

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής
και Αγροτικού Περιβάλλοντος
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου
Περιβάλλοντος

Θ. Δ. Κανελλοπούλου
Υπότροφος Ι.Κ.Υ.



**Φυσιολογία καλαμποκιού με παρουσία – απουσία
ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμών σε όψιμη σπορά**

ΒΟΛΟΣ 2007

Φυσιολογία καλαμποκιού με παρουσία – απουσία ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμών σε όψιμη σπορά

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών ως μερική υποχρέωση για την λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Κατεύθυνση “Βελτίωση Φυτών και Σύγχρονες Καλλιέργειες”

Συμβουλευτική Επιτροπή

Επιβλέπων

**Λόλας Πέτρος
Καθηγητής Ζιζανιολογίας
και Φυσιολογίας Π.Θ.**

Μέλος

**Τζώρτζιος Στέργιος
Καθηγητής
Βιομετρίας Π.Θ.**

Μέλος

**Μαυρομάτης Αθανάσιος
Λέκτορας Γενετικής και
Βελτίωσης φυτών Π.Θ.**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ως υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ.), οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στο ίδρυμα, για την οικονομική υποστήριξη κατά το διάστημα των σπουδών μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον επιβλέποντα Καθηγητή Ζιζανιολογίας και Φυσιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Λόλα Π., για την υπόδειξη του θέματος, τη βοήθεια και την πολύτιμη καθοδήγησή του στην πραγματοποίηση του πειράματος και στη συγγραφή της διατριβής.

Ευχαριστίες εκφράζονται και στα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, τον κ. Τζώρτζιο Σ., Καθηγητή Βιομετρίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τον κ. Μαυρομάτη Α., Λέκτορα Γενετικής και Βελτίωσης φυτών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις χρήσιμες υποδείξεις και διορθώσεις της μεταπτυχιακής διατριβής κατά την ανάγνωση και εξέτασή της.

Πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στο προσωπικό του εργαστηρίου Ζιζανιολογίας και στον κ. Σουίπα Σπύρο, υπεύθυνο γεωπόνο του αγροκτήματος του Π.Θ., για την βοήθειά τους στην διεξαγωγή του πειράματος.

Θα ήταν παράληψη να μην ευχαριστήσω τους πολύ καλούς μου φίλους για την συμπαράσταση και την βοήθεια που μου προσέφεραν.

Ευχαριστώ ολόψυχα την οικογένειά μου για την αμέριστη ηθική και οικονομική τους στήριξη στη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έγινε πείραμα αγρού για να μελετηθεί η επίδραση του χρόνου παρουσίας και απουσίας ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμών στην φυσιολογία του καλαμποκιού, σε όψιμη σπορά (19-5-2005), στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο το 2005. Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB) με τρεις επαναλήψεις για κάθε επέμβαση. Οι δεκατρείς επεμβάσεις ήταν: απουσία ζιζανίων για 0, 1, 3, 5, 7, 9 εβδομάδες από το φύτευμα και μεταξύ 4 έως 6 εβδομάδων από το φύτευμα που ακολουθούνταν από παρουσία ζιζανίων για την υπόλοιπη καλλιεργητική περίοδο και παρουσία ζιζανίων για 0, 1, 3, 5, 7 εβδομάδες από το φύτευμα και μεταξύ 4 έως 6 εβδομάδων από το φύτευμα που ακολουθούνταν από απομάκρυνση των ζιζανίων.

Οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν ήταν: **1)** το είδος και πυκνότητα ζιζανίων στις 1, 3, 5, 7 εβδομάδες από το φύτευμα, **2)** το ξηρό βάρος υπόγειου και υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στα στάδια 6 και 10 φύλλων (V6, V10) και στην εμφάνιση της ταξιανθίας (R1), **3)** ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) στα στάδια V6, V8 και R1, **4)** το ύψος φυτών στα στάδια V4, V6, V10 και R1, **5)** η χλωροφύλλη στα στάδια V4, V8 και R1, **6)** η απόδοση της καλλιέργειας(kg/στρ.).

Βρέθηκε ότι η σύνθεση του ζιζανιοπληθυσμού ήταν σχετικά παρόμοια σε όλες τις επεμβάσεις και σε όλες τις επαναλήψεις. Τα επικρατέστερα ζιζάνια με το ποσοστό παρουσίας τους ήταν: βλήτο (*Amarathus spp.*) 43%, αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*) 13%, περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) 12%, λουβουδιά

(*Chenopodium album*) 11%, αγριάδα (*Cynodon dactylon*) 7%, γλιστρίδα (*Portulaca oleracea*) 3%, ηλιοτρόπιο (*Heliotropium spp.*) 3%, τριβόλι (*Tribulus terrestris*) 3%.

Το ξηρό βάρος του υπέργειου και υπόγειου μέρους περιορίστηκε σημαντικά όπου υπήρχε παρουσία των ζιζανίων για περισσότερες από τρεις εβδομάδες από το φύτευμα. Αντίθετα, όπου το καλαμπόκι μεγάλωνε χωρίς την παρουσία ζιζανιοπληθυσμού τις πρώτες πέντε – επτά εβδομάδες από το φύτευμα δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του ξηρού βάρους.

Μείωση στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.) παρατηρήθηκε με παρουσία των ζιζανίων για περισσότερες από μία εβδομάδες και με απουσία έως και πέντε εβδομάδες από το φύτευμα και μετά παρουσία.

Το ύψος του καλαμποκιού δεν επηρεάστηκε αρνητικά από την παρουσία του ζιζανιοπληθυσμού έως και τρεις εβδομάδες από το φύτευμα και από την απουσία ζιζανίων για επτά και πλέον εβδομάδες.

Η χλωροφύλλη παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα με παρουσία του ζιζανιοπληθυσμού έως και τρεις εβδομάδες και με απουσία για τις πρώτες πέντε εβδομάδες από το φύτευμα και μετά παρουσία.

Η απόδοση δεν μειώθηκε σημαντικά όπου η παρουσία του ζιζανιοπληθυσμού δεν ξεπέρασε τις τρεις εβδομάδες από το φύτευμα και όπου τα ζιζάνια απομακρύνονταν για τουλάχιστον επτά εβδομάδες από το φύτευμα.

Όπου το καλαμπόκι μεγάλωνε με απουσία του ζιζανιοπληθυσμού στο διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων από το φύτευμα, οι τιμές για το σύνολο σχεδόν των παρατηρήσεων, δεν διέφεραν σημαντικά από εκείνες του μάρτυρα

παρουσίας ζιζανίων για μηδέν εβδομάδες. Αντίθετα, με παρουσία των ζιζανίων στο διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων από το φύτευμα μειώθηκαν σημαντικά τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν.

Γενικά, βρέθηκε ότι τα χαρακτηριστικά του καλαμποκιού που μετρήθηκαν δεν επηρεάστηκαν στις περιπτώσεις όπου ο ελάχιστος χρόνος απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού ήταν έξι-επτά εβδομάδες από το φύτευμα και ο μέγιστος χρόνος παρουσίας, οι τρεις εβδομάδες από το φύτευμα. Τα αποτελέσματα αυτά, δείχνουν ότι η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού του ζιζανιοπληθυσμού στο πείραμα ήταν το διάστημα μεταξύ των τριών έως τεσσάρων και έξι έως επτά εβδομάδων από το φύτευμα του καλαμποκιού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2.	ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	3
2.1.	Καταγωγή	3
2.2.	Ταξινόμηση	4
2.3.	Σημασία για την Ελλάδα	4
2.4.	Κυριότερες χώρες παραγωγής και διεθνείς τάσεις ...	5
3.	ΣΗΜΑΣΙΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	7
3.1.	Ζιζάνια	7
3.2.	Ζημίες από τα ζιζάνια	7
3.3.	Ωφέλειες από τα ζιζάνια	12
3.4.	Επίδραση των ζιζανίων στην καλλιέργεια του καλαμποκιού	13
4.	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	19
4.1.	Ξένα δεδομένα	19
4.1.1.	Ανταγωνισμός ζιζανίων	19
4.1.2.	Κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού	28
4.2.	Ελληνικά δεδομένα	35
4.2.1.	Ανταγωνισμός ζιζανίων	35
4.2.2.	Κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού	39
5.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	46
5.1.	Σχεδιασμός του πειράματος	46
5.2.	Συνθήκες περιβάλλοντος	47

	Σελ.
5.3. Παρατηρήσεις	48
5.4. Στατιστική ανάλυση	51
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	52
6.1. Είδη και ποσοστά ζιζανίων του ζιζανιοπληθυσμού..	52
6.2. Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους καλαμποκιού	53
6.2.1. Στάδιο V6	53
6.2.2. Στάδιο V10	54
6.2.3. Στάδιο R1.....	55
6.3. Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και ξηρό βάρος υπόγειου μέρους καλαμποκιού	57
6.3.1. Στάδιο V6	57
6.3.2. Στάδιο V10	57
6.3.3. Στάδιο R1	58
6.4. Χρόνος παρουσίας- απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και δείκτης φυλλικής επιφάνειας (L.A.I)	60
6.4.1. Στάδιο V6	60
6.4.2. Στάδιο V8	60
6.4.3. Στάδιο R1	62
6.5. Χρόνος παρουσίας- απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και ύψος του καλαμποκιού	63
6.5.1. Στάδιο V4	63
6.5.2. Στάδιο V6	64
6.5.3. Στάδιο V10	64
6.5.4. Στάδιο R1	65

6.6. Χρόνος παρουσίας- απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και χλωροφύλλη (SPAD)	67
6.6.1. Στάδιο V4	67
6.6.2. Στάδιο V6	68
6.6.3. Στάδιο V8	68
6.6.4. Στάδιο R1	69
6.7. Χρόνος παρουσίας- απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και απόδοση καλαμποκιού	71
6.7.1. Απόδοση καλαμποκιού και χρόνος απουσίας των ζιζανίων	71
6.7.2. Απόδοση καλαμποκιού και χρόνος παρουσίας των ζιζανίων	72
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	74
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλλιέργεια του καλαμποκιού, όπως σχεδόν κάθε καλλιέργεια, επηρεάζεται δυσμενώς από την παρουσία ζιζανίων τα οποία αν δεν ελεγχθούν οδηγούν σε μεγάλη ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση.

Ο έλεγχος των ζιζανίων περιλαμβάνει διάφορες μεθόδους όπως προληπτικές (καθαρός σπόρος), καλλιεργητικές (εποχή σποράς, λίπανση, αμειψισπορά κ.α.), φυσικές και μηχανικές (σκαλίσματα, οργώματα, ηλιοθέρμανση κ.τ.λ.) βιολογικές και χημικές (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 1991, Λόλας, 2003).

Η γνώση των ωφελειών των ζιζανίων εκτός των αρνητικών επιπτώσεων τους στον άνθρωπο και στη φύση οδηγεί σε μια σφαιρικότερη αντίληψη της σημασίας τους και τη λογική αντιμετώπισης τους.

Η νέα λογική αντιμετώπισης προωθείται στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης ζιζανίων (ΟΑΖ). Η ΟΑΖ έχει ως βασική αρχή την συνδυασμένη αντιμετώπιση με σκοπό τον έλεγχο των ζιζανίων για την εξασφάλιση της γεωργικής παραγωγής και τον σεβασμό στο περιβάλλον. Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εξετάζει εκτός των άλλων και την κρίσιμη περίοδο παρουσίας των ζιζανίων στην καλλιέργεια.

Η κρίσιμη περίοδος αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα μεταξύ της μέγιστης διάρκειας χρόνου παραμονής των ζιζανίων που δεν επιδρά στην απόδοση της καλλιέργειας και του μέγιστου διαστήματος απουσίας που είναι αναγκαίο για αποφυγή των απωλειών στην απόδοση από τα ζιζάνια (Λόλας ,2003).

Το χρονικό αυτό διάστημα εξαρτάται από το είδος και την πυκνότητα των ζιζανίων και του καλαμποκιού που διαμορφώνουν τον μεταξύ τους ανταγωνισμό. Την κρίσιμη περίοδο

συνδιαμορφώνουν οι κλιματικές και εδαφικές συνθήκες, το χρησιμοποιούμενο υβρίδιο καλαμποκιού καθώς και ο χρόνος εμφάνισης των ζιζανίων(Ελευθεροχωρινός ,1996).

Η διεθνής βιβλιογραφία είναι πλούσια σε έρευνες μελέτης της κρίσιμου περιόδου στο καλαμπόκι και σε πληθώρα καλλιεργειών. Στην ελληνική βιβλιογραφία ο τομέας αυτός της έρευνας είναι περιορισμένος παρόλο που θα μπορούσε να προωθήσει την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ζιζανίων σε μια βάση δεδομένων προσαρμοσμένη στις ελληνικές συνθήκες.

Σκοπός της εργασίας ήταν, η μελέτη της επίδρασης της παρουσίας – απουσίας ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμών στη φυσιολογία και ο προσδιορισμός της κρίσιμης περιόδου, στην αύξηση και ανάπτυξη του καλαμποκιού σε όψιμη σπορά.

2. ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

2.1. Καταγωγή

Υπάρχουν διάφορες θεωρίες σχετικά με την προέλευση του καλαμποκιού. Από αυτές, εκείνες που αποδίδουν στο φυτό ασιατική ή αφρικανική καταγωγή στερούνται γενικά επαρκών αποδείξεων σε σύγκριση με τις θεωρίες που υποστηρίζουν την αμερικάνικη προέλευση του καλαμποκιού. Έτσι, σήμερα μπορεί να θεωρηθεί ότι το είδος είναι αμερικάνικης προέλευσης. Η αρχική του κοιτίδα εντοπίζεται στην περιοχή μεταξύ του κεντρικού Μεξικού και της χερσονήσου Γιουκατάν (σημερινή Ονδούρα) όπου και έχουν βρεθεί από αρχαιολογικές έρευνες σε σπήλαια φυτικά υπολείμματα που καλύπτουν μια περίοδο από το 5200 π.Χ. μέχρι το 1536 μ.Χ. (Mangelsdorf *et al.*, 1964). Τα υπολείμματα αυτά ξεκινούν από το άγριο καλαμπόκι (5200-3400 π.Χ.) και φθάνουν εξελικτικά μέχρι ποικιλίες που ακόμα και σήμερα καλλιεργούνται στο Μεξικό. Από το Μεξικό, η καλλιέργεια του καλαμποκιού διαδόθηκε στην κεντρική και νότια Αμερική όπου και στήριξε μεγάλους πολιτισμούς, όπως των Αζτέκων (Μεξικό), των Μάγιας (Γιουκατάν) και των Ίνκας (Περού, Βολιβία, Ισημερινό).

Η πρώτη επαφή του Δυτικού πολιτισμού με το καλαμπόκι έγινε με τον Κολόμβο στην Κούβα το 1492 και δείγματα από το νέο φυτικό είδος προσκομίσθηκαν στην Ευρώπη το 1492 ή 1494. Η εισαγωγή του στην καλλιέργεια πρέπει να έγινε στις αρχές του 16^{ου} αιώνα, αν ληφθεί υπόψη ότι ήδη το 1532 καλλιεργείται στην Ιταλία, και στη συνέχεια εξαπλώθηκε ταχύτατα σε όλη την Ευρώπη, την Αφρική και τη Μέση Ανατολή για να φθάσει στην Κίνα και τις Φιλιππίνες μέχρι το 1575. Στην Ελλάδα πρέπει να έφθασε γύρω στο 1600, πιθανότατα μέσω της Β. Αφρικής, από

όπου και έλαβε την ονομασία αραβόσιτος= αραβικός σίτος (Καραμάνος, 1991).

2.2. Ταξινόμηση

Ανήκει στην οικογένεια *Poaceae*, υποοικογένεια *Maydeae* που περιλαμβάνει οκτώ γένη ένα από τα οποία είναι το *Zea* όπου ανήκει το καλλιεργούμενο καλαμπόκι *Zea mays L.* Το *Zea mays*, έχει 7 τύπους: ντυμένος, μικρόκοκκος, σκληρός, οδοντόμορφος, αμυλώδης, ζαχαρώδης, κηρώδης αραβόσιτος (Γαλανοπούλου-Σένδουκα, 1999).

2.3. Σημασία για την Ελλάδα

Το καλαμπόκι ή αραβόσιτος αποτελεί για την Ελλάδα το σπουδαιότερο εαρινό σιτηρό. Η καλλιεργούμενη έκταση είναι πάνω από 2 εκ. στρέμματα και η απόδοση υπερβαίνει τα 1000kg/στρ. Γενικά, η μέση στρεμματική απόδοση κυμαίνεται από 300 kg/στρ. έως 1800 kg/στρ.

Καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό και δευτερευόντως για το χόρτο χλωρό ή ενσιρωμένο. Το χλωρό χόρτο περιέχει περίπου 2% πρωτεΐνες, 1% λίπος, 1,5% υδατάνθρακες, 6% κυτταρίνη και το ξηρό αντίστοιχα:6, 1.5, 45, 30%. Ο καρπός του καλαμποκιού αποτελείται από περικάρπιο 6%, έμβρυο 12% και ενδοσπέρμιο 82%. Από τον σπόρο παίρνουμε άμυλο, υδατάνθρακες, λάδι και τα τελευταία χρόνια το άζωτο του καλαμποκιού. Τέλος αποτελεί φυτό βιοενέργειας (Γαλανοπούλου - Σένδουκα, 1999).

Με βάση τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος (sites 1,2,3) η καλλιεργούμενη έκταση του καλαμποκιού παρουσιάζει ανοδική τάση. Από 1.731.000 στρ. που καλλιεργούνταν το 1995 οδηγηθήκαμε σε 2.442.000 στρ. το 2004.

Ενδεικτικό του ρυθμού επέκτασης της καλλιέργειας είναι το ποσοστό αύξησης της έκτασης ανά έτος σε διάφορες χρονικές περιόδους. Έτσι για το 1996 σε σχέση με το 1995 είχαμε αύξηση 20,2%, το 1997/1996 αύξηση 1,2%, το 2002/2001 4,8%, 2003/2002 8,9% και το 2004/2003 1,8%.

Σύμφωνα με στοιχεία της παραγωγής των κυριότερων γεωργικών-κτηνοτροφικών προϊόντων για το έτος 2002 επίσης από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (site 4), διαπιστώνεται η συμβολή του καλαμποκιού στην συνολική παραγωγή σιτηρών για καρπό, που προσεγγίζει το 45%. Η παραγωγή το 2002 ήταν 2.163 χιλιάδες τόνοι, σημειώνοντας άνοδο σε σχέση με το 2001 της τάξης του 6,3%.

2.4. Κυριότερες χώρες παραγωγής και διεθνείς τάσεις

Η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα είναι οι Η.Π.Α, ακολουθούμενη από Κίνα, Βραζιλία, Μεξικό και Αργεντινή (Πίν. 1). Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης η Γαλλία κατέχει την πρώτη θέση (σε παγκόσμιο επίπεδο 7^η). Στην Ελλάδα η παραγωγή το 2003 προσέγγισε τους 2.205.700 τόνους.(Πίν. 2) Η τάσεις της καλλιέργειας σε διεθνές επίπεδο είναι γενικά αυξητικές όπως φαίνεται στους πίνακες 1 και 2 (site 5).

Πίνακας 1. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής καλαμποκιού και η παραγωγή τους κατά τα έτη 1995,2000,2003

Χώρα	Έτος		
	1995	2000	2003
	Παραγωγή(τόνοι)		
Η.Π.Α	187.968.992	251.854.000	256.904.560
Κίνα	112.361.571	106.178.315	114.175.000
Βραζιλία	36.266.952	31.879.392	47.809.300
Μεξικό	18.352.856	17.556.900	19.652.416
Αργεντινή	11.404.041	16.781.400	15.040.000
Ινδία	9.534.000	12.043.200	14.800.000
Γαλλία	12.739.600	16.018.353	11.898.000
Ν. Αφρική	4.866.000	11.431.183	9.714.254
Καναδάς	7.270.900	6.953.700	9.587.300
Ιταλία	8.454.200	10.137.500	8.978.180

Πίνακας 2. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής καλαμποκιού στην Ε.Ε και η παραγωγή τους κατά τα έτη 1995,2000,2003

Χώρα	Έτος		
	1995	2000	2003
	Παραγωγή(τόνοι)		
Γαλλία	12.739.600	16.018.353	11.898.000
Ιταλία	8.454.200	10.137.500	8.978.180
Ισπανία	2.590.400	3.991.752	4.300.800
Γερμανία	2.394.565	3.324.018	3.415.000
Ελλάδα	1.838.779	2.037.500	2.205.700
Αυστρία	1.473.662	1.851.651	1.452.054

3. ΣΗΜΑΣΙΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

3.1. Ζιζάνια

Με την ευρύτερη έννοια ο όρος ζιζάνιο αναφέρεται σε «κάθε φυτό που αναπτύσσεται εκεί όπου και όταν δεν είναι επιθυμητό». Επομένως, σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, όλα τα φυτά (καλλιεργούμενα ή αυτοφυή) μπορούν να γίνουν ζιζάνια όταν αναπτυχθούν σε χώρους και χρονικά διαστήματα που ο άνθρωπος επιθυμεί άλλα φυτά ή δεν επιθυμεί κανένα φυτό(δρόμοι, γραμμές τρένων, βιομηχανικοί χώροι, αποστραγγιστικά και αρδευτικά κανάλια)(Ελευθεροχωρινός ,2002).

Εάν και πότε ένα φυτό είναι ζιζάνιο εξαρτάται από το πώς επηρεάζει την χρησιμοποίηση του αγροοικοσυστήματος από τον άνθρωπο. Η ζιζανιολογία σήμερα δέχεται όχι μόνο τον συμβατικό αλλά και τον οικολογικό ορισμό ότι «ζιζάνια είναι όσα φυτά η χρησιμότητά τους δεν είναι ακόμα καλά γνωστή στον άνθρωπο» (Λόλας, 2003).

3.2. Ζημιές από τα ζιζάνια

Οι ζημιές που προκαλούν τα ζιζάνια δεν περιορίζονται μόνο στα καλλιεργούμενα φυτά, αλλά επεκτείνονται στα φυσικά λιβάδια (εξάπλωση δηλητηριωδών ζιζανίων ή ζιζανίων με ασήμαντη θρεπτική αξία), στον άνθρωπο (αλλεργίες, δηλητηριάσεις) και στα ζώα (δηλητηριάσεις). Όμως τη μεγαλύτερη σπουδαιότητα έχουν οι ζημιές που προκαλούν τα ζιζάνια στα καλλιεργούμενα φυτά, επειδή σχετίζονται με τη μείωση των αποδόσεων και τη χειροτέρευση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων τους (Ελευθεροχωρινός ,2002).

Τα ζιζάνια μπορούν να προξενήσουν αν δεν ελεγχθούν σημαντικές ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά. Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί συνολικά περισσότερα από 150 είδη ζιζανίων.

Τα κυριότερα προβλήματα που προκαλούν στις καλλιέργειες είναι: α) η μείωση των αποδόσεων, β) η αλληλοπάθεια, γ) η χειροτέρευση της ποιότητας, δ) η αύξηση του κόστους παραγωγής, ε) η αναποτελεσματική χρησιμοποίηση γης και εργατικών χεριών και στ) η διευκόλυνση των προσβολών από έντομα και ασθένειες (Λόλας, 2003).

Η μεγαλύτερη ζημιά που προκαλούν τα ζιζάνια στις διάφορες καλλιέργειες προέρχεται κυρίως από τον ανταγωνισμό με τα καλλιεργούμενα φυτά για χώρο, φως, θρεπτικά στοιχεία και νερό. Τα διεθνή δεδομένα δείχνουν ότι η έκταση της ζημιάς των καλλιεργούμενων φυτών, εξαιτίας του ανταγωνισμού των ζιζανίων, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες οι σπουδαιότεροι από τους οποίους είναι 1) το είδος των ζιζανίων, 2) η πυκνότητα των ζιζανίων, 3) η ομοιομορφία κατανομής των ζιζανίων, 4) ο χρόνος εμφάνισης και παραμονής των ζιζανίων, 5) το είδος του καλλιεργούμενου φυτού, 6) η ποικιλία ή το υβρίδιο του καλλιεργούμενου φυτού, 7) η πυκνότητα του καλλιεργούμενου φυτού, 8) ο τύπος του εδάφους και 9) η λίπανση και η άρδευση (Ελευθεροχωρινός, 2002, Λόλας, 2003).

Η διαφορά στη μείωση της απόδοσης ενός καλλιεργούμενου φυτού από τα διάφορα είδη ζιζανίων, όταν οι άλλοι παράγοντες ανταγωνισμού είναι σταθεροί, οφείλεται κυρίως στο διαφορετικό ρυθμό και τρόπο ανάπτυξης του κάθε είδους που έχει ως συνέπεια τη διαφορετική ανταγωνιστική ικανότητα έναντι του καλλιεργούμενου φυτού (Anderson, 1996 Mortimer, 1990).

Διάφορα πειράματα ανταγωνισμού μεταξύ καλλιεργούμενων φυτών και διαφόρων πυκνοτήτων ζιζανίων έδειξαν ότι η αύξηση της πυκνότητας μέχρι ενός σημείου (ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας και του ζιζανίου) είχε ως συνέπεια τη γραμμική μείωση της απόδοσης, ενώ η επιπλέον αύξησή της δεν προκαλούσε την αναμενόμενη ανάλογη μείωση στην απόδοση. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι τα περισσότερα ζιζάνια όταν απαντώνται σε μεγάλες πυκνότητες αναπτύσσουν έντονο ανταγωνισμό και μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ανταγωνιστική τους ικανότητα (κατά φυτό) έναντι της καλλιέργειας (Ελευθεροχωρινός, 2002).

Ομοιόμορφη κατανομή του ζιζανιοπληθυσμού σε όλη την έκταση μειώνει περισσότερο την απόδοση από ότι περιορισμός του ζιζανιοπληθυσμού σε μικρή έκταση με μεγάλη πυκνότητα.

Υπάρχει μια χρονική περίοδος στο βιολογικό κύκλο μιας καλλιέργειας κατά την οποία η παρουσία των ζιζανίων θα προξενήσει σημαντική επίδραση στην καλλιέργεια. Η περίοδος αυτή είναι γνωστή ως **κρίσιμη περίοδος** και γενικά είναι μεταξύ 3-8, ή 10-12 εβδομάδες από το φύτευμα ή την μεταφύτευση, ανάλογα με την καλλιέργεια και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (Λόλας, 2003).

Πειράματα ανταγωνισμού μεταξύ διαφόρων ειδών καλλιεργούμενων φυτών και ενός ζιζανίου έδειξαν ότι μερικά είδη αντέχουν περισσότερο στον ανταγωνισμό του ζιζανίου από ότι άλλα (Zimdahl, 1980· Zimdahl, 1993· Dhima and Eleftherohorinos, 2001). Αυτό οφείλεται στο ότι τα ανταγωνιστικότερα είδη έχουν ταχύτερο ρυθμό ανάπτυξης απ' ότι τα λιγότερο ανταγωνιστικά, με αποτέλεσμα να διαφεύγουν τον ανταγωνισμό του ζιζανίου στην

κρίσιμη περίοδο που είναι καθοριστική για την μείωση της απόδοσης (Ελευθεροχωρινός,2002).

Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι μεταξύ των ποικιλιών ή των υβριδίων ενός καλλιεργούμενου φυτού υπάρχει διαφορά στην ανταγωνιστική τους ικανότητα έναντι των ζιζανίων και αυτό οφείλεται σε λόγους ίδιους με εκείνους που προαναφέρθηκαν για την διαφορετική ανταγωνιστική ικανότητα μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών (Dhima κ.ά., 2001).

Η αύξηση της πυκνότητας του καλλιεργούμενου φυτού (μέχρι του σημείου που αρχίζει ο ανταγωνισμός και μεταξύ των φυτών του ίδιου είδους) αυξάνει την ανταγωνιστική τους ικανότητα έναντι των ζιζανίων και περιορίζει στο ελάχιστο τη μείωση της απόδοσης. Αυτό συμβαίνει επειδή με την αύξηση της πυκνότητας περιορίζεται η ανάπτυξη των ζιζανίων που φυτρώνουν αργότερα και μικραίνει η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού (Ελευθεροχωρινός,2002).

Τα περισσότερα ζιζάνια γίνονται πιο ανταγωνιστικά στα καλλιεργούμενα φυτά και μειώνουν περισσότερο την απόδοση τους εκεί όπου οι συνθήκες γονιμότητας του εδάφους είναι ευνοϊκότερες για την ανάπτυξη τους (Zimdahl, 1980· Zimdahl, 1993).

Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι η λίπανση με άζωτο και η άρδευση καθιστούν τα περισσότερα ζιζάνια πιο ανταγωνιστικά με αποτέλεσμα να προκαλούν μεγαλύτερη μείωση στην απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών (Zimdahl, 1980· Zimdahl, 1993).

Τα ζιζάνια μειώνουν τις αποδόσεις όχι μόνο με το να ανταγωνίζονται τις καλλιέργειες για θρεπτικά στοιχεία, υγρασία, CO₂, φως και χώρο αλλά και με την αλληλοπάθεια που πολλά ζιζάνια –όχι όλα- παρουσιάζουν για μια ή περισσότερες

καλλιέργειες. Η αλληλοπάθεια είναι η από μέρους ενός φυτού προσθήκη στο περιβάλλον του ενός ή περισσότερων χημικών ουσιών που παρεμποδίζουν ή θα παρεμποδίσουν την κανονική αύξηση-ανάπτυξη ενός άλλου φυτού στο ίδιο περιβάλλον. Η αλληλεπίδραση μεταξύ ζιζανίων- καλλιέργειας μπορεί να είναι συνδυασμός ανταγωνισμού και αλληλοπάθειας ή μόνο το ένα από τα προηγούμενα (Λόλας, 2003).

Τα ζιζάνια δεν μειώνουν μόνο τις αποδόσεις αλλά οδηγούν και σε χειροτέρευση της ποιότητας. Έτσι η παρουσία ζιζανίων στον καπνό οδηγεί σε μικρά κακοσχηματισμένα φύλλα με ανισόρροπη αναλογία των χημικών συστατικών που καθορίζουν την ποιότητα (Λόλας, 2003). Άλλο παράδειγμα αρνητικής επίδρασης στην ποιότητα είναι η παρουσία ήρας στο σιτάρι που αν δεν απομακρυνθεί επειδή είναι δηλητηριώδης θα δώσει ακατάλληλο αλεύρι.

Το κόστος παραγωγής αυξάνεται εφόσον απαιτούνται καλλιεργητικές φροντίδες ελέγχου των ζιζανίων και δυσκολίες στην συγκομιδή.

Χωράφια με έντονη προσβολή από ζιζάνια δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά και η απόδοση των εργατών σε αυτά τα χωράφια είναι περιορισμένη.

Τα ζιζάνια αποτελούν ξενιστές εντόμων και ασθενειών και αν δεν ελεγχθούν θα οδηγήσουν σε προσβολή της καλλιέργειας η οποία θα υποβαθμίσει την ποιότητα, θα μειώσει την ποσότητα και θα αυξήσει το κόστος παραγωγής για την αντιμετώπιση των προσβολών, η οποία αν γίνει με χημικά μέσα θα επιβαρύνει και το περιβάλλον (Λόλας, 2003).

3.3. Ωφέλειες από τα ζιζάνια

Με όσα αναφέρθηκαν είναι πιθανό να δημιουργηθεί μια αντίληψη ότι τα ζιζάνια είναι μόνο επιζήμια και πρέπει να καταστρέφονται. Αυτή η αντίληψη για τα ζιζάνια καθώς και τον τρόπο που πρέπει να αντιμετωπίζονται ανατρέπεται αν ληφθούν υπόψη οι ωφέλειες από αυτά.

Καταρχήν η διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας αποτελεί κύριο μέλημα αφού η εξαφάνιση ενός είδους, και στην προκειμένη περίπτωση ενός ζιζανίου, θα οδηγούσε σε σπάσιμο της τροφικής αλυσίδας, γεγονός που θα προκαλούσε προβλήματα που είναι δύσκολο να προβλεφθούν οι συνέπειες τους και να επαναφερθεί η ισορροπία.

Τα ζιζάνια επιπλέον είναι ωφέλημα αφού προστατεύουν το έδαφος από την διάβρωση και διαφυλάσσουν την γονιμότητα του. Έτσι, σε περιπτώσεις αγρανάπαυσης και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις τα ζιζάνια περιορίζουν την διαβρωτική επίδραση του νερού και των ανέμων και επιπλέον δεσμεύουν υγρασία και θρεπτικά στοιχεία που θα χάνονταν και πιθανώς να δημιουργούσαν φαινόμενα ευτροφισμού σε λίμνες και θάλασσες.

Η ανάγκη γενετικής βελτίωσης των φυτών και δημιουργίας ανθεκτικών ποικιλιών απαιτεί την διαφύλαξη της γενετικής παραλλακτικότητας και των πηγών γενετικού υλικού. Τα ζιζάνια αποτελούν μια πολύ πλούσια πηγή γονιδίων.

Πολλά ζιζάνια έχουν χρησιμοποιηθεί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον σαν καλλιεργούμενα ή για την δημιουργία καλλιεργούμενων φυτών.

Παράλληλα η χρήση τους στην ανθοκομία ή άλλες μελλοντικές χρήσεις, αποτελεί μία προοπτική με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Επιπλέον υπάρχει και σημαντική συμβολή ορισμένων

συνηθισμένων και πολύ επιζήμιων στην γεωργία ζιζανίων στην μελισσοκομία (π.χ τριβόλι, πολυκόμπι κ.α). Μερικά ζιζάνια και γενικότερα φυτικά είδη είναι περιζήτητα σαν φαρμακευτικά φυτά (π.χ τάτουλας) ενώ άλλα σαν αρωματικά φυτά (π.χ χαμομήλι, μέντα) έχουν ιδιαίτερο πρακτικό ενδιαφέρον (Λόλας, 2003).

Μια ακόμη νεοφανής ωφέλεια των ζιζανίων είναι η χρήση ορισμένων από αυτά για την αποκατάσταση εδαφών καθώς και επιφανειακών-υπόγειων υδάτων επιβαρυσμένων με ζιζανιοκτόνα, βαρέα μέταλλα και άλλους ανόργανους και οργανικούς περιβαλλοντικούς ρύπους. Αυτή η χρήση των ζιζανίων είναι γνωστή ως φυτοαποκατάσταση (Λόλας, 2003).

Η φυτοαποκατάσταση ορίζεται σαν κάθε σύστημα στο οποίο χρησιμοποιούνται φυτά είτε για τη μείωση και/ή το μηδενισμό των περιβαλλοντολογικών ρύπων σε εδάφη, ιζήματα ή νερά, είτε για να τους καταστήσουν ακίνδυνους (Λόλας, 2003).

3.4. Επίδραση των ζιζανίων στην καλλιέργεια του καλαμποκιού

Η επίδραση των ζιζανίων στην καλλιέργεια του καλαμποκιού ακολουθεί όσα προαναφέρθηκαν και η μείωση των αποδόσεων μπορεί να φθάσει μέχρι και 93%. Είναι συνήθως δύσκολο, έως αδύνατο, να καθοριστεί η σειρά σπουδαιότητας των παραγόντων ανταγωνισμού (νερό, θρεπτικά στοιχεία, φως, χώρος), καθώς επίσης η συμβολή του ανταγωνισμού και της αλληλοπάθειας των ζιζανίων στη μείωση της απόδοσης του καλαμποκιού. Φαίνεται πάντως ότι ο ανταγωνισμός για το νερό είναι σπουδαιότερος από εκείνον για θρεπτικά στοιχεία, ενώ ο ανταγωνισμός σε σχέση με την αλληλοπάθεια είναι πιο καθοριστικός. Βέβαια, εκτός της ανταγωνιστικής και αλληλοπαθητικής δράσης η ύπαρξη ζιζανίων

με ρόλο ξενιστή παθογόνων και εντόμων οδηγεί σε προσβολές με μεγαλύτερη έκταση και ένταση που είναι πιο δύσκολο να ελεγχθούν. Επίσης, η παρουσία χονδροστέλεχων ή χλωρών ζιζανίων δημιουργεί προβλήματα κατά την μηχανική συγκομιδή, αυξάνει την υγρασία και χειροτερεύει την ποιότητα του συγκομιζόμενου προϊόντος.

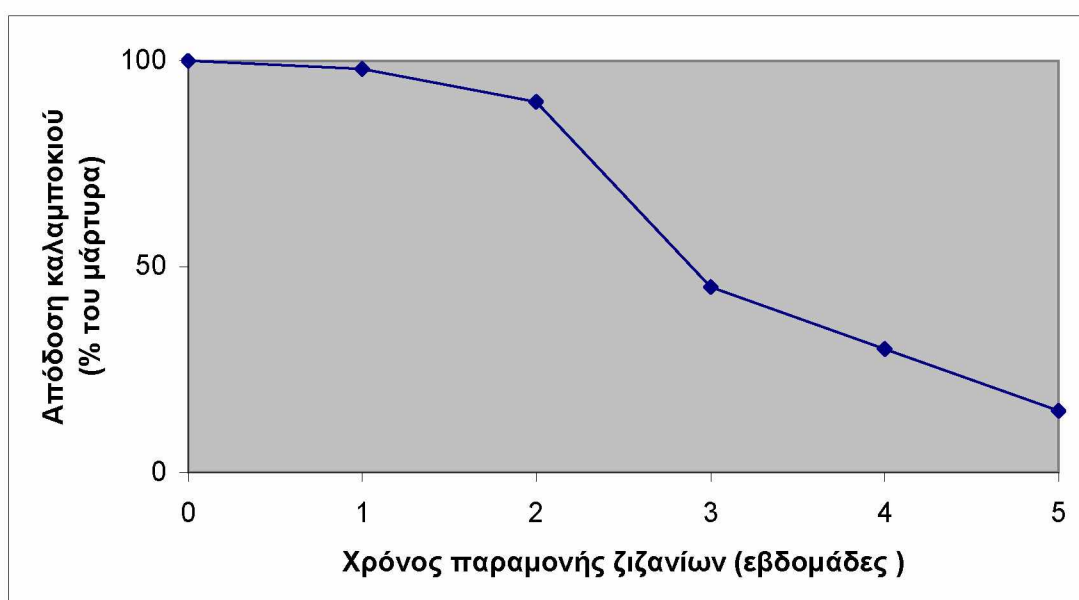
Οι παράγοντες ανταγωνισμού αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η ακριβής πρόβλεψη του μεγέθους της μείωσης της απόδοσης του καλαμποκιού λόγω των ζιζανίων. Διάφορα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν πρόσφατα, αν και προσεγγίζουν την λύση του προβλήματος σε μεγάλο βαθμό, δεν εφαρμόζονται ακόμη σε μεγάλη κλίμακα.

Από πειράματα που έγιναν στον Καναδά και στις Η.Π.Α από τους Sibuka και Bandeen (1980), για την επίδραση του είδους του ζιζανίου στην μείωση της απόδοσης του καλαμποκιού, βρέθηκε ότι η ανταγωνιστική ικανότητα του ζιζανίου *Chenopodium album* ήταν διπλάσια από της *Setaria viridis* αλλά η μισή από εκείνη του *Xanthium strumarium*.

Πειράματα ανταγωνισμού μεταξύ καλαμποκιού και διάφορων πυκνοτήτων των ζιζανίων σετάρια (*Setaria faberii*) ή τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*) έδειξαν ότι με την αύξηση της πυκνότητας των προαναφερθέντων ζιζανίων από 3 μέχρι 60 φυτά /m γραμμής της καλλιέργειας, η μείωση της απόδοσης ήταν γραμμική ενώ με την παραπέρα αύξηση της πυκνότητας, η μείωση της απόδοσης ήταν μικρότερη από αυτή που αναμενόταν. Η σχέση αυτή κατά των Zimdahl (1980), αναμένεται σχεδόν πάντοτε αφού τα περισσότερα ζιζάνια όταν απαντώνται σε μεγάλες πυκνότητες παρουσιάζουν μικρότερη ανταγωνιστική ικανότητα (κατά φυτό)

έναντι της καλλιέργειας επειδή αναπτύσσουν έντονο ανταγωνισμό και μεταξύ τους.

Διάφορες μελέτες σχετικά με την επίδραση του χρόνου εμφάνισης και παραμονής των ζιζανίων στην απόδοση του καλαμποκιού, έδειξαν ότι τα ζιζάνια που φυτρώνουν ταυτόχρονα με την καλλιέργεια ή σύντομα μετά από αυτή, προκαλούν τη μεγαλύτερη μείωση της απόδοσης αν στη συνέχεια δεν απομακρυνθούν ενώ τα ζιζάνια που φυτρώνουν 4-5 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας συνήθως δεν είναι ανταγωνιστικά και έχουν ελάχιστη επίδραση στην απόδοση της (Εικ.1) (Gleason, 1956).



Εικόνα 1. Απόδοση καλαμποκιού-χρόνος παραμονής ζιζανίων

Ανάλογα πειράματα έδειξαν ότι το καλαμπόκι αντέχει στην παρουσία ζιζανίων τις πρώτες δύο εβδομάδες μετά το φύτευμα και η απόδοση του δεν μειώνεται αν στη συνέχεια τα ζιζάνια απομακρυνθούν ενώ εάν αυτά παραμείνουν για 3, 4 ή 5 εβδομάδες τότε η απόδοση μπορεί να μειωθεί (ανάλογα με τα είδη

και την πυκνότητα των ζιζανίων) κατά 56, 73 και 84% αντίστοιχα (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 1991).

Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνουν αυτό που αναφέρεται από το Zimdahl ,R.L. (1980), ότι δηλαδή υπάρχει μια περίοδος στο καλαμπόκι, όπως και σε κάθε καλλιέργεια, κατά την οποία ο ανταγωνισμός από τα ζιζάνια είναι πολύ έντονος (κρίσιμη περίοδος). Η κρίσιμη περίοδος για το καλαμπόκι είναι 3^η-5^η εβδομάδα μετά το φύτευμα ή 3^η-6^η εβδομάδα.

Ένας άλλος παράγοντας ανταγωνισμού στο καλαμπόκι είναι το υβρίδιο που χρησιμοποιείται. Έτσι τα πρώιμα υβρίδια (μικρής βλαστικής περιόδου) αντέχουν περισσότερο τον ανταγωνισμό από τα όψιμα (μεγάλης βλαστικής περιόδου). Αυτό συμβαίνει λόγω του γρήγορου ρυθμού ανάπτυξης που κάνει τα πρώιμα υβρίδια ικανά να διαφεύγουν τον ανταγωνισμό των ζιζανίων κατά την κρίσιμη περίοδο.

Η πυκνότητα του καλαμποκιού καθορίζει την ανταγωνιστική ικανότητα σε σχέση με τον ζιζανιοπληθυσμό. Μεγαλύτερη πυκνότητα καλαμποκιού ανταγωνίζεται καλύτερα τα ζιζάνια και εξασφαλίζει μικρότερη μείωση στην απόδοση. Αυτό συμβαίνει στις περισσότερες γραμμικές καλλιέργειες, όπου με την αύξηση της πυκνότητας τους περιορίζεται η ανάπτυξη ζιζανίων που φυτρώνουν αργότερα και μικραίνει η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού.

Από τα θρεπτικά στοιχεία, το άζωτο και ο φώσφορος επηρεάζουν περισσότερο την ανταγωνιστική ικανότητα των ζιζανίων και του καλαμποκιού. Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι: η προσθήκη των στοιχείων αυτών καθιστά το καλαμπόκι πιο ανταγωνιστικό έναντι των ζιζανίων και εξασφαλίζει μικρότερη μείωση στην απόδοση του και η αντίδραση του καλαμποκιού στην

λίπανση περιορίζεται σημαντικά από τα ζιζάνια. Όσον αφορά την επίδραση των κλιματικών συνθηκών στην ανταγωνιστική ικανότητα καλαμποκιού και ζιζανίων, η μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας εξαιτίας του ανταγωνισμού των ζιζανίων διαφέρει τόσο μεταξύ των τοποθεσιών όσο και μεταξύ καλλιεργητικών περιόδων. Η διαφορά αυτή μπορεί να εξηγηθεί μόνο αν υποτεθεί ότι, εκτός από την πυκνότητα και το είδος των ζιζανίων, ο τύπος εδάφους και οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής επηρεάζουν την ανάπτυξη, την ανταγωνιστική ικανότητα και κατ' επέκταση τη μείωση της απόδοσης του καλαμποκιού (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 1991).

Τα πιο συνηθισμένα ζιζάνια του καλαμποκιού που υπάρχουν σχεδόν όπου καλλιεργείται στον κόσμο, ανήκουν στα γένη *Setaria*, *Echinochloa*, *Amarathus* και *Cyperus* (Behrens, 1979). Τα σπουδαιότερα ζιζάνια που απαντώνται στην Ελλάδα αναφέρονται στον πίνακα 3 (Λόλας, 1997).

Πίνακας 3. Σημαντικότερα ζιζάνια του καλαμποκιού στην Ελλάδα

1. Πλατύφυλλα ετήσια:

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Οικογένεια
Αγριοβαμβακιά	<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae
Αγριομελιτζάνα	<i>Xanthium strumarium</i>	Asteraceae
Αγριοτομάτα	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae
Αγριοσινάπι	<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicaceae
Βλήτα	<i>Amarathus spp.</i>	Amaranthaceae
Γλιστρίδα	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae
Λουβουδιά	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae
Αναρ. Πολύγωνο	<i>Bilderdykia connovulus</i>	Polygonaceae
Πολυκόμπι	<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae

Τάτουλας	<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae
----------	--------------------------	------------

2. Πλατύφυλλα πολυετή

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Οικογένεια
Κίρσιο	<i>Cirsium arvense</i>	Asteraceae
Περικοκλάδα	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae

3. Αγρωστώδη ετήσια

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Οικογένεια
Αιματόχορτο	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae
Μουχρίτσα	<i>Echinochloa crus-gali</i>	Poaceae
Σετάρειες	<i>Setaria spp</i>	Poaceae

4. Αγρωστώδη πολυετή

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Οικογένεια
Αγριάδα	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae
Βέλιουρας	<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae

5. Διάφορα

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Οικογένεια
Κύπερη	<i>Cyperus spp</i>	Cyperaceae

4. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

4.1. Ξένα δεδομένα

4.1.1. Ανταγωνισμός ζιζανίων

Γενικά

Τα φυτά για την κανονική αύξηση-ανάπτυξη τους χρειάζονται νερό, φως και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Σε διάφορα συστήματα καλλιέργειας στα οποία εμφανίζονται μαζί τα καλλιεργούμενα φυτά και τα ζιζάνια υπάρχει μεταξύ τους μεγάλος ανταγωνισμός για τους διαθέσιμους πόρους. Αποτέλεσμα του ανταγωνισμού είναι ο περιορισμός της κανονικής αύξησης-ανάπτυξης του φυτού, η μείωση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας καθώς επίσης και η υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος.

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και από την πείρα της καθημερινότητας έχει διαπιστωθεί ότι για την μεγιστοποίηση της παραγωγής ο χρόνος απομάκρυνσης των ζιζανίων έχει ιδιαίτερη σημασία. Ο ανταγωνισμός των ζιζανίων στην καλλιέργεια αρχίζει να υφίσταται μόνο από εκείνο το σημείο όπου οι πηγές του περιβάλλοντος δεν επαρκούν για την ικανοποίηση των αναγκών δυο ή περισσότερων φυτών στον ίδιο χώρο. Η ικανότητα των ζιζανίων να ανταγωνίζονται επιτυχώς την καλλιέργεια σε φως, νερό και θρεπτικά στοιχεία επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται και αλληλοεπηρεάζονται μεταξύ τους όπως για παράδειγμα το είδος της καλλιέργειας, το είδος των ζιζανίων και η πυκνότητα των ζιζανίων (Anderson, 1996).

Η πυκνότητα του ζιζανιοπληθυσμού και η επίδρασή της στον ανταγωνισμό έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές. Στις

περισσότερες περιπτώσεις η σχέση πυκνότητα ζιζανίων-απόδοση καλλιέργειας αποκλίνει από τη γραμμική. Σε μελέτη των Roberts και Bond (1975) σε καλλιέργεια μαρουλιού (*Lactuca sativa*) για την επίδραση φυσικών ζιζανιοπληθυσμών σε πυκνότητες 65 και 315 φυτά/m² βρέθηκε μια καμπυλόγραμμη σχέση. Όλες οι μελέτες δείχνουν καθαρά ότι η απόδοση πέφτει στο μηδέν πριν η πυκνότητα γίνει μέγιστη.

Σε μελέτη ανταγωνισμού της μουχρίτσας σε ζαχαρότευτλο ο Norris (1992) συμπέρανε ότι η απόδοση του ζαχαρότευτλου μειώνονταν με εκθετικό ρυθμό (υπερβολή) σε συνάρτηση με την πυκνότητα της μουχρίτσας στον αγρό. Το οικονομικό κρίσιμο επίπεδο πυκνότητας της μουχρίτσας κυμαίνονταν στο ένα φυτό κάθε 5 έως 20 m της γραμμής φυτείας.

Οι Morgan *et al* (2001) πραγματοποίησαν πείραμα καθορισμού της ανταγωνιστικής παρέμβασης του βλήτου (*Amaranthus palmerii*) στην ανάπτυξη βαμβακιού, την απόδοση, το μήκος ίνας και της ανάπτυξης του βλήτου όπως επηρεάζεται από τον ειδικό ανταγωνισμό. Οι πυκνότητες βλήτων κυμάνθηκαν από 0 έως 10 φυτά/9.1 m επί της σειράς. Το βλήτο μείωσε τον αριθμό των καψών του βαμβακιού κατά 45% στις 10 εβδομάδες μετά από το φύτεμα του βαμβακιού και την βιομάζα του βαμβακιού σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50% στις 8 εβδομάδες, στην υψηλότερη πυκνότητα. Η απόδοση του βαμβακιού μειώθηκε γραμμικά με την αύξηση από 13 σε 54% για 1 έως 10 φυτά βλήτων/9.1 m επί της σειράς. Το μήκος ίνας του βαμβακιού δεν επηρεάστηκε από την πυκνότητα του βλήτου. Η ανάπτυξη του βλήτου και η βιομάζα ανά φυτό δεν επηρεάστηκαν από τον ειδικό ανταγωνισμό σε οποιασδήποτε από τις πυκνότητες.

Μελέτη των Snipes και Mueller (1992) εξέτασε την επίδραση της αγριομελιτζάνας με πυκνότητες από 1 φυτό ζιζανίου / 7,5 m πάνω στην γραμμή έως 1 φυτό ζιζανίου / 2,1 m πάνω στην γραμμή, στην απόδοση του βαμβακιού και βρέθηκε μείωση της απόδοσης μέχρι 17% για την χαμηλότερη πυκνότητα. Το συμπέρασμα που εξάχθηκε από το πείραμά τους, ήταν μια κατά μέσο όρο 0,75%, μείωση της απόδοσης για πυκνότητα 1 φυτό ζιζανίου / 100 m, ωστόσο τα αποτελέσματά τους, κυμαίνονταν από 0,53 έως 0,93% μείωση της απόδοσης

Σε τρία επαναλαμβανόμενα πειράματα των Verhalen *et al.* (1985) μελετήθηκε η σχέση μεταξύ απόδοσης του βαμβακιού και συνεχούς παρουσίας του άσπρου βλήτου (*Amaranthus albus L.*) σε πυκνότητα από 0 μέχρι 64 φυτά ανά 10 m πάνω στην γραμμή. Βρέθηκε μια μείωση του ύψους του βαμβακιού και στα τρία πειράματα σε πυκνότητα από 32 έως 64 φυτά ζιζανίου ανά 10 m πάνω στην γραμμή. Η οριακή πυκνότητα ζιζανίων στην οποία αρχικά σημειώθηκε μείωση της παραγωγής ίνας κυμαινόταν μεταξύ 4 και 16 φυτά βλήτου / 10 m πάνω στην γραμμή και στα τρία πειράματα. Οι αποδόσεις σε ίνα μειώθηκαν από 8 μέχρι 11 kg / ha για κάθε επιπρόσθετο φυτό ζιζανίου / 10 m επί της γραμμής. Ο ανταγωνισμός του άσπρου βλήτου με το βαμβάκι δε μείωσε σημαντικά το μήκος της ίνας, τη μορφή ή τη δύναμή της.

Το είδος του ζιζανίου καθορίζει την ανταγωνιστική του ικανότητα σε σχέση με την καλλιέργεια και το διαφοροποιεί από τα άλλα είδη. Έτσι, σύμφωνα με μελέτη των Buchanan & Burns (1970), η αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*) βρέθηκε ως το πιο ανταγωνιστικό ζιζάνιο ακολουθούμενο από το *C. obtusifolia* και το *I. purpurea* και το τραχύ βλήτο (*A. retroflexus*).

Σύμφωνα με τον Mortimer (1990) η επίδραση των ζιζανίων στο βαμβάκι διαφέρει και εξαρτάται από το είδος του ζιζανίου, όταν όλοι οι άλλοι παράγοντες ανταγωνισμού είναι σταθεροί. Αυτό οφείλεται κυρίως στο διαφορετικό ρυθμό και τρόπο ανάπτυξης του κάθε είδους που έχει ως συνέπεια τη διαφορετική ανταγωνιστική ικανότητα έναντι του καλλιεργούμενου είδους.

Σύμφωνα με τους Elmore *et al.* (1983) στο βαμβάκι ανταγωνιστικότερο ζιζάνιο ήταν η κύπερη και ακολουθούσαν το νερόχορτο και η αγριοβαμβακιά.

Μελέτη από τους Byrd *et al* (1991) έδειξε ότι ένα μόνο φυτό αγριομελιτζάνας ανά 1,36 m πάνω στην γραμμή μείωσε την απόδοση του βαμβακιού κατά 28%, ενώ ο τάτουλας σε πυκνότητα 1 φυτό ανά 1,1 m επί της γραμμής έδωσε μείωση της απόδοσης του βαμβακιού κατά 15%. Οι ερευνητές αυτοί βρήκαν ότι η αγριομελιτζάνα και ο τάτουλας σε πυκνότητα ενός φυτού ανά 100 m πάνω στην γραμμή προκαλούσαν μείωση της απόδοσης κατά 0,75 και 0,34%, αντίστοιχα.

Σε μελέτη των Buchanan *et al.* (1982) το βαμβάκι αφέθηκε να μεγαλώσει με πυκνότητες των *Cassia obtusifolia* και του τραχύ βλήτου, από 0 μέχρι 32 φυτά ζιζανίων / 15 m πάνω στη γραμμή. Η σχέση που προέκυψε μεταξύ απόδοσης και αυξανόμενης πυκνότητας ζιζανίων ήταν γραμμική. Σε πειράματα 3 χρόνων, σημειώθηκαν απώλειες κατά την συγκομιδή με το χέρι της τάξης των 34 με 43 kg / ha για κάθε φυτό *Cassia obtusifolia* / 15 m στην γραμμή και 21 με 38 kg / ha για κάθε φυτό τραχύ βλήτου / 15 m στην γραμμή.

Από μελέτες βρέθηκε ότι η σχέση της πυκνότητας των ζιζανίων με την απόδοση του βαμβακιού δεν είναι γραμμική. Η αύξηση της πυκνότητας μέχρι ενός σημείου έχει ως αποτέλεσμα

τη μείωση της απόδοσης, ενώ επιπλέον αύξηση της πυκνότητας των ζιζανίων δεν προκαλούσε την αναμενόμενη μείωση της απόδοσης. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι σε μεγάλες πυκνότητες τα ζιζάνια αναπτύσσουν έντονο ανταγωνισμό μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ανταγωνιστική τους ικανότητα (κατά φυτό) έναντι της καλλιέργειας. Σχετική έρευνα των Buchanan *et al.* (1982) έδειξε ότι περαιτέρω αύξηση της πυκνότητας της αγριομελιτζάνας (*Xanthium strumarium*) από 16 φυτά /15 m στη γραμμή δε μείωσε επιπλέον το χλωρό βάρος του βαμβακιού.

Άλλες παράμετροι που καθορίζουν την ένταση του ανταγωνισμού είναι το μέγεθος των ζιζανίων και η απόσταση των καλλιεργούμενων φυτών από τα ζιζάνια. Οι Charles *et al.* (1998) βρήκαν ότι τα οικονομικά όρια ελέγχου της αγριομελιτζάνας και του τάτουλα στο βαμβάκι για μεσαίου μεγέθους φυτά ζιζανίων, ήταν ένα φυτό ανά 195 m και 73 m επί της γραμμής, αντίστοιχα, ενώ για μεγαλύτερου μεγέθους φυτά ζιζανίων το όριο πήγε στο ένα ζιζάνιο ανά 293 m και 180 m, αντίστοιχα. Επίσης, σε αντίθεση με τους, Byrd και Coble (1991) και τους Snipes *et al.* (1982), βρήκαν ότι 1 φυτό αγριομελιτζάνας ανά 100 m προκαλεί μεγαλύτερη μείωση της απόδοσης του βαμβακιού που έφτανε κατά μέσο όρο το 1,2% και αντίστοιχα για τον τάτουλα η μείωση ήταν κατά μέσο όρο 0,43%.

Οι Byrd και Coble (1991) μελέτησαν την επίδραση που έχει η αγριομελιτζάνα στο βαμβάκι. Τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν ήταν το ύψος του βαμβακιού, η φυλλική επιφάνεια, και η συνολική βιομάζα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, τα φυτά του βαμβακιού σε απόσταση μικρότερη από τα 60cm από τα φυτά αγριομελιτζάνας, ήταν πιο χαμηλά από αυτά που βρισκόταν σε

απόσταση μεγαλύτερη από 60 cm ή από το βαμβάκι που μεγάλωνε χωρίς την επίδραση της αγριομελιτζάνας.

Σύμφωνα με εργασία των Eaton *et al* (1976), η εμφάνιση των ζιζανίων μαζί με την καλλιέργεια, μειώνει την απόδοση σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με την εμφάνιση των ζιζανίων αργότερα, όπου η σπορά της σόγιας μαζί με το ζιζάνιο *Sida spinosa* ή τον αγριοϊβίσκο (*Hibiscus trionum*) μείωσε την απόδοση κατά 33%. Σε σπορά των ζιζανίων 10 ημέρες μετά τη σόγια, βρέθηκε ότι η απόδοση μειώθηκε κατά 20%. Η σπορά των ζιζανίων 20 ημέρες μετά την καλλιέργεια δεν επηρέασε την απόδοση.

Καλαμπόκι

Η ανταγωνιστική παρέμβαση των ζιζανιοπληθυσμών έχει μελετηθεί και στο καλαμπόκι, εστιάζοντας περισσότερο στην επίδραση της πυκνότητας και του χρόνου απομάκρυνσης των ζιζανίων.

Ένα πείραμα του Buhler (1998) στο καλαμπόκι, που εστίασε το ενδιαφέρον του περισσότερο σε καλλιεργητικές τεχνικές αναδεικνύει παράλληλα την επίδραση των ζιζανίων στην μείωση των αποδόσεων. Μελετώντας την επίδραση της απομάκρυνσης των ζιζανίων από τη γραμμή του καλαμποκιού συμπέρανε ότι η απομάκρυνση αύξησε τις αποδόσεις της καλλιέργειας χωρίς επέμβαση με ζιζανιοκτόνα.

Οι Jason *et al.* (1997) πραγματοποίησαν επί δύο χρονιές πειράματα για τη μελέτη της επίδρασης της παρουσίας 10 φυτών σετάριας/ m γραμμής στο καλαμπόκι. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι η απόδοση το 1994 μειώθηκε κατά 13% και το 1995 κατά 14% από την παρουσία 10 φυτών σετάριας ανά μέτρο σειράς

καλαμποκιού. Αντίστοιχα, το ξηρό βάρος του καλαμποκιού το 1994 μειώθηκε κατά 24% και το 1995 κατά 23% από την παρουσία του ζιζανίου στην συγκεκριμένη πυκνότητα.

Οι Young *et al.* (1984) μελέτησαν την επίδραση του *Agropyron repens* στο καλαμπόκι. Σε πυκνότητες από 65 έως 390 φυτάρια το τετραγωνικό μέτρο η απόδοση του καλαμποκιού μειώθηκε κατά 12 έως 16%. Πυκνότητα 745 φυταρίων το τετραγωνικό μέτρο μείωσε την απόδοση κατά 37% και το ύψος και το βάρος των σπόρων του καλαμποκιού.

Οι Ramow και Pitelli (1994) πραγματοποίησαν δύο πειράματα για τη μελέτη των αποτελεσμάτων διαφορετικών περιόδων ελέγχου ζιζανίων στην απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων από τα ζιζάνια στο καλαμπόκι. Επικρατέστερο ζιζάνιο και στις δυο περιπτώσεις ήταν το *Cenchrus echinatus*. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν ήταν : α) στις περιπτώσεις μικρής παρέμβασης του ζιζανίου η απομάκρυνση των θρεπτικών στοιχείων ήταν χαμηλή και η καλλιέργεια του καλαμποκιού πάντα απομάκρυνε περισσότερα θρεπτικά. β) στις περιπτώσεις υψηλής παρέμβασης ζιζανίων η απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων ήταν υψηλότερη από αυτή της καλλιέργειας του καλαμποκιού, κυρίως στα στοιχεία ασβέστιο και κάλιο.

Οι Knezevic και Swanton (1994) παρατήρησαν ότι το τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*) σε πυκνότητα 0,5 φυτά ανά μέτρο γραμμής και εμφανιζόμενο από το τέταρτο φύλλο του καλαμποκιού και μετά ή μεταξύ του τέταρτου και εβδόμου φύλλου, μείωσε την απόδοση του καλαμποκιού κατά 5%. Όταν εμφανίζονταν μετά το έβδομο φύλλο του καλαμποκιού, η απόδοση δεν επηρεαζόταν καθόλου. Η ποσότητα του σπόρου που παρήγαγε το ζιζάνιο σχετίζονταν τόσο με την

πυκνότητα όσο και το χρόνο εμφάνισής του σε σχέση με την ανάπτυξη του καλαμποκιού

Οι Masssinga *et al* (2001) μελέτησαν την επίδραση του *Amaranthus palmeri* στο καλαμπόκι. Όταν το *Amaranthus palmeri* φύτευε μαζί με το καλαμπόκι μείωνε τις αποδόσεις από 11 έως 91% σε πυκνότητες από 0.5 έως 8 φυτά ανά μέτρο γραμμής. Μείωση παρατηρήθηκε επίσης και όταν το *Amaranthus palmeri* φύτευε στο στάδιο των 4 και 6 φύλλων του καλαμποκιού. Παρόλο που το συγκεκριμένο ζιζάνιο είναι πολύ ανταγωνιστικό στο καλαμπόκι, αυτό το πείραμα δείχνει ότι η απώλεια στην απόδοση του καλαμποκιού επηρεάστηκε περισσότερο από τον χρόνο εμφάνισης του ζιζανίου παρά από την πυκνότητα του.

Σε πειράματα που έγιναν από τους Wilson και Westra (1991) για 2 χρόνια σε αρδευόμενο καλαμπόκι, όπου μελετήθηκε η επίδραση του *Panicum miliaceum*, διαπιστώθηκε ότι η μείωση της απόδοσης του καλαμποκιού από 10 φυτά ανά τετραγωνικό μέτρο ήταν 13 έως 22%. Όταν τα ζιζάνια απομακρύνονταν 2 εβδομάδες μετά τη σπορά του καλαμποκιού η απόδοση μειώθηκε 10%. Αν η απομάκρυνση καθυστερούσε μέχρι 6 εβδομάδες η απόδοση μειώνονταν από 11 έως 28%.

Σε πείραμα στην Αργεντινή μελετήθηκε ο αμοιβαίος ανταγωνισμός αγριάδας και καλαμποκιού από τους Fernandez *et al* (2002). Η αύξηση ομοιομορφίας σποράς σχετιζονταν θετικά με την απορροφούμενη ακτινοβολία και την αποτελεσματικότητα χρήσης του αζώτου, μετρώντας τη βιομάζα και την απόδοση σε σπόρο. Ο ανταγωνισμός των ζιζανίων επηρέασε αυτή τη συσχέτιση, κυρίως λόγω της στέρησης αζώτου από την καλλιέργεια. Το άζωτο που δεσμεύτηκε από τα ζιζάνια παρουσίαζε αρνητική συσχέτιση με αυτό που δεσμεύτηκε από την καλλιέργεια, το οποίο σχετίζεται θετικά με

την απόδοση σε σπόρο. Η αγριάδα αντέδρασε στην αυξημένη σκίαση από την καλλιέργεια, στην πιο ομοιόμορφη σπορά, με αύξηση της υπέργειας κατανομής της βλάστησης. Αυτό επέτρεψε στην αγριάδα να ανταποκριθεί στην αυξημένη ανταγωνιστική ικανότητα του καλαμποκιού. Ωστόσο, η μείωση που παρατηρήθηκε στα υπόγεια όργανα, κυρίως ριζώματα, ενδεχομένως να είναι σημαντική στα προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης της αγριάδας.

4.1.2. Κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού

Γενικά

Σε μια σειρά εφαρμογής πέντε πειραμάτων, η κίτρινη κύπερη (*Cyperus esculentus*) απομακρύνονταν με σκαλίσματα στις 0, 2, 4, 6 ή 8 εβδομάδες μετά την εμφάνιση του βαμβακιού. Ανενόχλητη η κύπερη αυξήθηκε από 23 φυτά / m στη γραμμή κατά το φύτευμα, στα 100 κατά την συγκομιδή. Ο αριθμός των βλαστών πλησίασε σ' ένα μέγιστο στις 6 με 8 εβδομάδες από το φύτευμα. Ο ανταγωνισμός της κύπερης με το βαμβάκι για περισσότερο από 4 εβδομάδες μείωσε την απόδοση (Keeley and Thullen, 1975). Ανταγωνισμός για 6 με 8 εβδομάδες μείωσε την απόδοση κατά 20% και ανταγωνισμός καθ' όλη την διάρκεια ανάπτυξης μείωσε την απόδοση κατά 34%. Ο ανταγωνισμός δεν είχε καμία επίδραση στις ιδιότητες της ίνας, αλλά καθυστέρησε την ωρίμανση, μείωσε το ύψος των φυτών του βαμβακιού και σε κάποιο ποσοστό τον αριθμό των φυτών. Απομάκρυνση της κύπερης κατά την εμφάνιση του βαμβακιού, ακολουθούμενη από 14 εβδομαδιαία σκαλίσματα, αραίωσαν τον αριθμό των ριζιδίων των φυτών του βαμβακιού κατά 24%. Απομάκρυνση της κύπερης την 6^η εβδομάδα μετά την εμφάνιση της καλλιέργειας, ακολουθούμενη από 9 εβδομαδιαία σκαλίσματα είχαν σαν αποτέλεσμα τον τετραπλασιασμό του πληθυσμού των ριζιδίων, ωστόσο, χωρίς έλεγχο ο αριθμός των ριζιδίων δεκαπλασιάστηκε. Οι Keeley και Thullen (1975), τόνισαν την σημαντικότητα του ανταγωνισμού για φως όταν η κύπερη έχει ύψος 11 cm σε συγχρονισμό με το φύτευμα του βαμβακιού και φτάνει στα 44 cm οκτώ εβδομάδες αργότερα. Έτσι λοιπόν το ύψος της κύπερης ήταν ίσο ή μεγαλύτερο του ύψους του βαμβακιού για το μεγαλύτερο διάστημα αυτής της περιόδου.

Το βαμβάκι που σπάρθηκε 3 εβδομάδες αργότερα από την αγριάδα, το βέλιουρα ή την κύπερη παρουσίασε σοβαρή μείωση ανάπτυξης. Στις 10 εβδομάδες τα φυτά της καλλιέργειας ζύγιζαν 15% λιγότερο από αυτά που μεγάλωναν χωρίς ζιζάνια. Σε αντίθεση, το βαμβάκι που εμφανίστηκαν πριν τα πολυετή ζιζάνια δέχτηκε ελάχιστη επίδραση (Horowitz, 1973).

Πειράματα των Martin *et al.* (2001), που έγιναν σε τρεις θέσεις στη νότια Manitoba το 1998 και το 1999, έδειξαν ότι η ελαιοκράμβη πρέπει να κρατηθεί χωρίς ζιζάνια στις περισσότερες περιπτώσεις μέχρι το στάδιο των τεσσάρων φύλλων της καλλιέργειας (17-38 ημέρες μετά από το φύτεμα της καλλιέργειας) και σε ένα άλλο πείραμα, μέχρι το στάδιο έξι φύλλων της καλλιέργειας, (41 ημέρες μετά από το φύτεμα), προκειμένου να αποτραπεί απώλεια παραγωγής μεγαλύτερη του 10%.

Πειράματα των Harker *et al.* (2001) έγιναν σε δύο περιοχές κατά τις περιόδους 1996-1997, και 1997-1998 για τον καθορισμό της κρίσιμης περιόδου του ανταγωνισμού των ζιζανίων στην καλλιέργεια μπιζελιού (*Pisum sativum*). Οι απώλειες παραγωγής μετά από τον ανταγωνισμό ζιζανίων για όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, κυμάνθηκαν από 40 έως 70% και στις δύο περιοχές. Συνήθως, η αρχή της κρίσιμης περιόδου ήταν 1 ή 2 εβδομάδες μετά από το φύτεμα του μπιζελιού. Οι μέγιστες αποδόσεις μπιζελιού παρατηρήθηκαν όπου η αφαίρεση των ζιζανίων γίνονταν πολύ νωρίς κατά την διάρκεια του βιολογικού κύκλου της ζωής τους.

Οι Kasasian και Seeyave (1969), με δεδομένα από την εργασία τους, πρότειναν ότι μια καλλιέργεια χρειάζεται μια περίοδο χωρίς ζιζάνια για το 1/4 ή 1/3 της περιόδου ανάπτυξης. Η

παραπάνω υπόθεση επιβεβαιώθηκε αργότερα σε πειράματα που έγιναν σε φασόλια, τομάτες και γλυκοπατάτες. Η παραπάνω εργασία ήταν βασισμένη σε προηγούμενη εργασία των Nieto *et al.* (1968), οι οποίοι βρήκαν ότι τα φασόλια και το καλαμπόκι επηρεάζονταν πολύ από τον ανταγωνισμό των ζιζανίων κατά την διάρκεια των πρώτων 30 ημερών για μια περίοδο ανάπτυξης 130 με 135 ημέρες. Η μελέτη γενικά συμφωνεί με την υπόθεση των Kasasian & Seeyave (1969), αλλά με επιφύλαξη αφού πρόκειται για μια σημαντική γενίκευση και οι ειδικές αλληλεπιδράσεις καλλιέργειας-ζιζανίων θα πρέπει να μελετηθούν.

Οι Buchanan and Burns ανέφεραν ότι το ζιζάνιο *Sida spinosa* δε μείωσε την απόδοση όταν αφαιρέθηκε μέχρι τις 5 ή 6 εβδομάδες από το φύτευμα του βαμβακιού (Buchanan and Burns, 1970).

Βαμβάκι χωρίς έλεγχο ζιζανίων έδωσε 60% μείωση απόδοσης. Η κρίσιμη περίοδος εντοπιζόταν μεταξύ 4 και 10 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας. Κατά την διάρκεια αυτού του διαστήματος το βαμβάκι μπορούσε να ανεχθεί μέχρι 25% κάλυψη εδάφους με ζιζάνια χωρίς απώλεια της απόδοσης, αφού καμία συγκεκριμένη σχέση δεν βρέθηκε μεταξύ απώλειας της απόδοσης και ποσοστού κάλυψης εδάφους (Drennan and Jennings, 1977).

Σε πειράματα που έγιναν για πάνω από πέντε χρόνια από τους Bond και Burston (1996) καθορίστηκε η επιθυμητή περίοδος για αφαίρεση ζιζανίων σε κρεμμύδια. Ζιζάνια που παρέμεναν από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή μείωναν το χλωρό βάρος της καλλιέργειας πάνω από 96% σε σχέση με την περίπτωση ελέγχου των ζιζανίων. Η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού των ζιζανίων ήταν το διάστημα από τις 21 έως τις 56 ημέρες από το φύτευμα.

Μεταξύ 1999- 2002 πραγματοποιηθήκαν πειράματα αγρού στην ανατολική Τουρκία από τον Bukun (2004) για τον καθορισμό της κρίσιμης περιόδου ελέγχου των ζιζανίων στο βαμβάκι. Εφαρμόστηκαν μεταχειρίσεις αυξανόμενης διάρκειας παρουσίας ζιζανίων και απουσίας ζιζανίων. Η αρχή και το τέλος της κρίσιμης περιόδου βασίστηκε σε μια αποδεκτή απώλεια της τάξης του 5%. Η συνολική ξηρή μάζα των ζιζανίων αυξήθηκε με την αύξηση του χρόνου παραμονής των ζιζανίων. Το ύψος του βαμβακιού μειώθηκε όσο περισσότερο καθυστέρουσε η απομάκρυνση των ζιζανίων σε όλες τις μεταχειρίσεις και στα τέσσερα χρόνια. Η κρίσιμη περίοδος ελέγχου των ζιζανίων ήταν 1-2 εβδομάδες από το φύτευμα της καλλιέργειας μέχρι 11-12 εβδομάδες. Η διακύμανση στα όρια της κρίσιμης περιόδου εξαρτιόταν από το είδος των ζιζανίων και την πυκνότητά τους.

Καλαμπόκι

Οι Strahan *et al.* (2000) με μελέτες τους σε αγρό για πάνω από δυο έτη, προσδιόρισαν τις κρίσιμες περιόδους παρέμβασης της *Rottboellia cochinchinensis* στο καλαμπόκι. Μελετήθηκε η παρέμβαση της *Rottboellia cochinchinensis* ανταγωνιστικά ως προς το καλαμπόκι για διαστήματα 0 εβδομάδων (δηλ. χωρίς ζιζάνια), 2 εβδομάδων με ζιζάνια , 4, 6, 8, 10, 12 ή 14 με παρουσία ζιζανίων και μετά χωρίς ζιζάνια μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Για περίοδο παρέμβασης έως 14 εβδομάδες σημειώθηκε μείωση του ύψους του καλαμποκιού κατά 18% συγκρινόμενο με το μάρτυρα. Στα δύο χρόνια η *Rottboellia cochinchinensis* μείωσε τις αποδόσεις κατά 125 kg ανά εκτάριο για κάθε εβδομάδα παρέμβασης.

Οι Li *et al.* (1960) αναφέρουν ότι οι πρώτες 2 με 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα αποτελούν την σημαντικότερη περίοδο ανταγωνισμού των ζιζανίων στην καλλιέργεια του καλαμποκιού. Σε αυτό το χρονικό διάστημα τα ζιζάνια έχουν συμπληρώσει το 15-18 % της συνολικής τους ανάπτυξης ενώ το καλαμπόκι μόνο το 2-3 %.

Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στο Οντάριο από τους Hall *et al.* (1992), προσδιορίστηκε η κρίσιμη περίοδος ελέγχου ζιζανίων σε καλλιέργεια καλαμποκιού. Η αρχή της κρίσιμης περιόδου κυμαίνονταν από το στάδιο του 3^{ου} έως 4^{ου} φύλλου της ανάπτυξης του καλαμποκιού. Το τέλος της κρίσιμης περιόδου ήταν σχεδόν σταθερό, στο στάδιο του 14^{ου} φύλλου.

Μελετώντας τον ανταγωνισμό μεταξύ του καλαμποκιού, του βλήτου (*Amaranthus retroflexus*) και της λουβουδιάς (*Chenopodium sueticum*), ο Frantik (1994) συμπέρανε ότι κάθε βλήτο και κάθε λουβουδιά ισοδυναμούσαν ανταγωνιστικά με 0,26 και 1,05 φυτά καλαμποκιού αντίστοιχα, ενώ κάθε φυτό καλαμποκιού ισοδυναμούσε με 5,5 φυτά ζιζανίων. Οι απώλειες στην παραγωγή αυξάνονταν όσο αυξανόταν το σύνολο των ζιζανίων και η συμμετοχή της λουβουδιάς.

Η λουβουδιά προκαλούσε σημαντική ζημιά στην απόδοση του καλαμποκιού, όταν αφήνονταν να αναπτυχθεί για περισσότερο από 32 ημέρες από το φύτευμα. Έτσι θεωρήθηκε ως κρίσιμη περίοδος παρουσίας ζιζανίων οι 4 έως 5 εβδομάδες από το φύτευμα του καλαμποκιού.

Οι Knezevin *et al.* (1994) σε εργασία τους για το βλήτο, που είναι το σημαντικότερο ζιζάνιο του καλαμποκιού, συμπέραναν ότι όταν το βλήτο βλάστανε στο στάδιο ανάπτυξης του καλαμποκιού του 3^{ου} φύλλου και σε πυκνότητα 5 ζιζάνια ανά μέτρο γραμμής

φυτείας ή 4 ζιζάνια ανά μέτρο όταν το καλαμπόκι βρίσκονταν στο στάδιο 4 έως 7 φύλλων, μείωναν την παραγωγή 5%. Αντίθετα, δεν προκαλούσαν απώλειες όταν τα βλήτα φύτευαν μετά την έκπτυξη του 7^{ου} φύλλου του καλαμποκιού.

Οι Halford *et al* (2001), έκαναν πείραμα για να προσδιορίσουν την κρίσιμη περίοδο ελέγχου ζιζανίων στο καλαμπόκι και στη σόγια. Βρέθηκε ότι η έναρξη της κρίσιμης περιόδου για το καλαμπόκι ήταν σταθερή αρχίζοντας συνήθως από το στάδιο των έξι φύλλων ανάπτυξης. Η λήξη της περιόδου ήταν μεταβλητή από το στάδιο του 9^{ου} έως του 13^{ου} φύλλου.

Οι Mickelson και Harvey (1999) σε πειράματα κρίσιμης περιόδου που πραγματοποιήθηκαν το 1997 και το 1998 συσχέτισαν την εμφάνιση της *Eriochloa villosa* με την απώλεια στις αποδόσεις του καλαμποκιού. Η απόδοση του καλαμποκιού μειώθηκε όταν υπήρχε επίδραση της *Eriochloa villosa* μετά το στάδιο ανάπτυξης του 11^{ου} φύλλου στο καλαμπόκι το 1997 και μετά το στάδιο του 3^{ου} φύλλου το 1998. Φυτά *Eriochloa villosa* που εμφανίστηκαν μετά το στάδιο των 2 φύλλων δεν έδωσαν μείωση των αποδόσεων.

Σύμφωνα με πείραμα των Bosnic και Swanton (1997) η μεγαλύτερη μείωση στην απόδοση του καλαμποκιού, που κυμάνθηκε μεταξύ 26 και 35%, παρατηρήθηκε με εμφάνιση της μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli*) νωρίς στην καλλιέργεια ενώ απώλεια μικρότερη από 6% παρατηρήθηκε με εμφάνιση του συγκεκριμένου ζιζανίου μετά το στάδιο ανάπτυξης του καλαμποκιού του 4^{ου} φύλλου.

Ο Halford, C. J. (1998) πραγματοποίησε πειράματα αγρού που έγιναν το 1996, 1997 στο Οντάριο, για να καθορίσει την κρίσιμη περίοδο ελέγχου των ζιζανίων σε καλαμπόκι και σόγια.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι εδάφους ένα αμμώδες, ασβεστώδες και ένα αργιλώδες-ασβεστούχο. Τα δεδομένα της απόδοσης των καλλιεργειών ανελήφθησαν από δυο ομάδες μεταχειρίσεων στις οποίες τα ζιζάνια αφαιρέθηκαν ή αφέθηκαν να μεγαλώσουν με την καλλιέργεια. Η κρίσιμη περίοδος εκτιμήθηκε από της καμπύλες με βάση μια αποδεκτή απώλεια παραγωγής της τάξης του 2,5%. Το καλαμπόκι που αναπτύσσονταν στο αμμώδες- ασβεστώδες έδαφος είχε κρίσιμη περίοδο από το στάδιο των 9 φύλλων έως τα 15 φύλλα (26 έως 47 ημέρες από το φύτερωμα) το 1996. Το 1997 η κρίσιμη περίοδος εκτείνονταν από το στάδιο των 3 φύλλων έως τα 11 φύλλα (9 -44 μέρες από το φύτερωμα). Η ασυνήθιστη κρύα και υγρή άνοιξη του 1997 καθυστέρησε το φύτερωμα του καλαμποκιού για περισσότερο από μια εβδομάδα σε σχέση με το 1996 με αποτέλεσμα πρωιμότερη έναρξη της κρίσιμης περιόδου. Στο αργιλώδες- ασβεστούχο έδαφος η κρίσιμη περίοδος ήταν από το στάδιο των 6 φύλλων έως τα 9 φύλλα (13-22 ημέρες μετά το φύτερωμα το 1996 και 18-27 ημέρες το 1997).

4.2. Ελληνικά δεδομένα

4.2.1. Ανταγωνισμός ζιζανίων

Γενικά

Στην Ελλάδα οι μελέτες οι οποίες έχουν γίνει και αναφέρονται στον ανταγωνισμό ζιζανίων και καλλιεργειών είναι περιορισμένες. Σε ένα πείραμα από τους Afentouli & Eleftherohorinos (1996) μελετήθηκε η επίδραση της πυκνότητας δύο ειδών του ζιζανίου φάλαρης, της μικρόκαρπης (*Ph. minor*) και της κοντής (*Ph. brachystachys*), στο σιτάρι (*Triticum spp.*) και στο κριθάρι (*Hordeum spp.*). Βρέθηκε ότι η ανταγωνιστική ικανότητα και των δύο ειδών στο σιτάρι ήταν παρόμοια, ωστόσο η μικρόκαρπη φάλαρη έδειξε πιο γρήγορη ανάπτυξη και σχηματισμό περισσότερων ταξιανθιών από την κοντή. Η παρουσία 76 φυτών/m² και των δύο ειδών φάλαρης δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση του σιταριού, ενώ με πυκνότητα 304 φυτά/m² η απόδοση μειώθηκε κατά 36 με 39%. Όταν επικρατούσαν κρύες και υγρές συνθήκες κατά την διάρκεια των αρχικών σταδίων ανάπτυξης του σιταριού κανένα από τα δύο είδη σε οποιαδήποτε πυκνότητα δεν είχε επίδραση στην απόδοσή του. Η απόδοση του κριθαριού δεν επηρεάστηκε από οποιαδήποτε πυκνότητα και των δύο ειδών φάλαρης. Επίσης παρατηρήθηκε ότι τόσο η ανάπτυξη όσο και ο αριθμός των ταξιανθιών των ζιζανίων, μειώθηκαν σημαντικά από την επίδραση του κριθαριού.

Ο Μπουχάγιερ και συνεργάτες (2002) επισημαίνουν ότι μεταξύ βαμβακιού και αγριάδας υπάρχει αρνητική αλληλοπαθητική επίδραση. Η πρώιμη παρουσία της αγριάδας επηρέασε αρνητικά σε μεγαλύτερο βαθμό την ανάπτυξη των βαμβακοφύτων συγκρινόμενη με τις όψιμες φυτεύσεις. Η μελέτη αυτή φανερώνει

πως το βαμβάκι καθυστερεί την ανάπτυξη του εξαιτίας της αγριάδας σε βαθμό ανάλογο της χρονικής παρουσίας του ζιζανίου.

Καλαμπόκι

Οι Μήτσας και Ελευθεροχωρινός (2000) μελέτησαν την επίδραση του χρόνου παραμονής φυτών βέλιουρα από σπόρο στην ανάπτυξη τριών υβριδίων καλαμποκιού διαφορετικού βιολογικού κύκλου (Dunia, Parea και Costanza). Η αρχική πυκνότητα του βέλιουρα ήταν 130-150 βλαστοί/m². Η απομάκρυνση έγινε την 3^η, 4^η, 6^η και 8^η εβδομάδα μετά την σπορά (ΕΜΣ), όταν το φυτά των τριών υβριδίων βρισκόταν στα 3-4, 5-6, 7-8 και 9-11 φύλλα αντίστοιχα. Το νωπό βάρος (τέσσερις δειγματοληψίες), η συνολική βιομάζα (στάδιο ενσίρωσης) και η απόδοση των τριών υβριδίων έδειξαν ότι ο ανταγωνισμός εξαιτίας του βέλιουρα από σπόρο άρχισε 6-8 εβδομάδες μετά την σπορά και για τα τρία υβρίδια.

Η συνολική βιομάζα και το ύψος των φυτών του βέλιουρα ήταν μικρότερα των αντίστοιχων των υβριδίων κατά την διάρκεια των 8 ΕΜΣ, ενώ ο αριθμός βλαστών αυξήθηκε σημαντικά στις 6-8 ΕΜΣ. Η συνολική βιομάζα (στο στάδιο της ενσίρωσης) δεν επηρεάστηκε από το είδος του υβριδίου, αλλά η παρουσία του ζιζανίου μέχρι την συγκομιδή μείωσε το χαρακτηριστικό αυτό κατά 66% στο Costanza, και κατά 59% και 57% στα υβρίδια Dunia και Parea, αντίστοιχα. Το υβρίδιο Dunia επηρεάστηκε περισσότερο από την παρουσία του ζιζανίου 3-8 ΕΜΣ, αλλά οι απώλειες σε απόδοση ήταν μεγαλύτερες για το Costanza (78%) όταν το ζιζάνιο παρέμεινε μέχρι την συγκομιδή. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι η μείωση της απόδοσης προήλθε κυρίως από την μείωση του μήκους του σπάδικα και δευτερευόντως από την μείωση του βάρους 1000 κόκκων. Συνεπώς το χαρακτηριστικό αυτό φαίνεται να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γνώρισμα επιλογής για

αύξηση της ανταγωνιστικής ικανότητας του καλαμποκιού έναντι σπορόφυτων βέλιουρα.

Σε παρόμοιο πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Τσώλη και Ελευθεροχωρινό (2000) μελετήθηκε η επίδραση του χρόνου παραμονής φυτών βέλιουρα από ρίζωμα στην αύξηση, ανάπτυξη και απόδοση τριών υβριδίων αραβοσίτου (Dunia μικρού, Papea μεσαίου και Costanza μεγάλου βιολογικού κύκλου) σε πυκνότητα σποράς 6500 φυτά/ στρέμμα και τα φυτά βέλιουρα από ρίζωμα σε φυσικό πληθυσμό με αρχική πυκνότητα 90-100 φυτά/m². Ο βέλιουρας απομακρύνθηκε μηχανικά στις 3, 4, 6 και 8 εβδομάδες μετά την σπορά, όταν τα υβρίδια βρίσκονταν στο στάδιο ανάπτυξης των 3-4, 5-6, 7-8 και 9-11 φύλλα, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ανταγωνισμός φάνηκε να αρχίζει μετά την 3^η-4^η εβδομάδα από την σπορά και για τα τρία υβρίδια. Η παρουσία του βέλιουρα μέχρι την 6^η εβδομάδα μετά την σπορά μείωσε το νωπό βάρος των τριών υβριδίων κατά 24, 33 και 34 % για τα Dunia, Papea και Costanza, αντίστοιχα. Η αντίστοιχη μείωση στις 8 εβδομάδες ήταν 59, 53 και 58%. Το ύψος των τριών υβριδίων δεν επηρεάστηκε από τον ανταγωνισμό του βέλιουρα ενώ η αύξηση και η ανάπτυξη του ζιζανίου δεν επηρεάστηκε από την παρουσία του υβριδίου ανεξαρτήτως βιολογικού κύκλου. Τα φυτά βέλιουρα από ρίζωμα μείωσαν το νωπό βάρος κατά 38, 27 και 19 % όταν παρέμειναν μέχρι τις 6 εβδομάδες για το Dunia, Papea και Costanza, αντίστοιχα ενώ κατά 60, 51 και 60 % μετά από παραμονή 8 εβδομάδων μετά την σπορά. Η παραμονή τους ως το στάδιο για ενσίρωση επέφερε μείωση 82, 76 και 73% του σκαλισμένου μαρτυρά αντίστοιχα. Η μείωση της απόδοσης σε καρπό εξαιτίας του ανταγωνισμού των φυτών βέλιουρα από ρίζωμα για 6 εβδομάδες ήταν 34, 28 και 22% για τα Dunia, Papea και Costanza, αντίστοιχα ενώ για ανταγωνισμό 8 εβδομάδων η μείωση ήταν 71, 52 και 49%. Η

παρουσία του βέλιουρα μέχρι την συγκομιδή προκάλεσε μείωση 90, 81 και 76% για τα τρία υβρίδια, αντίστοιχα. Η μείωση αυτή φάνηκε πως προήλθε από την μείωση του μήκους του σπάδικα και από την μείωση του βάρους 1000 κόκκων και για τα τρία υβρίδια. Η υπολογισθείσα μείωση κατά 10% στην συνολική βιομάζα και την απόδοση σε καρπό ανήλθε στις 3-4 εβδομάδες μετά την σπορά για την Dunia και Papea και στις 5 ΕΜΣ για το Costanza.

Από τους Βασιλάκογλου και συνεργάτες (2004) κατά τα έτη 2003 και 2004 αξιολογήθηκε η ανταγωνιστική ικανότητα της αγριάδας (*Cynodon dactylon*) και του βέλιουρα (*Sorghum halepense*) με την καλλιέργεια βαμβακιού και καλαμποκιού. Τα αποτελέσματα από τα πειράματα αγρού έδειξαν ότι η απόδοση του βαμβακιού μειώθηκε εξαιτίας του ανταγωνισμού-αλληλοπάθειας της αγριάδας και του βέλιουρα σε ποσοστό 74 και 86% αντίστοιχα, σε σύγκριση με την απόδοση των πειραματικών τεμαχίων που εφαρμόστηκε χημική καταπολέμηση(μάρτυρας). Η αντίστοιχη μείωση της απόδοσης του καλαμποκιού ήταν 30 και 41%. Τέλος η ανάπτυξη των ζιζανίων (αριθμός βλαστών και νωπό βάρος) ήταν μεγαλύτερη στο βαμβάκι από ότι στο καλαμπόκι.

4.2.2. Κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού

Γενικά

Ο Lolos (1986) μελέτησε την επίδραση ενός φυσικού πληθυσμού ζιζανίων στο καπνό (*Nicotiana tabacum*) τύπου Burley και Ανατολικού. Βρέθηκε ότι η απόδοση του καπνού δεν επηρεάστηκε σε σύγκριση με το μάρτυρα όπου έγινε απομάκρυνση των ζιζανίων κατά την περίοδο των 3 με 4 εβδομάδων. Σημαντική μείωση της απόδοσης παρατηρήθηκε όταν τα ζιζάνια αφήνονταν να αναπτυχθούν για περισσότερο από 3-4 εβδομάδες από την μεταφύτευση του καπνού. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και για την ανάπτυξη του καπνού, ως χλωρό βάρος και για τους δύο τύπους καπνού.

Κρίσιμοι περίοδοι ανταγωνισμού ζιζανίων και τεύτλων καθορίστηκαν από τον Strouthopoulos (1975), ο οποίος βρήκε ότι η απόδοση των τεύτλων δεν μειώθηκε όταν τα ζιζάνια αφήνονταν να μεγαλώσουν με τα τεύτλα τις πρώτες 20 με 30 μέρες ή όταν ο αγρός παρέμεινε καθαρός τις πρώτες 30 με 40 ημέρες.

Τέσσερα πειράματα των Paramichail *et al.* (2002) διεξήχθησαν στην κεντρική Ελλάδα το διάστημα 1997-1998 για να καθορίσουν την κρίσιμη περίοδο σε όψιμη παρουσία ζιζανίων στο βαμβάκι. Η παρουσία των ζιζανίων για περισσότερο από τρεις εβδομάδες μετά το φύτευμα του βαμβακιού προκάλεσε σημαντική μείωση στην ανάπτυξη και απόδοση του βαμβακιού. Ζιζάνια όμως που βγήκαν 11 εβδομάδες ή αργότερα μετά το φύτευμα δεν προκάλεσαν σημαντικές αλλαγές στην απόδοση. Μία περίοδος 11 εβδομάδων χωρίς την παρουσία ζιζανίων μετά το φύτευμα ήταν αναγκαία για να αποφευχθούν σημαντικές μειώσεις στο ύψος του βαμβακιού, τη βιομάζα, τον αριθμό καρυδιών και τη απόδοση. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα η

εφαρμογή ζιζανιοκτόνων ή άλλων μέτρων ελέγχου πρέπει να λαμβάνονται μέσα σε 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα για να αποφευχθεί σημαντική μείωση της απόδοσης και για να μην παρατηρηθεί μείωση στην απόδοση τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται στο βαμβάκι πρέπει να παρέχουν αποτελεσματικό έλεγχο ζιζανίων, τουλάχιστον για 11 εβδομάδες.

Πείραμα της Διαμαντή (1996) το οποίο έγινε σε δύο περιοχές, Ξάνθη και Καρδίτσα, είχε ως σκοπό να μελετηθεί η επίδραση του χρόνου απομάκρυνσης ή παραμονής των ζιζανίων για ορισμένο αριθμό εβδομάδων από το φύτευμα του βαμβακιού ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για την κρίσιμη περίοδο ανταγωνισμού των ζιζανίων. Στο πείραμα της Καρδίτσας τα αποτελέσματα ήταν θετικά μόνο για το χλωρό βάρος του φυτού στις 10 εβδομάδες ενώ τα αποτελέσματα του πειράματος της Ξάνθης έδειξαν στατιστικώς σημαντική επίδραση στο χλωρό βάρος στις 6 και 10 εβδομάδες αλλά και στην απόδοση. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι η απόδοση δεν επηρεάστηκε σημαντικά όταν τα ζιζάνια παρέμειναν στον αγρό μέχρι και 3 εβδομάδες από το φύτευμα του βαμβακιού και όταν τα ζιζάνια αφέθηκαν να αναπτυχθούν από την 5^η εβδομάδα και μετά. Έτσι από το πείραμα της Ξάνθης βγήκε το συμπέρασμα ότι για να μην επηρεαστεί η απόδοση του βαμβακιού ο αγρός έπρεπε να παραμένει καθαρός από ζιζάνια στο διάστημα 3 έως 5 εβδομάδες από το φύτευμα του βαμβακιού.

Οι Σουίπας και Λόλας το 2004 και Αγάογλου (2005) σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μελέτησαν την επίδραση του χρόνου παρουσίας και απουσίας ανταγωνισμού φυσικού ζιζανιοπληθυσμού τόσο στην αύξηση όσο και στα ποιοτικά

χαρακτηριστικά της βιομηχανικής τομάτας. Οι επεμβάσεις περιλάμβαναν παρουσία ζιζανιοπληθυσμού για 0, 2, 4, 6, 8 και 10 εβδομάδες από την μεταφύτευση ακολουθούμενη από απομάκρυνση του έως και την συγκομιδή και απουσία του ζιζανιοπληθυσμού για 0, 2, 4, 6, 8 και 10 εβδομάδες ακολουθούμενη από την παρουσία του. Τα χαρακτηριστικά που μετρηθήκαν ήταν το χλωρό βάρος υπέργειου μέρους στις 50 και 110 ημέρες, ο αριθμός καρπών ανά φυτό, το μέσο βάρος ώριμου καρπού, το ποσοστό ώριμων καρπών στην συγκομιδή, το ποσοστό σε ζάχαρα στο χυμό (Brix %), η οξύτητα (%), το pH του χυμού και η τελική απόδοση. Τα δεδομένα έδειξαν ότι το χλωρό βάρος του υπέργειου μέρους στις 50 και 110 ημέρες μειώθηκε σημαντικά από την παρουσία των ζιζανίων για 4-6 ή περισσότερες εβδομάδες, ενώ σημαντική μείωση δεν παρατηρήθηκε όταν τα ζιζάνια απουσίαζαν τις πρώτες 4-8 εβδομάδες. Ο αριθμός καρπών ανά φυτό και το βάρος των ώριμων καρπών μειώθηκε σημαντικά όπου τα ζιζάνια παρέμειναν 6 ή περισσότερες εβδομάδες αντίστοιχα. Η αύξηση του χρόνου παρουσίας των ζιζανίων αύξησε το ποσοστό των ώριμων καρπών στην συγκομιδή. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά δεν επηρεαστήκαν σημαντικά. Συμπερασματικά, κατά τους ερευνητές η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού των ζιζανίων για την αύξηση και απόδοση της βιομηχανικής τομάτας ήταν μεταξύ 4 και 6 εβδομάδων από τη μεταφύτευση.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από την Μπισίλκα (2002) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, βρέθηκε ότι ο χρόνος παρουσίας και απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού επηρέασε την αύξηση του βαμβακιού. Πιο συγκεκριμένα, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας επηρεάστηκε σημαντικά όταν ο ανταγωνισμός μεταξύ ζιζανίων και βαμβακιού συνεχίζονταν για περισσότερες από 4

εβδομάδες. Η συνεχής παρουσία των ζιζανίων μείωσε τον L.A.I κατά 87%.

Η ποσότητα της χλωροφύλλης παρουσίασε σχεδόν γραμμική μείωση ή αύξηση καθώς ο χρόνος παρουσίας των ζιζανίων αυξάνονταν ή ελαττώνονταν, αντίστοιχα. Το βαμβάκι ήταν σημαντικά πιο κοντό όσο περισσότερο χρόνο αφήνονταν τα ζιζάνια να μεγαλώσουν μαζί του και αντίθετα ήταν ψηλότερο καθώς ο χρόνος απουσίας των ζιζανίων αυξάνονταν από 0 σε 10 εβδομάδες.

Η παρουσία των ζιζανίων για 4 ή περισσότερες εβδομάδες μείωσε σημαντικά το χλωρό και το ξηρό βάρος του υπέργειου και υπόγειου μέρους του φυτού, ενώ αντίθετα δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στο χλωρό και ξηρό βάρος του υπέργειου και του υπόγειου μέρους, όταν το βαμβάκι μεγάλωνε χωρίς την παρουσία ζιζανίων τις πρώτες 6 με 8 εβδομάδες από το φύτευμα. Ο αριθμός των καρυδιών ανά φυτό επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία του ζιζανιοπληθυσμού για περισσότερες από 4 εβδομάδες. Ο απαραίτητος χρόνος απουσίας ζιζανίων για αποδεκτό αριθμό καρυδιών ήταν 8 εβδομάδες. Η παρουσία ζιζανιοπληθυσμού για περισσότερες από 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα μείωσε σημαντικά την απόδοση, αντίθετα όπου το βαμβάκι μεγάλωνε χωρίς την παρουσία ζιζανιοπληθυσμού τις πρώτες 8 εβδομάδες από το φύτευμα και μετά με ζιζάνια δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην απόδοση

Οι Ράπτης και Λόλας (1999) μελέτησαν την επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στην αύξηση και ανάπτυξη του βαμβακιού σε πείραμα αγρού που έγινε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Βρέθηκε ότι η παρουσία ζιζανίων για 4 ή περισσότερες εβδομάδες μείωσε σημαντικά το χλωρό βάρος ανά φυτό στις 4 και ειδικότερα

στις 10 εβδομάδες από το φύτευμα, ενώ αντίθετα δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στο χλωρό βάρος του βαμβακιού όταν αυτό μεγάλωνε χωρίς ζιζάνια τις πρώτες 4-6 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Η παρουσία ή απουσία ζιζανίων επηρέασε τον αριθμό των φύλλων στις 10 αλλά όχι και στις 4 εβδομάδες από το φύτευμα. Μέτρηση των καρυδιών ανά φυτό στις 10 εβδομάδες από το φύτευμα έδειξε ότι παρουσία ζιζανιοπληθυσμού για περισσότερες από 4 εβδομάδες μείωσε σημαντικά τον αριθμό των καρυδιών. Η απόδοση ανά φυτό βαμβακιού μειώθηκε σημαντικά με την παρουσία ζιζανίων για περισσότερες από 4 εβδομάδες ενώ αντίθετα δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση όταν το βαμβάκι μεγάλωνε χωρίς την παρουσία ζιζανιοπληθυσμού τις πρώτες 6 ή περισσότερες εβδομάδες από το φύτευμα. Ο κρίσιμος χρόνος απουσίας ζιζανιοπληθυσμού ήταν 4 έως 6 εβδομάδες από το φύτευμα και ο κρίσιμος χρόνος παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού, χωρίς να ζημιωθεί σημαντικά η αύξηση και η απόδοση του βαμβακιού ήταν το πολύ 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα.

Καλαμπόκι

Σε έρευνα για το καλαμπόκι οι Λόλας και Γεωργιάδης (1997) βρήκαν ότι όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν και ιδίως η απόδοση μειώνονταν σχεδόν γραμμικά καθώς ο χρόνος παρουσίας ενός φυσικού ζιζανιοπληθυσμού αυξάνονταν έως και 10 εβδομάδες μετά το φύτευμα ενώ αυξάνονταν καθώς ο χρόνος απουσίας αυξάνονταν από τις 2 έως τις 10 εβδομάδες. Βρέθηκε ως κρίσιμος χρόνος απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού η περίοδος των 4 έως 6 εβδομάδων μετά το φύτευμα, ενώ ο μεγαλύτερος χρόνος παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού, χωρίς να μειωθεί

σημαντικά η αύξηση και απόδοση του καλαμποκιού, ήταν οι πρώτες 4 εβδομάδες από το φύτευμα.

Σε πειράματα των Vizantinopoulos & Katranis (1998) στο καλαμπόκι και το σιτάρι, μελετήθηκε η επίδραση της πυκνότητας των ζιζανίων στην απόδοση καθώς και η κρίσιμη περίοδος. Στο καλαμπόκι 155 έως 495 φυτά βλήτων/m² μείωσαν την απόδοση κατά 50% και ο χρόνος παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού πέρα από το οποίο παρατηρήθηκε μείωση στην απόδοση ήταν 3,5 εβδομάδες από το φύτευμα. Στο σιτάρι η κρίσιμη περίοδος ήταν 4 έως 5,5 εβδομάδες.

Σε έρευνα των Πετσούλα και συνεργάτες (2002), μελετήθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο η επίδραση του χρόνου παρουσίας και απουσίας ανταγωνισμού ενός ζιζανιοπληθυσμού στην αύξηση και ανάπτυξη του καλαμποκιού (υβρίδιο Pregia) πρώιμης και πυκνής σποράς (απόσταση 38cm ανάμεσα στις γραμμές). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρουσία ή η απουσία του ζιζανιοπληθυσμού επηρέασε την ποσότητα χλωροφύλλης καθώς και τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας από την 7^η εβδομάδα από το φύτευμα και μετά. Παρουσία των ζιζανίων για περισσότερες από τέσσερις εβδομάδες από το φύτευμα μείωσε σημαντικά τόσο το ξηρό βάρος του φυτού όσο και την απόδοση, ενώ αντίθετα όταν το καλαμπόκι μεγάλωνε χωρίς ζιζάνια τις πρώτες 6 εβδομάδες από το φύτευμα δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση. Για να μην επηρεαστεί η αύξηση και η απόδοση του καλαμποκιού ο κρίσιμος χρόνος απουσίας ζιζανιοπληθυσμού ήταν έως 6 εβδομάδες από το φύτευμα και ο κρίσιμος χρόνος παρουσίας ήταν το πολύ 4 εβδομάδες από το φύτευμα της καλλιέργειας.

Σε ένα παρόμοιο πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Πετσούλα και συνεργάτες (2002) πάλι σε πρώιμη σπορά αλλά σε κανονικές αποστάσεις φύτευσης (75cm μεταξύ των γραμμών) βρέθηκε ότι για να μην επηρεαστεί η αύξηση και η απόδοση του καλαμποκιού ο ελάχιστος χρόνος απουσίας ζιζανιοπληθυσμού ήταν 6 έως 8 εβδομάδες από το φύτερωμα και ο μέγιστος χρόνος παρουσίας 4 εβδομάδες από το φύτερωμα της καλλιέργειας. Ειδικότερα, η παρουσία ζιζανιοπληθυσμού για περισσότερες από 4 εβδομάδες μετά το φύτερωμα είχε ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση τόσο του ξηρού βάρους ανά φυτό καλαμποκιού (83 g/φυτό σε επέμβαση παρουσία ζιζανίων 4 εβδομάδες, 12 g/φυτό σε επέμβαση παρουσία ζιζανίων συνεχώς, 1665 kg/στρέμμα σε επέμβαση απουσία ζιζανίων τις 4 πρώτες εβδομάδες). Αντίθετα, στην περίπτωση που το καλαμπόκι μεγάλωνε χωρίς την παρουσία ζιζανιοπληθυσμού τις πρώτες 6 εβδομάδες από το φύτερωμα και ακολούθως με την παρουσία ζιζανίων δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στο ξηρό βάρος ανά φυτό ή στην απόδοση. Συνεπώς η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού του ζιζανιοπληθυσμού στο πείραμα ήταν το διάστημα από τις 4 έως τις 6-8 εβδομάδες από το φύτερωμα.

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Σχεδιασμός του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2005 στο Αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο Μαγνησίας. Το υβρίδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ΝΙΚΑΙΑ (FAO 620). Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB) με 13 μεταχειρίσεις και 3 επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Οι 13 μεταχειρίσεις ήταν:

1) Απουσία ζιζανίων για 0, 1, 3, 5, 7, 9 εβδομάδες από το φύτευμα και μεταξύ των 4 έως 6 εβδομάδων από το φύτευμα και στη συνέχεια αφήνονταν να αναπτυχθούν.

2) Παρουσία ζιζανίων για 0, 1, 3, 5, 7 εβδομάδες από το φύτευμα και μεταξύ των 4 έως 6 εβδομάδων από το φύτευμα και μετά απομάκρυνση.

Η σπορά έγινε στις 19 Μαΐου 2005. Η χάραξη των πειραματικών τεμαχίων έγινε στις 2 Ιουνίου 2002. Οι τρεις επαναλήψεις είχαν απόσταση η μια από την άλλη δύο μέτρων. Μέσα σε κάθε επανάληψη η απόσταση μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων ήταν 0,5 m.

Συνολικά δημιουργήθηκαν 39 πειραματικά τεμάχια με διαστάσεις 3 x 3m. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε 4 γραμμές σποράς. Παρατηρήσεις λαμβάνονταν από τις 2 μεσαίες γραμμές. Οι αποστάσεις σποράς επί και μεταξύ των σειρών ήταν 15 και 80cm.

Οι καλλιεργητικές φροντίδες στο καλαμπόκι κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν οι συνήθεις με διαφοροποίηση στην απομάκρυνση των ζιζανίων και στη μη εφαρμογή λίπανσης.

Η απομάκρυνση των ζιζανίων γίνονταν με σκαλίσματα και με το χέρι. Η πρώτη απομάκρυνση έγινε την πρώτη εβδομάδα από το φύτευμα στις 7-7-2005 και οι επόμενες επεμβάσεις γίνονταν ανά 2 εβδομάδες στα προκαθορισμένα τεμάχια. Οι επεμβάσεις ολοκληρώθηκαν στις 11 εβδομάδες μετά το φύτευμα.

Ο σκοπός του πειράματος ήταν, να μετρηθούν οι διαφοροποιήσεις σε ορισμένα αγρονομικά χαρακτηριστικά του καλαμποκιού από την παρουσία-απουσία ζιζανίων και να υπολογιστεί η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού σε όψιμη σπορά καλαμποκιού.

5.2. Συνθήκες περιβάλλοντος

Σύμφωνα με την εδαφολογική μελέτη και τον εδαφολογικό χάρτη του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, (Μήτσιος και συνεργάτες, 2000) η περιοχή πραγματοποίησης του πειράματος περιλαμβάνει εδάφη που κατατάσσονται στα Xerochrepts των Inceptisols και συγκεκριμένα στην υποομάδα Calcic κατά την Εδαφολογική Ταξινόμηση του Υπουργείου Γεωργίας των Η.Π.Α. (Soil Taxonomy, 1992). Είναι εδάφη επίπεδα, οριζόντια, χωρίς προβλήματα διάβρωσης, με κατάσταση υδρομορφίας άριστη. Ο βαθμός οξύτητας είναι αλκαλικός αλλά δεν αποτελεί πρόβλημα ή κίνδυνο για απόθεση αλάτων και δημιουργία παθογένειας.

Τα βροχομετρικά δεδομένα (μηνιαία ύψη βροχής) για το 2005 του Μετεωρολογικού Σταθμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4 . Μηνιαία ύψη βροχής 2005

Μήνας	Ύψος βροχής mm
Ιανουάριος	43,61
Φεβρουάριος	54,81
Μάρτιος	55,77
Απρίλιος	2,26
Μάιος	20,81
Ιούνιος	6,04
Ιούλιος	25,91
Αύγουστος	2,64
Σεπτέμβριος	42,4
Οκτώβριος	38,5

5.3. Παρατηρήσεις

Στη διάρκεια του πειράματος συγκεντρώθηκαν δεδομένα σχετικά με την αύξηση και την ανάπτυξη του καλαμποκιού. Οι παρατηρήσεις και ο τρόπος που ελήφθησαν ήταν :

- 1. Είδος και πυκνότητα ζιζανίων:** στις 1, 3, 5, 7 εβδομάδες από το φύτευμα. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ένα τετράγωνο 1x1 m του οποίου η τοποθέτηση ήταν τυχαία και από το οποίο λαμβάνονταν οι παρατηρήσεις για το είδος και τον αριθμό ζιζανίων ώστε υπολογιστεί στη συνέχεια η πυκνότητα των ζιζανίων.
- 2. Ξηρό βάρος υπόγειου και υπέργειου μέρους του καλαμποκιού:** στα στάδια των 6,10 φύλλων (V6, V10) και στην ταξιανθία (R1) στις 28, 56 και 64 ημέρες από

το φύτευμα, αντίστοιχα. Από κάθε πειραματικό τεμάχιο πάρθηκαν τυχαία 3 φυτά καλαμποκιού (από τις δυο μεσαίες γραμμές). Κάθε φυτό εξαγόταν από το έδαφος με χρήση ειδικού φτυαριού προσεκτικά ώστε να μην καταστραφεί το φυτό. Μεταφέρονταν σε δοχεία με νερό ώστε να χαλαρώσει το έδαφος στο ριζικό σύστημα και στη συνέχεια πλένονταν ώστε να απομακρυνθεί το χώμα. Μετά, κόβονταν το φυτό και ζυγίζονταν η ρίζα και το υπέργειο για το χλωρό βάρος. Το ξηρό βάρος κάθε σταδίου μετρήθηκε αφού προηγουμένως τα φυτά ξηραίνονταν για 48h σε 78 °C.

3. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI): στα στάδια των V6, V8 και R1 στις 28, 48 και 64 μέρες από το φύτευμα, αντίστοιχα. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με το SUNSCAN.

4. Ύψος φυτών: στα στάδια των V4, V6, V10 και την R1 στις 21, 28, 56 και 64 μέρες από το φύτευμα, αντίστοιχα, σε 3 τυχαία φυτά ανά τεμάχιο, που λαμβάνονταν από τις δύο μεσαίες γραμμές. Στα στάδια V4 και V6 το ύψος μετρήθηκε από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το σημείο που έφτανε το 4^ο ή το 6^ο φύλλο, αντίστοιχα όταν αυτό ήταν τεντωμένο και πλήρως εκπτυγμένο, διακρίνονταν δηλαδή ο κολεός του. Στο στάδιο V10 το ύψος μετρήθηκε μέχρι το ύψος του κολεού, ενώ στο R1 από τη βάση του στελέχους μέχρι την κορυφή της αρσενικής ταξιανθίας (φόβη).

5. Χλωροφύλλη: με το όργανο SPAD 502 της εταιρίας Minolta (μονάδες spad) στα στάδια των V4, V6, V8 και R1 στις 21, 28, 48 και 64 μέρες από το φύτευμα.

Μετρήσεις έγιναν σε 3 τυχαία φυτά από κάθε πειραματικό τεμάχιο και σε κάθε φύλλο ελήφθησαν 3 μετρήσεις.

6. Απόδοση της καλλιέργειας: σε βάρος σπόρου (kg/στρ.) μετά το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης όταν η υγρασία του σπόρου είχε κατέλθει περίπου στο 14%. Συγκεκριμένα, συγκεντρώθηκαν οι σπάδικες των φυτών που βρίσκονταν στο 1m της γραμμής σποράς των δυο μεσαίων γραμμών και μετρήθηκε το συνολικό τους βάρος. Στη συνέχεια επιλέχθηκαν τυχαία 10 σπάδικες, οι οποίοι αφού ζυγίστηκαν, αλωνίστηκαν και μετρήθηκε το συνολικό βάρος των σπόρων τους. Αφαιρώντας το βάρος των σπόρων των 10 σπαδίκων από το συνολικό τους βάρος πριν αλωνιστούν, προέκυψε η αναλογία βάρους σπόρου/σπάδικα. Με βάση την αναλογία αυτή και το συνολικό βάρος των σπαδίκων που συλλέχθηκαν, υπολογίστηκε η απόδοση στην συγκομισθείσα επιφάνεια κάθε πειραματικού τεμαχίου, η οποία στη συνέχεια ανάχθηκε στην απόδοση ανά στρέμμα.

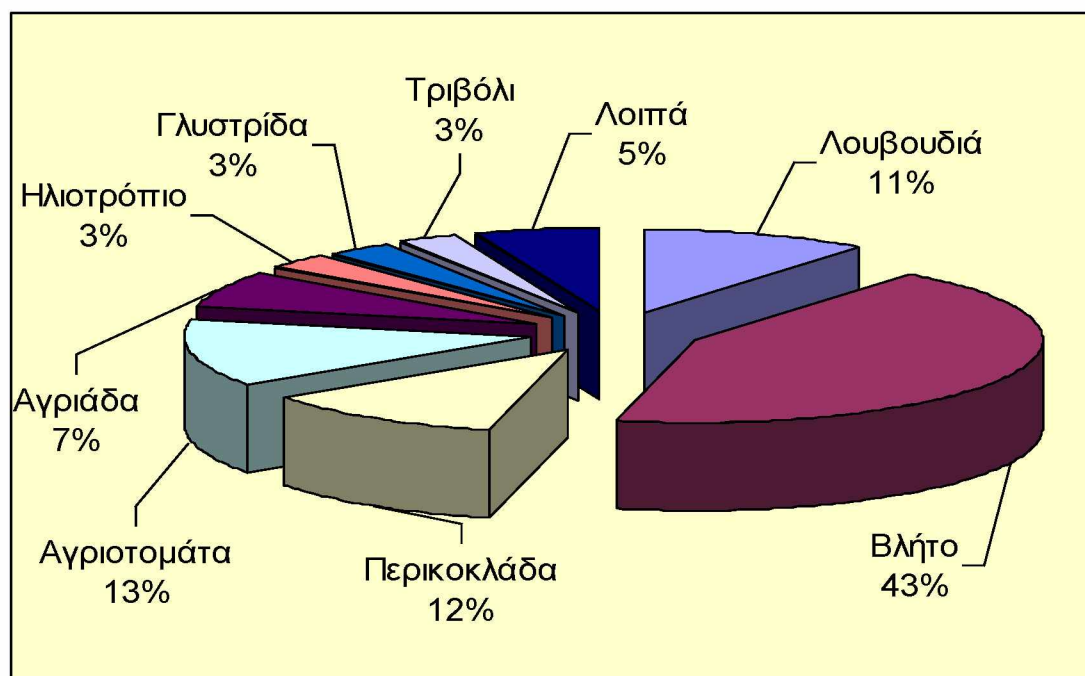
5.4. Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τις παρατηρήσεις κατά την διάρκεια του πειράματος, έγινε με ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA 2) και χρήση του στατιστικού πακέτου MSTAT. Για την εκτίμηση των στατιστικώς σημαντικών διαφορών ανάμεσα στις 13 μεταχειρίσεις-επεμβάσεις, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης της Ελάχιστης σημαντικής διαφοράς $LSD_{0.05}$ (για πιθανότητα σφάλματος $p=5\%$) ενώ παράλληλα υπολογίστηκε και ο συντελεστής παραλλακτικότητας, CV%.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. Είδη και ποσοστά ζιζανίων του ζιζανιοπληθυσμού

Παρατηρήθηκαν συνολικά 19 είδη ζιζανίων από τα οποία τα πέντε επικρατέστερα με ποσοστό παρουσίας πάνω από 7% ήταν τα: βλήτο (*Amarathus spp.*) 43%, αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*) 13%, περικοκλάδα (*Connonulus arvensis*) 12%, λουβουδιά (*Chenopodium album*) 11%, αγριάδα (*Cynodon dactylon*) 7% και φαίνονται στην εικόνα 2.



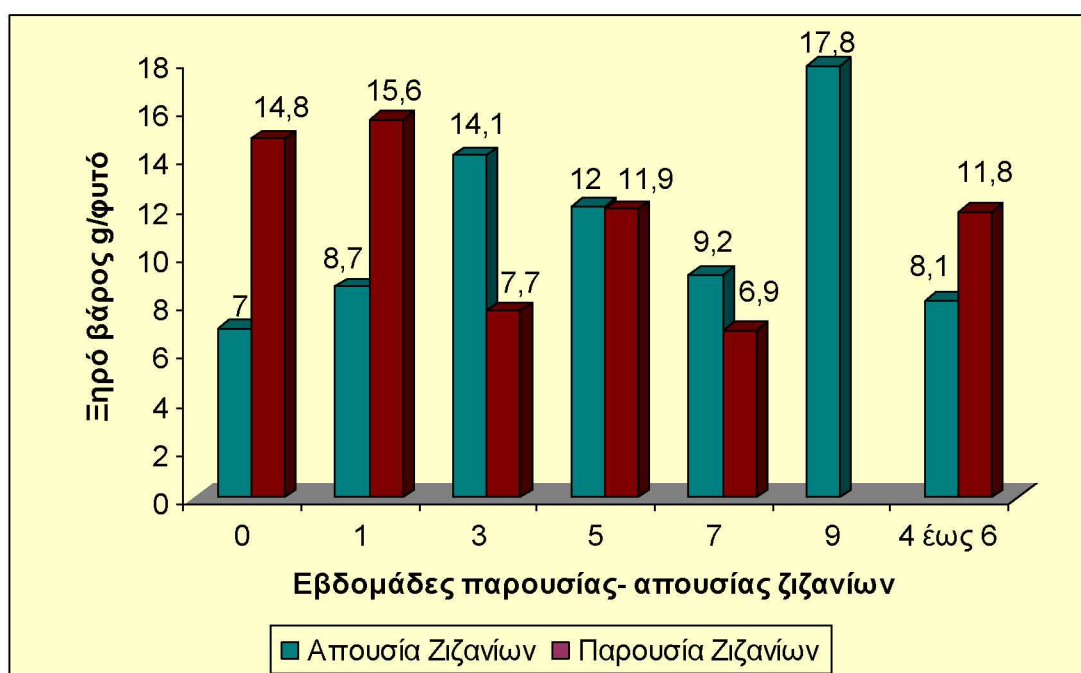
Εικόνα 2. Είδη και ποσοστά ζιζανίων

6.2. Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους καλαμποκιού

6.2.1. Στάδιο V6

Στην εικόνα 3 φαίνεται η επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους ανά φυτό στο στάδιο των 6 φύλλων (V6) του καλαμποκιού.

Φαίνεται ότι στο στάδιο V6 (4 εβδομάδες από το φύτεμα) έχει αρχίσει η επίδραση των ζιζανίων στην αύξηση του καλαμποκιού αλλά αυτή δεν ήταν αρκετή για να προκαλέσει στατιστικώς σημαντικές διαφορές για πιθανότητα 0,05. (Πίν.1, Παράρτημα)



Εικόνα 3. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V6

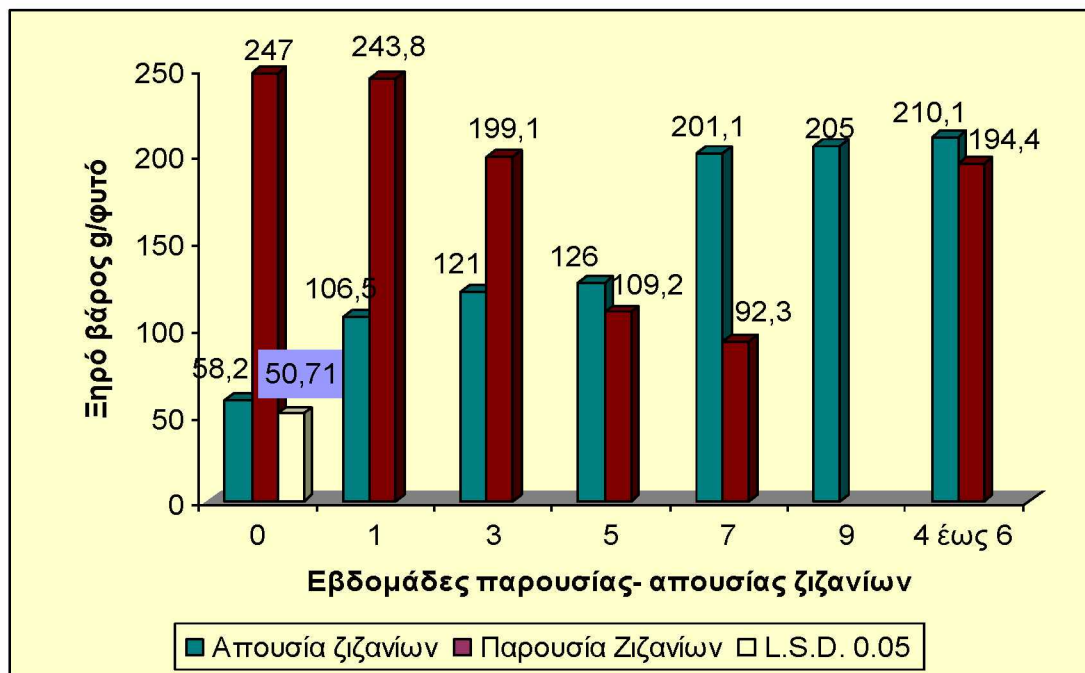
6.2.2. Στάδιο V10

Η επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους ανά φυτό στο στάδιο των 10 φύλλων (V10) του καλαμποκιού φαίνεται στην εικόνα 4.

Η παρουσία των ζιζανίων για περισσότερο από τρεις εβδομάδες από το φύτευμα προκάλεσε μείωση στο βάρος του υπέργειου μέρους ανά φυτό στατιστικώς σημαντική, ενώ αντίθετα για να μην μειωθεί το ξηρό βάρος ανά φυτό ήταν απαραίτητο τα ζιζάνια να απουσιάζουν για επτά και περισσότερες εβδομάδες από το φύτευμα.

Συνεπώς φαίνεται ότι η κριτική περίοδος για το ξηρό βάρος ανά φυτό στο στάδιο V10 ήταν η περίοδος τρεις –επτά εβδομάδες από το φύτευμα. Αυτό το συμπέρασμα ενισχύεται και από το ότι η απουσία ζιζανίων κατά το διάστημα τεσσάρων έως έξι εβδομάδων έδωσε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο βάρος από την παρουσία του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού για πέντε και επτά εβδομάδες από το φύτευμα καθώς και από την απουσία για τρεις έως πέντε εβδομάδες. Παρόμοια συμπεριφορά είχε και η μεταχείριση της παρουσίας ζιζανίων για το ίδιο χρονικό διάστημα, με χαμηλότερη τιμή η οποία όμως δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά από το σύνολο των μεταχειρίσεων που παρουσίασαν υψηλό ξηρό βάρος εκτός του μάρτυρα συνεχούς απουσίας ζιζανίων από τον οποίο είναι στατιστικώς σημαντικά μικρότερη.

Το χαμηλότερο ξηρό βάρος παρατηρήθηκε, όπως αναμένονταν, στο μάρτυρα συνεχούς παρουσίας που διέφερε στατιστικώς σημαντικά με όλες τις επεμβάσεις εκτός των επτά εβδομάδων παρουσίας και τη μια εβδομάδα απουσίας (Εικ.4 και Πίν.2-3, Παράρτημα).



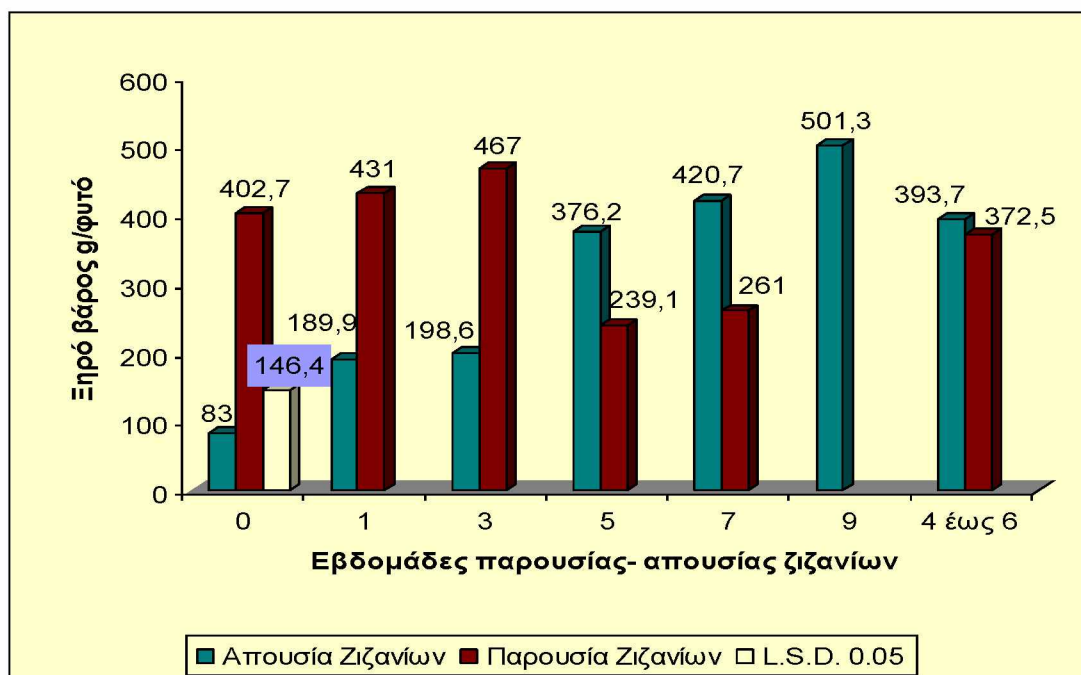
Εικόνα 4. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V10

6.2.3. Στάδιο R1

Τα υψηλότερα ξηρά βάρη του υπέργειου μέρους παρατηρήθηκαν στις εννιά και επτά εβδομάδες απουσίας ζιζανίων καθώς και στις τρεις και μία εβδομάδα παρουσίας που διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από τις επτά και πέντε εβδομάδες παρουσίας, την συνεχή παρουσία και τις μία, τρεις εβδομάδες απουσίας ζιζανίων (Εικ.5). Ενδιάμεσες τιμές παρουσίασαν οι μεταχειρίσεις: μάρτυρας με μηδενική παρουσία, τεσσάρων έως έξι εβδομάδων απουσίας, πέντε εβδομάδων απουσίας και τεσσάρων έως έξι εβδομάδων παρουσίας, με υπεροχή των δυο πρώτων που όμως δεν ήταν στατιστικώς σημαντική. Ο μάρτυρας συνεχούς απουσίας και η απουσία στο διάστημα τεσσάρων έως έξι εβδομάδων είχαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο ξηρό βάρος από την παρουσία για πέντε εβδομάδες και την απουσία για τρεις και μία εβδομάδα όπως επίσης και από το μάρτυρα συνεχούς

παρουσίας των ζιζανίων που έδωσε όπως αναμενόταν το μικρότερο ξηρό βάρος (Πίν.4-5, Παράρτημα).

Συνεπώς φαίνεται ότι η κριτική περίοδος για το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού ανά φυτό στο στάδιο R1 ήταν η περίοδος τρεις-επτά εβδομάδες από το φύτευμα.

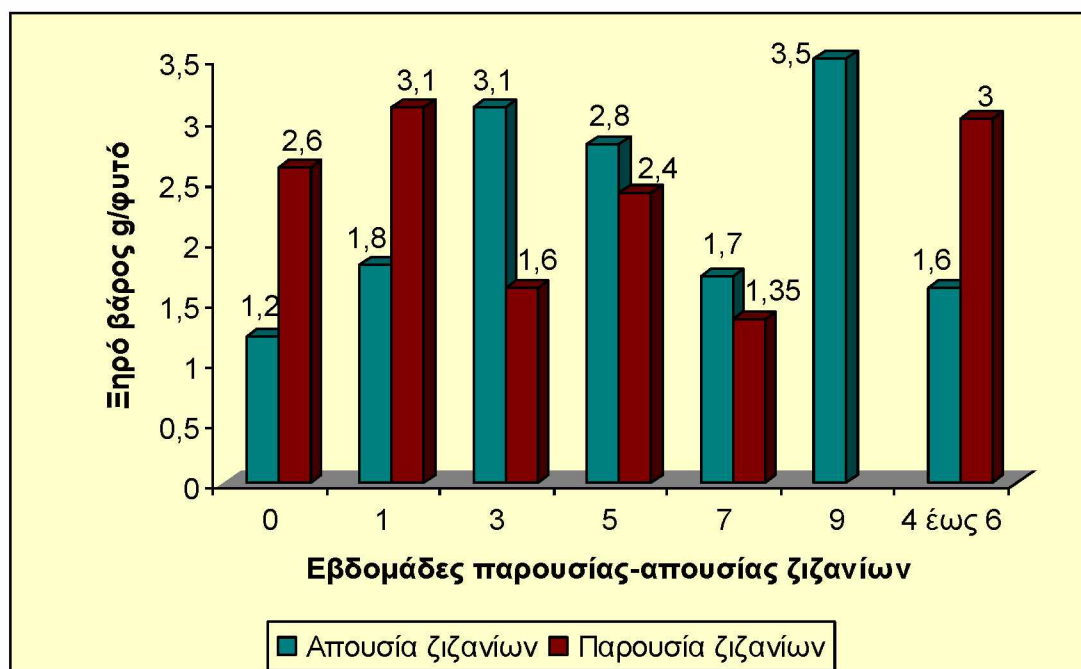


Εικόνα 5. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο R1

6.3. Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και ξηρό βάρος υπόγειου μέρους καλαμποκιού

6.3.1. Στάδιο V6

Όπως το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους έτσι και το υπόγειο αρχίζει να επηρεάζεται στις 4 εβδομάδες από το φύτευμα αλλά η επίδραση των ζιζανίων στην αύξηση του καλαμποκιού δεν ήταν αρκετή για να προκαλέσει στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος των φυτών για πιθανότητα 0,05. (Εικ.6, Πίν.6, Παράρτημα)



Εικόνα 6. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V6

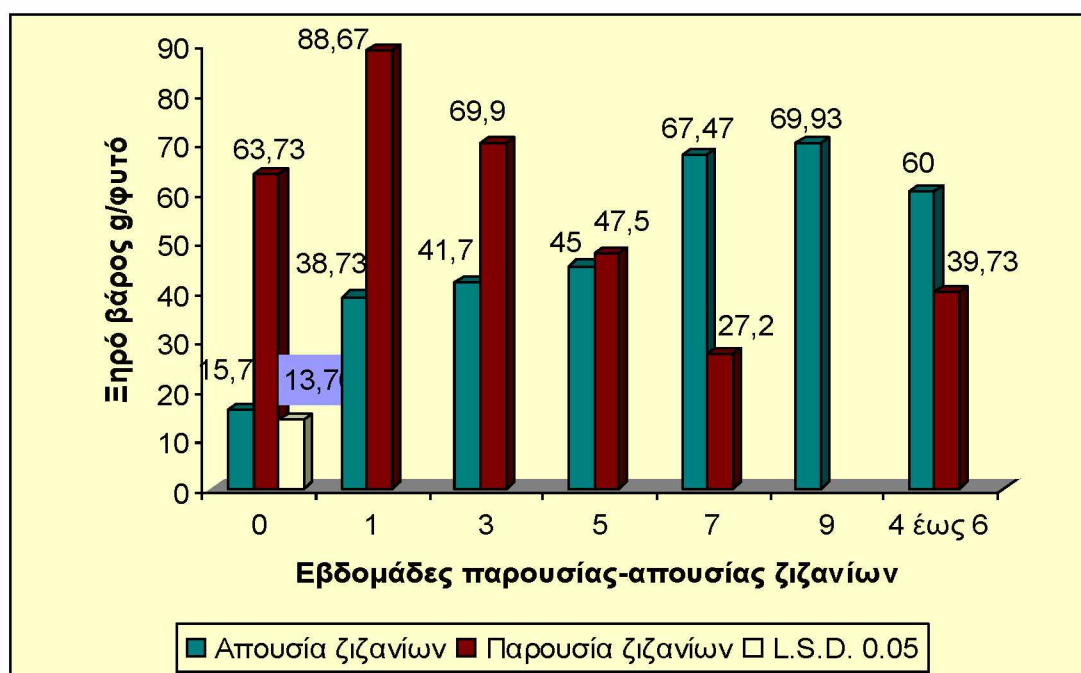
6.3.2. Στάδιο V10

Η παρουσία των ζιζανίων για περισσότερο από τρεις εβδομάδες προκάλεσε μείωση στο ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους ανά φυτό στατιστικώς σημαντική, ενώ αντίστοιχα η

απουσία ζιζανίων έδωσε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερες τιμές από την έβδομη εβδομάδα απουσίας και μετά (Εικ.7).

Όπου υπήρχε απουσία ζιζανίων κατά το διάστημα τεσσάρων έως έξι εβδομάδων, έδωσε υψηλές τιμές ξηρού βάρους του υπόγειου μέρους που διέφερε στατιστικώς σημαντικά από την απουσία ζιζανίων έως και πέντε εβδομάδες, την παρουσία για το διάστημα τεσσάρων έως έξι εβδομάδων και την παρουσία για επτά εβδομάδες (Πίν.7-8, Παράρτημα).

Από τα αποτελέσματα αυτά, φαίνεται ότι η κριτική περίοδος για το ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού ανά φυτό, στο στάδιο V10, ήταν η περίοδος τρεις-επτά εβδομάδες από το φύτευμα.

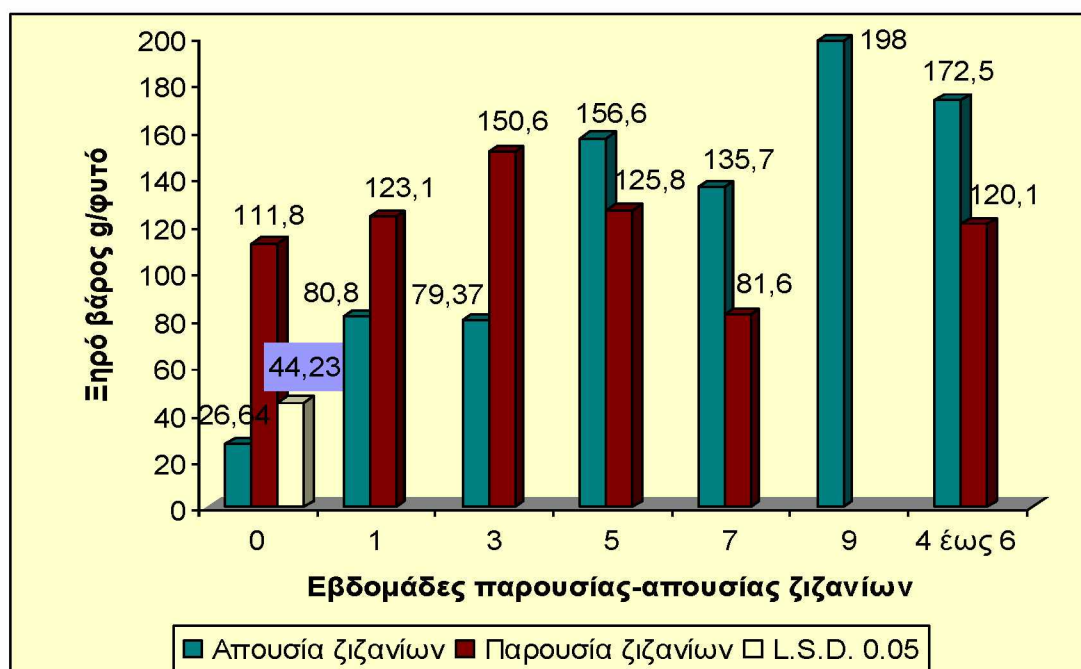


Εικόνα 7. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V10

6.3.3. Στάδιο R1

Η απουσία φυσικού ζιζανιοπληθυσμού από τις πέντε εβδομάδες και μετά έδωσε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο

ξηρό βάρος από την απουσία έως τρεις εβδομάδες. Η παρουσία ζιζανίων για επτά εβδομάδες έδωσε τη χαμηλότερη τιμή που διέφερε στατιστικώς σημαντικά με την παρουσία για τρεις εβδομάδες. Ενδιάμεσες τιμές παρουσίασαν οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρουσίας και μετά απουσίας ζιζανίων που δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Η απουσία ζιζανίων για το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων έδωσε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο βάρος από την παρουσία ζιζανίων το ίδιο διάστημα. Η απουσία ζιζανίων για το συγκεκριμένο διάστημα είχε στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους από την απουσία ζιζανίων έως και τρεις εβδομάδες από το φύτευμα όπως επίσης και από την παρουσία ζιζανιοπληθυσμού για το σύνολο των περιπτώσεων εκτός τις παρουσίας για τρεις εβδομάδες από το φύτευμα(Εικ.8 και Πίν.9-10, Παράρτημα).



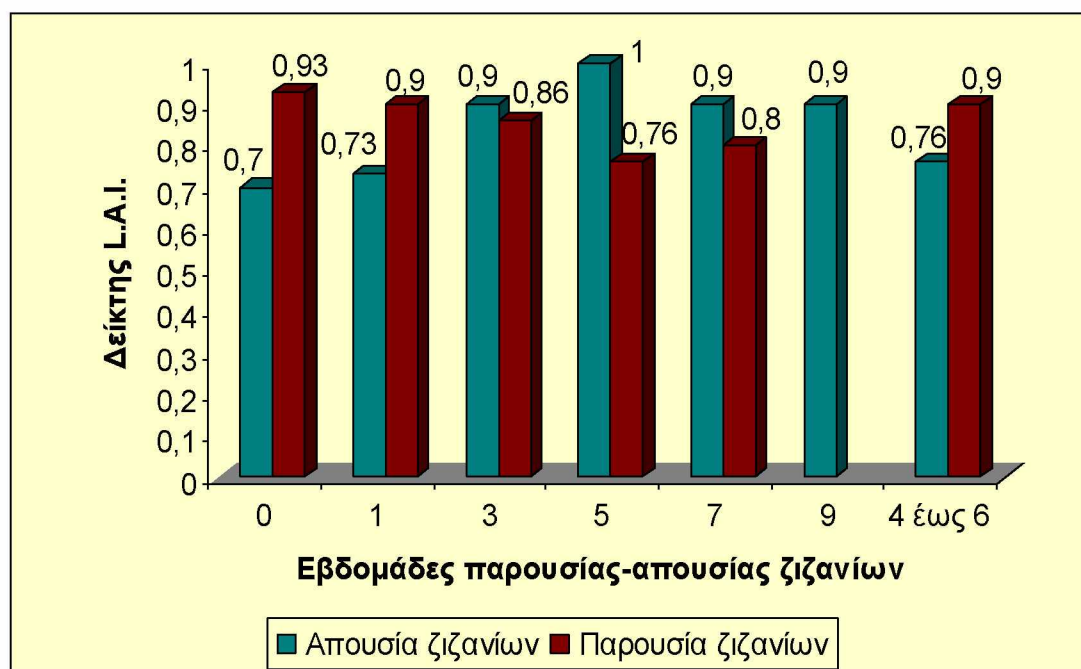
Εικόνα 8. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο R1

6.4 Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και δείκτης φυλλικής επιφάνειας (L.A.I)

6.4.1. Στάδιο V6

Η επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας κατά το στάδιο των 6 φύλλων του καλαμποκιού φαίνεται στην εικόνα 9.

Από τον πίνακα ανάλυσης παραλλακτικότητας (Πίν.11, Παράρτημα), φαίνεται ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για πιθανότητα 0,05 (C.V.=18%).



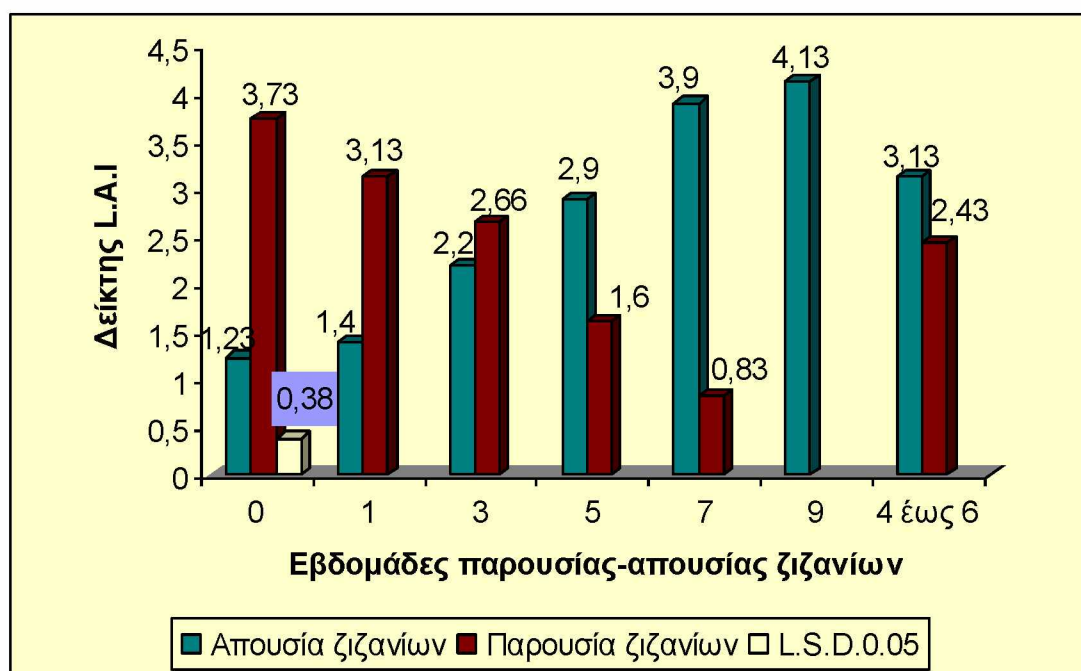
Εικόνα 9. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας του καλαμποκιού στο στάδιο V6

6.4.2. Στάδιο V8

Η επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στο στάδιο των 8 φύλλων του καλαμποκιού φαίνεται στο σχεδιάγραμμα της εικόνας 10.

Ο υψηλότερος δείκτης L.A.I., στατιστικώς σημαντικά διαφορετικός σε σύγκριση με το μάρτυρα, παρατηρήθηκε όταν τα ζιζάνια απομακρύνονταν για επτά εβδομάδες ή περισσότερο. Σε απουσία ζιζανίων κατά το χρονικό διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων, βρέθηκε ότι ο L.A.I. ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερος από ότι σε παρουσία των ζιζανίων για το ίδιο διάστημα. Η παρουσία του ζιζανιοπληθυσμού για μία μόνο εβδομάδα είχε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη τιμή L.A.I. από ότι η παρουσία για τρεις εβδομάδες – ενώ και οι δύο μαζί υπερέρχουν από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρουσίας (Πίν.12-13, Παράρτημα).

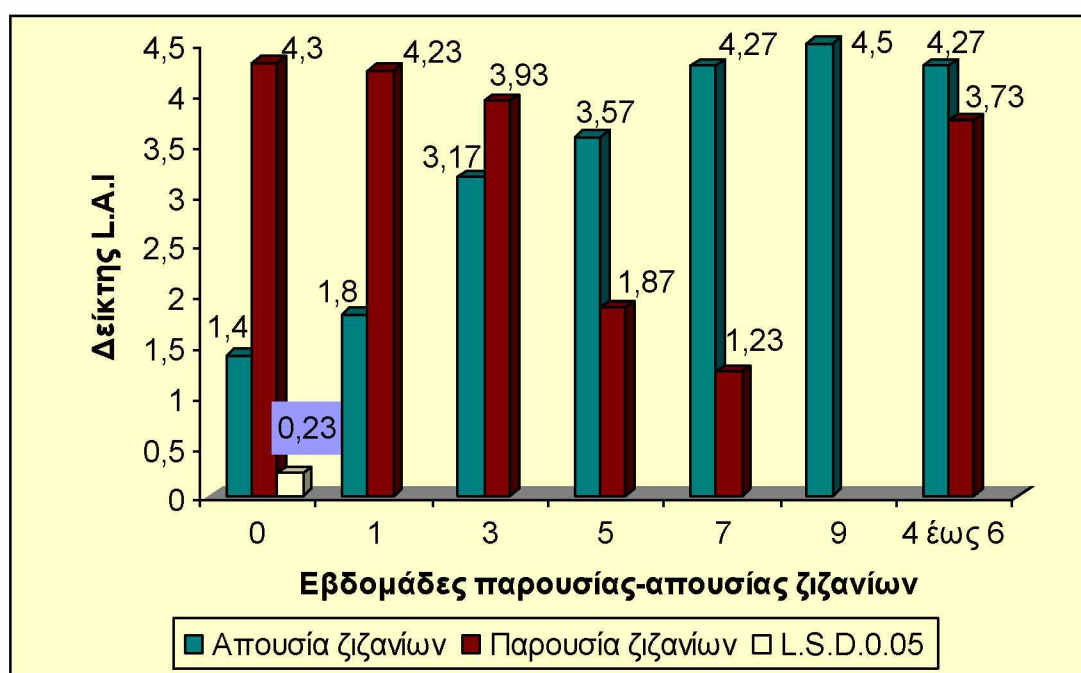
Συνεπώς, φαίνεται ότι η κριτική περίοδος για το L.A.I. στο στάδιο V8 ήταν η περίοδος μία-επτά εβδομάδες από το φύτευμα.



Εικόνα 10. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας του καλαμποκιού στο στάδιο V8

6.4.3. Στάδιο R1

Παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική υψηλότερη τιμή του L.A.I. με απουσία των ζιζανίων από επτά εβδομάδες από το φύτευμα σε σχέση με την απουσία έως και πέντε εβδομάδες, που σημείωσαν μικρότερες τιμές, έχοντας μεταξύ τους κάποιες διαφοροποιήσεις (Εικ.11). Η παρουσία του ζιζανιοπληθυσμού για περισσότερο από μια εβδομάδα, μείωσε στατιστικώς σημαντικά το L.A.I., με την παρουσία από πέντε εβδομάδες και πάνω να σημειώνουν τις χαμηλότερες τιμές. Σε απουσία ζιζανίων κατά το χρονικό διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων, ο L.A.I. ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερος από ότι σε παρουσία ζιζανίων για το ίδιο διάστημα (Εικ.11 και Πίν. 14-15, Παράρτημα). Συνεπώς, φαίνεται ότι η κριτική περίοδος για το L.A.I. στο στάδιο R1 ήταν η περίοδος μία-επτά εβδομάδες από το φύτευμα.



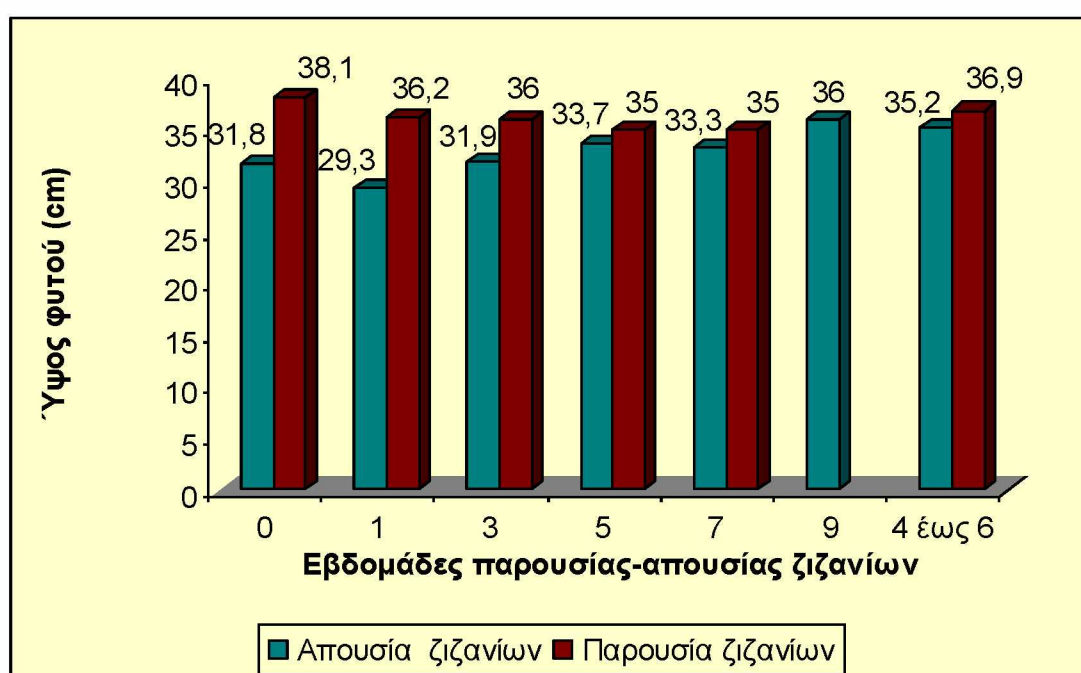
Εικόνα 11. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας του καλαμποκιού στο στάδιο R1

6.5. Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και ύψος του καλαμποκιού

6.5.1. Στάδιο V4

Η επίδραση του χρόνου παρουσίας- απουσίας των ζιζανίων στο ύψος στο στάδιο των 4 φύλλων του καλαμποκιού φαίνεται στην εικόνα 12.

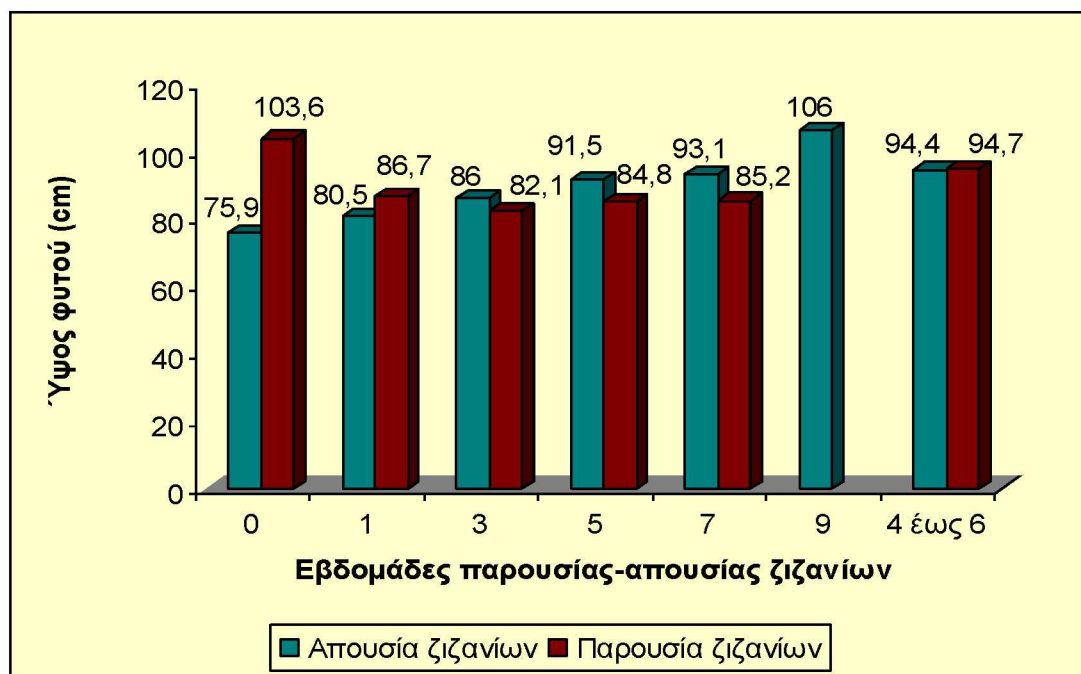
Η ανάλυση παραλλακτικότητας (Πίν.16, Παράρτημα) έδειξε ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Εικόνα 12. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο V4

6.5.2. Στάδιο V6

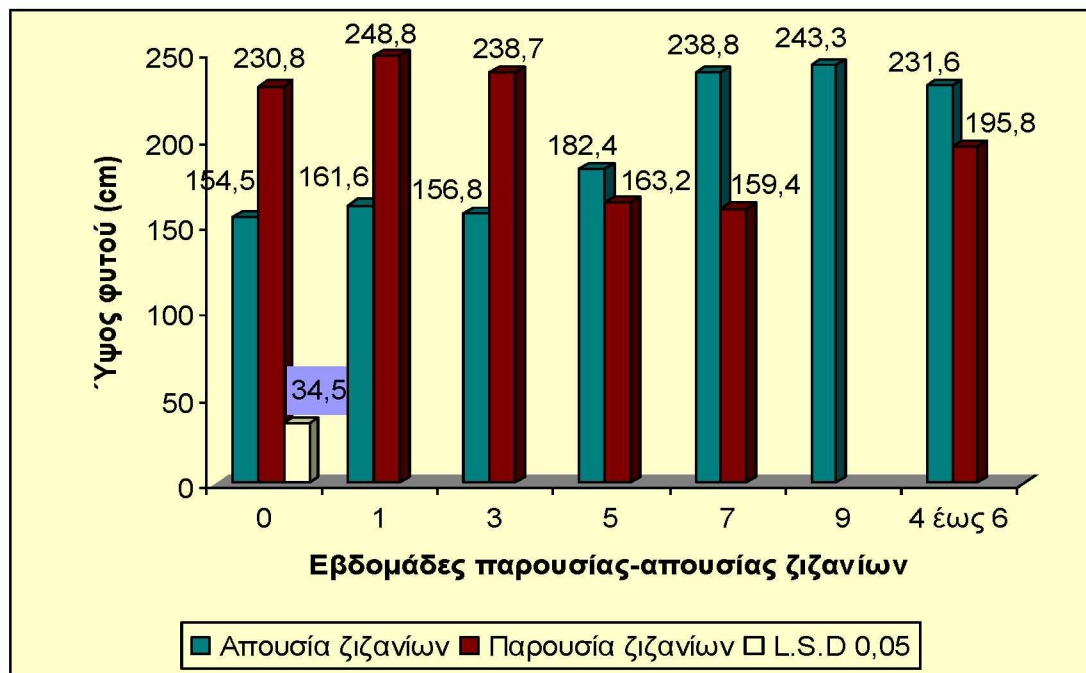
Το ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο των 6 φύλλων δεν επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από το χρόνο παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων (Εικ.13 και Πίν. 17, Παράρτημα).



Εικόνα 13. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο V6

6.5.3. Στάδιο V10

Στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερο ύψος από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, παρατηρήθηκε όπου υπήρχε παρουσία ζιζανίων για λιγότερο από τρεις εβδομάδες, απουσία για το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων και απουσία από επτά εβδομάδες και περισσότερο (Εικ.14 και Πίν.18-19, Παράρτημα). Συνεπώς η κριτική περίοδος για το ύψος, στο στάδιο V10 ήταν η περίοδος τρεις-τέσσερις έως έξι-επτά εβδομάδες από το φύτευμα.

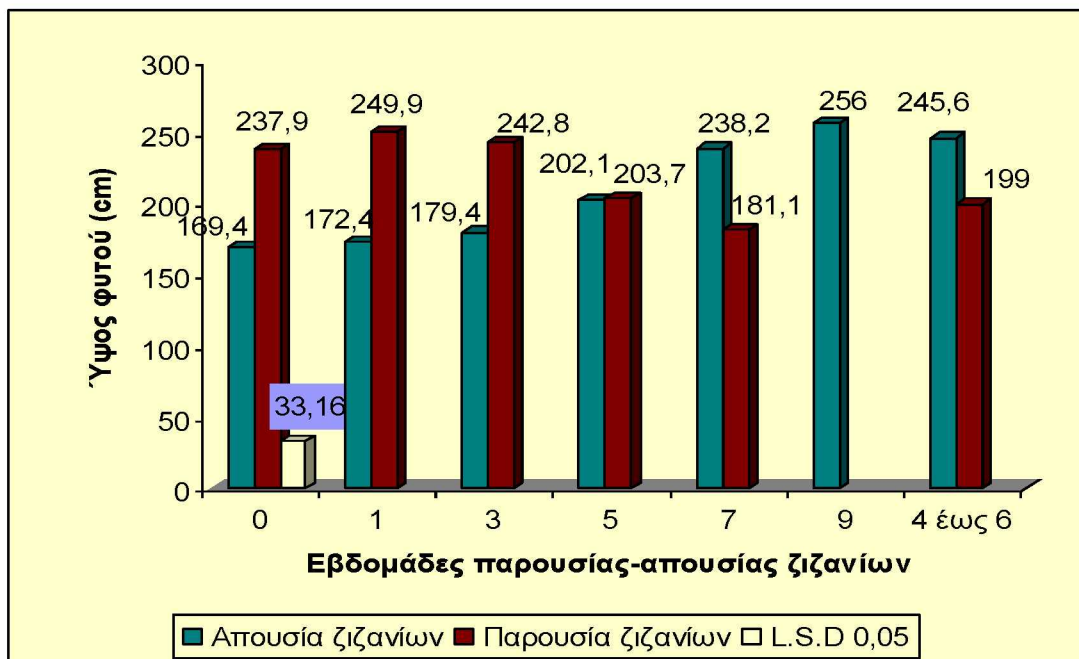


Εικόνα 14. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο V10

6.5.4. Στάδιο R1

Η επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο της ταξιανθίας φαίνεται στο σχεδιάγραμμα της εικόνας 15.

Η παρουσία των ζιζανίων έως και τρεις εβδομάδες από το φύτευμα δεν μείωσε στατιστικώς σημαντικά το ύψος των φυτών. Η συνεχής απουσία ζιζανίων ,η απουσία για επτά, εννέα εβδομάδες και για τέσσερις έως έξι έδωσαν στατιστικώς σημαντικά αυξημένο ύψος (Πίν.20-21, Παράρτημα). Συνεπώς η κριτική περίοδος για το ύψος, στο στάδιο R1, ήταν τρεις-τέσσερις έως έξι-επτά εβδομάδες από το φύτευμα.



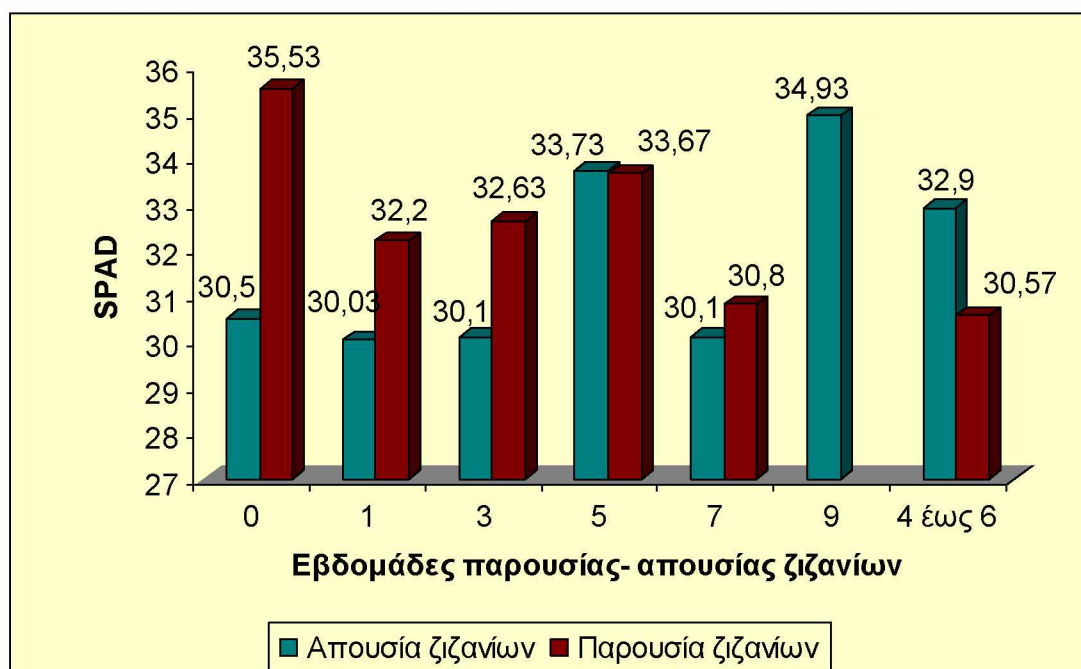
Εικόνα 15. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στο ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο R1

6.6. Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και χλωροφύλλη (SPAD)

6.6.1. Στάδιο V4

Η επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στη χλωροφύλλη στο στάδιο των 4 φύλλων του καλαμποκιού φαίνεται στην εικόνα 16.

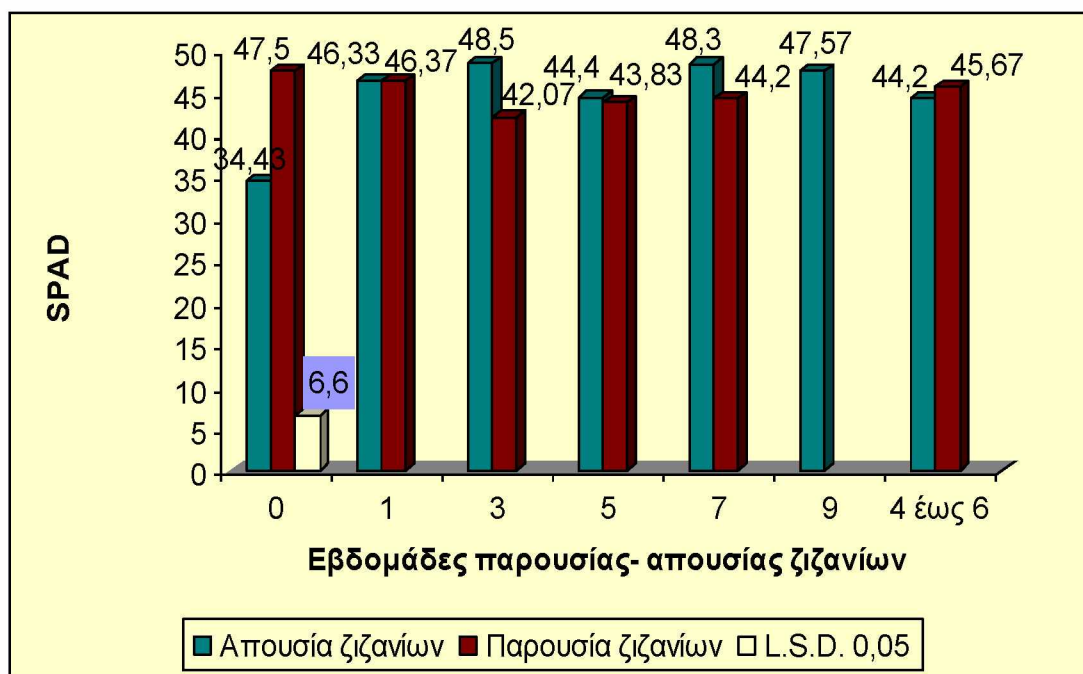
Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας (Πίν.22, Παράρτημα) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Εικόνα 16. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο V4

6.6.2. Στάδιο V6

Στατιστικώς σημαντικά μειωμένη χλωροφύλλη παρατηρήθηκε μόνο όπου η παρουσία των ζιζανίων ήταν συνεχής (Εικ.17 και Πίν.23-24, Παράρτημα).

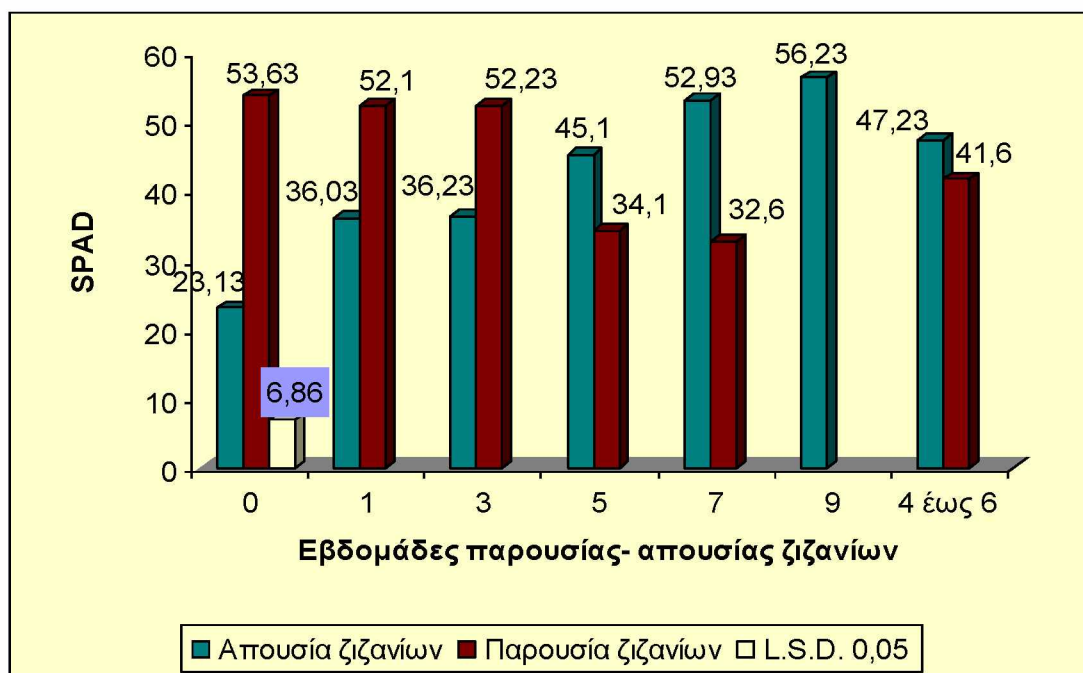


Εικόνα 17. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο V6

6.6.3. Στάδιο V8

Η ανάλυση παραλλακτικότητας έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Εικ.18 και Πίν.25-26, Παράρτημα). Ο μάρτυρας συνεχούς παρουσίας ζιζανίων παρουσίασε το χαμηλότερο επίπεδο χλωροφύλλης, που διέφερε στατιστικώς σημαντικά από όλες της μεταχειρίσεις. Η παρουσία ζιζανίων για επτά και πέντε εβδομάδες περιορίσει τη χλωροφύλλη όπως και η απουσία έως τρεις εβδομάδες από το φύτευμα. Υψηλές τιμές βρέθηκαν με απουσία του ζιζανιοπληθυσμού από επτά εβδομάδες και με παρουσία έως και τρεις εβδομάδες. Η απουσία για το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων είχε

υψηλότερη τιμή χλωροφύλλης από την παρουσία για το ίδιο διάστημα, όμως δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά. Η απουσία για πέντε εβδομάδες είχε ενδιάμεση τιμή χλωροφύλλης. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η κριτική περίοδος για τη χλωροφύλλη, στο στάδιο V8, ήταν οι τρεις έως επτά εβδομάδες από το φύτευμα.

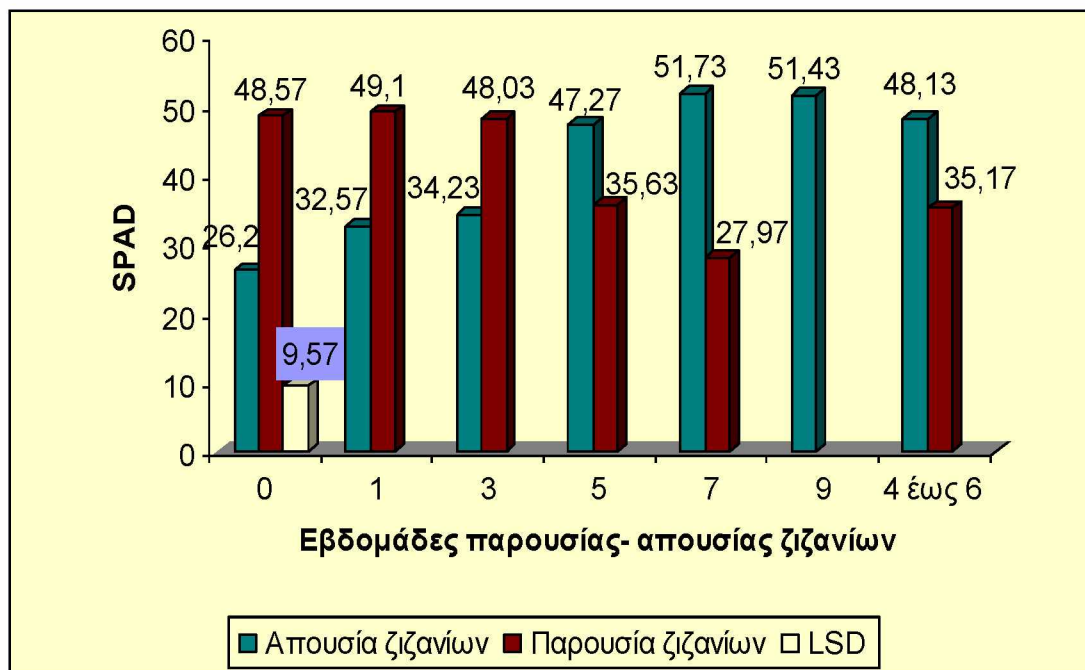


Εικόνα 18. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο V8

6.6.4. Στάδιο R1

Ο χρόνος παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων επηρέασε τη χλωροφύλλη στο στάδιο της ταξιανθίας του καλαμποκιού (Εικ.19).

Η απουσία ζιζανίων για περισσότερες από πέντε εβδομάδες, η απουσία στο διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων και η παρουσία έως και τρεις εβδομάδες από το φύτευμα παρουσίασαν υψηλό επίπεδο χλωροφύλλης που διέφερε στατιστικώς σημαντικά από των άλλων μεταχειρίσεων (Εικ.19 και Πίν.27-28, Παράρτημα).



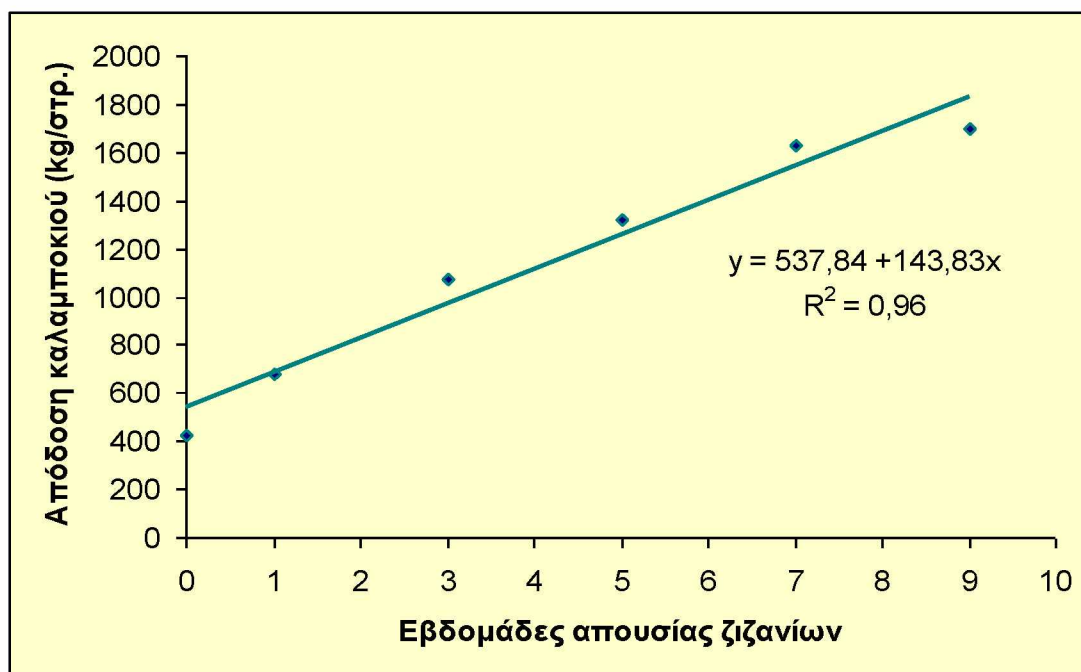
Εικόνα 19. Επίδραση του χρόνου παρουσίας-απουσίας των ζιζανίων στη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο R1

6.7. Χρόνος παρουσίας-απουσίας του ζιζανιοπληθυσμού και απόδοση καλαμποκιού

6.7.1. Απόδοση καλαμποκιού και χρόνος απουσίας των ζιζανίων

Οι στατιστικώς μεγαλύτερες αποδόσεις του καλαμποκιού παρατηρήθηκαν με απουσία του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού για επτά και εννέα εβδομάδες καθώς και για απουσία κατά το χρονικό διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων (Εικ.20). Στατιστικώς σημαντική μείωση παρατηρήθηκε με απουσία ζιζανίων έως και τρεις εβδομάδες από το φύτευμα και μετά παρουσία. Η απουσία ζιζανίων για πέντε ή περισσότερες εβδομάδες έδωσε ενδιαμέση απόδοση, στατιστικώς σημαντικά μικρότερη από τη μεταχείριση των εννέα εβδομάδων απουσίας και μεγαλύτερη από τη διαρκή παρουσία ή/και την μία εβδομάδα απουσίας (Πίν.29-30, Παράρτημα).

Η γραφική παράσταση της επίδρασης του χρόνου απουσίας του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού στην απόδοση, αποδίδεται ικανοποιητικά ($R^2=0,96$) από εξίσωση 1^{ου} βαθμού $y=537,84+143,83x$. Από την εξίσωση προκύπτει ότι για κάθε εβδομάδα απουσίας των ζιζανίων η απόδοση αυξάνονταν κατά 143,83kg /στρ.

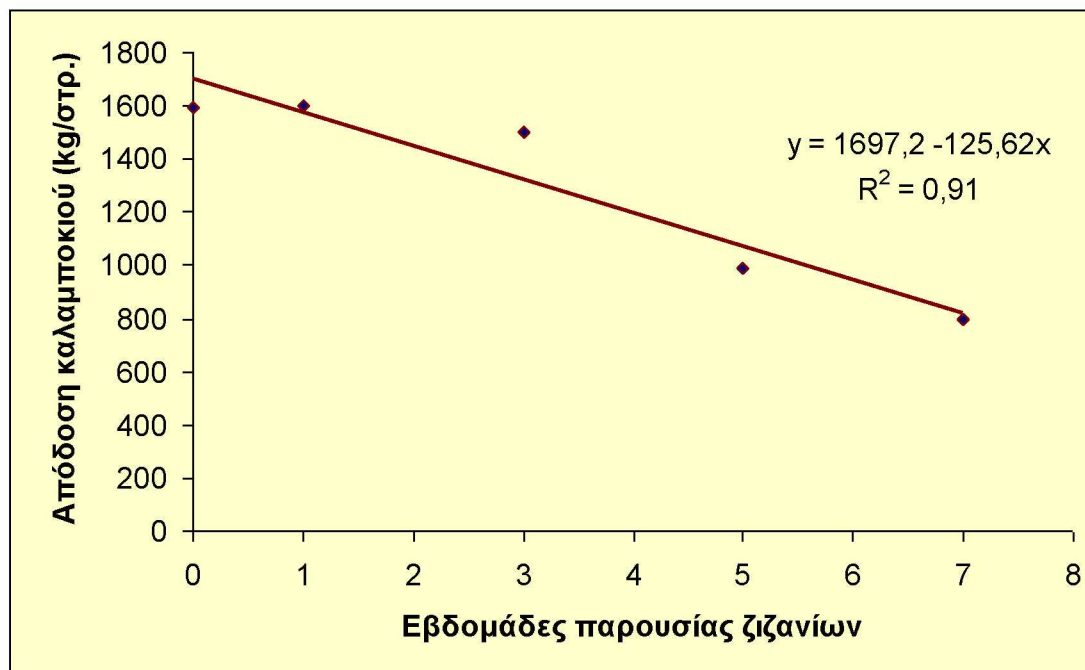


Εικόνα 20. Απόδοση του καλαμποκιού σε σχέση με το χρόνο απουσίας των ζιζανίων στον αγρό

6.7.2. Απόδοση καλαμποκιού και χρόνος παρουσίας των ζιζανίων

Η παρουσία του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού έως και τις τρεις εβδομάδες από το φύτευμα δεν επηρέασε την απόδοση της καλλιέργειας του καλαμποκιού όπως φαίνεται στο σχεδιάγραμμα της εικόνας 21. Η παρουσία για πέντε και επτά εβδομάδες μείωσε στατιστικώς σημαντικά την απόδοση. Η παρουσία ζιζανίων για το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων έδωσε στατιστικώς σημαντικά μικρότερη απόδοση από την μηδενική και την παρουσία για μια εβδομάδα και μεγαλύτερη από την μεταχείριση της παρουσίας για επτά εβδομάδες (Πίν.29-30, Παράρτημα).

Η απόδοση του καλαμποκιού σε σχέση με την παρουσία ζιζανίων περιγράφεται ικανοποιητικά ($R^2=0,91$) από εξίσωση 1^{ου} βαθμού $y=1697,2-125,62x$. Από την εξίσωση προκύπτει ότι για κάθε εβδομάδα παρουσίας των ζιζανίων η απόδοση μειώνονταν κατά 125,62 kg/στρ.



Εικόνα 21. Απόδοση του καλαμποκιού σε σχέση με το χρόνο παρουσίας των ζιζανίων στον αγρό

Από τις εικόνες 20 και 21 φαίνεται ότι η απόδοση του καλαμποκιού δεν επηρεάστηκε σημαντικά όταν το καλαμπόκι μεγάλωνε χωρίς ζιζάνια για 7 ή περισσότερες εβδομάδες (Εικ.20) ή τα ζιζάνια απομακρύνονταν μετά την 3^η εβδομάδα (Εικ.21) καθώς επίσης εάν διατηρούνταν χωρίς ζιζάνια την περίοδο 4-6 εβδομάδες από το φύτευμα (Πίν. 29-30, Παράρτημα).

Συνεπώς, κάτω από τις συνθήκες αυτού του πειράματος, βρέθηκε ότι η κρίσιμη περίοδος για την απόδοση του καλαμποκιού ήταν η περίοδος 3-4 έως 6-7 εβδομάδες από το φύτευμα.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι, η απόδοση της καλλιέργειας του καλαμποκιού δεν επηρεάστηκε σημαντικά όπου υπήρχε απουσία ζιζανίων για επτά ή περισσότερες εβδομάδες από το φύτευμα, ή παρουσία του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού μέχρι τις τρεις πρώτες εβδομάδες καθώς επίσης και η απουσία ζιζανίων κατά το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων από το φύτευμα.

Το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους, περιορίστηκε σημαντικά με την παρουσία των ζιζανίων για περισσότερες από τρεις εβδομάδες από το φύτευμα. Αντίθετα, όπου το καλαμπόκι μεγάλωνε χωρίς την παρουσία ζιζανιοπληθυσμού τις πρώτες επτά εβδομάδες από το φύτευμα, δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος. Παρόμοια συμπεριφορά σημειώθηκε και για το υπόγειο τμήμα του καλαμποκιού. Η απουσία του ζιζανιοπληθυσμού για το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων σε σχέση με την παρουσία για το ίδιο διάστημα, έδωσε υψηλότερο βάρος ανά φυτό, σε ορισμένες περιπτώσεις στατιστικώς σημαντικά και σε άλλες μόνο αριθμητικά.

Μείωση στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.) παρατηρήθηκε με παρουσία των ζιζανίων για περισσότερες από μία εβδομάδες. Η απουσία ζιζανίων επηρέασε θετικά το δείκτη L.A.I. από τις επτά εβδομάδες και πλέον, καθώς και κατά το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων.

Η παρουσία ζιζανίων έως και τρεις εβδομάδες, η απουσία για επτά και περισσότερες εβδομάδες, όπως επίσης και η απουσία για τέσσερις έως έξι εβδομάδες από το φύτευμα, δεν επηρέασαν το ύψος των φυτών σε σχέση με το μάρτυρα συνεχούς απουσίας ζιζανίων.

Η χλωροφύλλη μειώθηκε όπου υπήρχε παρουσία του φυσικού ζιζανιοπληθυσμού για περισσότερο από τρεις εβδομάδες, αντίθετα δεν επηρεάστηκε σημαντικά όπου υπήρχε απουσία ζιζανίων για πέντε-επτά εβδομάδες από το φύτευμα. Όπου υπήρχε απουσία ζιζανίων στο διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων τα επίπεδα χλωροφύλλης ήταν υψηλά, όπως και στο μάρτυρα.

Γενικά, συμπεραίνεται ότι για να μην επηρεαστεί η αύξηση και τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά του καλαμποκιού που μετρήθηκαν, ο μέγιστος χρόνος παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού ήταν οι τρεις εβδομάδες από το φύτευμα και ο ελάχιστος χρόνος απουσίας ήταν οι επτά εβδομάδες. Συνεπώς, η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού του ζιζανιοπληθυσμού στο πείραμα ήταν το διάστημα από τις τρεις έως τις επτά εβδομάδες. Η θετική συμβολή της απουσίας των ζιζανίων για το διάστημα των τεσσάρων έως έξι εβδομάδων, επιβεβαιώνει τα όρια της κρίσιμης περιόδου.

Η επανάληψη του πειράματος στα επόμενα έτη και σε διαφορετικές περιοχές θα ενισχύσει τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Αγάογλου Ν., 2005.** Επίδραση διάρκειας παρουσίας-απουσίας ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμού στην αύξηση-ανάπτυξη και ποιοτικά γνωρίσματα βιομηχανικής τομάτας. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
2. **Afentuli C.G. and I.G. Eleftherohorinos., 1996.** Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) and Short – spiked Canarygrass (*Phalaris brachystachys*) Interference in Wheat and Barley. *Weed Sci* 44:560-565.
3. **Anderson P.W., 1996.** *Weed Science Principles and Application.* West Publishing Company p:13-21, 270-274, 388.
4. **Βασιλάκογλου Ι., Δήμας Κ., Ελευθεροχωρινός. Η., 2004.** Ανταγωνιστική-αλληλοπαθητική ικανότητα της αγριάδας και του βέλιουρα με το βαμβάκι και τον αραβόσιτο. 13^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ζ.Ε. Ορεστιάδα 2004.
5. **Bond W. and S.Burston, 1996.** Timing the removal of weeds from drilled salad onions to prevent crop losses. *Crop Protection* 1996, 15: 205-211.
6. **Bosnic A. C., C. J. Swanton, 1997.** Interference of barnyardgrass(*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on Corn (*Zea mays*). *Weed Sci* 45:276-282.
7. **Buchanan G.A. and E.R. Burns., 1970.** Influence of weed competition on cotton. *Weed Sci.* 18:149-154.
8. **Buchanan G.A., C.E. Snipes, J.E. Street, and J.A. Mcguire., 1982.** Competition of common cocklebur (*Xanthim pensylvanicum*) with cotton (*Gossypium hirsutum*) *Weed Sci.* 30:553-556.

9. **Buhler D. D., 1998.** Effect of truncation on weed populations and control in ridge- tillage corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 46:225-230.
10. **Bukun B., 2004.** Critical periods for weed control in cotton in Turkey. *Weed Research* 44: 404-412.
11. **Byrd J. D, Jr, and H. D. Coble, 1991.** Interference of selected weeds in cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technology*, 5:363- 269.
12. **Γαλανοπούλου - Σένδουκα Σ., 1998.** Ειδική Γεωργία Ι. Βόλος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σελ. 50.
13. **Διαμαντή Χ., 1996.** Κρίσιμοι χρόνοι παρουσίας – απουσίας ζιζανίων στο βαμβάκι. Προπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
14. **Deazevedo DMP, Deltrao NED, Danobrega LB, Dossantos JW, Vieira DJ., 1994.** Critical period of weed competition on irrigated annual cotton. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 29:417-1425.
15. **Dhima, K.V. and I.G. Eleftherohorinos, 2001.** Influence of nitrogen on competition between winter cereals and sterile oat. *Weed Science* 49: 77-82.
16. **Drennan D.S.H. and E.A. Jennings., 1977.** Weed competition in irrigated cotton (*Gossypium barbadense*) and groundnut (*Arachis hypogaea*) in the Sudan Gezira. *Weed Res.* 17:3-9.
17. **Eaton B.J., O.G. Ruww and K.C.Feltner., 1976.** Competition of velvetleaf, prickly sida, and venice mallow in soybeans. *Weed Sci.* 24:224-228.
18. **Elmore C. D., M. A., Brown, and E. P., Flint., 1983.** Early interference between cotton (*Gossypium hirsutum*) and four weed spesies. *Weed Sci.*, 42:568-573.

19. **Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 1996.** Ζιζανιολογία. Αθήνα. Εκδόσεις ΑγρόΤυπος. Σελ. 1-24.
20. **Ελευθεροχωρινός Η.Γ., και Κ. Ν. Γιαννοπολιτης, 1991.** Τα ζιζάνια του αραβοσίτου. Γεωργία Κτηνοτροφία, 2: 27-30.
21. **Fausey J. C., J. J. Kells, S.M. Swinton, K.A. Renner, 1997.** Giant foxtail (*Setaria faberi*) interference in nonirrigated Corn (*Zea mays*). Weed Sci. 45:256-260.
22. **Fernandez O.N., O.R. Vignolio and E.C. Requesens, 2002.** Competition between corn (*Zea mays*) and bermudagrass (*Cynodon dactylon*) in relation to the crop plant arrangement. Agronomie. 22: 293-305.
23. **Frantik T., 1994.** Interference of *Chenopodium suecicum* J. Murr. and *Amaranthus retroflexus* L. in maize. Weed Research, 34: 180-183.
24. **Halford C, Hamill AS, Zhang J, Doucet C., 2001.** Critical period of weed control in no-till soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*). Weed Technology 15: 737-744.
25. **Hall M.R., Clarence J.S., and Anderson G.W., 1992.** The critical period of weed control in grain com (*Zea mays*). Weed Sci. 40:441-447.
26. **Harker KN, Blackshaw RE, Clayton GW., 2001.** Timing weed removal in field pea (*Pisum sativum*). Weed Technology 15: 277-283.
27. **Horowitz M., 1973.** Competitive effect of *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, and *Cyperus rotundus* on cotton and mustard. Expt. Agric. 9:263-273.
28. **Καράμανος Α.Ι., 1991.** Αραβόσιτος. Βοτανική-Οικολογία-Καλλιέργεια. Εκδόσεις: Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών. Σελ. 3.

29. **Kasasian L. and J. Seeyave., 1969.** Critical periods for weed competition. PANS 15:208-212.
30. **Keeley P.E. and R.J. Thullen, 1975.** Influence of yellow nutsedge competition on furrow-irrigated cotton. Weed Sci. 23:171-175.
31. **Li Ming-Yu., 1960.** An evaluation of the critical period and the effects of weed competition on oats and corn. Ph.D. thesis, Rutgers University, New Brunswick, N.J.
32. **Lolas P.C., 1986.** Weed community interference in burley and oriental tobacco (*Nicotiana tabacum*). Weed Research, 26:1-7.
33. **Λόλας Π. και Σ. Γεωργιάδης., 1997.** Κρίσιμοι χρόνοι παρουσίας και απουσίας ζιζανιοπληθυσμών στο καλαμπόκι. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΖΕ, Θεσσαλονίκη.
34. **Λόλας Π.Χ., 1997.** Ζιζάνια στην Ελλάδα. Πρακτικός οδηγός αναγνώρισης. Εκδ. Γεωργική Τεχνολογία.
35. **Λόλας Π.Χ., 2003.** Ζιζανιολογία. Ζιζάνια-Ζιζανιοκτόνα. Τύχη και Συμπεριφορά στο Περιβάλλον. Εκδ. Σύγχρονη Παιδεία. Σελ. 21-38.
36. **Μήτσας Μ. και Ελευθεροχωρινός Η., 1999.** Έναρξη ανταγωνισμού μεταξύ βέλιουρα (*Sorghum halepense*) από σπόρο και τριών υβριδίων καλαμποκιού (*Zea mays*). 11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ζ.Ε. Βόλος 1999.
37. **Μήτσιος. Ι. Κ. και Μ. Γ. Τούλιος, ΑΘ. Χαρούλης, Φ. Γάτσιος, ΣΤ. Φλωράς., 2000.** Εδαφολογική Μελέτη και Εδαφολογικός χάρτης του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου. Εκδόσεις: Ζυμेल. Σελ. 31.

38. **Μπουχάγιερ Π., Π. Ευθυμιάδης, Π. Λόλας, Μ. Πολυσίου, 2002.** Αλληλοπαθητική επίδραση της αγριάδας (*Cynodon dactylon*) στην ανάπτυξη του βαμβακιού. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ζ.Ε. Αθήνα 2002.
39. **Μπισίλκα Β., 2002.** Κρίσιμοι χρόνοι παρουσίας – απουσίας ζιζανιοπληθυσμών στην καλλιέργεια βαμβακιού. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
40. **Martin SG, Van Acker RC, Friesen LF., 2001.** Critical period of weed control in spring canola. *Weed sci.* 49: 326-333.
41. **Morgan GD, Baumann PA, Chandler JM., 2001.** Competitive impact of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) on cotton (*Gossypium hirsutum*) development and yield. *Weed Technology* 15: 408-412.
42. **Mortimer, A.M. 1990.** The biology of weeds. pp. 1-42. In R.J. Hance and K. Holly (ed.) *Weed Control Handbook: Principles.* 8th edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.
43. **Mickelson J. A., R. G. Harvey, 1999.** Relating *Eriochloa villosa* emergence to interference in *Zea mays*. *Weed Sci.* 47:571-577.
44. **Norris R. F., 1992.** Case history for weed competition/ population ecology: barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in sugarbeets (*Betta vulgaris*). *Weed Technology*, 6: 220-227.
45. **Nieto J., M. A. Brando and J.T. Gonzalez., 1968.** Critical period of the crop growth cycle for competition from weeds. *Pans(C)* 14:159-166.

46. **Papamichail D, Eleftherohorinos I, Froud-Williamw R, Gravanis F., 2002.** Critical periods of weed competition in cotton in Greece. *Phytoparasitica*. 30 :105-111.
47. **Πετσούλας Χ., Κανελλοπούλου Θ., Χάχαλης Δ. και Λόλας Π., 2002.** Κρίσιμοι χρόνοι παρουσίας – απουσίας ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμών σε καλλιέργεια καλαμποκιού πρώιμης και πυκνής σποράς. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ζ.Ε. Αθήνα 2002.
48. **Πετσούλας Χ., Σταράκης Α. και Λόλας Π., 2002.** Κρίσιμοι χρόνοι παρουσίας–απουσίας ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμών σε καλλιέργεια καλαμποκιού πρώιμης σποράς και κανονικές αποστάσεις. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ζ.Ε. Αθήνα 2002.
49. **Ράπτης Β. ,Τριανταφυλλίδου Β., Λόλας Π., 1999.** Κρίσιμοι χρόνοι παρουσίας και απουσίας ζιζανιοπληθυσμών στο βαμβάκι. 11^ο Επιστημονικό συνέδριο Ελληνικής ζιζανιολογικής εταιρίας.
50. **Ramow LRD, Pitelli RA., 1994.** Nutrient extraction of weeds in competition with the corn crop (*Zea mays*). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 37 : 123-138
51. **Roberts H.A. and W. Bond, 1975.** Combined treatments of prorachlor and trifluralin for weed control in cabbage. *Weed Res.* 15:195-198.
52. **Snipes C. E., and T. C., Mueller, 1992.** Cotton (*Gossypium hirsutum*) yield response to mechanical and chemical weed condrol systems. *Weed Sci.*, 40:449-254.
53. **Σουίπας Σ. και Λόλας, 2004.** Επίδραση χρόνου παρουσίας –απουσίας ανταγωνισμού ζιζανιοπληθυσμών στην αύξηση-ανάπτυξη και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής τομάτας.13^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ζ.Ε. Ορεστιάδα 2004.

54. **Strahan R.E., J.L. Griffin, D. B. Reynolds, D. K. Miller, 2000.** Interference between *Rottboellia cochinchinensis* and *Zea mays*. *Weed Sci.*, 48:205-211.
55. **Τσώλης Χ. και Ελευθεροχωρινός Η, 1998.** Ανταγωνισμός τριών υβριδίων καλαμποκιού (*Zea mays*) και βέλιουρα (*Sorghum halepense*) από ρίζωμα. 11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ζ.Ε. Βόλος 1999.
56. **Teasdale J. R., 1998.** Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Aduilton theofrasti*) yield. *Weed Sci.*, 46:447- 453.
57. **Strouthopoulos T.G., 1975.** Competition between weeds and sugarbeets. Pp. 321-325 in Third International Meeting on Selective Weed Control in Beet Crops. Paris.
58. **Vizantinopoulos & Kantranis, 1998.** Weed Management of *Amaranthus spp.* in Corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 12:145-150.
59. **Vizantinopoulos & Kantranis, 1998.** Management of blackgrass (*Alopecurus myosuroides*) in winter wheat in Greece. *Weed Technology*, 12: 484-490.
60. **Young F. L., D. L. Wyse, and R. J. Jones, 1984.** Quackgrass (*Agropyron repens*) interference on Corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 32:226-234.
61. **Zimdahl, R.L. 1980.** Weed-Crop Completion a Review. Intern. Pl. Prot. Cente, Corvalis, Oregon. 196 p.
62. **Zimdahl, R.L. 1993.** Fundamentals of Weed Science. Academic Press, Inc., California. 450 p.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

1. http://www.statistics.gr/gr_tables/table184_gr.htm
2. http://www.statistics.gr/gr_tables/s400_spr_8_dt_an_03_t.htm
3. http://www.statistics.gr/gr_tables/s400_spr_8_dt_an_04_t.htm
4. http://www.statistics.gr/gr_tables/s400_spr_9_dt_an_02_t.htm
5. http://www.geohive.com/global/geo.php?xml=ag_maize&xsl=ag

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V6

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	461.56	38.463	1.97	0.0757
EPANALHPSEIS	2	254.81	127.404	6.54	0.0054
Error	24	467.87	19.495		
Non-additivity	1	22.05	22.052	1.14	
Residual	23	445.82	19.383		

Total	38	1184.24			

Grand Mean=	11.207	Grand Sum=	437.080	Total Count=	39
Coefficient of Variation=	39.40%				

Πίνακας 2. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V10

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	139529.09	11627.424	12.84	0.0000
EPANALHPSEIS	2	3987.23	1993.613	2.20	0.1325
Error	24	21732.08	905.503		
Non-additivity	1	263.96	263.957	0.28	
Residual	23	21468.13	933.397		

Total	38	165248.40			

Grand Mean=	162.599	Grand Sum=	6341.345	Total Count=	39
Coefficient of Variation=	18.51%				

Πίνακας 3 . Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V10

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	A	247.0
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	AB	243.8
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	AB	210.1
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	AB	205.0
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	AB	201.1
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	AB	199.1
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	B	194.4
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	C	126.0
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	C	121.0
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	C	109.2
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	CD	106.5
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	CD	92.33
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	D	58.20
	LSD _{0,05} =50,71	C.V=18,51%

Πίνακας 4. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο R1

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	571734.07	47644.506	6.32	0.0001
EPANALHPSEIS	2	9940.05	4970.023	0.66	0.5265
Error	24	181036.97	7543.207		
Non-additivity	1	2407.85	2407.846	0.31	
Residual	23	178629.12	7766.483		
Total	38	762711.08			

Grand Mean=	333.597	Grand Sum=	13010.300	Total Count=	39
Coefficient of Variation= 26.03%					

Πίνακας 5. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο R1

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	501.3
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	A	467.0
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	A	431.0
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	A	420.7
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	AB	402.7
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	AB	393.7
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	ABC	376.2
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	ABC	372.5
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	BCD	261.0
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	CD	239.1
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	DE	198.6
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	DE	189.9
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	E	83.00
	LSD =146,4	C.V=26,03%

Πίνακας 6. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V6

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	21.52	1.794	1.82	0.1019
EPANALHPSEIS	2	14.23	7.116	7.23	0.0035
Error	24	23.62	0.984		
Non-additivity	1	4.10	4.098	4.83	
Residual	23	19.52	0.849		
Total	38	59.38			

Grand Mean=	2.293	Grand Sum=	89.410	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		43.27%			

Πίνακας 7. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V10

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	14585.55	1215.463	18.24	0.0000
EPANALHPREIS	2	49.07	24.533	0.37	0.6959
Error	24	1599.70	66.654		
Non-additivity	1	38.18	38.178	0.56	
Residual	23	1561.52	67.892		
Total	38	16234.31			

Grand Mean=	51.944	Grand Sum=	2025.800	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		15.72%			

Πίνακας 8 . Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο V10

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Παρουσία-απουσία 1 εβδ	A	88.67
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	B	69.93
Παρουσία-απουσία 3 εβδ	B	69.90
Απουσία-παρουσία 7 εβδ	B	67.47
Παρουσία-απουσία 0 εβδ	B	63.73
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ	BC	60.00
Παρουσία-απουσία 5 εβδ	CD	47.50
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	D	45.00
Απουσία-παρουσία 3 εβδ	D	41.70
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ	DE	39.73
Απουσία-παρουσία 1 εβδ	DE	38.73
Παρουσία-απουσία 7 εβδ	EF	27.20
Απουσία-παρουσία 0 εβδ	F	15.70
	LSD _{0,05} =13,76	C.V=15,72

Πίνακας 9. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο R1

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	74560.40	6213.367	9.02	0.0000
EPANALHPSEIS	2	9.24	4.622	0.01	0.9933
Error	24	16531.17	688.799		
Non-additivity	1	118.83	118.835	0.17	
Residual	23	16412.33	713.580		
Total	38	91100.81			
Grand Mean= 120.211 Grand Sum= 4688.230 Total Count= 39					
Coefficient of Variation= 21.83%					

Πίνακας 10 . Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο ξηρό βάρος του υπόγειου μέρους του καλαμποκιού στο στάδιο R1

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	198.0
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	AB	172.5
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	ABC	156.6
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	BCD	150.6
Απουσία-παρουσία 7 εβδ	BCD	135.7
Παρουσία-απουσία 5 εβδ	CDE	125.8
Παρουσία-απουσία 1 εβδ	CDEF	123.1
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ	CDEF	120.1
Παρουσία-απουσία 0 εβδ	DEF	111.8
Παρουσία-απουσία 7 εβδ	EF	81.60
Απουσία-παρουσία 1 εβδ	F	80.80
Απουσία-παρουσία 3 εβδ	F	79.37
Απουσία-παρουσία 0 εβδ	G	26.64
	LSD =44,23	C.V=21,83

Πίνακας 11. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) του καλαμποκιού στο στάδιο V6

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	0.28	0.024	1.02	0.4605
EPANALHPSEIS	2	0.32	0.159	6.85	0.0044
Error	24	0.56	0.023		
Non-additivity	1	0.07	0.073	3.46	
Residual	23	0.48	0.021		
Total	38	1.16			
Grand Mean=	0.851	Grand Sum=	33.200	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		17.88%			

Πίνακας 12. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) του καλαμποκιού στο στάδιο V8

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	40.76	3.397	66.51	0.0000
EPANALHPSEIS	2	0.23	0.114	2.23	0.1294
Error	24	1.23	0.051		
Non-additivity	1	0.01	0.011	0.21	
Residual	23	1.21	0.053		
Total	38	42.21			
Grand Mean=	2.562	Grand Sum=	99.900	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		8.82%			

Πίνακας 13. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) στο στάδιο V8

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	4.13
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	AB	3.90
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	B	3.73
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	C	3.13
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	C	3.13
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	CD	2.90
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	DE	2.66
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	EF	2.43
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	F	2.20
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	G	1.60
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	G	1.40
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	G	1.23
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	H	0.83
	LSD _{0,05} =0,38	C.V =8,82%

Πίνακας 14. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) του καλαμποκιού στο στάδιο R1

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	54.04	4.503	254.83	0.0000
EPANALHPSEIS	2	0.02	0.008	0.45	0.6430
Error	24	0.42	0.018		
Non-additivity	1	0.00	0.001	0.07	
Residual	23	0.42	0.018		
Total	38	54.48			
Grand Mean=	3.251	Grand Sum=	126.800	Total Count=	39
Coefficient of Variation=	4.09%				

Πίνακας 15. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) στο στάδιο R1

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	4.50
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	AB	4.30
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	B	4.27
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	B	4.27
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	B	4.23
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	C	3.93
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	CD	3.73
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	D	3.57
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	E	3.17
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	F	1.87
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	F	1.80
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	G	1.40
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	G	1.23
	LSD _{0,05} =0,23	C.V =4,09%

Πίνακας 16. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο των 4 φύλλων

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	212.52	17.710	0.70	0.7345
EPANALHPSEIS	2	414.80	207.402	8.22	0.0019
Error	24	605.48	25.228		
Non-additivity	1	3.17	3.173	0.12	
Residual	23	602.30	26.187		
Total	38	1232.80			

Grand Mean=	34.498	Grand Sum=	1345.406	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		14.56%			

Πίνακας 17. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο V6

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	2761.99	230.166	0.95	0.5150
EPANALHPSEIS	2	4341.55	2170.777	8.99	0.0012
Error	24	5793.49	241.396		
Non-additivity	1	7.66	7.660	0.03	
Residual	23	5785.83	251.558		
Total	38	12897.04			

Grand Mean=	89.582	Grand Sum=	3493.710	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		17.34%			

Πίνακας 18. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο V10

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	53834.39	4486.199	10.67	0.0000
EPANALHPSEIS	2	757.09	378.547	0.90	0.4198
Error	24	10094.27	420.594		
Non-additivity	1	294.46	294.460	0.69	
Residual	23	9799.81	426.078		
Total	38	64685.75			

Grand Mean=	200.430	Grand Sum=	7816.770	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		10.23%			

Πίνακας 19. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο V10

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	A	248.8
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	243.3
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	A	238.8
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	A	238.7
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	A	231.6
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	A	230.6
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	B	195.8
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	BC	182.6
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	BC	163.2
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	BC	161.6
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	C	159.4
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	C	156.8
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	C	154.5
	LSD _{0,05} =34.56	C.V =10.23%

Πίνακας 20. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο R1

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	37580.28	3131.690	8.09	0.0000
EPANALHPSEIS	2	861.94	430.970	1.11	0.3449
Error	24	9290.89	387.121		
Non-additivity	1	5.77	5.770	0.01	
Residual	23	9285.12	403.701		
Total	38	47733.11			

Grand Mean=	213.597	Grand Sum=	8330.300	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		9.21%			

Πίνακας 21. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στο ύψος του καλαμποκιού στο στάδιο R1

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	256.0
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	A	249.9
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	A	245.6
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	A	242.8
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	A	238.2
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	A	237.9
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	B	203.7
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	BC	202.1
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	BC	199.0
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	BC	181.1
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	BC	179.4
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	BC	172.4
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	C	169.4
	LSD _{0,05} =33,16	C.V =9.21%

Πίνακας 22. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο των 4 φύλλων

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	134.20	11.183	0.86	0.5925
EPANALHPSEIS	2	247.67	123.836	9.55	0.0009
Error	24	311.33	12.972		
Non-additivity	1	0.17	0.170	0.01	
Residual	23	311.16	13.529		
Total	38	693.20			

Grand Mean=	32.131	Grand Sum=	1253.100	Total Count=	39
Coefficient of Variation=		11.21%			

Πίνακας 23. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο V6

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	489.37	40.781	2.66	0.0199
EPANALHPSEIS	2	72.93	36.463	2.38	0.1140
Error	24	367.62	15.318		
Non-additivity	1	89.26	89.256	7.37	
Residual	23	278.37	12.103		
Total	38	929.91			
Grand Mean= 44.874 Grand Sum= 1750.100 Total Count= 39					
Coefficient of Variation= 8.72%					

Πίνακας 24. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στη χλωροφύλλη (SPAD) στο στάδιο V6

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	A	48.5
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	A	48.3
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	47.57
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	A	47.50
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	A	46.37
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	A	46.33
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	A	45.67
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	A	44.40
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	A	44.20
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	A	44.20
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	A	43.83
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	A	42.07
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	B	34.43
	LSD _{0,05} =6,6	C.V =8,72%

Πίνακας 25. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο V8

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	3762.77	313.564	18.92	0.0000
EPANALHPSEIS	2	355.05	177.527	10.71	0.0005
Error	24	397.82	16.576		
Non-additivity	1	0.02	0.019	0.00	
Residual	23	397.80	17.296		
Total	38	4515.64			
Grand Mean= 43.321 Grand Sum= 1689.500 Total Count= 39					
Coefficient of Variation= 9.40%					

Πίνακας 26. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στη χλωροφύλλη (SPAD) στο στάδιο V8

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	56.23
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	AB	53.63
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	AB	52.93
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	AB	52.23
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	AB	52.10
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	BC	47.23
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	C	45.10
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	CD	41.60
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	DE	36.23
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	DE	36.03
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	E	34.10
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	E	32.60
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	F	23.13
	LSD _{0,05} =6.86	C.V =9.40%

Πίνακας 27. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τη χλωροφύλλη (SPAD) του καλαμποκιού στο στάδιο R1

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	3163.45	263.621	8.17	0.0000
EPANALHPSEIS	2	483.54	241.771	7.49	0.0030
Error	24	774.21	32.259		
Non-additivity	1	0.75	0.747	0.02	
Residual	23	773.46	33.629		
Total	38	4421.21			
Grand Mean= 41.233 Grand Sum= 1608.100 Total Count= 39					
Coefficient of Variation= 13.77%					

Πίνακας 28. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στη χλωροφύλλη (SPAD) στο στάδιο R1

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	A	51.73
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	51.43
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	A	49.10
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	A	48.57
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	A	48.13
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	A	48.03
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	A	47.27
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	B	35.63
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	..B	35.17
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	B	34.23
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	B	32.57
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	B	27.97
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	B	26.20
LSD _{0,05} =9.57		C.V =13.77%

Πίνακας 29. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση του καλαμποκιού

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
METAXEIRISEIS	12	6108756.52	509063.043	13.29	0.0000
EPANALHPSEIS	2	292483.01	146241.507	3.82	0.0363
Error	24	919090.31	38295.429		
Non-additivity	1	202531.41	202531.409	6.50	
Residual	23	716558.90	31154.735		
Total	38	7320329.84			
Grand Mean= 1236.604 Grand Sum= 48227.550 Total Count= 39					
Coefficient of Variation= 15.82%					

Πίνακας 30. Επίδραση του χρόνου απουσίας-παρουσίας του ζιζανιοπληθυσμού στην απόδοση της καλλιέργειας του καλαμποκιού

Μεταχείριση	Στατιστική διαφορά	M.O
Απουσία-παρουσία 9 εβδ.	A	1698.
Απουσία-παρουσία 7 εβδ.	AB	1626.
Παρουσία-απουσία 1 εβδ.	AB	1603.
Παρουσία-απουσία 0 εβδ.	AB	1592.
Απουσία-παρουσία 4-6 εβδ.	ABC	1517.
Παρουσία-απουσία 3 εβδ.	ABC	1499.
Απουσία-παρουσία 5 εβδ.	BCD	1322.
Παρουσία-απουσία 4-6 εβδ.	CDE	1260.
Απουσία-παρουσία 3 εβδ.	DEF	1076.
Παρουσία-απουσία 5 εβδ.	EFG	985.8
Παρουσία-απουσία 7 εβδ.	FG	796.3
Απουσία-παρουσία 1 εβδ.	GH	676.7
Απουσία-παρουσία 0 εβδ.	H	424.2
	LSD _{0,05} =329,8	C.V =15,82%