....	58
3.12	Ξηρό Βάρος Ανθέων ανά Φυτό	59
3.13	Αριθμός Λοβών ανά Φυτό.....	60
3.14	Ύψος 1 ^{ου} Λοβού	60
3.15	Νωπό Βάρος Λοβών ανά Φυτό	61
3.16	Ξηρό Βάρος Λοβών ανά φυτό.....	62
➤	Αποδοτικά Χαρακτηριστικά.....	63
3.17	Αριθμός Λοβών	63
3.18	Μήκος Λοβού	64
3.19	Πλάτος Λοβού	65
3.20	Αριθμός Σπόρων ανά λοβό.....	66
3.21	Βάρος Χιλίων Σπόρων.....	68
3.22	Απόδοση	69
3.23	Νωπό Βάρος Βιομάζας.....	70
3.24	Ξηρό Βάρος Βιομάζας.....	70
4.	Συζήτηση.....	72
	Αγρονομικά Χαρακτηριστικά	72

Ύψος	72
SPAD.....	72
Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)	73
Αριθμός Στελεχών.....	73
Ύψος 1ου Λοβού.....	73
Φύλλα	74
Άνθη.....	74
Λοβοί.....	74
Αποδοτικά Χαρακτηριστικά	75
Βάρος χιλίων σπόρων.....	75
Απόδοση.....	76
Βιομάζα	76
5. Βιβλιογραφία.....	77

Πίνακας Περιεχομένων Πινάκων

Πίνακας 1: Στοιχεία Πειραματικού Σχεδίου	38
Πίνακας 3. 1 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 77ΗΑΣ, (όπου ns, μη στατιστικά σημαντικό, και ΗΑΣ: ημέρες μετά τη σπορά, $p < 0,05$)	48
Πίνακας 3. 2 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 88 ΗΑΣ, (όπου ns, μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	48
Πίνακας 3. 3 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 95 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	49
Πίνακας 3. 4 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 100 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	49
Πίνακας 3. 5 Ανάλυση διασποράς για το SPAD στις 95 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	50
Πίνακας 3. 6 Ανάλυση διασποράς για το SPAD στις 100 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	50
Πίνακας 3. 7 Ανάλυση διασποράς για το δείκτη φυλλικής επιφάνειας των ποικιλιών (όπου ns, μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	51
Πίνακας 3. 8 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό στελεχών (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	52
Πίνακας 3. 9 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος στελεχών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	52
Πίνακας 3. 10 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος στελεχών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	53
Πίνακας 3. 11 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό φύλλων ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	54
Πίνακας 3. 12 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος των φύλλων των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	55
Πίνακας 3. 13 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των φύλλων ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	56
Πίνακας 3. 14 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό ανθέων ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	57

Πίνακας 3. 15 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος των ανθέων (όπου *, στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	58
Πίνακας 3. 16 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των ανθέων ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$	59
Πίνακας 3. 17 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό λοβών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$	60
Πίνακας 3. 18 Ανάλυση διασποράς για το ύψος 1 ^{ου} λοβού (όπου *, στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$).....	61
Πίνακας 3. 19 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος λοβών (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$	61
Πίνακας 3. 20 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των λοβών ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$	62
Πίνακας 3. 21 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό λοβών ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	63
Πίνακας 3. 22 Ανάλυση διασποράς για το μήκος λοβών ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$).....	64
Πίνακας 3. 23 Ανάλυση διασποράς για το πλάτος των λοβών ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$	65
Πίνακας 3. 24 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$	66
Πίνακας 3. 25 Ανάλυση διασποράς για το βάρος χιλίων σπόρων(όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$).....	68
Πίνακας 3. 26 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	69
Πίνακας 3. 27 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος της βιομάζας των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	70
Πίνακας 3. 28 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος της βιομάζας των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)	71

Πίνακας Περιεχομένων Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Θερμοκρασίες (μέγιστες, ελάχιστες και μέσες σε °C) στα Σπάτα κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Σεπτέμβριος-Ιούνιος 2019).....	34
Διάγραμμα 2: Ύψος βροχοπτώσεων (mm) στα Σπάτα κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Σεπτέμβριος-Ιούνιος 2019) Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Διάγραμμα 3: Σύγκριση θερμοκρασιών (μέγιστες, ελάχιστες και μέσες θερμοκρασίες °C) και ύψος βροχοπτώσεων της δεκαετίας (2009-2019) με την καλλιεργητική περίοδο (Σεπτέμβριος 2018-Ιούνιος 2019) για την περιοχή της πειραματικής διαδικασίας (Σπάτα).....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Διάγραμμα 3. 1 Μέσο ύψος ποικιλιών στις 77, 88, 95 και 100 ημέρες από τη σπορά	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Διάγραμμα 3. 2 Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης της ολικής χλωροφύλλης των ποικιλιών κουκιού στις 95 και 100 ΗΑΣ	50
Διάγραμμα 3. 3 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας των ποικιλιών κουκιού στις 113ΗΑΣ	51
Διάγραμμα 3. 4 Αριθμός στελεχών ποικιλιών κουκιού	52
Διάγραμμα 3. 5 Νωπό βάρος στελεχών για τις ποικιλίες κουκιών	53
Διάγραμμα 3. 6 Ξηρό βάρος στελεχών για τις ποικιλίες κουκιών	54
Διάγραμμα 3. 7 Αριθμός φύλλων ανά φυτό και ποικιλία κουκιού	55
Διάγραμμα 3. 8 Νωπό βάρος φύλλων ποικιλιών κουκιών	56
Διάγραμμα 3. 9 Ξηρό βάρος φύλλων ποικιλιών κουκιών	57
Διάγραμμα 3. 10 Αριθμός Ανθέων ανά φυτό και ποικιλία	58
Διάγραμμα 3. 11 Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό και ποικιλία	59
Διάγραμμα 3. 12 Ξηρό βάρος ανθέων ανά φυτό και ποικιλία	59
Διάγραμμα 3. 13 Ααριθμός λοβών ανά φυτό και ποικιλία	60
Διάγραμμα 3. 14 Ύψος 1 ^{ου} λοβού ανά ποικιλία	61
Διάγραμμα 3. 15 Νωπό βάρος λοβών ανά φυτό και ποικιλία	62
Διάγραμμα 3. 16 Ξηρό βάρος λοβών ανά φυτό και ποικιλία	63
Διάγραμμα 3. 17 Αριθμός λοβών ανά φυτό και ποικιλία των συγκομισθέντων κουκιών	64

Διάγραμμα 3. 18 Μέσο μήκος Λοβού ανά ποικιλία των συγκομισθέντων κουκιών...	65
Διάγραμμα 3. 19 Μέσο πλάτος λοβού ανά ποικιλία των συγκομισθέντων κουκιών ..	66
Διάγραμμα 3. 20 Αριθμός σπόρων ανά λοβό και ποικιλία των συγκομισθέντων κουκιών	67
Διάγραμμα 3. 21 Βάρος χιλίων σπόρων ανά ποικιλία	68
Διάγραμμα 3. 22 Απόδοση ποικιλιών σε σπόρο (g)	69
Διάγραμμα 3. 23 Νωπό βάρος βιομάζας ανά ποικιλία (Kg/στρ) στις 113 ΗΑΣ	70
Διάγραμμα 3. 24 Ξηρό βάρος βιομάζας ανά ποικιλία (Kg/στρ).....	71

Πίνακας Περιεχομένων Εικόνων

Εικόνα 1: Το κουκί (<i>Vicia faba</i>)	16
Εικόνα 2: Καλλιεργούμενη έκταση ψυχανθών στην ΕΕ	18
Εικόνα 3: Ταξιανθία κουκιών	19
Εικόνα 4: Λοβοί κουκιών κατά την ωρίμανση και ώριμοι σπόροι.....	19
Εικόνα 5: Σπόροι κουκιών	20
Εικόνα 6: Απεικόνιση φυτών κουκιών στο στάδιο των δύο φύλλων (Α) και στο τέλος της άνθησης (Β) 1-άνθηση, 2- κεντρική ρίζα, 3- φυμάτια, 4-κεντρικό στέλεχος, 5- κόμβος, 6-σύνθετα φύλλα, 7- παράφυλλα, 8- βοτρυώδη ταξιανθία, 9- λοβός 10- ακραίο μερίστωμα (Duc 1997)	20
Εικόνα 7 Κλειστά και ανοικτά στόματα από φύλλα κουκιού (optical microscope x 400, bars 5 μm)	23
Εικόνα 8: Προσβολή λοβού κουκιού απο Ασχοχύτωση	28
Εικόνα 9: Προσβολή κουκιών απο μύκητα <i>Olpidium viciae</i> (<i>gall disease</i>)	29
Εικόνα 10: Η μαύρη αφίδα των κουκιών	29
Εικόνα 11 Οροβάγγη	30
Εικόνα 12 Πειραματικός αγρός	33
Εικόνα 13 Κάτοψη Πειραματικού Αγρού.....	37
Εικόνα 14 Αγρός στα Σπάτα μετά την χάραξη του πειράματος	39
Εικόνα 15 Σπόροι ποικιλιών κουκιού πριν τη σπορά	39
Εικόνα 16 Καλλιέργεια κουκιών της ποικιλίας «Πολύκαρπη»	40
Εικόνα 17 Σπόροι κουκιών της ποικιλίας «Πολύκαρπη»	40

Εικόνα 18: Η καλλιέργεια κουκιού της ποικιλίας " Τανάγρα"	41
Εικόνα 19 Προσβολή κουκιών ποικιλίας ΚΚ10 από αφίδες	42
Εικόνα 20 Συγκομισμένα Κουκιά στο στάδιο της ωρίμανσης	43
Εικόνα 21 Φύλλα κουκιού σε σαρωτή για τον προσδιορισμό της φυλλικής επιφάνειας	44
Εικόνα 22 Μέτρηση ύψους 1ου λοβού.....	45
Εικόνα 23 Νωπή Βιομάζα για αποξήρανση (28/5/2019).....	46

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία

Τα ψυχανθή ανήκουν στην κατηγορία των δικοτυλήδων και δύναται να είναι ετήσια, διετή ή πολυετή φυτά. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά είναι τα άνθη τους, τα οποία είναι ψυχόμορφα και αποτελούνται από ανομοιόμορφα πέταλα. Στα άνθη αποδίδεται το όνομα της τάξης Fabales λόγω της ομοιότητάς τους με τις πεταλούδες (ψυχές στα αρχαία ελληνικά). Τα φύλλα των ψυχανθών είναι συνήθως σύνθετα με παράφυλλα και απλή ή διακλαδιζόμενη έλικα, ενώ οι καρποί τους συχνά είναι λοβοί ή όσπρια (Σαρλής, 1999).

Οι καρποί των ψυχανθών χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων και είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Τα ψυχανθή χαρακτηρίζονται από ξεχωριστές ιδιότητες, που δεν απαντώνται σε άλλα φυτικά είδη, καθώς αναπτύσσουν στις ρίζες τους συμβιωτικές σχέσεις με τα βακτήρια του γένους *Rhizobium*. Τα αζωτοβακτήρια δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας για να αξιοποιηθεί στην ανάπτυξη του φυτού, χωρίς να απαιτείται η προσθήκη λιπασμάτων. Μετά τη συγκομιδή των ψυχανθών, το έδαφος είναι εμπλουτισμένο με σημαντικές ποσότητες αζώτου, τις οποίες μπορεί να εκμεταλλευτεί η επόμενη καλλιέργεια (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

Η καλλιέργεια του κουκιού, συγκεκριμένα, θεωρείται ως η πιο αποδοτική σε άζωτο, σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες χειμερινών ψυχανθών. Χάρης σ' αυτή την ιδιότητα τους τα κουκιά χρησιμοποιούνται συχνά στα συστήματα αμειψισποράς, εναλλάσσοντας καλλιέργειες όπως το σιτάρι, το κριθάρι και το καλαμπόκι, και ενισχύοντας έτσι την οικονομικότητα και την αειφορικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Επιπλέον, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε πρωτεΐνη, τα κουκιά θεωρούνται άριστη διατροφικής ποιότητας ζωοτροφή.

Στην προσπάθεια για την ανάπτυξη ενός μοντέλου Βιώσιμης Γεωργίας και την αντιμετώπιση της επερχόμενης Κλιματικής Αλλαγής, αναζητούνται παραγωγικές ποικιλίες με σταθερή απόδοση και ανοχή στις περιβαλλοντικές καταπονήσεις. Συνεπώς, οι ακραίες κλιματικές συνθήκες και οι περιορισμένοι εδαφικοί και υδάτινοι πόροι έχουν δώσει τη δυνατότητα για την αξιολόγηση του γενετικού υλικού σε συνθήκες περιβαλλοντικής καταπόνησης, κατευθύνοντας, έτσι, τα βελτιωτικά προγράμματα (Veloso et al., 2016). Με βάση λοιπόν τις παρατηρήσεις αγρού και την αποκτηθείσα εμπειρία, διαμορφώνεται ο γενετικός τύπος των νέων ποικιλιών

ψυχανθών (legume ideotype), οι οποίες θα είναι κατάλληλες για τις ανάγκες της Βιώσιμης Γεωργίας και την αντιμετώπιση του μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος (Βλαχοστεργίος et al., 2014).

Οι περισσότεροι βελτιωτικοί στόχοι στο κουκί αφορούν την απόδοση, την ανοχή και την ανθεκτικότητα σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. Το κουκί είναι σταυροεπικονιαζόμενο φυτό και πρέπει να σημειωθεί πως δεν έχουν βρεθεί άγρια συγγενικά είδη του, μ' αποτέλεσμα να αναφερόμαστε σε βελτίωση των ήδη καλλιεργούμενων ποικιλιών του (Veloso et al., 2016).



1.2 Καταγωγή και Ιστορικά Στοιχεία του *Vicia faba*

Τα κτηνοτροφικά κουκιά ανήκουν στο γένος *Vicia* της οικογένειας Leguminosae. Το επιστημονικό τους όνομα είναι *Vicia faba* L.. Το γένος *Vicia* περιλαμβάνει 166 είδη (Van de ven et al., 1993) και χωρίζεται στα υπογένη *Vicia* και *Vicilla*. Το υπογένος *Vicia* χωρίζεται σε 9 τμήματα. Στην κατηγορία *Faba* ανήκει και το είδος *Vicia faba* L..

Εικόνα 1: Το κουκί (*Vicia faba*) Η καταγωγή του κουκιού πιθανολογείται ότι είναι μεταξύ των χωρών της Ανατολικής Μεσογείου με το Αφγανιστάν. Η καλλιέργεια του εντοπίζεται στη Μέση Ανατολή κατά τη Νεολιθική εποχή, ενώ στη συνέχεια κατά την εποχή του χαλκού εξαπλώθηκε και στην Ευρώπη. Τα κουκιά καλλιεργούνται από τον άνθρωπο από το 6000 π.Χ, και θεωρούνται ένα από τα αρχαιότερα όσπρια, καθώς έχουν βρεθεί σπέρματά τους στους πρώτους ανθρώπινους οικισμούς όπως και σε οικισμούς στην Ελβετία και στην Αγγλία.

Στην Ευρώπη, τα κουκιά παραδοσιακά χρησιμοποιούταν στα σιτηρέσια των αλόγων, λόγω της υψηλής διατροφικής τους αξίας. Επίσης, συγκαλλιεργούνταν με

άλλα χειμερινά σιτηρά, και το μικτό σιτηρέσιο που προέκυπτε χρησιμοποιούνταν για την διατροφή των χοίρων και των πουλερικών (Duc, 1997).

1.3 Στατιστικά Στοιχεία και Οικονομικό Ενδιαφέρον

Τα ψυχανθή καλλιεργούνται κυρίως για την περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη. Οι κυριότερες καλλιέργειες στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) είναι τα μπιζέλια, τα κουκιά, τα γλυκά λούπινα καθώς και άλλα ψυχανθή όπως τα φασόλια, τα μπιζέλια, οι φακές και ο βίκος και χρησιμοποιούνται κυρίως ως ζωοτροφές.

Παρ' όλα αυτά, το μεγαλύτερο ποσοστό αρδύσιμης γης στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2015 καταλαμβάνουν τα δημητριακά με ποσοστό 54% (57,78 εκατομμύρια εκτάρια), ενώ μόνο το 2,1% (2,2 εκατομμύρια εκτάρια) αφιερώνεται για την καλλιέργεια ψυχανθών, τόσο για ανθρώπινη όσο και για ζωική κατανάλωση.

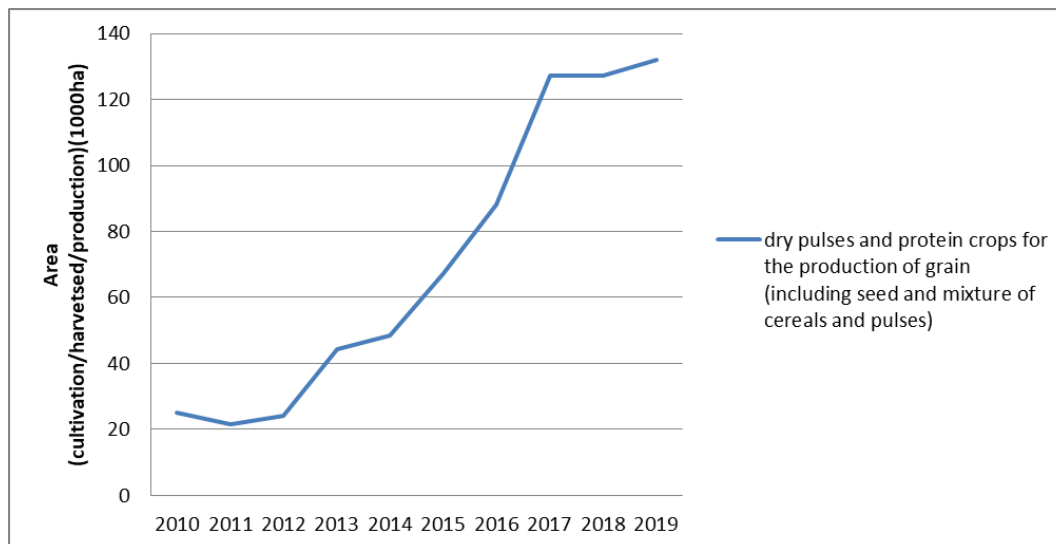
Η Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Πολωνία είναι οι κυριότεροι παραγωγοί ψυχανθών και υπεύθυνοι για σχεδόν το ήμισυ (49,9%) της συνολικής παραγωγής στην ΕΕ-28. Τη μεγαλύτερη αρώσιμη έκταση κατέχουν τα μπιζέλια με 34,2% αμέσως μετά τα κουκιά με 28,7% και τρίτα τα λούπινα με 11,9%. Το Ηνωμένο Βασίλειο είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός κουκιών, όπου το 2015 παρήχθησαν 740.000 tn κουκιού. Έπειτα ακολουθούν η Γαλλία με 251.400 tn και η Λιθουανία με 192.500 tn.

Στην Ελλάδα το 2015 καλλιεργήθηκαν όσπρια σε ποσοστό 2,4% επί της καλλιεργούμενης έκτασης της. Η καλλιεργούμενη έκταση των κουκιών έφτασε τα 4.600 εκτάρια, ενώ παρήχθησαν 4.200 tn κουκιών (EUROSTAT, 2018).

Αντιλαμβανόμενη η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Γεωργίας την υστέρηση στην παραγωγή φυτικής πρωτεΐνης (μόνο το 30% των αναγκών σε φυτική πρωτεΐνη παράγεται στην ΕΕ), αλλά και την οικονομική εξάρτηση της από άλλες χώρες, έχει συμπεριλάβει στη νέα ΚΑΠ, τη συνδεδεμένη ενίσχυση για τις πρωτεϊνούχες καλλιέργειες ψυχανθών, η οποία φαίνεται να έχει οδηγήσει σε αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με ψυχανθή. Πιο αναλυτικά, από το 2013 έως το 2015 παρατηρήθηκε αύξηση στην καλλιέργεια των ψυχανθών σε ποσοστό 64,7%, η οποία αποδίδεται στην Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική, η οποία τέθηκε σε ισχύ από το 2015 και ορίζει ότι το 5% της αρδύσιμης γης των αγροτών που κατέχουν πάνω από 150 στρέμματα πρέπει υποχρεωτικά να καλύπτεται με αζωτοδεσμευτικές καλλιέργειες όπως τα όσπρια (Βλαχοστέργιος et al., 2014).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι περισσότερες από τις μέχρι σήμερα καλλιεργούμενες ποικιλίες χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικό δυναμικό αποδόσεων, αλλά

παρουσιάζουν χαρακτηριστική αστάθεια από χρονιά σε χρονιά. Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές αυτός είναι ένας από τους βασικότερους λόγους που παρά τη μεγάλη τους σπουδαιότητα τα ψυχανθή καλλιεργούνται σε περιορισμένη έκταση στην Ε.Ε. (καταλαμβάνουν το 3-5% της καλλιεργήσιμης έκτασης) (EUROSTAT, 2018).



Εικόνα 2: Καλλιεργούμενη έκταση ψυχανθών στην ΕΕ

1.4 Βοτανικά Χαρακτηριστικά

Τα κουκιά είναι ετήσια ποώδη φυτά, με πασσαλώδες ριζικό σύστημα και πλάγιες διακλαδώσεις. Θεωρούνται φυτά με σχετικά επιφανειακό ριζικό σύστημα. Το μέγιστο βάθος στο οποίο εισχωρούν οι ρίζες κυμαίνεται από 50 έως 90 cm. Μεγαλύτερο βάθος και πυκνότητα ριζών παρατηρείται σε ξηρικές συνθήκες ανάπτυξης. Τα φυμάτια, που εντοπίζονται στις ρίζες τους, είναι μεγάλα, σχεδόν σφαιρικά και βρίσκονται τόσο στην κύρια ρίζα όσο και στις πλάγιες διακλαδώσεις.

Η ανάπτυξη του φυτού είναι συνεχής και το ύψος του φυτού κυμαίνεται από 50 έως 150 cm, ανάλογα με την ποικιλία. Ο κύριος βλαστός διακλαδίζεται και ο αριθμός των διακλαδώσεων φτάνει έως 6 βλαστούς/φυτό ανάλογα με την ποικιλία. Τα κουκιά χαρακτηρίζονται ως φυτά όρθιας ανάπτυξης και οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν ισχυρό στέλεχος και δεν πλαγιαίνουν.

Τα φύλλα τους είναι σύνθετα και στη βάση τους υπάρχουν δύο μικρά οδοντωτά παράφυλλα. Ο αριθμός των φυλλαρίων ανά φύλλο αυξάνεται από 2, που είναι στη βάση του φυτού, σε 6-8 στην κορυφή. Τα φυλλάρια είναι ακέραια, ωοειδή με λεία επιφάνεια.



Κατά μήκος του βλαστού από τον 5^ο έως και 10^ο κόμβο, ανάλογα με την ποικιλία και της συνθήκες ανάπτυξης, υπάρχουν μόνο φύλλα, ενώ πιο πάνω από τους οφθαλμούς στη βάση των φύλλων, αναπτύσσονται οι ταξιανθίες. Τα άνθη φέρονται πολλά μαζί (9-12) σε ταξιανθίες, οι οποίες έχουν μικρό ποδίσκο. Τα πέταλα τους έχουν λευκά με μαύρες, καφετί κηλίδες στις πτέρυγες του άνθους.

Οι λοβοί διαφέρουν ως προς το μέγεθος και τον τρόπο έκφυσης, ανάλογα με την ποικιλία. Σε

Εικόνα 3: Ταξιανθία κουκιών κάθε γόνατο, ανάλογα με την καρπόδεση, μπορούν να σχηματισθούν από 1 έως 8 λοβοί. Πριν από την ωρίμανση οι λοβοί είναι πράσινοι, λείοι εξωτερικά και χνουδωτοί, με σπογγώδη υφή εσωτερικά. Κατά την ωρίμανση το χνούδι εξαφανίζεται, ο λοβός παίρνει χρώμα μαύρο ή σκούρο καφέ και γίνεται εύθραυστος.



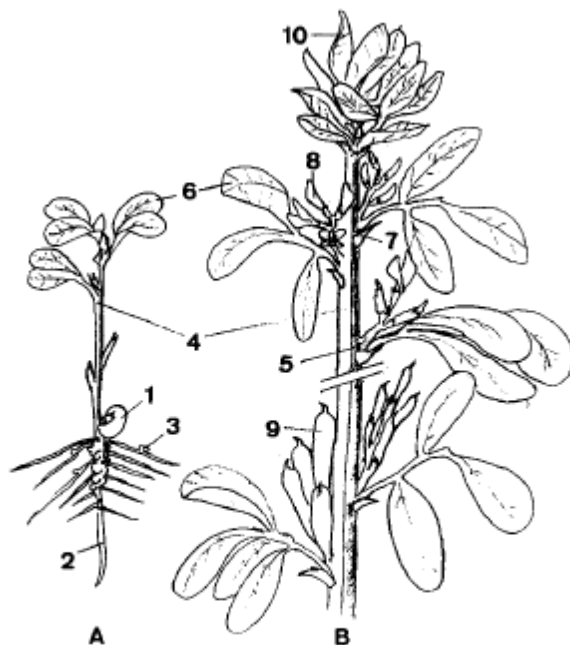
Εικόνα 4: Λοβοί κουκιών κατά την ωρίμανση και ώριμοι σπόροι

Οι σπόροι διαφέρουν ως προς το χρώμα και το μέγεθος, ανάλογα με την ποικιλία. Το χρώμα τους μπορεί να είναι κίτρινο, μπεζ, πρασινωπό, καφετί και μαύρο (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 5: Σπόροι κουκιών

1.5 Αύξηση και Ανάπτυξη:



Εικόνα 6: Απεικόνιση φυτών κουκιών στο στάδιο των δύο φύλλων (Α) και στο τέλος της άνθησης (Β) 1-άνθηση, 2-κεντρική ρίζα, 3- φυμάτια, 4-κεντρικό στέλεχος, 5- κόμβος, 6-σύνθετα φύλλα, 7- παράφυλλα, 8- βοτρυώδη ταξιανθία, 9- λοβός 10- ακραίο μερίστωμα (Duc 1997)

επιταχύνουν την φαινολογική ανάπτυξη με την προϋπόθεση ότι έχουν ικανοποιηθεί οι ανάγκες σε εαρινοποίηση. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι πολλές ποικιλίες κουκιών αποκρίνονται ως ποσοτικά φυτά στο μήκος της ημέρας. Η διάρκεια της ημέρας, συνεπώς, δεν θεωρείται σημαντική για το σχηματισμό των ανθικών καταβολών. Ωστόσο, η περίοδος ανάπτυξης των φυτών συμπίπτει με τη περίοδο μεγάλων ημερών. (Husain et al., 1988)

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου και οι καιρικές συνθήκες στην καλλιεργητική περίοδο έχουν σημαντική επίδραση στην απόδοση των κουκιών, καθώς επηρεάζουν

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας του κουκιού συνήθως καθορίζεται από το μέγιστο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας που μπορεί να απορροφηθεί από την περίοδο ανάπτυξης έως και πριν την ωρίμανση. Για τον ποσοτικό καθορισμό της διάρκειας της καλλιέργειας καταγράφεται η θερμοκρασία ημέρας και η φωτοπερίοδος κατά την καλλιεργητική περίοδο. Έχει αποδειχθεί σε πειράματα με φασόλια πως οι υψηλές θερμοκρασίες

επιταχύνουν την φαινολογική ανάπτυξη με την προϋπόθεση ότι έχουν ικανοποιηθεί οι ανάγκες σε

αποδοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, όπως τον αριθμό δευτερευόντων βλαστών ανά φυτό. Η διάρκεια της καλλιέργειας σε Μεσογειακά κλίματα μπορεί να περιοριστεί κυρίως από συνθήκες υδατικής καταπόνησης, καθώς ο ανταγωνισμός για ηλιακή ακτινοβολία είναι μικρός.

Το φύτευμα του σπόρου και η πρώτη ανάπτυξη των φυτών του κουκιού επηρεάζονται κυρίως από την θερμοκρασία ημέρας και την υδατική καταπόνηση, η οποία αποτελεί και τον βασικό περιοριστικό παράγοντα ανάπτυξης (Lopez-Bellido et al., 2005).

Η βιολογία της αναπαραγωγής στα κουκιά έχει μελετηθεί ιδιαίτερα, λόγω της μεγάλης πτώσης ανθέων και λοβών που παρατηρείται. Αναφέρεται ότι μόνον το 24% των σπερμοβλαστών δίνει σπόρους.

Οι δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως είναι η χαμηλή σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, η υψηλή θερμοκρασία, η μειωμένη εδαφική υγρασία καθώς επίσης η μειωμένη δραστηριότητα των επικονιαστών εντόμων κατά τη διάρκεια της άνθησης θεωρούνται από τους κυριότερους παράγοντες της πτώσης των αναπαραγωγικών οργάνων (Duc, 1997).

1.6 Διατροφική Αξία:

Η θρεπτική αξία των ψυχανθών εξαρτάται από τις μεθόδους επεξεργασίας, τη παρουσία ή την απουσία αντιδιαιτητικών ή τοξικών παραγόντων και την πιθανή αλληλεπίδραση με άλλα θρεπτικά συστατικά του καρπού. Η μεγάλη διακύμανση στη θρεπτική σύνθεση του κτηνοτροφικού κουκιού πιθανώς οφείλεται σε διαφορές στην ποικιλία, το περιβάλλον, τις συνθήκες ανάπτυξης και τη χρονιά συγκομιδής.

Ο καρπός των κουκιών αποτελεί άριστη πηγή πρωτεΐνης. Πιο αναλυτικά, το περιεχόμενο ακατέργαστης πρωτεΐνης στο κτηνοτροφικό κουκί μπορεί να ποικίλει από 200 g/Kg έως 410g/Kg. Οι πρωτεΐνες του αποτελούνται κατά τον μεγαλύτερο βαθμό από γλοβουλίνες (600 g/Kg), αλβουλίνες (200 g/Kg), γλουτενίνες (150 g/Kg), και προλαμίνες. Επιπλέον, τα σπέρματα των κουκιών έχουν καλή περιεκτικότητα σε αργινίνη, λυσίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, φαινυλαλανίνη και άλλα φυσικά αμινοξέα.

Ο καρπός των κουκιών περιέχει 51% έως 68% υδατανθράκων, το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων βρίσκεται υπό μορφή αμύλου (41% έως 53%) καθώς και αυξημένο ποσοστό Βιταμίνης Β, φυτικών ινών και μετάλλων.

Μελέτες έχουν αποδείξει πως η συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων ποικίλλει ανάλογα με τις ποικιλίες και τους σπόρους. Πιο συγκεκριμένα, ποικιλίες με ανοιχτόχρωμο περισπέρμιο τείνουν να έχουν μικρότερο περιεχόμενο ιχνοστοιχείων και φυτικών ινών, σε σύγκριση μ' αυτές που έχουν σκουρόχρωμο. Μοναδικό μειονέκτημά τους, το οποίο διορθώνεται εύκολα, είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο (Πάτση, 2012).

Οι περισσότερες φυτικές πρωτεΐνες, περιέχουν αντιδιαιτητικούς παράγοντες ή αλλιώς ANF. Οι κυριότεροι αντιδιαιτητικοί παράγοντες στα κουκιά είναι οι παρεμποδιστές πρωτεασών, οι λεκτίνες και οι ταννίνες. Οι αντιδιαιτητικοί παράγοντες επηρεάζουν περισσότερο τα μονογαστρικά ζώα σε σχέση με τα μηρυκαστικά. Αυτό συμβαίνει γιατί ο μικροβιακός πληθυσμός που υπάρχει στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών εξουδετερώνει ή περιορίζει τη δράση των ANF (Crepon et al., 2010).

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί πως η αντικατάσταση του σιτηρεσίου των ορνίθων με κτηνοτροφικό κουκί είχε σημαντική επίδραση στη συνολική αυγοπαραγωγή και στο ρυθμό αυγοπαραγωγής. Η αύξηση της αυγοπαραγωγής αλλά και της μάζας των αυγών συνδέεται με την αύξηση της ροής αίματος στις ωοθήκες, που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού ωοθηλακίων (Πάτση 2012).

1.7 Οικολογικές Απαιτήσεις- Επίδραση Περιβάλλοντος

Το περιβάλλον είναι καθοριστικός παράγοντας για την παραγωγικότητα της καλλιέργειας κουκιών. Πιο συγκεκριμένα, η έλλειψη νερού, η ξηρασία, η αλατότητα, και οι χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν οξειδωτικό στρες στα κύτταρα των φυτών και αναστέλλουν την ανάπτυξη τους (García-Mata and Lamattina, 2001).

Τα κουκιά έχουν επιφανειακό ριζικό σύστημα, μικρή ωσμоруθμιστική ικανότητα και είναι πολύ ευαίσθητα στις υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 25 °C), ειδικά στο στάδιο της άνθησης και του γεμίσματος των λοβών. Η επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών είναι εντονότερη όταν συνοδεύεται και από μειωμένη υγρασία στο έδαφος. Γιαυτό τον λόγο, τα κουκιά συχνά καλλιεργούνται με άρδευση σε περιοχές με ξηρό κλίμα, και θεωρούνται κατάλληλα για καλλιέργεια σε Μεσογειακού τύπου περιβάλλον με βροχοπτώσεις έως 400 mm/έτος (Loss and Siddique, 1997 a).

Τα κουκιά έχουν ικανοποιητική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες, η οποία ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και την εποχή σποράς. Οι φθινοπωρινές ποικιλίες

κατά μέσο όρο αντέχουν σε θερμοκρασίες έως -6°C , ωστόσο παρατηρείται μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και της τελικής παραγωγής (Arbaoui et al., 2008). Θερμοκρασίες από $1-6^{\circ}\text{C}$ και 10 ώρες φωτοπερίοδου και ακολούθως επικράτηση υψηλότερων θερμοκρασιών προάγουν την εαρινοποίηση και τον σχηματισμό ανθικών καταβολών. Ωστόσο, χαμηλές θερμοκρασίες κατά την άνοιξη προκαλούν ανθόρροια (Ellis et al., 1987).

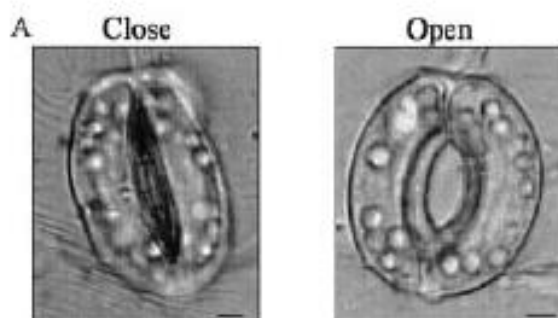
Τα κουκιά θεωρούνται ευαίσθητα στην ξηρασία (Mwanamwenge et al., 1999). Έχει αποδειχθεί πως η υδατική καταπόνηση μειώνει τη φωτοσυνθετική ικανότητά, τη συχνότητα και το μήκος των στομάτων, αλλά και την παραγωγή καρπού και ξηρής μάζας. Κατά συνέπεια, ανεπάρκεια νερού στους φυτικούς ιστούς μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερο ρυθμό αναπνοής και στον περιορισμό της ανάπτυξης (Xia, 1994).

Για την καλλιέργεια των κουκιών απαιτούνται εδάφη ουδέτερα ή αλκαλικά, μέσης και βαριάς μηχανικής σύστασης. Μπορούν όμως να καλλιεργηθούν και σε πολύ φτωχά εδάφη, λόγω της μεγάλης αζωτοδεσμευτικής ικανότητας που παρουσιάζουν (Mwanamwenge et al., 1999).

1.8 Προσαρμοστικότητα - Επίδραση ποικιλίας

Σε συνθήκες ξηρασίας, τα κουκιά παρουσιάζουν διάφορους μηχανισμούς διαφυγής της καταπόνησης. Αρχικά, η αφυδάτωση του ριζικού συστήματος προκαλεί παραγωγή ABA σε μεγάλη συγκέντρωση, που έχει ως επακόλουθο το κλείσιμο των στομάτων για τον περιορισμό των διαπνευστικών απωλειών (García-Mata and Lamattina, 2001). Άλλοι μηχανισμοί διαφυγής, είναι η μείωση της φυλλικής επιφάνειας και του ρυθμού φωτοσύνθεσης, ενώ, εξαιτίας της ορμονικής ανισσοροπίας που προκαλείται από την καταπόνηση, μειώνεται ο ρυθμός του γεμίσματος των καρπών και ακολουθεί καρπόπτωση (Ghassemi-Golezani et al., 2009).

Οι προσαρμοσμένες στη ξηρασία ποικιλίες κουκιών διαθέτουν περισσότερα και



Εικόνα 7 Κλειστά και ανοικτά στόματα από φύλλα κουκιού (optical microscope x 400, bars 5 µm)

μεγαλύτερα στόματα στην επιφάνεια των φύλλων και αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού (Khazaei et al. 2013). Επίσης, άλλα χαρακτηριστικά που αφορούν την προσαρμοστικότητα

των ποικιλιών στη ξηρασία είναι το μέγεθος του φυλλώματος, η θερμοκρασία και η αντανakλαστική ικανότητα των φύλλων και η πρωιμότητα άνθησης (Habib ur Rahman Khan, 2007).

Για την αντιμετώπιση της ξηρασίας με καλλιεργητικά μέτρα προτείνεται η πρόιμη σπορά και η χρήση ποικιλιών που ανθίζουν νωρίς την άνοιξη, καθώς η άνθηση αποτελεί το πιο κρίσιμο στάδιο της καλλιέργειας. Ωστόσο, τα κουκιά είναι ευαίσθητα και στη κατάκλυση ενώ υπάρχουν ποικιλίες (*Vicia faba* cv. Fiorid), όπου υπερβολικές βροχοπτώσεις κατά το φθινόπωρο έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής (Loss et al., 1997 c).

Η αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι κληρονομικό χαρακτηριστικό και υπάρχουν γενότυποι με σημαντική αντοχή. Συνήθως, τα φυτά που έχουν εγκλιματιστεί σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης παρουσιάζουν ανθεκτικότητα έναντι χαμηλών θερμοκρασιών (Καραμπουρνιώτης et al. 2012). Έχει αποδειχθεί πειραματικά πως ο γαλλικός πληθυσμός Côte d’Or, μπορεί να επιβιώσει στους -22 °C, μετά από σκληραγώγηση. Το χαρακτηριστικό όμως αυτό συνδέεται με οψιμότητα στην άνθηση που είναι ανεπιθύμητο για ξηροθερμικά περιβάλλοντα (Duc, 1997).

1.9 Καλλιεργητική Τεχνική

Αμειψισπορά

Η καλλιέργεια των κουκιών προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στις επόμενες καλλιέργειες, όταν χρησιμοποιείται σε συστήματα αμειψισποράς. Έχει αποδειχθεί πως διευκολύνει την κινητοποίηση του φωσφόρου, αυξάνει τα επίπεδα αζώτου στο έδαφος, τις αποδόσεις των επόμενων καλλιεργειών και μειώνει τα προβλήματα που προκαλούνται από παθογόνα και ζιζάνια.

Έχει παρατηρηθεί αύξηση της ξηρής μάζας καλαμποκιού όταν προηγήθηκε καλλιέργεια κουκιών πριν τρία χρόνια. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αποδειχθεί και σε καλλιέργεια σιταριού, καθώς παρατηρήθηκε αύξηση της απόδοσης 21% και 12% τη δεύτερη χρονιά καλλιέργειας.

Το πιο συνηθισμένο σύστημα αμειψισποράς είναι κουκί-ελαιοκράμβη-σιτάρι. Με αυτό το σύστημα βελτιώνεται η γονιμότητα του εδάφους ενώ συντηρείται και ο μικροβιακός πληθυσμός (Aschi et al., 2017).

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 της προηγούμενης καλλιέργειας, η ύπαρξη πολυετών ζιζανίων, ο όγκος των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας.

Μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου εφαρμόζεται η βασική κατεργασία του εδάφους, που είναι το όργωμα. Αν στον αγρό ενδημούν πολυετή ζιζάνια, τότε μπορεί να εφαρμοστεί καλοκαιρινό όργωμα για την καταστροφή των υπόγειων αναπαραγωγικών οργάνων τους. Στη συνέχεια ακολουθεί δευτερεύουσα κατεργασία για τον ψιλοχωματισμό του εδάφους με δισκόσβαρνα ή με καλλιεργητή. Με τη δευτερεύουσα κατεργασία ενσωματώνεται η βασική λίπανση και σχηματίζεται η σποροκλίνη (Καραμάνος, 2012).

Για την καλλιέργεια των χειμερινών ψυχανθών δεν απαιτείται αζωτούχος λίπανση, καθώς τα ίδια τα φυτά αζωτοδεσμεύουν ικανοποιητικά. Αντίθετα, προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων φαίνεται να μειώνει την αζωτοδεσμευτική ικανότητα των κουκιών. Επίσης, δεν παρατηρείται αντίδραση φυτών στην καλιούχο λίπανση, όταν υπάρχει επάρκεια στο έδαφος. Ωστόσο, σε φτωχά εδάφη, η προσθήκη φωσφορικού λιπάσματος 6 Kg P₂O₅ /στρ είχε ευνοϊκή επίδραση στην καλλιέργεια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Σπορά

Η εποχή σποράς σε κάθε περιοχή καθορίζεται από τις επικρατούσες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του χειμώνα και από την αντοχή της ποικιλίας στις χαμηλές θερμοκρασίες. Συνιστάται πρόωμη φθινοπωρινή σπορά, καθώς τα ελαφρώς πιο ανεπτυγμένα φυτά παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στο κρύο. Οι ελληνικές ποικιλίες κουκιού σπέρνονται το φθινόπωρο μεταξύ 20 Οκτωβρίου και 15 Νοεμβρίου. Η σπορά γίνεται συνήθως με σπαρτικές μηχανές των χειμερινών σιτηρών, αν και σε μερικές χώρες σπέρνονται με το χέρι. Το βάθος σποράς συνίσταται στα 8-10 cm. Ο σπόρος του κουκιού χρειάζεται υγρασία για να φυτρώσει και αν σπαρθεί επιφανειακά η υγρασία του εδάφους δε του είναι αρκετή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Αποστάσεις Σποράς και ποσότητα σπόρου

Ως προς τις αποστάσεις σποράς μεταξύ των γραμμών, τα κουκιά μπορούν να καλλιεργηθούν ως πυκνή καλλιέργεια (20 -30 cm). Οι αποστάσεις στις φθινοπωρινές

ποικιλίες είναι μεγαλύτερες (συνήθως 30 – 35 cm) και στις μεγαλόσπερμες και μικρότερες (συνήθως 20 cm) στις ανοιξιάτικες ποικιλίες και στις μικρόσπερμες.

Οι ελληνικές ποικιλίες κουκιού σπέρνονται τόσο σε γραμμική καλλιέργεια (αποστάσεις μεταξύ των γραμμών: 50 εκ.), όσο και σε συνεχή σπορά (αποστάσεις μεταξύ των γραμμών: 15-25 εκ.). Οι συνιστώμενες για τη χώρα μας αποστάσεις για τις μεγαλόσπερμες ποικιλίες είναι 25 -30 cm και για τις μικρόσπερμες κτηνοτροφικές 25 cm (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Η ποσότητα σπόρου εξαρτάται από το μέγεθος του. Μπορεί να σπαρθούν ανά στρέμμα 14-20 Kg, ανάλογα με το μέγεθος του σπόρου της κάθε ποικιλίας (Rifae et al.2004 και Idris Abdel Latif, 2008).

Η πυκνότητα σποράς μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή ξηρής μάζας, την εξάτμιση του νερού από το έδαφος, τον ανταγωνισμό από τα ζιζάνια, την ανάπτυξη των μυκήτων και των ιογενών ασθeneιών, το ύψους του πρώτου λοβού και την απόδοση των σπόρων. Έχει αποδειχθεί πως όσο αυξάνεται η πυκνότητα, μειώνονται οι δευτερεύοντες βλαστοί, ο αριθμός και η θέση των ταξιανθιών και ο αριθμός των λοβών που φτάνουν μέχρι την ωριμότητα, ενώ το ύψος των φυτών αυξάνεται (Hodgson and Blackman, 1956).

Για την καλλιέργεια του κουκιού εφαρμόζεται ένα μεγάλο εύρος πυκνοτήτων από 15 έως 60 φυτά/m². Η πυκνότητα φυτών εξαρτάται από την ποικιλία και την περιοχή. Στις φθινοπωρινές ποικιλίες, πυκνότητα φυτών μεγαλύτερη από 25 φυτά/ m² μπορεί να αυξήσει την ανθόπτωση και να προκαλέσει προσβολές από παθογόνα (Lopez-Bellido et al. 2005). Στις μικρόσπερμες ποικιλίες πληθυσμός φυτών περίπου 12 φυτά/ m² θεωρείται ιδανικός για τη φθινοπωρινή καλλιέργεια καθώς εξασφαλίζονται υψηλές αποδόσεις και μειώνονται οι καταπονήσεις από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η χαμηλή υγρασία και η θερμοκρασία (Rifae et al., 2004).

Περιποιήσεις Μετά τη Σπορά:

Τα ζιζάνια αποτελούν σοβαρό πρόβλημα στην καλλιέργεια των κουκιών εξαιτίας της μικρής ανταγωνιστικής ικανότητας τους στα νεαρά στάδια. Τα κουκιά έχουν αργή ανάπτυξη και μικρή πυκνότητα φυτών, μ' αποτέλεσμα, αν δεν υπάρξει έλεγχος ζιζανίων, τη σταδιακή μείωση της παραγωγής τους σε ποσοστό που φτάνει το 80%. Για την καλλιέργεια πρέπει να εφαρμοστούν πρακτικές αντιμετώπισης των ζιζανίων που θα είναι αποτελεσματικές, οικολογικές και οικονομικά βιώσιμες για τους καλλιεργητές.

Τα ζιζανιοκτόνα αποτελούν μια πολύ αποτελεσματική πρακτική για τον έλεγχο των ζιζανίων, αυξάνοντας έτσι τις αποδόσεις, βελτιώνοντας την ποιότητα του τελικού προϊόντος και μειώνοντας την χειρονακτική εργασία. Εφαρμόζονται προσπαρτικά με ενσωμάτωση, προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά.

Ωστόσο, υπάρχουν ανησυχίες τόσο για την υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων, όσο και για την ανθεκτικότητα των ζιζανίων σε αυτά, όπως και για τους κινδύνους που τα ζιζανιοκτόνα αποτελούν προς το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.. Από την άλλη πλευρά, το υψηλό κόστος και η έλλειψη επαρκούς εργατικού δυναμικού στα κρίσιμα στάδια της καλλιέργειας για βοτάνισμα και η δυσκολία στην χρήση μηχανικής καταστροφής σε βαριά εδάφη, ή έπειτα από ισχυρές βροχοπτώσεις ώθησαν τους καλλιεργητές κουκιών να εφαρμόσουν ολοκληρωμένες πρακτικές διαχείρισης των ζιζανίων (IWM). Αυτές οι πρακτικές, περιλαμβάνουν έναν συνδυασμό πολιτιστικών, μηχανικών και χημικών τεχνικών διαχείρισης ζιζανίων (Alemu and Sharma, 2018).

Συγκομιδή

Ανάλογα με τον προορισμό χρήσης των καλλιεργούμενων ποικιλιών καθορίζεται και το στάδιο συγκομιδής των κουκιών. Στα κουκιά που προορίζονται για την παραγωγή αποξηραμένων σπόρων, η συγκομιδή γίνεται στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Η υγρασία των σπόρων κατά τη συγκομιδή κυμαίνεται από 16 έως 20%. Τα κουκιά δεν πλαγιάζουν εύκολα και έτσι ενδείκνυνται για πλήρη εκμηχάνιση όλων των φάσεων της καλλιέργειάς τους (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Αποδόσεις

Η απόδοση των κουκιών επηρεάζεται από το περιβάλλον και από το γονότυπο. Η απόδοση σε καρπό μπορεί να κυμανθεί από 80 έως 300 Kg/στρ. Με πρόιμη σπορά, ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες και τη κατάλληλη ποικιλία η απόδοση μπορεί να φτάσει τα 420 Kg/στρ. Οι αποδόσεις σε βιομάζα στην ωρίμανση κυμαίνονται από 92 Kg/στρ έως 1075 Kg/στρ, ενώ έχει παρατηρηθεί να μειώνονται όσο πιο όσιμη είναι η σπορά (Loss and Siddique, 1997 a).

1.10 Εχθροί και Ασθένειες



Εικόνα 8: Προσβολή λοβού κουκιού απο Ασκοχύτωση

Από τις κυριότερες ασθένειες του κτηνοτροφικού κουκιού στη χώρα μας είναι η ασκοχύτωση (*Ascochyta fabae*) που προσβάλλει όλα τα υπέργεια μέρη των φυτών και εκδηλώνεται με χαρακτηριστικές σκουρόχρωμες κηλίδες. Η μολυσματική μορφή του μύκητα είναι τα κονίδια, τα οποία διασπείρονται ταχύτατα με την βροχή και τον άνεμο. Την άνοιξη, με την επικράτηση βροχοπτώσεων και ήπιων θερμοκρασιών (20-25 °C), παρατηρείται γρήγορη διασπορά του μύκητα με αποτέλεσμα την καταστροφή μεγάλου μέρους της καλλιέργειας.

Άλλα συμπτώματα της ασθένειας είναι η προσβολή των πράσινων λοβών και των σπόρων, όπου η ασθένεια εκδηλώνεται με κυκλικές νεκρωτικές κηλίδες. Οι σπόροι αποχρωματίζονται και χάνουν τη βλαστική τους ικανότητα. Η Ασκοχύτωση μπορεί να προκαλέσει μείωση της απόδοσης και υποβάθμιση της ποιότητας.

Οι διαφορές των ποικιλιών κουκιού στην ανθεκτικότητα προς την ασκοχύτωση μπορεί να αφορούν μορφολογικά χαρακτηριστικά, που διευκολύνουν την αποφυγή της προσβολής. Ένα παράδειγμα είναι το ύψος του κεντρικού στελέχους, καθώς όσο πιο πολύ απέχει ο πρώτος λοβός από το λαιμό, τόσο μικρότερη θα είναι και η πιθανότητα προσβολής του καρπού (Maurin and Tivoll, 1992).

Η βοτρυτίδα (*Botrytis fabae*), που ευνοείται από υψηλή υγρασία και θερμοκρασία, προσβάλλει τα εναέρια τμήματα προξενώντας καφέ κηλίδες κυρίως στα φύλλα.



Εικόνα 9: Προσβολή κουκιών από μύκητα *Ovipidium viciae* (gall disease)

Η σκωρίαση (*Uromyces fabae*) εκδηλώνεται όταν το περιβάλλον είναι σχετικά υγρό, με την εμφάνιση σκοτεινόχρωμων φακιδίων ή φλυκταινών στα φύλλα και στους βλαστούς

Τέλος, άλλη μια μυκητολογική ασθένεια που προσβάλλει το κτηνοτροφικό κουκί είναι η σκληρωτία (*Sclerotinia sclerotiorum* και *Sclerotinia trifoliorum*), που ευνοείται από την υψηλή εδαφική υγρασία και τις μέτριες θερμοκρασίες (Ιανουάριος - Απρίλιος). Ο μύκητας διαχειμάζει στο έδαφος κυρίως ως σκληρώτιο αλλά και ως μυκήλιο πάνω στα υπολείμματα της καλλιέργειας. Τα κυριότερα συμπτώματα είναι η απότομη μάρανση, η σήψη λαιμού και οι μαύρες νεκρωτικές κηλίδες.



Εικόνα 10: Η μαύρη αφίδα των κουκιών

Οι κυριότεροι εχθροί του κουκιού είναι οι αφίδες (*Aphis fabae*), που όταν οι κλιματολογικές συνθήκες της άνοιξης είναι ευνοϊκές μπορεί να αποτελέσουν σημαντικό πρόβλημα καθώς αποβάλλουν μελιτώματα βοηθώντας στην ανάπτυξη μυκήτων “καπνιάς” (Banks και Macaulay, 1967).

Άλλα επιζήμια έντομα που έχουν παρατηρηθεί σε καλλιέργειες κουκιού είναι ο βρούχος (*Bruchus rufimanus*) που ξεκινάει τις προσβολές του από το χωράφι και συνεχίζει τη ζημιά και στην αποθήκη, ο φυτονόμος (*Phytonomus variabilis*) και η σιτόνα (*Sitona lineatus* L.), που τρέφονται από τα φύλλα προξενώντας ημισεληνοειδείς τομές στην περιφέρειά τους (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 11 Οροβάγγη

Από τα πιο διαδεδομένα ζιζάνια στη καλλιέργεια του κουκιού είναι η οροβάγγη. Πρόκειται για παρασιτικό ζιζάνιο, που συνθέτει περιορισμένη ποσότητα χλωροφύλλης και παρακρατεί νερό, ανόργανα συστατικά και φωτοσυνθετικά προϊόντα από τα καλλιεργούμενα φυτά. Το είδος που προσβάλλει τα κουκιά και τα μπιζέλια είναι το *Orobanche crenata* (Grenz et al., 2005).

Η οροβάγγη αποτελεί δυσκολοεξόντωτο ζιζάνιο. Τα σπέρματα της μπορεί να διαχειμάζουν στο έδαφος πάνω από 10 έτη. Όταν τα φυτά προσβάλλονται από την οροβάγγη, συνήθως εμφανίζονται στον αγρό κατά κηλίδες μικρού μεγέθους. Τα φυτά παραμένουν πολλές φορές νάνα, πράγμα το οποίο εξαρτάται από το πόσο νωρίς ή από πόσα φυτά οροβάγγης προσβλήθηκαν (Τζάμος, 2007).

1.11 Βελτιωτικοί Στόχοι

Το βασικό σχέδιο βελτίωσης των κουκιών πρέπει να είναι η γενεαλογική επιλογή για τη δημιουργία ετεροζυγωτικών υβριδίων με μεγάλο βαθμό ετέρωσης (Duc 1997).

Οι αντικειμενικοί σκοποί ενός προγράμματος βελτίωσης κουκιού διαφέρουν ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος όπου καλλιεργείται. Τα κύρια χαρακτηριστικά των βελτιωμένων ποικιλιών περιλαμβάνουν το υψηλό παραγωγικό δυναμικό, την σταθερότητα και ικανότητα ανάκαμψης των ποικιλιών από τις μεταβολές του περιβάλλοντος και την υψηλή ποιότητα του τελικού προϊόντος. Επίσης, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και η σύσταση των βελτιωμένων κουκιών θα πρέπει να είναι σταθερά, ανεξάρτητα από την επίδραση του περιβάλλοντος, και να εξασφαλίζεται η κληρονομικότητά τους μέσω του γενότυπου. Μ' αυτό τον τρόπο, θα ελαχιστοποιηθεί η αλληλεπίδραση γενότυπου-περιβάλλοντος, η εξάρτηση της ποιότητας από μεταποιητικές διεργασίες και θα διευκολυνθεί η απευθείας χρήση τους από τους κτηνοτρόφους.

Πιο αναλυτικά, η ασταθής παραγωγή είναι συνήθης στην καλλιέργεια κουκιών. Η σταθερή απόδοση και το παραγωγικό δυναμικό είναι τα πρώτα επιδιωκόμενα χαρακτηριστικά των ποικιλιών (Duc, 1997). Για την επίτευξη τους, εξετάζουμε τον αριθμό λοβών ανά φυτό, τον αριθμό σπόρων ανά λοβό, τη μη διάρρηξη του ώριμου λοβού, την αποτελεσματικότητα της συμβιωτικής αζωτοδέσμευσης, και τη ταχύτητα αναβλάστησης. Το δυναμικό της απόδοσης λοιπόν είναι το αποτέλεσμα της κοινής δράσης των παραπάνω κληρονομούμενων συστατικών ης απόδοσης.

Επιπλέον, στα βελτιωτικά προγράμματα εξετάζεται και η αρχιτεκτονική του φυτού για τη μείωση της ανθώπτωσης και των ατελειών συγκομιδής. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά στις ποικιλίες κουκιού είναι η όρθια ανάπτυξη, η ανοχή στο πλάγιασμα και το ύψος του 1^{ου} λοβού (Βλαχοστέργιος et al., 2014).

Κατ' ακολουθία, εξετάζεται και η αντίσταση των φυτών στους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. ανταγωνιστική ικανότητα με τα ζιζάνια, η αντοχή στις ασθένειες, ιώσεις, εχθρούς, η αντοχή στη ξηρασία και στις υψηλές θερμοκρασίες, η προσαρμογή σε νέους εδαφικούς τύπους (pH, αλατότητα), και η αποφυγή περιβαλλοντικής καταπόνησης μέσω της πρωιμότητας της κάθε ποικιλία.

Οι μεγάλοι σπόροι κουκιού αυξάνουν το κόστος παραγωγής για τους καλλιεργητές κουκιού. Για την μείωση του κόστους αναζητούνται σπόροι με μικρότερο μέγεθος. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι κληρονομούμενο και έχει θετική συσχέτιση με την

απόδοση. Επιπρόσθετα, ο σπόρος των κτηνοτροφικών κουκιών που προορίζεται για σιτηρέσια αλόγων, πουλερικών και χοίρων, πρέπει να περιέχει μεγάλη ποσότητα πρωτεΐνης και ελαίων. Η περιεκτικότητα σε αντιδιατροφικούς παράγοντες (τανίνες, αναστολείς τρυψίνης κ.ά.) πρέπει να είναι χαμηλή, χαρακτηριστικό που ρυθμίζεται από τα γονίδια *zt1* ή *zt2* των ποικιλιών με άσπρο άνθος (Duc, 1997).

1.12 Σκοπός Πειράματος

Η παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε με σκοπό να προσδιοριστεί η επίδραση του περιβάλλοντος στα αγρονομικά και αποδοτικά χαρακτηριστικά 4 βελτιωμένων (KK10, KK14, KK18, KK101) και 2 εμπορικών ποικιλιών, την καλλιεργητική περίοδο 2018-2019.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός Αγρός



Εικόνα 12 Πειραματικός αγρός

Πραγματοποιήθηκε πείραμα αγρού στον πειραματικό σταθμό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στην περιοχή των Σπάτων στην Αττική (37°58'47.6"N 23°54'47.6"E) την καλλιεργητική περίοδο 2018-2019. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους δίνονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας Α.2.1. Ανάλυση του εδάφους στο οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα

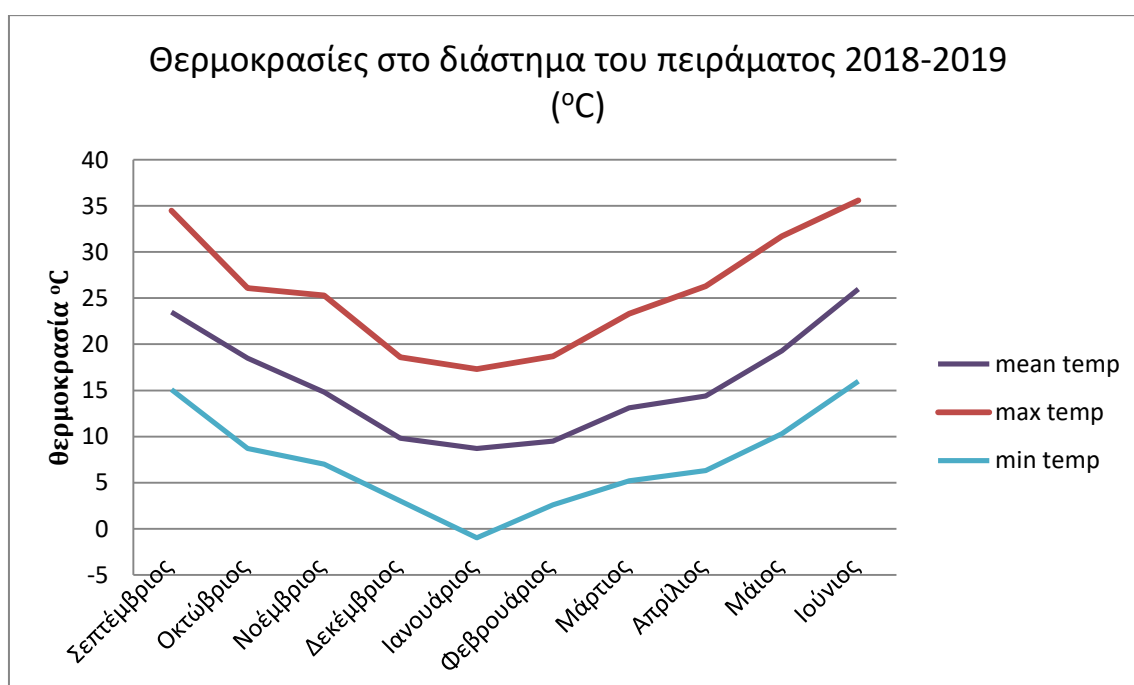
pH	8,08 %
CaCO₃(%)	39%
Άμμος	50,6%
Άργιλος	26%
ΐλύς	23,4%
Χαρακτηρισμός του εδάφους	Άμμοπηλώδες
Οργανική Ουσία	2,3%
N(%)	0,11
P(Olsen) μg/g	258,62
K⁺(ppm)	432
Na⁺(ppm)	34
Ca⁺(meq/100 gr)	21,61
I.A.K. (meq/ 100 gr)	22,7

2.2 Καιρικές Συνθήκες

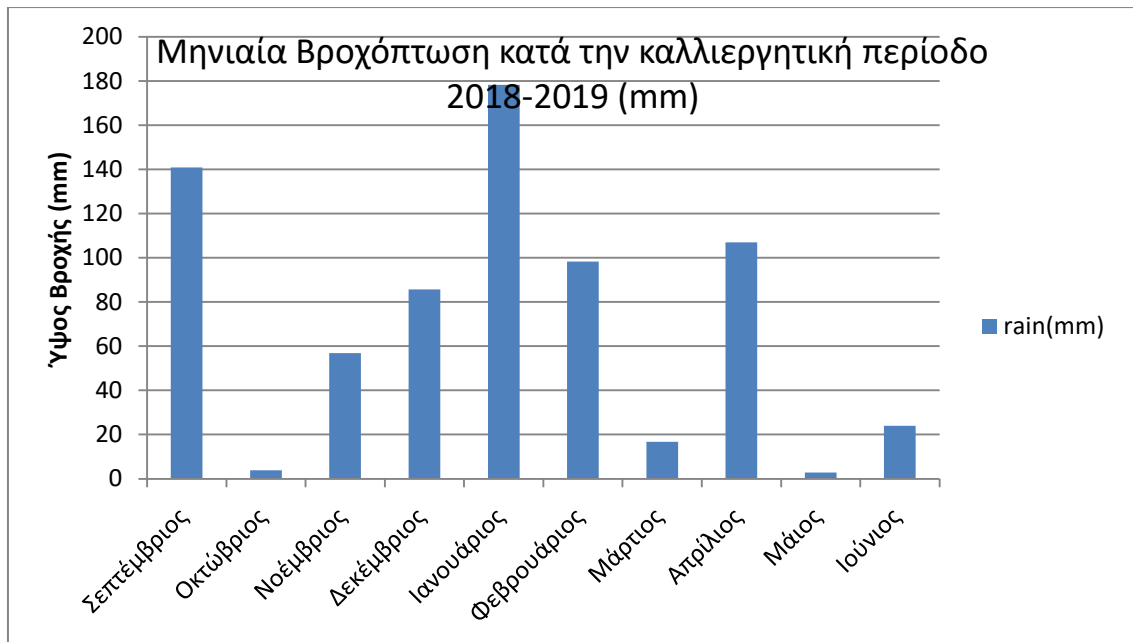
Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από ζεστά-ξηρά καλοκαίρια και χειμώνες με μέτριες βροχοπτώσεις και πιθανότητες εμφάνισης παγετού κατά τους ψυχρότερους μήνες του έτους (Δεκέμβριος- Φεβρουάριος).

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Αστεροσκοπείου Αθηνών που είναι εγκατεστημένος στην περιοχή των Σπάτων.

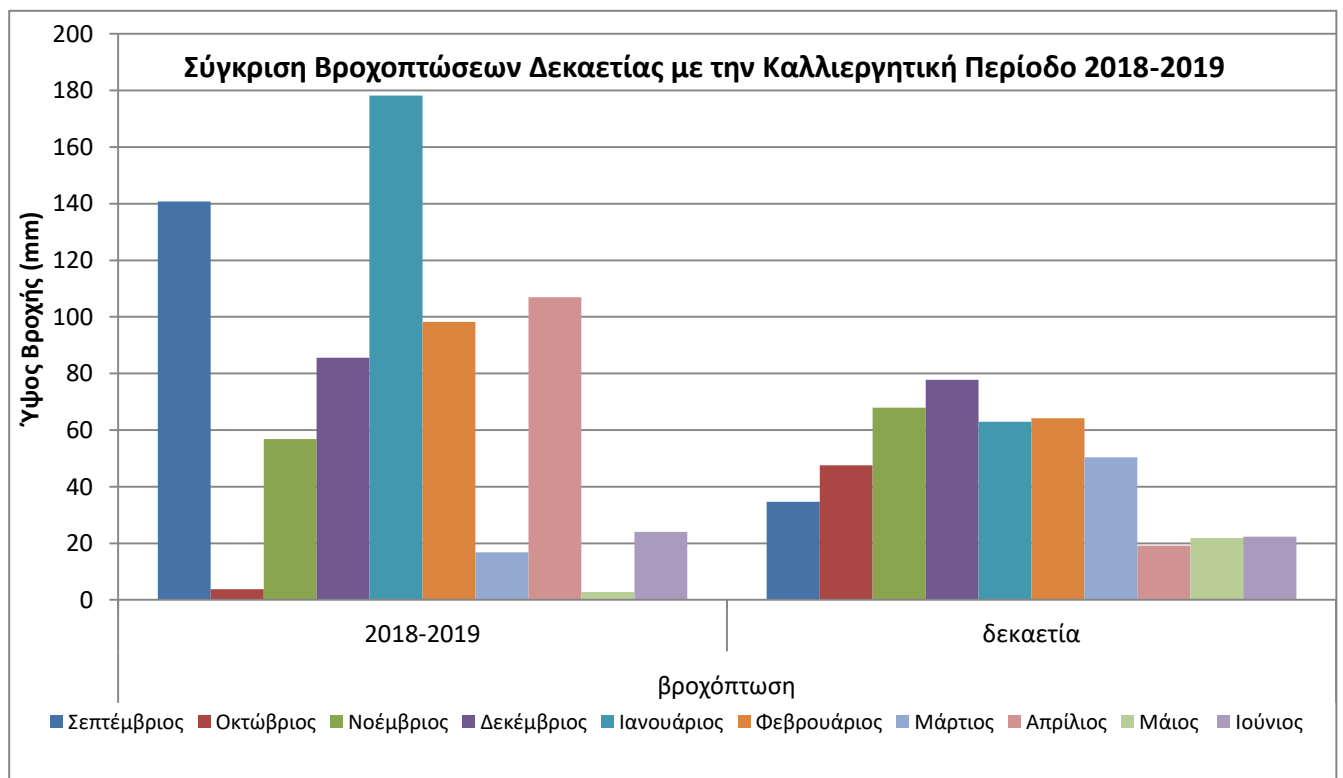
Η θερμοκρασία και οι βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 1 και στο Διάγραμμα 2 αντίστοιχα. Το συνολικό ύψος των βροχοπτώσεων σ' όλη την καλλιεργητική περίοδο (Σεπτέμβριος 2018- Ιούνιος 2019) ανήλθαν σε 714 χιλιοστά.



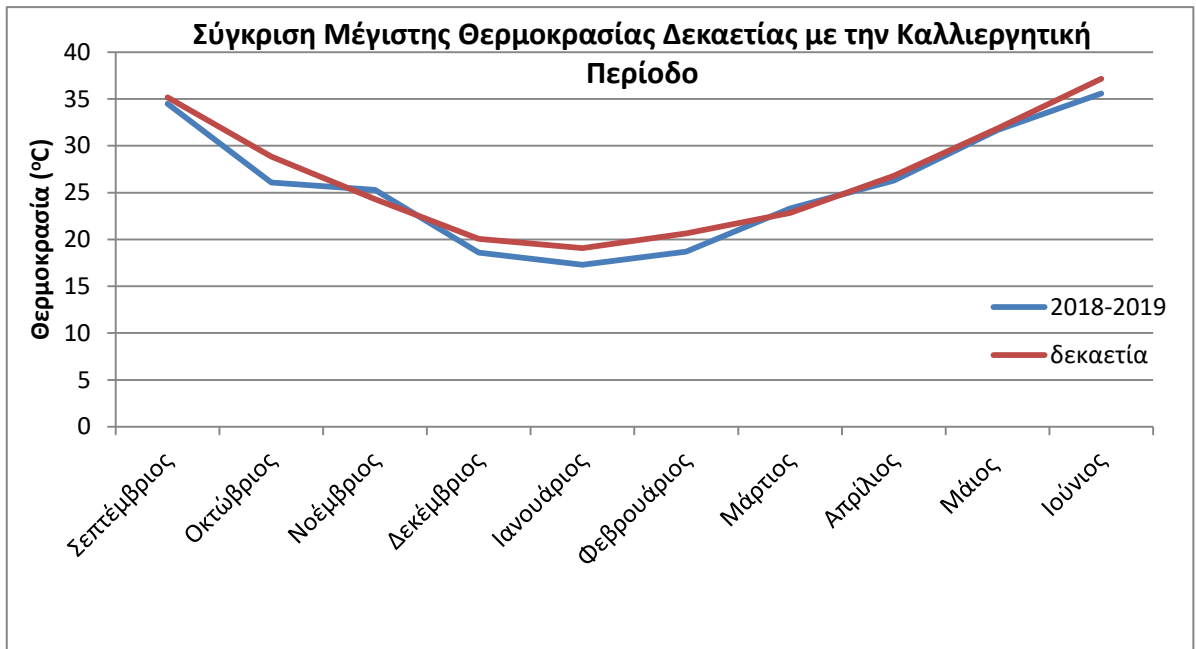
Ιστόγραμμα 1 Θερμοκρασίες (μέγιστες, ελάχιστες και μέσες σε °C) στα Σπάτα κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Σεπτέμβριος-Ιούνιος 2019)



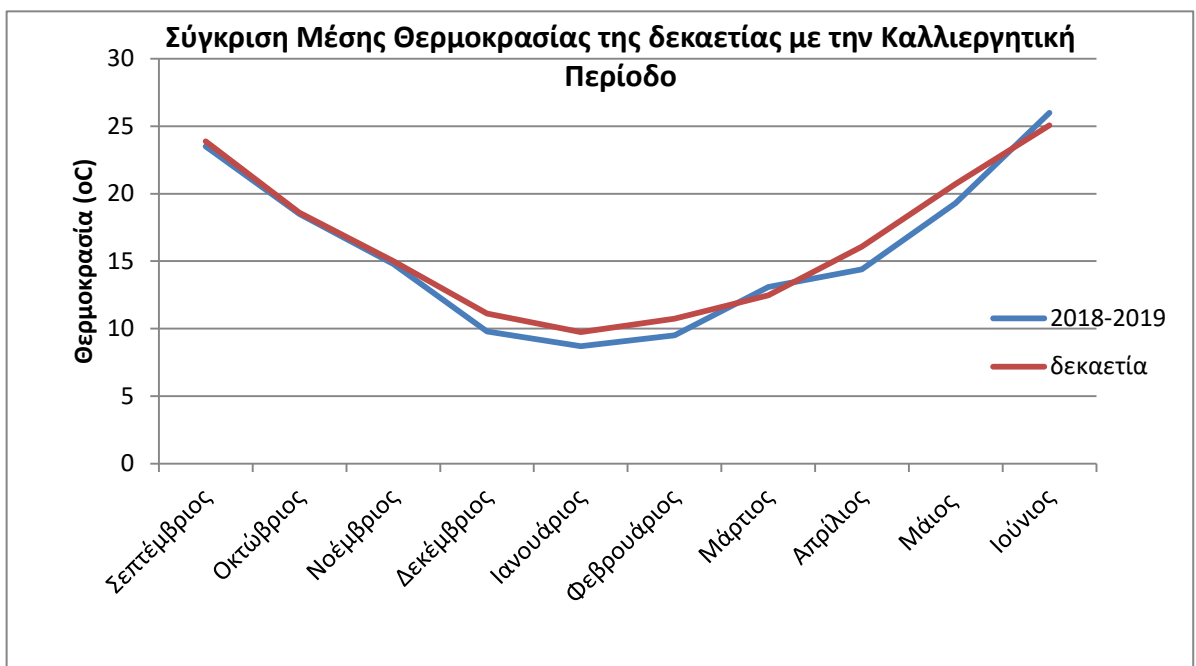
Ιστόγραμμα 2 Ύψος βροχοπτώσεων (mm) στα Σπάτα κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Σεπτέμβριος-Ιούνιος 2019)



Ιστόγραμμα 3 Σύγκριση στο ύψος βροχοπτώσεων της δεκαετίας (2009-2019) με την καλλιεργητική περίοδο (Σεπτέμβριος 2018-Ιούνιος 2019) για την περιοχή της πειραματικής διαδικασίας (Σπάτα)



Ιστόγραμμα 5 Σύγκριση μέγιστων θερμοκρασιών (°C) της δεκαετίας (2009-2019) με την καλλιεργητική περίοδο (Σεπτέμβριος 2018-Ιούνιος 2019) για την περιοχή της πειραματικής διαδικασίας (Σπάτα)



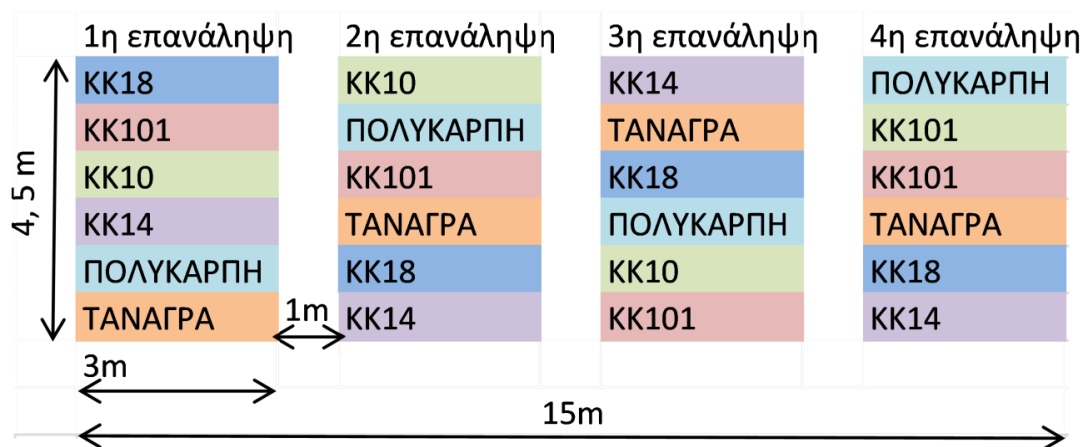
Ιστόγραμμα 4 Σύγκριση μέσων θερμοκρασιών (°C) της δεκαετίας (2009-2019) με την καλλιεργητική περίοδο (Σεπτέμβριος 2018-Ιούνιος 2019) για την περιοχή της πειραματικής διαδικασίας (Σπάτα)



Ιστόγραμμα 6 Σύγκριση ελάχιστων θερμοκρασιών (°C) της δεκαετίας (2009-2019) με την καλλιεργητική περίοδο (Σεπτέμβριος 2018-Ιούνιος 2019) για την περιοχή της πειραματικής διαδικασίας (Σπάτα)

2.3 Πειραματικό Σχέδιο

Το Πειραματικό Σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν πλήρως τυχαιοποιημένο σε ομάδες με 4 επαναλήψεις και 6 επεμβάσεις (6 δοκιμαζόμενες ποικιλίες) δηλαδή 24 πειραματικά τεμάχια συνολικά. Τα πειραματικά τεμάχια ανά επανάληψη ήταν 6. Υπήρχαν 3 γραμμές ανά πειραματικό τεμάχιο, όπου οι παρατηρήσεις και οι τελικές τιμές απόδοσης θα λαμβάνονται από την μεσαία σειρά. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 0,25 m. Κατά την σπορά τοποθετήθηκαν 25 σπόροι ανά γραμμή (25 σπόροι/3 m). Οι διαστάσεις του τεμαχίου ανά επανάληψη ήταν 13,5 m², ενώ οι διαστάσεις του τεμαχίου ανά ποικιλία ήταν 2,25 m².



Εικόνα 13 Κάτοψη Πειραματικού Αγρού

Πίνακας 1: Στοιχεία Πειραματικού Σχεδίου

Πειραματική διάταξη: πλήρως τυχαιοποιημένο σε ομάδες		
Ποικιλίες δοκιμαζόμενες	:6	
Επαναλήψεις	:4	
Πειραματικά τεμάχια συνολικά	:24	
Πειραματικά τεμάχια / επανάληψη	:6	
Αρ. γραμμών/πειραματικό τεμάχιο	:3γρ.σποράς	
Μήκος γραμμών	:3m	
Απόσταση μεταξύ γραμμών	:0,25m	
Ποσότητα Σπόρου/γραμμή	25 σπόροι/γρ	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ/ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	4,5 X 3	13,5
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ/ΠΟΙΚΙΛΙΑ	0,75 X 3	2,25

2.4 Εγκατάσταση Πειράματος

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, προηγήθηκε η προετοιμασία του πειραματικού αγρού, με όργωμα, σε βάθος περίπου 0,25 m. Στη συνέχεια, ακολούθησε η εφαρμογή των λιπασμάτων, η οποία έγινε με το χέρι, στην επιφάνεια του εδάφους. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, εφαρμόστηκε λίπασμα 15γρ από το 0-46-0 (6-7Μ φωσφόρου/στρ.). Η σπορά έγινε στις 4 Φεβρουαρίου του 2019 με το χέρι. Για την οριοθέτηση του πειραματικού αγρού χρησιμοποιήθηκαν ξύλινοι πάσσαλοι, σπάγκος και μεζούρα, για τον ακριβή σχεδιασμό του πειράματος.

2.5 Φυτικό Υλικό

Οι ποικιλίες που αξιολογήθηκαν ήταν οι ΚΚ10, ΚΚ14, ΚΚ18, ΚΚ101, Τανάγρα και Πολύκαρπη.



Εικόνα 14 Αγρός στα Σπάτα μετά την χάραξη του πειράματος



Εικόνα 15 Σπόροι ποικιλιών κουκιού πριν τη σπορά

2.6 Χαρακτηριστικά ποικιλιών Τανάγρα και Πολύκαρπη

«ΠΟΛΥΚΑΡΠΗ»

Είναι δημιουργία του ΙΚΦΒ και προήλθε από τη βελτίωση πληθυσμού που εισήχθη από την Ιταλία. Έχει άνθη λευκού χρώματος με μαύρες γραμμές στον πέτασο. Οι σπόροι της ποικιλίας είναι μικροί, νεφροειδείς, μαύροι και γυαλιστεροί. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 300 έως 320 γρ.



Εικόνα 16 Καλλιέργεια κουκίων της ποικιλίας «Πολύκαρπη»



Εικόνα 17 Σπόροι κουκίων της ποικιλίας «Πολύκαρπη»

Παρουσιάζει καλή αντοχή στο ψύχος (έως -10°C) και χαρακτηρίζεται από μεγάλη προσαρμοστικότητα στα περιβάλλοντα της χώρας μας. Είναι πρώιμη ποικιλία χειμερινού τύπου, με σχετικά γρήγορη πρώτη ανάπτυξη και εκμεταλλεύεται τη

διαθέσιμη εδαφική υγρασία το πρώτο διάστημα της άνθισης. Για την επίτευξη της άριστης πυκνότητας φυτών στο στρέμμα (32.000-34.000 φυτά/στρ.) απαιτείται σπορά 11-12 κιλά σπόρου/στρέμμα. Είναι παραγωγική και αρκετά σταθερή ποικιλία με μέση απόδοση 150-250 κιλά/στρέμμα σε ξηρικά χωράφια και δυναμικό απόδοσης τα 400 κιλά/στρ. Είναι ανεκτική στη σκληρωτίνη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για παραγωγή σανού σε συγκαλλιέργεια με διάφορα σιτηρά. Δεν είναι γενετικά τροποποιημένη ποικιλία. Κατάλληλη εποχή σποράς είναι το φθινόπωρο (Νοέμβριος). Διατηρητής της ποικιλίας Τανάγρα είναι το Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών & Βοσκών.

«ΤΑΝΑΓΡΑ»



Εικόνα 18: Η καλλιέργεια κουκιού της ποικιλίας " Τανάγρα"

Προϊόν βελτιωτικού προγράμματος σε γενετικό υλικό που εισήχθη από το Μαρόκο. Φέρει άνθη χρώματος λευκού με μαύρες γραμμές στον πέτασο και σπόρους νεφροειδείς, ανοικτού καφέ χρώματος, γυαλιστερούς, χωρίς διακόσμηση. Έχει βάρος 1000 σπόρων 550-570 γρ.

Είναι πρώιμη ποικιλία χειμερινού τύπου (-10 °C), με γρήγορη πρώτη ανάπτυξη και καλή αντοχή στην ξηρασία. Χαρακτηρίζεται από προσαρμοστικότητα κατάλληλη για όλες τις περιοχές που καλλιεργούνται κουκιά στη χώρα μας. Σπέρνεται το φθινόπωρο

μεταξύ 20 Οκτωβρίου και 15 Νοεμβρίου. Για την επίτευξη της άριστης πυκνότητας φυτών στο στρέμμα (30.000-33.000 φυτά/στρ.) απαιτείται σπορά 17-18 κιλά σπόρου/στρέμμα. Είναι παραγωγική και σταθερή ποικιλία με μέση απόδοση 150-300 κιλά/στρέμμα σε ξηρικά χωράφια και δυναμικό απόδοσης τα 450 κιλά/στρ.. Είναι ανεκτική στη σκληρωτίνια. Δεν είναι γενετικά τροποποιημένη ποικιλία. Διατηρητής της ποικιλίας Τανάγρα είναι το Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών & Βοσκών.

2.7 Περιποιήσεις μετά τη σπορά:

Σε όλη την διάρκεια του πειράματος, παρατηρήθηκαν προσβολές από αφίδες και μυκήτων καπνιάς. Στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας οι προσβολές από αφίδες ήταν πολύ έντονες και επιζήμιες για την ανάπτυξη των φυτών. Ωστόσο, δεν έγινε κανένας ψεκασμός για την αντιμετώπιση τους. Όταν αναπτύχθηκαν τα φυτά, οι υψηλές θερμοκρασίες και η έντονη ηλιακή ακτινοβολία περιόρισαν την προσβολή. Η μεγαλύτερη προσβολή από αφίδες παρατηρήθηκαν στις ποικιλίες Τανάγρα και ΚΚ10.

Στην ποικιλία ΚΚ18 παρατηρήθηκε μικρή προσβολή από πράσινο σκουλήκι σε μεμονωμένα φυτά.



Εικόνα 19 Προσβολή κουκιών ποικιλίας ΚΚ10 από αφίδες

Από μυκητολογικές ασθένειες στην καλλιέργεια παρατηρήθηκε ασκοχύτωση αλλά ήταν σε μεμονωμένα φυτά, με πολύ μικρό ποσοστό προσβολής.

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων γινόταν με το χέρι, σε όλο τον πειραματικό αγρό και καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, όπου ήταν απαραίτητη εξαιτίας της υψηλής πυκνότητας της αυτοφυούς βλάστησης του αγρού.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν εφαρμόστηκε άρδευση.

2.8 Συγκομιδή:

Η συγκομιδή έγινε χειρωνακτικά στις 11 Ιουνίου 2019, μετά την πλήρη ωρίμανση της καλλιέργειας, δηλαδή όταν οι περισσότεροι λοβοί είχαν αποκτήσει μαύρο ή σκούρο καφέ χρώμα και είχαν γίνει εύθραυστοι.



Εικόνα 20 Συγκομισμένα Κουκιά στο στάδιο της ωρίμανσης

2.9 Υπό Μελέτη Χαρακτηριστικά

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την εκτίμηση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των έξι ποικιλιών. Για κάθε ένα από τα χαρακτηριστικά χρησιμοποιήθηκαν τρία φυτά που επιλέξαμε τυχαία και έπειτα για τη στατιστική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τιμών.

2.9.1 Ύψος

Το ύψος των φυτών μετρήθηκε σε 4 χρονικά διαστήματα: Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 22 Απριλίου 2019 (77 Μέρες Από τη Σπορά), η δεύτερη στις 3 Μαΐου 2019 (88 ΗΑΣ), η τρίτη στις 10 Μαΐου 2019 (95 ΗΑΣ) και η τέταρτη στις 15 Μαΐου (100 ΗΑΣ). Οι μετρήσεις έγιναν με τη χρήση μέτρου (σε cm) από την επιφάνεια του

εδάφους έως την κορυφή του φυτού και κάθε φορά γινόταν η μέτρηση 3 φυτών από κάθε τεμάχιο.

2.9.2 SPAD

Η μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης με το χλωροφυλλόμετρο (SPAD) έγινε παράλληλα με τις μετρήσεις ύψους στις 10 Μαΐου 2019 (95 ΗΑΣ) και στις 15 Μαΐου 2019 (100 ΗΑΣ). Για τη στατιστική ανάλυση υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών από τρία φυτά ανά ποικιλία και επανάληψη.



Εικόνα 21 Φύλλα κουκιού σε σαρωτή για τον προσδιορισμό της φυλλικής επιφάνειας

2.9.3 Φυλλική Επιφάνεια

Τα φυτά που είχαν ληφθεί από τον πειραματικό αγρό αφού είχε υπολογισθεί το νωπό τους βάρος τοποθετήθηκαν σε σαρωτή προκειμένου να υπολογιστεί η φυλλική τους επιφάνεια. Μετά τη σάρωση των δειγμάτων η φυλλική επιφάνεια υπολογίστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος DT-SCAN. (Delta-T Scan version 2.04; Delta-T Devices Ltd Burwell, Cambridge, UK)

2.9.4 Αριθμός Στελεχών

Η μέτρηση των δευτερευόντων βλαστών ανά φυτό, έγινε παράλληλα με τις μετρήσεις για τα αποδοτικά χαρακτηριστικά των φυτών μετά τη συγκομιδή (11

Ιουνίου 2019). Μετρήθηκαν οι δευτερεύοντες βλαστοί από 5 φυτά από τη μεσαία γραμμή των ύποτεμαχίων.

2.9.5 Αριθμός Φύλλων ανά φυτό

Καταγράφηκε ο αριθμός φύλλων ανά φυτό κατά τη διάρκεια των μετρήσεων SPAD και της φυλλικής επιφάνειας. (17 Μαΐου 2019)



Εικόνα 22 Μέτρηση ύψους 1ου λοβού

2.9.6 Αριθμός Ανθέων ανά φυτό

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 17 Μαΐου 2019 (102 ημέρες από τη σπορά) και μετέπειτα τη συγκομιδή, με τις υπόλοιπες μετρήσεις των αποδοτικών χαρακτηριστικών.

2.9.7 Ύψος 1^{ου} Λοβού

Μετρήθηκε το ύψος του πρώτου λοβού στις 3/5/2019 (88 ΗΑΣ), καθώς είναι ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζει τη προσβολή από παθογόνα αλλά και τη μηχανική συγκομιδή.

2.9.8 Αριθμός Λοβών ανά φυτό

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 17 Μαΐου 2019 (102 ημέρες από τη σπορά) και μετέπειτα τη συγκομιδή, με τις υπόλοιπες μετρήσεις των αποδοτικών χαρακτηριστικών.

2.9.9 Νωπό βάρος

Οι μετρήσεις του νωπού βάρους πραγματοποιήθηκαν 102 ημέρες από τη σπορά. Για την μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν 3 φυτά από τη μεσαία γραμμή των ύποτεμαχίων. Τα μέρη των φυτών που μετρήθηκαν ήταν τα στελέχη, τα άνθη, οι λοβοί και τα φύλλα

2.9.10 Ξηρό Βάρος

Τα φυτά, στα οποία είχε μετρηθεί το νωπό τους βάρος, τοποθετήθηκαν σε κλίβανο σε θερμοκρασία 60 °C για 48 ώρες. Στη συνέχεια ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας.

2.10 Αποδοτικά Χαρακτηριστικά

Μετά τη συγκομιδή, καταγράφηκαν δεδομένα σχετικά με τις παραμέτρους ανάπτυξης και απόδοσης, χρησιμοποιώντας πέντε φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από τη μεσαία γραμμή κάθε πειραματικού τεμαχίου. Για την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τιμών.

2.10.1 αριθμού σπόρων ανά λοβό

Ακολούθως, μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός λοβών ανά φυτό και ο αριθμός των σπόρων από πέντε λοβούς. Ενώ, παράλληλα καταγράφηκε το μέσο μήκος και το μέσο πλάτος λοβού από πέντε λοβούς για κάθε ένα από τα πέντε φυτά που επιλέχθηκαν από τη μεσαία γραμμή κάθε υποτεμαχίου. Έπειτα, υπολογίστηκε το μέσο βάρος για τις τρεις τιμές.

2.10.2 Προσδιορισμός βάρους 1000 σπόρων

Για τον υπολογισμό του βάρους 1000 σπόρων, μετρήθηκαν 100 σπόροι από κάθε ποικιλία και επανάληψη τέσσερις φορές, ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας και υπολογίστηκε το μέσο βάρος τους. Ακολούθως, το ποσό πολλαπλασιάστηκε με το 10.

2.10.3 Προσδιορισμός απόδοσης σε υπέργεια βιομάζα

Για την απόδοση σε υπέργεια βιομάζα έγιναν δύο μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 28/5/2019 (113ΗΑΣ) στο στάδιο της μαλακής ζύμης, όπου μετρήθηκε το νωπό και το ξηρό βάρος της βιομάζας. Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε μετά τη συγκομιδή και την ξήρανσή τους για 3 ημέρες.



Εικόνα 23 Νωπή Βιομάζα για αποξήρανση (28/5/2019)

2.10.4 Προσδιορισμός απόδοσης σε σπόρο

Η απόδοση σε σπόρο προσδιορίστηκε μετρώντας το βάρος των σπόρων όλων των γραμμών που προέκυψε μετά τη συγκομιδή.

2.11 Στατιστική Ανάλυση:

Τα πειραματικά δεδομένα ελέγχθηκαν ως προς την κανονικότητα και υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση σύμφωνα με το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων. Για κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκε ANOVA test. Οι διαφορές μεταξύ των μέσων συγκρίθηκαν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της Ελάχιστα Σημαντικής Διαφοράς (LSD). Όλες οι συγκρίσεις ήταν σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Statgraphics.

3. Αποτελέσματα

➤ Βοτανικά Χαρακτηριστικά

3.1 Ύψος φυτών

Όσον αφορά τις 77 και τις 88 ΗΑΣ δε παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (πίνακας 3.1. και 3.2.). Στη πρώτη μέτρηση, το μεγαλύτερο ύψος καταγράφηκε στην ποικιλία ΚΚ14 (29,50 cm) και το μικρότερο στη ποικιλία Πολύκαρπη(23,58 cm). Στις 88 ΗΑΣ τη μεγαλύτερη τιμή ύψους είχε ομοίως η ποικιλία ΚΚ14 (67,83 cm), ενώ η μικρότερη τιμή μετρήθηκε στη ποικιλία ΚΚ101 (58,33 cm).

Πίνακας 3. 1 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 77ΗΑΣ, (όπου ns, μη στατιστικά σημαντικό, και ΗΑΣ: ημέρες μετά τη σπορά, $p < 0,05$)

77ΗΑΣ	DF	AT	MT	F	(ns/*)
CULT	5	95,0	19,0	2,2	ns
RES	15	128,4	8,6		
TOTAL	23	294,4			

Πίνακας 3. 2 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 88 ΗΑΣ, (όπου ns, μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

88ΗΑΣ	DF	AT	MT	F	(ns/*)
CULT	5	237,1	47,4	2,1	ns
RES	15	336,4	22,4		
TOTAL	23	956,4			

Στις 95 ΗΑΣ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα ύψη των ποικιλιών ($F_{\text{ποικιλίας}}=4 *$). Συγκρίνοντας τους μέσους όρους των υψών των ποικιλιών με την ελάχιστη σημαντική διαφορά, διαπιστώνουμε πως η ποικιλία ΚΚ14 είχε το μεγαλύτερο ύψος (78,25 cm). Η μικρότερη τιμή ύψους παρατηρήθηκε στη ποικιλία ΚΚ18 (65,50 cm) (Πίνακας 3.3, Διάγραμμα 3.1).

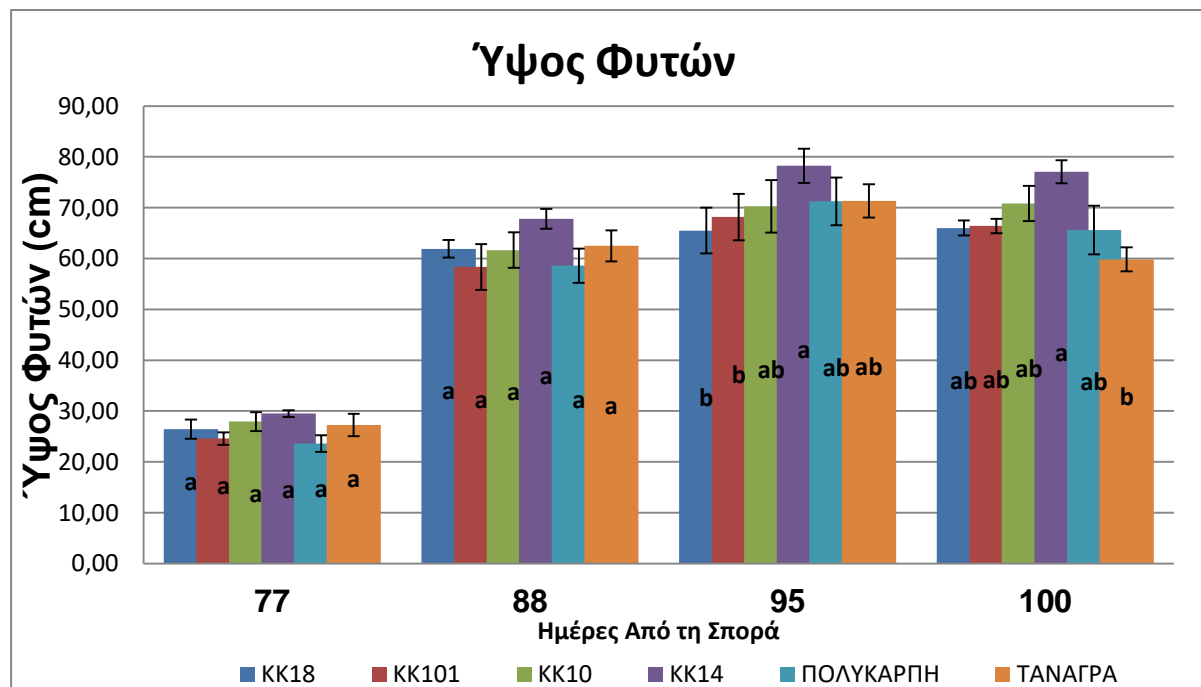
Πίνακας 3. 3 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 95 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

95ΗΑΣ	DF	ΑΤ	ΜΤ	F	
CULT	5	365,3	73,1	4,0	*
RES	15	276,5	18,4		
TOTAL	23	1706,8			

Στις 100 ΗΑΣ παρατηρήθηκαν ομοίως στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα ύψη των ποικιλιών ($F_{\text{ποικιλίας}}=3,03$ *). Συγκρίνοντας τους μέσους όρους των υψών των ποικιλιών με την ελάχιστη σημαντική διαφορά, διαπιστώνουμε πως η ποικιλία ΚΚ14 είχε το μεγαλύτερο ύψος (77,08 cm). Η μικρότερη τιμή ύψους παρατηρήθηκε στη ποικιλία Τανάγρα (59,83 cm) (Πίνακας 3.4, Διάγραμμα 3.1).

Πίνακας 3. 4 Ανάλυση διασποράς για το ύψος στις 100 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

100ΗΑΣ	DF	ΑΤ	ΜΤ	F	
CULT	5	674,93	134,99	3,03	*
RES	15	667,42	44,49		
TOTAL	23	2132,96			



Ιστόγραμμα 3. 1 Μέσο ύψος ποικιλιών στις 77, 88, 95 και 100 ημέρες από τη σπορά

3.2 SPAD

Στη πρώτη μέτρηση της συγκέντρωσης της ολικής χλωροφύλλης με το χλωροφυλλόμετρο (SPAD) στις 95 ΗΑΣ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τις ποικιλίες αλλά ως προς πλήρεις ομάδες (Πίνακας 3.5). Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης την είχε η ποικιλία Τανάγρα (44,55) ενώ η μικρότερη τιμή μετρήθηκε στην ποικιλία ΚΚ14 (39,73).

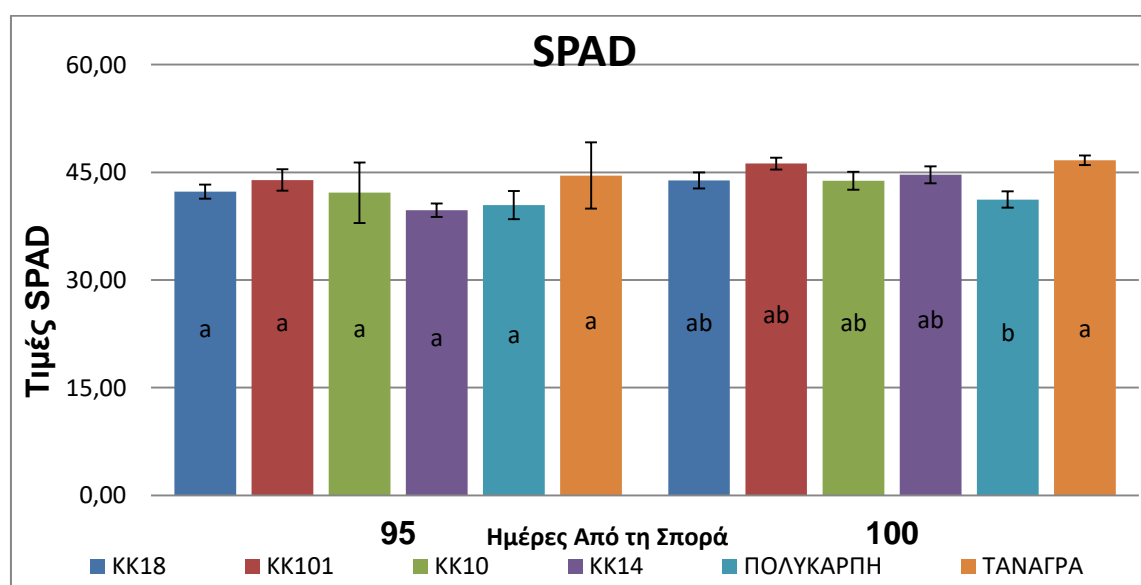
Πίνακας 3. 5 Ανάλυση διασποράς για το SPAD στις 95 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

95 ΗΑΣ	DF	AT	MT	F
CULT	5	71,14	14,23	0,43
RES	15	494,02	32,93	*
TOTAL	23	637,73		

Στις 100 ΗΑΣ βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, όπως φαίνεται και από τον πίνακα 3.3. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης την είχε η ποικιλία Τανάγρα (46,67), ενώ τη μικρότερη τιμή η ποικιλία Πολύκαρπη (41,21).

Πίνακας 3. 6 Ανάλυση διασποράς για το SPAD στις 100 ΗΑΣ, (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

100 ΗΑΣ	DF	AT	MT	F
CULT	5	77,23	15,45	2,98 *
RES	15	77,64	5,18	
TOTAL	23	156,63		



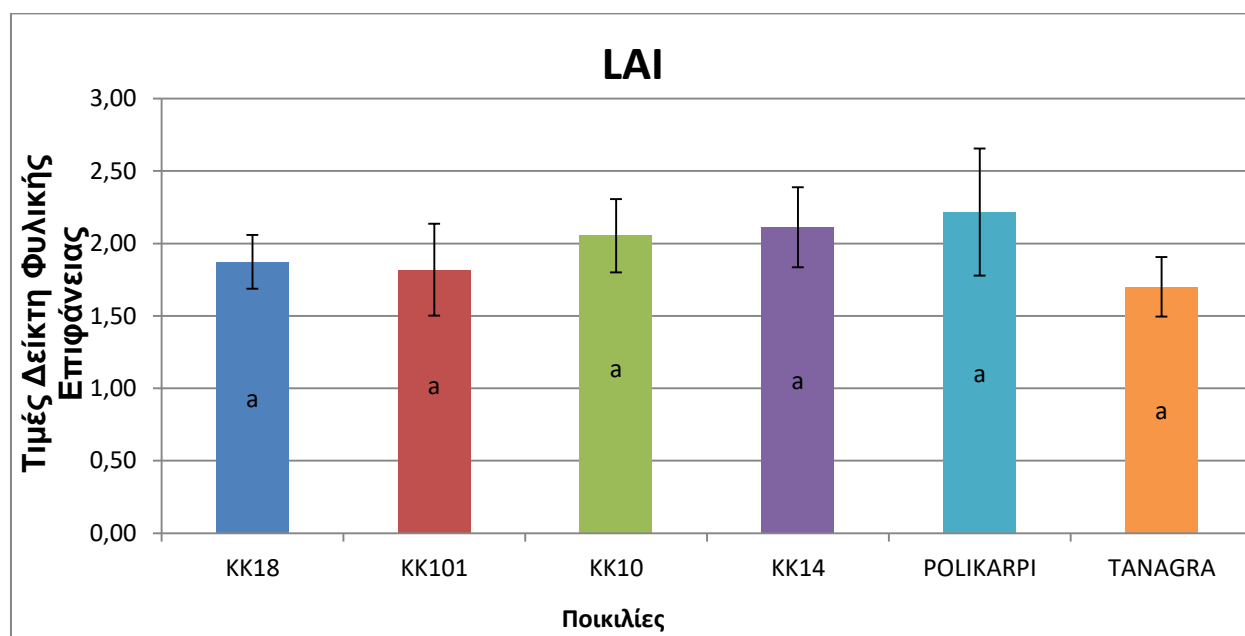
Διάγραμμα 3. 1 Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης της ολικής χλωροφύλλης των ποικιλιών κουκιού στις 95 και 100 ΗΑΣ

3.3 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας

Όπως διαπιστώνεται και στον Πίνακα 3.7, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τις ποικιλίες για τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις 102 ΗΑΣ. Ωστόσο, η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε στη ποικιλία Πολύκαρπη (2,22), ενώ η μικρότερη στη ποικιλία Τανάγρα (1,70) (Διάγραμμα 3.3).

Πίνακας 3. 7 Ανάλυση διασποράς για το δείκτη φυλλικής επιφάνειας των ποικιλιών (όπου ns, μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

113 ΗΑΣ	DF	ΑΤ	ΜΤ	F	
CULT	5	0,77	0,15	0,66	NS
RES	15	3,52	0,23		
TOTAL	23	12,62			



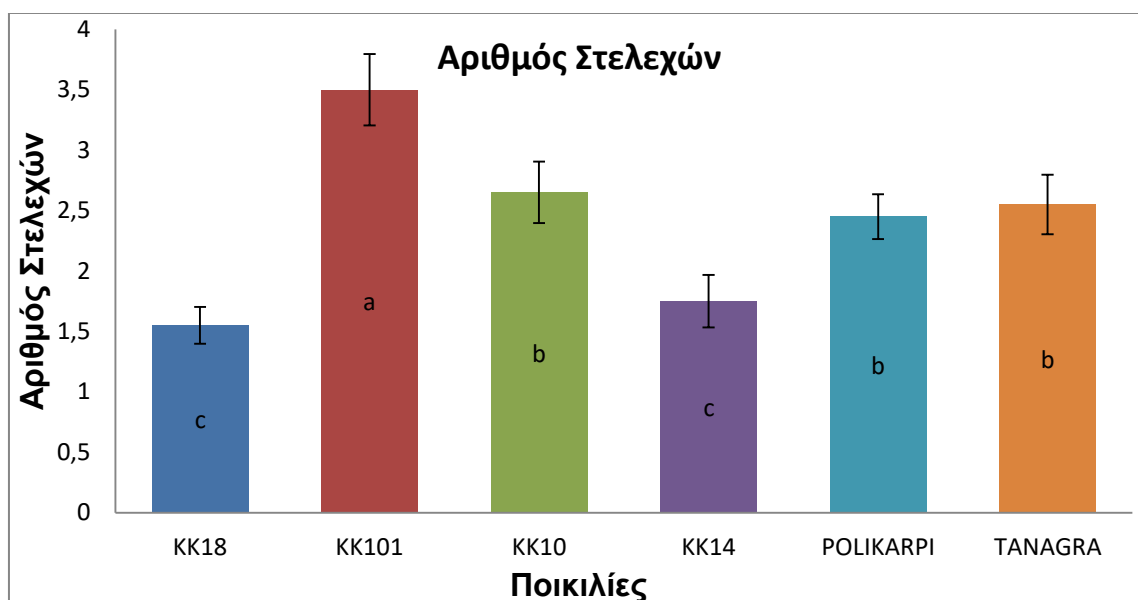
Διάγραμμα 3. 2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας των ποικιλιών κουκιού στις 113ΗΑΣ

3.4 Αριθμός Στελεχών

Με βάση τη στατιστική ανάλυση των τιμών, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ποικιλίες όσο αναφορά τον αριθμό των στελεχών (Fποικιλίας=9,12**) (Πίνακας 3.8). Σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ τον μεγαλύτερο αριθμό στελεχών τον είχε η ποικιλία KK101 (μέσος όρος 3,5) και η μικρότερη διακλάδωση διαπιστώθηκε στη ποικιλία KK18 (μέσος όρος 1,55) (Διάγραμμα 3.4).

Πίνακας 3. 8 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό στελεχών (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	9,77	1,95	9,12	***
RES	15	3,21	0,21		
TOTAL	23	13,56			



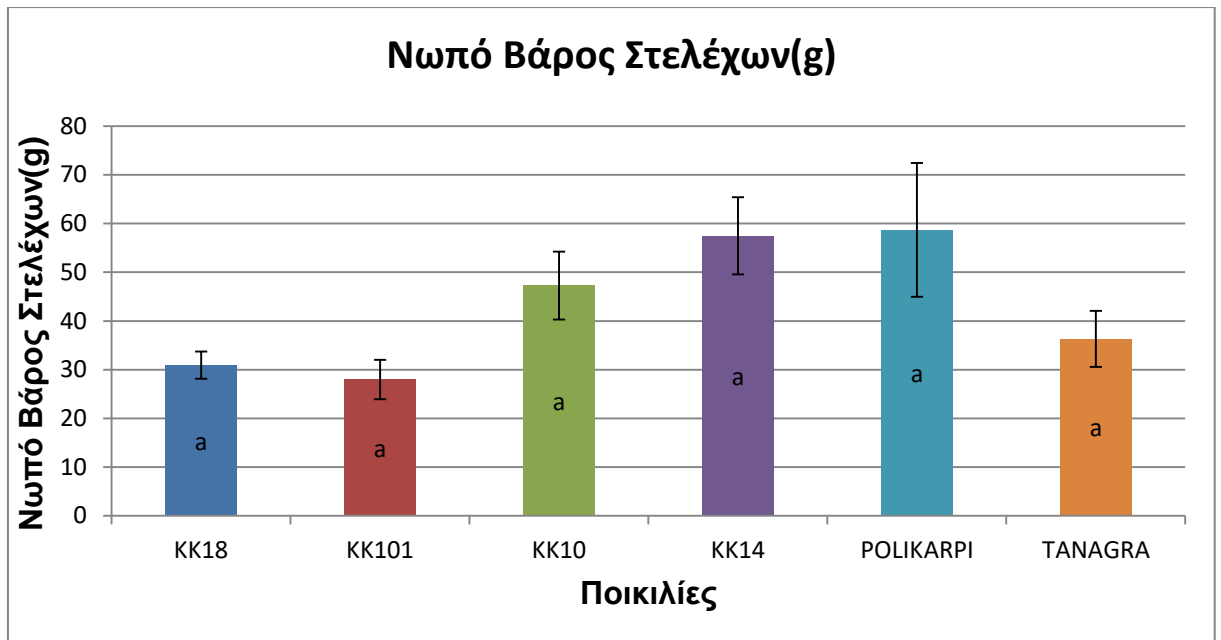
Διάγραμμα 3. 3 Αριθμός στελεχών ποικιλιών κουκιού

3.5 Νωπό Βάρος στελεχών

Όπως διαπιστώνεται και στον Πίνακα 3.9, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τις ποικιλίες για το νωπό βάρος των στελεχών στις 102 ΗΑΣ. Ωστόσο, η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε στη ποικιλία Πολύκαρπη (58,71g), ενώ η μικρότερη στη ποικιλία ΚΚ101(27,97g) (Διάγραμμα 3.5).

Πίνακας 3. 9 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος στελεχών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	3564,57	712,91	1,83	NS
RES	15	5836,63	389,11		
TOTAL	23	15352,12			



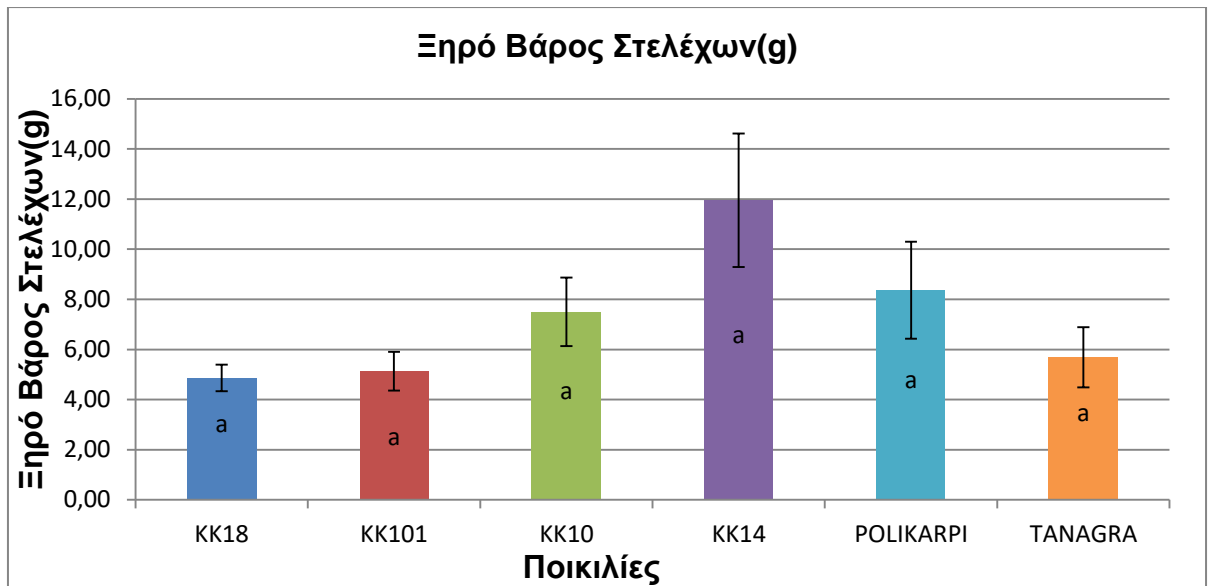
Διάγραμμα 3. 4 Νωπό βάρος στελεχών για τις ποικιλίες κουκιών

3.6 Ξηρό Βάρος Στελεχών

Ομοίως με το νωπό βάρος, δε παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις ποικιλίες για το ξηρό βάρος των στελεχών (Πίνακας 3.10). Παρά ταύτα, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στη ποικιλία KK14 (11,95g) και η μικρότερη στη ποικιλία KK18(4,86g) (Διάγραμμα 3.6).

Πίνακας 3. 10 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος στελεχών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	144,25	28,85	2,71	NS
RES	15	159,45	10,63		
TOTAL	23	560,02			



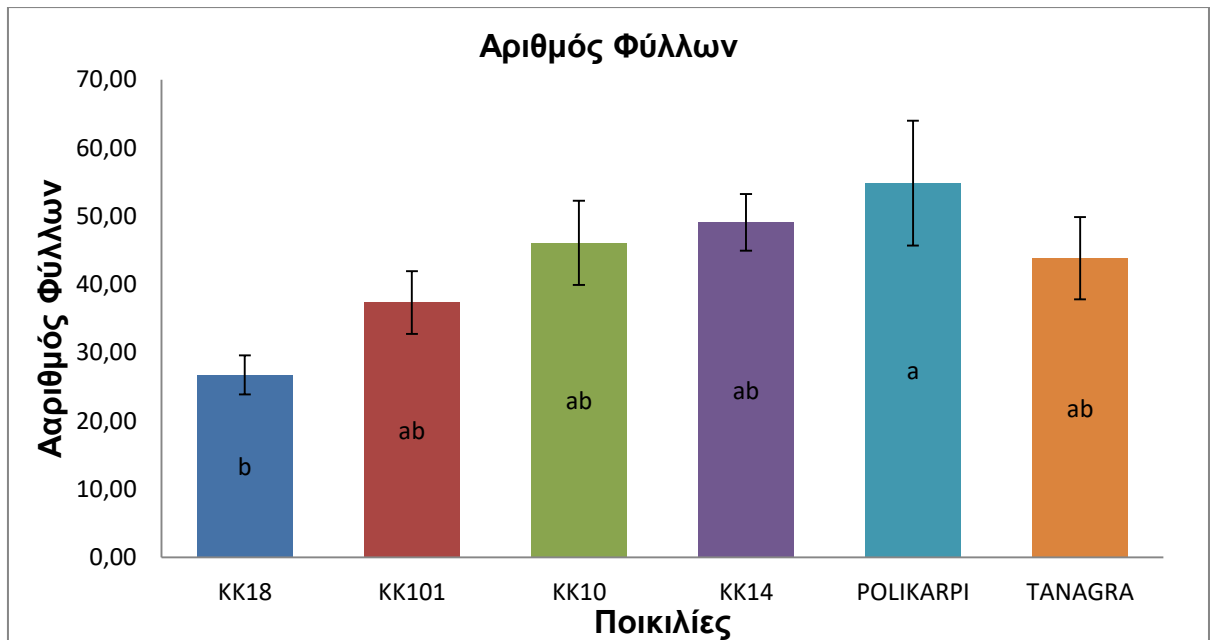
Διάγραμμα 3. 5 Ξηρό βάρος στελεχών για τις ποικιλίες κουρκιών

3.7 Αριθμός Φύλλων ανά Φυτό

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ποικιλίες για τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό ($F_{\text{ποικιλίας}}=3,23^*$) (Πίνακας 3.11). Σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, ο μεγαλύτερος αριθμός φύλλων μετρήθηκε στη ποικιλία Πολύκαρπη (54,83), ενώ ο μικρότερος αριθμός στη ποικιλία ΚΚ18 (26,75) (Διάγραμμα 3.7).

Πίνακας 3. 11 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό φύλλων ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	1933,63	386,73	3,23	*
RES	15	1795,72	119,71		
TOTAL	23	6734,77			



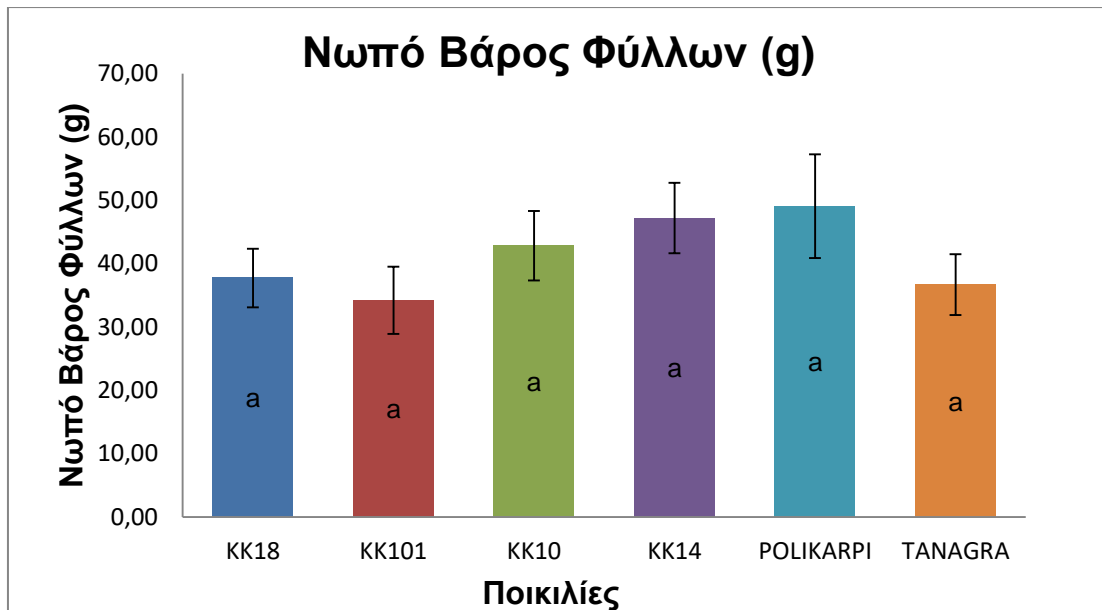
Διάγραμμα 3. 6 Αριθμός φύλλων ανά φυτό και ποικιλία κουκιού

3.8 Νωπό Βάρος Φύλλων ανά Φυτό

Όπως διαπιστώνεται και στον Πίνακα 3.12, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το νωπό βάρος των φύλλων των ποικιλιών στις 102 ΗΑΣ. Ωστόσο, η μεγαλύτερη τιμή μετρήθηκε στη ποικιλία Πολύκαρπη (49,07g) και η μικρότερη στη ποικιλία Τανάγρα (36,67g) (Διάγραμμα 3.8).

Πίνακας 3. 12 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος των φύλλων των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	727,86	145,57	1,02	NS
RES	15	2136,11	142,41		
TOTAL	23	5935,26			



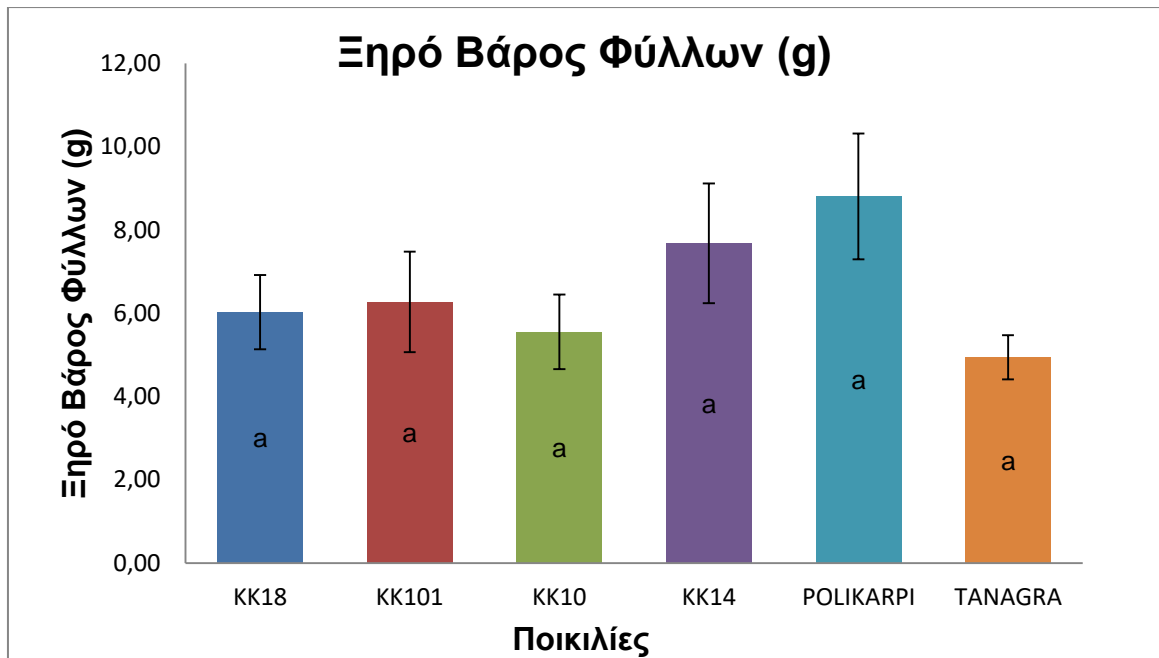
Διάγραμμα 3. 7 Νωπό βάρος φύλλων ποικιλιών κουκιών

3.9 Ξηρό Βάρος Φύλλων ανά Φυτό

Για το ξηρό βάρος των φύλλων ανά φυτό και ποικιλία δε παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.13). Όπως και στις μετρήσεις του νωπού βάρους, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρήθηκε στη ποικιλία Πολύκαρπη (8,80g), ενώ η μικρότερη στη ποικιλία Τανάγρα(4,94g) (Διάγραμμα 3.9).

Πίνακας 3. 13 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των φύλλων ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	41,21	8,24	1,35	NS
RES	15	91,40	6,09		
TOTAL	23	195,43			



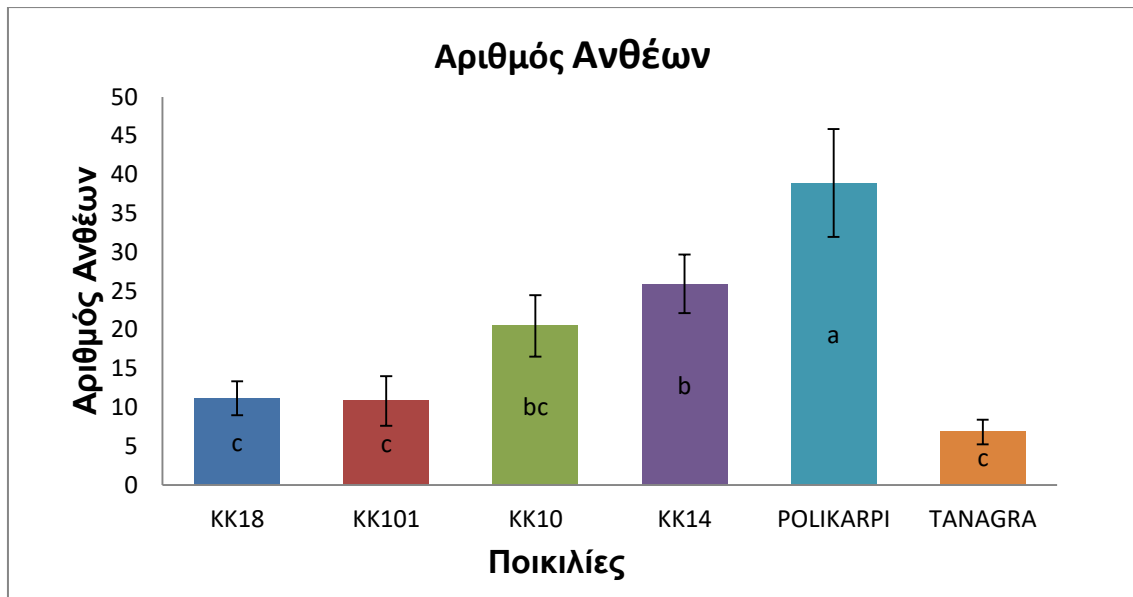
Διάγραμμα 3. 8 Ξηρό βάρος φύλλων ποικιλιών κουρκιάων

3.10 Αριθμός Ανθέων ανά Φυτό

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ποικιλίες για τον αριθμό ανθέων ανά φυτό ($F_{\text{ποικιλίας}}=9,38^{**}$) (Πίνακας 3.14). Σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, ο μεγαλύτερος αριθμός ανθέων μετρήθηκε στη ποικιλία Πολύκαρπη (38,91), αντίθετα ο μικρότερος αριθμός στη ποικιλία ΚΚ18 (6,83) (Διάγραμμα 3.10).

Πίνακας 3. 14 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό ανθέων ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	2891,37	578,27	9,38	***
RES	15	925,11	61,67		
TOTAL	23	4693,09			



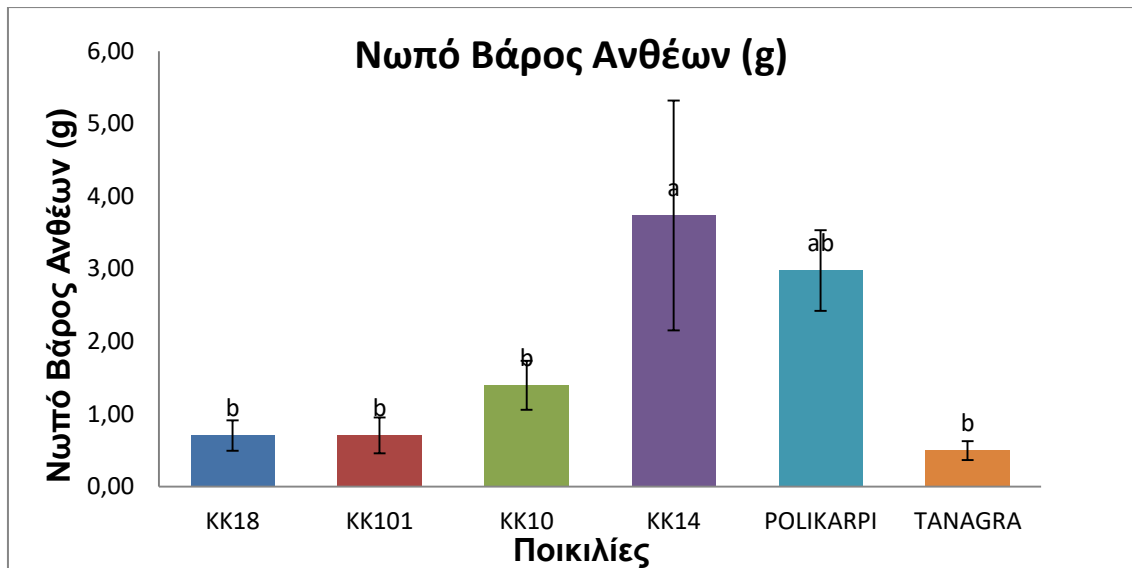
Διάγραμμα 3. 9 Αριθμός Ανθέων ανά φυτό και ποικιλία

3.11 Νωπό Βάρος Ανθέων

Όσον αφορά το νωπό βάρος ανθέων, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέτρηση που έγινε στις 102 ΗΑΣ σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (Fποικιλίας= 4,77**) (Πίνακα 3.15). Συνεπώς, η μεγαλύτερη τιμή διαπιστώθηκε στη ποικιλία KK14(3,73g), ενώ η μικρότερη στη ποικιλία Τανάγρα (0,495g) (Διάγραμμα 3.11).

Πίνακας 3. 15 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος των ανθέων (όπου *, στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	37,18	7,44	4,77	**
RES	15	23,39	1,56		
TOTAL	23	75,48			



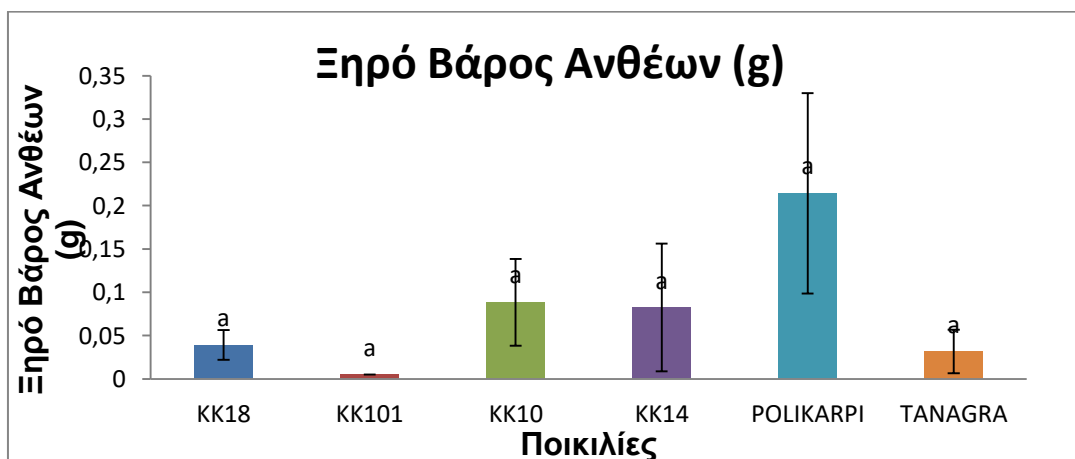
Διάγραμμα 3. 10 Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό και ποικιλία

3.12 Ξηρό Βάρος Ανθέων ανά Φυτό

Για το ξηρό βάρος των ανθέων ανά φυτό και ποικιλία δε παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.16). Παρά ταύτα, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους καταγράφηκε στη ποικιλία Πολύκαρπη (0,214g) και η μικρότερη στη ποικιλία ΚΚ101(0,005g) (Διάγραμμα 3.11).

Πίνακας 3. 16 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των ανθέων ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	0,11	0,02	1,50	ns
RES	15	0,22	0,01		
TOTAL	23	0,43			



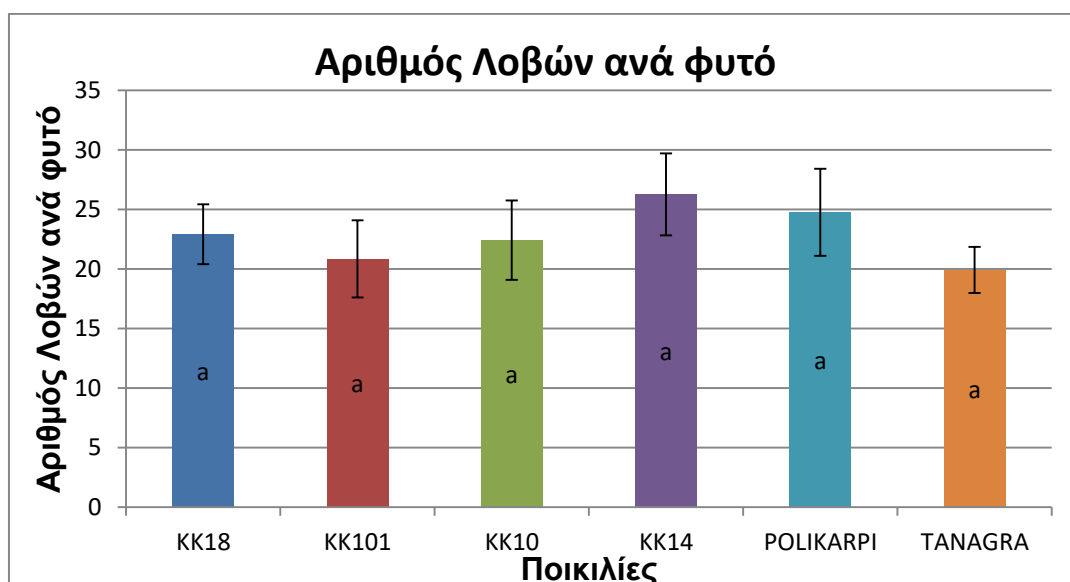
Διάγραμμα 3. 11 Ξηρό βάρος ανθέων ανά φυτό και ποικιλία

3.13 Αριθμός Λοβών ανά Φυτό

Με βάση τη στατιστική ανάλυση των τιμών, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ποικιλίες όσο αναφορά τον αριθμό των λοβών ανά φυτό (Πίνακας 3.17). Σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ τον μεγαλύτερο αριθμό λοβών τον είχε η ποικιλία ΚΚ10 (26,25), ενώ τον μικρότερο η ποικιλία ΚΚ10 (22,41) (Διάγραμμα 3.13).

Πίνακας 3. 17 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό λοβών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	112,13	22,43	0,56	ns
RES	15	596,88	39,79		
TOTAL	23	1210,22			



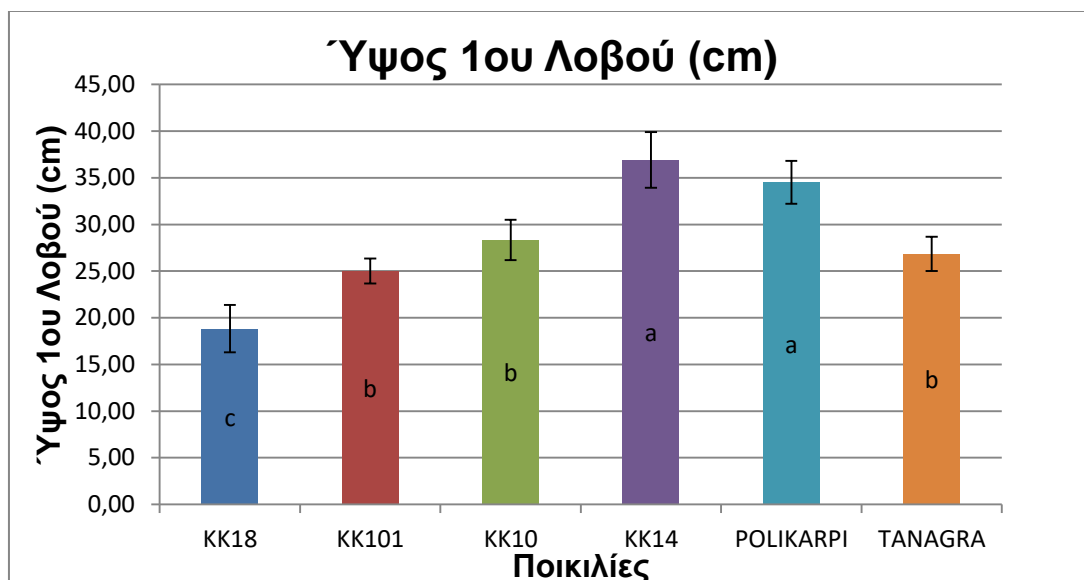
Διάγραμμα 3. 12 Αριθμός λοβών ανά φυτό και ποικιλία

3.14 Ύψος 1^{ου} Λοβού

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ποικιλίες για το ύψος 1^{ου} λοβού ($F_{\text{ποικιλίας}}=15,91^*$)(Πίνακας 3.18). Σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, το μεγαλύτερο ύψος καταγράφηκε στη ποικιλία ΚΚ14(36,91cm) και η μικρότερη τιμή στη ποικιλία ΚΚ18 (18,83cm) (Διάγραμμα 3.14).

Πίνακας 3. 18 Ανάλυση διασποράς για το ύψος 1^{ου} λοβού (όπου *, στατιστικά σημαντικό, p < 0,05)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	861,13	172,23	15,91	***
RES	15	162,40	10,83		
TOTAL	23	1227,33			



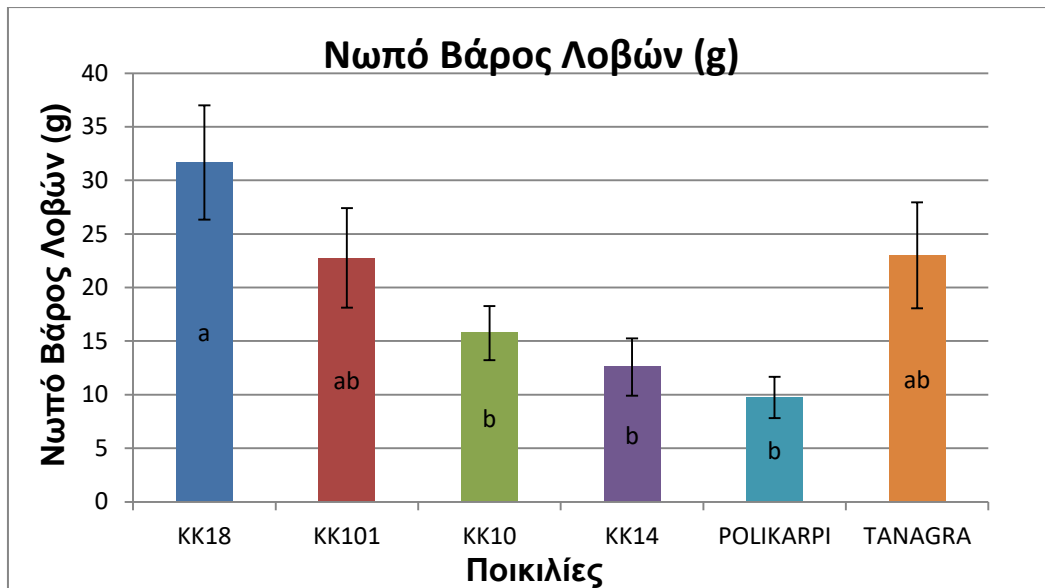
Διάγραμμα 3. 13 Ύψος 1^{ου} λοβού ανά ποικιλία

3.15 Νωπό Βάρος Λοβών ανά Φυτό

Όσον αφορά το νωπό βάρος λοβών, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέτρηση που έγινε στις 102 ΗΑΣ σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (Fποικιλίας=4,73**) (Πίνακα 3.19). Συνεπώς, η μεγαλύτερη τιμή διαπιστώθηκε στη ποικιλία KK18(31,66g) ενώ η μικρότερη στη ποικιλία Πολύκαρπη (9,745 g) (Διάγραμμα 3.15).

Πίνακας 3. 19 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος λοβών (όπου * στατιστικά σημαντικό, p < 0,05)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	1310,62	262,12	4,73	**
RES	15	831,67	55,44		
TOTAL	23	2388,05			



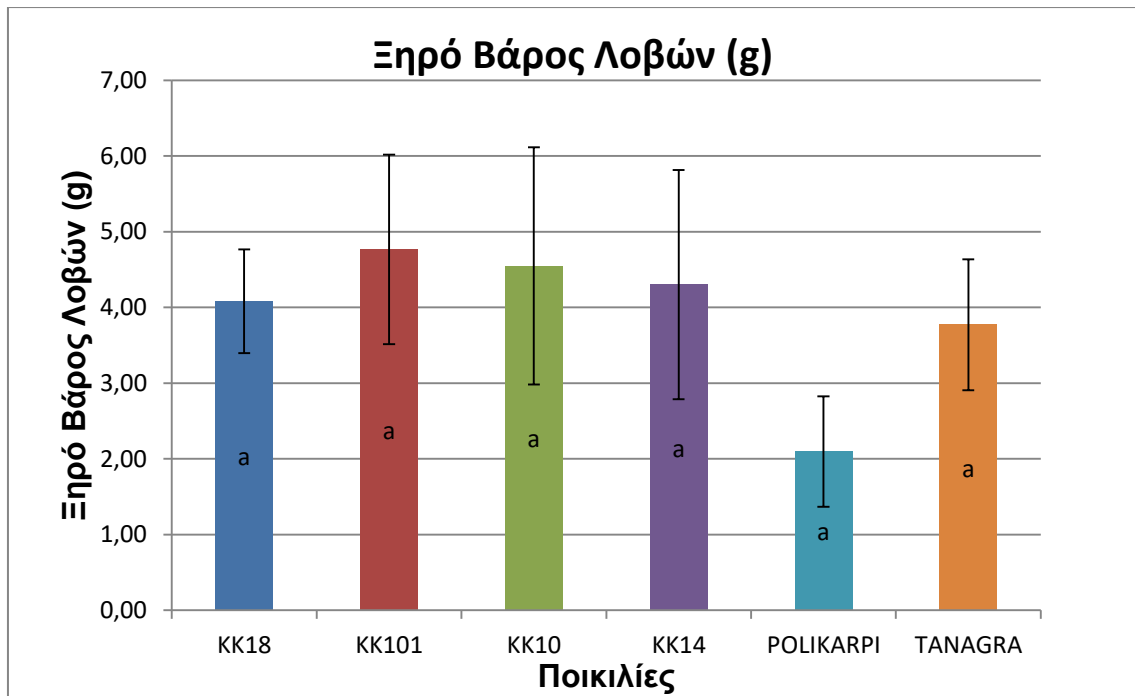
Διάγραμμα 3. 14 Νωπό βάρος λοβών ανά φυτό και ποικιλία

3.16 Ξηρό Βάρος Λοβών ανά φυτό

Για το ξηρό βάρος των λοβών ανά φυτό και ποικιλία δε παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.20). Παρά ταύτα, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους καταγράφηκε στη ποικιλία ΚΚ101 (4,76g) ενώ η μικρότερη στη ποικιλία Πολύκαρπη (2,09g) (Διάγραμμα 3.16)

Πίνακας 3. 20 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των λοβών ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	18,50	3,70	0,55	NS
RES	15	100,25	6,68		
TOTAL	23	199,80			



Διάγραμμα 3. 15 Ξηρό βάρος λοβών ανά φυτό και ποικιλία

➤ Αποδοτικά Χαρακτηριστικά

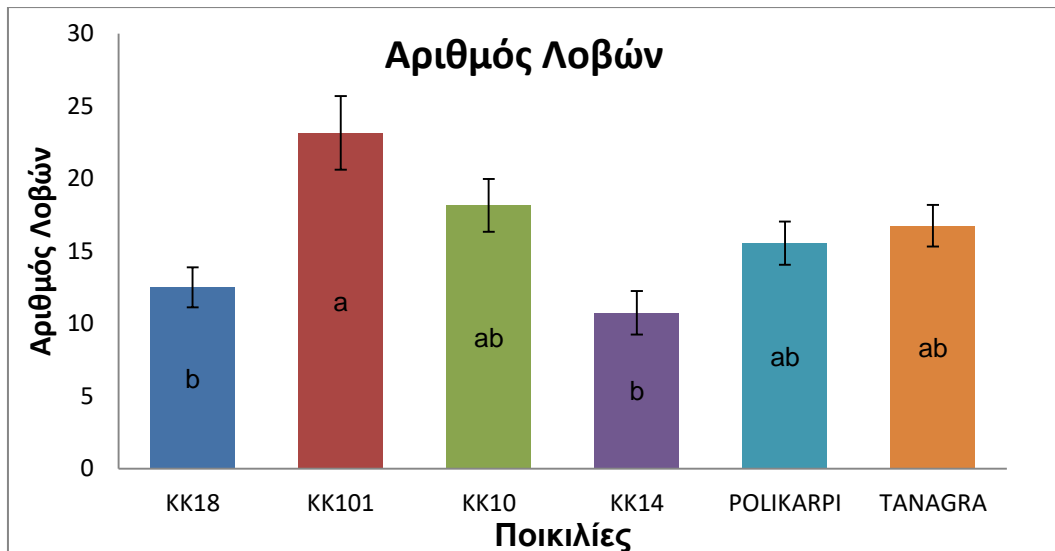
3.17 Αριθμός Λοβών

Για τον προσδιορισμό των αποδοτικών χαρακτηριστικών των ποικιλιών, κατά τη διάρκεια της συγκομιδής μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός λοβών ανά φυτό και έπειτα το μήκος και το πλάτος πέντε λοβών και ο αριθμός των σπόρων που περιέχουν.

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον αριθμό των λοβών ανάμεσα στις ποικιλίες των κουκιών σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ ($F_{\text{ποικιλίας}}=4,65^{**}$) (Πίνακας 3.21). Ο μεγαλύτερος αριθμός λοβών παρουσιάστηκε στη ποικιλία KK101 (23,15) ενώ ο μικρότερος αριθμός στη ποικιλία KK18 (12,5) (Διάγραμμα 3.17).

Πίνακας 3. 21 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό λοβών ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	384,81	76,96	4,65	**
RES	15	248,34	16,56		
TOTAL	23	686,68			



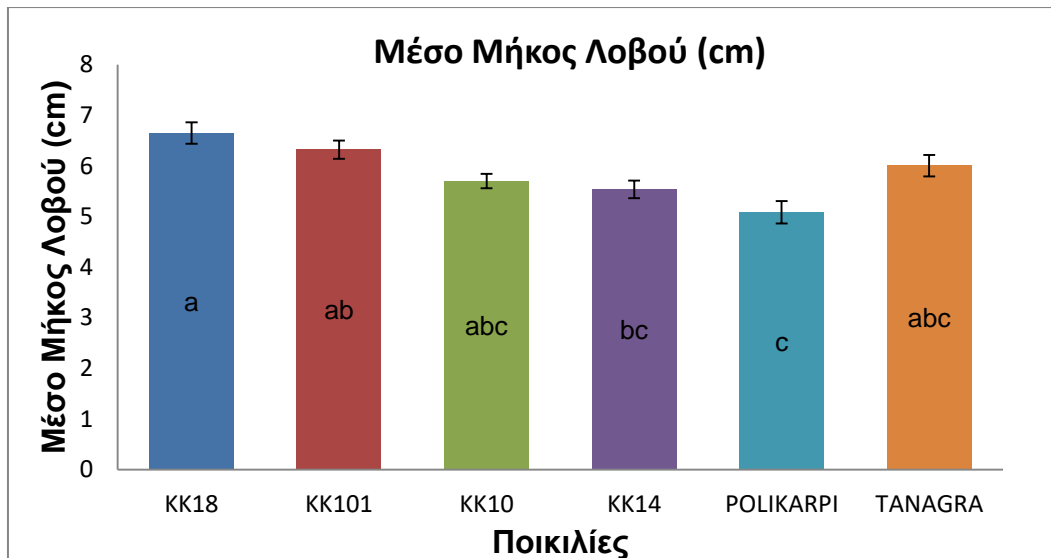
Διάγραμμα 3. 16 Αριθμός λοβών ανά φυτό και ποικιλία των συγκομισθέντων κουρκιών

3.18 Μήκος Λοβού

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες των κουρκιών σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ ($F_{\text{ποικιλίας}}=5,20^{**}$)(Πίνακας 3.22). Το μεγαλύτερο μήκος λοβών προέκυψε στη ποικιλία KK18 (6,65cm) ενώ το μικρότερος μήκος στη ποικιλία Πολύκαρπη (5,08 cm) (Διάγραμμα 3.18).

Πίνακας 3. 22 Ανάλυση διασποράς για το μήκος λοβών ανά φυτό (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	6,35	1,27	5,20	**
RES	15	3,67	0,24		
TOTAL	23	12,05			



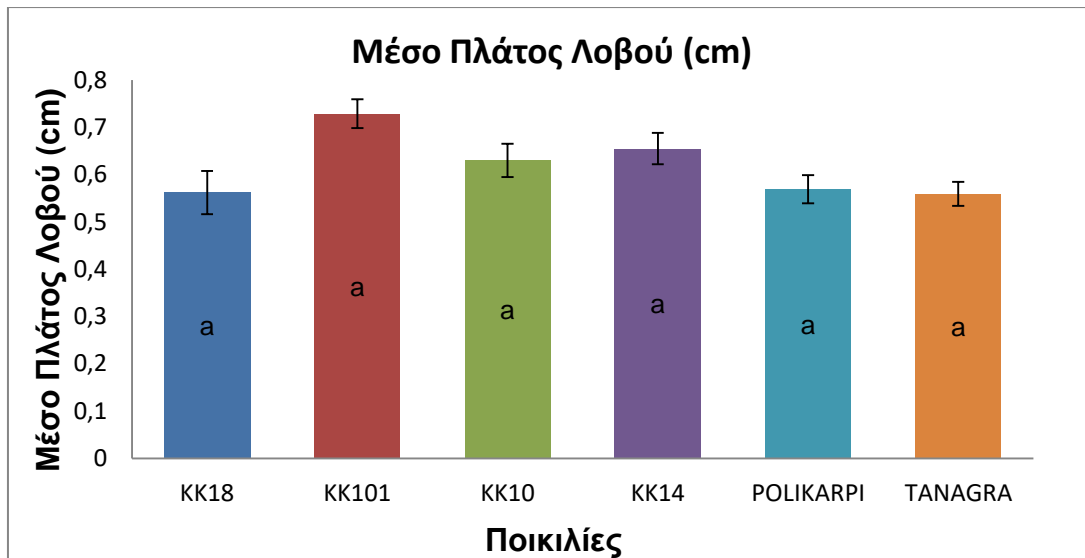
Διάγραμμα 3. 17 Μέσο μήκος Λοβού ανά ποικιλία των συγκομισθέντων κουκιών

3.19 Πλάτος Λοβού

Για το πλάτος των λοβών ανά φυτό και ποικιλία δε παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.23). Παρά ταύτα, η μεγαλύτερη τιμή πλάτους καταγράφηκε στη ποικιλία ΚΚ101 (0,729cm), ενώ η μικρότερη στη ποικιλία Τανάγρα (0,56cm) (Διάγραμμα 3.19).

Πίνακας 3. 23 Ανάλυση διασποράς για το πλάτος των λοβών ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	0,09	0,02	2,35	ns
RES	15	0,12	0,01		
TOTAL	23	0,24			



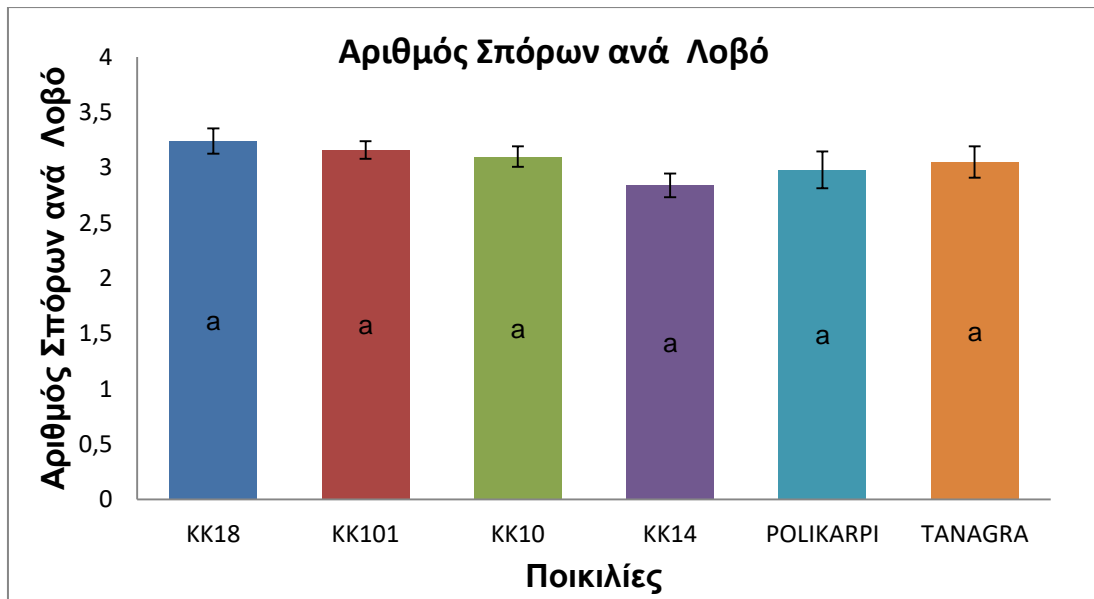
Διάγραμμα 3. 18 Μέσο πλάτος λοβού ανά ποικιλία των συγκομισθέντων κουκιών

3.20 Αριθμός Σπόρων ανά λοβό

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ανάμεσα στις ποικιλίες των κουκιών, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (Πίνακας 3.24). Ο μεγαλύτερος αριθμός σπόρων ανά λοβό παρουσιάστηκε στη ποικιλία ΚΚ18 (3,24), ενώ ο μικρότερος αριθμός στη ποικιλία ΚΚ14 (2,84) (Διάγραμμα 3.19).

Πίνακας 3. 24 Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ανά φυτό και ποικιλία (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	0,40	0,08	1,11	NS
RES	15	1,06	0,07		
TOTAL	23	1,56			



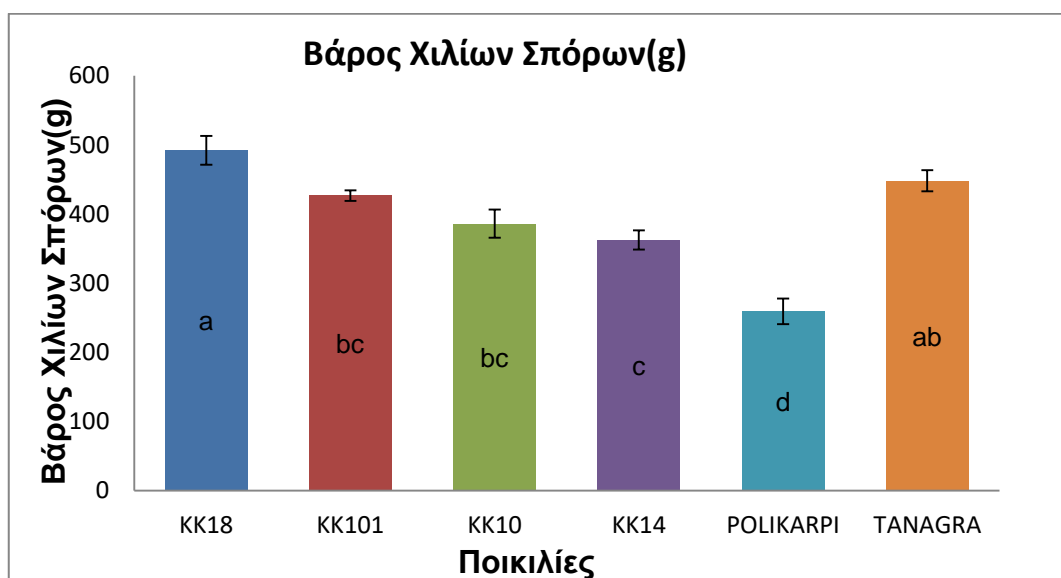
Διάγραμμα 3. 19 Αριθμός σπόρων ανά λοβό και ποικιλία των συγκομισθέντων κουκιών

3.21 Βάρος Χιλίων Σπόρων

Για το βάρος των χιλίων σπόρων, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες των κουκιών σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (Fποικιλίας=5,20**) (Πίνακας 3.25). Το μεγαλύτερο βάρος χιλίων σπόρων προέκυψε στη ποικιλία ΚΚ18 (492,11g) και το μικρότερος βάρος στη ποικιλία Πολύκαρπη (259,175 g) (Διάγραμμα 3.21).

Πίνακας 3. 25 Ανάλυση διασποράς για το βάρος χιλίων σπόρων (όπου * στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	131284,93	26256,99	20,63	***
RES	15	19094,63	1272,98		
TOTAL	23	151307,46			



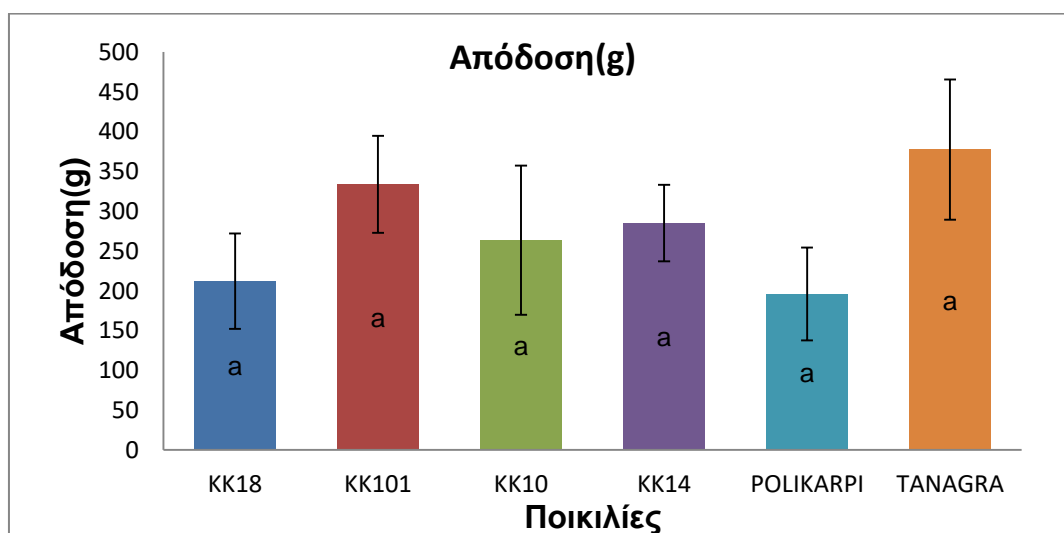
Διάγραμμα 3. 20 Βάρος χιλίων σπόρων ανά ποικιλία

3.22 Απόδοση

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την απόδοση ανάμεσα στις ποικιλίες των κουκιών, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (Πίνακας 3.26). Η μεγαλύτερη απόδοση προέκυψε στη ποικιλία Τανάγρα(377,38g) ενώ η μικρότερη απόδοση στη ποικιλία Πολύκαρπη (196,11 g) (Διάγραμμα 3.22).

Πίνακας 3. 26 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	97235,61	19447,12	1,95	ns
RES	15	149892,58	9992,84		
TOTAL	23	451756,91			



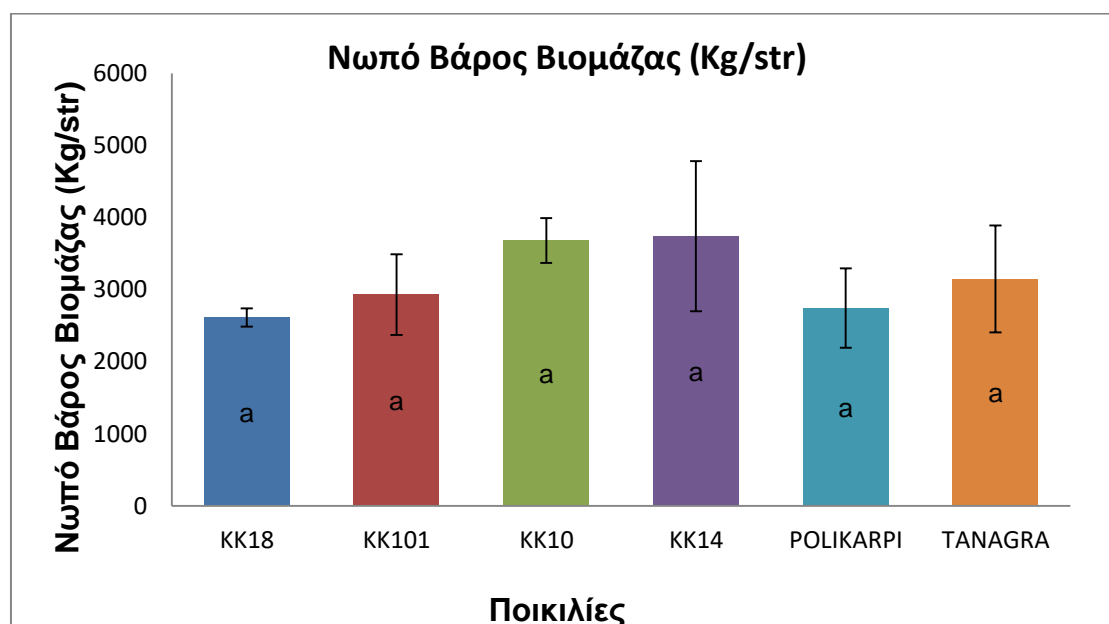
Διάγραμμα 3. 21 Απόδοση ποικιλιών σε σπόρο (g)

3.23 Νωπό Βάρος Βιομάζας

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το νωπό βάρος βιομάζας ανάμεσα στις ποικιλίες των κουκιών, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (Πίνακας 3.27). Παρά ταύτα, το μεγαλύτερο νωπό βάρος βιομάζας αποδόθηκε στη ποικιλία ΚΚ14 (3740Κg/στρ) και το μικρότερο βάρος στη ποικιλία ΚΚ18 (2612 Κg/στρ) (Διάγραμμα 3.23).

Πίνακας 3. 27 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος της βιομάζας των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	4531712,00	906342,40	0,57	ns
RES	15	23963008,00	1597533,87		
TOTAL	23	32943008,00			



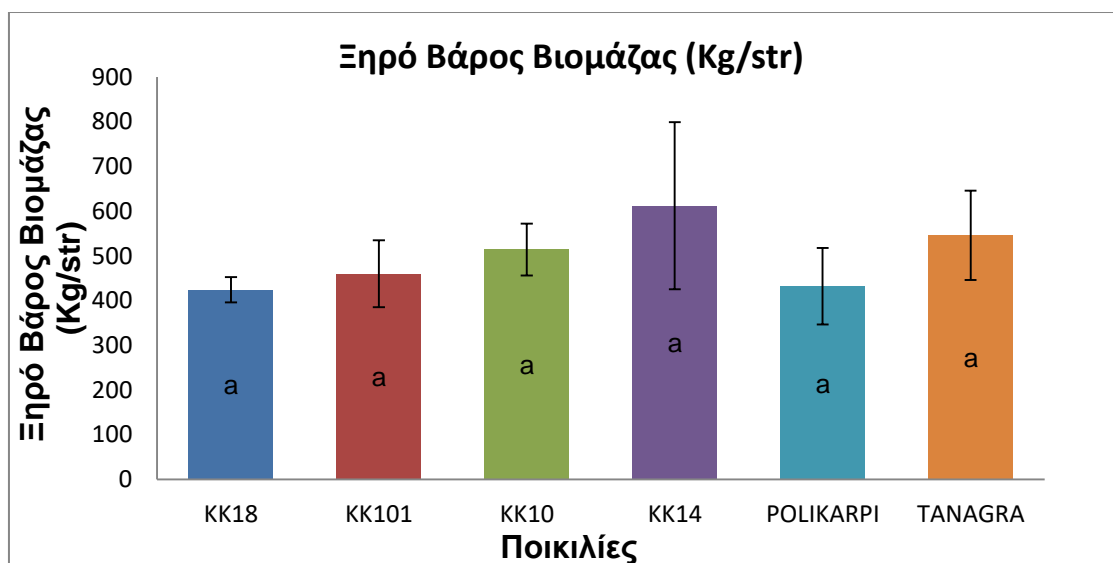
Διάγραμμα 3. 22 Νωπό βάρος βιομάζας ανά ποικιλία (Kg/στρ) στις 113 ΗΑΣ

3.24 Ξηρό Βάρος Βιομάζας

Αντίστοιχα με το νωπό βάρος βιομάζας, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το ξηρό βάρος βιομάζας ανάμεσα στις ποικιλίες των κουκιών, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (Πίνακας 3.28). Ωστόσο, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος βιομάζας προέκυψε στη ποικιλία ΚΚ14 (612 Κg/στρ), ενώ το μικρότερο βάρος στη ποικιλία ΚΚ18 (424Κg/στρ) (Διάγραμμα 3.24).

Πίνακας 3. 28 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος της βιομάζας των ποικιλιών (όπου ns μη στατιστικά σημαντικό, $p < 0,05$)

	DF	AT	MT	F	
CULT	5	107328,00	21465,60	0,49	ns
RES	15	654890,67	43659,38		
TOTAL	23	852128,00			



Διάγραμμα 3. 23 Ξηρό βάρος βιομάζας ανά ποικιλία (Kg/στρ)

4. Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε με σκοπό να αξιολογηθούν 4 βελτιωμένες (KK10, KK14, KK18, KK101) και 2 εμπορικές ποικιλίες στις περιβαλλοντικές συνθήκες της Νοτίου Ελλάδας ως προς τα αγρονομικά και αποδοτικά χαρακτηριστικά τους, την καλλιεργητική περίοδο 2018-2019.

Αγρονομικά Χαρακτηριστικά

Ύψος

Από το πείραμα προκύπτει πως η ποικιλία KK14 είχε τη μεγαλύτερη τιμή ύψους στις 100 ΗΑΣ(77,08cm), ενώ η μικρότερη τιμή ανήκε στη ποικιλία Τανάγρα(59,83cm). Οι διαφορές μεταξύ των τιμών ήταν στατιστικά σημαντικές. Σε πείραμα που διεξήχθη από τους Abdelmula et al. (1999), στη καθαρή σειρά ILB938 το ύψος των φυτών έφτασε στα 130 cm. Το μέγιστο ύψος που παρατηρήθηκε στο ίδιο πείραμα μετρήθηκε στην καθαρή σειρά Blaze με τιμή 180 cm. Σε άλλο πείραμα, που διεξήχθη από τους Siddiqui et al. (2015), για την επίδραση της ξηρασίας στην ανάπτυξη διάφορων γονοτύπων κουκιού, ο γονότυπος Giza3 απέδωσε ύψος 59 cm, ο γονότυπος C4 απέδωσε 79 cm, ενώ το μέγιστο ύψος παρουσιάστηκε στο γονότυπο C5 στον μάρτυρα με τιμή 116,33 cm. Οι τιμές ύψους των γονοτύπων C4 και C5, συμφωνούν με τις τιμές του ύψους των ποικιλιών Τανάγρα και KK14. Σύμφωνα με τους Terzopoulos, et al. (2004), Οι ευρωπαϊκοί πληθυσμοί του κουκιού διακρίνονται σε τρία επίπεδα ύψους, με τα ψηλά φυτά να έχουν ύψη 59-64 cm, τα μέτρια φυτά 54-59 cm και τα χαμηλά φυτά 49 -54 cm.

SPAD

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη προσδιορίστηκε με το SPAD. Η ποικιλία με τη μικρότερη τιμή SPAD από τις αξιολογούμενες ποικιλίες ήταν η Πολύκαρπη (41,21), ενώ τη μεγαλύτερη τιμή την είχε η Τανάγρα (46,67) χωρίς όμως οι διαφορές των μέσων τιμών να έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Λίγο πιο μικρές τιμές παρατηρήθηκαν στα υβρίδια που προέκυψαν από τις διασταυρώσεις των καθαρών σειρών Aurora, Mélodie και ILB 938 στο πείραμα των Khazaei et al. 2019. Σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποίησαν, Η μεγαλύτερη τιμή SPAD παρατηρήθηκε στα υβρίδια της διασταύρωσης Aurora/2 × Mélodie/2 (38,41), ενώ τη μικρότερη τιμή κατείχαν τα υβρίδια της διασταύρωσης ILB 938/2 × Aurora/2 (31.16).

Σε άλλο πείραμα, που διεξήχθη από τους Siddiqui et al. 2015, για την επίδραση της ξηρασίας στην ανάπτυξη διάφορων γονοτύπων κουκιού, ο γονότυπος Giza3 απέδωσε SPAD 38,00 και ο γονότυπος Zafari 40,07. Οι τιμές SPAD που παρατηρήθηκαν στα παραπάνω πειράματα, συμφωνούν με τις τιμές SPAD που μετρήθηκαν στο πείραμα, με την ποικιλία Τανάγρα να κατέχει τη μεγαλύτερη τιμή.

Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Οι υπό μελέτη ποικιλίες παρουσίασαν δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) πάνω από 1,7. Πιο συγκεκριμένα, η Τανάγρα εμφάνισε τη μικρότερη τιμή LAI (1,7) ενώ τη μεγαλύτερη τιμή είχε η Πολύκαρπη (2,22). Ωστόσο, οι διαφορές που παρουσίασαν μεταξύ τους οι ποικιλίες δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Για τη διαφυγή της καταπόνησης, τα φυτά περιορίζουν τη φυλλική τους επιφάνεια. Σύμφωνα με τους Khazaei et al. 2013, η ξηρασία προκάλεσε σημαντική μείωση της φυλλικής επιφάνειας ($p=0,001$). Οι ποικιλίες που μελέτησαν, καλλιεργήθηκαν σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης και σε ιδανικές συνθήκες. Οι τιμές LAI που καταγράφηκαν για το μάρτυρα ήταν 1,21, ενώ για την επέμβαση ήταν 0,83.

Αριθμός Στελεχών

Τα κουκιά φέρουν συνήθως έναν ή περισσότερους δευτερεύοντες βλαστούς που προκύπτουν από τους οφθαλμούς κάτω από τα μασχαλιαία φύλλα. Ο αριθμός των δευτερευόντων βλαστών ανά φυτό ποικίλει σημαντικά μεταξύ των γονοτύπων σε συνθήκες αβιοτικής καταπόνησης. Σύμφωνα με τις μετρήσεις, η ποικιλία KK101 είχε κατά μέσο όρο 3,5 στελέχη, η μεγαλύτερη τιμή που παρατηρήθηκε ανάμεσα στις ποικιλίες. Οι ποικιλίες Πολύκαρπη και KK10 είχαν κατά μέσο όρο περίπου 2,5, ενώ τα λιγότερα στελέχη μετρήθηκαν στην ποικιλία KK18, με τιμή 1,5. Οι διαφορές ανάμεσα στους μέσους όρους κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Σύμφωνα με τους Ammar et al. (2015), ο πληθυσμός Giza40 ανέπτυξε 5,5 κατά μέσο όρο δευτερεύοντες βλαστούς και ο πληθυσμός Gazira1 3,3. Τιμές αρκετά κοντά με αυτές που παρατηρήθηκαν στο πείραμα. Ωστόσο, οι αβιοτικές καταπονήσεις και συγκεκριμένα η υδατική καταπόνηση, έχει μεγάλη επίδραση στον αριθμό στελεχών, στην έκπτυξη φύλλων και στην φυλλική επιφάνεια.

Ύψος 1ου Λοβού

Το ύψος του 1ου λοβού είναι σημαντικό γνώρισμα, καθώς επηρεάζει τις απώλειες κατά την μηχανική συγκομιδή. Οι υπό μελέτη ποικιλίες κουκιών, παρουσίασαν

σημαντική διαφορά ως προς το ύψος του 1ου λοβού. Η μέγιστη τιμή μετρήθηκε στη ποικιλία KK14 (36,92 cm) και η μικρότερη τιμή στην KK18 (18,83 cm). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Terzopoulos et al. (2003) που διαπίστωσαν ότι το χαμηλότερο ύψος του πρώτου λοβού κυμαίνεται από 2 έως 24 εκατοστά μεταξύ 55 γονοτύπων κουκιού. Σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα που προέκυψαν από τη Della (1988), οι γονότυποι των κουκιών ποικίλλουν σημαντικά σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες ως προς το συγκεκριμένο γνώρισμα.

Φύλλα

Σύμφωνα με το πείραμα, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανά ποικιλία. Ο μεγαλύτερος αριθμός φύλλων ανά φυτό παρουσιάστηκε στην Πολύκαρπη με μέσο όρο 54,83 ενώ ο μικρότερος μέσος όρος μετρήθηκε στην ποικιλία KK18 με τιμή 26,75. Για το βάρος το νωπό και το ξηρό οι τιμές δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά. Ο αριθμός των φύλλων και τα βάρη τους είναι χαρακτηριστικά που επηρεάζονται από το περιβάλλον και τις αβιοτικές καταπονήσεις, κυρίως από την ξηρασία.

Άνθη

Ο αριθμός των ανθέων παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές, με την Πολύκαρπη να έχει τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων (μέσος όρος 38,91), στη KK14 μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 25,91 άνθη ανά φυτό, ενώ την μικρότερη τιμή κατείχε η Τανάγρα με 6,83. Στα νωπά βάρη των ανθέων οι τιμές παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ποικιλία KK14 είχε 3,74g νωπό βάρος ανθέων, η ποικιλία Πολύκαρπη 2,98 και η μικρότερη τιμή παρουσιάστηκε στην ποικιλία Τανάγρα με 0,5 g.

Λοβοί

Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον αριθμό των λοβών ανά φυτό. Η ποικιλία KK101 είχε τους περισσότερους λοβούς (μέσος όρος 23,15), ακολούθησε η ποικιλία Πολύκαρπη (15,55) και τέλος η ποικιλία KK14 είχε τον μικρότερο αριθμό λοβών (10,75). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά που προέκυψαν στην μελέτη των Ammar H. M. et al. (2014), όπου ο μέσος όρος των γονοτύπων ήταν 24,4 λοβοί ανά φυτό, με τη μεγαλύτερη τιμή να παρουσιάζεται στον πληθυσμό Giza40 με 35,5 λοβούς και η μικρότερη στον γονότυπο WRB 1-4 με 11,3 λοβούς.

Στη μελέτη παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις στο μήκος του λοβού. Το μεγαλύτερο μήκος παρατηρήθηκε στη ποικιλία KK18 με 6,65 cm, ενώ το μικρότερο μήκος παρουσιάστηκε στην Πολύκαρπη (5,09 cm). Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά που αναφέρθηκαν από τους Suso et al. (1993), οι οποίοι διαπίστωσε ότι οι γονότυποι ποικίλουν σημαντικά στο μήκος του λοβού. Οι Li-juan et al. (1993), αναλύοντας τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά απόδοσης για 1500 γονότυπους από διάφορες επαρχίες της Κίνας, διαπίστωσαν πως τα μήκη των λοβών ήταν μικρότερα από 10 cm και μόλις το 24% των γονοτύπων ξεπέρασε τα 7,6 cm.

Για το πλάτος των λοβών δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Η ποικιλία KK101 είχε το μεγαλύτερο πλάτος με τιμή 0,73, ενώ στις υπόλοιπες ποικιλίες οι τιμές ήταν κοντά στα 0,5 cm. Το πλάτος του λοβού επηρεάζεται σημαντικά από το μέγεθος των σπόρων (Al-Rifaei et al., 2004). Όλοι οι γονότυποι που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη προέρχονταν από μικρούς σπόρους.

Μετρώντας το νωπό βάρος των λοβών, οι μεγαλύτερες τιμές προέκυψαν στη ποικιλία KK18 (31,66) και οι μικρότερες στην Πολύκαρπη (9,745), με την ξήρανση όμως το μεγαλύτερο ξηρό βάρος βρέθηκε στην ποικιλία KK101 (4,77). Σε καμία από αυτές τις μετρήσεις οι τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Η διακύμανση του συνολικού βάρους των λοβών ανά φυτό οφείλεται στον συνολικό αριθμό των λοβών ανά φυτό και όχι λόγω του μεγέθους των σπόρων, δεδομένου ότι όλοι οι γονότυποι προέρχονταν από μικρούς σπόρους.

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον αριθμό των σπόρων ανά λοβό. Οι περισσότερες ποικιλίες είχαν περίπου τρεις σπόρους ανά λοβό. Οι Li-juan et al. (1993), ανέφεραν ότι ο αριθμός των σπόρων ανά λοβό κυμάνθηκε από 1,7 έως 2,9 συγκρίνοντας 1500 γονότυπους από διάφορες επαρχίες στην Κίνα. Οι Abdelmola και Abuanja (2007) ανέφεραν ότι ο αριθμός των σπόρων ανά λοβό επηρεάζεται περισσότερο από γενετικούς παρά από περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Αποδοτικά Χαρακτηριστικά

Βάρος χιλίων σπόρων

Παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις στο βάρος των 1000 σπόρων. Το μεγαλύτερο βάρος χιλίων σπόρων μετρήθηκε στην ποικιλία KK18 με 492,11 g, η ποικιλία KK14 απέδωσε 362,29 g, ενώ η ποικιλία Πολύκαρπη κατείχε την μικρότερη

τιμή με 259,18 g. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Abdelmula et al. (1999) που σύγκριναν 12 καθαρές σειρές σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Σύμφωνα με τις μετρήσεις τους, η καθαρή σειρά ILB827 απέδωσε βάρος χιλίων σπόρων 650 g, η Blaze 350 g, η Giza2 650 g και η Hedin 250 g. Το βάρος χιλίων σπόρων εξαρτάται από το μέγεθος των σπόρων και είναι ένα γνώρισμα που ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των γονότυπων (Della, 1988).

Απόδοση

Στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την απόδοση. Ωστόσο, τη μεγαλύτερη απόδοση κατείχε η ποικιλία Τανάγρα με 377,38 kg/str, παρόμοια τιμή μετρήθηκε και στην ποικιλία ΚΚ101 με 333,88 kg/str ενώ η μικρότερη τιμή απόδοσης καταγράφηκε στην ποικιλία Πολύκαρπη με 196,11 kg/str. Η μέση στρεμματική απόδοση για τη χώρα μας το 2012, για τα κουκιά ήταν από 100 με 500 ξηρού σπόρου kg/str (ΕΣΥΕ 2012). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τους Silim και Saxena (1991), όπου το εύρος των τιμών της απόδοσης κυμάνθηκε στις ίδιες τιμές, με την καθαρή σειρά IVSFG-IVS6 να απόδίδει 325 και την ILB1814 230 kg/str. Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και από τους Amede et al. (1999), όπου σε 19 καθαρές σειρές η απόδοση σε περιβάλλον χωρίς υδατική καταπόνηση διακυμάνθηκε από 100 έως 500 g/πειραματικό τεμάχιο. Όπως έχει αποδειχθεί από τα πειράματα πολλών ερευνητών, η ξηρασία έχει σημαντική επίδραση στην απόδοση σε καρπό στην καλλιέργεια των κουκιών, μειώνοντας την έως 40% (Abdelmula et al., 1999).

Βιομάζα

Για τη μέτρηση της βιομάζας, τα φυτά συλλέχθηκαν στο στάδιο της μαλακής ζύμης, 113 ημέρες από την σπορά. Οι μετρήσεις δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ωστόσο, η ποικιλία με τη μεγαλύτερη τιμή νωπού βάρους βιομάζας ήταν η ΚΚ14 με 3740, ενώ η ποικιλίες Πολύκαρπη και ΚΚ18 απέδωσαν 2742 και 2612 Kg/str αντίστοιχα. Μετά την ξήρανση, στη ΚΚ14 καταγράφηκε ξηρό βάρος 612 Kg/str, και στις ποικιλίες Πολύκαρπη και ΚΚ18 432 και 424 Kg/str, αντίστοιχα. Σε μελέτες αναφέρονται αποδόσεις σανού από 100 έως 500 Kg/str (ΕΣΥΕ 2012). Σύμφωνα με τους Silim και Saxena (1991), η βιομάζα μετά τη συγκομιδή στην καθαρή σειρά ILB1814 απέδωσε 7400 kg/str, ενώ τη μικρότερη απόδοση σε βιομάζα την είχε η καθαρή σειρά IVSFG-IVS6 με 4820 kg/str. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασαν και παρατήρησαν και οι Amede et al. (1999), όπου διαπίστωσαν πως η

ξηρασία προκάλεσε σημαντικές μειώσεις στην απόδοση νωπής βιομάζας σε καθарές σειρές, με την καθαρή σειρά Adriewaalse να έχει μεγαλύτερη μείωση από την L7.

5. Βιβλιογραφία

Aschi A., Aubert M., Riah-Angleta W., Nélieu S., Duboisa C., Akpa-Vinceslas M., Trinsoutrot-Gattin I. 2017, Introduction of Faba bean in crop rotation: Impacts on soil chemical and biological characteristics, *Applied soil Ecology* 120: 219-228

Abdelmula A. A., Link W., Kittlitz V. and Stelling D., 1999, Heterosis and inheritance of drought tolerance in faba bean (*Vicia faba* L), *Plant Breeding* 118: 485-490

Abdelmula, A. A. and I. K. Abuanja. 2007. Genotypic responses, yield stability, and association between characters among some of Sudanese faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes under heat stress, *International Agricultural Research for Development*, 1-7.

Alemu D. N. and Sharma J., 2018 Assessment of Integrated Weed Management Practices on Weed Dynamics, Yield Components and Yield of Faba bean (*Vicia faba* L.) in Eastern Ethiopia, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(5): 570-580

AL-Refae, M., M. Turk and A. Tawaha. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major), *International Journal of Agriculture and Biology*, 2: 294-299.

Amede T., Kittlitz E. V. and Schubert S. 1999, Differential Drought Responses of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Inbred Lines, *Journal Agronomy and Crop Science* 72: 24-34

Ammar H.M., Alghamdi S.S., Migdadi H.M., Khan A.M., El-Harty H.E. and Al-Faifi S.A. 2015. Assessment of genetic diversity among faba bean genotypes using agro-morphological and molecular markers, *Saudi Journal of Biological Sciences* 22, 340–350

Ammar M. H., Alghamdi S. S., Migdadi H. M., Khan M.A., El-Harty E. H. and Al-Faifi S. 2015, Assessment of genetic diversity among faba bean genotypes using agro-morphological and molecular markers, *Saudi Journal of Biological Sciences* 22: 340–350

Arbaoui M., Link W., Satovic Z. and Torres A.M. 2008, Quantitative trait loci of frost tolerance and physiologically related trait in faba bean (*Vicia faba* L.), *Euphytica* 164:93–104

Banks C.J. and Macaulay e.d.M. 1967, Effects of *Aphis fabae* Scop. and of its attendant ants and insect predators on yields of field beans (*Vicia faba* L.) *Annals of applied Biology* 60: 445-453

Brunori A. 1967, Relationship Between DNA Synthesis and Water Content During Ripening of *Vicia Faba* Seed, *Caryologia*, 4 (20)

Crépon K, Marget P, Peyronnet C, Carrouée B, Arese P, Duc G (2010) Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Res* 115: 329–339

Della, A. 1988. Characteristics and variation of Cyprus faba bean germplasm, *FABIS Newsletter*, 21: 9-12.

Duc G. 1997, Faba bean (*Vicia faba* L.) *Field Crops Research* 53: 99-109

Ellis R.H., Summerfield R.J. and Roberts E.H. 1988, Effects of Temperature, Photoperiod and Seed Vernalization on Flowering in Faba Bean *Vicia faba* *Annals of Botany* 61: 17-27,

FAOSTAT. 2018. Food and Agriculture Organization.

García-Mata C. and Lamattina L., 2001. Nitric Oxide Induces Stomatal Closure and Enhances the Adaptive Plant Responses against Drought Stress, *Plant Physiology* 126

Ghassemi-Golezani K., S. Ghanehpour and Mohammadi-Nasab A.D. 2009. Effects of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (3&4) : 442 - 447

Grenza J.H., Manschadib A.M., Uygurc F.N., Sauerborn J., 2005 Effects of environment and sowing date on the competition between faba bean (*Vicia faba*) and the parasitic weed *Orobanche crenata*, *Field Crops Research* 93: 300–313

Husain M.M., Hill G.D. and Gallagher J.N. 1988, The response of field beans (*Vicia faba* L.) to irrigation and sowing date. 2. Growth and development in relation to yield, *Journal of agricultural Science* 111: 233-254

Husain M.M., Reid J.B., Othman H. and Gallagher J.N. 1990, Growth and Water Use of Faba Beans (*Vicia faba*) in a Sub-Humid Climate I. Root and Shoot Adaptations to Drought Stress *Field Crops Research*, 23 : 1-17

Ishag H.M. 1973, Physiology of seed yield in field beans (*Vicia faba* L.) I. Yield and yield components, *Journal of agricultural Science, Cambridge* 80, 181-189

Kambal A.E., 1969 Flower drop and fruit set in field beans, *Vicia faba* L., *Journal of agricultural Science, Cambridge* 72, 131-138

Khan H. R., Link W., Hocking T. J. and Stoddard F. L., 2007, Evaluation of physiological traits for improving drought tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.), *Plant Soil* 292:205–217

Khazaei H., O’Sullivan D. M., Sillanpää F.J. and Stoddard F.L. 2014, Use of synteny to identify candidate genes underlying QTL controlling stomatal traits in faba bean (*Vicia faba* L.), *Theoretical and Applied Genetics* 127: 2371–2385

Khazaei H., Wach D., Pecio A., Vandenberg A. and Stoddard F. L. 2019, Genetic analysis of photosynthesis-related traits in faba bean (*Vicia faba*) for crop improvement, *Plant Breeding Wiley*, 138(6):1–9.

Khazaei H., Street K., Bari A., Mackay M., Stoddard F.L., 2013 The FIGS (Focused Identification of Germplasm Strategy) Approach Identifies Traits Related to Drought Adaptation in *Vicia faba* Genetic Resources, *Plos/one* 8(5)

Khazaei H., Street K., Bari A., Santanen A., Stoddard F.L. 2013, Do faba bean (*Vicia faba* L.) accessions from environments with contrasting seasonal moisture availabilities differ in stomatal characteristics and related traits? *Genetic Resource Crop Evolution* 60:2343–2357

Khazaei H., Wach D., Pecio A., Vandenberg A. and Stoddard F. L. 2019, Genetic analysis of photosynthesis-related traits in faba bean (*Vicia faba*) for crop improvement, *Plant Breeding* 1–9

Krogmani K.K., Mckenzie R.C., and Hobbsi E.H. 1979, response of faba bean yield, protein production and water use to irrigation *canadian journal of plant science* 60: 91-96

L’opez-Bellido F.J., L’opez-Bellido L and L’opez-Bellido R.J., 2005 Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.), *Europ. J. Agronomy* 23: 359–378

Li-juan, L., Y. Zhao-hai, , Z. Zhao-jie, , X. Ming-shi, , Y. Han-qing . 1993. Study and utilization of faba bean germplasm resources. In: Saxena, M.C., Weigand, S., Li-Juan, L. (Eds.), *Faba Bean in China: State-of the Art Review*. ICARDA Press, (Ch. 4), pp. 51-63

Loss S.P. and Siddique K.H.M. 1997, Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments I. Seed yield and yield components, *Field Crops Research* 52: 17-28

Loss S.P., Siddique K.H.M. and Martin L.D. 1997, Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments II. Phenology, canopy development, radiation absorption and biomass partitioning, *Field Crops Research* 52: 29-41

Loss S.P., Siddique K.H.M. and Tennant D. 1997, Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments III. Water use and water-use efficiency, *Field Crops Research* 54: 153-162

Maurin N. and Tivoli B. (1992) Variation in the resistance of *Vicia faba* to *Ascochyta fabae* in relation to disease development in field trials, *Plant Pathology* 41: 737-744

Mwanamwenge J., Loss S.P., Siddique K.H.M. and Cocks P.S. 1999, Effect of water stress during floral initiation, flowering and podding on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.) *European Journal of Agronomy* 11: 1–11

Siddique K.H.M., Regan K.L., Tennant D. and Thomson B.D. 2001, Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean-type environments, *European Journal of Agronomy* 15: 267–280

Siddiqui M. H., Al-Khaishany M.Y., Al-Qutami A.M., Al-Wahabi M.H., Grover A., Ali H.M. and Al-Wahabi M. S. 2015, Morphological and physiological characterization of different genotypes of faba bean under heat stress, *Saudi Journal of Biological Sciences* 5(22): 656-663

Silim S.N. and Saxena M.C. 1993, yield and water use efficiency of faba bean sown at two row spacings and seed densities, *Experimental Agriculture* 29: 173-181

Stutzel H. AND Aufhammer W. 1991, Light interception and utilization in determinate and indeterminate cultivars of *Vicia faba* under contrasting plant distributions and population densities, *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 116: 395-407.

Suso, M.J , M.T. Moreno , and J.I. Cubero . 1993. New isozyme markers in *Vicia faba*: inheritance and linkage, *Plant Breeding*, 40: 105-111.

Suso, M.J., M.T . Moreno, F. Mondragao-Rodrigues, and J.I. Cubero.1996. Reproductive biology of *Vicia faba*: Role of pollination conditions, *Field Crops Research*, 46: 81-91.

Terzopoulos, P.J., P.J. Kaltsikes and P.J. Bebeli. 2004 . Characterization of Greek populations of faba bean (*Vicia faba* L.) and their evaluation using a new parameter, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51: 655-662.

Terzopoulos, P.J., P.J. Kaltsikes, and P.J. Bebeli. 2003. Collection, evaluation and classification of Greek populations of faba bean (*Vicia faba* L.), *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50: 373-381.

Thomson B.D., Siddique K.H.M., Barr M.D., Wilson J.M. 1997, Grain legume species in low rainfall Mediterranean-Type Environments I. Phenology and seed yield, *Field Crops Research* 54: 173 - 187

Torres, A. M., B. Román, C. M. Avila, Z. Satovic, D. Rubiales, J. C. Sillero, J. I. Cubero and M. T. Moreno. 2006. Faba bean breeding for resistance against biotic stresses: Towards application of marker technology. *Euphytica*, 147: 67–80.

Veloso M. M., Mateus C. and Suso M. J. 2016, An overview of *Vicia faba* role in ecosystems sustainability and perspectives for its improvement, *Revista de Ciências Agrárias*, 39(4): 490-505

Xia M.Z. 1994, Effects of soil drought during the generative development phase of faba bean (*Vicia faba*) on photosynthetic characters and biomass production, *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 122, 67-72.

Xiang-Huan Cui, Fu-Shun Hao, Hui Chen, Jia Chen and Xue-Chen Wang (2008) Expression of the *Vicia faba* VfPIP1 gene in *Arabidopsis thaliana* plants improves their drought resistance, *Journal Plant Research* 121:207–214

Yitayih G. and Azmeraw Y. 2017, Adaptation of faba bean varieties for yield, for yield components and against faba bean gall (*Olpidium viciae* Kusano) disease in South Gondar, Ethiopia, *The Crop Journal* 5(6) : 560-566

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βλαχοστέργιος Δ., Μαυρομάτης Α., Ντότας Β. 2014, Βελτίωση και αξιοποίηση ποικιλιών ψυχανθών για χρήση ως ζωοτροφή υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, 8ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΛΙΒΑΔΙΑ – ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ: ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, Θεσσαλονίκη.

Παπακώστα- Τασοπούλου Δ., 2012 Ειδική Γεωργία -Σιτηρά και Ψυχανθή Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία σελίδες 533-548

Πατσή Α. 2012, Αποδόσεις και ποιοτικά χαρακτηριστικά του αυγού ορνίθων αυγοπαραγωγής στα σιτηρέσια των οποίων πραγματοποιήθηκε αντικατάσταση

σογιάλευρου με κτηνοτροφικό κουκί, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη

Σαρλής Γ., 1999 Συστηματική Βοτανική- Εφαρμογές Κορμοφύτων Αθήνα: Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, σελίδα 211-215

Τζάμος Ε. Κ., 2007 Φυτοπαθολογία Αθήνα: Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, σελίδα 341