

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ
ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

ΚΑΜΑΡΙΑΡΗ ΗΛΙΑΝΑ

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Μπιλάλης Δ. (Επιβλέπων)

Παπαθεοχάρη Γ.

Οικονόμου Γ.

Αθήνα, Μάιος 2013

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ
ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

ΚΑΜΑΡΙΑΡΗ ΗΛΙΑΝΑ

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Μπιλάλης Δ. (Επιβλέπων)

Παπαθεοχάρη Γ.

Οικονόμου Γ.

Αθήνα, Μάιος 2013

Στην οικογένεια μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Επιστήμη & Σύγχρονα Συστήματα Φυτικής Παραγωγής, Φυτοπροστασίας και Αρχιτεκτονική Τοπίου», του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δημήτριο Μπιλάλη. Θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δημήτριο Μπιλάλη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε δίνοντας μου την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο διευρύνοντας τα επιστημονικά μου ενδιαφέροντα καθώς και για την αμέριστη συμπαράσταση του καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης. Επίσης ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής για την αποτελεσματική συνεργασία και συμβολή τους στην ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες και την ευγνωμοσύνη μου θέλω να εκφράσω προς την οικογένεια μου και κυρίως τους γονείς μου Γιάννη και Νατάσα για την διαχρονική συμπαράσταση τους και την υλική και ηθική στήριξη των επιλογών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A/A	Τίτλος	Σελίδα
A	Περίληψη	10
B	Abstract	11
1	ΓΕΝΙΚΑ	12
1.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	12
1.2	ΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ-ΧΡΗΣΕΙΣ	15
1.2.1	ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	15
1.2.2	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	16
1.2.3	ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	18
1.2.3.1	ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ	18
1.2.3.2	ΕΛΛΑΔΑ	23
1.2.4	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	24
1.2.4.1	ΡΙΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	24
1.2.4.2	ΒΛΑΣΤΟΣ	27
1.2.4.3	ΦΥΛΛΑ	28
1.2.4.4	ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ	29
1.2.4.5	ΚΑΡΠΟΣ	32
1.2.5	ΑΝΑΠΤΥΞΗ	35
1.2.5.1	ΦΥΤΡΩΜΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΑΡΙΩΝ	35
1.2.5.2	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	36
1.2.6	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	37
1.2.6.1	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	37
1.2.6.2	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	38
1.2.6.3	ΧΑΛΑΖΙ-ΑΝΕΜΟΣ	38
1.2.6.4	ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ	40
1.2.6.5	ΕΛΑΦΟΣ	40
1.2.6.6	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	41
1.2.6.7	ΖΩΝΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ	41
1.3	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ	42

1.3.1	ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ	42
1.3.2	ΕΛΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	43
1.3.3	ΣΠΟΡΑ	44
1.3.4	ΛΙΠΑΝΣΗ	45
1.3.5	ΑΡΔΕΥΣΗ	51
1.3.6	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	51
1.4	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	52
1.4.1	ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ	53
1.4.2	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΟ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	53
1.4.3	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΖΙΖΑΝΙΑ	55
1.5	ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ	55
1.6	ΦΥΤΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ	57
1.6.1	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	57
1.6.2	ΕCHINACEA	58
1.7	ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	59
2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	60
2.1	ΓΕΝΙΚΑ	60
2.2	ΠΡΩΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	60
2.2.1	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	60
2.2.2	ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	61
2.2.3	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΓΛΑΣΤΡΩΝ	61
2.2.4	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	64
2.3	ΔΕΥΤΕΡΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	67
2.3.1	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	67
2.3.2	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	69
2.3.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ	69
2.3.4	ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΛΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	69
2.3.5	ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	71

2.3.6	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	72
2.3.7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	72
2.3.8	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	73
2.3.8.1	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	73
2.3.8.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	73
2.4	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑΣ	75
2.5	ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	76
2.6	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	77
3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	78
3.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΓΡΟΥ	78
3.1.1	ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΦΘΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ SHANNON	88
3.1.2	ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΦΘΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ SHIMPSON	89
3.2	ΝΩΠΙΟ ΒΑΡΟΣ (N.B.) ΖΙΖΑΝΙΩΝ	90
3.2.1	ΝΩΠΙΟ ΒΑΡΟΣ ΑΓΡΟΣΤΩΔΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	90
3.2.1.a	Μετρήσεις N.B. Αγροστωδών Ζιζανίων της 51 ^{ης} ΗΑΣ (Ημέρες Από Σπορά)	91
3.2.1.b	Μετρήσεις N.B. Αγροστωδών Ζιζανίων της 79 ^{ης} ΗΑΣ	91
3.2.1.c	Μετρήσεις N.B. Αγροστωδών Ζιζανίων της 117 ^{ης} ΗΑΣ	92
3.2.2	ΝΩΠΙΟ ΒΑΡΟΣ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	92
3.2.2.a	Μετρήσεις N.B. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 51 ^{ης} ΗΑΣ	92
3.2.2.b	Μετρήσεις N.B. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 79 ^{ης} ΗΑΣ	94
3.2.2.c	Μετρήσεις N.B. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 117 ^{ης} ΗΑΣ	94
3.2.3	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΝΩΠΙΟ ΒΑΡΟΣ	95
3.2.3.a	Μετρήσεις Συνολικού N.B. Ζιζανίων της 51 ^{ης} ΗΑΣ	95

3.2.3.b	Μετρήσεις Συνολικού Ν.Β. Ζιζανίων της 79 ^{ης} ΗΑΣ	96
3.2.3.c	Μετρήσεις Συνολικού Ν.Β. Ζιζανίων της 117 ^{ης} ΗΑΣ	97
3.3	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (Ξ.Β.) ΖΙΖΑΝΙΩΝ	97
3.3.1	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΑΓΡΟΣΤΩΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	97
3.3.1.a	Μετρήσεις Ξ.Β. Αγροστωδών Ζιζανίων της 51 ^{ης} ΗΑΣ	97
3.3.1.b	Μετρήσεις Ξ.Β. Αγροστωδών Ζιζανίων της 79 ^{ης} ΗΑΣ	98
3.3.1.c	Μετρήσεις Ξ.Β. Αγροστωδών Ζιζανίων της 117 ^{ης} ΗΑΣ	99
3.3.2	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	100
3.3.2.a	Μετρήσεις Ξ.Β. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 51 ^{ης} ΗΑΣ	100
3.3.2.b	Μετρήσεις Ξ.Β. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 79 ^{ης} ΗΑΣ	101
3.3.2.c	Μετρήσεις Ξ.Β. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 117 ^{ης} ΗΑΣ	101
3.3.3	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	102
3.3.3.a	Μετρήσεις Συνολικού Ξ.Β. Ζιζανίων της 51 ^{ης} ΗΑΣ	102
3.3.3.b	Μετρήσεις Συνολικού Ξ.Β. Ζιζανίων της 79 ^{ης} ΗΑΣ	103
3.3.3.c	Μετρήσεις Συνολικού Ξ.Β. Ζιζανίων της 117 ^{ης} ΗΑΣ	104
3.4	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	105
3.4.1	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΑΓΡΟΣΤΩΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	105
3.4.1.a	Μέτρηση Πυκνότητας Αγροστωδών Ζιζανίων της 51 ^{ης} ΗΑΣ	105
3.4.1.b	Μέτρηση Πυκνότητας Αγροστωδών Ζιζανίων της 79 ^{ης} ΗΑΣ	105
3.4.1.c	Μέτρηση Πυκνότητας Αγροστωδών Ζιζανίων	106

	της 117 ^{ης} ΗΑΣ	
3.4.2	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	107
3.4.2.a	Μέτρηση Πυκνότητας Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ	107
3.4.2.b	Μέτρηση Πυκνότητας Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ	108
3.4.2.c	Μέτρηση Πυκνότητας Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ	108
3.4.3	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	109
3.4.3.a	Μέτρηση Συνολικής Πυκνότητας Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ	109
3.4.3.b	Μέτρηση Συνολικής Πυκνότητας Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ	110
3.4.3.c	Μέτρηση Συνολικής Πυκνότητας Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ	110
3.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ	111
3.2.a	Για τις γλάστρες Μ (Μάρτυρα)	111
3.2.b	Για τις γλάστρες Τα (Τσάι του βουνού)	112
3.2.c	Για τις γλάστρες Ε (<i>Echinacea</i>)	114
3.2.1	Σύγκριση των τριών μεταχειρίσεων	115
4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	117
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	122

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

ΚΑΜΑΡΙΑΡΗ ΗΛΙΑΝΑ

Τμήμα Φυτικής Επιστήμης, Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118,55,
email: iliana_gpa86@hotmail.com

Περίληψη

Στο πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή του Βοτανικού, όπου πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα, μελετήθηκε η επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων αρωματικών φυτών στη ζιζανιοχλωρίδα και στην ανάπτυξη του αραβοσίτου.

Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση δύο φυτικών υπολειμμάτων της *Echinacea* και του *Sideritis* (Τσάι του Βουνού) που χρησιμοποιήθηκαν και στα δύο τα πειράματα.

Το πρώτο πείραμα πραγματοποιήθηκε σε γλάστρες όπου έγινε σπορά αραβοσίτου και χρήση τριών μεταχειρίσεων. Στην πρώτη ομάδα γλαστρών δεν εφαρμόστηκε κανένα είδος φυτικού υπολείμματος, στη δεύτερη ομάδα εφαρμόστηκαν φυτικά υπολείμματα *Sideritis* και στην τρίτη ομάδα *Echinacea*. Σε αυτό το πείραμα διερευνήθηκε η επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων στην ανάπτυξη του αραβοσίτου.

Το δεύτερο πείραμα πραγματοποιήθηκε στο πειραματικό αγρό με την σπορά αραβοσίτου υπό βιολογικές συνθήκες με τρεις επαναλήψεις και τρεις μεταχειρίσεις (μάρτυρα, *Echinacea* και Τσάι του Βουνού). Στο πείραμα αυτό διερευνήθηκε η επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων στην ζιζανιοχλωρίδα της καλλιέργειας αραβοσίτου.

Τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος έδειξαν ότι τα φυτικά υπολείμματα της *Echinacea* επηρεάζουν περισσότερο με την μειωμένη πυκνότητα και ποικιλότητα των ζιζανίων έναντι του *Sideritis*. Τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος έδειξαν ότι τα φυτικά υπολείμματα τόσο της *Echinacea* όσο και του τσάι του βουνού δεν επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά την ανάπτυξη του αραβοσίτου.

Λέξεις κλειδιά: φυτικά υπολείμματα, *Echinacea*, *Sideritis*, αραβόσιτος.

EFFECT OF PLANT RESIDUES OF AROMATIC GRASS IN WEED MANAGEMENT AND MAIZE (ZEA MAYS) GROWTH

KAMARIARI ILIANA

Faculty of Plant Science, Dept. of Agriculture, 75 Iera Odos street, Athens, 118 55, email:
iliana_gpa86@hotmail.com

Abstract

The effect of plant residues of aromatic grass in weed management and maize growth (*Zea mays*) was investigated in two experiments, which were performed in the experimental field of the laboratory of Agriculture in the Agricultural University of Athens near the Votanikos region.

Specifically, it was studied in both experiments the effect of plant residues of two herbs, *Echinacea* and *Sideritis*.

The first experiment was conducted in pots where maize was seeded using three treatments. In the first group of pots no plant residues were applied whereas in the second and third group of pots plant residues of *Sideritis* and *Echinacea*. The purpose of this experiment was to study the effect of plant residues on maize growth.

The second experiment was conducted in the experimental field, where maize was seeded under organic conditions. There were three repetitions and three treatments (controller, *Echinacea*, *Sideritis*). The purpose of this experiment was to investigate the effect of plant residue on weed management of maize cultivation.

According to the results of the second experiment plant residues of *Echinacea* have more effects than *Sideritis*. This is because the first herb shows low weed density and diversity. The results of the first experiment showed that the use of both *Echinacea* and *Sideritis* have statistically no important effect on maize growth.

Keywords: plant residues, *Echinacea*, *Sideritis*, maize.

1 ΓΕΝΙΚΑ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η προέλευση του αραβοσίτου απασχόλησε τους βοτανολόγους περισσότερο από 4 αιώνες και τούτο γιατί υπήρξαν μερικοί που υποστήριζαν ότι ο αραβόσιτος έχει ασιατική προέλευση. Η άποψη αυτή φαίνεται ότι δεν ευσταθεί και σήμερα είναι πλέον αποδεκτό ότι ο αραβόσιτος κατάγεται από την Αμερική, όπου κατά την ανακάλυψη της βρέθηκε να καλλιεργείται από τους ιθαγενείς. Ο ακριβής τόπος καταγωγής του αραβοσίτου παραμένει ακόμη άγνωστος και τούτο διότι το φυτό βρέθηκε να καλλιεργείται και δεν υπάρχει σε άγρια κατάσταση (Δαλιάνη, 1999).

Η ιστορία του αραβόσιτου ή αλλιώς καλαμποκιού ξεκίνησε το 1492, όταν οι άνδρες του Κολόμβου ανακάλυψαν αυτό το νέο σιτηρό στην Κούβα. Ένα αμερικάνικο σιτηρό, θα εξαγόταν στην Ευρώπη πέρα της εισαγωγής του, όπως συνέβαινε και σε άλλα κύρια σιτηρά.

Στις περισσότερες πρώιμες ιστορίες υπάρχουν κάποια σκοτεινά μέρη, έτσι και εδώ εντοπίζεται κάποια αβεβαιότητα ως προς το πότε το καλαμπόκι έφτασε στην Ευρώπη. Μερικές αναφορές λένε ότι πήγε με το Κολόμβο στην Ισπανία, ενώ άλλες ότι δεν είχε φθάσει στην Ισπανία μέχρι τη δεύτερη επίσκεψη του ιδίου.

Η λέξη "καλαμπόκι" έχει πολλές διαφορετικές έννοιες ανάλογα την χώρα, έτσι στις Ηνωμένες Πολιτείες καλείται καλαμπόκι ή ινδικό καλαμπόκι. Στην Αγγλία καλαμπόκι, σημαίνει το σιτάρι, ενώ στην Σκωτία και Ιρλανδία αναφέρεται ως βρώμη. Έτσι πιθανότατα στην Αγία Γραφή, οι αναφορές να γίνονται για το σιτάρι ή στο κριθάρι.

Στις αρχές, το καλαμπόκι ήταν μόνο για καλλωπισμό των κήπων στην Ευρώπη, αλλά σύντομα άρχισε να αναγνωρίζεται ως μια πολύτιμη καλλιέργεια τροφίμων. Μέσα σε λίγα χρόνια, εξαπλώθηκε σε όλη τη Γαλλία, Ιταλία και όλη την νοτιοανατολική Ευρώπη και τη βόρεια Αφρική. Από το 1575, έκανε την εμφάνιση του στη δυτική Κίνα και έγινε αρκετά σημαντικό στις Φιλιππίνες και Ανατολικές Ινδίες.

Μπορεί το καλαμπόκι να είναι προϊόν του δυτικού ημισφαιρίου, όμως η ακριβής γενέτειρά του εν μέρει είναι αδιευκρίνιστη. Αρχαιολογικά στοιχεία μαρτυρούν την παρουσία του στο δυτικό ημισφαίριο όπου εντοπίστηκε από κόκκους γύρης καλαμποκιού και χρονολογείται 80.000 ετών σε εργασίες που

πραγματοποιήθηκαν στην πόλη του Μεξικού. Μια άλλη αρχαιολογική έρευνα σε σπηλιές στο Νέο Μεξικό αποκάλυψε με την μέθοδο προσδιορισμού ραδιενεργού άνθρακα ότι ο αραβόσιτος προϋπήρχε 5.600 χρόνια. Οι περισσότεροι, όμως ιστορικοί πιστεύουν ότι το καλαμπόκι εξημερώθηκε στην Κοιλάδα Tehuacan του Μεξικού. Όσο για την αρχική άγρια μορφή του είδους έχει από καιρό εξαφανιστεί.

Σε πολλά επιστημονικά άρθρα και βιβλία, υπάρχουν πολλές θεωρίες σχετικά με τους παράγοντες του σύγχρονου καλαμποκιού. Το καλαμπόκι είναι ίσως το πιο εξημερωμένο είδος από όλες τις καλλιέργειες. Η διαίωσιση του στους αιώνες, όπως είναι φυσικό, έχει εξαρτηθεί εξ' ολοκλήρου από την φροντίδα του ανθρώπου.

Το καλαμπόκι είναι το πιο σημαντικό φυτό που καλλιεργείται από την αρχαιότητα στην Αμερική. Η μεγάλη μεταβλητότητα του φυτού αυτού, οδήγησε στη δημιουργία πολυάριθμων ποικιλιών όπου, η μια ποικιλία δεν έμοιαζε με την άλλη. Για τους Αζτέκους, Μάγιας, Ίνκας και κάποιους κατοίκους των νοτιοδυτικών Ηνωμένων Πολιτειών, η καλλιέργεια του καλαμποκιού είχε προτεραιότητα έναντι όλων των άλλων δραστηριοτήτων.

Ο κύριος ρόλος της καλλιέργειας του αραβοσίτου, κατά την διάρκεια του 19^{ου} αιώνα ήταν άρρηκτα συνδεδεμένο με την ανάπτυξη της βόρειο-κεντρικής Αμερικής. Ήδη από το 1880, οι Ηνωμένες Πολιτείες ξεπέρασε τα 62 εκατομμύρια στρέμματα καλαμποκιού. Μέχρι το 1900, ο αριθμός αυτός είχε φτάσει περίπου στα 95 εκατομμύρια στρέμματα και από το 1910, ήταν πάνω από τα 100 εκατομμύρια στρέμματα. Η μεγαλύτερη έκταση που έχει καταγραφεί ποτέ στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν 111 εκατομμύρια στρέμματα την χρονιά, 1917.

Από την αρχή των καταγραφών στη δεκαετία του 1880, μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1930, δεν υπήρχε σημαντική αύξηση στην μέση εθνική απόδοση του αραβοσίτου. Οι αποδόσεις κατά την διάρκεια της δεκαετίας 1920 και 1930 δεν ήταν υψηλότερες από αυτές που σημειώθηκαν στα τέλη του 1880.

Από την αρχή της δεκαετία του 1940 οι αποδόσεις του καλαμποκιού άρχισαν να παρουσιάζουν σημαντικές αυξήσεις λόγω των τεράστιων τεχνολογικών εξελίξεων. Πριν αυτής της περιόδου, η υψηλότερη μέση απόδοση που καταγράφηκε από τις Ηνωμένες Πολιτείες το 1906 ήταν 31,7 μπουζελ¹ ανά στρέμμα. Ακολούθησε μια μέτρια αύξηση στην απόδοση την δεκαετία του 1940 με 1950, έως ότου οι αποδόσεις εκτινάχθηκαν στα ύψη στη δεκαετία του 1960 και στις αρχές του 1970 έως 1979 ο εθνικός μέσος όρος έφθασε τα 109,5 μπουζελ/στρέμμα. Το 2000, οι αγρότες των Ηνωμένων Πολιτειών φύτευσαν πάνω από 79 εκατομμύρια στρέμματα καλαμποκιού.

Άρα, πάνω από το 40% αραβοσίτου παγκοσμίως, παράγεται στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Πλέον, η συνολική έκταση είναι λιγότερη από ότι τα προηγούμενα έτη, αλλά έχει αυξηθεί η φύτευση σε ευνοϊκές περιοχές στην εδαφική ζώνη του καλαμποκιού. Η Αϊόβα είναι ο σύνηθες παραγωγικός σταθμός καλαμποκιού όπου ακολουθείται στενά από το Ιλινόι. Ήδη από το 1910, η Αϊόβα είχε 9,7 εκατομμύρια στρέμματα καλαμποκιού, κατά μέσο όρο δηλαδή 39 μπούσελ ανά στρέμμα. Το 1960 η ίδια περιοχή, κατά μέσο όρο ήταν στα 62 μπούζελ ανά στρέμμα σε σχεδόν 12,5 εκατομμύρια στρέμματα. Έτσι, το 2000 οι αγρότες της αύξησαν το μέσο όρο στα 145 μπούζελ ανά στρέμμα για περισσότερα από 12 εκατομμύρια στρέμματα. Το υψηλότερο ρεκόρ εκτάσεων καλαμποκιού όλων των ετών στην Αϊόβα ήταν τα 14,4 εκατομμύρια στρέμματα το 1980.

Σύμφωνα με έρευνες, το καλαμπόκι και η σόγια αποτελούν σημαντική βάση στην οικονομία της Αϊόβας. Ο συνδυασμός των ευνοϊκών εδαφών, καιρικών συνθηκών, καθώς και η διαχείριση της τεχνογνωσίας αυτών των δύο καλλιεργειών συναγωνίστηκαν και με άλλα μέρη του κόσμου.

Αν και λίγοι άνθρωποι εμπλέκονται άμεσα στην παραγωγή αυτών των μεγάλων καλλιεργειών, όμως πολλές θέσεις εργασίας σχετίζονται με αυτή τη βιομηχανία. Βιομηχανίες που εμπλέκονται στην επεξεργασία των καλλιεργειών, την εμπορία, την παραγωγή των γεωργικών μηχανημάτων και άλλες γεωργικές εισροές υπάρχουν λόγω της ικανότητας να καλλιεργούν στη περιοχή της Αϊόβα. Επίσης, μαζικές βιομηχανίες ζωικού κεφαλαίου εξαρτώνται από τις ζωοτροφές που παράγονται από τα εδάφη αυτά (Lance Gibson and Garren Benson, 2002).

Στην Ελλάδα, ο αραβόσιτος εισήχθη περίπου κατά το 1600 από την Βόρεια Αφρική, από όπου προέρχεται και το όνομα του, δηλαδή σίτος των Αράβων.

Είναι χρήσιμο να σημειωθεί ότι, η Ζέα είναι ίσως το αρχαιότερο δημητριακό και βασικό συστατικό της διατροφής των αρχαίων. Αναφέρεται και ως Ζειά, βρίζα, όλυρα, Emmer και ορισμένες φορές συγχέεται με το ασπροσίτι (γερμαν. Dinkel), ή την Σίκαλη, ή ακόμα και με το καλαμπόκι, μια και η λέξη Zea (Zea mais) είναι η επιστημονική ονομασία του αραβοσίτου. Ορισμένες πηγές αναφέρουν ότι ο ασπρόσιτος (ασπροσίτι) είναι το δημητριακό ζέα.

¹ στο καλαμπόκι 1 μπούσελ = 25,2 κιλά ανά στρέμμα

1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΑ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ – ΧΡΗΣΕΙΣ

1.2.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Ο αραβόσιτος (*Zea mays L.*) ανήκει στη φυλή *Maydeae* ή *Tripsaceae* της οικογένειας *Gramineae* ή *Poaceae* και αποτελεί το μοναδικό εόδος του γένους *Zea*. Η φυλή *Maydeae* περιλαμβάνει 8 γένη, 5 ανατολικής και 3 αμερικανικής προέλευσης. Τα άλλα δύο αμερικανικά γένη είναι τα *Euchlaena* και *Tripsacum*, από τα οποία το *Euchlaena* ως φυλογενετικά πλησιέστερο προς το *Zea* (έχουν και τα δύο γένη 10 χρωματοσώματα, ενώ το *Tripsacum* 18 ή 36). Είναι δυνατή η διασταύρωση του αραβόσιτου με το *Euchlaena* υπό φυσικές συνθήκες ενώ με το *Tripsacum* μόνο υπό τεχνητές. Ειδικότερα, η διασταύρωση του αραβόσιτου με το *Euchlaena Mexicana* παράγει γόνιμα υβρίδια. Ο σημερινός αραβόσιτος θεωρείται ότι είναι προϊόν διασταυρώσεων μεταξύ ενός αρχικού προγόνου του αραβόσιτου και των δύο άλλων γενών, γεγονός που φαίνεται να έχει συμβάλει στην ετεροζυγωτία του φυτού. Σε αντίθεση με παλαιότερες αντιλήψεις ότι ο αραβόσιτος ήταν το προϊόν διασταύρωσης μεταξύ του *E. Mexicana* και ενός άγνωστου άγριου φυτού (Harshberger, 1896), σήμερα πιστεύεται ότι ο πρόγονος του σύγχρονου αραβόσιτου ήταν ένα άγριο είδος που έχει εξαφανιστεί (Weatherwax, 1935). Σύμφωνα με την άποψη αυτή, το *Euchlaena Mexicana* θεωρείται ως δευτερεύον προϊόν υβριδισμού μεταξύ άγριου αραβόσιτου και ειδών *Tripsacum* (Mangelsdorf & Reeves, 1939). Από αρχαιολογικά ευρήματα στο Μεξικό που χρονολογούνται γύρω στο 7000 π.Χ. οι Mangelsdorf *et al.* (1964) κατόρθωσαν να αναπαραστήσουν τον άγριο αραβόσιτο (Καραμάνος, 1999).

Σε αντίθεση με τον σημερινό αραβόσιτο (μόνοικος-δικλινος), ο άγριος έφερε τα άρενα και τα θήλεα άνθη σε ένα όργανο (μόνοικος-μονόκλινος), τα θήλεα στη βάση και τα άρρενα στην κορυφή του πολλαπλασιαστικού οργάνου. Υπήρχαν βράκτεια φύλλα που περιτύλιγαν το όργανο στα αρχικά στάδια, αλλά άνοιγαν κατά την ωρίμανση και έτσι ήταν δυνατός ο διασκορπισμός των καρπών. Σύμφωνα με τα ίδια ευρήματα, οι καρποί ήταν σφαιρικοί, κίτρινοι ή καστανού χρώματος καλυμμένοι εν μέρει από τα λέπυρα. Μια τέτοια μορφή του πολλαπλασιαστικού οργάνου επέτρεψε την επιβίωση του είδους μέχρι την εποχή που πρωτοκαλλιεργήθηκε από τον άνθρωπο, δεδομένου ότι οι σπόροι του καλλιεργούμενου αραβόσιτου δεν είναι εύκολο να διασκορπισθούν λόγω των συμπαγών βρακρείων φύλλων που περιβάλλουν τον σπάδικα. Ακόμη και όταν ο σπάδικας βρεθεί στο έδαφος και οι σπόροι

καταφέρουν να βλαστήσουν, η πυκνότητα των φυταρίων λόγω της μορφολογίας του σπάδικα θα είναι τόσο μεγάλη που θα καθιστά την επιβίωση τους πολύ αμφίβολη (Καραμάνος, 1999).

Υπάρχουν διάφορες θεωρίες σχετικά με την καταγωγή του αραβοσίτου. Από αυτές, εκείνες που αποδίδουν στο φυτό ασιατική ή αφρικανική καταγωγή στερούνται γενικά επαρκών αποδείξεων σε σύγκριση με τις θεωρίες που υποστηρίζουν την αμερικανική προέλευση του αραβοσίτου. Έτσι, σήμερα μπορεί να θεωρηθεί ότι το είδος είναι αμερικανικής προέλευσης. Η αρχική του κοιτίδα εντοπίζεται στην περιοχή μεταξύ κεντρικού Μεξικού και της χερσονήσου Γιουκατάν (σημερινή Ονδούρα) όπου οι αρχαιολογικές έρευνες εντόπισαν 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 τον άγριο αραβόσιτο (5200-3400 π.Χ.) και φθάνουν εξελικτικά μέχρι τις φυλές που ακόμα και σήμερα καλλιεργούνται στο Μεξικό. Από το Μεξικό, η καλλιέργεια του αραβοσίτου διαδόθηκε στην κεντρική και νότια Αμερική όπου και στήριξε μεγάλους πολιτισμούς, όπως των Αζτέκων (Μεξικό), των Μάγιας (Γιουκατάν) και των Ίνκας (Περού, Βολιβία, Ισημερινός) (Καραμάνος, 1999).

Η πρώτη επαφή του Δυτικού κόσμου με τον αραβόσιτο έγινε με τον Κολόμβο στην Κούβα το 1492 και δείγματα από το νέο αυτό φυτικό είδος μεταφέρθηκαν στην Ευρώπη το 1492 ή 1494. Η εισαγωγή του στην καλλιέργεια πρέπει να έγινε στις αρχές του 16^{ου} αιώνα, εάν ληφθεί υπόψη ότι ήδη το 1532 καλλιεργείται στην Ιταλία, και στην συνέχεια εξαπλωθεί 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, απ' όπου και έλαβε την ονομασία του: αραβόσιτος = αραβικός σίτος (Καραμάνος, 1999).

1.2.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Ο αραβόσιτος καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό του και δευτερευόντως για παραγωγή βιομάζας για άμεση κατανάλωση ή ενσίρωση. Υπολογίζεται ότι ο αραβόσιτος για παραγωγή βιομάζας καταλαμβάνει το 10-15% της ολικής καλλιεργούμενης έκτασης στις Η.Π.Α. Στην Ελλάδα, το ανάλογο ποσοστό ήταν περίπου το 3,1% κατά μέσο όρο στη δεκαπενταετία 1963-1977, και πολύ μικρότερο

σήμερα. Σημειώνεται πάντως μία αυξανόμενη τάση καλλιέργειας για ενσίρωση τα τελευταία χρόνια. Αντίθετα, στις χώρες της δυτικής-βόρειας Ευρώπης (Μ. Βρετανία, Βέλγιο, Γερμανία, Ολλανδία) ο αραβόσιτος καλλιεργείται κυρίως για παραγωγή βιομάζας, δεδομένου ότι στα κλίματα αυτά η παραγωγή καρπού δεν ευνοείται (Καραμάνος, 1999).

Από όλα τα δημητριακά, αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο στην κτηνοτροφία και στα σιτηρά των πουλερικών (κυρίως στις Η.Π.Α.), είναι το καλαμπόκι με ιδιαίτερη σημασία καθώς παράγεται σε μεγάλη ποσότητα ικανοποιώντας ακόμα και την ανθρώπινη διατροφή. Το καλαμπόκι είναι εύγεστο, εύπεπτο τόσο στον άνθρωπο όσο και στα ζώα, και η καλύτερη πηγή μεταβολιστέας ενέργειας συγκρίνοντας με τα υπόλοιπα δημητριακά. Η διαθεσιμότητα του καλαμποκιού, δίνει το πλεονέκτημα της οικονομικής πηγής τόσο σε ενέργεια όσο και σε πρωτεΐνη, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην γρήγορη ανάπτυξη στη κτηνοτροφία (White & Johnson, 2003).

Η ξηρή ουσία του καρπού αποτελείται κυρίως από άμυλο σε ποσοστό περίπου 70%, πρωτεΐνες σε 10% και έλαια 5%. Τα κύρια συστατικά της ξηρής ουσίας και η κατανομή τους στα διάφορα μέρη του καρπού φαίνεται στο Πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1 Η σύσταση των διαφόρων τμημάτων του καρπού του αραβοσίτου (Earle et. al., 1946).

Τμήμα καρπού	Αναλογία στο καρπό %	Τέφρα		Πρωτεΐνη		Έλαια		Τέφρα	
		%	Σύν.	%	Σύν.	%	Σύν.	%	Σύν.
Ενδοσπέρμιο	81,9	0,3	0,3	9,4	7,7	0,8	0,7	86,4	70,8
Έμβρυο	11,9	10,9	1,2	18,8	2,2	34,5	4,1	8,2	1,0
Περικάρπιο	5,3	0,8	0,0	3,7	0,2	1,0	0,1	7,3	1,4
Ποδίσκος	0,8	1,0	0,0	9,1	0,1	3,8	0,0	5,3	0,0
Σύνολο	99,9	1,5	10,2	4,9	73,2				

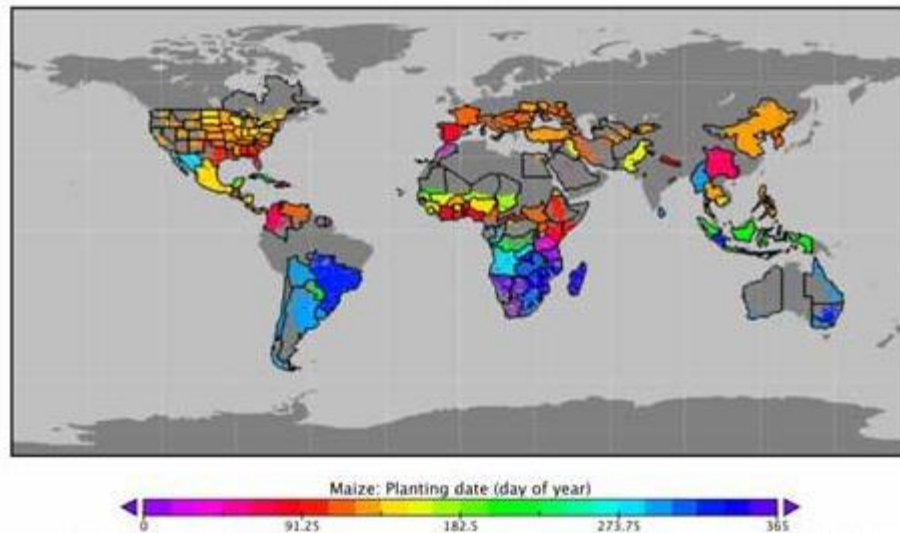
Το ενδοσπέρμιο, όπως δείχνει ο πίνακας 2, περιέχει περίπου το 95% του ολικού αμύλου και το 75% της πρωτεΐνης, ενώ το έμβρυο περιέχει κυρίως έλαια και το μεγαλύτερο ποσοστό της τέφρας. Το ενδοσπέρμιο περιέχει ένα μίγμα πρωτεϊνών γλουτελίνης και ζεΐνης. Η ζεΐνη είναι πρωτεΐνη χαμηλής βιολογικής αξίας επειδή περιέχει σε χαμηλή περιεκτικότητα τα απαραίτητα αμινοξέα λυσίνη και τρυπτοφάνη (White P. & Johnson L., 2003). Αντίθετα, η πρωτεΐνη του εμβρύου είναι καλύτερη σε ποιότητα (Mitchell & Beadles, 1944), αλλά πολύ χαμηλή ποσοτικά.

Είναι αρκετά σημαντικό να σημειωθεί ότι, το άμυλο του αραβόσιτου χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε αμυλοπηκτική περίπου 72% έναντι του 28% της αμυλόζης (Spargue, 1955).

1.2.3 ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.2.3.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Το καλαμπόκι είναι το τρίτο εμπορεύσιμο δημητριακό, μετά από το σιτάρι και το ρύζι, με συνολική παραγωγή 822 εκατομμύρια τόνους πάνω από 160 εκατομμύρια εκτάρια μέχρι το 2008. Η καλλιέργεια αυτή χρησιμοποιείται ως βασική πηγή τροφίμων, ιδίως στη Λατινική Αμερική και την Αφρική, ωστόσο, λόγω των χαμηλών τιμών και της εξάπλωσης σε όλο το κόσμο, έχει γίνει η πιο σημαντική πρώτη ύλη για τη διατροφή των ζώων και για διάφορες βιομηχανικές διαδικασίες. Ο αραβόσιτος (*Zea mays*, L., *Poaceae* family), είναι μια πολύ ευπροσάρμοστη καλλιέργεια, καλλιεργείται σε όλα τα είδη εδαφών, υψομετρικές συνθήκες και η γονιμότητα του, εξηγεί την παγκόσμια προσαρμοστικότητα και το μεγάλο εύρος ποικιλιών (Σχήμα 1.1) (UNDP, 2010).



ΣΧΗΜΑ 1.1 Χάρτης που δείχνει το γεωγραφικό εύρος της καλλιέργειας αραβοσίτου. Τα χρώματα δείχνουν τη καταλληλότερη ημέρα φύτευσης ανάλογα με την περιοχή (Πηγή: UNDP, 2010).

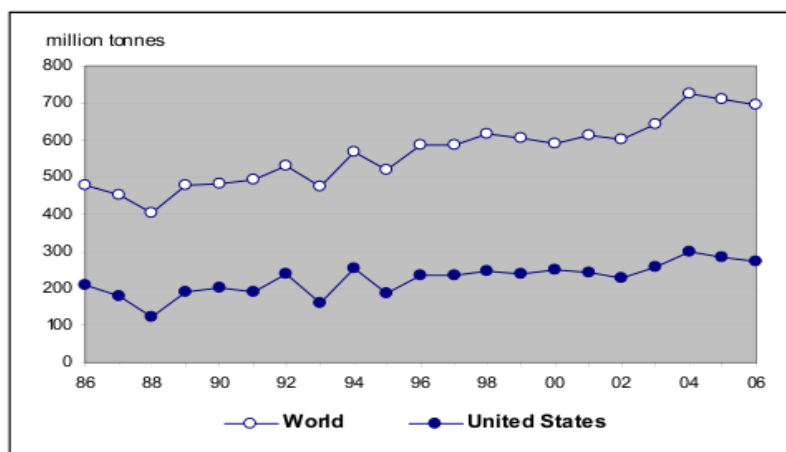
Ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται για τρεις βασικούς λόγους, στις ζωοτροφές, στα τρόφιμα και στη βιομηχανία. Το ποσοστό που αντιπροσωπεύει τις ζωοτροφές είναι το 65% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής καλαμποκιού, ενώ το 15% χρησιμοποιείται για τα τρόφιμα και το υπόλοιπο 20% έχει διαφορετικές βιομηχανικές χρήσεις.

Ταξινομείται σε διαφορετικές τάξεις και κλάσεις για εμπορικούς λόγους ή με χαρακτηριστικά του κόκκου. Οι πιο γνωστοί είναι: ο οδοντωτός τύπος που χρησιμοποιείται κυρίως ως ζωοτροφή, ο σκληρός τύπος ή Ινδικός αραβόσιτος που καλλιεργείται κυρίως στην Κεντρική και Λατινική Αμερική και ο σακχαρώδης τύπος ή πράσινος αραβόσιτος. Στις Η.Π.Α. ο διαχωρισμός γίνεται μέσω του χρώματος του κόκκου: οι άσπροι κόκκοι χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση ενώ οι κίτρινοι κόκκοι χρησιμοποιούνται για ζωοτροφή και για βιομηχανικές χρήσεις.

Η τάση για την επόμενη δεκαετία στην παγκόσμια ζήτηση σιτηρών αναμένεται να αυξηθεί και στην περίπτωση του καλαμποκιού αναμένεται ακόμα και να ξεπεράσει τη ζήτηση του σιταριού και του ρυζιού. Λαμβάνοντας υπόψη τις τελευταίες εκτιμήσεις του FAO (2006) και τις προβλέψεις του CIMMYT (1999) ότι "η βαθμιαία μεταστροφή στον αραβόσιτο θα αντιπροσωπεύει το 50% της αύξησης στα επίπεδα ζήτησης από το 1995 που ήταν 558 εκατομμύρια τόνους έως τα 837 εκατομμύρια

τόνους το 2020”, φαίνεται ίσως ότι η εκτίμηση αυτή είναι ήδη πολύ μέτρια για τα επίπεδα της χρονιάς του 2010.

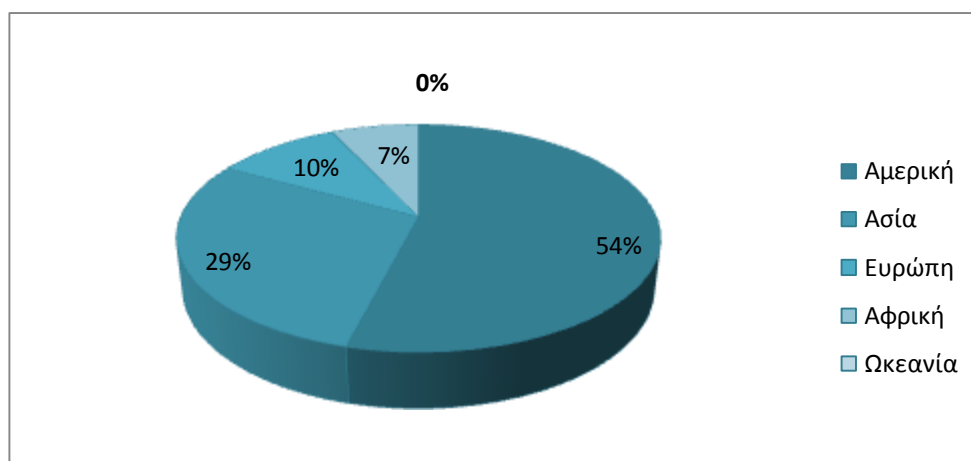
Οι πέντε βασικοί παραγωγοί στο κόσμο είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ), η Κίνα, η Βραζιλία, η Ινδία και το Μεξικό. Όπως δείχνει το Διάγραμμα 1.1, οι ΗΠΑ είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός καλαμποκιού στο κόσμο, με λιγότερο από το ένα τέταρτο της παγκόσμιας παραγωγής. Επίσης, το διάγραμμα παρουσιάζει την ανοδική τάση των τελευταίων τριών δεκαετιών στην παραγωγή αραβοσίτου, με ρυθμό αύξησης περίπου 1,8% ετησίως. Η Αργεντινή, καθώς και τα νέα μέλη την Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) είναι πιθανό να γίνουν σημαντικοί παραγωγοί του σιτηρού αυτού με την αυξημένη ζήτηση που παρατηρείται.



Διάγραμμα 1.1 Σύγκριση παραγωγής του αραβοσίτου σε Ηνωμένες Πολιτείες και υπολοίπων χωρών (Πηγή: FAO, 2006).

Η παραγωγή του καλαμποκιού επηρεάστηκε άμεσα από την ανάπτυξη των προηγμένων τεχνολογιών, όπως είναι η μηχανοποιημένη παραγωγή, χρήση εξωτερικών εισροών, χρήση υψηλής απόδοσης υβριδικών ποικιλιών (συμπεριλαμβανομένων των γενετικά τροποποιημένων ποικιλιών), η οποία εξακολουθεί να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη των χωρών (CIMMYT, 2010). Για παράδειγμα, η συγκομιδή της Γαλλίας αυξήθηκε περίπου στα 1,7 εκατομμύρια εκτάρια καλαμποκιού μέχρι το 2008, δίνοντας όσα και η Ινδονησία, η οποία όμως παρέχει την διπλάσια γη για την καλλιέργεια αυτή. Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι Η.Π.Α. με απόδοση σοδειάς 9,7 τόνους ανά εκτάριο, σε αντίθεση με το Μεξικό, το οποίο παρουσιάζει μέση απόδοση 3,3 τόνους ανά εκτάριο για το 2008 (FAO, 2009).

Για το 2009, οι μεγαλύτεροι παραγωγοί στην Ευρώπη ήταν η Γαλλία, η Ουκρανία και η νεοεισερχόμενη στην Ε.Ε. Ρουμανία, με συνολική παραγωγή ευρωπαϊκώς στα 84 εκατομμύρια τόννους. Στην Αμερική, με κύριους παραγωγούς τις Η.Π.Α., Βραζιλία, Μεξικό και Αργεντινή παρείχθησαν συνολικά 442,4 εκατομμύρια τόννους για το ίδιο έτος. Στην Ασία, όπου πρωταγωνιστικό ρόλο παίζουν Κίνα, Ινδία, Ινδονησία, Φιλιππίνες και Ταϊλάνδη με συνολική παραγωγή 234 εκατομμύρια τόννους, ενώ στην Αφρική η παραγωγή έφτασε τα 57,4 εκατομμύρια τόννους με κύριους παραγωγούς την Αίγυπτο, την Αιθιοπία και τη Νιγηρία. Τέλος, η Ωκεανία με κύριο παραγωγό την Αυστραλία έφτασε την παραγωγή των 0,6 τόννων (Διάγραμμα 1.2) (FAOSTAT, 2011).



Διάγραμμα 1.2 Συμμετοχή ανά ήπειρο στην παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου

Η FAOSTAT (2011) αναφέρει ότι η συνολική έκταση που καταλαμβάνουν οι εκτάσεις αραβοσίτου είναι 161 εκατομμύρια εκτάρια. Η Αμερική έχει αφιερώσει τη μεγαλύτερη έκταση για την καλλιέργεια αραβοσίτου που φτάνει τα 62,3 εκατομμύρια εκτάρια, ενώ μετά ακολουθεί η Ασία με 52 εκατομμύρια εκτάρια. Ωστόσο, φαίνεται ενδιαφέρον να παρατηρηθεί η έκταση των χωρών με την αντίστοιχη παραγόμενη ποσότητα όπως παρουσιάζεται Πίνακας 1.2.

Πίνακας 1.2 Οι 10 πρώτες χώρες σε καλλιεργούμενη έκταση και συνολική παραγωγή (Πηγή: FAOSTAT, 2011).

ΧΩΡΑ	ΕΚΤΑΣΗ (Ha)	ΧΩΡΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (tn)
Η.Π.Α.	32209300	Η.Π.Α.	333011000
ΚΙΝΑ	31203727	ΚΙΝΑ	164107560
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	13791200	ΒΡΑΖΙΛΙΑ	51232400
ΙΝΔΙΑ	8330000	ΜΕΞΙΚΟ	20142800
ΜΕΞΙΚΟ	6223050	ΙΝΔΟΝΗΣΙΑ	17629700
ΙΝΔΟΝΗΣΙΑ	4160660	ΙΝΔΙΑ	16680000
ΝΙΓΗΡΙΑ	3335860	ΓΑΛΛΙΑ	15288200
TANZANIA	2961330	ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	13121400
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	2683900	ΔΥΤΙΚΗ	12050000
		ΑΦΡΙΚΗ	
ΔΥΤΙΚΗ	2427500	ΟΥΚΡΑΝΙΑ	10486300
ΑΦΡΙΚΗ			

Η αγορά του αραβοσίτου έχει υποστεί αξιοσημείωτες αλλαγές σε θέματα παραγωγής και χρήσης, ως αποτέλεσμα της απελευθέρωσης του εμπορίου καθώς και με τη δυναμική εισαγωγή της Κίνας και της Ινδίας στις παγκόσμιες αγορές. Η εισαγωγή της βιοτεχνολογίας και η παραγωγή καινούργιων πιο παραγωγικών υβριδίων είναι ένας επιπλέον λόγος που οδήγησε σε τέτοιου είδους αλλαγές.

Ο μεγαλύτερος εισαγωγέας αραβοσίτου είναι η Ιαπωνία, που το έτος 2008 εισήγαγε περίπου 16,5 εκατομμύρια τόννους. Το Μεξικό για το ίδιο έτος, ήλθε σε σειρά δεύτερη με ποσότητα που έφτανε τα 9,2 εκατομμύρια τόννους (FAO, 2011).

1.2.3.2 ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα 240.000 εκτάρια χρησιμοποιήθηκαν για την καλλιέργεια αραβοσίτου έναντι της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης των 3.699.300 εκταρίων ή αλλιώς το 6,48% του συνόλου. Από αυτά, μόνο το 1,47% συγκαλλιεργείται με άλλα είδη ενώ στις υπόλοιπες εκτάσεις ακολουθείται η μέθοδος της μονοκαλλιέργειας, σύμφωνα με αναφορές του FAO για το έτος 2009. Ο μέσος όρος απόδοσης βιομάζας του αραβοσίτου είναι 10104,37 kg /Ha (Filintas A.T., 2003), και η απόδοση σε καρπούς είναι 10407,5 kg /Ha (Filintas et al., 2007). Η καλλιέργεια αραβοσίτου στην Ελλάδα είναι από τις πιο κοινές σε αρδευόμενα εδάφη στην κεντρική και Βόρεια Ελλάδα. Θεωρείται επίσης μία από τις καλλιέργειες με σχετικά μεγάλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις συγκριτικά με άλλες, κυρίως λόγω των μεγάλων ποσοτήτων εισροών που απαιτούνται (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, μεγάλες ποσότητες νερού για άρδευση κ.ά) και επίσης γιατί αφήνει το έδαφος χωρίς κάλυψη για αρκετό χρονικό διάστημα (Filintas et. al., 2008).

Η παραγωγή για το 2009 ήταν 2.352.000 τόνοι που αυτό μεταφράζεται σε μείωση 120.000 τόνων από το 2008. Γενικότερα μετά τη μεγάλη αύξηση παραγωγής που υπήρξε το 2003, η παραγωγή αραβοσίτου ακολουθεί μια πτωτική τάση τα τελευταία χρόνια με κάποιες εξαιρέσεις (Διάγραμμα 1.3) (FAOSTAT, 2011).



Διάγραμμα 1.3 Παραγωγή αραβοσίτου στην Ελλάδα (Πηγή: FAOSTAT, 2011).

Η καλλιέργεια του καλαμποκιού είναι πολύ απαιτητική σε νερό και η έλλειψή του περιορίζει σημαντικά την απόδοση της καλλιέργειας. Το καλαμπόκι για να συνθέσει 1 kg ξηράς ουσίας χρειάζεται 350-400 kg νερού. Έτσι οι ανάγκες της καλλιέργειας ανέρχονται σε 500-600 Mt ή αλλιώς περίπου 500-600 χιολιστά βροχής κατά την καλλιεργητική περίοδο. Η ετήσια βροχόπτωση στην Ελλάδα είναι περίπου

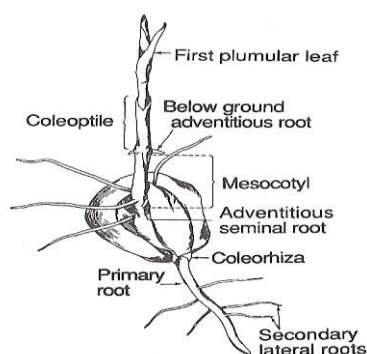
250-300 χιλιοστά που σημαίνει πως η άλλη μισή ποσότητα των 250-300 χιλιοστών θα πρέπει να συμπληρωθεί με τις απαραίτητες αρδεύσεις. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται η άρδευση με καταιονισμό, η άρδευση με αυλάκια, καθώς και η στάγδην άρδευση. Οι μέθοδοι στάγδην άρδευσης και με αυλάκια πλεονεκτούν από την άποψη ότι γίνεται καλύτερη οικονομία στο νερό, αλλά ο καταιονισμός φαίνεται ότι απαιτεί λιγότερο εργατικό κόστος και είναι ο επικρατέστερος (Cereal Institute, 2004).

1.2.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1.2.4.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ο αραβόσιτος στα αρχικά στάδια της βλάστησης αναπτύσσει ταχύτατα το ριζικό του σύστημα, το οποίο χωρίζεται σε εμβρυακό και μόνιμο (Abbe and Stein, 1954). Το εμβρυακό ριζικό σύστημα αποτελείται από μία πρωτογενή εμβρυακή ρίζα, η οποία προέρχεται από την επιμήκυνση του ριζιδίου και τις δευτερογενείς εμβρυακές ρίζες οι οποίες εκπτύσσονται από το ασπίδιο.

Η πρωτογενής ρίζα εκφύεται στην διάρκεια της εμβρυογένεσης και ακολουθεί οριζόντια επιμήκυνση, την περίοδο των 10-15 ημερών μετά την επικονίαση. Η πρωτογενής ρίζα περικλείεται από μία προστατευτική δομή, την κολεόριζα (Εικόνα 1.1). Κατά την περίοδο της βλάστησης, η κολεόριζα αναπτύσσεται μέσα από το περίβλημα του σπόρου και στην συνέχεια εξέρχεται από αυτό η πρωτογενής ρίζα, το ριζίδιο. Το ριζίδιο είναι ικανό να μεγαλώνει 1-4 εκατοστά ημερησίως (μέγιστο τα 11 εκατοστά).



Εικόνα 1.1 Τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των διαφόρων τύπων ριζών αραβόσιτου (Πηγή: Freeling and Walbot, 1996).

Όταν το κολεόπτλο εκφύεται από την επιφάνεια του εδάφους, οι βλαστογενείς ή μόνιμες ρίζες (adventitious ή crown roots) εκπτύσσονται μεταξύ του ασπιδίου και του πρώτου μεσογονατίου. Ένας ώριμος πυρήνας αραβοσίτου, τυπικά περιέχει 3 έως 7 πρωτογενείς εμβρυακές ρίζες, οι οποίες εκπτύσσονται 30-40 ημέρες μετά την άνθηση. Την περίοδο της βλάστησης, αυτές οι ρίζες αρχικά τείνουν να αναπτύσσονται προς τα πάνω ή οριζόντια, ανάλογα με τον αρχικό προσανατολισμό των πρωτογενών ριζών, αλλά πολύ σύντομα κάμπτονται προς τα κάτω.

Για τις πρώτες 2-3 εβδομάδες μετά την βλάστηση, η πρωτογενής και οι δευτερογενείς εμβρυακές ρίζες αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος του νεαρού δενδρυλλίου. Σε ορισμένες ποικιλίες αραβοσίτου, οι δευτερογενείς ρίζες δεν αναπτύσσονται ή επιβραδύνουν την ανάπτυξη τους, επομένως το αρχικό ριζικό σύστημα προέρχεται αποκλειστικά από την πρωτογενή ρίζα. Ωστόσο, οι δευτερογενείς ρίζες είναι συνήθως εμφανής. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται, τόσο στις δευτερογενείς όσο και στα ακρορίζια κατά την διάρκεια της πρώιμης ανάπτυξης του δενδρυλλίου, αλλά συχνά δίνεται λιγότερη προσοχή με αποτέλεσμα την αποσύνθεση του μόνιμου ριζικού συστήματος.

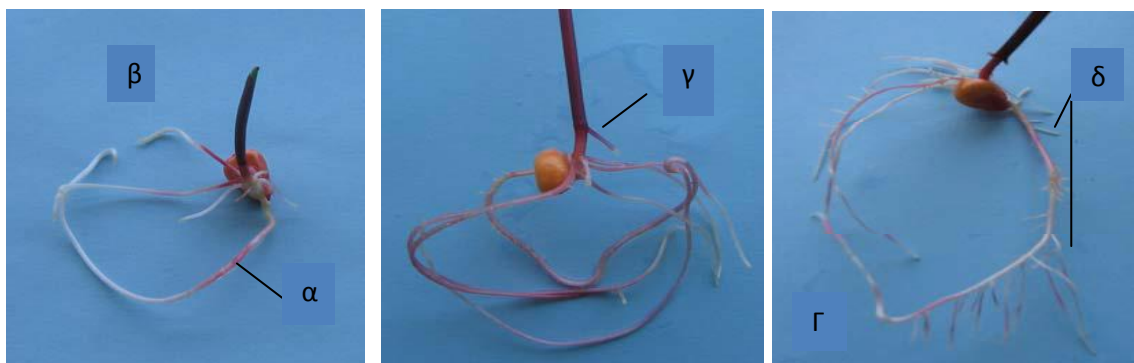
Οι βλαστογενείς ρίζες σχηματίζονται από τους πρώτους κόμβους του φυταρίου κάτω από το έδαφος. Στα πρώτα στάδια της βλάστησης τους αναπτύσσονται πλάγια και περιορίζονται στα πρώτα 30 cm του εδάφους. Οι εναέριες ρίζες σχηματίζονται πολύ αργότερα, συνήθως όταν έχει ολοκληρωθεί η διαφοροποίηση των φύλλων από το έδαφος (Εικόνα 1.2) (Freeling and Walbot, 1996). Από τον άξονα κάθε κύριας ρίζας εκπτύσσονται οι πλευρικές ρίζες, οι οποίες κατατάσσονται επίσης στο μόνιμο ριζικό σύστημα. Σημαντικό ρόλο έχουν οι πλευρικές ρίζες στην δομή της ρίζας, καθώς είναι υπεύθυνες για την πρόσληψη του μεγαλύτερου μέρους του νερού και των θρεπτικών στοιχείων για το φυτό, λόγω της μεγάλης ικανότητας διακλάδωσής τους. Αυτό ο τύπος ριζών διαφέρει από τις κύριες ρίζες, είναι σχετικά πιο κοντές, επηρεάζονται περισσότερο από την ξηρασία και μειώνουν ταχύτερα την αποτελεσματικότητά τους (Εικόνα 1.3).

Η μορφή του ριζικού συστήματος του αραβοσίτου είναι θυσσανώδης με φτωχές διακλαδώσεις, καθορίζονται από την διάταξη των μόνιμων ριζών στην εδαφική μάζα και αναπτύσσεται πάρα πολύ γρήγορα σε σχέση με το υπέργειο μέρος (Εικόνα 1.4). Η κυρίως ριζόσφαιρα στα πλήρως ανεπτυγμένα φυτά βρίσκεται συνήθως μέχρι το βάθος των 70-75 cm και χαρακτηρίζεται από μεγάλη συγκέντρωση μάζας ριζών στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, γεγονός που οφείλεται τόσο

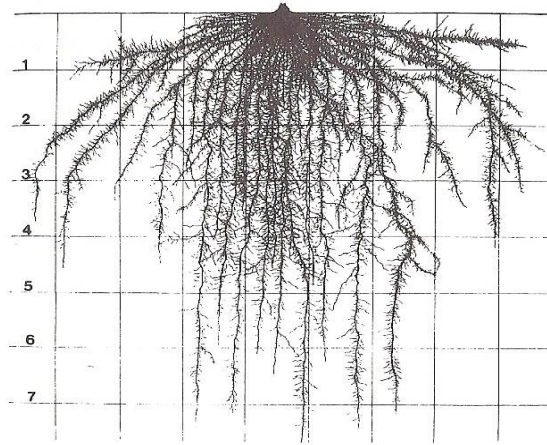
στην διάταξη των μόνιμων ριζών όσο και στην παρουσία των εναέριων (Καραμάνος, 1999).



Εικόνα 1.2 Εναέριες ρίζες αραβοσίτου (Πηγή: Freeling and Walbot, 1996).



Εικόνα 1.3 Οι τύποι των ριζών αραβοσίτου: α) πρωτογενής εμβρυακή ρίζα, β) δευτερογενείς εμβρυακές ρίζες, γ) βλαστογενείς ρίζες, δ) πλάγιες ρίζες.



Εικόνα 1.4 Ριζικό σύστημα ενός πλήρως αναπτυγμένου αραβόσιτου (Πηγή: Freeling and Walbot, 1996)

1.2.4.2 ΒΛΑΣΤΟΣ

Ο βλαστός του αραβόσιτου αποτελείται από κόμβους και μεσογονάτια. Το μήκος των μεσογονατίων είναι αυξανόμενο με φορά από την βάση προς την κορυφή του φυτού. Τα μεσογονάτια που είναι κοντά στην βάση φέρουν ένα χαρακτηριστικό "αυλάκι" (εναλλάξ κατά μήκος του στελέχους), ενώ όσο πλησιάζουμε την κορυφή γίνονται σχεδόν κυλινδρικά. Σε αντίθεση βέβαια με τα άλλα σιτηρά, το στέλεχος του αραβόσιτου είναι εφοδιασμένο με πλήρες μαλακή εντεριώνη, η οποία όμως δεν δίνει καμία πρόσθετη αντοχή στο βλαστό (Δαλιάνη, 1999).

Μορφολογικά, από την βάση κάθε μεσογονατίου, πλην του τελευταίου, εκφύεται ένας οφθαλμός, όπου βρίσκεται στην βάση από το κάθε "αυλάκι". Οι οφθαλμοί που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους όταν αναπτυχθούν δίνουν γένεση σε σπάδικες, ενώ οι οφθαλμοί που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους δίνουν γένεση σε καινούργια στελέχη, τα οποία ονομάζονται αδέρφια. Σε αντίθεση όμως με τα άλλα σιτηρά, το καλαμπόκι δεν έχει μεγάλη τάση να αδελφώνει (Δαλιάνη, 1999).

Το ύψος του κυμαίνεται από 60 cm μέχρι 6 μέτρα λαμβάνοντας κατακόρυφη ανάπτυξη. Η διακύμανση αυτή εξαρτάται άμεσα από τις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής και από τους καλλιεργούμενους τύπους που έχουν εγκλιματισθεί οι περιοχές αυτές. Έχει παρατηρηθεί ότι, στις βόρειες περιοχές ο αραβόσιτος είναι βραχύτερος, ενώ πλησιέστερα προς τον ισημερινό υψηλότερος (Δαλιάνη, 1999).

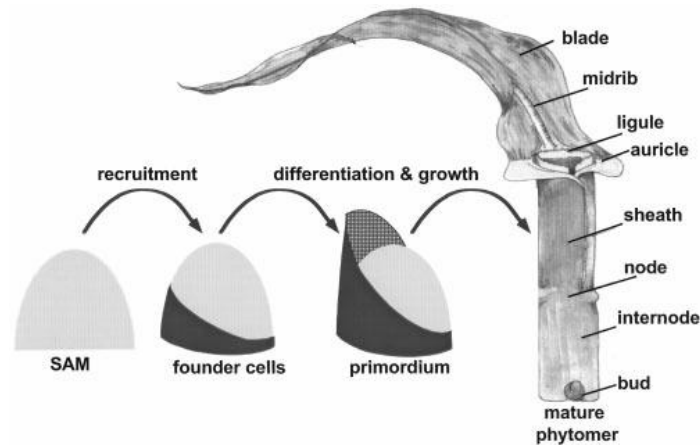
Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, ο βλαστός ουσιαστικά αποτελείται από τους κόμβους και το κορυφαίο μερίστωμα. Το σημείο αύξησης του φυταρίου βρίσκεται κοντά ή και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι κόμβοι διαφοροποιούνται με γρήγορο ρυθμό αλλά τα μεσογονάτια διαστήματα δεν επιμηκύνονται πριν ολοκληρωθεί ο σχηματισμός όλων των οργάνων του υπέργειου. Έτσι, ο βλαστός μένει βραχύς με κωνικό σχήμα και καλύπτεται από τους κολέους των φύλλων. Τέλος, το κορυφαίο μερίστωμα είναι επιφορτισμένο με τη δημιουργία νέων οργάνων του υπέργειου.

1.2.4.3 ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα του αραβοσίτου είναι τα πιο εμφανές επαναλαμβανόμενα όργανα του βλαστού και εκφύονται κατ' εναλλαγή αυτού. Αποτελείται από τον κολεό που βρίσκεται στην βάση του φύλλου και από το έλασμα που βρίσκεται στο άκρο του και χωρίζονται μεταξύ τους από το όριο που δημιουργεί το ωτίο με την γλωσσίδα. Το έλασμα του φύλλου είναι λογχοειδές, στενό και επίμηκες με παράλληλη νεύρωση. Κατά την φάση της ανάπτυξης του ελάσματος ξετυλίγεται σταδιακά μέσα από το προηγούμενο φύλλο. Το εμβρυακό φύλλο είναι πιο βραχύ από τα επόμενα κανονικά φύλλα (Εικόνα 1.5).

Το μήκος των φύλλων κυμαίνεται μεταξύ 30 και 150 cm, ενώ το πλάτος τους μπορεί να ανέλθει μέχρι και τα 15 cm. Ο αριθμός των φύλλων μπορεί να κυμαίνεται από 8 έως 44 ανάλογα με την ποικιλία και την περιοχή. Να σημειωθεί ότι στις βόρειες περιοχές ο αριθμός των φύλλων είναι μικρότερες σε σχέση με αυτόν που εμφανίζεται στις νοτιότερες.

Εκτός από τα κύρια φύλλα, στο καλαμπόκι απαντώνται και τα βράκτια. Τα βράκτια φύλλα συνήθως στερούνται ελάσματος και εκφύονται από τους κόμβους της κνήμης του σπάδικα, όπου και το περιβάλλουν σε όλο το μήκος του, ενώ μπορεί και να τον αφήσουν ακάλυπτο στο σημείο της κορυφής. Τα βράκτια φύλλα στο εσωτερικό του σπάδικα είναι λεπτά και μεμβρανώδη, ενώ τα εξωτερικά είναι παχύτερα και πιο τραχεία διότι είναι εμπλουτισμένα με πυριτικά άλατα (Δαλιάνη, 1999).



Εικόνα 1.5 Πορεία ανάπτυξης του φύλλου, του κόμβου έκφυσης με την καταβολή του οφθαλμού και το μεσογονάτιο διάστημα.

1.2.4.4 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

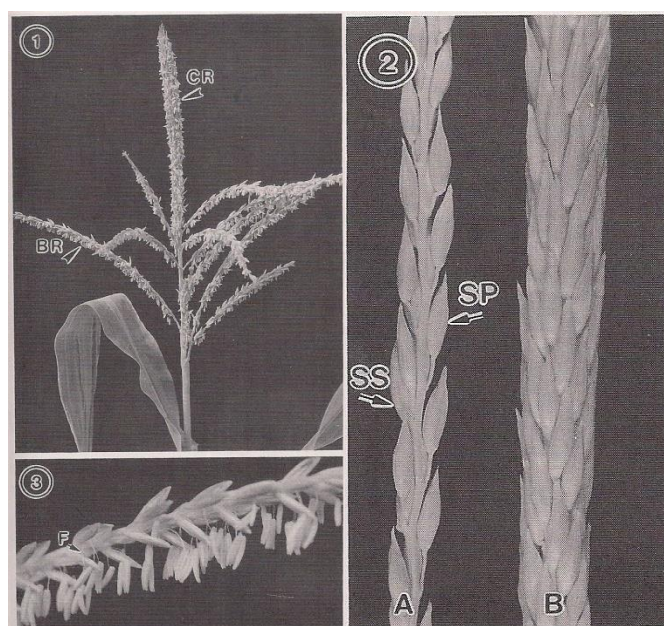
Ο αραβόσιτος είναι φυτό μόνοικο-δίκλινο του οποίου τα άνθη σχηματίζουν ταξιανθίες. Για το λόγο αυτό, μπορεί να αναπτύσσει φυσιολογικά αρσενικές και θηλυκές ταξιανθίες σε ξεχωριστά μέρη του ίδιου φυτού. Στη κορυφή του φυτού υπάρχει η αρσενική ταξιανθία που σχηματίζει θύσανο, τη φόβη, η οποία προκύπτει από το κορυφαίο μερίστωμα του βλαστού, ενώ ο σπάδικας, δηλαδή η θηλυκή ταξιανθία προέρχεται από το μασχαλιαίο κορυφαίο οφθαλμό.

Αρσενική ταξιανθία (tassel)

Η φόβη είναι το άνθος που βρίσκεται στη κορυφή του βλαστού. Αποτελείται από τον κεντρικό άξονα και περίπου από 10-50 πλευρικές διακλαδώσεις οι οποίες διατάσσονται ελικοειδώς γύρω από το κεντρικό άξονα (Εικόνα 1.6 (1)). Κατά μήκος τόσο των πλευρικών διακλαδώσεων όσο και του ανωτέρου άκρου του κεντρικού άξονα εκφύονται τα σταχύδια, κυρίως κατά ζεύγη (Εικόνα 1.6 (2)). Κάθε σταχύδιο περιέχει δύο άνθη, τα οποία περικλείονται από τα χνοώδη λέπυρα του σταχυδίου (Εικόνα 1.6 (3)). Η ανάπτυξη του άνω είναι περίπου 2-3 ημέρες νωρίτερα από το κάτω ανθύλλιο, υπολογισμένο σε περίοδο άνθησης (Freeling and Walbot, 1994). Κάθε ζεύγος αποτελείται από ένα έμμισχο και ένα επιφύες-άμισχο σταχύδιο. Κάθε άνθος περιβάλλεται από το χιτώνα και τη λεπίδα, τα άκρα των οποίων αλληλοεπικαλύπτονται στα ανώριμα άνθη και περικλείουν στο εσωτερικό τους τρεις

στημόνες, έναν ανανάπτυκτο ύπερο και δύο μικρές γλωχίνες, οι οποίες είναι κατάλοιπα του περιανθίου που πιθανότητα υπήρχε στους εξελικτικά ατελέστερους προγόνους του αραβοσίτου. Κάθε ανθήρας περιέχει περίπου 2000-2500 γυρεόκοκκους αρκετά μεγάλου μεγέθους, όπου παράγονται στην ουσία περίπου 15.000 γυρεόκοκκοι σε κάθε σταχύδιο (Καραμάνος, 1999).

Η φόβη συνήθως έχει μήκος περίπου 30 cm και είναι εξαιρετικά εύθραυστη στο σημείο συνένωσης του ποδίσκου της με το άκρο του βλαστού. Η ιδιότητα αυτή είναι αρκετά χρήσιμη στις περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί η φόβη (π.χ. σποροπαραγωγή υβριδίων).

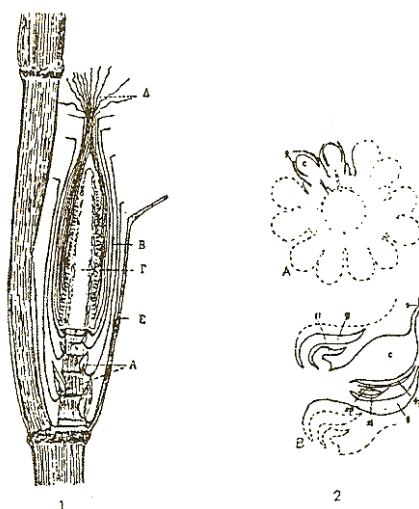


Εικόνα 1.6 (1) Αρσενική ταξιανθία με το κεντρικό άξονα (CR) και τις πλευρικές διακλαδώσεις (BR) σε ελικοειδής διάταξη. (2) Τοποθέτηση των ανθέων στην πλευρική διάταξη (A) και στο κεντρικό άξονα (B). (3) Ζεύγη σταχυδίων και εξώθηση ανθήρων (Πηγή: Freeling and Walbot, 1994).

Θηλυκή ταξιανθία (ear ή cob)

Ο αραβόσιτος αναπτύσσει μία ή περισσότερες θηλυκές ταξιανθίες, τους σπάδικες, πλευρικά επάνω σε βραχείες διακλαδώσεις του κεντρικού στελέχους που αναπτύσσονται περίπου στο μέσο του βλαστού. Η πλευρική διακλάδωση που φέρει τον σπάδικα είναι οντογενετικά τροποποιημένο με το κεντρικό βλαστό. Η διακλάδωση αποτελείται από γόνατα που φέρουν φύλλα και οφθαλμούς και

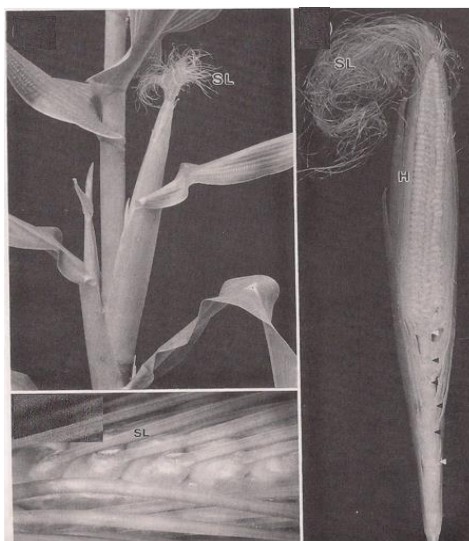
μεσογονάτια τα οποία είναι πιο επιμήκη κοντά στη βάση και βραχύτερα προς τη κορυφή της διακλαδώσεως (Εικόνα 1.7). Οι οφθαλμοί παραμένουν συνήθως σε μη ανεπτυγμένη κατάσταση, αλλά σπάνια εξελίσσονται και αναπτύσσονται δευτερογενείς σπάδικες. Τα φύλλα έχουν υποστεί διαφοροποίηση και έχουν αναπτύξει επιμήκεις κολεούς οι οποίοι, λόγω του μικρού μήκους των μεσογονατίων, υπερκαλύπτουν την ταξιανθία και σχηματίζουν τα βράκτεια φύλλα που περιβάλλουν το σπάδικα.



Εικόνα 1.7 1. Θηλυκή ταξιανθία **A**: οφθαλμοί στα γόνατα της πλευρικής διακλάδωσης, **B**: βράκτεια, **Γ**: άξονας σπάδικα, **Δ**: στύλοι, **E**: φύλλο στο γόνατο του σπάδικα. 2. **A**: Εγκάρσια τομή και λεπτομέρειες θηλυκού σπάδικα, **B**: **c** ωθήκη, **s** στύλος, **g** λέπυρα, **fl-fp** χιτώνας και λεπίδα, γόνιμου άνθους, **sl-sp** χιτώνας και λεπίδα ανανάπτου άνθους. (Πηγή: Καραμάνος, 1999)

Ο σπάδικας στην ουσία είναι στάχυς με παχυνόμενο το κεντρικό άξονα. Στην περιφέρεια του βρίσκονται διατεταγμένα κατά ζεύγη σταχύδια τα οποία τον διελαύνουν κατά μήκος από τη βάση προς τη κορυφή. Τα σταχύδια προσφύονται στο κεντρικό άξονα με πολύ βραχείς μίσχους. Κάθε σπάδικας φέρει 2-15 ή και περισσότερα ζεύγη σταχυδίων περιφερειακά, ανάλογα με τον γονότυπο και τις εξωτερικές συνθήκες. Κατά μήκος του σπάδικα υπάρχουν περίπου 30-50 σταχύδια (Εικόνα 1.8). Επομένως ο σπάδικας έχει τη δυνατότητα να παράγει 150-1500 καρπούς, αλλά συνήθως παράγονται 300-1000. Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δύο

σαρκώδη και βραχέα λέπυρα που δεν το περικλείουν τελείως και περιέχει δύο άνθη από τα οποία μόνο το ένα είναι γόνιμο (Καραμάνος, 1999).



Εικόνα 1.8 Πάνω αριστερά: Εμφάνιση σπάδικα και στην κορυφή του οι μεταξένιοι στύλοι. Δεξιά: Διαμήκης τομή θηλυκής ταξιανθίας. Σημειώνεται το φύλλο στο μεσογονάτιο του σπάδικα και οι οφθαλμοί στο γόνατο της πλευρικής διακλάδωσης. Κάτω αριστερά: Σταχύδια κατά μήκος του σπάδικα (Πηγή: Freeling and Walbot, 1994).

1.2.4.5 ΚΑΡΠΟΣ

Ο καρπός του αραβόσιτου είναι καρύωση, δηλαδή είδος ξηρού καρπού, μονόσπερμου με πολύ λεπτό περικάρπιο που περιβάλλει στενά το καρπό. Αποτελείται από τέσσερα τμήματα, το περικάρπιο, το ενδοσπέρμιο, το έμβρυο και το ποδίσκο.

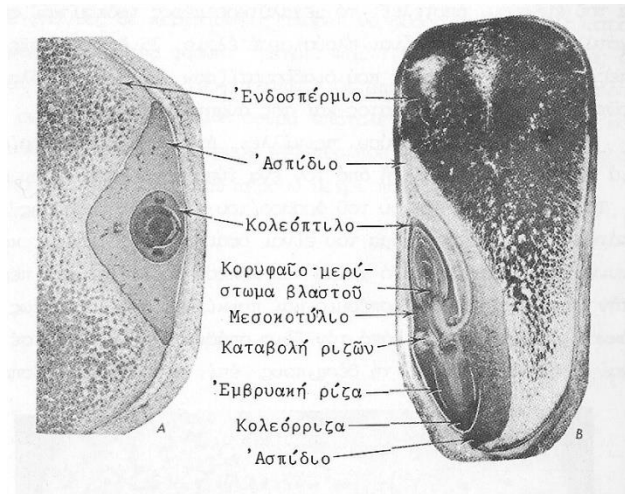
Το περικάρπιο δημιουργείται από ιστούς της ωοθήκης μετά την γονιμοποίηση και αποτελείται από κυτταρίνη και ημικυτταρίνες, και ο ρόλος του είναι προστατευτικός του σπέρματος από εχθρούς και μολύνσεις. Το νερό και το οξυγόνο διαπερνούν τους ιστούς του περικαρπίου για να ξεκινήσει η βλάστηση.

Το ενδοσπέρμιο προέρχεται από τη συγχώνευση ενός από τους δύο σπερματικούς πυρήνες του γυτεόκκου με τους δύο πολικούς πυρήνες του εμβρυόσακου, συνεπώς είναι τριπλοειδές. Αποτελείται από κύτταρα με λεπτέ

κυτταρικά τοιχώματα, τα οποία είναι γεμάτα με αμυλόκοκκους. Εκτός από υδατάνθρακες όμως, περιέχει πρωτεΐνες και μικρότερες ποσότητες ανόργανων αλάτων και ελαίων. Χωρίζεται με βάση την υφή του σε υαλώδες και αλευρώσες ενδοσπερμιο. Ο τρόπος που κατανέμεται τα δύο αυτά είδη στο καρπό επηρεάζει διάφορα χαρακτηριστικά του, όπως το σχήμα και τη σκληρότητα του. Οι εξωτερικές στρώσεις κυττάρων του ενδοσπερμίου διαθέτουν παχιά κυτταρικά τοιχώματα και συγκροτούν διαφοροποιημένο ιστό, που ονομάζεται αλευρώνη. Η αλευρώνη περιέχει μεγάλες πρωτεϊνικές δομές, τα πρωτεϊνικά σώματα, τα οποία περικλείονται σε μεμβράνες (Salisbury and Ross, 1991). Το ενδοσπέρμιο ουσιαστικά είναι ο πόλος τροφοδοσίας του αρτίβλαστου και είναι εξοπλισμένο με όλα τα απαραίτητα υλικά για τη διαδικασία της βλάστησης, μέχρι το φυτάριο να γίνει αυτότροφο.

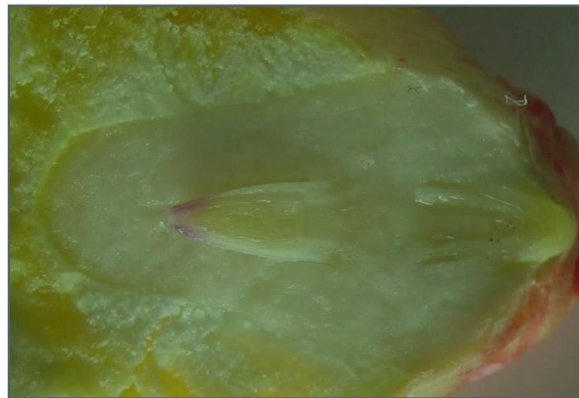
Το έμβρυο είναι μία μικρογραφία του φυτού και φέρει τις καταβολές των πρώτων οργάνων του. Είναι το αποτέλεσμα της ένωσης του δεύτερου σπερματικού πυρήνα του γυρεόκοκκου με το ωοκύτταρο. Αποτελείται από τον εμβρυακό άξονα και το απίδιο. Στον εμβρυακό άξονα διακρίνουμε το περικότιο, το μεσοκοτύλιο και το ριζίδιο. Το περικότιο φέρει το σημείο αύξησης και διαφοροποιημένες καταβολές των πρώτων πέντε φύλλων του φυτού. Καλύπτεται από το κολεόπτιλο, έναν προστατευτικό ιστό, που λόγω του ατρακτοειδούς σχήματος βοηθάει στην ανάδυση του φυταρίου από το έδαφος. Το μεσοκοτύλιο είναι το όργανο που στηρίζει το φυτό και συνδέει το ριζικό με το υπέργειο μέρος. Επίσης φέρει τις καταβολές των δευτερογενών εμβρυακών ριζών και συμβάλλει ουσιαστικά με την επιμήκυνση του, στην ανάδυση του φυταρίου. Το ριζίδιο θα εξελιχθεί στην πρωτογενή εμβρυακή ρίζα και καλύπτεται από την κολεόριζα, που έχει και αυτή προστατευτικό χαρακτήρα. Το ασπίδιο ή κοτύλη διαθέτει εξειδικευμένα κύτταρα που υδρολύουν το άμυλο του ενδοσπερμίου και μεταφέρουν τα προϊόντα στον εμβρυακό άξονα. Το έμβρυο στο σύνολό του έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε έλαια και πρωτεΐνες καθώς και το μεγαλύτερο ποσοστό των ανόργανων θρεπτικών του καρπού.

Τέλος, ο ποδίσκος είναι το όργανο με το οποίο στηρίζεται ο καρπός πάνω στο σπάδικα και μεταφέρει υλικά από το μητρικό φυτό κατά το γέμισμα του καρπού. Έχει προκύψει από τη χάλαζα της σπερματικής βλάστης μετά τη γονιμοποίηση (Εικόνα 1.9).



Εικόνα 1.9 Μέρη του καρπού αραβοσίτου (Πηγή: Δαλιάνη, 1999).

Βοτανικά, σπόρος ή σπέρμα του αραβοσίτου είναι ο καρπός χωρίς το περικάρπιο. Στην Εικόνα 1.10 παρατηρούμε σε μεγέθυνση το σπόρο του αραβοσίτου, στον οποίο έχει μόλις ξεκινήσει τη διαδικασία της βλάστησης. Είναι εμφανής η διόγκωση του ριζιδίου μετά από την ενυδάτωση των ιστών.

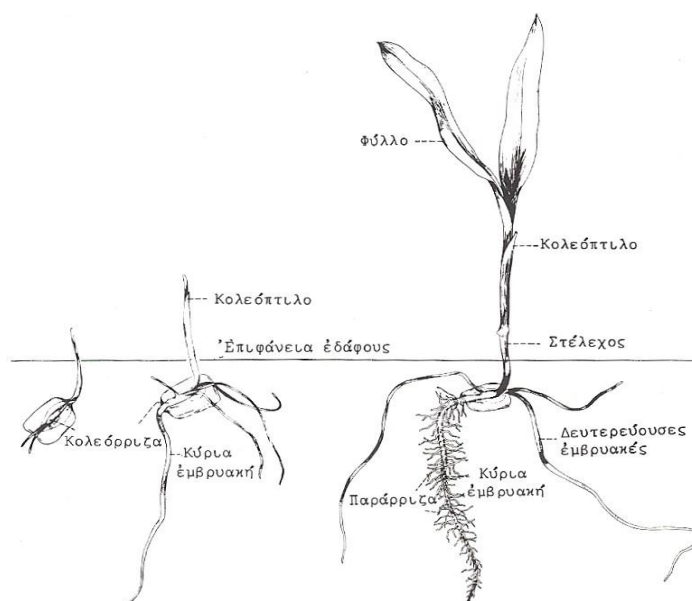


Εικόνα 1.10 Επιμήκης τομή σπέρματος αραβοσίτου. Διακρίνονται το περικάρπιο, ενδοσπέρμιο, ασπίδιο, πτερίδιο, κολεόπτιλο, καταβολές φύλλων, μεσοκοτύλιο, ριζίδιο, κολεόριζα, καλύπτρα.

1.2.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ

1.2.5.1 ΦΥΤΡΩΜΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΔΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΑΡΙΩΝ

Όταν ο σπόρος βρεθεί υπό ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και αερισμού, αρχίζει η γνωστή πορεία των μορμολογικών και βιοχημικών μεταβολών που είναι γνωστή ως βλάστηση του σπόρου. Το νερό προκαλεί τη διαβροχή του σπόρου εισέρχεται από το περιεχόμενο από το περικάρπιο και διογκώνει πρώτα την κορυφή του ριζιδίου με την κολεόριζα με αποτέλεσμα την επιμήκυνση της τελευταίας και τη διάρρηξη του περιβλήματος του σπόρου, 2-3 μέρες μετά την έναρξη της διαβροχής (Sass, 1955). Σε ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και αερισμού σημαντικότατο ρόλο στην ταχύτητα βλάστησης παίζει η θερμοκρασία. Η άριστη θερμοκρασία για την βλάστησή του είναι 20° C, η ανάδυση τότε πραγματοποιείται σε διάστημα 4-6 μερών μετά τη σπορά (Aldrich et al. 1975) (Εικόνα 1.11).



Εικόνα 1.11 Φύτρωμα αραβοσίτου (Πηγή: Δαλιάνη, 1999).

1.2.5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος υποδιαιρείται σε δύο περιόδους. Στην περίοδο που φθάνει μέχρι το τέλος του σχηματισμού των βλαστικών καταβολών στο κορυφαίο μερίστωμα, διαρκεί περίπου 3 εβδομάδες από το φύτευμα των φυτών και τελειώνει όταν τα φυτά έχουν ύψος 35-45 cm και έχουν αναπτύξει 8-10 φύλλα. Και στη περίοδο που αρχίζει με τη μετάπτωση του κορυφαίου μεριστώματος από βλαστικό σε αναπαραγωγικό. Στη περίοδο αυτή και μέχρι την εμφάνιση της αρσενικής ταξιανθίας (φόβης) παρατηρείται μεγάλος ρυθμός βλαστικής ανάπτυξης των φυτών που χαρακτηρίζεται από έντονη επιμήκυνση των μεσογονατίων και γρήγορη εμφάνιση και ανάπτυξη των φύλλων. Στο διάστημα αυτό η φυλλική επιφάνεια αυξάνει κατά 5-10 φορές και το μήκος του στελέχους κατά 50-100 φορές. Το τελικό ύψος του φυτού είναι ένα σύνθετο αποτέλεσμα του αριθμού των μεσογονατίων που αναπτύσσει το φυτό και του μεγέθους των επί μέρους μεσογονατίων. Το μήκος των μεσογονατίων επηρεάζεται από την υδατική κατάσταση του φυτού, δηλαδή η έλλειψη του νερού προκαλεί επιβράδυνση ή και αναστολή της επιμήκυνσης των κυττάρων με αποτέλεσμα βραχύτερα μεσογονάτια, από τη θερμοκρασία όπου επηρεάζει θετικά την επιμήκυνση των μεσογονατίων και από την πυκνότητα φύτευσης όπου επηρεάζεται το ύψος του φυτού.

Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του αραβοσίτου είναι υψηλότερος από εκείνο των άλλων σιτηρών και επηρεάζεται ως εξής από:

α) *Το φωτισμό:* Συνθήκες υψηλού φωτισμού συνεπάγεται ρυθμός φωτοσύνθεσης εξαιρετικά αποδοτικός, επειδή ανήκει στα φυτά τύπου C₄, τα οποία δεν δείχνουν τάση κορεσμού σε υψηλές εντάσεις ακτινοβολίας όπως τα φυτά τύπου C₃.

β) *Τη θερμοκρασία:* Η άριστη θερμοκρασία βρίσκεται μεταξύ 30-40° C.

γ) *Την ηλικία του φύλλου:* Η μέγιστη ικανότητα για φωτοσύνθεση παρατηρείται στα νεαρά στάδια των φύλλων και συμπίπτει με το χρόνο όπου το έλασμα των φύλλων παρουσιάζει το μέγιστο ρυθμό αύξησεως. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μειώνεται όσο αυξάνεται η ηλικία των φύλλων.

δ) *Τη θρεπτική κατάσταση του φυτού:* Φύλλα με μικρότερη περιεκτικότητα σε άζωτο φωτοσυνθέτουν λιγότερο έντονα από φύλλα με επαρκή ποσά αζώτου.

ε) *Την υδατική κατάσταση του ιστού.*

Λόγω της απουσίας της φωτοαναπνοής στον αραβόσιτο, οι απώλειες σε ξηρή ουσία οφείλονται κυρίως στην αναπνοή κατά την νύχτα. Η φωτοσύνθεση και η

βλαστική ανάπτυξη φθάνουν στο μέγιστο του ρυθμού τους στους 30-33° C. Η θερμοκρασία επιδρά στο ρυθμό φωτοσύνθεσης μόνο κατά την διάρκεια της ημέρας, ενώ στο ρυθμό ανάπτυξης όλο το εικοσιτετράωρο. Από αυτό προκύπτει ότι συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών κατά την ημέρα και χαμηλών κατά τη νύχτα θα προκαλέσει χαμηλότερο ρυθμό ανάπτυξης σε ολόκληρο το εικοσιτετράωρο. Από την άλλη, υψηλότερες θερμοκρασίες της νύχτας αυξάνουν σημαντικά το ρυθμό ανάπτυξης.

1.2.6 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ιστορία της καλλιέργειας του αραβοσίτου, όπως ήδη έχει αναφερθεί, ξεκίνησε από τις τροπικές χώρες κοντά στον ισημερινό, έφθασε το 58° βόρειο παράλληλο του Καναδά και της Ρωσίας και συνέχισε στο 40° παράλληλο στο νότιο ημισφαίριο. Μελετώντας το υψόμετρο που έχουν βρεθεί καλλιέργειες αραβοσίτου, παρατηρούμε ότι έχουν σημειωθεί έως 3800 m από την επιφάνεια της θάλασσας στις Άνδεις του Περού. Η ευρύτατη αυτή διάδοση του οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία τύπων που υπάρχουν. Κάθε ένας από τους τύπους αυτούς προσαρμόζεται σε ένα ιδιαίτερο οικολογικό περιβάλλον. Έτσι, παρατηρούνται ποικιλίες που αποκτούν ύψος 60 cm, φέρουν 8-9 φύλλα και ωριμάζουν σε διάστημα 60 ημερών και ποικιλίες που φθάνουν 6 m σε ύψος, φέρουν 42-44 φύλλα και ωριμάζουν εντός 11 μηνών.

1.2.6.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Ο αραβόσιτος χαρακτηρίζεται ως φυτό θερμών κλιμάτων. Για το φύτεμα των σπόρων η ελάχιστη θερμοκρασία που απαιτείται είναι 10° C και η άριστη γύρω στους 20° C. Η βλαστική ανάπτυξη αυξάνει γραμμικά με τη θερμοκρασία από τους 15° C έως τους 24-30° C (Shaw, 1955). Παρά το γεγονός ότι οι ρυθμοί φωτοσύνθεσης και αύξησης μεγιστοποιούνται στους 30-35° C, θερμοκρασίες υψηλότερες των 30° C κατά τη διάρκεια της ημέρας ασκούν μάλλον ανασταλτική επίδραση στην αύξηση γιατί σχετίζονται με αυξημένες απώλειες νερού λόγω εξατμισοδιαπνοής.

1.2.6.2 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Για μία ικανοποιητική παραγωγή αραβοσίτου, οι ποσότητες του νερού πρέπει να κυμαίνονται από 440-800 mm, αναφερόμενη σε όλο το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου. Έχοντας λοιπόν το έδαφος πλήρες εφοδιασμένο με νερό πριν από την σπορά, χρειάζονται τουλάχιστον 375-400 mm βροχής κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Για να είναι μία βροχόπτωση ευεργετική στην καλλιέργεια, θα πρέπει να κατανέμεται κυρίως στην περίοδο όπου θα έχει τη μέγιστη υδατοκατανάλωση, και αυτή η περίοδος είναι όταν τα φυτά έχουν αναπτύξει τελείως το φύλλωμά τους. Η περίοδος αυτή, για τα ελληνικά δεδομένα είναι Ιούλιο με Αύγουστο, η ξηρότερη δηλαδή περίοδος του έτους και επομένως είναι αναγκαία κατά το διάστημα αυτό η εφαρμογή αρδεύσεων ώστε να μπορέσει η παραγωγή να διατηρηθεί σε ανεκτά επίπεδα. Ακόμη όμως και σε υγρές περιοχές με βροχόπτωση πάνω από 600 mm στην καλλιεργητική περίοδο είναι δυνατό να χρειασθεί συμπληρωματική εφαρμογή άρδευσης στην κρίσιμη περίοδο, γιατί τότε συνήθως οι απαιτήσεις σε νερό ξεπερνούν την εποχιακή βροχόπτωση.

Ο αραβόσιτος, γενικά είναι ένα από τα δημητριακά με την υψηλότερη παραγωγικότητα όταν αρδεύεται επαρκώς. Βέβαια έχουν παρατηρηθεί και γονότυποι σε περιοχές της Ρωσίας και του Μεξικού όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 250-300 mm, δηλαδή σε κλίματα ημερημικά. Υπό τις συνθήκες αυτές όμως η παραγωγικότητα του φυτού είναι πολύ χαμηλή.

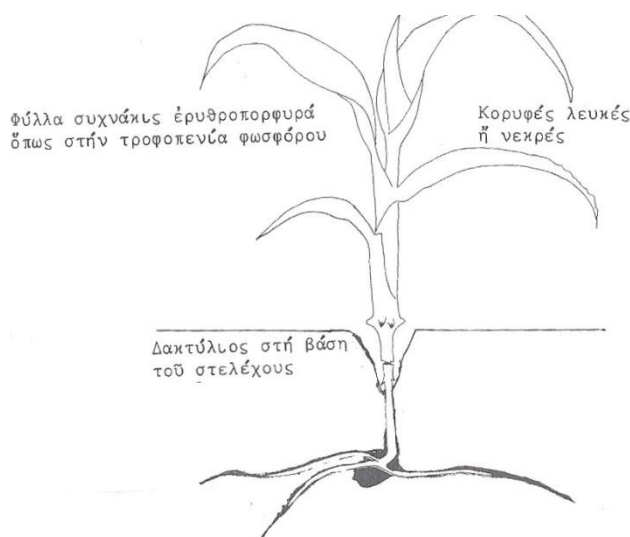
1.2.6.3 ΧΑΛΑΖΙ-ΑΝΕΜΟΣ

Οι πιο συνηθισμένες ζημιές από χαλάζι συνίσταται στο σχίσσιμο του ελάσματος και την καταστροφή της φυλλικής επιφάνειας. Σε μερικές όμως ακραίες περιπτώσεις τα μικρά φυτά ή ακόμη και τα μεγαλύτερα μπορεί να υποστούν ολοκληρωτική καταστροφή. Εάν οι κόκκοι του χαλαζιού είναι μεγάλοι, τότε είναι δυνατόν τα στελέχη και οι σπάδικες να σπάσουν ή να αποκοπούν οι σπάδικες και να πέσουν στο έδαφος (Εικόνα 1.12).

Η μείωση των αποδόσεων είναι περίπου ανάλογη με την καταστροφική επιφάνεια. Έτσι νεαρής ηλικίας φυτά που έχουν πληγή είναι μικρή, βαθμιαία όμως αυξάνεται με μέγιστο λίγο πριν από την άνθηση και ακολούθως μειώνεται εκ νέου

μέχρι και την ωρίμανση. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι τα αποτελέσματα των αποδόσεων που δημιουργούνται στα νεαρά φυτά από την πλήξη του χαλαζιού, είναι περίπου του ίδιου μεγέθους ή ελαφρώς μικρότερα με εκείνα που προκαλούνται από τον παγετό. Εάν δεν προκληθούν ζημιές στο σημείο αναπτύξεως των νεαρών φυτών μπορούν και αναλαμβάνουν εκ νέου. Βέβαια, τόσο στα σχισμένα φύλλα των νεαρών φυτών όσο και στων μεγαλύτερων, εφόσον παραμείνουν πράσινα και δεν μαραθούν, εξακολουθούν να φωτοσυνθέτουν καθώς οι σχισμές δημιουργούνται κατά κύριο λόγο κατά μήκος του ελάσματος και μεταξύ των νεύρων (Δαλιάνη, 1999).

Οι ισχυροί άνεμοι, από την άλλη προκαλούν διαφόρων ειδών ζημιές, κυρίως όταν τα φυτά βρίσκονται σε ύψος 10-12 cm. Στην περίπτωση που ο άνεμος πνέει προς όλες τις κατευθύνσεις δύναται να δημιουργηθεί γύρω από τα στελέχη και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ένας δακτύλιος αποκοπής της συνεχείας των εξωτερικών ιστών. Ιδίως τα νεαρά φυτάρια που έχουν πληγή από τον άνεμο, πολλές φορές επιδεικνύουν τυπικά συμπτώματα τροφοπενίας φωσφόρου, λόγω του ότι οι κύριες ρίζες έχουν υποστεί ζημιές και δεν συμβάλλουν στην πρόσληψη του φωσφόρου από το έδαφος. Σε φυτά προχωρημένης ηλικίας οι άνεμοι προκαλούν πλαγιάσματα όπου συνεπάγεται δυσκολίες στη συγκομιδή με μηχανές (Εικόνα 1.12).



Εικόνα 1.12 Ζημιές από τον άνεμο (Πηγή: Δαλιάνη, 1999).

1.2.6.4 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

Το καλαμπόκι είναι φυτό βραχείας ημέρας και απαιτεί άφθονη ηλιοφάνεια για την ανάπτυξη του. Μακρές ημέρες προκαλούν σημαντική αύξηση στη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου, με αποτέλεσμα τη μεγάλη ανάπτυξη του φυτικού σώματος, όπως είναι το ύψος φυτού και ο αριθμός των φύλλων, ακόμα και την πολύ όσιμη εμφάνιση των ταξιανθιών, όπου όλα αυτά έχουν ως επακόλουθο τη σημαντική μείωση ή και εκμηδένιση της παραγωγής καρπού. Αντίθετα, οι ημέρες μικρού μήκους επιταχύνουν την άνθηση και περιορίζουν τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών.

1.2.6.5 ΕΛΑΦΟΣ

Ο αραβόσιτος αναπτύσσεται σε γόνιμα, πλούσια και καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Ιδιαίτερη ευπάθεια παρουσιάζει σε κακώς αεριζόμενα εδάφη, κυρίως όταν ο κακός αερισμός οφείλεται σε περίσσεια υγρασίας.

Τα καλύτερα εδάφη για την καλλιέργεια του καλαμποκιού είναι τα πηλώδη και τα ιλυοπηλώδη. Από την άλλη, τα αμμώδη εδάφη δεν θεωρούνται και τόσο κατάλληλα αφενός μεν διότι είναι συνήθως μικρής γονιμότητας και αφετέρου δε διότι ξηραίνονται γρήγορα. Αυτό όμως μπορεί να αλλάξει εάν τα αμμώδη εδάφη έχουν δεχθεί ισχυρές χορηγήσεις λιπασμάτων ή κόπρου. Επίσης, τα αργιλώδη εδάφη κατά κανόνα στραγγίζονται πενιχρώς.

Όσο αφορά το pH του εδάφους, ο αραβόσιτος αναπτύσσεται με μεγάλη επιτυχία σε εδάφη που έχουν από 5,6 έως 7,5. Σε εδάφη με pH μικρότερο του 5,6, δηλαδή σε όξινα οι αποδόσεις του αρχίζουν και πέφτουν, ενώ σε pH 4 σπάνια καταφέρνει να επιζήσει. Φυτά αραβοσίτου σε όξινα εδάφη, με pH κάτω του 4,5 πολλές φορές εμφανίζουν καχεκτική ανάπτυξη ή ραβδώσεις επί των φύλλων. Τα φύλλα ακολουθούν με ένα ερυθρωπό-πορφυρό χρώμα και καταλήγουν να ξηραίνονται από τα κατώτερα πρώτα φύλλα. Τα συμπτώματα αυτά όμως μοιάζουν με εκείνα που προκαλεί η τροφοπενία μαγνησίου (Δαλιάνη, 1999).

Σχετικά με την αλατότητα, ο αραβόσιτος συγκαταλέγεται στα φυτά που θεωρούνται σχετικά ευαίσθητα στην παρουσία αλάτων στο έδαφος και στο νερό

άρδευσης. Η ευαισθησία του φυτού δεν είναι ομοιόμορφη σε όλα τα στάδια ανάπτυξής του. Έτσι. Ο αραβόσιτος είναι αρκετά ανθεκτικός στα άλατα κατά το φύτεμα του, όπου παρατηρείται μια επιβράδυνση του φυτρώματος, χωρίς όμως καταστρεπτικά αποτελέσματα στα φυτάρια (Καραμάνος, 1999).

1.2.6.6 ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Εύκολα μπορεί ο αραβόσιτος να αναπτυχθεί σε μεγάλο υψόμετρο. Αναφορικά σημειώνεται ότι υπάρχουν ποικιλίες και υβρίδια αρκετά αποδοτικά που καλλιεργούνται στα υψίπεδα του Μεξικού και των Άνδεων, ακόμη και σε υψόμετρο 3000 m. Είναι πολύ λογικό ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στα μεγάλα αυτά υψόμετρα μοιραία επιβραδύνουν την ανάπτυξη, κυρίως την βλαστητική και επιμηκύνουν τον βιολογικό κύκλο του φυτού. Αν και η αποδοτικότητα του φυτού αυτού σε μεγάλα υψόμετρα δεν έχει ακόμη διερευνηθεί τελείως, φαίνεται ότι η μεγαλύτερη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας εξισορροπεί κατά κάποιο τρόπο τη μικρή αποδοτικότητα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (Καραμάνος, 1999).

1.2.6.7 ΖΩΝΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Παρά την μεγάλη εξάπλωση του αραβοσίτου σε διάφορες χώρες και την προσαρμογή του σε διάφορα οικολογικά περιβάλλοντα, οι ιδεώδεις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες απαντώνται σε λίγες μόνο περιοχές της γης. Η ζώνη αραβοσίτου των Ηνωμένων Πολιτειών, η κοιλάδα του Δούναβη και η κοιλάδα του Πάδου είναι μερικές από τις περιοχές αυτές. Στις περισσότερες από τις υπόλοιπες περιοχές είτε οι βροχοπτώσεις είναι ανεπαρκείς είτε οι θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές (Εικόνα 1.13).

Το περιβάλλον της χώρας μας δεν είναι και τόσο ευνοϊκό για την ανάπτυξη του αραβοσίτου. Είτε η μέση θερμοκρασία του θέρους σε πολλές περιοχές αγγίζει το ανώτερο όριο, είτε οι βροχοπτώσεις είναι χαμηλές σε σημείο να παρίσταται ανάγκη άρδευσης. Συμπερασματικά από όλα αυτά είναι ότι μόνο υπό συνθήκες αρδεύσεως ο αραβόσιτος μπορεί να αποδώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα (Δαλιάνη, 1999).



Εικόνα 1.13 Η κατανομή της παραγωγής αραβοσίτου στην Υδρόγειο
(Πηγή: Καραμάνος, 1999).

1.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

1.3.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Η γνώση και η χρήση μιας καλά μελετημένης αμειψισποράς προσφέρει μακροπρόθεσμα οφέλη σε όλες τις καλλιέργειες και ειδικότερα του αραβοσίτου. Στις αμειψισπορές του αραβόσιτου θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται οπωσδήποτε ένα σανοδοτικό ψυχανθές, καθώς εμπλουτίζει το έδαφος με άζωτο και βελτιώνει τη δομή του. Ευεργετικά αποτελέσματα έχει η μηδική.

Ο αραβόσιτος έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλες ποσότητες εδαφικού αζώτου για αυτό το λόγο σπάνια θα πρέπει να βρίσκεται στην κορυφή της αμειψισποράς χωρίς να έχει προηγηθεί ισχυρή λίπανση από την επόμενη καλλιέργεια. Η διετής καλλιέργεια αραβοσίτου μπορεί να πραγματοποιηθεί με βασική προϋπόθεση την χορήγηση πλούσια ανόργανης και οργανικής λίπανσης.

Παρατίθεται ένα παράδειγμα εναλλαγής καλλιεργειών με τον αραβόσιτο για καλύτερη κατανόηση της εύνοιας της αμειψισποράς: Τέλη Οκτωβρίου πραγματοποιείται καλλιέργεια βίκου και κουκιών (οικογένεια ψυχανθών) φυτά που έχουν την δυνατότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο. Το Μάρτη, ο βίκος και τα κουκιά κόβονται και ανακατεύονται με το έδαφος ώστε το καλαμπόκι που θα φυτευτεί στη συνέχεια να μη χρειάζεται λίπανση αζώτου καθώς τα ελληνικά εδάφη είναι φτωχά σε άζωτο. Στην περίπτωση χρήσης του βίκου και των κουκιών για την

παραγωγή ζωοτροφών, η εδαφοκατεργασία βασιζόμενη στην αναστροφή του εδάφους μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με τις ρίζες αυτών. Άλλωστε, τα βακτήρια που βρίσκονται στις ρίζες των ψυχανθών είναι εκείνα που δεσμεύουν το άζωτο. Επίσης, η καλλιέργεια των ψυχανθών βοηθάει και στην καταπολέμηση των ζιζανίων, καθώς οι ρίζες τους έχουν έρπυσα ανάπτυξη. Στα μέσα του Απρίλη πραγματοποιείται σπορά του αραβοσίτου χωρίς να γίνει άλλη λίπανση (Μπιλάλης, 2009).

1.3.2 ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ

Οι τεχνικές ποικίλουν και θα πρέπει να επιλέγονται με βάση την κατάσταση του αγρού, τις συνθήκες καλλιέργειας και τέλος με τον διαθέσιμο καλλιεργητικό εξοπλισμό.

Είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι οι καλλιεργητικές εργασίες που γίνονται πριν τη σπορά αποσκοπούν στην αύξηση του αποθηκευμένου νερού, στη καταπολέμηση των ζιζανίων και στη δημιουργία όσο το δυνατόν καλύτερης σποροκλίνης. Η αύξηση του αποθηκευμένου νερού επιτυγχάνεται με το φθινοπωρινό όργωμα, μετρίου βάθους περίπου 15-30 cm (ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους) με την χρήση υνιοφόρου άροτρου για την πλήρη αναστροφή του εδάφους. Βέβαια, στην περίπτωση των ελαφριών εδαφών θα πρέπει να γίνεται χρήση των καλλιεργητών όπου δεν προκαλεί αναστροφή αλλά αυξάνει την διηθητικότητα του εδάφους. Επίσης, με το όργωμα στο τέλος του χειμώνα καταστρέφονται τα περισσότερα ζιζάνια τα οποία βρίσκονται στα νεαρά στάδια της ανάπτυξης τους.

Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει λόγος για τη τεχνική μειωμένης κατεργασίας, στην οποία στηρίχτηκε το εν λόγω πείραμα. Η δημιουργία και διατήρηση επιστρώματος φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους εφαρμόζεται όπου δεν πραγματοποιείται φθινοπωρινό όργωμα και επιτρέπει εξοικονόμηση εδαφικής υγρασίας. Μπορεί επίσης να γίνει κατεργασία μικρού βάθους μόνο στα αυλάκια σποράς καταστρέφοντας έτσι τα ζιζάνια και αφρατοποιώντας το έδαφος μόνο στις γραμμές σποράς, αφήνοντας ανέπαφες και καλυμμένες με φυτικά υπολείμματα τις αποστάσεις μεταξύ των αυλακιών.

1.3.3 ΣΠΟΡΑ

Η ημερομηνία σποράς διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην εξέλιξη της καλλιέργειας. Σημαντική προϋπόθεση για την σπορά αραβοσίτου είναι η θερμοκρασία εδάφους. Οι 15° C θερμοκρασία εδάφους, θεωρείται μια ικανοποιητική θερμοκρασία για την έναρξη του φυτρώματος και την γρήγορη ανάδυση του φυταρίου στην επιφάνεια του εδάφους.

Στη χώρα μας, η περίοδος σποράς του αραβοσίτου ορίζεται από τα μέσα Μαρτίου έως τις αρχές του Ιουλίου. Στις θερμότερες περιοχές, η σπορά πραγματοποιείται το πρώτο δεκαπενθήμερο του Απριλίου, ενώ στις ψυχρότερες πραγματοποιείται το δεύτερο δεκαπενθήμερο.

Ένα επίσης σημείο που θα πρέπει να προσέχουμε είναι η πυκνότητα των φυτών. Ο κατάλληλος αριθμός φυτών ανά στρέμμα αποτελεί ένα από τους βασικότερους παράγοντες για την λήψη υψηλών αποδόσεων και εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ποικιλία, την πρωιμότητα της, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, το τύπο του εδάφους, τη γονιμότητα του και τα αποθέματα εδαφικής υγρασίας ή τις δυνατότητες άρδευσης. Έτσι θα λέγαμε ότι η πυκνότητα για εδάφη πολύ ξηρά και πτωχά κυμαίνεται στα 2500 έως 2800 φυτά ανά στρέμμα, για εδάφη ξηρικά με μέτρια γονιμότητα 3000 έως 3200, εδάφη γόνιμα με δυνατότητα άρδευσης 3500 έως 4000 φυτά και τέλος για πολύ γόνιμα αρδευόμενα εδάφη 4500 έως 5000 φυτά ανά στρέμμα.

Στο σημείο αυτό αξιωματικά σημειωθεί ότι η πυκνότητα στα φυτά μπορεί να προκαλέσει μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές, μερικές από τις οποίες δεν είναι επιθυμητές, όπως η επίδραση στο σπάδικα, στην πρωτεΐνη του κόκκου, στην ανάπτυξη των φυτών και στη χρησιμοποίηση του ύδατος.

Δίνεται μεγάλη προσοχή στις αποστάσεις των γραμμών. Οι συνηθισμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι μεταξύ των 75 και 100 cm. Αξιολογώντας έρευνες, παρατηρείται ότι οι αποστάσεις αυτές επηρεάζουν αισθητά την δυνατότητα αξιοποίησης των φυτών της ηλιακής ενέργειας και της απορροφήσεως του νερού. Άρα, φυτά σε αποστάσεις μικρότερες των 100 cm αξιοποιούν καλύτερα την ηλιακή ακτινοβολία, από την άλλη οι αποστάσεις των 50 cm μπορεί να λαμβάνουν περισσότερη ηλιακή ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας αλλά η διαπνοή είναι εντονότερη και τα φυτά μαραίνονται πιο γρήγορα. Μιλώντας για την ίδια πυκνότητα, οι μεγαλύτερες αποστάσεις επιτρέπουν περισσότερη ηλιακή ενέργεια να φθάσει στο

έδαφος με αποτέλεσμα μεγαλύτερη εξάτμιση του εδαφικού νερού. Έτσι, μικρές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, ομοιόμορφη κατανομή και μεγαλύτερη πυκνότητα σκιάζουν περισσότερο το έδαφος μειώνοντας τις απώλειες της εξάτμισης, ενώ αυξάνονται οι απώλειες της διαπνοής καθώς είναι μεγαλύτερη η φυλλική επιφάνεια.

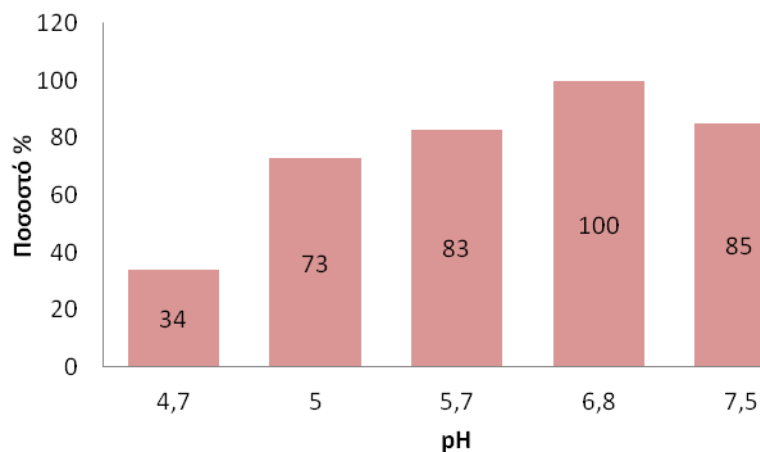
Επισημαίνεται επίσης ότι το βάθος σποράς του αραβοσίτου κυμαίνεται μεταξύ 2 και 8 cm. Γενικά, πρέπει να επιδιώκεται να σπέρνεται ο σπόρος σε τέτοιο βάθος, ώστε να υπάρχει αρκετή εδαφική υγρασία για το φύτευμα. Στην περίπτωση όπου η υγρασία είναι επαρκής τα 2-3 cm του μέτρου είναι αρκετά, εάν όμως η υγρασία είναι ανεπαρκής τότε η σπορά πρέπει να πραγματοποιηθεί σε μεγαλύτερο βάθος.

Και τέλος, για την διαδικασία της σποράς ελέγχεται επίσης και η καλή ποιότητα του σπόρου. Έτσι, ο σπόρος πρέπει να είναι απαλλαγμένος από μολύσματα ασθενειών και αυτό, γιατί στη βιολογική γεωργία απαγορεύεται η χρήση αγροτοχημικών σκευασμάτων.

1.3.4 ΛΙΠΑΝΣΗ

Ο αραβόσιτος αν και είναι φυτό που προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφικών συνθηκών, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι το πλέον ιδανικό εδαφικό περιβάλλον είναι έδαφος μέσης σύστασης, βαθύ, καλώς αποστραγγιζόμενο, με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, pH 6,8 και με ηλεκτρική αγωγιμότητα 1 EC mmhos/cm.

Από πειραματικά στοιχεία που έχουν πραγματοποιηθεί, έχει παρατηρηθεί ότι η απόδοση της καλλιέργειας μειώνεται μέχρι 34% σε έδαφος με pH 4,7 σε όξινα εδάφη. Η βελτίωση της οξύτητας για αύξηση αποδόσεων γίνεται με την προσθήκη ασβεστίου (Διάγραμμα 1.4).



Διάγραμμα 1.4 Επίδραση οξύτητας εδάφους στην απόδοση Αραβοσίτου (Πηγή: Υπουργείο αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Το καλαμπόκι απορροφά μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, λόγω της μεγάλης ποσότητας βιομάζας που παράγει. Τουλάχιστον 12 θρεπτικά στοιχεία χρειάζεται να είναι διαθέσιμα στο έδαφος σε επαρκείς ποσότητες στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού, για να μπορέσει να τα απορροφήσει, να αναπτυχθεί φυσιολογικά και να αποδώσει το μέγιστο παραγωγικό δυναμικό του υβριδίου. Έτσι λοιπόν, τα βασικά στοιχεία θρέψης του καλαμποκιού είναι το Άζωτο (N), ο Φώσφορος (P), το Κάλιο (K) και δευτερευόντως Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, B και Cu. Η απουσία ή ελλειμματική παρουσία αυτών στο έδαφος σε αφομοιώσιμη μορφή δημιουργεί τροφопενίες, με συνέπεια την μείωση των αποδόσεων. Η ευχέρεια απορρόφησης αυτών των θρεπτικών στοιχείων εξαρτάται από την χημική, μηχανική σύσταση του εδάφους και την αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών.

Πειράματα του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης που έγιναν σε διάφορες τοποθεσίες, αντιπροσωπευτικές των κυριότερων περιοχών όπου καλλιεργείται το καλαμπόκι (ΣΓΕ Ξάνθης, ΣΓΕ Σερρών, ΣΓΕ Βαρδάτων Λαμίας και Ινστιτούτο Σιτηρών στο κεντρικό αγρόκτημα και το αγρόκτημα Νέας Ζωής), έδωσαν αποτελέσματα τα οποία θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικά για την χώρα μας. Επίσης, κατά τα έτη 1989 και 1990, εγκαταστάθηκαν πειραματικοί αγροί σε πλούσιο και καλά λιπασμένο έδαφος με όλα τα μικρό- και μάκρο- στοιχεία, με σκοπό τη μελέτη της πρόσληψης κυρίως των μικροστοιχείων από το φυτό. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα παραπάνω πειράματα είναι ότι για την παραγωγή 1000 kg ανά

στρέμμα καρπού, απαιτούνται ανά στρέμμα 19,4 kg Αζώτου, 2,7 kg Φωσφόρου, 13,8 kg Καλίου, 1,4 kg Μαγνησίου, 2,7 kg Ασβεστίου και κάποιες μικρές ποσότητες ιχνοστοιχείων (Πίνακας 1.3).

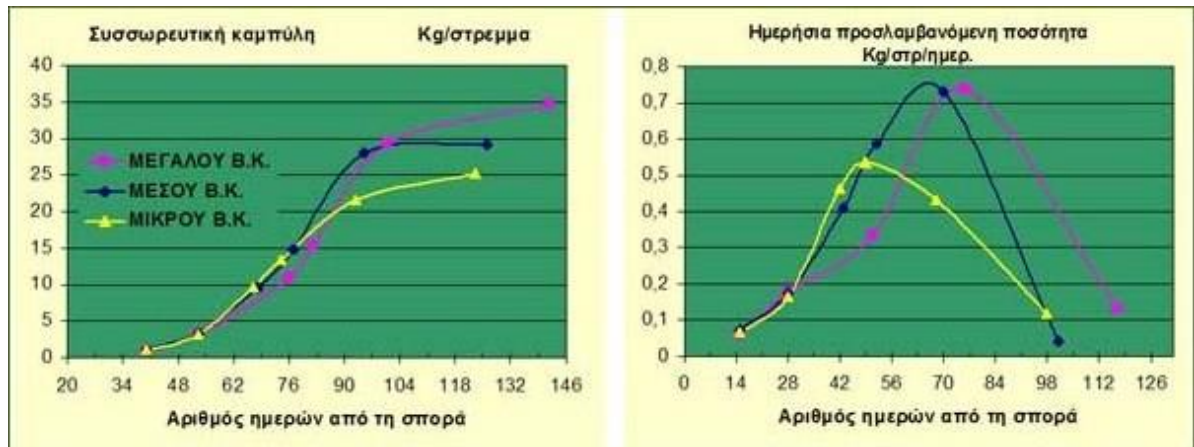
Πίνακας 1.3 Ποσότητες σε κιλά διαφόρων θρεπτικών στοιχείων που απορροφά η καλλιέργεια για παραγωγή 1000 kg καρπού/στρέμμα και κατανομή στα διάφορα φυτικά μέρη αραβοσίτου (Πηγή: Υπουργείο αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Θρεπτικό στοιχείο	Σύνολο απορρόφησης kg	Κατανομή %	
		ΚΑΡΠΟΣ	ΦΥΛΛΑ ΣΤΕΛΕΧΗ
ΑΖΩΤΟ	19,400	75	25
ΦΩΣΦΟΡΟΣ	2,700	84	16
ΚΑΛΙΟ	13,800	28	72
ΜΑΓΝΗΣΙΟ	1,400	33,9	66,1
ΑΣΒΕΣΤΙΟ	2,700	44,6	55,4
ΒΟΡΙΟ	0,016	41,3	58,7
ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	0,028	50	50
ΜΑΓΓΑΝΙΟ	0,031	41,8	58,2
ΣΙΔΗΡΟΣ	0,119	19,4	80,6
ΧΑΛΚΟΣ	0,007	74,5	25,5

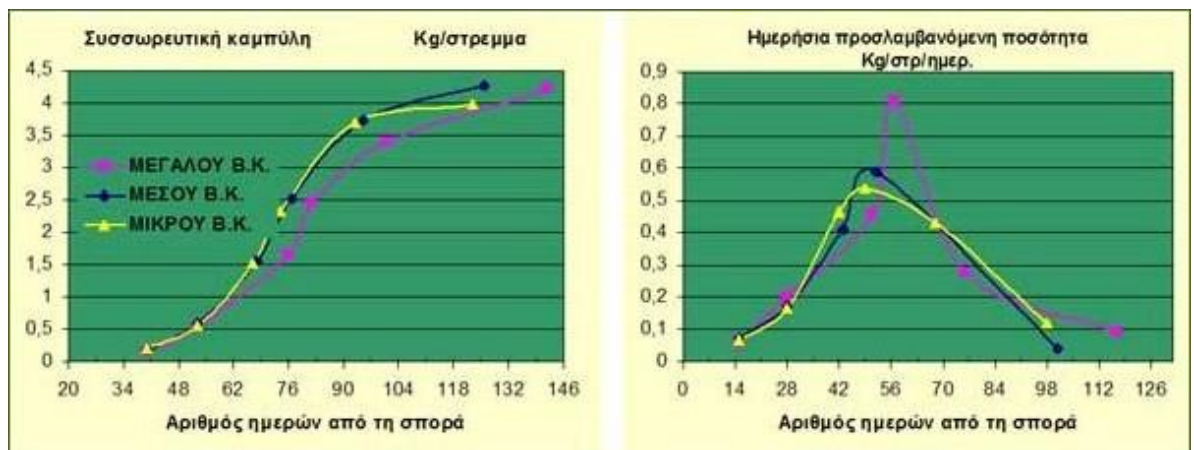
Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η μετακίνηση των θρεπτικών στοιχείων στο καρπό κατά την ωρίμανση ήταν, για το Άζωτο 75%, τον Φώσφορο 84%, το Κάλιο 28% και για τα λοιπά στοιχεία, όπως φαίνεται στο Πίνακα 1.3. Από τα παραπάνω στοιχεία, φαίνεται ότι με τον καρπό απομακρύνεται και το μεγαλύτερο ποσοστό του N και P, ενώ το K μένει στο έδαφος με τα στελέχη και τα φύλλα. Βέβαια, στην περίπτωση που το καλαμπόκι συγκομίζεται ολόκληρο ως φυτό, απομακρύνεται το μεγαλύτερο μέρος όλων των θρεπτικών στοιχείων. Επίσης, οι απαιτήσεις μεταβάλλονται ανάλογα με την αναμενόμενη απόδοση, έτσι υβρίδια διαφορετικού βιολογικού κύκλου έχουν

διαφορετικές απαιτήσεις. Ο ρυθμός πρόσληψης αυτών από το φυτό διαφέρει ανάλογα με το θρεπτικό στοιχείο και ανάλογα με το υβρίδιο.

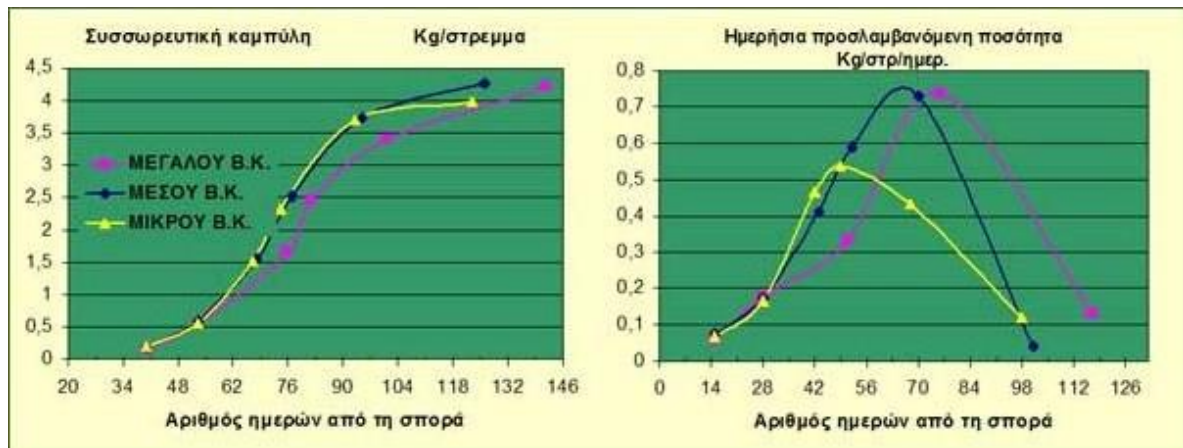
Γενικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο ρυθμός πρόσληψης των στοιχείων είναι βραδύς στα πρώτα βλαστικά στάδια ανάπτυξης, επιταχυνόμενος κατά μέσο όρο μετά την 50^η ημέρα από τη σπορά μέχρι το αναπαραγωγικό στάδιο και μειώνεται βαθμιαία, η απορρόφηση κατά το γέμισμα του σπόρου (Διάγραμμα 1.5, 1.6 και 1.7).



Διάγραμμα 1.5 Συσσώρευση Αζώτου και ημερήσιες απαιτήσεις των φυτών σε Αζωτο κατά την διάρκεια ανάπτυξης τριών υβριδίων διαφορετικού βιολογικού κύκλου (Πηγή: Υπουργείο αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).



Διάγραμμα 1.6 Συσσώρευση Φωσφόρου και ημερήσιες απαιτήσεις των φυτών σε Φώσφορο κατά την διάρκεια ανάπτυξης τριών υβριδίων διαφορετικού βιολογικού κύκλου (Πηγή: Υπουργείο αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).



Διάγραμμα 1.7 Συσσώρευση Κάλιου και ημερήσιες απαιτήσεις των φυτών σε Κάλιο κατά την διάρκεια ανάπτυξης τριών υβριδίων διαφορετικού κύκλου (Πηγή: Υπουργείο αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Άζωτο: Είναι το σπουδαιότερο θρεπτικό στοιχείο για το καλαμπόκι γιατί ρυθμίζει την ανάπτυξη και απόδοση αυτού. Απορροφάται σε μεγάλες ποσότητες και το μεγαλύτερο μέρος αυτού (70-75% της συνολικής απορροφούμενης ποσότητας) απομακρύνεται από το χωράφι με το καρπό. Επίσης είναι στοιχείο το οποίο εκπλύνεται εύκολα προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Για τους λόγους αυτούς χρειάζεται λίπανση με το στοιχείο αυτό. Από τα πειράματα του Ινστιτούτου Σιτηρών βρέθηκε ότι το καλαμπόκι για να μας δώσει τη μέγιστη απόδοση και με την προϋπόθεση ότι ελέγχονται ικανοποιητικά τα ζιζάνια, χρειάζεται σε 20-30 μον. N/στρ. Όσον αφορά το χρόνο εφαρμογής αυτού, λαμβάνοντας υπόψη ότι η μεγαλύτερη ποσότητα N απορροφάται από την 50-85^η ημέρα μετά τη σπορά θα πρέπει να χορηγείται σε δύο δόσεις: 1/3-1/2 της συνολικής ποσότητας στη σπορά σε αμμωνιακή μορφή και το υπόλοιπο επιφανειακά όταν τα φυτά αποκτήσουν ύψος 50-60 cm σε νιτρική μορφή.

Οι ανάγκες παρουσιάζονται νωρίς και το φυτό πρέπει να έχει διαθέσιμο το άζωτο από το φύτεμα μέχρι την φυσιολογική ωρίμανση. Τα περισσότερα Ελληνικά εδάφη είναι φτωχά σε άζωτο (λόγω μικρής περιεκτικότητας σε οργανική ουσία) και η καλλιέργεια το καταναλώνει γρήγορα. Οι ελληνικοί παραγωγοί όμως κατηγορούνται για υπερλίπανση και ότι είναι υπεύθυνοι για τις μολύνσεις των υπόγειων υδάτων σε πολλές περιοχές. Συνεπώς χρειάζεται προσοχή και για έναν επιπλέον λόγο εκτός του μεγάλου κόστους που είναι αυτός της υπερλίπανσης. Στη μείωση της αζωτούχου

λίπανσης είναι δυνατόν να βοηθήσει και η αμειψισπορά με λιγότερο απαιτητικές σε άζωτο καλλιέργειες.

Φόσφορο: Είναι επίσης ένα βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη του καλαμποκιού. Προσλαμβάνεται σε μικρές ποσότητες (3-3,5 kg/ 1000 kg καρπού), συγκρατείται από το έδαφος και δεν εκπλύνεται καθόλου προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Επιπλέον από την ποσότητα που χορηγείται κάθε χρόνο, μόνο το 15-20% χρησιμοποιείται το πρώτο χρόνο από την καλλιέργεια, ενώ το υπόλοιπο παραμένει στο έδαφος και χρησιμοποιείται τα επόμενα χρόνια. Για τους λόγους αυτούς σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι περισσότεροι καλλιεργητές χρησιμοποιούν σχεδόν αποκλειστικά ως αζωτούχο λίπασμα τη φωσφορική αμμωνία (20-10-0), η οποία εκτός από το N περιέχει και μεγάλη ποσότητα P, στα περισσότερα ελληνικά εδάφη έχουν αποθηκευθεί μεγάλες ποσότητες P. Πρέπει να τονισθεί ότι η συσσώρευση υπερβολικών ποσοτήτων φωσφόρου στο έδαφος, όχι μόνο δεν ευνοεί την ανάπτυξη και απόδοση του καλαμποκιού, αλλά μπορεί να προκαλέσει τροφοπενία Zn.

Κάλιο: Είναι στοιχείο το οποίο ρυθμίζει ένα μεγάλο αριθμό φυσιολογικών λειτουργιών του φυτού. Προσλαμβάνεται σε μεγάλες ποσότητες από το καλαμπόκι (15-18 kg/1000 kg καρπού) και μάλιστα το μεγαλύτερο μέρος (75% της συνολικής προσλαμβανόμενης) απορροφάται σε μια μικρή περίοδο 30 ημερών από την 50-80^η ημέρα μετά τη σπορά. Όμως ένα μικρό (25% περίπου) του συνολικά προσλαμβανόμενου απομακρύνεται με τον καρπό από το χωράφι, ενώ το υπόλοιπο επιστρέφει πάλι στο έδαφος με τα υπολείμματα της καλλιέργειας και δεν εκπλύνεται εύκολα προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Από τα πειράματα του Ινστιτούτου Σιτηρών βρέθηκε ότι η καλιούχος λίπανση δεν αύξησε την απόδοση του καλαμποκιού. Αυτό σημαίνει ότι σε πολλά ελληνικά εδάφη υπάρχουν επαρκή αποθέματα K τα οποία καλύπτουν τις ανάγκες του καλαμποκιού και κατά συνέπεια δε χρειάζεται η χορήγηση καλιούχου λίπανσης. Όμως το συμπέρασμα αυτό δεν πρέπει να γενικεύεται καθώς σε οργανικά ή φτωχά σε K εδάφη που δεν σπάνια στη Ελλάδα, θα πρέπει να χορηγείται 20-25 μον. K/στρ. στη σπορά.

Ιχνοστοιχεία: Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία, οι ποσότητες που χρειάζεται το φυτό είναι πολύ μικρές και φαίνεται ότι είναι διαθέσιμες σχεδόν σε όλα τα κανονικά

ελληνικά εδάφη. Πράγματι σε λίγες περιπτώσεις (οργανικά εδάφη ή εδάφη με μεγάλες συγκεντρώσεις P) παρατηρήθηκε τροφοπενία ιχνοστοιχείων, με πιο συνηθισμένη την τροφοπενία Zn, η οποία παροθυσιάζει περισσότερο στο πρώτο βλαστικό στάδιο ανάπτυξης του φυτού, προκαλώντας χλώρωση των μεσαίων φύλλων και επιβράδυνση της ανάπτυξης. Περιπτώσεις ελλείψεως ιχνοστοιχείων αντιμετωπίζονται με τη χορήγηση αυτών είτε από το έδαφος σε ανόργανη μορφή κατά την σπορά, είτε διαφυλλικά σε οργανική μορφή, σε ποσότητες που καθορίζονται μετά από ανάλυση του εδάφους ή από τις εκτιμήσεις των τοπικών Γεωπόνων (Υπουργείο αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

1.3.5 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση είναι μία καλλιεργητική παρέμβαση ύψιστης σημασίας στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Ειδικότερα, ο αραβόσιτος είναι ιδιαίτερα αποδοτικός στην παροχή εδαφικής υγρασίας. Η ολική ποσότητα του νερού που θα πρέπει να εφαρμόζεται, η συχνότητα των αρδεύσεων και η χρονική κατανομή αυτών στα διάφορα στάδια ανάπτυξης, εξαρτώνται και από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους οι οποίες μάλιστα καθορίζουν και τη συχνότητα των αρδεύσεων.

Η εφαρμογή άρδευσης του αραβοσίτου γίνεται με τρεις τρόπους. Η επιφανειακή άρδευση, όπου συνιστάται να εφαρμόζεται σε αγρούς επίπεδους ή με κλίση 0,5%. Σε μεγαλύτερες κλίσεις αυξάνονται οι κίνδυνοι διάβρωσης του εδάφους. Η άρδευση με τεχνητή βροχή, είναι προτιμότερη σε επικλινή εδάφη και σε αλατούχα καθώς προκαλεί απόπλυση των αλάτων λόγω της καθοδικής του κίνησης. Η στάγδην άρδευση, δεν παρουσιάζει τα μειονεκτήματα των δύο άλλων μεθόδων αλλά είναι ασύμφορη οικονομικά για την καλλιέργεια του αραβοσίτου.

1.3.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Η ύπαρξη των ζιζανίων σαφώς και επιφέρει μειωμένη ποσότητα καθώς και υποβάθμιση της ποιότητας της παραγωγής. Παρεμποδίζονται οι καλλιεργητικές εργασίες και με συνέπεια η διαδικασία της συγκομιδής. Με ένα πρόσθετο αρνητικό

παράγοντα, αυτό των επιβλαβών εντόμων ξενιστών και των παθογόνων μικροοργανισμών.

Τα ζιζάνια βέβαια, παρουσιάζουν και κάποια πλεονεκτήματα. Η προστασία του εδάφους από την διάβρωση είναι το μέγιστο πλεονέκτημα που παρέχουν. Επίσης αυξάνουν την οργανική ουσία του εδάφους και ενισχύουν την βιοποικιλότητα προσφέροντας καταφύγιο και τροφή σε μικρότερους οργανισμούς.

Η περίοδος που εξασφαλίζει το μέγεθος της επιρροής των ζιζανίων είναι η κρίσιμη περίοδος κατά την οποία, η καλλιέργεια πρέπει να διατηρηθεί χωρίς ανταγωνισμό από ζιζάνια για να μην υπάρξει σημαντική επίπτωση στην παραγωγή, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Ο αραβόσιτος είναι ευάλωτος στον ανταγωνισμό των ζιζανίων. Έχει αποδειχθεί ότι η παρουσία ζιζανίων στον αγρό επί 2, 3 και 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα των φυτών μειώνει τις αποδόσεις σε σύγκριση με αγροτεμάχια χωρίς ζιζάνια κατά 9, 15 και 17% αντίστοιχα. Για τον λόγο αυτό οι χειρισμοί που αποσκοπούν στην καταπολέμηση των ζιζανίων είναι αποφασιστικής σημασίας για την παραγωγικότητα της καλλιέργειας (Καραμάνος, 1999).

1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Για την εισαγωγή της ενότητας αυτής, γίνεται χρήση του λόγου του Ησίοδου “στοναχίζετο Γαία”, όπου στεναχωριόταν η Γη, ασφυκτιούσε από το βάρος του πλήθους των ανθρώπων επάνω της και παρακάλεσε τον Ουρανό να την απαλλάξει ...και Αυτός ο αγαπημένος της σύζυγος προκάλεσε τον κατακλυσμό και μετά άρχισαν όλα από την αρχή! Ο Βιβλικός κατακλυσμός εκφράζεται από τον Αρχαίο Έλληνα συγγραφέα σαν κραυγή απόγνωσης αλλά και αντίδραση της Φύσης σε μια προσπάθεια επαναφοράς της ομοιοστασίας όπου και όταν αυτή διαταράσσεται και στις μέρες μας δυστυχώς υπάρχει ανισορροπία στη σχέση ανθρώπου – φύσης (Μπιλάλης, 2012).

Η οργανική γεωργία είναι ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης παραγωγής που προωθεί και ενισχύει την υγεία αγροοικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της βιοποικιλότητας, τους βιολογικούς κύκλους, και την εδαφική βιολογική δραστηριότητα (IFOAM).

1.4.1 ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Η Βιολογική γεωργία έχει ως κατευθυντήριο οδηγό την παραγωγή επαρκείς ποσότητας υψηλής ποιότητας τροφίμων, ίνας και άλλων προϊόντων, με συνεργατική εργασία με τους φυσικούς κύκλους και τα συστήματα διαβίωσης μέσω του εδάφους, των φυτών και των ζώων σε ολόκληρο το σύστημα παραγωγής. Επιτυγχάνεται διατήρηση και αύξηση της μακροπρόθεσμης γονιμότητας και της βιολογικής δραστηριότητας των εδαφών που χρησιμοποιούν τις τοπικά προσαρμοσμένες ποικιλίες, με βιολογικές και με μηχανικές μεθόδους. Ενθαρρύνεται η γεωργική και φυσική βιοποικιλότητα, προστατεύοντας και διατηρώντας τους βιότοπους και την άγρια φύση. Η γενετική ποικιλομορφία καταφέρνει να διατηρείται – συντηρείται καθώς προωθούνται οι κατάλληλες τεχνικές αειφόρου διαχείρισης του ύδατος και όλης της ζωής που εσωκλείει. Χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν περισσότερο, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα συστήματα παραγωγής, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο τη ρύπανση και τα απόβλητα. Τα ζώα μπορούν και εκφράζουν τις βασικές πτυχές της έμφυτης συμπεριφοράς τους κατά τις συνθήκες διαβίωσης δημιουργώντας έτσι αρμονική ισορροπία μεταξύ της φυτικής και ζωικής παραγωγής. Χαρίζει στο κάθε που συμμετέχει στην οργανική καλλιέργεια και επεξεργασία, την δυνατότητα ποιοτικής ζωής ικανοποιώντας τις πρώτες ανάγκες αυτών, μέσα σε μια ασφαλή και υγιή εργασία. Απαραίτητη είναι η χρήση των βιοδιασπώμενων, ανακυκλώσιμων και των ανακυκλωμένων υλικών συσκευασίας. Και όλες αυτές οι αρχές για να αναγνωριστεί η σημασία, να προστατευθεί και να μαθευτεί η γηγενή γνώση των παραδοσιακών συστημάτων καλλιέργειας (Μπιλάλης, 2012).

1.4.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΟ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η αυξανόμενη τελευταία ευαισθητοποίηση του κόσμου για προστασία του φυσικού περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την απαίτηση μιας μεγάλης μερίδας καταναλωτών για την παραγωγή υγιεινών και ασφαλών τροφίμων, απαλλαγμένων από φυτοφάρμακα και τοξικές ουσίες, έχουν δημιουργήσει πλέον τις βασικές προϋποθέσεις για τη διάδοση των βιολογικών καλλιεργειών.

Έτσι λοιπόν, καθώς μεγαλώνει η ζήτηση βιολογικών προϊόντων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο και ένα σοβαρό εμπορικό κύκλωμα αρχίζει να αναπτύσσεται, το ενδιαφέρον γι' αυτό το σύστημα παραγωγής γίνεται όλο και πιο έντονο και η βιολογική γεωργία αποτελεί πλέον μια νέα πραγματικότητα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προκειμένου να εξασφαλιστεί το γνήσιο της βιολογικής παραγωγής και τη σήμανση αντίστοιχα ενός προϊόντος ως "βιολογικό", ενέκρινε τον Κανονισμό 2092/91 σχετικά με το βιολογικό τρόπο παραγωγής γεωργικών προϊόντων και των σχετικών ενδείξεων στα προϊόντα και είδη διατροφής (Μπιλάλης, 2012).

Η περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει "αγκαλιάσει" το χώρο αυτό της γεωργίας, θεσμοθετώντας κίνητρα για την παραπέρα εξάπλωση του. Για το λόγο αυτό συμπεριλαμβάνει με σαφήνεια την έννοια της βιολογικής και στον Κανονισμό 2078/92 όπου προβλέπονται ενισχύσεις για τους αγρότες που αποφασίζουν να εφαρμόζουν τις αρχές της, με μόνο στόχο να κάνει το γεωργό εκτός από παραγωγό και έναν συνειδητοποιημένο, ευυπόληπτο και ευαισθητοποιημένο πολίτη σε θέματα περιβάλλοντος (Μπιλάλης, 2012).

Επειδή λοιπόν τα προϊόντα της βιολογικής καλλιέργειας τυγχάνουν ιδιαίτερης εκτίμησης από τους καταναλωτές, η βιολογική γεωργία αξίζει ιδιαίτερης προσοχής και μεταχείρισης από την πολιτεία και τους οργανωμένους φορείς και μεγάλης εμβάθυνσης στις πτυχές και τη φιλοσοφία της.

Στην Ελλάδα οι βιολογικές καλλιέργειες αποτελούν μια πρόκληση. Οι ήπιες κλιματολογικές συνθήκες, η μικρότερη ρύπανση με αγροχημικά και οι οικογενειακής μορφής γεωργικές εκμεταλλεύσεις σε μικρές εκτάσεις, ευνοούν την παραγωγή βιολογικών προϊόντων με καλές οργανοληπτικές ιδιότητες που απολαμβάνουν και καλύτερες τιμές από τα συμβατικά (Μπιλάλης, 2012).

Πρέπει λοιπόν η βιολογική γεωργία να αντιμετωπιστεί με ιδιαίτερη σοβαρότητα από όλους τους φορείς και με την βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης να αξιοποιηθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Είναι μια ολιστική φιλοσοφική προσέγγιση, με στόχους την παραγωγή γεωργικών προϊόντων χωρίς χημικά κατάλοιπα και την ανάπτυξη μεθόδων παραγωγής φιλικών προς το περιβάλλον με έμφαση στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους.

Αυτό πάντως που πρέπει να επισημανθεί είναι το γεγονός πως η υιοθέτηση της διαφορετικής αυτής αντίληψης στη γεωργική παραγωγή, προϋποθέτει και τη διαμόρφωση μιας βαθιάς οικολογικής συνείδησης από πλευράς παραγωγών αλλά και

προσπάθειες για να αλλάξει το μοντέλο κατανάλωσης που ακολουθείται σήμερα και δίνει έμφαση κυρίως στην εμφάνιση του προϊόντος που καταναλώνεται και λιγότερο στην ποιότητά του.

1.4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΖΙΖΑΝΙΑ

Τα ζιζάνια συχνά θεωρούνται ως η σημαντικότερη απειλή για την βιολογική καλλιέργεια και ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες μείωσης της βιολογικής παραγωγής. Ο φόβος μιας μη αποτελεσματικής διαχείρισης των ζιζανίων αποτελεί την μόνη ένσταση των καλλιεργητών για την μετατροπή των χωραφιών τους από χωράφια συμβατικής σε χωράφια βιολογικής καλλιέργειας. Στη βιολογική γεωργία στόχος είναι να διατηρείται μια ισορροπία μεταξύ της καλλιέργειας και της φυτοκοινωνίας των ζιζανίων. Η πλήρης εξάλειψη των ζιζανίων δεν είναι στόχος των βιολογικών καλλιεργητών, παρόλ' αυτά η ύπαρξη τους στο χωράφι μπορεί να είναι ταυτόχρονα και ευλογία αλλά και πρόβλημα.

Το κύριο πρόβλημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι βιοκαλλιεργητές είναι η αύξηση των πληθυσμών των ζιζανίων. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές βελτιώσεις και στις καλλιεργητικές μεθόδους, και στη κατασκευή νέων μηχανημάτων και στην ανάπτυξη νέων μεθόδων όπως αυτή με την χρήση ατμού.

1.5 ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ

Η αλληλοπάθεια, παρά την αδυναμία μελέτης και επακριβούς προσδιορισμού της, είναι σημαντικότερη μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ των ζιζανίων καλλιεργούμενων φυτών από ότι ο ανταγωνισμός, αφού μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση και τον τρόπο κατανομής των ζιζανίων, το μέγεθος της ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά αλλά και τη δυνατότητα επιλογής των καλλιεργούμενων φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς. Βέβαια στην περίπτωση των αλληλοπαθητικών ζιζανίων με αντιμυκητολογικές ή/και αντιβακτηριακές ιδιότητες,

αυτή μπορεί να συμβάλει στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ορισμένων ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών.

Η αλληλοπαθητική δράση ορισμένων φυτικών ειδών ενάντια σε άλλα ζιζάνια μπορεί να έχει αρνητικές αλλά και θετικές προεκτάσεις στη γεωργία (Qasem and Foy, 2001). Οι αλληλοπαθητικές ουσίες απελευθερώνονται από τα φυτά στο περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα, απέκκρισης από τις ρίζες ή έκπλυσης από τα φύλλα των φυτών και από τα φυτικά υπολείμματα. Η έμμεση απελευθέρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά λαμβάνει χώρα κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων. Άρα η αναστολή του φυτρώματος και της αύξησης ενός ζιζανίου ή καλλιεργούμενου φυτού οφείλεται μέσω της απελευθέρωσης κάποιων χημικών ουσιών από ζωντανούς ή αποδομούμενους ιστούς άλλων φυτών.

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες απελευθερώνονται από τα φυτά στο περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα. Ειδικότερα, η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα, απέκκρισης από τις ρίζες ή έκπλυσης από τα φύλλα των φυτών και από τα φυτικά υπολείμματα (με το νερό της βροχής). Αντιθέτως, η έμμεση απελευθέρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά λαμβάνει χώρα κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των φυτικών τους υπολειμμάτων. Επομένως, για το φαινόμενο των φυτών μπορεί πλέον να λεχθεί ότι η αναστολή του φυτρώματος και της αύξησης ενός καλλιεργητικού φυτού ή ζιζανίου λαμβάνει χώρα μέσω της απελευθέρωσης κάποιων χημικών ουσιών από ζωντανούς ή αποδομούμενους ιστούς άλλων φυτών (διαφορετικού είδους).

Οι περισσότερες από τις αλληλοπαθητικές ουσίες είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού που βιοσυντίθενται σε διάφορα όργανα του φυτού (φύλλα, ρίζες, βλαστοί, άνθη και καρποί ή σπόροι).

Η ποσότητα των παραγόμενων αλληλοπαθητικών ουσιών εντός των φυτών επηρεάζεται σημαντικά από τους εδαφοκλιματολογικούς παράγοντες και μάλιστα τα φυτά παράγουν μεγάλες ποσότητες αυτών των ουσιών όταν αναπτύσσονται σε αντίξοες συνθήκες (καταπόνησης) όπως είναι: έντονη ηλιακή ακτινοβολία, έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, έλλειψη εδαφικής υγρασίας, υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία, εφαρμογή φυτορρυθμιστικών ουσιών και προσοσβολή από παθογόνους μικροοργανισμούς και έντομα.

Οι περισσότερες από αυτές ανήκουν από χημικής πλευράς στις φαινολικές ουσίες, στα τερπένια και στις αζωτούχες ενώσεις.

Οι φαινολικές ουσίες περιλαμβάνουν απλές φαινόλες, παράγωγα υδροξυβενζοϊκού, ακετοφαινόνης, παράγωγα οξικού φαινυλίου, παράγωγα υδροξυκιναμικού φαινυλοπροπανίου, κουμαρίνες, ναφθακινόνες, ξανθόνες, ανθρακινόνες, στιλβένια, λιγνάνες, φλαβονοειδή, διφλαβονοειδή, μελανίνες της κατεχόλης, υδρολυόμενες ταννίνες, λιγνίνες και συμπυκνωμένες ταννίνες (Inderjit and Keating, 1999).

Οι χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι της ομάδας των τερπενίων (αποτελούν τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων) είναι το ισοπρένιο, τα μονοτερπενία (μενθόλη, καμφορά κ.ά.), σεσκιτερπένια (πλαστοκινόνη, αμπισικό κ.ά.), διτερπένια (φυτόλη, γιββερελικό κ.ά.), τριτερπένια (στεροειδή, σαπωνίνες), τετρατερπένια (φυτοένιο, καροτενοειδή) και τα πολυτερπένια (κόμμεα, γουταρπένια).

Η ομάδα των αζωτούχων ενώσεων περιλαμβάνει τα αλκαλοειδή, τις μεταλαίνες, τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα, τις αμίνες, τα κυανογόνα γλυκοζίδια, τα θειογλυκοζίδια και τις πρωτεΐνες.

Ο μηχανισμός δράσης ορισμένων αλληλοπαθητικών ουσιών είναι παρόμοιος με εκείνο των ήδη χρησιμοποιούμενων ζιζανιοκτόνων, ενώ άλλων ουσιών διαφέρει πλήρως και συνδέεται με νέες θέσεις ή φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών.

1.6 ΦΥΤΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ

1.6.1 ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ

Είναι πολυετές φυτό, ανήκει στην οικογένεια χειλανθών (*Lamiaceae*) και στο γένος *Sideritis*, γνωστό ευρέως ανά την Ελλάδα για τις θεραπευτικές του ιδιότητες. Από τον Ιπποκράτη ακόμα, όπου το συνιστούσε ως τονωτικό λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε σίδηρο, μέχρι τον Διοσκουρίδη που το θεωρούσε ισχυρή ασπίδα κατά του κρυολογήματος και μέχρι σήμερα που γνωρίζουμε για την αντι-υπερτασική, αντιοξειδωτική, όπως και για την πλούσια περιεκτικότητα του σε φλαβονοειδή που θωρακίζουν το κυκλοφορικό και το καρδιαγγειακό σύστημα. Είναι αυτοφυές στα περισσότερα ορεινά και ημιορεινά μέρη της Μεσογείου. Οι ξηροί ανθοφόροι βλαστοί του χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ροφήματος. Τέλος, λόγω της αυξημένης κατανάλωσης του τις τελευταίες δεκαετίες προχώρησαν στην καλλιέργεια του (Εικόνα 1.14).



Εικόνα 1.14 Τσάι του βουνού.

1.6.2 ECHINACEA

Ανήκει στην οικογένεια *Asteracea* ή *Compositae* της τάξης *Asterales*. Είναι ιθαγενές φυτό από των μεσοδυτικών Η.Π.Α. και του Καναδά και καλλιεργείται κυρίως στις Η.Π.Α. και την Ευρώπη. Είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα φαρμακευτικά φυτά, το οποίο μόλις πρόσφατα άρχισε να καλλιεργείται στην Ελλάδα. Διεγείρει το ανοσοποιητικό σύστημα και μειώνει την ένταση των συμπτωμάτων και τη διάρκεια των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. Μελέτες κατέληξαν ότι μειώνει αποτελεσματικά τα συμπτώματα του κοινού κρυολογήματος. Τον 18^ο αιώνα ο Γερμανός βοτανολόγος Conrad Moench, ονόμασε το γένος *Echinacea*, όνομα το οποίο προέρχεται από την Ελληνική λέξη "εχίνος", που σημαίνει σκαντζόχοιρος, αναφερόμενος στην αγκαθωτή-στρογγυλή θήκη του καρπού. Είναι πολυετείς αδρότριχες πόες, κάποια είδη της καλλιεργούνται σε εύκρατο και κάποια σε ηπειρωτικό κλίμα (Εικόνα 1.15).



Εικόνα 1.15 Το φυτό *Echinacea*.

1.7 ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εντοπισθεί και να αξιολογηθεί η επίδραση τόσο των φυτικών υπολειμμάτων στο φυτό του αραβοσίτου μέσω του πρώτου πειράματος (στις γλάστρες), όσο και της ζιζανιοχλωρίδας στη καλλιέργεια μέσω του δεύτερου πειράματος (στο χωράφι). Ο αραβόσιτος είναι η δεύτερη κατά σειρά σπουδαιότητας καλλιέργεια όσον αφορά στα δημητριακά, αμέσως μετά το σιτάρι. Και αυτό το μαρτυρούν οι στατιστικές, που παρουσιάζουν την συνολική παγκόσμια παραγωγή να υπερβαίνει τα 400 εκατομμύρια τόνους.

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για τη διερεύνηση του θέματος πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα. Το πρώτο πείραμα διεξήχθη σε γλάστρες εντός του πειραματικού αργού, στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το πείραμα αυτό πραγματοποιήθηκε από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο του 2012.

Το δεύτερο πείραμα εγκαταστάθηκε στον ίδιο αγρό (37ο 59'01.83' N, 23ο 42'07.37'' E, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας), ο οποίος δέχεται διαχείριση ως βιολογικός αγρός από το 1995. Σε αυτό το χωράφι καλλιεργήθηκε το ίδιο φυτικό υλικό με το πρώτο πείραμα, δηλαδή σπόροι αραβοσίτου από το Μάιο μέχρι τον Ιούλιο του 2012.

2.2 ΠΡΩΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

2.2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Για το πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν 24 γλάστρες, των 12 lt η κάθε μία. Τα καθαρό βάρος της κάθε μίας από αυτές ήταν 0,254 g. Εντός των γλαστρών αυτών, στις 23/07/2012 τοποθετήθηκε χώμα από το πειραματικό αργό του πανεπιστημιακού ιδρύματος.

Για την υλοποίηση όμως του πειράματος αυτού, χωρίσαμε τις 24 γλάστρες σε 3 ομάδες των 8 γλαστρών (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1 Οι 24 γλάστρες χωρισμένες σε 3 ομάδες των 8 γλαστρών (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

2.2.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Στις 24/07/2012 πραγματοποιήθηκε η σπορά του αραβοσίτου (*Zea mays*) και στις 24 γλάστρες του πειράματος. Στην κάθε μία σπείραμε από 5 σπόρους αραβοσίτου σε βάθος περίπου 2 cm. Το σχέδιο σποράς είναι το ακόλουθο:



2.2.3 ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΓΛΑΣΤΡΩΝ

Χρησιμοποιήθηκαν δύο ειδών φυτικών υπολειμμάτων για την ενσωμάτωση τους στις γλάστρες. Το πρώτο φυτικό υπόλειμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το τσάι του βουνού όπου για την εύκολη αναγνώριση τους, προσημειώσαμε τις 8 γλάστρες της 2^{ης} ομάδας με το γράμμα "T", δηλ., T1, T2, T3.....T8. Τοποθετήθηκαν 250 g υπολείματος τσάι του βουνού σε κάθε μία γλάστρα (Εικόνα 2.2). Το δεύτερο φυτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν τις *Echinacea*, όπου εδώ χρησιμοποιήθηκε ο συμβολισμός "E", με την ίδια λογική οι 8 γλάστρες της 3^{ης} ομάδας φέρουν E1, E2,

E3..... E8. Τοποθετήθηκαν 250 g υπολείμματος *Echinacea* σε κάθε μία γλάστρα (Εικόνα 2.3).

Στην 1^η ομάδα των 8 γλαστρών δεν ενσωματώθηκε κανένα φυτικό υπόλειμμα, χρησιμοποιούνται ως μάρτυρες, οπότε γίνεται η χρήση του γράμματος "M" για τον ακόλουθο συμβολισμό M1, M2, M3... M8 (Εικόνα 2.4).

Πριν και μετά την σπορά, καθώς και κατά την διάρκεια όλης της περιόδου αυτής μέχρι την ωρίμανση του αραβοσίτου, γινόντουσαν ποτίσματα κάθε μέρα από 0,5 L νερό κάθε γλάστρα. Με την εμφάνιση των ζιζανίων, καθ' όλη την διάρκεια της αναπτύξεως, γινόντουσαν βοτανίσματα.

Μετά το πέρας των 15 ημερών από την σπορά, αφαιρέθηκαν τα 4 από τα 5 φυτά, με παραμονή του ενός πιο εύρωστου φυτού.



Εικόνα 2.2 Οι 8 γλάστρες με την στρώση του φυτικού υπολείμματος τσάι του βουνού (T) (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2.3 Οι 8 γλάστρες της 3^{ης} ομάδας με την ενσωμάτωση του φυτικού υπολείμματος *Echinacea* (E) (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2.4 Οι γλάστρες - μάρτυρες της 1^{ης} ομάδας που δεν έγινε καμία ενσωμάτωση (M) (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Πρέπει να αναφερθεί ότι τα δύο αυτά φυτικά υπολείμματα χορηγήθηκαν στο πανεπιστήμιο από την εταιρία ΚΟΡΡΕΣ ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ Α.Ε. Σύμφωνα με τις τεχνικές εκμετάλλευσης που ακολουθεί η εν λόγω εταιρία για την παρασκευή των προϊόντων τις, τα συγκεκριμένα βότανα χρησιμοποιήθηκαν για την εκχύλιση και απομόνωσης ήπιων ενεργά συστατικών για παραγωγή υψηλής ποιότητας κλινικά-αποτελεσματικά-βιολογικά εκχυλίσματα.

Τέλος, οι μορφές και των δύο βοτάνων που παραχωρήθηκαν για την διεκπεραίωση του πειράματος παρατίθενται στις ακόλουθες εικόνες 2.5 και 2.6.



Εικόνα 2.5 Φυτικό υπόλειμμα *Echinacea* (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2.6 Φυτικό υπόλειμμα Τσάι του βουνού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

2.2.4 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Στις 26/07/2012 παρατηρήθηκαν και οι 8 γλάστρες του μάρτυρα και σημειώθηκαν ζιζάνια. Στις 8 γλάστρες με το γράμμα "T" μόνο μία γλάστρα σημείωσε εμφάνιση ζιζανίου. Και στις άλλες 8 γλάστρες με το γράμμα "E", δύο γλάστρες εμφάνισαν ζιζάνια.

Στις 27/07/2012 άρχισε να γίνεται η έκπτυξη των πρώτων βλαστών και στις 24 γλάστρες (Εικόνα 2.7, 2.8 και 2.9).



Εικόνα 2.7 Ζιζάνια και στις 8 γλάστρες του μάρτυρα (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2.8 Μηδενική εμφάνιση ζιζανίων στις γλάστρες "Τ", και μόνο σε μία γλάστρα έγινε έκπτυξη του βλαστού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2.9 Από τις γλάστρες "Ε", δύο γλάστρες εμφάνισαν ζιζάνια (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Στις 30/07/2012, ολοκληρώθηκε το φύτευμα των σπόρων αραβοσίτου και στις 24 γλάστρες (Εικόνα 2.10).



Εικόνα 2.10 Έκπτυξη βλαστών αραβοσίτου και των 24 γλαστρών (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Ακολούθησαν συνολικά 7 μετρήσεις, με συχνότητα η μία μετά την άλλη 7 ημερών, όπου καταγράφονταν το ύψος του φυτού σε cm από την βάση (επιφάνεια χώματος) έως το ακραίο μερίστωμα, ο αριθμός των φύλλων και ο αριθμός των κόμβων.

Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν στις εξής ημερομηνίες:

- ✓ 14/08/2012 (15^η ημέρα μετά το φύτευμα, ημέρα που έμεινε ένα φυτό σε κάθε γλάστρα και η 1^η μέτρηση).
- ✓ 21/08/2012 (22^η ημέρα μετά το φύτευμα, 2^η μέτρηση).
- ✓ 28/08/2012 (29^η ημέρα μετά το φύτευμα, 3^η μέτρηση).
- ✓ 04/09/2012 (36^η ημέρα μετά το φύτευμα, 4^η μέτρηση).
- ✓ 11/09/2012 (43^η ημέρα μετά το φύτευμα, 5^η μέτρηση).
- ✓ 18/09/2012 (50^η ημέρα μετά το φύτευμα, 6^η μέτρηση).
- ✓ 25/09/2012 (57^η ημέρα μετά το φύτευμα, 7^η μέτρηση).

2.3 ΔΕΥΤΕΡΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

2.3.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

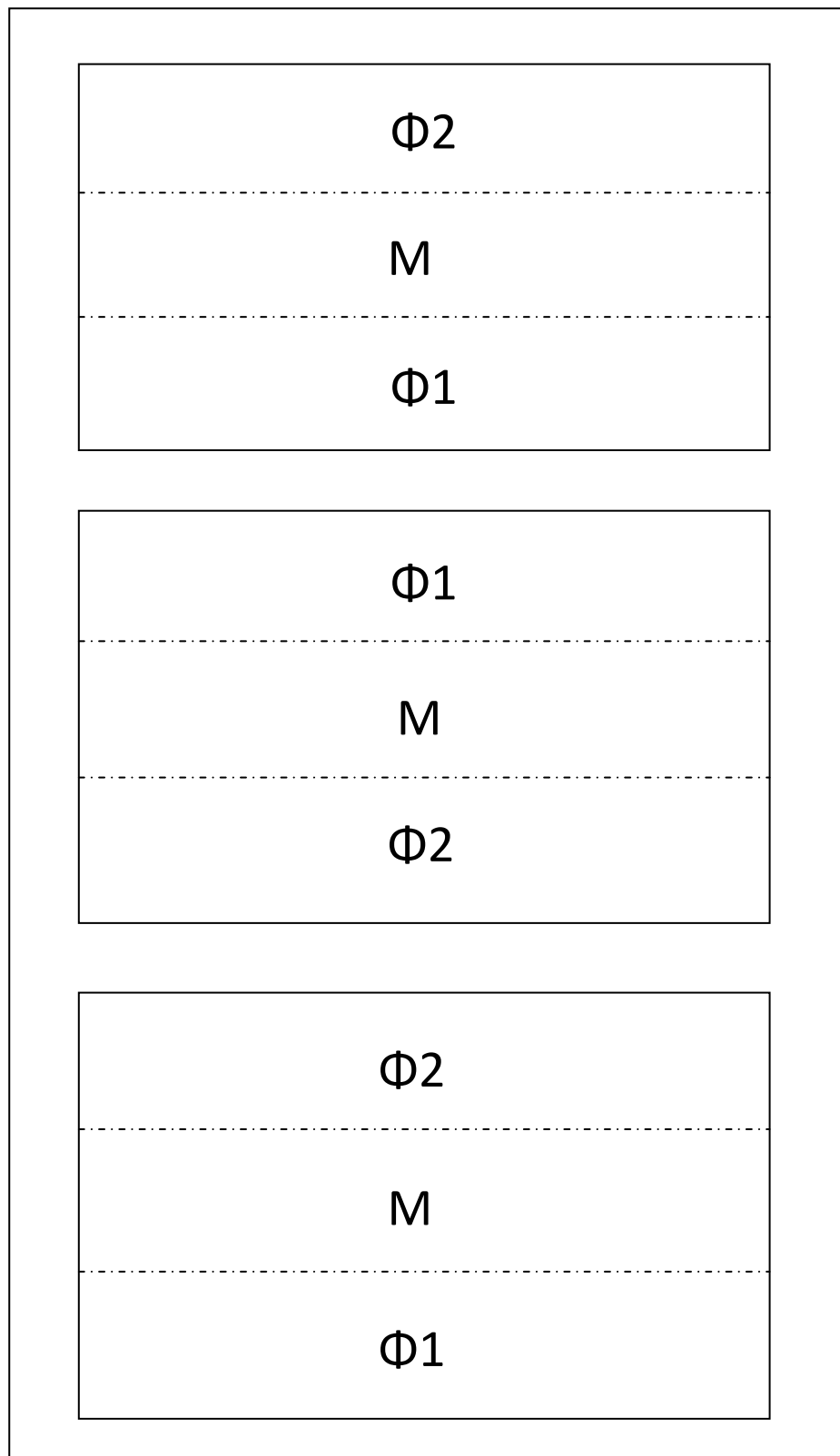
Πραγματοποιήθηκε σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων 3 επαναλήψεων του 1 τεμαχίου και 3 υποτεμαχίων. Και στα 3 κύρια τεμάχια μετά την σπορά του αραβοσίτου, πραγματοποιήθηκε η ίδια ακόλουθη εφαρμογή: Σε ένα υποτεμάχιο έγινε ενσωμάτωση με φυτικό υπόλειμμα τσάι του βουνού (Φ1). Η ποσότητα του Φ1 που τοποθετήθηκε σε κάθε υποτεμάχιο ήταν 5,408 kg, άρα σε όλο το πειραματικό αργό χρησιμοποιήθηκαν 16,224 kg. Στο άλλο υποτεμάχιο έγινε ενσωμάτωση με φυτικό υπόλειμμα Echinacea (Φ2). Η ποσότητα του Φ2 που ενσωματώθηκε, μετρήθηκε στα 5,28 kg ανά υποτεμάχιο άρα συνολικά έγινε χρήση 15,84 kg. Και στο τρίτο υποτεμάχιο δεν έγινε καμία ενσωμάτωση, οπότε είναι το υποτεμάχιο μάρτυρας (M).

Σημειώνεται ότι η εφαρμογή των παραπάνω υλικών πραγματοποιήθηκε με διαφορετική θέση (υποτεμάχιο) σε κάθε ένα κύριο τεμάχιο.

Ο συνολικός αριθμός των υποτεμαχίων ήταν 9.

Κάθε κύριο τεμάχιο είχε εμβαδόν 64 m² (64,35 m²), ενώ κάθε υποτεμάχιο είχε εμβαδόν 21,5 m² (21,45 m²).

Συνολικά υπήρχαν 3 υποτεμάχια σε κάθε επανάληψη.



Πίνακας 2.1 Ο πειραματικός αγρός

2.3.2 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

- ✓ Καταγραφή ειδών ζιζανίων
- ✓ Καταγραφή πυκνότητας ζιζανίων
- ✓ Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους

2.3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Πολλές φορές για διαφορετικές αιτίες δεν γίνεται να εφαρμοστεί στην πράξη η πλήρης τυχαιοποίηση όλων των πειραματικών επεμβάσεων σε κάθε επανάληψη. Γι αυτό το λόγο, καταφεύγουμε σε ένα σχέδιο σύμφωνα με το οποίο μεγάλα πειραματικά τεμάχια (κύρια), που δέχονται μία επέμβαση, διαιρούνται σε υποτεμάχια στα οποία εφαρμόζονται επεμβάσεις άλλων επί πλέον παραγόντων. Το συγκεκριμένο σχέδιο παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι οι υπό-ομάδες μπορεί να είναι σχετικά μικρές ανεξάρτητα από το αν οι κύριες μονάδες και για τους δύο παράγοντες μπορεί να είναι μεγάλες. Στο Σχέδιο Υποδιαιρεμένων Τεμαχίων, οι αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων υπολογίζονται με μεγάλη ευαισθησία. Όμως, οι επιδράσεις των κυρίων παραγόντων εκτιμούνται με λιγότερη ευαισθησία από ότι στο σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι η ανάλυση στο συγκεκριμένο πειραματικό σχέδιο είναι κάπως δύσκολη.

2.3.4 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΛΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στις 26/04/2012 προηγήθηκε κόψιμο των ζιζανίων με στελεχοκόπτη. Ακολούθησε χρήση σβάρνας για ταυτόχρονη απομάκρυνση των περισσοτέρων ζιζανίων που προϋπήρχαν στο χωράφι. Και στο τέλος πραγματοποιήθηκε πέραςμα με φρέζα για διατήρηση της υγρασίας του εδάφους ώστε να ακολουθήσει η σπορά (Εικόνα 2.11).

Με την βοήθεια μετροταινίας και μεταλλικών ράβδων, πραγματοποιήθηκε χάραξη των 3 κύριων τεμαχίων, των 9 υποτεμαχίων καθώς και οι διάδρομοι διευκόλυνσης των εργασιών επί των τεμαχίων καθώς και διπλανού καλλιεργούμενου χωραφιού (Εικόνα 2.12).

Ακολούθησε χάραξη των γραμμών σποράς. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 85 cm και κάθε υποτεμάχιο είχε 8 γραμμές σποράς.



Εικόνα 2.11 Καλλιεργητικές εργασίες (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2.12 Χάραξη κύριων τεμαχίων, υποτεμαχίων και διαδρόμων εργασίας (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

2.3.5 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Στις 09/05/2012 έγινε η σπορά της καλλιέργειας του αραβοσίτου (*Zea mays*).

Σε κάθε υποτεμάχιο υπήρχαν 8 γραμμές (απόσταση μεταξύ των γραμμών 85cm) και σε κάθε υποτεμάχιο η σπορά έγινε με τα χέρια για μεγαλύτερη ακρίβεια (Εικόνα 2.13). Και επί της κάθε γραμμής σποράς, φυτεύαμε 2 σπόρους ανά 20cm. Έτσι, το κάθε υποτεμάχιο μετά την σπορά είχε φυτευμένους 384 σπόρους αραβοσίτου (Εικόνα 2.14).



Εικόνα 2.13 Ημέρα σποράς (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2.14 Φύτευση σε γραμμές σποράς (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

2.3.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Μετά την σπορά του αραβοσίτου και κατά τη διάρκεια όλης της αυτής της περιόδου πραγματοποιήθηκαν ποτίσματα, με σύστημα άρδευσης την τεχνητή βροχή. Βοτανίσματα δεν πραγματοποιήθηκαν.

2.3.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το έδαφος του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, έπειτα από ανάλυση, χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες (CL) έχοντας υπόψη τη παρακάτω ανάλυση (Πίνακας 2.2).

Πίνακας 2.2 Ανάλυση εδάφους του πειραματικού αγρού

CaCO ₃	15,99 %	Μαργώδες
Οργανική Ουσία	1,47%	Χαμηλή περιεκτικότητα
NO ₃ ⁻	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (κατά Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική Σύσταση	Clay Loam	Αργιλλοπηλώδες (CL)

2.3.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΠΟΡΑ

2.3.8.1 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Με την παράδοση του πειραματικού αγρού για υλοποίηση του πειράματος, μετρήθηκε η πυκνότητα των ζιζανίων. Στον αγρό επικρατούσε η καλέντουλα (*Calendula arvensis*) (Εικόνα 2.15).

Στις 22/03/2012, πραγματοποιήθηκαν 6 τυχαίες μετρήσεις για την πυκνότητα των ζιζανίων με την βοήθεια του "quadrat".



Εικόνα 2.15 Πειραματικός αγρός χωρίς καμία καλλιεργητική εργασία (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

2.3.8.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Στον πειραματικό αγρό, όπου διεξήχθησαν οι 6 τυχαίες μετρήσεις εντοπίστηκαν τα εξής ζιζάνια:

1^η μέτρηση

Αριθμός	Επιστημονική ονομασία	Οικογένεια	Κοινή ονομασία	Βιολογικός κύκλος
11	<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae	Καλέντουλα	Ετήσιο
1	<i>Sisymbrium irio</i>	Brassicaceae	Σισύμπριο	Ετήσιο

2^η μέτρηση

Αριθμός	Επιστημονική ονομασία	Οικογένεια	Κοινή ονομασία	Βιολογικός κύκλος
9	<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae	Καλέντουλα	Ετήσιο
8	<i>Veronica hederifolia</i>	Plantaginaceae	Βερόνικα	Ετήσιο

3^η μέτρηση

Αριθμός	Επιστημονική ονομασία	Οικογένεια	Κοινή ονομασία	Βιολογικός κύκλος
6	<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae	Καλέντουλα	Ετήσιο
1	<i>Chamomilla recutita</i>	Astereceae	Χαμομήλι	Ετήσιο
5	<i>Fumaria officinalis</i>	Papaveraceae	Καπνόχορτο	Ετήσιο
1	<i>Sisymbrium irio</i>	Brassicaceae	Σισύμπριο	Ετήσιο

4^η μέτρηση

Αριθμός	Επιστημονική ονομασία	Οικογένεια	Κοινή ονομασία	Βιολογικός κύκλος
9	<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae	Καλέντουλα	Ετήσιο
3	<i>Fumaria officinalis</i>	Papaveraceae	Καπνόχορτο	Ετήσιο
1	<i>Lamium arplexicaula</i>	Lamiaceae	Δωδεκάνθη	Ετήσιο

5^η μέτρηση

Αριθμός	Επιστημονική ονομασία	Οικογένεια	Κοινή ονομασία	Βιολογικός κύκλος
5	<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae	Καλέντουλα	Ετήσιο
3	<i>Chamomilla recutita</i>	Astereceae	Χαμομήλι	Ετήσιο
3	<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	Μολόχα	Διετές
3	<i>Veronica hederifolia</i>	Plantaginaceae	Βερόνικα	Ετήσιο

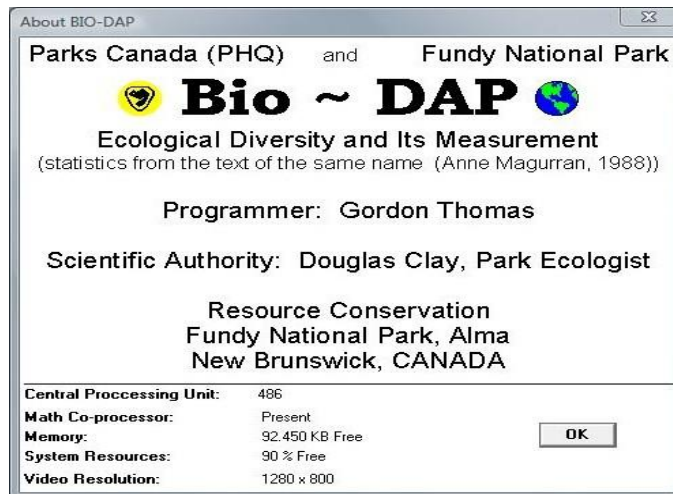
6^η μέτρηση

Αριθμός	Επιστημονική ονομασία	Οικογένεια	Κοινή ονομασία	Βιολογικός κύκλος
17	<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae	Καλέντουλα	Ετήσιο
1	<i>Lamium arplexicaula</i>	Lamiaceae	Δωδεκάνθη	Ετήσιο

2.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑΣ

Το πρόγραμμα με το οποίο πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της ζιζανιοχλωρίδας είναι το BIO-DAP.

Το BIO-DAP είναι ένα διαδραστικό πρόγραμμα για ανάλυση μη αποτελεσματικού μοντέλου της οικολογίας. Επιτρέπει να γίνεται έλεγχος σε κοινωνικά πρότυπα με μη-πειραματικά δεδομένα. Το πρόγραμμα αυτό εκτελεί τυχαιοποιήσεις δημιουργώντας "ψευδο-κοινωνίες", στην συνέχεια συγκρίνει στατιστικά τα πρότυπα σε αυτές τις τυχαίες κοινωνίες με εκείνες στην πραγματική βάση δεδομένων. Προσομοιώνει τα αποτελέσματα της διαχείρισης της φύσης. Το πρόγραμμα αυτό, θα μπορούσαμε να πούμε ότι έχει δημιουργηθεί ως ένα παιχνίδι στον υπολογιστή, όπου ο χρήστης είναι ένας διαχειριστής της φύσης που πρέπει να επιτύχει τους στόχους διατήρησης (π.χ. η διατήρηση ή την εκ νέου δημιουργία ενός συγκεκριμένου φυτικού ή ζωικού είδους, την αύξηση ή την αποκατάσταση ενός συγκεκριμένου οικότοπου, κλπ) (Εικόνα 2.16).



Εικόνα 2.16 Πρόγραμμα αξιολόγησης ζιζανιοχλωρίδας (BIO-DAP)

2.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Όλοι οι δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιούνται κατά καιρούς βασίζονται σε νέες αντιλήψεις της έννοιας βιοποικιλότητας και δεν έχουν καμία σχέση με τους παραδοσιακούς δείκτες ποικιλότητας. Πολυάριθμοι δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί. Ο πιο δημοφιλής δείκτης ποικιλότητας είναι ίσως αυτός του Shannon-Wiener με τον τύπο (εξίσωση 1) :

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i \quad (\text{εξίσωση 1})$$

όπου s ο αριθμός των ειδών και p_i ($i=1, \dots, s$) η (θεωρητική) πιθανότητα ένα άτομο να ανήκει στο i είδος.

Άλλος ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης είναι ο αντίστοιχος, ο οποίος έχει διπλή χρήση είτε ως $1/D$ είτε ως $1-D$ (εξίσωση 2).

$$D = - \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (\text{εξίσωση 2})$$

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραδοσιακοί δείκτες ποικιλότητας δεν εξαρτώνται από ταξινομικές σχέσεις μεταξύ των ειδών .

Η έννοια της ποικιλότητας των ειδών στην οικολογία έχει συζητηθεί έντονα από τους οικολόγους μέσα στα χρόνια. Η ποικιλότητα των ειδών είναι ένα μέγεθος που αποτελείται από δύο συστατικά. Το πρώτο συστατικό είναι ο αριθμός των ειδών σε μια κοινωνία (φυτοκοινωνία) που οι οικολόγοι την ονομάζουν αφθονία των ειδών. Το δεύτερο συστατικό είναι η ομαλότητα των ειδών και αναφέρεται στο πως οι αφθονίες των ειδών (αριθμός των ατόμων, βιομάζα, αλληλοκάλυψη κ.α) διανέμονται μεταξύ των ειδών. Για παράδειγμα σε μια κοινωνία που αποτελείται από 10 είδη, αν το 90% των ατόμων που ανήκουν σε ένα μόνο είδος και το υπόλοιπο 10% διανέμεται μεταξύ 9 άλλων ειδών, η ομαλότητα θα θεωρείται μικρή. Από την άλλη μεριά, αν κάθε ένα από τα 10 είδη εξηγεί το 10% του συνολικού αριθμού των ατόμων, τότε η ομαλότητα (κατανομή) θεωρείται μέγιστη.

Όλα αυτά τα χρόνια έχει προταθεί ένα μεγάλο σύνολο από δείκτες με σκοπό να εκφράσουν την αφθονία και την ομαλότητα. Τέτοιοι δείκτες καλούνται δείκτες ομαλότητας και αφθονίας. Οι δείκτες που συνδυάζουν και την ομαλότητα και την αφθονία σε ένα μόνο μέγεθος είναι αυτό που ονομάζουμε δείκτες ποικιλότητας. Η μεγαλύτερη κριτική όλων των δεικτών ποικιλομορφίας είναι ότι προσπαθούν να συνδυάσουν, και γι' αυτό το λόγο φέρουν σύγχυση, έναν μεγάλο αριθμό μεταβλητών που χαρακτηρίζουν την δομή μιας κοινωνίας: 1) αριθμός των ειδών 2) την αφθονία 3) την ομοιογένεια και το μέγεθος της περιοχής (δείγμα).

Οι δείκτες ποικιλότητας, συνδυάζουν την ομαλότητα και την αφθονία σε ένα μόνο μέγεθος. Γι' αυτό ο Peet (1974) τους ονόμασε δείκτες ετερογένειας. Πιθανά το μεγαλύτερο εμπόδιο που έπρεπε να ξεπεραστεί για να χρησιμοποιηθούν οι δείκτες οι δείκτες ποικιλότητας είναι η ερμηνεία των στατιστικών αναλύσεων. Για παράδειγμα, σε πολλές περιπτώσεις η τιμή του δείκτη ποικιλότητας είναι αποτέλεσμα συνδυασμού της πληθυσμιακής αφθονίας και της ομαλότητας. Με άλλα λόγια, η ίδια τιμή ενός δείκτη ποικιλότητας μπορεί να ληφθεί από μία κοινωνία με χαμηλή αφθονία και υψηλή ομαλότητα ή από μία κοινωνία που χαρακτηρίζεται από υψηλή αφθονία και χαμηλή ομαλότητα. Κατ' επέκταση, αν μας δοθεί η τιμή ενός δείκτη ποικιλότητας, είναι αδύνατο να ειπωθεί ποία είναι η σχετική/συγκριτική σημασία/σπουδαιότητα της αφθονίας των ειδών και της ομαλότητας. Παρόλο τα προβλήματα, οι οικολόγοι χρησιμοποιούν τους δείκτες ποικιλότητας στην έρευνά τους, συχνά αγνοώντας τα γνωστά προβλήματα που προκύπτουν από την χρήση τους.

2.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Οι συγκρίσεις μέσω έγιναν με κριτήριο της ΕΣΔ για επίπεδο σημαντικότητας 5% και χρησιμοποιήθηκε τόσο για την ανάλυση διασποράς όσο και για τις συγκρίσεις. Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ezANOVA (vers. 98 author. Chris Rorden).

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΓΡΟΥ

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Το πείραμα στον αγρό πραγματοποιήθηκε με ημερομηνία σποράς 09/05/2012. Σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο που ορίστηκε, ακολούθησαν καταστροφικές δειγματοληψίες ζιζανίων σε πέντε συγκεκριμένες ημερομηνίες, με την χρήση του quadrat (0,5 X 0,5 m) σε κάθε τεμάχιο. Σε κάθε μέτρηση παρατηρήθηκε και σημειώθηκε ο αριθμός των ζιζανίων για κάθε είδος, καθώς το νωπό βάρος και το ξηρό βάρος για κάθε κατηγορία για κάθε τεμάχιο-υποτεμάχιο. Οι ημερομηνίες των μετρήσεων και τα αποτελέσματα αυτών παρατίθενται παρακάτω στους ακόλουθους πίνακες. Επίσης, κάτω από κάθε μέτρηση σημειώνονται και τα αποτελέσματα των δεικτών Shannon Diversity Index (H') και Simpson's Index. Ας σημειωθεί ότι οι μετρήσεις του νωπού και του ξηρού βάρους θα μας απασχολήσουν στο παρόν κεφάλαιο σε αντίστοιχη ενότητα.

Τα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον αγρό είναι:

- Echinochloa crusgalli* (Μουχρίτσα)
- Chenopodium album* (Λουβουδιά)
- Amaranthus retroflexus* (Βλήτο)
- Tribulus terrestris* (Τριβόλι)
- Calendula arvensis* (Καλέντουλα)
- Convolvulus arvensis* (Περικοκλάδα)
- Datura stramonium* (Τάτουλας)
- Cyperus rotundus* (Κύπερη)
- Portulaca oleracea* (Αντράκλα)
- Sonchus oleraceus* (Ζωχός)
- Salano moglailuphodium* (Γερμανός)
- Heliotropium europaeum* (Ηλιοτρόπιο)
- Malva sylvestris* (Μολόχα)
- Setaria spp.* (Σετάρια)

Πίνακας 3.1 Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην πρώτη μέτρηση μετά από σπορά. Δείκτης Shannon (H') και Simpson's για την πρώτη μέτρηση.

Species Names	M	F1	F2
<i>Echinochloa crusgalli</i>	47	33	19
<i>Chenopodium album</i>	8	15	11
<i>Amaranthus retroflexus</i>	16	17	21
<i>Tribulus terrestris</i>	12	11	16
<i>Calendula arvensis</i>	1	5	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	5	1	0
<i>Datura stramonium</i>	1	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	5	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	5	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	1	0
<i>Salano moglailupholium</i>	1	19	0
<i>Heliotropium europaeum</i>	0	4	0
<i>Malva sylvestris</i>	1	0	0
<i>Setaria spp.</i>	0	0	0
# of Individuals (N)	102	106	67
# of Species (S)	11	9	4

	M	F1	F2
H'	1,72	1,83	1,36

	M	F1	F2
Simpson's Index	0,257	0,182	0,251

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε 51 ημέρες μετά από την ημέρα σποράς. Όπως δείχνουν οι παραπάνω πίνακες μέσω των μετρήσεων στα υποτεμάχια όπου δεν έγινε καμία ενσωμάτωση φυτικού υπολείμματος, δηλαδή μιλάμε για την περιοχή του μάρτυρα (M), παρατηρούμε το μέγιστο αριθμό ειδών ζιζανίων. Αυτό σημαίνει ότι από τα 14 είδη ζιζανίων που εμφανίστηκαν στο πειραματικό αγρό καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, σε αυτή την πρώτη μέτρηση, παρατηρούνται τα 11 είδη με σημαντικό αριθμό πληθυσμού να εμφανίζεται στο είδος *Echinochloa crusgalli*

(Μουχρίτσα). Στα υποτεμάχια όπου πραγματοποιήθηκε ενσωμάτωση φυτικού υπολείμματος Τσάι του Βουνού (F1=Φ1) εμφανίζονται λιγότερα είδη ζιζανίων, δηλαδή 9 στον αριθμό, με ιδιαίτερη έμφαση να δίνεται και εδώ στο πληθυσμό του *Echinochloa crusgalli* (Μουχρίτσα). Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι, σε αυτά τα υποτεμάχια (F1) δεν εμφανίστηκαν καθόλου τα είδη ζιζανίων: *Datura stramonium* (Τάτουλας), *Cyperus rotundus* (Κύπερη), *Malva sylvestris* (Μολόχα) και *Portulaca oleracea* (Αντράκλα). Ενώ δύο νέα είδη εμφανίστηκαν, όπως είναι *Sonchus oleraceus* (Ζωχός) και *Heliotropium europaeum* (Ηλιοτρόπιο), με μικρό όμως αριθμό πληθυσμού. Με καλύτερη βέβαια εικόνα παρουσιάζονται τα υποτεμάχια όπου έγινε φυτική ενσωμάτωση με *Echinacea* (F2=Φ2). Εδώ εμφανίζονται λιγότερα είδη ζιζανίων, μόλις 4 στον αριθμό, όπου φέρουν όμως σημαντικό αριθμό πληθυσμού το καθένα αντίστοιχα. Όπως βλέπουμε είναι ζιζάνια όπου έχουν εμφανιστεί και στα υποτεμάχια Μ και στα F1.

Πίνακας 3.2 Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην δεύτερη μέτρηση μετά από σπορά. Δείκτης Shannon (H') και Simpson's για την δεύτερη μέτρηση.

Species Names	M	F1	F2
<i>Echinochloa ctusgalli</i>	19	17	3
<i>Chenopodium album</i>	5	1	1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	20	25	31
<i>Tribulus terrestris</i>	8	7	9
<i>Calendula arvensis</i>	5	3	13
<i>Convolvulus arvensis</i>	7	5	3
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	0	1	0
<i>Portulaca oleracea</i>	0	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	0	0
<i>Salano moglailuphodium</i>	17	4	0
<i>Heliotropium europaeum</i>	0	0	4
<i>Malva sylvestris</i>	0	0	0
<i>Setaria spp.</i>	12	1	16
# of Individuals (N)	94	64	80
# of Species (S)	9	9	8

	M	F1	F2
H'	1,99	1,67	1,68

	M	F1	F2
Simpson's Index	0,145	0,236	0,225

Η δεύτερη μέτρηση έγινε 63 ημέρες μετά από την σπορά. Στα υποτεμάχια του μάρτυρα (M) έχουμε πλέον 9 είδη ζιζανίων. Σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση των υποτεμαχίων M, εδώ δεν παρατηρούνται τα εξής ζιζάνια: *Datura stramonium* (Τάτουλας), *Cyperus rotundus* (Κύπερη), *Portulaca oleracea* (Αντράκλα) και *Malva sylvestris* (Μολόχα). Εμφανίζεται όμως το είδος *Sonchus oleraceus* (Ζωχός) και *Setaria spp.* (Σετάρια), με το τελευταίο να έχει μεγάλο αριθμό πληθυσμού. Επίσης,

παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού σε 4 είδη επί του συνόλου, με την μεγαλύτερη όμως να σημειώνεται στο είδος *Salano moglailupholium* (Γερμανός). Στα υποτεμάχια του F1, συγκρίσιμα με την προηγούμενη μέτρηση (1^η), παρατηρείται σημαντική μείωση στον αριθμό του πληθυσμού σε όλα τα είδη ζιζανίων σε σημείο ώστε να απουσιάζουν ακόμα και δύο είδη, του *Sonchus oleraceus* (Ζωχός) και *Heliotropium europaeum* (Ηλιοτρόπιο). Ενώ εμφανίζονται τα είδη *Cyperus rotundus* (Κύπερη) και *Setaria spp.* (Σετάρια) αλλά με μικρό αριθμό πληθυσμού. Τέλος, στα F2 υποτεμαχία, παρατηρείται αύξηση των ειδών των ζιζανίων στο διπλάσιο. Έτσι εμφανίζονται 4 είδη, όπου δεν υπήρχαν στην προηγούμενη μέτρηση και αυτά είναι *Convolvulus arvensis* (Περικοκλάδα), *Heliotropium europaeum* (Ηλιοτρόπιο), *Calendula arvensis* (Καλέντουλα) και *Setaria spp.* (Σετάρια), σημειώνοντας ότι τα δυο τελευταία είδη εμφανίζονται με αυξημένο πληθυσμό.

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι σε σύγκριση με την 1^η μέτρηση εδώ παρατηρούμε ότι έχουμε καλύτερα αποτελέσματα στα υποτεμάχια M και F1, σε αντίθεση βέβαια με τα αποτελέσματα που σημειώνονται στα F2.

Πίνακας 3.3 Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην τρίτη μέτρηση μετά από σπορά. Δείκτης Shannon (H') και Simpson's για την τρίτη μέτρηση.

Species Names	M	F1	F2
<i>Echinochloa crusgalli</i>	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	3	5	3
<i>Amaranthus retroflexus</i>	9	11	33
<i>Tribulus terrestris</i>	9	5	0
<i>Calendula arvensis</i>	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	3	3
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	0	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	0	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	0
<i>Salano moglailupholium</i>	9	16	3
<i>Heliotropium europaeum</i>	0	0	0
<i>Malva sylvestris</i>	0	0	0
<i>Setaria spp.</i>	9	19	9
# of Individuals (N)	39	59	51
# of Species (S)	5	6	5

	M	F1	F2
H'	1,55	1,60	1,09

	M	F1	F2
Simpson's Index	0,198	0,216	0,449

Την 79^η ημέρα μετά από την σπορά ολοκληρώθηκε η τρίτη δειγματοληψία ζιζανίων. Ξεκινώντας από τα υποτεμάχια του μάρτυρα (M), παρατηρείται σημαντική μείωση τόσο στο πληθυσμό των ήδη υπαρχών ζιζανίων όσο και στα είδη ζιζανίων. Αυτό φαίνεται, σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση (2^η) όπου από τα 9 είδη ζιζανίων που υπήρχαν, μειώθηκαν στα 5 είδη με την απουσία των: *Echinochloa crusgalli* (Μουχρίτσα), *Calendula arvensis* (Καλέντουλα), *Convolvulus arvensis* (Περικοκλάδα) και *Sonchus oleraceus* (Ζωχός). Και στα υποτεμάχια F1 παρατηρείται

η ίδια μείωση, δηλαδή μείωση τόσο σε αριθμό πληθυσμού όσο και σε αριθμό είδους. *Echinochloa crusgalli* (Μουχρίτσα), *Calendula arvensis* (Καλέντουλα) και *Cyperus rotundus* (Κύπερη) είναι 3 από τα είδη που δεν εμφανίστηκαν. Σε σχέση με αποτελέσματα που είχαμε στην 2^η μέτρηση, εδώ καλυτερεύει η εικόνα για τα υποτεμάχια F2 με την απουσία των ειδών *Echinochloa crusgalli* (Μουχρίτσα), *Tribulus terrestris* (Τριβόλι) και *Calendula arvensis* (Καλέντουλα).

4^η ΜΕΤΡΗΣΗ - 11/08/2012

Πίνακας 3.4 Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην τέταρτη μέτρηση μετά από σπορά. Δείκτης Shannon (H') και Simpson's για την τέταρτη μέτρηση.

The screenshot shows a software interface with three main windows:

- Data File:** A table listing species names and their counts in three samples (M, F1, F2).

Species Names	M	F1	F2
Echinochloa crusgalli	0	0	0
Chenopodium album	13	4	3
Amaranthus retroflexus	13	13	39
Tribulus terrestris	1	8	0
Calendula arvensis	0	0	0
Convolvulus arvensis	0	0	0
Datura stramonium	0	0	0
Cyperus rotundus	0	4	0
Portulaca oleracea	0	0	0
Sonchus oleraceus	0	0	0
Salano moglailupholium	0	3	0
Heliotropium europaeum	0	0	0
Malva sylvestris	0	0	0
Setaria spp.	3	9	25
# of Individuals (N)	30	41	67
# of Species (S)	4	6	3
- Shannon Diversity Index:** A table showing the Shannon Diversity Index (H') for each sample.

	M	F1	F2
H'	1,07	1,66	0,82
- Simpson's Index:** A table showing Simpson's Index for each sample.

	M	F1	F2
Simpson's Index	0,366	0,191	0,472

Στην 4^η μέτρηση όπου πραγματοποιήθηκε 94 ημέρες από την σπορά, παρατηρείται αύξηση στο πλήθος των ειδών *Chenopodium album* (Λουβουδιά) και *Amaranthus retroflexus* (Βλήτο) στα υποτεμάχια του μάρτυρα (M), ενώ απουσιάζει το *Salano moglailupholium* (Γερμανός). Στα F1 παρατηρείται σημαντική μείωση στο πλήθος *Salano moglailupholium* (Γερμανός) και *Setaria spp.* (Σετάρια), μια μικρή αύξηση πλήθους σε *Amaranthus retroflexus* (Βλήτο) και *Tribulus terrestris* (Τριβόλι), απουσία του *Convolvulus arvensis* (Περικοκλάδα) και επανεμφάνιση μικρού πλήθους το είδος *Cyperus rotundus* (Κύπερη). Και στα υποτεμάχια F2, όπως και στα F1, αυξάνεται το πλήθος του *Amaranthus retroflexus* (Βλήτο) και απουσιάζει το *Convolvulus arvensis* (Περικοκλάδα), ενώ το διαφορετικό που παρατηρείται στα F2 σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση είναι ότι αυξάνεται αρκετά το πλήθος του *Setaria spp.* (Σετάρια) καθώς έχουμε μηδενική μέτρηση για το είδος *Salano moglailupholium* (Γερμανός).

Πίνακας 3.5 Είδη και πληθυσμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν στην πέμπτη μέτρηση μετά από σπορά. Δείκτης Shannon (H') και Simpson's για την πέμπτη μέτρηση.

Species Names	M	F1	F2
Echinochloa crusgalli	0	0	0
Chenopodium album	1	7	8
Amaranthus retroflexus	33	15	17
Tribulus terrestris	0	7	0
Calendula arvensis	0	0	0
Convolvulus arvensis	0	0	0
Datura stramonium	0	0	0
Cyperus rotundus	0	0	0
Portulaca oleracea	0	0	0
Sonchus oleraceus	0	0	0
Salano moglailupholium	3	3	0
Heliotropium europaeum	0	0	0
Malva sylvestris	0	0	0
Setaria spp.	16	3	17
# of Individuals (N)	53	35	42
# of Species (S)	4	5	3

	M	F1	F2
H'	0,89	1,43	1,05

	M	F1	F2
Simpson's Index	0,472	0,257	0,348

Η 5^η μέτρηση και τελευταία έγινε στις 01/09/2012, δηλαδή 117 ημέρες έχουν περάσει από την ημέρα σποράς. Στα υποτεμάχια M βλέπουμε ότι μειώθηκε σημαντικά ο πληθυσμός του *Chenopodium album* (Λουβουδιά), ενώ αυξήθηκε σημαντικά του *Amaranthus retroflexus* (Βλήτο) και του *Setaria spp.* (Σετάρια). Απουσία εμφάνισε το *Tribulus terrestris* (Τριβόλι). Η εικόνα των F1 έχει ως εξής, μικρή αύξηση πληθυσμού στα *Chenopodium album* (Λουβουδιά) και *Amaranthus*

retroflexus (Βλήτο, ενώ σημαντική μείωση παρουσιάζει το είδος *Setaria spp.* (Σετάρια). Στα υποτεμάχια της Echinacea (F2) παρατηρείται σημαντική μείωση στα *Amaranthus retroflexus* (Βλήτο) και *Setaria spp.* (Σετάρια) με μικρή αύξηση στο πληθυσμό του *Chenopodium album* (Λουβουδιά).

3.1.1 ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΦΘΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ SHANNON

Συγκεντρώνοντας όλα τα αποτελέσματα και των πέντε παραπάνω μετρήσεων του δείκτη Shannon έχουμε τον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.6 Αποτελέσματα δείκτη Shannon και των πέντε μετρήσεων (ΗΑΣ = Ημέρες Από Σπορά).

Shannon Diversity Index (H')					
	51 ΗΑΣ	63 ΗΑΣ	79 ΗΑΣ	94 ΗΑΣ	117 ΗΑΣ
M (Μάρτυρας)	1,72	1,99	1,55	1,07	0,89
Φ1 (Τσάι Βουνού)	1,83	1,67	1,60	1,66	1,43
Φ2 (Echinacea)	1,36	1,68	1,09	0,82	1,05

Με την βοήθεια του προγράμματος Excel και των παραπάνω μετρήσεων έχουμε το διάγραμμα που μας δείχνει την πορεία των μετρήσεων μας καθ'όλη την διάρκεια του πειράματος στον αγρό.

Μέσω του πίνακα 3.6 μπορούμε να δούμε την πορεία εξέλιξης της βιοποικιλότητας, η οποία εκφράζεται μέσα από την αφθονία των ειδών και των ατόμων ανά είδος.

Στα τεμάχια του μάρτυρα (M), όπου δεν έγινε καμία παρέμβαση-ενσωμάτωση φυτικού υπολείμματος, η πορεία του δείκτη Shannon παρατηρούμε ότι μέχρι και την 2^η μέτρηση είχε ανοδική πορεία ενώ μετά είχε φθίνουσα έως και την τελευταία μέτρηση. Η άνοδος, στην αρχή θα χαρακτηρίζονταν μικρή, καθώς ο δείκτης από 1,77 στην 1^η μέτρηση φθάνει στο 1,99 στην 2^η μέτρηση, όπου είναι και η μέγιστη τιμή του δείκτη για το συγκεκριμένο πείραμα. Από το σημείο αυτό λοιπόν και μετά, ο δείκτης παρουσιάζει φθίνουσα πορεία, με απότομη πτώση στην επόμενη τιμή όπου είναι το 1,52, η 3^η μέτρηση. Συνεχίζει την πτώση περνώντας από την τιμή του 1,07 και ολοκληρώνει την πορεία του στην τιμή του 0,89 την 117^η ημέρα σποράς.

Στα τεμάχια όπου έχει εφαρμοστεί ενσωμάτωση του φυτικού υπολείμματος Τσάι του Βουνού (Φ1=F1) παρατηρούμε ότι ο δείκτης Shannon έχει μόνο φθίνουσα πορεία ξεκινώντας από την τιμή 1,85 και φθάνει στο 1,40.

Στα τεμάχια όπου έχει γίνει φυτική ενσωμάτωση Echinacea (Φ2=F2), παρατηρούμε ότι ο δείκτης ξεκινάει από πιο χαμηλή τιμή, 1,36 και αυξάνεται απότομα φθάνοντας το 1,68 στην 2^η μέτρηση. Στην 3^η και 4^η μέτρηση φθίνει απότομα στην τιμή 0,81 και ολοκληρώνει με ανοδική πορεία στο 1,05, λίγο πιο πάνω από την τιμή που έχει στην 3^η μέτρηση.

Ο δείκτης Shannon παρουσιάζει την πιο ομαλή πορεία σε σύγκριση με τα άλλα δύο τεμάχια, Μ και Φ2.

3.1.2 ΠΟΡΕΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΦΘΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ SHIMPSON

Συγκεντρώνοντας όλα τα αποτελέσματα και των πέντε παραπάνω μετρήσεων του δείκτη Simpson έχουμε τον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.7 Αποτελέσματα δείκτη Simpson και των πέντε μετρήσεων (ΗΑΣ = Ημέρες Από Σπορά).

	Simpson's Index				
	51 ΗΑΣ	63 ΗΑΣ	79 ΗΑΣ	94 ΗΑΣ	117 ΗΑΣ
Μ (Μάρτυρας)	0,26	0,15	0,20	0,37	0,47
Φ1 (Τσάι Βουνού)	0,18	0,24	0,22	0,19	0,26
Φ2 (Echinacea)	0,25	0,23	0,45	0,47	0,35

Με την βοήθεια του προγράμματος Excel και των παραπάνω μετρήσεων έχουμε το διάγραμμα που μας δείχνει την πορεία των μετρήσεων μας καθ'όλη την διάρκεια του πειράματος στον αγρό.

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.2 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ (N.B.) ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.2.1 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΑΓΡΟΣΤΩΔΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.2.1.a Μετρήσεις N.B. Αγροστωδών Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ (Ημέρες Από Σπορά)

Πίνακας 3.8 Αποτελέσματα νωπού βάρους αγροστωδών ζιζανίων της πρώτης μέτρησης μετά από την σπορά (g/m²).

N.B. ΑΓΡ. 51 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	30,4	63,6	1,2
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	20	46,4	27,6
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	62,4	72	5,2

Πίνακας 3.8.1 Ανάλυση διασποράς του N.B. αγροστωδών ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 6,37$ $p < 0,032837$ $SS = 3655,79$ $MSe = 287,02$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *=p<0.05 **=p<0.01]

[M]vs[Φ1] $t(4)=1,56$ $p < 0,1945$ $Q=2,3582$

[M]vs[Φ2] $t(4)=1,73$ $p < 0,1585$ $Q=2,6854$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=4,43$ $p < 0,0115$ $Q=5,0436^{**}$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα (M) και των υπολειμμάτων του τσάι (Φ1) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρά το γεγονός ότι στο Φ1 παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός NB/m² (Νωπό Βάρος).

Επίσης, μη στατιστικές σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των υπολειμμάτων του μάρτυρα και των υπολειμμάτων της *Echinacea* (Φ2).

Ενώ παρατηρήθηκε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων των υπολειμμάτων του τσάι (Φ1) και της *Echinacea* (Φ2) για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.2.1.b Μετρήσεις N.B. Αγροστωδών Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.9 Αποτελέσματα νοπού βάρους αγροστωδών ζιζανίων της τρίτης μέτρησης μετά από την σπορά.

N.B. ΑΓΡ. 79 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	52,88	62,96	0,88
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	46,08	103,2	6,84
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	116,08	53,36	0,96

Πίνακας 3.9.1 Ανάλυση διασποράς του N.B. αγροστωδών ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

$F(2,6) = 6,59$ $p < 0,030591$ $SS=9673,11$ $MSe=733,67$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,06$ $p < 0,9586$ $Q=0,0955$

[M]vs[Φ2] $t(4)=3,07$ **$p < 0,0371$** $Q=4,3986^*$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=4,57$ **$p < 0,0103$** $Q=4,4941^{**}$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του M και του Φ1 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές παρά το γεγονός ότι στο M εμφανίζονται οι μεγαλύτερες μετρήσεις NB/m². Αντιθέτως, μεταξύ του M και του Φ2 παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές και αυτό γιατί στο Φ2 παρατηρήθηκαν μικρότεροι αριθμοί NB/m² (από 0,88 – 6,86) σε σχέση με τους αντίστοιχους αριθμούς του μάρτυρα (M). Επίσης, σημαντικά στατιστική διαφορά παρουσιάστηκε και μεταξύ του Φ1 και του Φ2 όπως φαίνεται και στα αποτελέσματα του ANOVA.

3.2.1.c Μετρήσεις N.B. Αγροστωδών Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.10 Αποτελέσματα νωπού βάρους αγροστωδών ζιζανίων της πέμπτης μέτρησης μετά από την σπορά.

N.B. ΑΓΡ. 117 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	0	0	8,08
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	59,44	118,52	24,28
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	72,28	88,08	19,84

Πίνακας 3.10.1 Ανάλυση διασποράς του N.B. αγροστωδών ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 1,12$ $p < 0,387425$ $SS=3974,42$ $MSe=1781,92$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,60$ $p < 0,5837$ $Q=1,0241$

[M]vs[Φ2] $t(4)=1,16$ $p < 0,3093$ $Q=1,0876$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=1,44$ $p < 0,2246$ $Q=2,1118$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των δύο φυτικών υπολειμμάτων Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές για το NB αγροστωδών σε αυτή τη μέτρηση για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.2.2 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.2.2.a Μετρήσεις N.B. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.11 Αποτελέσματα νωπού βάρους πλατύφυλλων ζιζανίων της πρώτης μέτρησης μετά από την σπορά.

N.B. ΠΛΑΤ. 51 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	282,4	176,64	180,4
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	54	194,8	277,6
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	292	160,4	248,4

Πίνακας 3.11.1 Ανάλυση διασποράς του N.B. πλατύφυλλων ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

F(2,6) = 0,365 p<0,708443 SS=5097,67 MSe=6978,00			
Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *=p<0.05 **=p<0.01]			
[M]vs[Φ1]	t(4)=0,41	p< 0,7025	Q=0,6674
[M]vs[Φ2]	t(4)=0,31	p< 0,7696	Q=0,5391
[Φ1]vs[Φ2]	t(4)=1,91	p< 0,1287	Q=1,2065

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των δύο φυτικών υπολειμμάτων Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές για το NB πλατύφυλλων σε αυτή τη μέτρηση για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.2.2.b Μετρήσεις N.B. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.12 Αποτελέσματα νωπού βάρους πλατύφυλλων ζιζανίων της τρίτης μέτρησης μετά από την σπορά (g/m²).

N.B. ΠΛΑΤ. 79 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	1335,32	1180,96	446,44
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	994,56	774,88	194,86
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	1297,36	1336,4	296

Πίνακας 3.12.1 Ανάλυση διασποράς του N.B. πλατύφυλλων ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

F(2,6) = 15,9 p<0,003985 SS=1432638,29 MSe=44987,08			
Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *=p<0.05 **=p<0.01]			
[M]vs[Φ1]	t(4)=0,56	p< 0,6048	Q=0,9119
[M]vs[Φ2]	t(4)=6,88	p< 0,0023	Q=7,3221**
[Φ1]vs[Φ2]	t(4)=4,30	p< 0,0127	Q=6,4103**

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και του Φ1 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς το εύρος των μετρήσεων και των παρουσιάζουν ομοιότητα για το NB πλατύφυλλων. Για τις μεταχειρίσεις όμως του

μάρτυρα και του Φ2 εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά καθώς το M εμφανίζει μεγαλύτερους αριθμούς από ότι το Φ2 για την μέτρηση αυτή. Επίσης, στατιστική σημαντική διαφορά παρουσιάζεται και μεταξύ των μεταχειρίσεων των υπολειμμάτων του τσάι και του της *Echinacea* για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.2.2.c Μετρήσεις N.B. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.13 Αποτελέσματα νωπού βάρους πλατύφυλλων ζιζανίων της πέμπτης μέτρησης (M: μάρτυρας, Φ1: τσάι του βουνού, Φ2: *Echinacea*) και ανάλυση διασποράς.

N.B. ΠΛΑΤ. 117 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	314,28	700,64	42,84
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	624,8	543,4	28,08
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	824,04	1452,8	21

Πίνακας 3.13.1 Ανάλυση διασποράς του N.B. πλατύφυλλων ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 5,76$ $p < 0,040161$ $SS = 1161150,08$ $MSe = 100788,72$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4) = 0,98$ $p < 0,3823$ $Q = 1,6980$

[M]vs[Φ2] $t(4) = 3,75$ $p < \mathbf{0,0199}$ $Q = 3,0392^{**}$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4) = 3,09$ $p < \mathbf{0,0365}$ $Q = 4,7373^*$

Όπως και στην προηγούμενη μέτρηση, έτσι και εδώ μεταξύ των μεταχειρίσεων του M και του Φ1 δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά παρά το γεγονός ότι σε σχέση με τις προηγούμενες μετρήσεις, εδώ τα υποτεμάχια του μάρτυρα δεν παρουσιάζουν διαφορές με τα υποτεμάχια του Φ1. Αντιθέτως, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων του M με του Φ2 καθώς και του Φ1 με του Φ2 για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.2.3 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.2.3.a Μετρήσεις Συνολικού Ν.Β. Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.14 Αποτελέσματα συνολικού νωπού βάρους ζιζανίων και για τις τρεις επαναλήψεις.

ΣΥΝ. Ν.Β. 51 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	312,8	240,24	181,6
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	74	241,2	305,2
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	354,4	232,4	253,6

Πίνακας 3.14.1 Ανάλυση διασποράς του συνολικού Ν.Β. ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,009$ $p < 0,990999$ $SS=161,63$ $MSe=8924,64$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,10$ $p < 0,9219$ $Q=0,1672$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,01$ $p < 0,9979$ $Q=0,0049$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=0,25$ $p < 0,8176$ $Q=0,1623$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των δύο φυτικών υπολειμμάτων Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές για το συνολικό ΝΒ ζιζανίων σε αυτή τη μέτρηση για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.2.3.b Μετρήσεις Συνολικού N.B. Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.15 Μετρήσεις σε g/m² του συνολικού νωπού βάρους των ζιζανίων για τα τεμάχια του μάρτυρα (M) και των δύο επεμβάσεων σε τσάι του βουνού και της Echinacea.

ΣΥΝ. N.B. 79 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	1388,2	1243,92	447,32
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	1040,64	878,08	201,68
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	1413,44	1389,76	296,96

Πίνακας 3.15.1 Ανάλυση διασποράς του συνολικού N.B. ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

$F(2,6) = 19,6$ $p < 0,002338$ $SS=1675693,63$ $MSe=42742,49$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,57$ $p < 0,6004$ $Q=0,9230$

[M]vs[Φ2] $t(4)=6,90$ $p < 0,0023$ $Q=8,0883^{**}$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=5,09$ $p < 0,0070$ $Q=7,1653^{**}$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του M με το Φ1 δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ για τις μεταχειρίσεις του M με το Φ2 και του Φ1 με το Φ2 παρατηρείται στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.2.3.c Μετρήσεις Συνολικού N.B. Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.16 Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της 117^{ης} ημέρας μετά από την σπορά του συνολικού νωπού βάρους ζιζανίων.

ΣΥΝ. N.B. 117 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	314,28	700,64	50,92
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	684,24	661,92	52,36
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	896,32	1540,88	40,84

Πίνακας 3.16.1 Ανάλυση διασποράς του συνολικού Ν.Β. ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 5,85$ $p < 0,039014$ $SS = 1299571,26$ $MSe = 111162,69$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4) = 1,01$ $p < 0,3703$ $Q = 1,7465$

[M]vs[Φ2] $t(4) = 3,43$ $p < 0,0265$ $Q = 3,0316^*$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4) = 3,21$ $p < 0,0327$ $Q = 4,7782^*$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του Μ με το Φ2 παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά όπου ήταν αναμενόμενο όπως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του Φ2 (από 40,84-52,36) στο Πίνακα 3.16. Επίσης, στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάζεται και μεταξύ των μεταχειρίσεων του Φ1 και του Φ2 για επίπεδο σημαντικότητας 5%. Ενώ δεν παρατηρείται καμία στατιστική διαφορά μεταξύ του Μ και του Φ1.

3.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (Ξ.Β.) ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.3.1 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΑΓΡΟΣΤΩΔΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.3.1.a Μετρήσεις Ξ.Β. Αγροστωδών Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.17 Αποτελέσματα ξηρού βάρους αγροστωδών ζιζανίων της πρώτης μέτρησης που έγινε 51 ημέρες μετά από την σπορά.

Ξ.Β. ΑΓΡ. 51 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	6	9,2	0,16
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	4,4	15,6	4,4
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	8,8	11,2	1,2

Πίνακας 3.17.1 Ανάλυση διασποράς του Ξ.Β. αγροστωδών ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 11,2$ $p < 0,009503$ $SS=153,04$ $MSe=6,85$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=2,45$ $p < 0,0705$ $Q=3,7048$

[M]vs[Φ2] $t(4)=2,47$ $p < 0,0687$ $Q=2,9638$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=4,42$ $p < 0,0115$ $Q=6,6686^{**}$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του Μ και του Φ1 καθώς και του Μ με του Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το $\Xi B/m^2$ των αγροστωδών. Ενώ στατιστικά σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 5%, παρατηρήθηκε μεταξύ του Φ1 και του Φ2 (τιμές από 0,16 έως 4,4).

3.3.1.b Μετρήσεις Ξ.Β. Αγροστωδών Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.18 Αποτελέσματα σε g/m^2 κατά τη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 79 ημέρες μετά από σπορά.

Ξ.Β. ΑΓΡ. 79 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	8,72	9,20	0,28
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	8,20	24,64	0,40
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	13,16	17,20	0,36

Πίνακας 3.18.1 Ανάλυση διασποράς του Ξ.Β. αγροστωδών ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

$F(2,6) = 9,40$ $p < 0,014157$ $SS=420,29$ $MSe=22,35$

Κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=1,48$ $p < 0,2135$ $Q=2,5595$

[M]vs[Φ2] $t(4)=6,15$ $p < 0,0035$ $Q=3,5462^{**}$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=3,74$ $p < 0,0201$ $Q=6,1058^*$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των υπολειμμάτων του τσάι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, μεταξύ του Μ με του Φ2

και του Φ1 με του Φ2 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς το Φ2 παρουσίασε αρκετά χαμηλές τιμές όπως 0,28, 0,36 και 0,40 για το ΞΒ/m².

3.3.1.c Μετρήσεις Ξ.Β. Αγροστωδών Ζιζανίων της 177^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.19 Μετρήσεις σε g/m² του ξηρού βάρους των ζιζανίων για τα τεμάχια του μάρτυρα (Μ) και των δύο επεμβάσεων σε τσάι του βουνού και της Echinacea.

Ξ.Β. ΑΓΡ. 117 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	0	0	3,88
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	101,80	41,16	9,28
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	22,24	35,88	3,12

Πίνακας 3.19.1 Ανάλυση διασποράς του Ξ.Β. αγροστωδών ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,864$ $p < 0,467931$ $SS=1945,89$ $MSe=1125,82$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[Μ]vs[Φ1] $t(4)=0,47$ $p < 0,6643$ $Q=0,8087$

[Μ]vs[Φ2] $t(4)=1,16$ $p < 0,3105$ $Q=1,8542$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=1,55$ $p < 0,1963$ $Q=1,0455$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των υπολειμμάτων με τσάι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης, μη στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των υπολειμμάτων του τσάι και της Echinacea παρά το γεγονός ότι στο Φ2 παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες τιμές της μέτρησης.

3.3.2 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.3.2.a Μετρήσεις Ξ.Β. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.20 Αποτελέσματα ξηρού βάρους πλατύφυλλων ζιζανίων της πέμπτης μέτρησης (Μ: μάρτυρας, Φ1: τσάϊ του βουνού, Φ2: Echinacea) και ανάλυση διασποράς.

Ξ.Β. ΠΛΑΤ. 51 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	61,2	45,6	26,4
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	13,48	30,8	52
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	40,88	32	58

Πίνακας 3.20.1 Ανάλυση διασποράς του Ξ.Β. πλατύφυλλων ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,229$ $p < 0,801734$ $SS=141,06$ $MSe=307,57$

Κατά την μέθοδο Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[Μ]vs[Φ1] $t(4)=0,16$ $p < 0,8782$ $Q=0,2357$

[Μ]vs[Φ2] $t(4)=0,41$ $p < 0,7018$ $Q=0,6861$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=0,87$ $p < 0,4358$ $Q=0,9218$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του Μ και του Φ1 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης, μη στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ του Φ1 και του Φ2 για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.3.2.b Μετρήσεις Ξ.Β. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.21 Μετρήσεις σε g/m² του ξηρού βάρους των πλατύφυλλων ζιζανίων για τα τεμάχια του μάρτυρα (Μ) και των δύο επεμβάσεων σε τσάι του βουνού και της Echinacea.

Ξ.Β. ΠΛΑΤ. 79 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	407,84	501,92	140,16
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	291,36	233,4	118,36
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	222,96	343,2	59,44

Πίνακας 3.21.1 Ανάλυση διασποράς του Ξ.Β. αγροστωδών ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

F(2,6) = 5,62 p<0,042157 SS=107550,84 MSe=9568,91			
Κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *=p<0.05 **=p<0.01]			
[Μ]vs[Φ1]	t(4)=0,55	p< 0,6117	Q=0,9229
[Μ]vs[Φ2]	t(4)=3,41	p< 0,0271	Q=3,5661
[Φ1]vs[Φ2]	t(4)=3,11	p< 0,0360	Q=4,4889

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του Μ και των υπολειμμάτων με τσάι Φ1 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντιθέτως για τις μεταχειρίσεις μεταξύ του μάρτυρα και των υπολειμμάτων της *Echinacea* παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως συνέβη και μεταξύ του Φ1 και του Φ2 για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.3.2.c Μετρήσεις Ξ.Β. Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.22 Αποτελέσματα ξηρού βάρους πλατύφυλλων ζιζανίων της μέτρησης που έγινε 117 ημέρες μετά την σπορά (g/m²).

Ξ.Β. ΠΛΑΤ. 117 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	139,8	220,64	20,76
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	211,36	187,8	7,32
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	363,2	528,24	4,48

Πίνακας 3.22.1 Ανάλυση διασποράς του Ξ.Β. αγροστωδών ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 4,59$ $p < 0,061750$ $SS=147967,82$ $MSe=16118,51$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,58$ $p < 0,5905$ $Q=1,0110$

[M]vs[Φ2] $t(4)=3,44$ $p < 0,0263$ $Q=3,1005$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=2,78$ $p < 0,0500$ $Q=4,1115$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του Φ1 και του Φ2 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς το Φ2 παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές για αυτή την μέτρηση (από 4,48 έως 20,76). Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων του Μ και του Φ2 για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.3.3 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.3.3.a Μετρήσεις Συνολικού Ξ.Β. Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.23 Αποτελέσματα συνολικού ξηρού βάρους ζιζανίων για την 51^η ημέρα από την σπορά, για τις τρεις επαναλήψεις των υποτεμαχίων Μ, Φ1 και Φ2.

ΣΥΝ. Ξ.Β. 51 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	67,2	54,8	26,56
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	17,88	46,4	56,4
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	49,68	43,2	59,2

Πίνακας 3.23.1 Ανάλυση διασποράς του συνολικό Ξ.Β. ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,026$ $p < 0,974683$ $SS=16,97$ $MSe=329,42$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,22$ $p < 0,8392$ $Q=0,3066$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,14$ $p < 0,8966$ $Q=0,2354$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=0,07$ $p < 0,9492$ $Q=0,0713$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των δύο φυτικών υπολειμμάτων Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές για το συνολικό ΞΒ ζιζανίων σε αυτή τη μέτρηση για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.3.3.b Μετρήσεις Συνολικού Ξ.Β. Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.24 Μετρήσεις σε g/m² του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων για τα τεμάχια του μάρτυρα (Μ) και των δύο επεμβάσεων σε τσάι του βουνού και της Echinacea.

ΣΥΝ. Ξ.Β. 79 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	416,56	511,12	140,44
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	299,56	258,04	118,76
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	236,12	360,4	59,8

Πίνακας 3.24.1 Ανάλυση διασποράς του συνολικό Ξ.Β. ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

$F(2,6) = 6,90$ $p < 0,027854$ $SS = 121049,20$ $MSe = 8775,83$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[Μ]vs[Φ1] $t(4) = 0,65$ $p < 0,5494$ $Q = 1,0928$

[Μ]vs[Φ2] $t(4) = 3,63$ $p < \mathbf{0,0221}$ $Q = 3,9027^*$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4) = 3,49$ $p < \mathbf{0,0251}$ $Q = 4,9955^*$

Εκεί που παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι στις μεταχειρίσεις μεταξύ του Μ με το Φ2 καθώς και του Φ1 με του Φ2 για την μέτρηση συνολικού ΞΒ/m².

3.3.3.c Μετρήσεις Συνολικού Ξ.Β. Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.25 Αποτελέσματα συνολικού ξηρού βάρους ζιζανίων σε g/m² της τελευταίας μέτρησης που έγινε στον αγρό.

ΣΥΝ. Ξ.Β. 117 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	139,8	220,64	24,64
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	313,16	228,96	16,6
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	385,44	564,12	7,6

Πίνακας 3.25.1 Ανάλυση διασποράς του συνολικό Ξ.Β. ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 4,86$ $p < 0,055689$ $SS = 176126,17$ $MSe = 18135,17$

Σύγκριση κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4) = 0,43$ $p < 0,6865$ $Q = 0,7516$

[M]vs[Φ2] $t(4) = 3,60$ $p < 0,0227$ $Q = 3,3850^*$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4) = 2,84$ $p < 0,0469$ $Q = 4,1367^*$

Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των υπολειμμάτων με τσάι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως είναι και αναμενόμενο από τις τιμές του Πίνακα 3.25. Μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των υπολειμμάτων της Echinacea παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%. Η ίδια στατιστική διαφορά παρατηρήθηκε και για τις μεταχειρίσεις μεταξύ των υπολειμμάτων του τσάι και αυτών της Echinacea για το ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

3.4 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.4.1 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΑΓΡΟΣΤΩΔΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.4.1.a Μέτρηση Πυκνότητας Αγροστωδών Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.26 Αποτελέσματα πυκνότητας αγροστωδών ζιζανίων της πρώτης μέτρησης που έγινε στον αγρό και για τις τρεις επαναλήψεις (g/m²).

ΠΥΚΝ. ΑΓΡ. 51 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	28	36	8
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	68	20	40
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	60	44	8

Πίνακας 3.26.1 Ανάλυση διασποράς πυκνότητας αγροστωδών ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 2,68$ $p < 0,147640$ $SS=1674,67$ $MSe=312,89$

[Q=TukeyHSD: *=p<0.05 **=p<0.01]

[M]vs[Φ1] $t(4)=1,32$ $p < 0,2564$ $Q=1,8278$

[M]vs[Φ2] $t(4)=2,05$ $p < 0,1091$ $Q=3,2640$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=1,15$ $p < 0,3154$ $Q=1,4361$

Μεταξύ και των τριών μεταχειρίσεων δεν παρουσιάστηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 5% όπως φαίνεται και στο Πίνακα 3.26 των αποτελεσμάτων της μέτρησης πυκνότητας αγροστωδών ζιζανίων (g/m²).

3.4.1.b Μέτρηση Πυκνότητας Αγροστωδών Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.27 Πυκνότητα αγροστωδών ζιζανίων και των τριών επαναλήψεων για τις δύο επεμβάσεις (Τσάι του βουνού και Echinacea) και του μάρτυρα σε g/m².

ΠΥΚΝ. ΑΓΡ. 79 ^η	M	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	8	12	12
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	12	32	12
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	20	12	4

Πίνακας 3.27.1 Ανάλυση διασποράς πυκνότητας αγροστωδών ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

$F(2,6) = 1,03$ $p < 0,413207$ $SS=131,56$ $MSe=64,00$

Σύμφωνα κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,71$ $p < 0,5185$ $Q=1,1547$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,90$ $p < 0,4169$ $Q=0,8660$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=1,30$ $p < 0,2635$ $Q=2,0207$

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που παρουσιάζονται στο Πίνακα 3.27, η ανάλυση διασποράς απέδωσε μη στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κανένα συνδυασμό μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των δύο υπολειμμάτων του τσάι και της Echinacea (επίπεδο σημαντικότητας 5%).

3.4.1.c Μέτρηση Πυκνότητας Αγροστωδών Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.28 Οι μετρήσεις της πυκνότητας των αγροστωδών ζιζανίων σε επόμενη μέτρηση (Μ, Φ1 και Φ2) και ανάλυση διασποράς με ANOVA.

ΠΥΚΝ. ΑΓΡ. 117 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	0	0	8
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	44	4	24
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	4	4	20

Πίνακας 3.28.1 Ανάλυση διασποράς πυκνότητας αγροστωδών ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,888$ $p < 0,459394$ $SS=394,67$ $MSe=222,22$

[Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,94$ $p < 0,3982$ $Q=1,5492$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,09$ $p < 0,9328$ $Q=0,1549$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=2,94$ **$p < 0,0424$** $Q=1,7041^*$

Στατιστικά σημαντική διαφορά σημειώθηκε μόνο μεταξύ των μεταχειρίσεων του Φ1 και του Φ2 για επίπεδο σημαντικότητας 5% για την μέτρηση της πυκνότητας αγροστοδών ζιζανίων κατά την 117^η ημέρα μετά από την σπορά.

3.4.2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.4.2.a Μέτρηση Πυκνότητας Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.29 Αποτελέσματα πυκνότητας αγροστοδών ζιζανίων της πρώτης μέτρησης που έγινε στον αγρό και για τις τρεις επαναλήψεις (g/m²).

ΠΥΚ. ΠΛΑΤ. 51 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	76	108	84
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	36	68	24
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	44	44	36

Πίνακας 3.29.1 Ανάλυση διασποράς πυκνότητας πλατύφυλλων ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,667$ $p < 0,547390$ $SS=1112,89$ $MSe=833,78$

Κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,96$ $p < 0,3931$ $Q=1,2797$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,18$ $p < 0,8648$ $Q=0,2399$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=0,97$ $p < 0,3877$ $Q=1,5196$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς (ANOVA) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για καμία μεταχείριση (Μ, Φ1 και Φ2).

3.4.2.b Μέτρηση Πυκνότητας Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.30 Αποτελέσματα πυκνότητας πλατύφυλλων ζιζανίων (Μ: μάρτυρας, Φ1: τσάι του βουνού, Φ2: Echinacea) και ανάλυση διασποράς.

ΠΥΚ. ΠΛΑΤ. 79 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	36	60	36
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	20	8	48
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	36	72	40

Πίνακας 3.30.1 Ανάλυση διασποράς πυκνότητας πλατύφυλλων ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,467$ $p < 0,648078$ $SS=398,22$ $MSe=426,67$

[Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,79$ $p < 0,4757$ $Q=1,3416$

[M]vs[Φ2] $t(4)=1,67$ $p < 0,1706$ $Q=0,8944$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=0,27$ $p < 0,8025$ $Q=0,4472$

Όπως εμφανίζονται τα αποτελέσματα της ANOVA μεταξύ των μεταχειρίσεων του Μ και του Φ1 δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 5%. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ του Μ και του Φ2 αλλά και μεταξύ του Φ1 και του Φ2 για την ίδια μέτρηση πυκνότητας πλατύφυλλων ζιζανίων (g/m^2).

3.4.2.c Μέτρηση Πυκνότητας Πλατύφυλλων Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.31 Μετρήσεις σε g/m^2 της πυκνότητας των πλατύφυλλων ζιζανίων για τα τεμάχια του μάρτυρα (Μ) και των δύο επεμβάσεων σε τσάι του βουνού και της Echinacea.

ΠΥΚ. ΠΛΑΤ. 117 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	20	44	40
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	52	12	12
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	40	36	24

Πίνακας 3.31.1 Ανάλυση διασποράς πυκνότητας πλατύφυλλων ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,442$ $p < 0,662095$ $SS=216,89$ $MSe=245,33$

[Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,50$ $p < 0,6449$ $Q=0,7372$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,97$ $p < 0,3868$ $Q=1,3270$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=0,42$ $p < 0,6934$ $Q=0,5898$

Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις καθώς δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στις τιμές του Πίνακα 3.31.

3.4.3 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

3.4.3.a Μέτρηση Συνολικής Πυκνότητας Ζιζανίων της 51^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.32 Αποτελέσματα πυκνότητας ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση που έγινε στον αγρό και για τις τρεις επαναλήψεις (g/m^2).

ΣΥΝ. ΠΥΚΝ. 51 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	104	144	92
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	104	88	64
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	104	88	44

Πίνακας 3.32.1 Ανάλυση διασποράς συνολική πυκνότητα ζιζανίων στις 51 ΗΑΣ

$F(2,6) = 2,77$ $p < 0,140756$ $SS=3000,89$ $MSe=542,22$

Σύμφωνα με την μέθοδο Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,14$ $p < 0,8933$ $Q=0,1984$

[M]vs[Φ2] $t(4)=2,68$ $p < 0,0551$ $Q=2,7770^*$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=1,72$ $p < 0,1610$ $Q=2,9753$

Στην μέτρηση αυτή, η ανάλυση διασποράς εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των υπολειμμάτων της

Echinacea για επίπεδο σημαντικότητας 5%, παρά το γεγονός ότι ο μάρτυρας δεν εμφάνισε μεγάλες διαφορές στις τιμές σε σχέση με αυτές του Φ2.

3.4.3.b Μέτρηση Συνολικής Πυκνότητας Ζιζανίων της 79^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.33 Συνολική πυκνότητα ζιζανίων ενδιάμεσης μέτρησης των υποτεμαχίων Μ, Φ1 και Φ2 για τις τρεις επαναλήψεις σε g/m².

ΣΥΝ. ΠΥΚΝ. 79 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	44	72	48
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	32	40	60
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	56	84	44

Πίνακας 3.33.1 Ανάλυση διασποράς συνολική πυκνότητα ζιζανίων στις 79 ΗΑΣ

$F(2,6) = 1,47$ $p < 0,302880$ $SS=714,67$ $MSe=243,56$

[Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=1,44$ $p < 0,2241$ $Q=2,3677$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,79$ $p < 0,4734$ $Q=0,7399$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=1,05$ $p < 0,3535$ $Q=1,6278$

Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις καθώς δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στις τιμές του Πίνακα 3.33.

3.4.3.c Μέτρηση Συνολικής Πυκνότητας Ζιζανίων της 117^{ης} ΗΑΣ

Πίνακας 3.34 Η τελευταία μέτρηση της συνολικής πυκνότητας ζιζανίων των τριών επαναλήψεων για τα Μ, Φ1 και Φ2 (g/m²).

ΣΥΝ. ΠΥΚ. 117 ^η	Μ	Φ1	Φ2
1 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	20	44	48
2 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	96	16	36
3 ^η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	44	40	44

Πίνακας 3.34.1 Ανάλυση διασποράς συνολική πυκνότητα ζιζανίων στις 117 ΗΑΣ

$F(2,6) = 0,508$ $p < 0,625703$ $SS=600,89$ $MSe=592,00$

Κατά Tukey: [Q=TukeyHSD: *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$]

[M]vs[Φ1] $t(4)=0,83$ $p < 0,4528$ $Q=1,4237$

[M]vs[Φ2] $t(4)=0,47$ $p < 0,6630$ $Q=0,7593$

[Φ1]vs[Φ2] $t(4)=0,99$ $p < 0,3782$ $Q=0,6644$

Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις καθώς δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στις τιμές του Πίνακα 3.34.

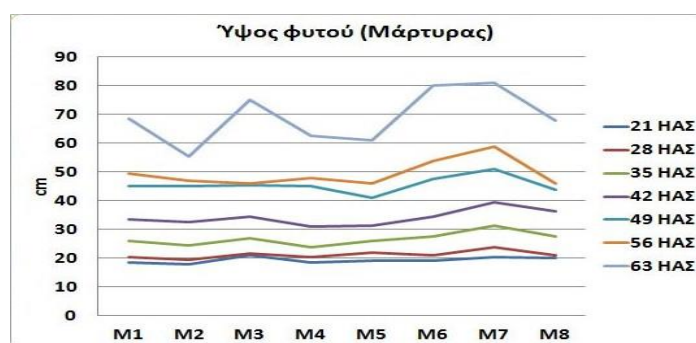
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο Υλικά και Μέθοδοι, στο πρώτο πείραμα, δηλαδή το πείραμα στις γλάστρες πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ύψους και αριθμός φύλλων για την κάθε μια γλάστρα – φυτό ξεχωριστά και για τις τρεις μεταχειρίσεις (M: Μάρτυρα, T: Τσάι του Βουνού και E: *Echinacea*).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα.

3.2.a Για τις γλάστρες M (Μάρτυρα)

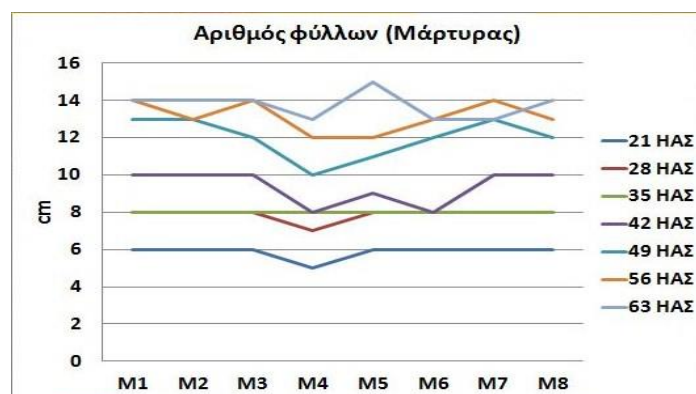
Στο διάγραμμα 3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ύψους του κάθε φυτού από την βάση, δηλαδή την επιφάνεια της οργανικής ύλης έως το ακραίο μερίστωμα.



Διάγραμμα 3.3 Μετρήσεις ύψους φυτού για τις 8 γλάστρες του μάρτυρα.

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 3.3 η πορεία των φυτών του αραβοσίτου όπου δεν πραγματοποιήθηκε καμία μεταχείριση, καθ'όλη την διάρκεια της ανάπτυξης παρατηρείται μια σταθερή αύξηση έως την φάση της εμφάνισης της φόβης όπου σε κάποια φυτά όπως στο M2, M4 και M5 έχουν μία απότομη μείωση ως το σημείο διακοπής της ανάπτυξης.

Στο διάγραμμα 3.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης των φύλλων και στις 8 γλάστρες όπου δεν πραγματοποιήθηκε καμία μεταχείριση.

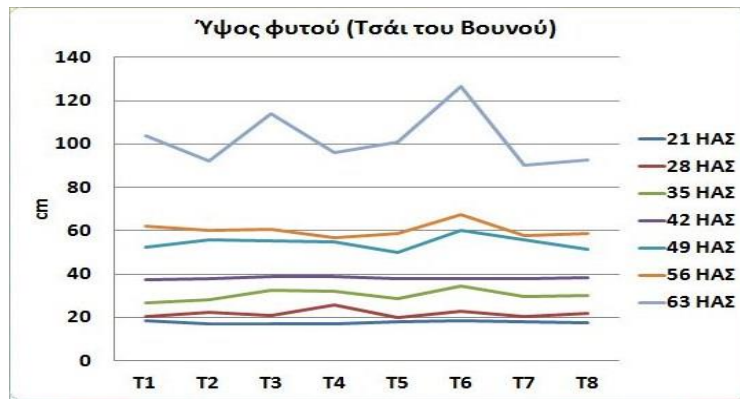


Διάγραμμα 3.4 Μετρήσεις αριθμός φύλλων για τις 8 γλάστρες του μάρτυρα.

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 3.4 η πορεία των του αραβοσίτου όπου δεν πραγματοποιήθηκε καμία μεταχείριση, καθ'όλη την διάρκεια της ανάπτυξης παρατηρείται μια σταθερότητα στην αρίθμηση των φύλλων έως την φάση της εμφάνισης της φόβης. Βέβαια στο φυτό M4 παρατηρείται μια μείωση όσο προχωράει η ανάπτυξη του φυτού.

3.2.b Για τις γλάστρες T (Τσάι του βουνού)

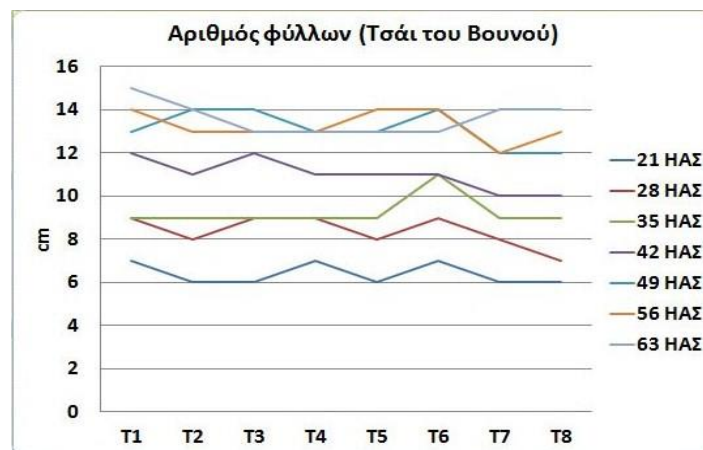
Στο διάγραμμα 3.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ύψους του κάθε φυτού από την βάση, δηλαδή την επιφάνεια της οργανικής ύλης έως το ακραίο μερίστωμα.



Διάγραμμα 3.5 Μετρήσεις ύψους φυτού για τις 8 γλάστρες που έχουν ενσωματωθεί φυτικά υπολείμματα Τσάι του βουνού (T).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 3.5 η πορεία των φυτών του αραβοσίτου όπου πραγματοποιήθηκε μεταχείριση με φυτικά υπολείμματα Τσάι του βουνού, καθ'όλη την διάρκεια της ανάπτυξης παρατηρείται μια σταθερή αύξηση έως την φάση της εμφάνισης της φόβης όπου σε κάποια φυτά όπως στο T2, T4 και T5 έχουν μία μικρή μείωση ως το σημείο διακοπής της ανάπτυξης.

Στο διάγραμμα 3.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης των φύλλων και στις 8 γλάστρες όπου χρησιμοποιήθηκαν φυτικά υπολείμματα Τσάι του βουνού.

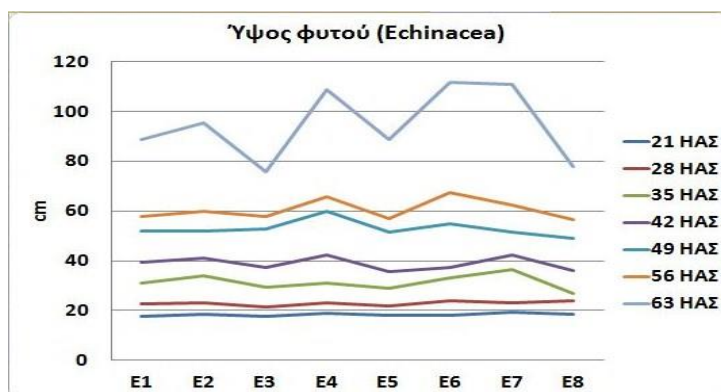


Διάγραμμα 3.6 Μετρήσεις αριθμός φύλλων για τις 8 γλάστρες που έχουν ενσωματωθεί φυτικά υπολείμματα Τσάι του βουνού (T).

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 3.6, η πορεία των του αραβοσίτου όπου χρησιμοποιήθηκαν φυτικά υπολείμματα Τσάι του βουνού (T), καθ'όλη την διάρκεια της ανάπτυξης παρατηρείται μια σταθερότητα στην αρίθμηση των φύλλων έως την φάση της εμφάνισης της φόβης.

3.2.c Για τις γλάστρες Ε (*Echinacea*)

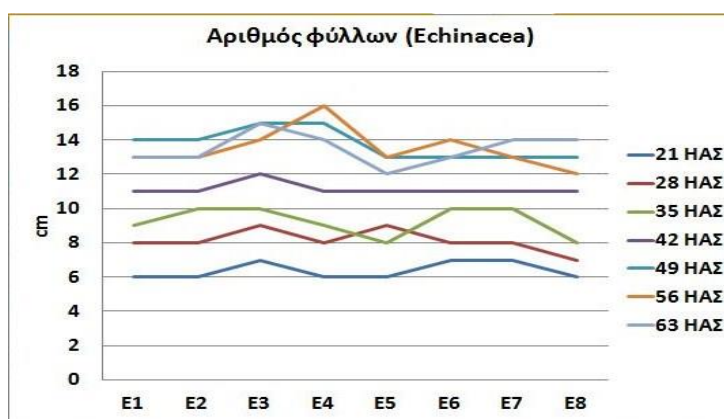
Στο διάγραμμα 3.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ύψους του κάθε φυτού από την βάση, δηλαδή την επιφάνεια της οργανικής ύλης έως το ακραίο μερίστωμα.



Διάγραμμα 3.7 Μετρήσεις ύψους φυτού για τις 8 γλάστρες που έχουν ενσωματωθεί φυτικά υπολείμματα *Echinacea* (E).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 3.7 η πορεία των φυτών του αραβοσίτου όπου πραγματοποιήθηκε μεταχείριση με φυτικά υπολείμματα *Echinacea* (E), καθ' όλη την διάρκεια της ανάπτυξης παρατηρείται μια σταθερή αύξηση έως την φάση της εμφάνισης της φόβης όπου σε κάποια φυτά όπως στο E3 και E5 έχουν μία μικρή πτώση στο σημείο που αρχίζει και σταματά η ανάπτυξη του.

Στο διάγραμμα 3.8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης των φύλλων και στις 8 γλάστρες όπου χρησιμοποιήθηκαν φυτικά υπολείμματα *Echinacea* (E).

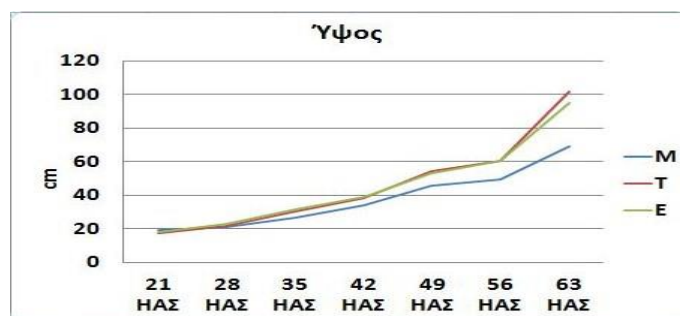


Διάγραμμα 3.8 Μετρήσεις αριθμός φύλλων για τις 8 γλάστρες που έχουν ενσωματωθεί φυτικά υπολείμματα *Echinacea* (E).

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 3.8, η πορεία των του αραβοσίτου όπου χρησιμοποιήθηκαν φυτικά υπολείμματα *Echinacea* (E), καθ'όλη την διάρκεια της ανάπτυξης παρατηρείται μια σταθερότητα στην αρίθμηση των φύλλων έως την φάση της εμφάνισης της φόβης. Μόνο το φυτό στο E5 εμφανίζει μια μείωση, η οποία εμφανίζεται στις περισσότερες μετρήσεις ακόμα και στην τελευταία.

3.2.1 Σύγκριση των τριών μεταχειρίσεων

Στο διάγραμμα 3.8 παρουσιάζεται η πορεία των τριών μεταχειρίσεων καθ'όλη την διάρκεια των μετρήσεων και κατά συνέπεια της αναπτύξεως.



Διάγραμμα 3.8 Πορεία ύψους και των τριών μεταχειρίσεων.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.8, η πορεία των δύο μεταχειρίσεων για το ύψος των φυτών τόσο με τσάι του βουνού (T) όσο και με *Echinacea* (E), είναι όμοια χωρίς σημαντική διαφορά. Επίσης, το διάγραμμα δηλώνει ότι στις γλάστρες του μάρτυρα (M) παρατηρούνται χαμηλότερα ύψη αλλά από την ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική διαφορά.

Στο διάγραμμα 3.9 παρουσιάζεται η πορεία των τριών μεταχειρίσεων στην αρίθμηση των φύλλων καθ'όλη την διάρκεια των μετρήσεων και κατά συνέπεια της αναπτύξεως.



Διάγραμμα 3.9 Πορεία αριθμών φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων

Στο διάγραμμα αυτό, φαίνεται η πορεία των τριών μεταχειρίσεων για την πυκνότητα των φύλλων. Όπως φαίνεται παρουσιάζεται όμοια πυκνότητα φύλλων, μόνο στις γλάστρες του μάρτυρα υπάρχει μία μείωση από την 35^η έως 49^η ημέρα από την σπορά (HΑΣ), αλλά μετέπειτα φτάνει τα επίπεδα των άλλων δύο μεταχειρίσεων (T και E).

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα που λήφθηκαν τόσο από τους δείκτες ποικιλότητας όσο και από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στον αγρό, παρατηρήθηκε ότι τα φυτικά υπολείμματα των αρωματικών φυτών (*Sideritis* και *Echinacea*) επιδρούν στη ζιζανιοχλωρίδα και κατ' επέκταση στην ανάπτυξη του αραβοσίτου. Στην ουσία, αυτό που εξετάστηκε ήταν η αλληλοπάθεια των υπολειμμάτων των αρωματικών φυτών, τσάι του βουνού και *Echinacea*, έναντι των ζιζανίων της καλλιέργειας του αραβοσίτου.

Η αλληλοπάθεια είναι η σημαντικότερη μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ των ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών από ότι ο ανταγωνισμός, αφού μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση και τον τρόπο κατανομής των ζιζανίων, το μέγεθος της ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά αλλά και τη δυνατότητα επιλογής των καλλιεργούμενων φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς. Η αλληλοπαθητική δράση ορισμένων φυτικών ειδών ενάντια σε άλλα ζιζάνια μπορεί να έχει αρνητικές αλλά και θετικές προεκτάσεις στη γεωργία (Qasem & Foy, 2001). Οι αλληλοπαθητικές ουσίες απελευθερώνονται από τα φυτά στο περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα, απέκκρισης από τις ρίζες ή έκπλυσης από τα φύλλα των φυτών και από τα φυτικά υπολείμματα. Η έμμεση απελευθέρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά λαμβάνει χώρα κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων. Άρα η αναστολή του φυτρώματος και της αύξησης ενός ζιζανίου ή καλλιεργούμενου φυτού οφείλεται μέσω της απελευθέρωσης κάποιων χημικών ουσιών από ζωντανούς ή αποδομούμενους ιστούς άλλων φυτών.

Οι περισσότερες από τις αλληλοπαθητικές ουσίες είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού που βιοσυντίθεται σε διάφορα όργανα του φυτού (φύλλα, ρίζες, βλαστοί, άνθη και καρποί ή σπόροι). Επίσης, οι περισσότερες από αυτές ανήκουν από χημικής πλευράς στις φαινολικές ουσίες, στα τερπένια και στις αζωτούχες ενώσεις.

Για το πείραμα που διεξήχθη, στις μεταχειρίσεις που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν δυο συγκεκριμένα φυτικά υπολείμματα Τσάι του βουνού (*Sideritis* sp.) και της *Echinacea*. Αυτά τα δύο αρωματικά φυτά έχουν εξεταστεί και στο παρελθόν για την αλληλοπαθητική τους δράση, που βασίζεται στις φαινολικές ουσίες

δηλαδή στις απλές φαινόλες όπως τα φλαβονοειδή και στις ομάδες των τερπενίων τα οποία αποτελούν και τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων. Για την περίπτωση της πρώτης μεταχείρισης των φυτικών υπολειμμάτων τσάι του βουνού (*Sideritis sp.*) Φ1 έχει ερευνηθεί ότι πέντε συγκεκριμένες φλαβονοειδή ουσίες: (1) 4'-O-methylisoscuteallarein 7-0-[6''-acetylallopyranosyl-(1→2)glucopyranoside] , (2) 4'-O-methylisoscuteallarein 7-0-allopyranosyl(1→2)glucopyranoside , (3) 3'-hydroxy-4'-O-methylisoscuteallarein 7-0-[6''-acetylallopyranosyl-(1→2)glucopyranoside , (4) isoscuteallarein 7-0-[6''-acetylallopyranosyl(1→2) glucopyranoside και (5) hypolaetin-8-glucoside, οι οποίες κατατάσσονται στις φαινολικές ουσίες ενεργούν αντιοξειδωτικά προκαλώντας αλληλοπαθητική δράση (J. L. Rios et al, 1991). Ενδεχομένως και να υπάρχουν και άλλα φλεβονοειδή με την ίδια δράση χωρίς όμως να έχουν μελετηθεί ακόμα.

Είναι γνωστό ότι ο σιδερίτης (τσάι του βουνού) είναι ένα αρωματικό και φαρμακευτικό φυτό το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως με τη μορφή αφεψήματος (τα ανθοφόρα στελέχη) ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες, έχει ευχάριστο άρωμα, αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και αντιοξειδωτικές ουσίες (Κουτσός, 2006). Επίσης, περιέχει χαρακτηριστικές ομάδες τερπενίων, τα οποία αποτελούν κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων και ανήκουν στις αλληλοπαθητικές ουσίες.

Η Echinacea είναι ένα θεραπευτικό φυτό όπου αξιοποιούνται ιδιαίτερα τα δραστικά συστατικά της δρόγης (φύλλα και ρίζες) σε φαρμακευτικά σκευάσματα, τα οποία είναι τα πιο δημοφιλή στα φάρμακα φυσικής προέλευσης σε Αμερική και Ευρώπη. Η ευρεία διάδοσή της και τα ασφαλή αποτελέσματά της οφείλονται στις αντιοξειδωτικές ουσίες και στις ιδιότητες αυτών να ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα και την άμυνα του οργανισμού και στην πρόληψη όλων των μορφών ασθένειες (Κουτσός, 2006).

Η αλληλοπαθητική δράση της Echinacea έχει μελετηθεί και στο παρελθόν υποδεικνύοντας ότι οι πτητικές, αδιάλυτες στο νερό ουσίες των έλαιων αυτού ενισχύουν την ιδιότητα της αλληλοπάθειας, αναστέλλοντας την βλάστηση και την ανάπτυξη σπόρων μαρουλιού (*Lactuca sativa*), Switchgrass (*Panicum virgatum*) και γρασιδιού Prairie Dropseed (*Sporobolus heterolepis*) (Viles and Reese, 1995).

Πιο αναλυτικά, στα αποτελέσματα της πληθυσμιακής ανάλυσης παρατηρήθηκε ότι η Echinacea επηρέασε περισσότερο από το Τσάι του βουνού το δείκτη Shannon (H') και αντίστοιχα το δείκτη Simpson. Ήταν εμφανή η απουσία

πολλών ειδών ζιζανίων και καθώς ο μειωμένος πληθυσμός των ήδη υπάρχων ζιζανίων. Το Τσάι του βουνού επηρέασε λιγότερο στην ποιοτική ανάλυση.

Βέβαια, σε ότι αφορά τους δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιήθηκαν αξίζει να σημειωθεί ότι ο δείκτης Simpson δίνει έμφαση στα συνηθισμένα είδη ενώ ο δείκτης Shannon στα σπάνια είδη (Krebs, 1978; Gill & Arshad, 1995). Αυτός είναι ο λόγος που παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ των τιμών. Οι δείκτες ποικιλότητας φαίνεται ότι είναι πολύ χρήσιμοι στον προσδιορισμό των αλλαγών στους πληθυσμούς των ζιζανίων οι οποίες προκαλούνται από αλλαγές των φυτικών υπολειμμάτων (Cardina et al., 1991).

Σύμφωνα με τον υπολογισμό των δεικτών ποικιλότητας τα συμπεράσματα στα όποια μπορούμε να καταλήξουμε είναι ότι με την ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων παρατηρήθηκαν μικρές τιμές των πληθυσμιακών δεικτών σε σχέση με του μάρτυρα. Οι μικρές τιμές των πληθυσμιακών δεικτών σημαίνουν μικρή ποικιλότητα ειδών.

Στην ποσοτική ανάλυση των ζιζανίων και στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε η Echinacea έδειξε ότι επηρεάζει το νωπό βάρος των αγροστωδών ζιζανίων αλλά όχι και των πλατύφυλλων. Με συνέπεια να μην επηρεάζεται και το συνολικό νωπό βάρος καθώς ο αριθμός αγροστωδών ζιζανίων ήταν εμφανής μικρότερος από αυτών των πλατύφυλλων. Η εικόνα αυτή άλλαξε στην ενδιάμεση μέτρηση καθώς φαίνεται ότι η Echinacea επηρέασε το νωπό βάρος των πλατύφυλλων άρα και του συνολικού νωπού βάρους. Όπου με την ολοκλήρωση και της τελευταίας μέτρησης ήταν εμφανή η διαφορά των αποτελεσμάτων της Echinacea συγκρίνοντας την με το Τσάι του βουνού και με το μάρτυρα. Από την άλλη, το Τσάι του βουνού επηρέασε και αυτό το νωπό βάρος των ζιζανίων αλλά όχι με την ένταση που το πραγματοποίησε η Echinacea. Σαφέστατα υπέδειξε διαφορές από το νωπό βάρος του μάρτυρα αλλά όχι στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως αυτά φάνηκα και από την ανάλυση διασποράς που έγινε με την ANOVA.

Με τους ίδιους ρυθμούς η Echinacea επηρέασε και το ξηρό βάρος. Δηλαδή στην πρώτη μέτρηση φάνηκε να επηρεάζει μόνο την το ξηρό βάρος των αγροστωδών, ενώ όχι των πλατύφυλλων άρα όχι και το συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων. Αντιθέτως, το Τσάι του βουνού φάνηκε να μην επηρεάζει το ξηρό βάρος ούτε των αγροστωδών ούτε και των πλατύφυλλων. Όπως για τα αποτελέσματα του νωπού βάρους, έτσι και στο ξηρό η εικόνα άλλαξε από την ενδιάμεση μέτρηση που πραγματοποιήθηκε την 79^η ημέρα από την σπορά. Η Echinacea σε αυτή την μέτρηση φαίνεται ότι έδρασε

δραστικά επηρεάζοντας τόσο το ξηρό βάρος των αγροστωδών όσο και των πλατύφυλλων. Την ίδια εικόνα βέβαια παρουσίασε και το Τσάι του βουνού, δηλαδή ότι δεν επηρέασε σε μεγάλο βαθμό το ξηρό βάρος και σε αυτή την μέτρηση. Ολοκληρώνοντας λοιπόν και την τελευταία μέτρηση, η *Echinacea* συνέχισε να κάνει εμφανή την δράση της με πιο έντονο ρυθμό καταλήγοντας για ακόμα μία φορά στην αποτελεσματικότητα που έχει η επίδραση του φυτού αυτού στην ζιζανιοχλωρίδα και συγκεκριμένα στην ζιζανιοχλωρίδα του αραβοσίτου. Από την άλλη, το Τσάι του βουνού συνέχισε να έχει την ίδια δράση με αυτή των προηγούμενων μετρήσεων, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η δράση του σιδηρίτη στην αλληλοπάθεια των ζιζανίων του αραβοσίτου δεν έφερε αξιοσημείωτα αποτελέσματα σε σχέση με αυτά που επέδειξε ο μάρτυρας. Βέβαια στο σημείο αυτό θα μπορούσε να αναφερθεί ότι το Τσάι του βουνού στην ίδια μέτρηση φάνηκε να επηρεάζει το δείκτη αφθονίας Η' μειώνοντας το αλλά ταυτόχρονα να αυξάνει ελάχιστα το ξηρό βάρος των πλατύφυλλων, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα βάρη αυξάνονται αλλά τα είδη που παραμένουν είναι περισσότερο ανταγωνιστικά με αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερη ανάπτυξη.

Η παρουσία αλληλοπαθητικών ουσιών στο έδαφος καθορίζεται συχνά από διάφορους παράγοντες. Σε αυτούς περιλαμβάνονται η ποσότητα των φύλλων που πέφτουν, το ποσοστό του φυτικού υλικού που αποσυντίθεται, η απόσταση από τα άλλα φυτά και τέλος την διαθέσιμη υγρασία του εδάφους (Mann, 1987 Saxena et al., 1996 Escudero et al., 2000 Nilsson et al., 2000). Η αποσύνθεση των φυτικών ιστών εξαρτάται από την ποιότητα των φύλλων (αναλογίες C:N και C:P), καθώς επίσης και από τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και τη παρουσία ορισμένων μικροοργανισμών στο έδαφος (Friedman et al., 1977; Newman and Miller, 1977; Ito et al., 1998). Ο τύπος του εδάφους και η τιμή του pH είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες (Saxena et al., 1996) στον καθορισμό των αλληλοπαθητικών ουσιών που είναι παρούσες στο έδαφος και αν έχουν αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις τότε μπορεί να έχουν επιπτώσεις σε άλλα φυτά.

Συμπερασματικά, μπορούμε να αναφέρουμε ότι η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων επηρεάζει την ανάπτυξη καθώς και τον πληθυσμό των ζιζανίων. Στο συγκεκριμένο πείραμα τα καλύτερα αποτελέσματα τα έδειξε η μεταχείριση της *Echinacea* παρά του Τσάι του βουνού, όπως αυτά παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Επίσης, μπορούμε να πούμε ότι τα δύο είδη των φυτικών υπολειμμάτων τόσο της *Echinacea* όσο και του Τσάι του βουνού, από ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε, δεν φάνηκε να επηρεάζουν την ανάπτυξη του αραβοσίτου σε επίπεδο σημαντικότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbe EC, Stein OL, 1954. The origin of the shoot apex in maize: embryogeny. Am. J. Bot 41:285-293

Aldrich S, Scott W, Leng E., 1975. Modern corn production. Second Edition, A. & L. Publications, Illinois

Cardina J, Regnier E. and Harrison K., 1991. Long term tillage effects on seeds banks in three Ohio soils. Weed Sci. 39: 109-121

Cereal Institute Irrigation of corn, 2004. Cereal Institute of Thessaloniki, Thessaloniki

Δαλιάνης Δ. Κ., 1999. Ανοιξιάτικα Σιτηρά. Εκδόσεις Σταμούλης

FAO, Maize, 2006. International Market Profile, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Economic and Social Department, Trade and Markets Division

FAO (Ed.), 2006. *The State of Food In security in the World*. Rome

FAO (Ed.), 2008. *The state of Food and Agriculture. Biofuels: prospects, risks and opportunities*, Rome

FAO, 2009. Crop Prospects and Food Situation, Trade and Markets Division, Rome

FAO, 2010. Sunflower, Crude and Refined Oil, Rome, Italy

FAOSTAT, FAO Statistics Division, 2011

Filintas, A.T., 2003. *Cultivation of Maize in Greece : Increase and growth, management, output yield and environmental sequences*. Mitilini, Greece: University of Aegean

Filintas, A.T., Dioudis, P., Hatzopoulos, J. & Karantounias, G., 2008. Corn Biomass Spatial Variability Modeling and Drip Irrigation Water Management Effects with the Use of GIS Techniques and Methods. In: HAICTA (Ed.), Proc. of 4th International Conference HAICTA 2008 on: Information &

Communication Technologies in Bio & Earth Sciences, Athens, Greece, pp. 78-88

Filintas, A.T., Dioudis, P., Koutseris, E. & Papadopoulos, A., 2007. Soils Nitrates GIS mapping, Irrigation water and applied N-fertilizer effects in soils nitrogen depletion in a drip irrigated experimental field in Thessaly basin, 3rd IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development, Agios Nikolaos, pp. 487-492

Freeling M. and Walbot V., 1996. The Maize Handbook, Springer-Verlag, New York, Inc.

J. L. Rios, Salvador Manez, Miguel Paya and maria Jose Alcaraz, 1991. Antioxidant Activity Of Flavonoids From *Sideritis Javalambrensis*, Spain

Κουτσός Θ, 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις ΖΗΤΗ

Krebs C. J., 1978. Species diversity. In: Krebs C.J (ed.), Ecology: The experimental analysis of distributin and abundance, app. 449-487

Salisbury FB and Ross CW, 1991. Plant Physiology Forth Edition, Cengage Learning

Sass E. 1955. Vegeative morphology. In: Corn Improvement (G.F. Sprague, ed.). Academic Press, New York

Shaw T., 1955. Potassium movements in washed erythrocytes. Journal of Physiology

Viles A. L. and R. N. Reese, 1995. Allelopathic Potential Of *Echinacea Angustifolia D.G.*, South Dakota State University, USA

White P. & Johnson L., Corn: Chemistry and Technology, Second edition, 2003 (by the American Association of Cereal Chemists, Inc.), Published 1987

CIMMYT 1999. World maize facts and trends (1999-2000). 67p. http://www.cimmyt.org/Research/Economics/map/facts_trends/maizeft9900/html/maizeft9900_contents.htm, (retrieved 1/12/2010)

CIMMYT 2008. Annual Report 2007-2008: Science for farmers and a better food future. Mexico. 28p http://www.cimmyt.org/english/docs/ann_report/2008/pdf/annualreport2008.pdf, (retrieved 1/14/10)

Origin, History, and Uses of Corn (*Zea mays*) Lance Gibson and Garren Benson, Iowa State University, Department of Agronomy Revised January 2002.http://www.agron.iastate.edu/courses/agron212/readings/corn_history.htm.

FAO 2006. Maize: international Market Profile. 37p. www.fao.org/ES/ESC/common/ecg/54/en/MaizeProfile.pdf, (retrieved 1/13/2010)

FAO 2009. 30th Joint Meeting of the Intergovernmental group on Oil Seeds, Oils and Fats. Statistical Compendium for Cereals and Oilseeds. Santiago, Chile (November 2009). 97pp <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/017/ak552e.pdf> (Accessed 1/18/10)