

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Π.Μ.Σ: "ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ"
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΑΣ ΣΤΑ
ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ
ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΕΦ
(*Eragrostis tef*)

ΜΑΡΙΑ ΧΡΟΝΗ

Εξεταστική Επιτροπή:

Παπαθεοχάρη Γ. Επίκ. Καθηγήτρια

Μπιλάλης Δ. Αναπλ. Καθηγητής

Παπαστυλιανού Π. Επίκ. Καθηγήτρια

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Π.Μ.Σ: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΑΣ ΣΤΑ
ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ
ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΕΦ
(*Eragrostis tef*)

ΜΑΡΙΑ ΧΡΟΝΗ

Εξεταστική Επιτροπή:

Παπαθεοχάρη Γ. Επίκ. Καθηγήτρια

Μπιλάλης Δ. Αναπλ. Καθηγητής

Παπαστυλιανού Επίκ. Καθηγήτρια

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016

*" Όποιος μιλάει σπέρνει,
όποιος ακούει μαζεύει τη σοδειά"*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί το επιστέγασμα της μεταπτυχιακής μου έρευνας και με την ολοκλήρωσή της θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην υλοποίησή της.

Κατ' αρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Επίκουρο Καθηγήτρια κα Παπαθεοχάρη Γιολάντα για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστώ μαζί της, για την κατανόηση και τη συμπαράσταση που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπονήσεως αυτής της μελέτης.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, τον Αναπληρωτή καθηγητή κο Μπιλάλη Δημήτριο και την Επίκουρο καθηγήτρια κα Παπαστυλανού Παναγιώτα, για το ενδιαφέρον τους, την ανάγνωση και τη διόρθωση της μελέτης μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στους συναδέλφους και φίλους μου, τον Χαράλαμπο Μπαρμπαλιά, την Εύα Λαδικού, την Ναταλία Αλιπράντη, τον Παναγιώτη Λιακόπουλο, για την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά την διεξαγωγή του πειραματικού σκέλους αυτής της μελέτης. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του Εργαστηρίου Γεωργίας για τις συμβουλές και το ενδιαφέρον που επέδειξαν όλο αυτό το διάστημα.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.2.1: Τύποι φόβης α) πολύ χαλαρή β) ημιχαλαρή γ) ημισυμπαγής δ) συμπαγής.....	16
Εικόνα 1.2.2: <i>Eragrostis teff</i> (Zucc) Trotter , α) ταξιανθία β) στέλεχος τη φόβης με άνθη (σχέδιο R.Kilian στο μωτέλ Schultze το 1986.....	17
Εικόνα 1.2.3: Σπόροι teff α) λευκοί β) ανάμεικτοι γ) κόκκινοι(καφέ).....	17
Εικόνα 1.7.1: Ψήσιμο του <i>Injera</i> στην ειδική συσκευή mitad.....	25
Εικόνα 1.7.2: Άλευρο teff.....	26
Εικόνα 1.7.3: Άχυρο teff.....	26
Εικόνα 1.13.1: Μηχανή Άλεσης (Diesel).....	36
Εικ.1.15.1: Θερσιμός teff.....	40
Εικ. 1.15.2: <i>Kemmer</i>	42
Εικ. 1.16.1: Διαχωρισμός σπόρου teff με εκτόξευση στον αέρα.....	43
Εικ. 1.16.2: Συσκευή Sefed.....	44
Εικ. 1.17.1: Λίχνισμα teff.....	45
Εικόνα 1.18.1: Συσκευές μέτρησης, kunna και Enkeb.....	46
Εικόνα 1.20.1: Αποθήκευση teff σε Gotera.....	48
Εικόνα 2.1.1: Ο πειραματικός Αγρός.....	63
Εικόνα: 2.2.1: Πειραματικός αγρός.....	65
Εικόνα 2.4.1: Κατεργασία του εδάφους του πειραματικού αγρού.....	67
Εικόνα 2.4.2: Γραμμοχαράκτης.....	67
Εικόνα 2.4.3: Γραμμές σποράς.....	68
Εικόνα 2.4.4: Σπόρος teff.....	68
Εικόνα 2.4.5: (α) Ζύγιση σπόρων teff (β) Τοποθέτηση σπόρων teff σε εννέα σακουλάκια.....	69
Εικόνα 2.4.6: Σπορά teff και κάλυψη γραμμών με τύρφη.....	69
Εικόνα 2.4.7: Τύρφη.....	69
Εικόνα 2.4.8: Πότισμα αμέσως μετά την σπορά.....	69
Εικόνα 2.5.1: Συσκευασία Οργανικού λιπάσματος.....	70
Εικόνα 2.5.2: Ανόργανη λίπανση.....	70
Εικόνα 2.6.1: Είδη ζιζανίων στην καλλιέργεια teff α) <i>Sorghum halepense</i> β) <i>medicago sativa</i> γ) <i>tribulus terrestris</i> δ) <i>Xanthium strumarium</i> ε) <i>Sinapis arvensis</i> στ) <i>Cichorium intybus</i> ζ) <i>Convolvulus arvensis</i>	71
Εικόνα 2.7.1: Άνθιση teff.....	72
Εικόνα 2.7.2: Το teff ένα μήνα πριν τη συγκομιδή.....	72
Εικόνα 2.7.3: Συγκομιδή teff.....	73
Εικόνα 2.8.1: α) Αλωνισμός teff με ράβδισμα β) κοσκίνισμα γ)καθαρισμός στο αέρα δ) αρκετά καθαρισμένος σπόρος teff.....	73
Εικόνα 2.9.1.1: Μέτρηση ύψους φυτών teff.....	74
Εικόνα 2.9.1.2: α) Μέτρηση μήκους φόβης, teff β) Φόβη teff.....	75

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.6.1: Θρεπτική σύνθεση των σπόρων teff σε σχέση με άλλα δημητριακά (100g) Weich, 2005 Baye, 2014).....	24
Πίνακας 1.13.1: Φυσικά χαρακτηριστικά Αλεύρου teff, Πηγή: (Ciferri <i>et al</i> , 1939 και Baldrati, 1950.....	37
Πίνακας 1.13.2: Σύνθεση του Αλεύρου teff και της Τέφρας σύμφωνα με Visco (1936).....	37
Πίνακας 1.22.2.1: Έντομα του teff, Πηγή: Adugna και Kemal, (1966).....	50
Πίνακας 2.3.1: Φυτικοχημικά χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού.....	66
Πίνακας 3.1.1.1: Πίνακας ανάλυσης της παραλλακτικότητας του ύψους των φυτών.....	78
Πίνακας 3.1.2.1: Πίνακας ανάλυσης της παραλλακτικότητας του μήκους της φόβης.....	80
Πίνακας 3.1.3.1: Πίνακας ανάλυσης της παραλλακτικότητας του αριθμού των διακλαδώσεων στην φόβη.....	81
Πίνακας 3.1.4.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας αριθμού κόκκων / φόβη.....	83
Πίνακας 3.1.5.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του βάρους 1000 κόκκων.....	85
Πίνακας 3.1.6.1 : Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του αριθμού των φυτών μετά το αδέλφωμα.....	86
Πίνακας 3.1.7.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του αριθμού των φυτών ανά στέλεχος.....	87
Πίνακας 3.2.1.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο.....	89
Πίνακας 3.2.2.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του νωπού βάρους ανά φυτό.....	91
Πίνακας 3.2.3.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του ξηρού βάρους ανά φυτό.....	92
Πίνακας 4.1: Συσχετίσεις μεταβλητών αγρονομικών χαρακτηριστικών.....	100

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων: Η διακύμανση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.....	77
Διάγραμμα 3.1.1.1: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών.....	79
Διάγραμμα 3.1.1.1: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών.....	81
Διάγραμμα 3.1.3.1: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των διακλαδώσεων στην φόβη.....	83
Διάγραμμα 3.1.4.1: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των κόκκων/φόβη.....	84
Διάγραμμα 3.1.5.1: Επίδραση α)της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης στο βάρος των 1000 κόκκων.....	85
Διάγραμμα 3.1.6.1: Επίδραση α)της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης, στον αριθμό των φυτών μετά το αδέλφωμα.....	86
Διάγραμμα 3.1.7.1: Επίδραση α)της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης, στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος.....	88
Διάγραμμα 3.2.1.1: Επίδραση α)της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης στην απόδοση σε σπόρο.....	89
Διάγραμμα 3.2.2.1: Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος ανά φυτό.....	92
Διάγραμμα 3.2.3.1: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος ανά φυτό.....	93
Διάγραμμα 4.1: Γραμμική συσχέτιση Μήκους φόβης και Ύψους φυτού.....	101
Διάγραμμα 4.2: Γραμμική συσχέτιση Αριθμού κόκκων ανά φόβη και Ύψους φυτού.....	101
Διάγραμμα 4.3: Γραμμική συσχέτιση Απόδοσης σε σπόρο και Ύψους φυτού.....	102
Διάγραμμα 4.4: Γραμμική σχέση Αριθμού κόκκων ανά φόβη και μήκους φόβης.....	102
Διάγραμμα 4.5: Γραμμική συσχέτιση Ξηρού βάρους ανά στέλεχος και Μήκους φόβης.....	103
Διάγραμμα 4.6: Γραμμική συσχέτιση Ξηρού βάρους ανά στέλεχος και Νωπού βάρους ανά στέλεχος.....	103
Διάγραμμα 4.7: Γραμμική συσχέτιση Αριθμού κόκκων ανά φόβη και Ξηρού βάρους ανά στέλεχος.....	104
Διάγραμμα 4.8: Γραμμική συσχέτιση Αριθμού διακλαδώσεων ανά φόβη και Ξηρού βάρους ανά στέλεχος.....	104
Διάγραμμα 4.9: Γραμμική συσχέτιση Αρ. διακλαδώσεων στη φόβη και Αρ. κόκκων ανά φόβη..	105
Διάγραμμα 4.10: Γραμμική συσχέτιση Απόδοσης σε σπόρο και Αρ. κόκκων ανά φόβη.....	105

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	11
Abstract	12
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1 Teff, Ονομασία ειδών και ταξινόμηση	15
1.2 Περιγραφή της καλλιέργειας	16
1.3 Καταγωγή και κέντρο ποικιλότητας.....	19
1.4 Προέλευση.....	21
1.5 Γεωγραφική κατανομή	22
1.6 Διατροφική αξία.....	23
1.7 Χρήσεις.....	25
1.8 Γενετικοί πόροι	27
1.9 Οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις από την καλλιέργεια του teff στην Αιθιοπία	27
1.10 Οικολογικές Απαιτήσεις	28
1.11 Καλλιεργητικές φροντίδες	30
1.11.1 Προετοιμασία του αγρού και σπορά.....	31
1.11.2 Λίπανση	33
1.11.3 Ζιζάνια	34
1.12 Αποδόσεις	35
1.13 Άλεσμα του teff.....	35
1.14 Η Ζύμωση του teff	37
1.14.1 Επίδραση της ζύμωσης στο άζωτο του teff.....	39
1.14.2 Η επίδραση της ζύμωσης στο περιεχόμενο σίδηρο, το φώσφορο τον ψευδάργυρο, του teff.....	39
1.14.3 Η Επίδραση της ζύμωσης στους υδατάνθρακες του teff	40
1.15 Θερσιμός.....	40
1.16 Αλωνισμός	42
1.17 Καθαρισμός.....	45
1.18 Σκεύη μέτρησης	46
1.19 Συσκευασία.....	46
1.20 Αποθήκευση.....	47
1.21 Απώλειες.....	49
1.21.1 Απώλειες εξαιτίας του πλαγιάσματος.....	49
1.22 Έλεγχος παρασίτων	49

1.22.1 Ασθένειες του teff.....	49
1.22.2 Έντομα του teff	49
1.22.3 Έντομα αποθηκών	50
1.23 Περιορισμοί και Προοπτικές για τη βελτίωση του teff	51
1.24 Το teff και η ασθένεια κοιλιοκάκη (Celiac Disease).....	55
1.25. Επιπτώσεις του CO ₂ και του O ₃ στα C ₃ , C ₄ φυτά.....	55
1.26 Μέθοδοι προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή	57
1.27 Πηγές της αύξησης της παραγωγής.....	59
1.28 Η συμβολή της βιολογικής γεωργίας.....	60
ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	62
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	63
2.1 Γενικά.....	63
2.2 Πειραματικό Σχέδιο.....	63
2.3 Φυσικοχημικές Ιδιότητες Αγρού.....	66
2.4 Εγκατάσταση του πειράματος.....	66
2.5 Άρδευση - Λίπανση.....	70
2.6 Ζιζάνια.....	71
2.7 Συγκομιδή.....	71
2.8 Αλωνισμός.....	73
2.9. Μετρήσεις αγρονομικών χαρακτηριστικών.....	74
2.9.1 Δεδομένα ανάπτυξης	74
2.9.2 Δεδομένα απόδοσης.....	76
2.10 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.....	76
2.11 Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	77
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	78
3.1 Παράμετροι ανάπτυξης.....	78
3.1.1 Ύψος φυτού	78
3.1.2 Μήκος φόβης.....	79
3.1.3 Αριθμός διακλαδώσεων στην φόβη.....	81
3.1.4 Αριθμός κόκκων / φόβη.....	83
3.1.5 Βάρος 1000 κόκκων	85
3.1.6 Αριθμός φυτών μετά το αδέλφωμα	86
3.1.7 Αριθμός φύλλων ανά στέλεχος	87
3.2 Παράμετροι απόδοσης.....	88

3.2.1 Απόδοση σε σπόρο	88
3.2.2 Νωπό Βάρος ανά στέλεχος	91
3.2.3 Ξηρό Βάρος ανά στέλεχος	92
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	94
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	107

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το *Teff* [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] κατατάσσεται στα βασικά είδη σιτηρών της Αιθιοπίας και καταλαμβάνει μεγάλη καλλιεργήσιμη έκταση. Στο πλαίσιο αναζήτησης καλλιεργειών που θα μπορούν να ανταποκριθούν στις απρόβλεπτες καιρικές συνθήκες, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, το teff λόγω της προσαρμοστικότητάς του στις φυσικές και γεωργικές συνθήκες, φαίνεται να έχει ισχυρό προβάδισμα.

Στο Αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στη Περιοχή του Βοτανικού, εγκαταστάθηκε η πειραματική καλλιέργεια teff. Μελετήθηκαν η επίδραση της πυκνότητας σποράς (20cm, 40cm, 60cm, αποστάσεις μεταξύ των γραμμών) και η επίδραση της λίπανσης (ανόργανη λίπανση νιτρικής αμμωνίας, οργανική λίπανση κόμποστ). Η σπορά στον πειραματικό αγρό πραγματοποιήθηκε την 21/04/2015.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: ύψος φυτού, μήκος κύριας φόβης, αριθμός διακλαδώσεων στην φόβη, αριθμός κόκκων ανά φόβη, αριθμός φυτών μετά το αδελφωμα, αριθμός φύλλων ανά στέλεχος, βάρος 1000 κόκκων, απόδοση σε σπόρο, νωπό βάρος ανά στέλεχος, ξηρό βάρος ανά στέλεχος.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει, ότι για το εύρος των πυκνοτήτων σποράς που μελετήθηκε, δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στα αγρονομικά χαρακτηριστικά και στην απόδοση της καλλιέργειας teff. Ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι αυξανόμενης της πυκνότητας σποράς μειώνεται δραστικά η απόδοση σε σπόρο ανά γραμμή (λόγω του έντονου ανταγωνισμού). Η απώλεια αυτή αντισταθμίζεται από τον μεγαλύτερο αριθμό γραμμών (και άρα φυτών) ανά πειραματικό τεμάχιο, έτσι ώστε στο σύνολο να μην υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην παραγωγή ανά πειραματικό τεμάχιο στις διάφορες πυκνότητες. Η λίπανση και ιδιαίτερα η οργανική, είχε καλύτερες επιδόσεις στα περισσότερα αγρονομικά χαρακτηριστικά.

Abstract

The Teff [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] is classified as major types of Ethiopian grain and occupies a large crop area. In crops search box that can respond to unpredictable weather conditions due to climate change, the teff because of its versatility in natural and agricultural conditions, appears to have a strong lead.

In the Farm of the Agricultural University of Athens in the Botanical Area, settled the experimental cultivation of teff. We studied the effect of sowing density (20cm, 40cm, 60cm, distances between lines) and the effect of fertilization (inorganic fertilization ammonium nitrate, organic compost fertilization). Sowing in the experimental field was held on 04.21.2015.

The characteristics studied were: plant height, length of main panicle, number of branches in Panicle, number of grains per Panicle, number of plants at the tillering, number of leaves per stem, weight of 1000 seeds, seed yield, fresh weight per stem, dry weight per stem.

The results show that the range of seeding densities studied, no significant effect on the agronomic characteristics and performance of teff cultivation. However, it was observed that with increasing seeding density dramatically reduces the yield of seed per line (due to intense competition). This loss is compensated by the higher number of lines (and thus the plants) per experimental piece, so that in total there is no statistically significant difference in output per experimental unit at various concentrations. Fertilizing and especially the organic, performed better in most agronomic characteristics.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

“Where farming communities have been able to maintain their traditional varieties, they are already using them to cope with the impacts of climate change.”

(“Οι αγροτικές κοινότητες που έχουν τη δυνατότητα να διατηρούν τις παραδοσιακές ποικιλίες τους, τις χρησιμοποιούν ήδη για να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.”)

Krystyna Swiderska, (2012)

Το 1944 ο Norman Borlaug -πατέρας της Πράσινης Επανάστασης- εντυπωσιασμένος από το κοντό σιτάρι, διασταυρώνει τους σπόρους με τις καλύτερες Μεξικάνικες ποικιλίες και καταφέρνει να αναπτύξει νέες ποικιλίες σιταριού υψηλών αποδόσεων, ανθεκτικές στις ασθένειες. Η καλλιέργεια των νέων αυτών ποικιλιών με τη χρήση νέων πρακτικών που πρόσφερε η τεχνολογία, ονομάστηκε Πράσινη Επανάσταση. Συνδυάζοντας τις νέες ποικιλίες με την εκμηχάνιση της γεωργίας το Μεξικό κατόρθωσε να πετύχει αυτάρκεια στο σιτάρι και να γίνει εξαγωγέας σίτου από το 1960. Το 1970 οι αποδόσεις σιταριού ήταν έξι φορές μεγαλύτερες από εκείνες το 1950 (FAO. 1970. *Provisional indicative world plan for agricultural development*. Rome). Πριν τη χρησιμοποίηση αυτών των ποικιλιών το Μεξικό εισήγαγε τη μισή ποσότητα σιταριού από αυτή που χρειάζονταν για να καλύψει τις ανάγκες του. Η καλλιέργεια υψηλοαποδοτικών καλλιεργειών έγινε και για άλλα φυτά. Οι αποδόσεις του ρυζιού, του σιταριού και του αραβόσιτου στις αναπτυσσόμενες χώρες αυξήθηκαν από 100% έως 200% από το τέλος του 1960. Το 1965 η Ινδία και το Πακιστάν στα πρόθυρα της εκτεταμένης πείνας, ξεκίνησαν την καλλιέργεια των νέων αυτών ποικιλιών σιταριού. Κατά την διάρκεια των επόμενων τριάντα ετών οι αποδόσεις σιταριού στην Ινδία τριπλασιάστηκαν. Το ίδιο συνέβη και με τα στελέχη ρυζιού υψηλών αποδόσεων που είχαν αναπτυχθεί στις Φιλιππίνες (FAO, *World agriculture towards 2015/2030*).

Το γονίδιο της Πράσινης Επανάστασης προκάλεσε την εντυπωσιακή αύξηση των συγκομιδών σιταριού και ρυζιού στην Ασία και στην Λατινική Αμερική όχι όμως στην Αφρική. Το κλίμα εκεί είχε σημαντικές διαφοροποιήσεις και τα εδάφη ήταν πολύ υποβαθμισμένα. (Alexandratos, N. (ed.) 1988. *World agriculture towards 2000, an FAO study*. London: Belhaven Press, and New York, USA: New York University Press). Οι πρακτικές της Πράσινης Επανάστασης ήταν εστιασμένες στην αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών. Μέσω της γενετικής μηχανικής και της επιλογής δημιουργήθηκαν βελτιωμένες ποικιλίες που εκμεταλλεύονταν καλύτερα τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα, το νερό που τους παρέχονταν με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση. Η πρώτη Πράσινη Επανάσταση είχε αρνητικά σημεία :

- Ήταν προσανατολισμένη σε τρεις καλλιέργειες δημητριακών (σιτάρι, καλαμπόκι, ρύζι) τα οποία ήταν επιδεκτικά για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Από τα 27.000 είδη ανώτερων φυτών, περίπου 7.000 χρησιμοποιούνται στη γεωργία, αλλά μόνο 30 καλλιέργειες, εκτιμάται ότι καλύπτουν το 90% των διατροφικών απαιτήσεων σε ενέργεια του παγκόσμιου πληθυσμού.
- Ήταν προσαρμοσμένη μόνο σε γόνιμα, αρδευόμενα εδάφη, ενώ παραμελήθηκαν τα ξηρικά εδάφη
- Στηρίχθηκε στους αγρότες που μπορούσαν να επωμιστούν τις απαιτούμενες εισροές, ενώ έγιναν ελάχιστα για τους φτωχούς μικροκαλλιεργητές με ανεπαρκή κεφάλαια ή πρόσβαση στις πιστώσεις.
- Αγνοήθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως είναι η ρύπανση των υδάτων και του εδάφους με νιτρικά και φυτοφάρμακα. Η γεωργία ευθύνεται για το 44% των ανθρωπογενών εκπομπών μεθανίου και περίπου το 70 % των νιτρώδη αέρια αζώτου, κυρίως από τη μετατροπή της νέας γης για τη γεωργία και τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων. Το 20% των εκπομπών CO₂ κατά τη δεκαετία του 1990 προήλθε από τις αλλαγές στη χρήση γης, (FAO, *World agriculture towards 2015/2030*).

Σύμφωνα με τους ερευνητές από την Κένυα, το Περού, τον Παναμά, την Ινδία και την Κίνα - οι οποίοι συνεργάζονται με το Διεθνές Ινστιτούτο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (IIED)- οι σπόροι των παραδοσιακών ποικιλιών είναι ανθεκτικοί στην ξηρασία και στα παράσιτα, αντίθετα με τις βελτιωμένες ποικιλίες. Τα σπέρματα των βελτιωμένων ποικιλιών έχουν μικρότερη γενετική ποικιλότητα και χρειάζονται περισσότερες εισροές, όπως είναι λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά αλλά και περισσότερους φυσικούς πόρους, όπως είναι η γη και το νερό. Οι ίδιοι ερευνητές εκφράζουν φόβους ότι η ποικιλότητα των παραδοσιακών σπόρων μειώνεται με γρήγορους ρυθμούς και αυτό σημαίνει ότι πολύτιμα χαρακτηριστικά, όπως είναι η αντοχή στην ξηρασία και η αντίσταση στα παράσιτα μπορεί να χαθεί για πάντα. Το 80% της παγκόσμιας βιοποικιλότητας βρίσκεται στο έδαφος στους αυτόχθονες πληθυσμούς. Οι αγρότες της Αφρικής έχουν προειδοποιηθεί να μην εγκαταλείπουν τις παραδοσιακές ποικιλίες σπόρων, επειδή είναι πιο αποδοτικές και είναι ζωτικής σημασίας για την προσαρμογή στις αλλαγές του κλίματος (Ethiopian ATA, program update July 2012/Vol.1/No2). Τέτοιες ποικιλίες είναι και εκείνες του είδους *Eragrostis teff*. Το teff, [*Eragrostis teff* (Zucc.) Trotter], ανήκει στις ανεκμετάλλευτες καλλιέργειες -γι' αυτό ονομάζεται ορφανή ή ήσσοнос σημασία καλλιέργεια- και στην παρούσα μελέτη διερευνάται η δυνατότητα εγκατάστασης του στην Ελλάδα.

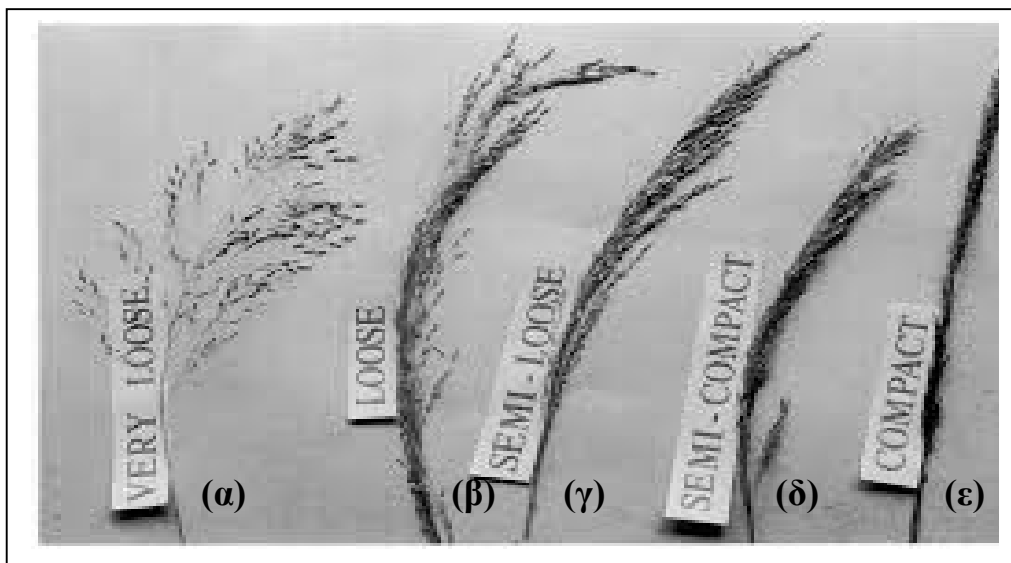
1.1 Teff, Ονομασία ειδών και ταξινόμηση

Το teff, *Eragrostis teff* (Zucc.) Trotter ανήκει στην Οικογένεια Poaceae, υποοικογένεια Eragrostioideae, φυλή Eragrostae, και γένος *Eragrostis*. Το γένος περιλαμβάνει περίπου 300 είδη (Costanza 1974). Αποδεκτά συνώνυμα του *Eragrostis teff* (Zucc.) Trotter, είναι τα *E. pilosa* (L.) P. Beauv sub-sp. *abyssinica* (Jacq.) Aschers et Garebn., *E. abyssinica* (Jacq.) Link, *Cynodon abyssinicus* (Jacq.) Rasp, *Poa cerealis* Salisb, *P. abyssinica* Jacquin, *P. tef* Zuccagni. Η κοινή ονομασία της καλλιέργειας στην Αιθιοπία είναι *Teff*. Μια άλλη ιδιοματική ονομασία της καλλιέργειας είναι *Tafi* στην Oromigna, άλλη κύρια διάλεκτος του

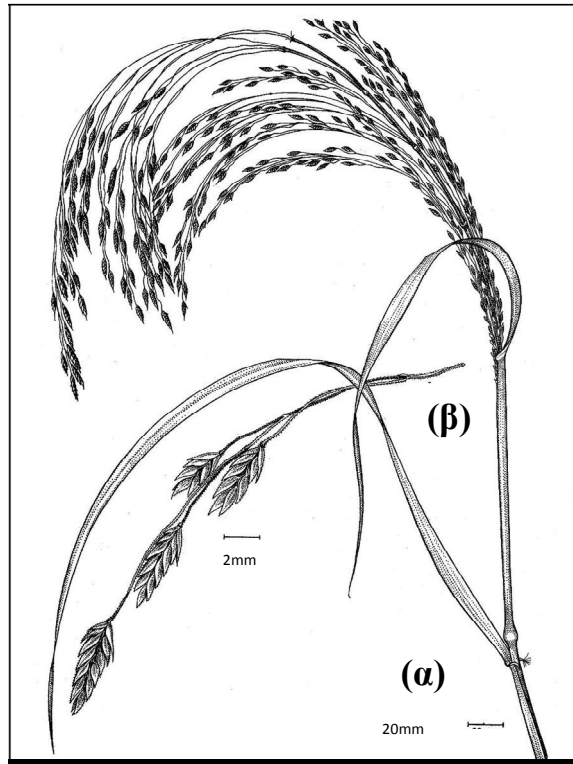
λαού της Αιθιοπίας και *Taf* στην Tigrigna, η οποία είναι μια άλλη διάλεκτος του λαού της Αιθιοπίας (Seyfu, K. 1997).

1.2 Περιγραφή της καλλιέργειας

Το teff, ανήκει στα C₄ αυτογονιμοποιούμενα, σταυρογονιμοποιούμενα ετήσια δημητριακά. Έχει ινώδες ριζικό σύστημα με ως επί το πλείστον όρθια στελέχη, παρότι μερικές ποικιλίες κάμπτονται ή είναι κυρτού τύπου. Ο κολεός είναι μαλακός, λείος, ανοιχτός και σαφώς μικρότερος από τα μεσογονάτια. Η γλωσσίδα είναι πολύ μικρή και κροσσωτή ενώ το έλασμα του είναι λεπτό, στενό σχεδόν γραμμικό με επιμήκη έντονα άκρα. Η ταξιανθία είναι φόβη που παρουσιάζει διαφορετικές μορφές – από πολύ χαλαρή, χαλαρή, ημιχαλαρή, ημισυμπαγής, συμπαγής. Οι τύποι από ημισυμπαγείς έως συμπαγείς μοιάζουν με ακίδα. (Εικόνα 1.2.1, 1.2.2) (Seyfu, K. 1997) .

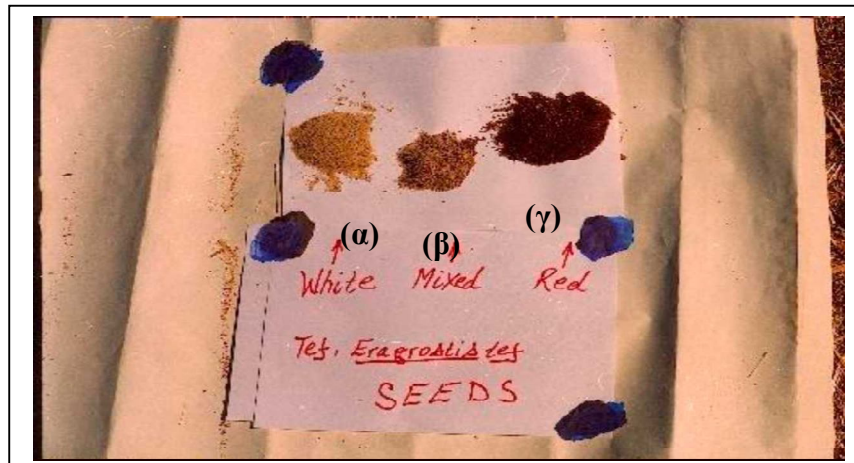


Εικόνα 1.2.1: Τύποι φόβης α) πολύ χαλαρή β) ημιχαλαρή γ) ημισυμπαγής δ) συμπαγής



Εικόνα 1.2.2: *Eragrostis teff* (Zucc) Trotter , α) ταξιανθία β) στέλεχος τη φόβης με άνθη (σχέδιο R.Kilian στο μωτέλ Schultze to 1986

Κάθε σταχύδιο φέρει 2-12 ανθύλλια. Κάθε ανθύλλιο έχει εσωτερικό βράκτιο, εξωτερικό βράκτιο, τρεις στήμονες μια ωοθήκη και συνήθως δύο ή σε εξαιρετικές περιπτώσεις τρία χνουδωτά στίγματα. (Seyfu, 1997). Η καρύωση έχει μήκος 1,0– 1,7 mm μήκος και 0.7-1.0 mm πλάτος (Bedane, et al., 2015) η οποία είναι πολύ μικρή και το χρώμα της ποικίλει από λευκό σε σκούρο καφέ (Tadesse 1975), (Εικόνα 1.2.3).



Εικόνα 1.2.3: Σπόροι teff α) λευκοί β) ανάμεικτοι γ) κόκκινοι(καφέ)

Το teff είναι τετραπλοειδές φυτό με αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=4x=40$ (Assefa, 1976) . Ο βασικός αριθμός χρωμοσωμάτων του γένους *Eragrostis* είναι $x=10$. Αυτό βασίζεται σε μια γενετική μελέτη που κατέληξε σε δισομικά μοτίβα κληρονομικότητας για διαφορετικούς χαρακτήρες του teff (Tareke 1981) και τα υποστηρικτικά κυτταρολογικά αποδεικτικά στοιχεία που έδειξαν την κανονικότητα της μείωσης στις καθαρές σειρές και τα ενδοειδικά υβρίδια όπου σχηματίζονται 20 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων στη μετάφαση I (Tavassoli 1986). Μια μελέτη στον καρύτυπο που έγινε σε 15 είδη *Eragrostis* αποδείχθηκε ότι το χρωμόσωμα του teff είναι πολύ μικρό ακόμη και από το πρότυπο του γένους. Όταν παρατηρήθηκαν δύο αξιολογήσεις του teff οι μετρήσεις του μεγαλύτερου χρωμοσώματος ήταν 1.6-2.9 μm και του μικρότερου ήταν 0,8-1,1 μm . Η διακύμανση σε κάθε μέτρηση αποδόθηκε σε διαφορές στην συμπύκνωση (Tavassoli 1986).

Οι Melak Hail και Guard (1966) μελέτησαν την ανάπτυξη του εμβρυόσακου και του εμβρύου στο teff. Ανέφεραν ότι η ανάπτυξη του θηλυκού γαμετόφυτου ήταν φυσιολογική και του μονοσπορικού τύπου κοινή με τα περισσότερα αγγειόσπερμα. Οι τρεις αντίποδες χωρίζουν αρκετές φορές όπως συνηθίζεται στα αγραστώδη. Μελέτη πολλών ωαρίων πριν και μετά τη γονιμοποίηση έδειξαν απουσία οποιουδήποτε απομικτικού τύπου εμβρυοσχηματισμού. Η γονιμοποίηση βρέθηκε ότι συμβαίνει στο βασικό ανθύλλιο του σταχυδίου όταν αυτό το ανθύλλιο ήταν στη βάση του λογχοειδούς φύλλου σημαίας. Η ωρίμανση των λουλουδιών είναι βασιπέταλη στη φόβη και σε κάθε κλάδο ενώ είναι ακροπέταλη στη βάση του σταχυδίου.

Τα άνθη του teff είναι ερμαφρόδιτα με τους στήμονες και τους ύπερους να βρίσκονται στο ίδιο ανθύλλιο. Τα ανθύλλια σε κάθε σταχύδιο αποτελούνται από τρεις ανθήρες δύο στίγματα και δύο λέπυρα που βοηθούν στο άνοιγμα του λουλουδιού. Το teff είναι αυτογονιμοποιούμενο ή σταυρογονιμοποιούμενο φυτό. Ο βαθμός ετερογαμίας στο tef είναι πολύ χαμηλός 0,2-1.0% (Kemal Ali, 1996, pers. comm.).

1.3 Καταγωγή και κέντρο ποικιλότητας

Το teff είναι ενδημικό της Αιθιοπίας και η μεγαλύτερη διασπορά του βρίσκεται στη χώρα αυτή και όπως με πολλές άλλες καλλιέργειες η ακριβής ημερομηνία και τοποθεσία εξημέρωσης του teff είναι άγνωστη. Ωστόσο, πρόκειται αναμφίβολα για μία αρχέγονη καλλιέργεια στην Αιθιοπία όπου η εξημέρωση έγινε πριν την γέννηση του Χριστού. (Seyfu, 1997).

Σύμφωνα με την Ponti (1978) το teff εισήχθη στην Αιθιοπία πολύ πριν την Σημητική εισβολή το 1000 με 4000 π.Χ. Πιθανόν καλλιεργούνταν στην Αιθιοπία πριν την αρχαία εισαγωγή του δίκοκκου σιταριού και του κριθαριού. Σύμφωνα με τον Tadesse (1975) σπόροι του teff βρέθηκαν από τον Unger (1866) στην πυραμίδα του Dashur (3.359 π.Χ.) και στην αρχαία Εβραϊκή πόλη του Ραμσή στην Αίγυπτο (περίπου το 1.300 π.Χ.) όπου επρόκειτο μάλλον για το *Eragrostis aegyptiaca* ή το *Eragrostis pilosa* και κατά συνέπεια δεν αποτελεί μια καλή απόδειξη για την καλλιέργεια του teff στην αρχαία Αίγυπτο. (Seyfu, 1997).

Σύμφωνα με τους Costanza (1974), Haudricourt (1941) πρότειναν ότι η λέξη teff θα μπορούσε να έχει προέλθει από το σημητικό thaf που εφαρμόζεται στην Υεμένη ως ένα άγριο συγκομιζόμενο σιτηρό. Ωστόσο, σύμφωνα με την ίδια πηγή, Porteres (1958) "ορισμοί που δίδονται για το «thaf» σε ένα αραβικό λεξικό: «Thaf» είναι ένα φυτό που φυτρώνει στην Υεμένη, του οποίου οι σπόροι μοιάζουν εκείνους της κόκκινης μουστάρδας που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια του λιμού. Ένα ψωμί φτιαγμένο από άλευρο Dougra. Μεταξύ άλλων ο Porteres κατέληξε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η λέξη teff δεν φαίνεται να έχει εισαχθεί στο Αβυσσινιακό οροπέδιο από τους Σημίτες που είχαν ήδη χρησιμοποιήσει το υποτιθέμενο παράγωγο thaf. Αντ' αυτού, το teff μπορεί να έχει Αίγυπτο-Κουσιτική βάση. Όπως τα δημητριακά, το όνομα ελάχιστα εξαπλώθηκε πέρα από τη βορειοανατολική Αφρική, το μόνο κέντρο που είναι γνωστό για την συγκεκριμένη καλλιέργεια.

- Οι Σημίτες της Αβυσσινίας πιθανότατα δανείστηκαν το όνομα από τους πληθυσμούς στο οροπέδιο οι οποίοι καλλιεργούσαν ήδη teff, όταν έγινε η εισβολή. Αν οι Σημίτες είχαν ξεκινήσει την καλλιέργεια teff, θα περίμενε κανείς να βρει αποδείξεις για την καλλιέργειά του στην κεντρική Ασία.
- Καμία λέξη στις γλώσσες της Ινδίας, ή στις Αραβικές γλώσσες ή στην περιοχή της Μεσοποταμίας, δεν μοιάζει με το teff στον ήχο

Εντός του γένους *Eragrostis* το 43% των ειδών φαίνεται να έχει τις ρίζες της στην Αφρική, το 18% στη Νότια Αμερική, 12% στην Ασία, 10% στην Αυστραλία, 9% στην Κεντρική Αμερική, 6% στη Βόρεια Αμερική και 2% στην Ευρώπη (Costanza, 1974). Από τα 54 είδη που περιλαμβάνονται στο *Eragrostis* στην Αιθιοπία, το 14 (ή 26%) είναι ενδημικά (Cufodontis, 1974). Το γεγονός ότι αρκετά ενδημικά και μη ενδημικά είδη του *Eragrostis*, μερικά από τα οποία θεωρούνται τα άγριοι συγγενείς του teff, βρίσκονται στην Αιθιοπία και εκτός από το γεγονός ότι γενετική ποικιλότητα για το teff δεν υπάρχει πουθενά στον κόσμο εκτός από την Αιθιοπία, υποδηλώνει ότι το teff προήλθε και εξημερώθηκε στην Αιθιοπία. Ο Vavilon (1951) εντόπισε την Αιθιοπία ως το κέντρο προέλευσης και ποικιλομορφίας του teff. (Seyfu, 1997). Σε μια μελέτη για τον εντοπισμό της προέλευσης και της εξημέρωσης του teff και την αναγνώριση των ειδών που σχετίζονται με αυτό, η Ponti (1978) ανέφερε ότι η αισθητή διαφορά μεταξύ του teff και των συναφών ειδών είναι η πλήρης απουσία των αδένων στα καλλιεργούμενα είδη. Οι πρόγονοι του teff δηλώνει, είναι ως εκ τούτου πιθανό να είναι αδενώδη φυτά και η σημερινή κατανομή των αδενωδών εκπροσώπων των συγγενικών ειδών μπορεί να παράσχει αποδεικτικά στοιχεία για την αρχική περιοχή εξημέρωσης του teff. Με βάση αυτή την υπόθεση η Ponti διεξήγαγε μια έρευνα για τις συλλογές των *E. pilosa*, *E. aethiopica*, *E. cilianensis*, *E. minor* και *E. Barrelieri*, στη συλλογή ξηρών βοτάνων στους Βασιλικούς Βοτανικούς Κήπους στο Kew, για να εξακριβώσει την κατανομή των αδενωδών φυτών αυτών των taxa στην Αφρική, την Ασία και στην Ευρώπη και έφτιαξε χάρτες για να δείξει την γεωγραφική κατανομή των αδένων σε αυτά τα είδη. Κατέληξε στο εξής συμπέρασμα: « συνδυάζοντας τα γεωγραφικά δεδομένα που ελήφθησαν από όλα τα είδη που εξετάστηκαν ίσως υπάρχει μια συγκέντρωση των αδενωδών

τύπων στην Αφρική κυρίως στα βόρειο ανατολικά (Σουδάν, Αίγυπτος, Αιθιοπία, Ουγκάντα, Κένυα). Εκτός από το *E. pilosa*, όπου οι αδενώδεις μορφές είναι ευρέως διαδεδομένες, οι αδενώδεις εκπρόσωποι των διαφορετικά αδενωδών ειδών είναι σπάνιοι εκτός Αφρικής. Φαίνεται πιθανό, ως εκ τούτου, ότι το teff εξημερώθηκε στη βορειοανατολική Αφρική από τέτοια φυτά». (Seyfu, 1997).

1.4 Προέλευση

Το teff είναι τετραπλοειδές (Ayele, et al., 1996) και προέρχεται από δύο διπλοειδείς προγόνους (Jones, et al., 1978). Προς το παρόν, οι ακριβείς διπλοειδείς πρόγονοι του teff είναι άγνωστοι. Παρ' όλα αυτά, με βάση τα μορφολογικά δεδομένα τα παρακάτω είδη έχουν αναγνωριστεί, από διάφορους ερευνητές, ως πρόγονοι και συνεισφέροντες στην καταγωγή του teff ή ως είδη που συνδέονται στενά με το teff (Seyfu, 1997). :

- Είδη που προτείνονται ως πρόγονοι του teff (Costanza 1974) είναι: *Eragrostis pilosa*, *E. macilentata*, *E. aethiopyca*, *E. pseudo tef*, *E. longifolia* και *E. atrovirens*.
- Είδη που προτείνονται ως συνεισφέροντα στην προέλευση του teff (Endeshaw 1978) είναι: *E. pilosa*, *E. curvula*, *E. aethiopyca*, *E. cilianensis*, *E. mexicana* and *E. bicolor*.
- Είδη που προτείνονται ως πολύ στενά συνδεδεμένα με το teff (Ponti 1978) είναι: *E. pilosa* και *E. Aethiopyca*, *E. mexicana*, *E. cilianensis*, *E. minor* και *E. Barrelieri* αρκετά συναφή, ενώ το *E. macilentata* και *E. aegyptica* υπάρχουν υπόνοιες ότι είναι αρκετά κοντά αλλά χρειάζεται περαιτέρω έρευνα. Μεταξύ των πολυετών φυτών τα *E. rapposa*, *E. heteromera* και *E. Bicolor*, είναι πιο στενά συνδεδεμένα με το tef απ' ότι άλλα.
- Είδος που προτείνονται ως στενά συνδεδεμένα με το teff βάση κυτταρολογικών αποδείξεων (Tavassoli 1986) είναι: *E. aethiopyca* 2x, *E. pilosa* 2x, *E. mexicana* 6x, *E. barrelieri* 6x, *E. minor* 2x, 4x και *E. cilianensis* 2x, 4x, 6x.

1.5 Γεωγραφική κατανομή

Οι περισσότεροι Αιθίοπες γεωργοί χρησιμοποιούν αβελτίωτες ποικιλίες του teff οι οποίες είναι διανεμημένες σε όλη τη χώρα. Οι τοπικές ποικιλίες όπως είναι: Gea-Lamie, Dabi, Shewa-Gimira, Beten και Bunign, οι οποίες είναι πρώιμες ποικιλίες (<85 ημερών) χρησιμοποιούνται ευρέως σε περιοχές μικρή καλλιεργητική περίοδο λόγω του χαμηλού στρες υγρασίας ή των χαμηλών θερμοκρασιών. Οι ίδιες ποικιλίες χρησιμοποιούνται επίσης σε περιοχές με επαρκή βροχόπτωση και εκεί όπου εφαρμόζεται η πρακτική της διπλής καλλιέργειας. Στις πολύ παραγωγικές και στις μεγάλες περιοχές καλλιέργειας teff, όπως είναι: Gojam και Shewa και σε άλλες περιοχές όπου το περιβαλλοντικό στρες δεν είναι δριμύ χρησιμοποιούνται οι τοπικές ποικιλίες, όπως είναι η Alba, Ada και η Epatit. Σύγχρονες ποικιλίες χρησιμοποιούνται σε πολλές περιοχές αλλά σε πολύ μικρές εκτάσεις σε κάθε περιοχή. Στις περιοχές της Gojam και Shewa, οι οποίες βρίσκονται στα κεντρικά υψίπεδα της Αιθιοπίας, χρησιμοποιούνται τόσο σύγχρονες ποικιλίες όσο και παραδοσιακές αβελτίωτες ποικιλίες και τοπικές ποικιλίες. Οι πιο ευρέως διαδεδομένες σύγχρονες ποικιλίες σε αυτές τις περιοχές είναι (Seyfu, 1997):

- DZ-01-354, έχει πολύ ευρεία προσαρμογή, χρώμα σπόρου κρεμ-λευκό και υψηλή απόδοση σε καρπό
- DZ-01-196, δεν έχει τόσο ευρεία προσαρμογή και υψηλή απόδοση όπως η DZ-01-354, αλλά είναι πολύ δημοφιλής στους αγρότες εξαιτίας του πολύ λευκού χρώματος σπόρου το οποίο προκαλεί υψηλότερη τιμή στην αγορά για την ποιότητα του σιτηρού στη χώρα
- DZ-01-787, έχει ειδική αντοχή στην προσαρμογή, έχει κρεμ-λευκό χρώμα σπόρου, καλύτερη αντοχή στη σκωρίαση και υψηλή απόδοση σε καρπό
- DZ-Cross-37, έχει ευρεία προσαρμογή, κρεμ-λευκό χρώμα σπόρου, μέση ωριμότητας (<90 ημέρες) και είναι κατάλληλη για περιοχές που έχουν μικρή καλλιεργητική περίοδο. Στην περιοχή της Welo, Tigray, σε πολλές περιοχές του τεκτονικού ρήγματος και άλλες περιοχές που υποφέρουν από χαμηλό στρες υγρασίας, χρησιμοποιείται η ποικιλία αυτή.

Το teff έχει εισαχθεί σε διάφορα μέρη του κόσμου μέσω διάφορων ιδρυμάτων και ιδιωτών. Οι Βασιλικοί Βοτανικοί Κήποι Kew, εισήγαγαν σπόρο από την Αιθιοπία το 1866 και τον διένειμαν στην Ινδία, την Αυστραλία, τις ΗΠΑ και την Νότια Αφρική. Σύμφωνα με τον Tadesse (1975), ο Burt Davy το 1916 εισήγαγε το teff σε Καλιφόρνια (ΗΠΑ), Malawi, Zaire, India, Sri Lanka, Australia, New Zealand and Argentina. Ο Skyes το 1911 εισήγαγε το teff στην Ζιμπάμπουε, τη Μοζαμβίκη, την Κένυα, την Ουγκάντα, την Τανζανία, και ο Horwitz το 1940 στην Παλαιστίνη.

1.6 Διατροφική αξία

Η σύνθεση του teff είναι παρόμοια με το κεχρί αν και το teff περιέχει γενικά υψηλότερες ποσότητες των βασικών αμινοξέων, συμπεριλαμβανομένης της λυσίνης που είναι το πιο περιοριστικό αμινοξύ (Jansen et al. 1962). Η σύνθεση των αμινοξέων του teff είναι εξαιρετική. (Πίνακας 1.6.1). Η κλασματική σύνθεση της πρωτεΐνης συνιστά ότι οι γλουτελίνες και οι αλβουμίνες ήταν τα κύρια πρωτεϊνούχα συστατικά αποθήκευσης και η σειρά τους στην κλασματική σημασία ήταν: γλουτελίνες 44.55% > αλβουμίνες 36.6% > προλαμίνη 11.8% > γλοβουλίνη 6.7% (Mulugeta 1978). Στο σπόρο του teff η κατανομή της πρωτεΐνης, το ποσοστό της τέφρας και ανόργανων στοιχείων είναι υψηλότερα στο περικάρπιο απ' ό,τι στο ενδοσπέρμιο (Mulugeta 1978).

Σύμφωνα με την Melak Hail (1966), σε σύγκριση με τα άλλα δημητριακά το teff φέρεται να έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε σίδηρο. Αλλά ο Abraham et al. (1980) διαφώνησε με τα συμπεράσματα της Melak Hail's (1966) και ανέφερε ότι το περιεχόμενο του σιδήρου στο teff δεν είναι περισσότερο από εκείνο στα άλλα δημητριακά. Ωστόσο, επιβεβαίωσαν ότι το teff έχει σχετικά υψηλό περιεχόμενο σιδήρου λόγω των προσμίξεων που κορυφώνονται κατά τη διάρκεια του αλωνισμού στο έδαφος. Σύμφωνα με Tadesse (1969), Molineaux και Biru (1965) ανέφεραν ότι οι μη καταναλωτές teff έχουν χαμηλότερο επίπεδο αιμοσφαιρίνης και η σιδηροπενική αναιμία αναπτύσσεται σε μη καταναλωτές teff εάν είναι μολυσμένοι από τον παρασιτικό νηματώδη σκώληκα -*Ancylostoma duodenale*-

του εντέρου. Από την άλλη πλευρά, εφόσον οι καταναλωτές teff έχουν υψηλότερα επίπεδα αιμοσφαιρίνης στο αίμα τους δεν υποφέρουν από σιδηροπενική αναιμία ακόμα και αν εάν έχουν προσβληθεί. Επιπλέον, σύμφωνα με την ίδια μελέτη, η ελονοσία συχνά απαντάται στις ομάδες με χαμηλότερα επίπεδα αιμοσφαιρίνης. Επιπλέον, η κατανάλωση teff αναφέρεται ότι προλαμβάνει την αναιμία που σχετίζεται με την εγκυμοσύνη (Tareke Berhe, 1976, pers. comm.). Το teff περιέχει περισσότερο ασβέστιο, χαλκό, ψευδάργυρο, αλουμίνιο και βάριο από το χειμερινό σιτάρι, το κριθάρι και το σόργο (Melak Hail, 1966).

Πίνακας 1.6.1: Θρεπτική σύνθεση των σπόρων teff σε σχέση με άλλα δημητριακά (100g) Weich, 2005 Baye, 2014)

Θρεπτική Σύνθεση	Teff	Αραβόσιτος	Σιτάρι	Ρύζι	Σόργο
Ενέργεια (kcal)	357	375	359	357	370
Άμυλο (%)	73	72	71	64	63
Βασικά αμινοξέα (g)					
Ιστιδίνη	3,2	2,6	2,3	2,4	0,4
Ισολευκίνη	4,1	3,6	3,7	4,5	0,7
Λευκίνη	8,5	11,1	7,0	8,2	2,1
Λυσίνη	3,7	2,3	2,1	2,6	0,3
Μεθιονίνη	4,1	1,6	1,5	2,7	0,3
Φαινυλαμίνη	5,7	4,4	4,9	5,5	0,9
Θρεονίνη	4,3	3,3	2,7	3,7	0,5
Τρυπτοφάνη	1,3	0,7	1,1	1,2	0,2
Βαλίνη	5,5	4,0	4,1	6,0	0,8
Ακατέργαστες ίνες	3,0	2,3	2,0	0,8	0,6
Ασβέστιο	17-124	16	15-40	23	5,0-5,8
Σίδηρος (mg)	9,5-37,7	3,6-4,8	3,7	1,5	3,5-4,1
Τέφρα (%)	2,8	1,4	1,6	1,4	1,6

1.7 Χρήσεις



Εικόνα 1.7.1: Ψήσιμο του *Injera* στην ειδική συσκευή mitad

Στην Αιθιοπία το teff αποτελεί παραδοσιακή καλλιέργεια δημητριακών. Ο καρπός αλέθεται σε αλεύρι το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή μιας δημοφιλούς τηγανίτας - ένα τοπικό ψωμί- που ονομάζεται *Injera* (Εικ.1.7.1). Άλλοι σπόροι, όπως είναι το σιτάρι, το καλαμπόκι, το σόργο, ή ένα μίγμα αυτών, μπορεί να χρησιμοποιηθούν επίσης, για την κατασκευή *Injera*. Ωστόσο, η χρήση αποκλειστικά του αλεύρου του teff προτιμάται περισσότερο. Το *Injera* που παρασκευάζεται από σπόρο teff έχει καλύτερη οσμή, γεύση, υφή και διατηρείται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Ακόμη, το *Injera* που κατασκευάζεται από teff παραδοσιακά καταναλώνεται με *wot*, μια σάλτσα από κρέας ή αλεσμένα όσπρια, όπως είναι φακές, φασόλια φάβα, μπιζέλια, κουκιά και ρεβίθια. Αυτό δείχνει, ότι ο παραδοσιακός τρόπος κατανάλωσης του teff με *wot*, είναι σοφός, δεδομένου ότι η *wot* συμπληρώνει τη λυσίνη στο teff και παρέχει μια πιο ισορροπημένη διατροφή, (Alemayehu, A. 1990).

Ο Tadesse (1969) και Beyene (1965) πρότειναν ότι οι σπόροι του *Trigonella foenumgraecum* που είναι πλούσιοι σε πρωτεΐνη, είναι ένα καλό συμπλήρωμα αν χρησιμοποιηθεί με το teff. Σε ορισμένες περιοχές της Αιθιοπίας, π.χ. Welo, οι νοικοκυρές ετοιμάζουν συνήθως *Injera* με την προσθήκη λίγης ποσότητας *Trigonella foenumgraecum* στο teff, για τη βελτίωση της ποιότητα ψησίματος του. Έτσι, το *Injera* γίνεται πιο μαλακό και έχει μια γυαλιστερή εμφάνιση. Οι σπόροι του teff δίνουν υψηλότερες αποδόσεις τόσο σε άλευρο - 99% σε σύγκριση με 60-80% που δίνουν οι σπόροι σιταριού (Ciferri και Bakdrati, 1939). - όσο και σε ψημένο *Injera*. Το άλευρο του teff (Εικόνα 1.7.2), χρησιμοποιείται επίσης για την παρασκευή χυλού και για την παρασκευή μη αρτοποιήσιμου

ψωμιού που ονομάζεται *Kitta*. Ο σπόρος του teff χρησιμοποιείται ακόμη για την παρασκευή μια τοπικής μύρας που ονομάζεται *Tella*, *Fersso* και ένα περισσότερο αλκοολούχο παραδοσιακό λικέρ γνωστό ως *Arak'e* ή *Katikalla*. Στον δυτικό κόσμο και ιδιαίτερα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής το teff καταναλώνεται ως δημητριακό στο πρωινό, σε βιάφλες. Το teff είναι πολύ θρεπτικός δημητριακός καρπός. Έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο και ασβέστιο, αλλά στερείται γλουτένης, γεγονός που το καθιστά ακατάλληλο για την παραγωγή άρτου (Seyfu, 1997).



Εικόνα 1.7.2: Άλευρο teff

Το teff καλλιεργείται στην Αιθιοπία κυρίως ως δημητριακό και όχι ως κτηνοτροφικό φυτό. Ωστόσο, όταν αναπτυχθεί ως



Εικόνα 1.7.3: Άχυρο teff

σιτηρό, οι αγρότες εκτιμούν ιδιαίτερα το άχυρο του teff και αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται ως μία πολύ σημαντική πηγή διατροφής των ζώων, ειδικά κατά τη διάρκεια της ξηράς περιόδου. Οι αγρότες τροφοδοτούν με άχυρο teff (Εικόνα 1.7.3) κατά προτίμηση τις θηλάζουσες αγελάδες και βόδια εργασίας. Τα βοοειδή προτιμούν το

άχυρο teff από οποιοδήποτε άλλο σιτηρού και η τιμή του είναι υψηλότερη από ό, τι εκείνη των άλλων σιτηρών. Σύμφωνα με τους Lulseged and Jamal (1989), η ποσότητα και η ποιότητα των υπολειμμάτων από διάφορες καλλιέργειες δημητριακών ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τα καλλιεργούμενα είδη. Το σιτάρι και το κριθάρι δίνουν συνήθως υψηλές αποδόσεις σε άχυρο, αν και κατώτερης ποιότητας. Μεταξύ των σιτηρών, το άχυρο teff είναι σχετικά το καλύτερο και μπορεί να συγκριθεί με μια καλή φυσική βοσκή. Η ίδια πηγή ανέφερε, ότι η απόδοση των ζώων στη διατροφή με υπολείμματα είναι επίσης γνωστό ότι ποικίλλει ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας.

Σύμφωνα με τον Burt-Davy (1913), η αρχηγική σημασία του teff ως σανοδοτική καλλιέργεια βασίζεται στην γευστικότητά του την υψηλή θρεπτική αξία την

περιορισμένη αναλογία αλβουμίνης (για χόρτο σανού), την υψηλή απόδοση, την γρήγορη ανάπτυξη, την αντοχή στην ξηρασία και την ικανότητα να πνίγει τα ζιζάνια. Στη Νότια Αφρική το teff καλλιεργείται ως καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών. Σύμφωνα με τον Taddesse (1969), το teff παράγει περισσότερο από το διπλάσιο σανό από ότι το (*Eragrostis curvula*), παράγοντας κατά μέσο όρο 14,5 τόνους / εκτάριο πράσινο υλικό σε 3 μήνες. Αυτό δείχνει και πάλι ότι το teff έχει ένα μεγάλη πιθανότητα να χρησιμεύσει ως καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών. Ως εκ τούτου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διπλή ή πολλαπλή καλλιέργεια, δηλαδή τόσο για τον καρπό όσο και για το σανό.

1.8 Γενετικοί πόροι

Από μελέτες που έγιναν στο Ινστιτούτο Βιοποικιλότητας και Έρευνας της Αιθιοπίας, Seyfu, (1993) χαρακτηρίστηκαν 2.225 καθαρές σειρές teff, για δεκαπέντε μορφολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά. Όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν έδειξαν ευρύ μέγεθος διακύμανσης και παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αυτό αποσαφηνίζει την ύπαρξη μεγάλου πλούτου γενετικής ποικιλομορφίας στο teff η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα προγράμματα βελτίωσης της καλλιέργειας. Από τα 15 χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν μεγαλύτερη ποικιλότητα παρατηρήθηκε στο φύλλο σημαία, στην απόδοση καρπού ανά φυτό και στην απόδοση σε άχυρο ανά φυτό.

1.9 Οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις από την καλλιέργεια του teff στην Αιθιοπία

Το teff είναι βασικό δημητριακό στην Αιθιοπία. Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια έξι ετών (1992/93-1997/98) από την Κεντρική Στατιστική Αρχή της Αιθιοπίας, το teff καλλιεργείται περίπου σε 1,8 εκατομμύρια εκτάρια γης, καλύπτοντας το 29,4% του συνολικού μέσου όρου των σιτηρών. Σε βάθος χρόνου η έκτασή του έχει επεκταθεί και δείχνει μια αντίστοιχη αύξηση της τάξης του 2,8%, 33%, 13,9% και 3,5% από το 1993/94 έως το 1996/97, όταν συγκρίνεται με κάθε προηγούμενο έτος. Η μεγαλύτερη

αύξηση καταγράφηκε το 1996/97 (2,2 εκατομμύρια εκτάρια), μια ευνοϊκή χρονιά με ρεκόρ συγκομιδής στη χώρα. Μια μείωση της τάξης του 15% σημειώθηκε την περίοδο 1997/98 εξαιτίας της έλλειψης βροχοπτώσεων σε ορισμένες περιοχές κατά την κύρια περίοδο. Με μέσο όρο 1,6 εκατομμύρια τόνους παραγωγή καρπού το έτος, το teff αποτελεί περίπου το 23% (μετά το καλαμπόκι που ανέρχεται περίπου στο 29%) του ακαθάριστου ετήσιου παραγόμενου καρπού δημητριακών (EARO, 1999). Γενικά, η συνολική έκταση καλλιέργειας του teff αυξάνεται λόγω των πολλαπλών χρήσεών του. Σύμφωνα με τον (Minten et al., 2013) πάνω από 6 εκατομμύρια αγρότες καλλιεργούν teff ετησίως, σε 3 εκατομμύρια εκτάρια γης στην Αιθιοπία. Ο καρπός και το άχυρο, πετυχαίνουν υψηλή τιμή στην αγορά σε σχέση με άλλες καλλιέργειες δημητριακών. Επίσης, είναι μια καλλιέργεια που προσαρμόζεται άριστα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος της χώρας και θεωρείται χαμηλού κινδύνου για τους αγρότες. Σε ορισμένα περιβάλλοντα όπου οι αγρότες αντιμετωπίζουν πλήρη αποτυχία των καλλιεργειών, λόγω του στρες υγρασίας, το teff αποτελεί την επιλογή τους προκειμένου να αποκτήσουν κάποια συγκομιδή (EARO, 1999).

1.10 Οικολογικές Απαιτήσεις

Το teff προσαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία περιβαλλόντων και σήμερα καλλιεργείται κάτω από διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες. Μπορεί να καλλιεργηθεί από 800 έως 3200m υψόμετρο (Tefera, 2011), κάτω από διάφορα συστήματα βροχόπτωσης, θερμοκρασίας, εδάφους. Ωστόσο, σύμφωνα με την εμπειρία που έχει αποκτηθεί μέχρι στιγμής από τις εθνικές δοκιμές απόδοσης, σε διάφορα σημεία σε όλη τη χώρα, το teff παρουσιάζεται άριστο σε υψόμετρο 1800-2100m, ετήσια βροχόπτωση 750-850 mm, βροχόπτωση στην καλλιεργητική περίοδο 450-550mm και διακύμανση θερμοκρασίας 10°C-27°C. Ένα πολύ καλό αποτέλεσμα μπορεί επίσης να ληφθεί σε εύρος υψομέτρου 1700-2200 m και βροχόπτωση στην καλλιεργητική περίοδο 1700-2200 m (Seyfu, 1997).

Σύμφωνα με την εμπειρία από τη Debre Zeit, η οποία είναι μία από τις καλύτερες περιοχές παραγωγής teff, γνωστή για την παραγωγή του καλύτερου και υψηλής ποιότητας teff το οποίο ονομάζεται «Magna TEFF» (DZ-O1-196), καθώς και για το υψηλό επίπεδο παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας των διαφόρων ποικιλιών της καλλιέργειας, το teff υποφέρει λιγότερο από ασθένειες, παρέχει καλύτερη απόδοση σε καρπό και έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, ιδίως σε πρωτεΐνες όταν καλλιεργείται σε Vertisols παρά σε Andosols εδάφη. Ωστόσο, η ορθή διαχείριση των Vertisols απαιτεί διαφορετικές μεθόδους προετοιμασίας της σποροκλίνης για να ξεπεραστεί το πρόβλημα της κακής εγκατάστασης που συναντάται εξαιτίας της κρούστας και του ραγίσματος του εδάφους κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων με χαμηλό στρες υγρασίας ή λόγω του υπερβολικού νερού κατά τη διάρκεια πολύ υγρών καλλιεργητικών περιόδων. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να αρθεί εν μέρει με τη χρήση καλύτερων πρακτικών, όπως είναι η προετοιμασία της σποροκλίνης κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου και κάνοντας αυλάκια αποστράγγισης κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου, καθώς και άλλες καλλιεργητικές πρακτικές, όπως είναι ο καθορισμός ημερομηνιών σποράς (Seyfu, K. 1997).

Το teff είναι ευαίσθητο στο μήκος της ημέρας, καθώς η βλάστηση και η ανθοφορία βρέθηκαν να επηρεάζονται, όταν φυτά των ίδιων γραμμών που αναπτύσσονται στην Αιθιοπία αναπτύσσονταν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του χειμώνα στην Αγγλία (Seyfu 1983). Τα φυτά είχαν καλύτερες επιδόσεις στην Αιθιοπία όπου υπάρχει φως ημέρας για περίπου 12 ώρες. Όταν οι ίδιες ποικιλίες αναπτύχθηκαν στην Αγγλία σε θερμαινόμενα θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, κάτω από συνθήκες μικρής ημέρας (περίπου 8 ώρες), το ύψος τους ήταν πολύ μικρό, περίπου το μισό από το αντίστοιχο στην Αιθιοπία. Η ανθοφορία επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό: τα λουλούδια παρέμειναν ανοικτά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, οι περισσότεροι από τους ανθήρες δεν παρήγαγαν ποτέ κόκκους γύρης, η παραγωγή σπόρου ήταν εξαιρετικά χαμηλή, ίσως εξαιτίας της αρρενοστεριότητας σε πολλά άνθη. Το βλαστικό στάδιο επιμηκύνθηκε και

χρειάστηκαν πάνω από 6 μήνες έως την ωρίμανση. Ο αριθμός των ανθέων ανά σταχύδιο μειώθηκε σημαντικά. Τα καλοκαιρινά φυτά που μεγάλωσαν στην Αγγλία επλήγησαν από τις συνθήκες μακράς ημέρας (περίπου 16 ώρες), πάντως, πολύ λιγότερο από τα χειμερινά φυτά. Τα φυτά ήταν υψηλότερα, είχαν μεγαλύτερη βλαστική περίοδο, αλλά όχι τόσο τα χειμερινά. Το άνοιγμα των ανθέων δεν επηρεάστηκε πολύ, αλλά ο αριθμός των στείρων ανθέων σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν στην Αιθιοπία ήταν υψηλά, αλλά χαμηλότερα από τα χειμερινά στην Αγγλία και υπήρχαν πολλά σταχύδια όπου περισσότερα από ένα άνθος άνοιξαν την ίδια ημέρα. Ο αριθμός των ανθέων ανά σταχύδιο ήταν λίγο πολύ ίδιος με αυτόν στην Αιθιοπία, αλλά η απόδοση σε σπόρους ήταν κάπως χαμηλότερη (Seyfu 1983).

1.11 Καλλιεργητικές φροντίδες

Στην Αιθιοπία το teff καλλιεργείται σχεδόν με τον ίδιο τρόπο όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Ανάλογα με την τοποθεσία και τον χρόνο ωρίμανσης της ποικιλίας, αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της κύριας περιόδου ανάπτυξης μεταξύ Ιουλίου και Νοεμβρίου και επίσης κατά τη διάρκεια της μικρής περιόδου των βροχών μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου (Seyfu, K. 1997). Καλλιεργείται κυρίως ως μονοκαλλιέργεια, αλλά μερικές φορές και κάτω από ένα σύστημα πολλαπλών καλλιεργειών. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνήθως αναπτύσσεται ως συγκαλλιέργεια με την ελαιοκράμβη (*Brassica napus*), τον κάρδαμο (*Carthamus tinctorius*) και τον ηλίανθο (*Helianthus annuus*) ή σε εναλλαγή καλλιεργειών με τον αραβόσιτο (*Zea mays*) και το σόργο (*Sorghum bicolor*). Καλλιεργείται επίσης, διαδοχικά σε σύστημα αμειψισποράς σε περιοχές μεσαίου και μεγάλου υψομέτρου μετά από το ρεβίθι (*Cicer arietinum*), τα κτηνοτροφικά μπιζέλια (*Pisum sativum*), τη φάβα (*Vicia faba*), και το μπιζέλι (*Lathyrus sativus*), ενώ στις χαμηλού και μέσου υψομέτρου περιοχές αναπτύσσεται μετά το φασόλι (*Phaseolus vulgaris*). Συνήθως εφαρμόζονται 4-5 έτη αμειψισποράς. Σε έναν 4ετή κύκλο αμειψισποράς η σειρά που ακολουθείται θα ήταν: όσπριο/teff/teff (ή άλλο δημητριακό, για παράδειγμα, σιτάρι ή κριθάρι) /όσπριο. Σε έναν 5ετή

κύκλο αμειψισποράς η σειρά θα ήταν: όσπριο/teff/teff/άλλο σιτηρό/όσπρια (Seyfu, K. 1997) .

1.11.1 Προετοιμασία του αγρού και σπορά

Υπό τις παρούσες γεωργικές πρακτικές στην Αιθιοπία, το έδαφος για καλλιέργεια teff, οργώνεται δύο έως πέντε φορές ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, τα ζιζάνια και την άρδευση. Τα βαριά αργιλώδη εδάφη χρειάζονται όργωμα πιο συχνά από ότι τα ελαφρά ή αμμώδη εδάφη. Τα χωράφια με μεγάλους πληθυσμούς ζιζανίων δέχονται περισσότερα οργώματα από εκείνα με λιγότερα ζιζάνια. Τα Vertisols, στις περιοχές όπου υπάρχει πρόβλημα υπερβολικής υγρασίας οργώνονται περισσότερο από εκείνα χωρίς τέτοιο πρόβλημα, για να ανοιχτούν αυλάκια αποστράγγισης. Παραδοσιακά, οι αγρότες μειώνουν το πρόβλημα του υπερβολικού νερού προετοιμάζοντας υπερυψωμένη σποροκλίνη, αφού έχει προηγηθεί όργωμα. Το τέταρτο και το πέμπτο όργωμα συνήθως γίνεται για το άνοιγμα των αυλακιών αποστράγγισης. Το τελευταίο όργωμα αποκαλείται derdaro (Seyfu, K. 1997).

Σε μια μελέτη που διεξήχθη για να αξιολογήσει την επίδραση της καλλιέργειας και των πρακτικών ελέγχου των ζιζανίων στην απόδοση και στα συστατικά της απόδοσης του teff, αναφέρεται ότι το όργωμα περισσότερο από μία φορά ίσως δεν είναι απαραίτητο δεδομένου ότι τα μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται για τον έλεγχο της έξαψης των ζιζανίων πριν το όργωμα, υποδηλώνοντας ότι το teff μπορεί να παραχθεί με μειωμένο αδέλφωμα. Σε αυτή τη μελέτη αν και τα μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν πριν το όργωμα, βρέθηκε ότι το πρόσθετο βοτάνισμα (με το χέρι ή με χημικά) μία φορά στο αρχικό στάδιο αδελφώματος του teff αύξησε την απόδοση (Abera 1992).

Υπό το παρόν σύστημα παραγωγής των αγροτών στην Αιθιοπία, οι σπόροι του teff σπέρνονται στην επιφάνεια του εδάφους και αφήνονται ακάλυπτοι ή μερικές φορές καλύπτονται πολύ ελαφρά με κλαδιά δένδρων. Έχει παρατηρηθεί ότι καλύπτοντας τους σπόρους teff αραιά ή πιέζοντας τους ελαφρά αμέσως μετά τη σπορά ή υποβάλλοντας την σποροκλίνη πριν την σπορά σε συνθήκες στρες

υγρασίας, προωθείται η βλάστηση και αυξάνεται η απόδοση καρπού αυξάνοντας την εγκατάσταση τόσο στα Andosols (ελαφρά αργιλοπηλώδη εδάφη) όσο και στα Vertisols (βαριά αργιλώδη εδάφη). Ιδιαίτερα, αν υπάρχει στρες υγρασίας ή διακοπή των βροχοπτώσεων, η επίπτωση στην έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου μετριάζει τη συμπίεση της σποροκλίνης, είναι χρήσιμη για την ενίσχυση της εγκατάστασης στα Vertisols, τα οποία υποφέρουν από την αποξήρανση του εδάφους. Οι αγρότες προετοιμάζουν την σποροκλίνη χρησιμοποιώντας βόδια, γαϊδούρια, κατσίκες, πρόβατα και άλλα εκτρεφόμενα ζώα. Η προετοιμασία της σποροκλίνης γίνεται πριν τη σπορά του tef για να γίνει η σποροκλίνη σφιχτή, να εμποδίσει το γρήγορο στέγνωμα της επιφάνειας του εδάφους, να βοηθήσει το στέγνωμα των σπόρων και να ελαχιστοποιήσει την καταστροφική επίδραση της χαμηλής υγρασίας κατά τη διάρκεια όψιμης έναρξης της βροχής. Η συμπίεση της σποροκλίνης χρησιμοποιείται επίσης για να ελευθερώσει την σποροκλίνη από τα ζιζάνια. Διαφορετικά, κατά τη διάρκεια των ετών με αρκετές βροχοπτώσεις στις περιοχές όπου μερικές φορές υπάρχει έλλειψη, ή σε περιοχές όπου υπάρχει πάντα μια αξιόπιστη και επαρκής ποσότητα βροχόπτωσης με καλή κατανομή, η συμπίεση της σποροκλίνης δεν έχει κανένα πρόσθετο θετικό πλεονέκτημα στην προώθηση της βλάστησης και στην εγκατάσταση (Seyfu, K. 1997) .

Σε μια μελέτη που διεξήχθη για να διερευνηθεί την επίδραση του βάθους φύτευσης και το είδος του εδάφους στην βλάστηση και στην ανάδυση του tef, χρησιμοποιώντας δύο ποικιλίες tef (DZ-01-354 και Dabi) παρατηρήθηκε ότι η ανάδυση από την επιφάνεια φύτευσης και από μεγαλύτερο βάθος από 20 mm ήταν σημαντικά χαμηλότερη από εκείνη στο βάθος των 5, 10, 15 ή 20 mm. Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των καλλιεργειών στην ανάδυση από τα 5 και 20 mm βάθος. Το ύψος του φυτού δεν επηρεάστηκε από το βάθος φύτευσης μεταξύ των 10 και στα 20mm. Ωστόσο, σπορόφυτα που αναδύθηκαν από την επιφάνεια και από βάθη φύτευσης πάνω από 15mm είχαν σημαντική μείωση ύψους ενώ τα σπορόφυτα που αναδύθηκαν από ελαφρά αργιλώδη εδάφη ήταν

ψηλότερα από εκείνα που αναδύθηκαν από ελαφρά αμμώδη εδάφη (Aberra 1992).

Το teff μπορεί να σπαρθεί κατά τη διάρκεια μιας περιόδου, όπου οι βροχοπτώσεις είναι αρκετές και καλά κατανεμημένες. Για τις περισσότερες ποικιλίες, 300-500 mm βροχής ανά καλλιεργητική περίοδο είναι επαρκή. Οι πρώιμες ποικιλίες (60-75 ημερών) αντέχουν και λιγότερο από 300 mm εποχιακής βροχόπτωσης. Το teff βλασταίνει και εγκαθίστανται πιο γρήγορα στα Andosols εδάφη απ' ό τι στα Vertisols εδάφη.

Περίπου 15-55 κιλά σπόροι teff σπέρνονται ανά εκτάριο κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Εάν ένας χειροκίνητος ή μηχανοκίνητος σπορές είναι ή αυλάκι σποράς είναι διαθέσιμα, τότε συνιστάται χαμηλότερο ποσοστό σπόρου (περίπου 15 kg / ha). Εάν η σπορά πρόκειται να γίνει με το χέρι θα ήταν δύσκολο να κατανεμηθούν ομοιόμορφα τα 15 kg/ha σπόρων εξαιτίας του μικρού μεγέθους του σπόρου, βάρος 1000 σπόρων είναι μόνο 265mg. Επομένως συνιστώνται 25-30 kg/ha σπόροι για σπορά χύδην. Η παραδοσιακή πρακτική των αγροτών είναι να σπέρνουν το teff χύδην σε ποσότητα 40-50 kg/ha (Seyfu, 1997).

1.11.2 Λίπανση

Οι συστηματικές μελέτες σχετικά με τις απαιτήσεις λίπανσης του teff υπό διάφορες συνθήκες και σε διάφορες περιοχές χρειάζονται περαιτέρω έρευνα (Seyfu, 1997). Ωστόσο, επί του παρόντος δίδονται οι ακόλουθες συστάσεις: Συστάσεις από Debre Zeit, Κέντρο Γεωργικής Έρευνας: Σε βαριά πηλώδη εδάφη (Vertisols): 60kg N και 26kg P₂O₅ ανά εκτάριο σε ελαφρά αμμοπηλώδη εδάφη (Andosols): 40kg N και 26 kg P₂O₅ ανά εκτάριο. Η ουρία γενικά συνιστάται να εφαρμόζεται σε διαχωρισμένες εφαρμογές.

Ο Alkämper (1973) προέβη στα εξής συμπεράσματα σχετικά με την απόκριση του teff στα λιπάσματα:

- Υψηλά ποσοστά λιπασμάτων μπορεί να εφαρμοστούν σε συνδυασμό με τη σπορά των σπόρων χωρίς καμία βλάβη στο ρυθμό βλάστησης του teff
- Το άζωτο παράγει περισσότερο άχυρο, ενώ ο φώσφορος ενθαρρύνει την καλή παραγωγή καρπού
- Το κάλιο είναι ήσσονος σημασίας για την παραγωγή του teff
- Οι τιμές σχετικά με την πρόσληψη των κύριων στοιχείων από το teff είναι σχετικά χαμηλές

1.11.3 Ζιζάνια

Για την έναρξη της καλλιέργειας ο αγρός είναι καλύτερο να είναι ελεύθερος ζιζανίων, να έχει οργωθεί την κατάλληλη εποχή και αρκετά συχνά για να εξαλειφθούν τα ζιζάνια. Η εργασία θα πρέπει να ξεκινήσει με καθαρούς σπόρους teff που είναι απαλλαγμένοι από σπόρους ζιζανίων. Ξεχορτάρισμα με το χέρι μία φορά σε πρώιμο στάδιο αδελφώματος (25-30 ημέρες μετά την εμφάνιση) είναι ιδανικό και επαρκές εάν ο πληθυσμός των ζιζανίων είναι χαμηλός. Ωστόσο, αν η προσβολή είναι υψηλή, ένα δεύτερο βοτάνισμα θα πρέπει να γίνει στο στάδιο του καλαμώματος. Από την άλλη μεριά, το ξεχορτάρισμα με το χέρι μετά την άνθιση δεν συνιστάται δεδομένου ότι μπορεί να οδηγήσει σε βαριά βλάβη στα φυτά (Seyfu, 1997). Ο ανταγωνισμός από τα ζιζάνια προκαλεί περίπου 50% απώλειες στην καλλιέργεια αλλά με βοτάνισμα με το χέρι (ακόμα και σε λάθος χρόνο) η απώλεια της καλλιέργειας είναι 8% (Berhanu 1986).

Σύμφωνα με τον Berhanu (1986), τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα πρέπει να εφαρμόζονται 12 εβδομάδες πριν τη φύτευση ενώ τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα πρέπει να εφαρμόζονται σε πρώιμο στάδιο αδελφώματος (4-5 εβδομάδες μετά τη σπορά). Τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα έχουν δείξει αποδεκτά επίπεδα ελέγχου για τα ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια και τα ζιζάνια των αγρωστωδών, παρότι δεν ελέγχουν ικανοποιητικά τα πολυετή ζιζάνια.

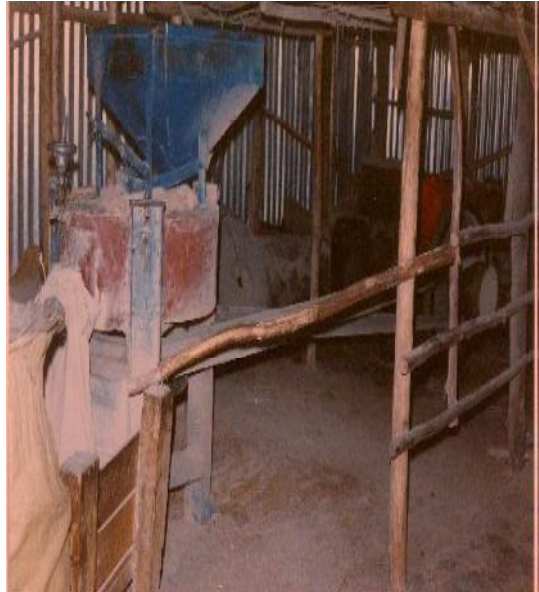
1.12 Αποδόσεις

Το teff είναι πολύ παραγωγικό φυτό και αποδίδει 1.000 έως 10.000 σπόρους ανά φυτό. Τα στοιχεία αυτά δηλώνουν ότι το teff παράγει περισσότερο καρπό ανά τετραγωνικό μέτρο από οποιοδήποτε άλλο δημητριακό. Ωστόσο, εξαιτίας του μικροσκοπικού μεγέθους του σπόρου (2.500 έως 6.000 σπόροι ανά γραμμάριο) σημειώνονται μεγάλες απώλειες σπόρου κατά τη συγκομιδή, κατά τη μεταφορά των δεματίων στο χώρο του αλωνισμού και κατά τον αλωνισμό. Κατά τη διάρκεια του αλωνισμού δεν είναι δυνατό να ληφθεί το σύνολο του καρπού από το άχυρο (Seyfu, 1997). Κατά την εξαετή περίοδο (1992/93 έως 1997/98) η μέση εθνική απόδοση του teff υπολογίστηκε σε 8.9 q/ha. Οι αγρότες όμως που χρησιμοποιούν βελτιωμένες ποικιλίες και δικές τους πρακτικές διαχείρισης μπορούν να λάβουν και 17 έως 25 q/ha (Central Statistical Authority, 1997 και 1999). Μελέτη που έχει διεξαχθεί σε συνθήκες απουσίας αδελφώματος απέδειξε ότι η απόδοση μπορεί να αυξηθεί έως και 46 q / ha (EARO 1999). Μερικοί ερευνητές πιστεύουν ότι η απόδοση του teff μπορεί να αυξηθεί σε 6 τόνους / εκτάριο μέσα από ένα εντατικό πρόγραμμα έρευνας (Seyfu, 1993).

1.13 Άλεσμα του teff

Η διαδικασία αλέσματος του teff για την παρασκευή του *Injera* είναι η εξής: Ο καρπός αρχικά καθαρίζεται με κοσκίνισμα και μετά αλέθεται σε αλεύρι στη συσκευή *Wefcho*, που διαθέτουν τα νοικοκυριά των απομακρυσμένων περιοχών ή σε σύγχρονους μύλους. Στα σπίτια των πλουσίων αφού ο καρπός καθαριστεί με κοσκίνισμα, μουσκεύεται για λίγες ώρες και μετά τρίβεται με ελαφρύ κτύπημα στη συσκευή *Mukachcha* (γουδί με γουδοχέρι) προκρινμένου να αφαιρεθεί το περικάρπιο. Αμέσως μετά, ξηραίνεται στον ήλιο σε ένα λεπτό υφαντό και μετά αλέθεται σε αλεύρι στη συσκευή *Wefcho*. Η συσκευή αυτή αποτελείται από δύο πέτρες που είναι λαξευμένες στο χέρι. Η πέτρα που βρίσκεται στην κάτω πλευρά έχει μήκος 45-50cm, πλάτος 20-30 cm και έχει επίπεδη επιφάνεια ελαφρώς κοίλη. Αυτή η πέτρα είναι τοποθετημένη σε επικλινή ή υπερυψωμένη θέση και οι άκρες της στερεώνονται συνήθως με λάσπη

ενισχυμένη με άχυρο teff. Τα άκρα είναι λεία, κυρτά προς τα επάνω, έτσι ώστε ο καρπός να μην διαφεύγει προς το έδαφος. Το άνω μέρος είναι στρογγυλό και λείο. Στο κάτω άκρο η λάσπη έχει μετασχηματιστεί σε μορφή δοχείου το οποίο ονομάζεται *Kuwat* ή *kodakomby*, για να συλλέγεται το αλεύρι. Η πέτρα στο άνω άκρο ονομάζεται *Megg*, έχει πλάτος 10-20cm στην επίπεδη πλευρά και το άνω μέρος είναι κοίλο για να βολεύει την κίνηση του χεριού της



Εικόνα 1.13.1: Μηχανή Άλεσης (Diesel)

γυναίκας. Στη συνέχεια προσθέτει μικρή ποσότητα καρπού στην επάνω πλευρά τον συγκεντρώνει με τα δάχτυλά της στο κέντρο και τον αλέθει συνθλίβοντάς τον ανάμεσα στις δύο πέτρες. Μετά από ορισμένη χρήση η συσκευή γίνεται ολισθηρή και δεν μπορεί να αλέσει καλά. Χτυπώντας την με μια στρογγυλή ή οβάλ πέτρα, που ονομάζεται *Mawkariga* ή με ένα σφυρί, η συσκευή γίνεται πιο τραχιά. Όσοι ζουν μέσα ή γύρω από τις πόλεις αλέθουν τον καρπό στους αλευρόμυλους. Σε μερικά χωριά έχουν αλευρόμυλους που λειτουργούν με νερό. Μύλοι με μηχανές Diesel (Εικόνα1.13.1) υπάρχουν στις περιοχές που διαθέτουν ηλεκτρικό ρεύμα. Στις μεγαλουπόλεις χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές μηχανές άλεσης. Αυτές είναι οι πιο αποδοτικές (Alemayehu R. 2001). Τα φυσικά χαρακτηριστικά του αλεύρου tef και της τέφρας, δίδονται στους Πίνακες 1.13.1 και 1.13.2, αντίστοιχα.

Πίνακας 1.13.1: Φυσικά χαρακτηριστικά Αλεύρου teff, Πηγή: (Ciferri *et al*, 1939 και Baldrati, 1950

	Σύμφωνα με Visco (1936) Άλευρο % (mg/100g)	Σύμφωνα με Borasio (1937) Άλευρο % (mg/100g)	Σύμφωνα με Camis(1930) Άλευρο % (mg/100g)
Νερό	10,360	8,64	2,85
Άζωτο	1,550	-	
Πρωτεΐνη	9,725	9,93	8,56
Λίπος	3,470	2,00	3,22
Διαλυτά σάκχαρα	1,440	-	-
Άμυλο	64,920	-	-
Κυτταρίνη	6,540	4,07	4,30
Πεντοζάνες	3,478		
Τέφρα	2,396	2,53	2,94
Ελεύθερο Αζώτου εκχύλισμα	-	72,83	-

Πίνακας 1.13.2: Σύνθεση του Αλεύρου teff και της Τέφρας σύμφωνα με Visco (1936)

	% του Αλεύρου g/100g	% της Τέφρας g/100g
Νάτριο	0,050	2.089
Κάλιο	0,244	10.193
Ασβέστιο	0,149	4.528
Μαγνήσιο	0,175	7.327
Σίδηρος	0,033	1.382
Θείο	0,127	5.050
Φώσφορος	2.277	11.572
Χλώριο	0,082	3.480

1.14 Η Ζύμωση του teff

Οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί σχετικά με τη διαδικασία ζύμωσης του teff, δείχνουν ότι χρησιμοποιώντας ως μοναδική πηγή μικροοργανισμών το teff, υπεύθυνη για τη ζύμωσή του είναι μια ετερογενής ομάδα αερόβιων, κατά gram⁻ βακτήρια του γαλακτικού οξέος, *Bacillus spp.* και ζυμών. Σε αντίθεση με τη διαδικασία ζύμωσης του σιταριού, όπου μόνο ένας οργανισμός συμμετέχει στη διαδικασία αρτοποιίας (Berhanu *et al.* 1982).

Η αρχική δραστηριότητα της ζύμωσης γίνεται από μια ομάδα μικροοργανισμών όπως είναι: *Enterobacter*, *Hafnia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia* και

Proteus. Ο πληθυσμός τους αυξάνεται σημαντικά κατά τη διάρκεια των τριάντα έξι πρώτων ωρών της ζύμωσης και κατόπιν ελαττώνεται. Η ζύμη *Saccharomyces spp*, παρότι είναι παρούσα κατά τη διάρκεια όλης της διαδικασίας γίνεται άφθονη αφού το pH πέσει κάτω από την τιμή 5. Η συγκεκριμένη ζύμη γίνεται η κυρίαρχη ομάδα μικροοργανισμών μετά από πενήντα ώρες ζύμωσης και είναι υπεύθυνη για την διόγκωση του ζυμαριού κατά τη διάρκεια του δεύτερου σταδίου της ζύμωσης (Berhanu, et al. 1982). Σύμφωνα με τους Chaltu και Abreham (1982), από τις είκοσι δύο ζύμες που απομονώθηκαν και ταυτοποιήθηκαν δέκα τέσσερις ήταν οι πιο συχνές στην κορύφωση της ζύμωσης. Η κυρίαρχες από αυτές ανήκουν στα είδη *Saccharomyces* και *Torulopsis*. Στις μελέτες των Berhanu, et al. (1982) η διαδικασία ζύμωσης του teff δεν περιελάμβανε την προσθήκη του προζυμιού που ονομάζεται *Ersho*. Ενώ σύμφωνα με τους Chaltu και Abreham (1982), το προζύμι *Ersho* είχε προστεθεί κατά την έναρξη της διαδικασίας της ζύμωσης. Το *Ersho* είναι ένα παραδοσιακό προζύμι που προστίθεται στο ζυμάρι του teff και χρησιμοποιείται ως εκκινήτης της ζύμωσης. Το προζύμι αυτό συνήθως λαμβάνεται από προηγούμενο ήδη ζυμωμένο teff. Στο προζύμι αυτό μπορεί να οφείλονται οι διαφορές των παραπάνω μελετών σχετικά με τις διαφορές στην πυκνότητα των πληθυσμών της ποικίλης χλωρίδας που παρατηρήθηκε στις διαφορετικές χρονικές στιγμές της διαδικασίας της ζύμωσης.

Οι μελέτες των Berhanu et al. (1982) και Chaltu και Abreham (1982), συμφωνούν ότι η ζύμη *Saccharomyces* εμπλέκεται στη διαδικασία ζύμωσης του teff αν και οι αναφορές τους ποικίλουν σχετικά με την πυκνότητα του πληθυσμού και την κύρια στιγμή εμφάνισης αυτών των γενών κατά τη διαδικασία της ζύμωσης. Και οι δύο μελέτες ανέφεραν το είδος *Candida guilliermondii* δεν ανιχνεύθηκε ως υπεύθυνη ζύμη για τη ζύμωση του ζυμαριού teff, όπως αναφέρθηκε από τους Stewart and Asnake (1962). Το Injera δεν εμφάνισε μόλυνση από αφλατοξίνες κατά την παρασκευή, το χειρισμό και τη ζύμωση του ζυμαριού teff αλλά και η αποθήκευση του Injera για μεγάλες

χρονικές περιόδους δεν αύξησε την μόλυνση με αφλατοξίνη B1 (Besrat and Gebre, 1981).

1.14.1 Επίδραση της ζύμωσης στο άζωτο του teff

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου σταδίου της ζύμωσης του teff, αυτό διαχωρίζεται σε ζύμη που κατακάθεται κάτω σχηματίζοντας ένα στρώμα υγρού στην κορυφή. Εξαιτίας της όξινης φύσης αυτού του υγρού, απορρίπτεται λίγο πριν οδηγηθεί για ψήσιμο το *Injera*. Ταυτόχρονα με την απόρριψη του υγρού απορρίπτονται και άλλες διαλυτές ενώσεις (αμινοξέα, σάκχαρα, ανόργανα άλατα), καθώς και ένα μεγάλο μέρος μικροοργανισμών που συμμετέχουν στη διαδικασία της ζύμωσης. Επιπλέον, σημαντική ποσότητα του αζώτου του teff χάνεται στο τέλος της διαδικασίας της ζύμωσης. Η απώλεια του αζώτου στο teff που ανέρχεται περίπου στο 13% μπορεί να αποφευχθεί σταματώντας τη διαδικασία της ζύμωσης στις τριάντα μία ώρες λίγο πριν το διαχωρισμό στερεού/υγρού. Το *Injera* με ελάχιστη οξύτητα ή καθόλου απώλεια αζώτου μπορεί να ψηθεί λίγο πριν τον διαχωρισμό υγρού/στερεού στις τριάντα μία ώρες ζύμωσης (Berhanu, et al. 1982 όπως αναφέρεται από τον Seyfu, 1993).

1.14.2 Η επίδραση της ζύμωσης στο περιεχόμενο σίδηρο, το φώσφορο τον ψευδάργυρο, του teff

Η επίδραση της ζύμωσης στη βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου, του φωσφόρου και του ψευδαργύρου μελετήθηκε για το teff και το σιτάρι. Η ζύμωση στο teff και στο σιτάρι μείωσε το pH του ζυμαριού από 6.8 ± 0.1 σε 4.5 ± 0.1 , με μερική διάσπαση του διαλυτού αμύλου. Αυτό επίσης αύξησε τα διηθήσιμα τμήματα του περιεχόμενου σιδήρου, φωσφόρου και ψευδαργύρου από $9.0\% \pm 0.4$, $16\% \pm 2.0$ και $7.0\% \pm 1.0$, αντίστοιχα, σε $24.0\% \pm 0.7$, $60.0\% \pm 3.0$ και $43.0\% \pm 2.0$. Η αύξηση του διηθήσιμου σιδήρου μπορεί να έχει θετική επίδραση στη βιοδιαθεσιμότητά του και μπορεί να εξηγεί την σπανιότητα της έλλειψης σιδήρου στους πληθυσμούς της Αιθιοπίας που καταναλώνουν teff (Ramachandran and Bolodia, 1984).

1.14.3 Η Επίδραση της ζύμωσης στους υδατάνθρακες του teff

Το πείραμα που διεξάχθηκε από τους Umeta και Faulks (1988), έδειξε ότι η ζύμωση είναι γενικά αυθόρμητη, αλλά μπορεί να ξεκινήσει με την προσθήκη μιας καλλιέργειας εκκινητή (προζύμι) που προέρχεται από προηγούμενη ζύμωση. Η μεταβαλλόμενη μορφή των ελεύθερων σακχάρων κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ήταν ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Η αλλαγή στη δυναμική του μικροβιακού πληθυσμού είχε ως αποτέλεσμα αλλαγές στο pH του ζυμαριού. Η φρουκτόζη ήταν το κύριο ελεύθερο σάκχαρο στο ζυμωμένο ζυμάρι και στο τελικό προϊόν. Μετά από εβδομήντα δύο ώρες ζύμωσης, ο μικροβιακό πληθυσμός χρησιμοποίησε το 9% του αμύλου και στις δύο περιπτώσεις. Οι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες (φυτικές ίνες) δεν επηρεάστηκαν.

1.15 Θερισμός

Το teff συγκομίζεται όταν τα βλαστικά μέρη κιτρινίσουν ή όταν αποκτήσουν αχυρένιο χρώμα (Εικ. 1.15.1). Αυτό εξαρτάται από την περίοδο ωρίμανσης των ποικιλιών, η οποία κυμαίνεται από 60 έως 120 ημέρες. Η ξήρανση του ποδίσκου (αχυρένιο χρώμα) ο οποίος συγκρατεί τα σταχύδια είναι ένας καλός δείκτης της ωρίμανσης του teff (Hailu,



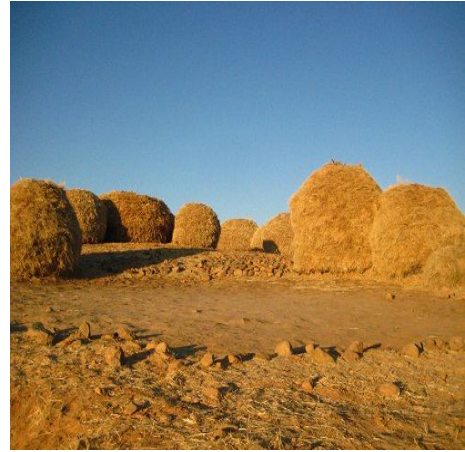
Εικ.1.15.1: Θερισμός teff

1993). Η συγκομιδή πριν από το φυτό γίνει πάρα πολύ ξηρό βοηθά στην πρόληψη των απωλειών λόγω θραύσης (Seyfu, 1997). Η μέση απώλεια κατά την κοπή δεν είναι γνωστή. Η περιεκτικότητα σε υγρασία δεν έχει προσδιοριστεί ειδικά για το teff, αλλά και για πολλά δημητριακά είναι περίπου 12%. Το teff δεν χρειάζεται τεχνητή αποξήρανση πριν από τη συγκομιδή. Οι σπόροι είναι στεγνοί όταν το φυτό συλλέγεται. Οι σπόροι μπορούν να βλαστήσουν αμέσως, εάν η

υγρασία έχει απορροφηθεί. Η συγκομιδή πραγματοποιείται πιάνοντας τα φυτά teff στο ένα χέρι και κόβοντας τα με το δρεπάνι κοντά στη βάση του φυτού. Τα κομμένα φυτά τοποθετούνται σε σωρούς στο έδαφος. Σε ορισμένα μέρη της Αιθιοπίας, όπως στην επαρχία της Showa, ο γεωργός, κατά τη συγκομιδή του teff, κόβει τα φυτά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτό γίνεται κυρίως όταν τα φυτά teff είναι κοντά σε ύψος. Οκτώ έως δώδεκα άνθρωποι μπορούν να θερίσουν ένα *Massa*, που είναι περίπου 2.000-2.500m² σε μία εργάσιμη ημέρα. Οι αγρότες μοιράζονται ανθρώπινη εργασία και τον εξοπλισμό της συγκομιδής κατά την διάρκεια του θερισμού. Σπάνια οι αγρότες συγκομίζουν μόνοι τους στο αγρόκτημά τους. Αφού το φυτό κοπεί και τοποθετηθεί στο έδαφος, άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας, γυναίκες και παιδιά, ακολουθούν τους θεριστές και δένουν τα συγκομισμένα φυτά σε μικρές δέσμες (δεμάτια) που ονομάζεται *Nado*. Αυτά έχουν διάμετρο 14 έως 18 cm και περιλαμβάνουν και πράσινα φυτά. Τα δεμάτια είναι μεγαλύτερα εάν συνδυαστούν με πράσινα κοτσάνια από σόργο. Άλλοι αγρότες, αντί του δεσίματος σε δεμάτια, αφήνουν τα φυτά χαλαρά στο έδαφος. Τα δεμάτια ή τα χαλαρά τα φυτά στη συνέχεια στοιβάζονται στο πάνω στο έδαφος και παραμένουν εκεί έως ότου ο γεωργός τελειώσει τη συγκομιδή όλων των καλλιεργειών του στα διάφορα χωράφια (Alemayehu Refera 2001) .

Υπάρχει μετανάστευση των αγροτών κατά την συγκομιδή του teff. Οι αγρότες, των οποίων η καλλιέργεια teff αργεί για συγκομιδή κυρίως σε ορεινές περιοχές, μεταναστεύουν σε περιοχές μέσου ή χαμηλού υψομέτρου για συγκομιδή. Μπορούν να κερδίσουν αρκετά χρήματα για τις υπηρεσίες τους και να επιστρέψουν για να μαζέψουν τη δική τους παραγωγή. Εξαιτίας, των προβλημάτων του πλαγιάσματος και του τινάγματος των σπόρων κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, το teff δεν είναι κατάλληλο για μηχανοποιημένη συγκομιδή. Η εξέταση της ποιότητας κατά τη διάρκεια της συγκομιδής δεν είναι δυνατή. Ζιζάνια μπορεί να συγκομιστούν μαζί με το teff και να μειώσουν την ποιότητα του προϊόντος. Οι αγρότες κάνουν συνήθως τον καλύτερο δυνατό ώστε να μην συγκομίσουν ζιζάνια μαζί με teff. Το συγκομισμένο προϊόν στη συνέχεια μεταφέρεται, στις πλάτες των γυναικών, στους ώμους των ανδρών ή στα κεφάλια

ή και σε ένα γαϊδουράκι, κοντά στο αλώνι του χωριού όπου υπάρχει μία μεγάλη στοίβα που ονομάζεται *Kemmer* (Εικ. 1.15.2). Οι πέτρες αποτελούν συνήθως τη βάση του *Kemmer* εξαλείφοντας έτσι την πρόσβαση των τερμιτών στην καλλιέργεια. Σε περιοχές όπου οι τερμίτες είναι ανύπαρκτοι οι στοίβες μπορεί να τοποθετούνται σε γυμνό έδαφος. Οι κεφαλές στρέφονται προς το κέντρο του



Εικ. 1.15.2: *Kemmer*

σωρού, έτσι ώστε η βροχή να μην τις επηρεάσει, και να μην καταναλωθούν από τα ζώα. Η καλλιέργεια παραμένει στη στοίβα μέχρι ο γεωργός είναι έτοιμος να αλωνίσει (Taddesse 1969). Σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό που έγινε σε 2.255 καθαρές σειρές teff ο δείκτης συγκομιδής κυμάνθηκε από 75% έως 38%. Στις υπάρχουσες ποικιλίες η τιμή 24,4% λαμβάνεται ως δείκτης συγκομιδής. (Seyfu, 1997).

1.16 Αλωνισμός

Ο αλωνισμός γίνεται μόνο αφού συγκεντρωθούν όλες οι καλλιέργειες στο χώρο του αλωνιού. Αρχικά προετοιμάζεται το αλώνι. Το αλώνι, που ονομάζεται *Awdemma*, κατασκευάζεται σε σχεδόν επίπεδο ή ελαφρά κεκλιμένο έδαφος με σκάψιμο του εδάφους και εξομάλυνσή του. Οι αγρότες πιέζουν διαρκώς το teff στο κέντρο με τις πιρούνες. Σε ορισμένα μέρη της χώρας, το έδαφος γίνεται σταθερό με ύγρανση του εδάφους και στη συνέχεια οδηγούνται σε αυτό τα βοοειδή. Στη συνέχεια, συλλέγεται φρέσκα κοπριά βοοειδών και ετοιμάζεται ένα μείγμα κοπριάς και νερού. Αυτό το μίγμα παρασκευάζεται σε μια ρηχή τρύπα σκαμμένη στο έδαφος ονομάζεται *Bola Obid*, σε πιθάρια, και ένα ξύλινο δοχείο προετοιμάζεται στο λεγόμενο *Awdemma*. Το χαλαρό χώμα αφαιρείται και το γυμνό έδαφος αλείφεται με αυτό το μίγμα. Σε κάποιο βαθμό, αυτό μειώνει την ανάμιξη του καρπού με το χώμα. Πρώτα αλωνίζονται οι καρποί άλλων σιτηρών και στη συνέχεια το teff στο αλώνι που ονομάζεται *Awdemma*. Συνήθως το αλώνι αλείφεται εκ νέου με το παραπάνω μίγμα αφού το ίδιο αλώνι

χρησιμοποιείται για όλες τις καλλιέργειες. Το μέγεθος του αλωνιού ποικίλλει στις διάφορες περιοχές και εξαρτάται εν μέρει από την οικονομική κατάσταση του αγρότη (Taddesse, 1969). Το αλώνισμα μπορεί να είναι μια εορταστική περίπτωση. Οι γεωργοί των οποίων αλωνίζονται οι καλλιέργειες προσφέρει T'ella μία τοπική μύρα και Injera ή ψητά ξερά δημητριακά, όπως το κριθάρι, το καλαμπόκι, κλπ την ημέρα του αλωνίσματος. Οι γειτονικές αγρότες συνδράμουν στο αλώνισμα και σε αντάλλαγμα ο γεωργός τους βοηθά όταν αλωνίζουν εκείνοι. Ο αλωνισμός γίνεται κυρίως από τους άνδρες. Όταν αρχίζει το αλώνισμα ο γεωργός και οι γιοι ή οι φίλοι του ανεβαίνουν στην κορυφή της στοίβας του teff και με δρεπάνια την διαλύουν, παίρνοντας τα δεμάτια και πετώντας τα στο αλώνι. Τα αποσυνδεδεμένα δεμάτια απλώνονται ομοιόμορφα πάνω στο αλώνι με μακρύ ξύλινο πιρούνι που ονομάζεται *Andogo* ή *Mansh*. Σε πολλά μέρη της χώρας, χρησιμοποιούνται τα βόδια, οι αγελάδες ή τα γαϊδουράκια για το αλώνισμα. Τα ζώα εργασίας οδηγούνται από ένα ή δύο άτομα σε ένα κύκλο γύρω από το αλώνι. Τα στόματά τους κλείνονται, για να μην μπορούν να φάνε τον καρπό. Οι άνδρες με τα πιρούνια σπρώχνουν του teff στο κέντρο του αλωνιού. Αφού το πάνω μέρος πατηθεί, τα ζώα οδηγούνται έξω από το αλώνι και οι άνδρες αναποδογυρίζουν το σπασμένο teff. Αφού η διαδικασία αυτή επαναληφθεί αρκετές φορές, το άχυρο και λίγη ποσότητα καρπού που απομένει μέσα σε αυτό, απομακρύνεται με τα πιρούνια σχηματίζοντας μια μακριά σειρά. Εδώ χτυπιέται ή ταλαντεύεται με ένα μακρύ, λεπτό ραβδί, συνήθως από ευκάλυπτο ή με μεγάλο καμπυλωτό ραβδί συνήθως από *Milletia ferruginea*, γνωστή στους ντόπιους ως *Birberra* ή *Maytenus onatus*, γνωστή και ως *Atat* ή *Aule Taffi* που σημαίνει ραβδί για το teff. Κατά τη διαδικασία αυτή, δύο άνδρες στέκονται ο ένας απέναντι από τον άλλον κατά μήκος της γραμμής του άχυρου και το χτυπούν ρυθμικά. Στη συνέχεια τα σκύβαλα με το σπόρο εκτοξεύονται στον αέρα (Εικ. 1.16.1) για να διαχωριστούν τα



Εικ. 1.16.1: Διαχωρισμός σπόρου teff με εκτόξευση στον αέρα

σκύβαλα από το σπόρο. Στη συνέχεια το άχυρο τραβιέται προς την κάτω πλευρά του αλωνιού. Ο καρπός με πολλά σκύβαλα που ονομάζονται *Galaba* στη συνέχεια σαρώνεται στο κέντρο ή στη μία πλευρά του αλωνιού με αποξηραμένες κεφαλές λαχανίδων δεμένες σε ένα μικρό ματσάκι που ονομάζεται *Matragiya* ή με ξύλινα φτυάρια που ονομάζονται *Layada* ή *Lahada*. Τα εναπομείναντα σκύβαλα στη συνέχεια διαχωρίζονται από τον καρπό με τον αέρα. Στην περίπτωση αυτή, ο γεωργός θα βάλει μικρή ποσότητα σπόρου με σκύβαλα μέσα σε ένα *Sefed*. Το *Sefed* είναι ένα είδος ανεμιστήρα που υφαίνεται από μίσχους χλόης. Ο ανεμιστήρας αυτός (Εικ. 1.16.2) υψώνεται πάνω από τα κεφάλια των γεωργών και αφήνεται να πέσει ομαλά, έτσι ώστε το φύσημα του ανέμου να διαχωρίσει τους σπόρους από τα σκύβαλα. Το λίχνισμα στη συνέχεια θα διαχωρίσει τα σκύβαλα που δεν μπορούν απομακρυνθούν με την παραπάνω διαδικασία. Τα υπόλοιπα αδρανή υλικά απομακρύνονται ανεμίζοντας με τα *Afarssa* ή *Maragabiya* ή μικρά *Sefed*. Το *Sefed* είναι ένα κομμάτι σκληρού δέρματος αγριόχοιρου ή η κεφαλή βοδιού με ημικυκλική ξύλινη λαβή (Alemayehu Refera 2001). Σε ορισμένες περιοχές, χρησιμοποιούνται οι αλωνιστικές μηχανές για να αλωνίσουν το teff. Ωστόσο, λόγω της ασυμβατότητας των κόσκινων τα οποία είναι κατασκευασμένα για άλλες καλλιέργειες, οι μικρού μεγέθους σπόροι teff ξεφεύγουν από τα σκύβαλα. Οι εργασίες για τη βελτίωση και την αξιολόγηση της αλωνιστικών μηχανών για το teff έδειξε ότι η αύξηση του αριθμού των ράβδων στο τύμπανο από έξι σε δώδεκα και αντικαθιστώντας τις λάμες με 40 από 40ρα γωνία σιδήρου μείωσε τις απώλειες του αλωνίσματος από 31,5% σε 2% (IAR Annual Report, 1996). Ως εκ τούτου η επανάληψη του αλωνίσματος του teff μπορεί να αποφευχθεί και οι απώλειες του αλωνίσματος μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με τις κατάλληλες τροποποιήσεις.



Εικ. 1.16.2: Συσκευή Sefed

1.17 Καθαρισμός

Οι γυναίκες ή τα παιδιά συνήθως διαχωρίζουν τα σκύβαλα από το σιτάρι. Η γυναίκα παίρνει συνήθως ένα δοχείο γεμάτο με καρπό και σκύβαλα και τα λιχνίζει από μια μεγάλη ταινία. Όταν φθάσει στο τέλος της γραμμής ένα άλλο πρόσωπο χρησιμοποιώντας το *Maragabiya* (Εικ. 1.17.1) ξεκινάει να ανεμίζει μακριά τα σκύβαλα που είναι πολύ βαριά, ώστε να απομακρυνθούν από



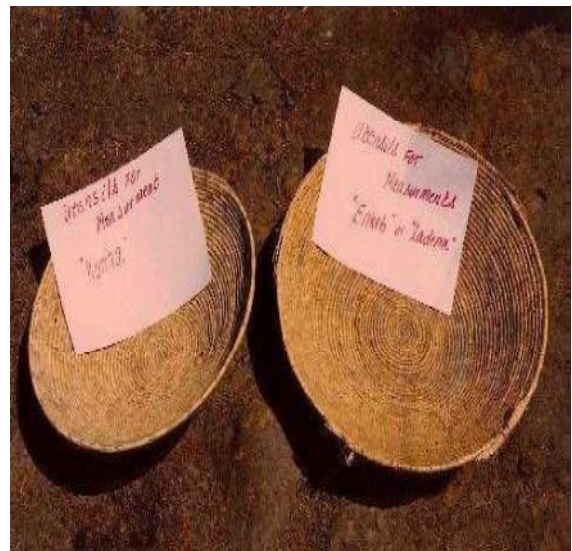
Εικ. 1.17.1: Λίχνισμα teff

τον αέρα, με ταλάντευση του *Maragabiya* και πετώντας έτσι τον καρπό κάτω. Η γυναίκα τότε παίρνει ένα άλλο δοχείο με καρπούς και το λιχνίζει με το ίδιο τρόπο, προσθέτοντας έτσι ένα άλλο στρώμα πάνω από το προηγούμενο. Ανεμίζεται ξανά και ξανά με τον ίδιο τρόπο με το *Maragabiya*. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να ολοκληρωθεί ο καθαρισμός. Τα κόσκινα αφαιρούν τα βαριά σωματίδια και τις ακαθαρσίες. Εάν τα κόσκινα δεν είναι διαθέσιμα μια δέσμη κεφαλών λαχανίδων δένονται στο κάτω μέρος και ο καρπός χύνεται πάνω του, έτσι ώστε οι καρποί να περνούν μέσα από αυτό το πακέτο, ενώ οι ξένες ύλες παραμένουν. Επιπλέον καθαρισμός γίνεται από τις γυναίκες με κοσκίνισμα στα σπίτια τους (Alemayehu Refera 2001). Ο γεωργός βαθμολογεί το teff του σε δύο κατηγορίες όσο είναι στο αλώνι. Όταν λιχνίζει, ο ελαφρύς καρπός φεύγει μακριά. Αυτοί οι καρποί θεωρούνται χαμηλής ποιότητας και ονομάζονται *Gerd*, ενώ οι βαρείς καρποί πέφτουν στο κέντρο. Ο *Gerd*, που περιέχει ακαθαρσίες και άχυρο χρησιμοποιείται για τα πουλερικά και τα βοοειδή ως ζωοτροφή (Alemayehu Refera 2001).

1.18 Σκεύη μέτρησης

Μετά τον καθαρισμό, ο καρπός μετράται και αποθηκεύεται σε διαφορετικούς τύπους εγκαταστάσεων αποθήκευσης. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη των συσκευών ή των εργαλείων που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση. Αυτές, διαφέρουν στις διάφορες κοινότητες, αλλά αυτά που χρησιμοποιούνται πιο συχνά είναι τα *kunna* και *Enkeb* (Εικόνα 1.18.1), τα οποία διαφέρουν ελαφρώς από το ένα χωριό στο άλλο. Το *kunna* ζυγίζει περίπου 4-5 κιλά και είναι κατασκευασμένο από ξύλο, πηλό ή μίσχους χόρτου. Μια άλλη συσκευή μέτρησης είναι γνωστή ως *Enkeb*. Αυτό είναι ένα καλάθι, έχει όγκο ισοδύναμο

με 3-4 *kunnas*. Μια *Dawula* είναι η άλλη μονάδα μέτρησης. Δεν υπάρχει δοχείο για να μετρήσει ένα *Dawula*, αλλά είναι ένα φανταστικό δοχείο, το οποίο θα κρατήσει περίπου 20 *kunna* ή 4-6 *Enkebs*. Άλλοι τύποι συσκευών μέτρησης είναι φυτικές ίνες και υφασμάτινοι σάκοι και το *Akomada* το οποίο είναι ένας σάκος από κατσικίσιο ή πρόβειο δέρμα. Ο αγρότης μετρά την



Εικόνα 1.18.1: Συσκευές μέτρησης, kunna και Enkeb

παραγωγή του για να προσδιορίσει πόση από αυτή μπορεί να πουλήσει και πόση θα πρέπει να διατηρήσει για χρήση από την οικογένειά του και για σπόρο προς σπορά (Alemayehu Refera 2001).

1.19 Συσκευασία

Οι αγρότες συσκευάζουν τα προϊόντα τους σε διάφορα υλικά συσκευασίας, τα οποία είναι είτε παραδοσιακού τύπου, όπως είναι το *Akomada* ή τα σύγχρονα υλικά συσκευασίας, όπως πλαστικές σακούλες, φυτικές ίνες ή πλαστικούς σάκους. Οι παραδοσιακές συσκευασίες δεν προτιμώνται λόγω της οσμής που θα μπορούσε να επηρεάσει την ποιότητα του προϊόντος. Τα σύγχρονα υλικά συσκευασίας, ιδιαίτερα οι πλαστικοί σάκοι, είναι πολύ καλύτερα, δεδομένου ότι

εμποδίζουν την διείσδυση του νερού μέσα τους σπόρους. Το μέγεθος των υλικών συσκευασίας διαφέρει ανάλογα με την ποσότητα των σπόρων που πρέπει να αποθηκευθεί ή να μεταφερθεί. Για πώληση στην τοπική αγορά προτιμώνται οι μικρές πλαστικές σακούλες, ενώ για μεταφορές σε μεγάλες αποστάσεις, προτιμώνται οι εξαγωγικοί σάκοι μεγαλύτερου μεγέθους που περιέχουν 100kg teff. Η συσκευασία γίνεται από την οικογένεια. Οι γυναίκες βάζουν τον καρπό στους σάκους και οι άνδρες κλείνουν τα σακιά με ράψιμο στο χέρι ή δένοντας με φυτικές ίνες (Alemayehu Refera 2001).

1.20 Αποθήκευση

Αφού το teff αλωνιστεί, καθαριστεί, και μετρηθεί, αποθηκεύεται στο σπίτι ή έξω από αυτό. Η αποθήκευση έξω από το σπίτι δεν συνηθίζεται εκτός από τις απομακρυσμένες περιοχές, εξαιτίας, των συχνών κλοπών. Οι σπόροι έχουν ήδη αποξηρανθεί κατά την διάρκεια της συγκομιδής και του αλωνισμού. Δεν υπάρχει προσδιορισμένη ποσότητα υγρασίας του σπόρου για αποθήκευση. Η περιεκτικότητα σε υγρασία του teff κατά την αποθήκευση όπως και για τα άλλα σιτηρά είναι περίπου 12%. Οι σπόροι ξηραίνονται στον αέρα από τη θερμότητα του ήλιου που μειώνει την περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία. Μέχρι τώρα δεν υπάρχει καμία τεχνητή εγκατάσταση ξήρανσης του teff. Δεδομένου ότι το teff ξηραίνεται κατά την διάρκεια της συγκομιδής και της αποθήκευσης, η διάρκεια ζωής του είναι μακρύτερη και μπορεί να αποθηκευτεί με ασφάλεια για πολλά χρόνια. Οι σπόροι του teff αποθηκεύονται ως αποθεματικό σπόρων για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο, για κατανάλωση από τον άνθρωπο, για εμπόριο και σε επίπεδο συνεταιρισμού και κυβερνητικό επίπεδο, ως απόθεμα τροφίμων. Η κυβέρνηση αγοράζει σπόρους teff, για κατανάλωση από τον άνθρωπο σε διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα, νοσοκομεία και στον στρατό. Το teff, ως απόθεμα τροφίμων χρησιμοποιείται από τη χώρα σε περιόδους λιμού. Το teff, συνήθως μεταφέρεται από τις πολύ παραγωγικές περιοχές στις που πλήττονται από ξηρασία. Με τρία κιλά αλεύρι teff, τετρακόσια γραμμάρια προζύμι *Ersho*, δέκα κιλά νερό φτιάχνονται δεκαοκτώ *Injera* καθένα από τα

οποία ζυγίζει τετρακόσια πενήντα γραμμάρια (ENI, 1980). Μία οικογένεια των τριών ατόμων που καταναλώνει έξι *Injera* την ημέρα χρειάζεται ως αποθεματικό εκατόν ενενήντα κιλά teff που θα διαρκέσουν για έξι μήνες. Η αποθήκευση είναι σε καλάθια, γλάστρες, *Gotera* και *Gusgusha* ή *Gugusi*, *Gota* ή *Gumbi*, σε βαρέλια και *Debgnt* ή *Doggo* (Εικόνα 1.20.1). Το teff μπορεί να αποθηκευτεί ή να διατηρηθεί για πολλά χρόνια σε σχεδόν οποιοδήποτε είδος του συστήματος αποθήκευσης χωρίς καμία αξιολογη μεταβολή ή ζημιά από παράσιτα εντόμων, εάν τα ζώφια και το νερό αποκλειστούν από τα δοχεία αποθήκευσης. Ορισμένοι αγρότες αποθηκεύουν ρεβίθια και άλλα όσπρια μαζί με teff. Αυτό οφείλεται στο μικρό μέγεθος των σπόρων teff, τα οποία παρεμποδίζουν την κυκλοφορία των κανθάρων και του οξυγόνου από το κλείσιμο οπών αέρα από τους σπόρους teff (Alemayehu Refera 2001). Σε όλες τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης που



Εικόνα 1.20.1: Αποθήκευση teff σε *Gotera* αναφέρθηκαν παραπάνω, οι αγρότες παρακολουθούν και να διατηρούν τα ίδια συστήματα. Τα κύρια μειονεκτήματα αυτών των εγκαταστάσεων αποθήκευσης είναι:

- Είναι πολύ ευάλωτες στις επιθέσεις τρωκτικών
- Το νερό μπορεί εύκολα να διεισδύσει μέσα στο δοχείο αποθήκευσης και να υποβαθμίσει έτσι την ποιότητα του προϊόντος.

Οι κοινόχρηστες ή συνεταιριστικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης είναι πολύ σπάνιες και οι αγρότες των συνεταιρισμών και το Υπουργείο Γεωργίας τις χρησιμοποιούν. Σε αυτές τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, ο υποκαπνισμός δεν χρησιμοποιείται. Το teff δεν δέχεται επίθεση από σκαθάρια, ως εκ τούτου δεν γίνεται χρήση εντομοκτόνων κατά την αποθήκευση, και μπορεί εύκολα να αποθηκευτεί κάτω από τις τοπικές συνθήκες αποθήκευσης. Το γεγονός αυτό, καθιστά το teff ως ένα ιδανικό αποθηκευμένο τρόφιμο και αποτελεί τη βάση για ένα εναλλακτικό χαμηλού κόστους, χαμηλού κινδύνου συστήματος επισιτιστικής ασφάλειας τροφίμων (FSRS).

1.21 Απώλειες

1.21.1 Απώλειες εξαιτίας του πλαγιάσματος

Το πλάγιασμα είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στην καλλιέργεια του teff. Ποικιλίες ανθεκτικές στο πλάγιασμα δεν έχουν δημιουργηθεί μέχρι τώρα. Επίσης, δεν έχουν αναπτυχθεί αγρονομικά αποδεκτές πρακτικές για τον έλεγχο του. Χρησιμοποιώντας μικρότερες αναλογίες σπόρου και όψιμες ημερομηνίες σποράς το πρόβλημα του πλαγιάσματος μειώνεται. Ωστόσο, αυτές οι συστάσεις δεν είναι αποδεκτές και ξεκαθαρισμένες. Το πλάγιασμα προκαλεί βλάβη στο βλαστικό τμήμα του φυτού, εξαιτίας, της σήψης και της γρήγορης διασποράς των εχθρών και των ασθενειών. Καθιστά το άχυρο σχεδόν άχρηστο ως ζωοτροφή και μειώνει την απόδοση σε καρπό. Η συνολική απώλεια σε απόδοση καρπού, εξαιτίας, του πλαγιάσματος υπολογίζεται μεταξύ του 11% με 22%, με μέση απώλεια 17%. Επίσης, το πλάγιασμα μειώνει σημαντικά το βάρος των χιλίων σπόρων κατά 35%, μειώνει την απόδοση καρπού ανά φόβη κατά 51% καθώς και το ποσοστό της βλαστικότητας (Seyfu, 1993).

1.22 Έλεγχος παρασίτων

1.22.1 Ασθένειες του teff

Το teff υποφέρει λιγότερο από ασθένειες και έντομα από τις υπόλοιπες καλλιέργειες δημητριακών στην Αιθιοπία. Δεν υπάρχει πλήρης έρευνα σχετικά με τις ασθένειες του teff προκειμένου να καθοριστεί πόσα είδη ασθενειών υπάρχουν και τι βλάβες προκαλούν αυτές οι ασθένειες. Έχουν καταγραφεί περίπου τριάντα τρία είδη ασθενειών στα περισσότερα μέρη ανάπτυξής του. (Taddesse, E. 1969).

1.22.2 Έντομα του teff

Τα έντομα που έχουν καταγραφεί και η κατάστασή τους φαίνονται στον Πίνακα 1.22.2.1. Μεταξύ αυτών των επιβλαβών εντόμων ο γρύλλος των θάμνων στο Welo (*Decticoides brevipennis* Ragge), τοπικά γνωστό ως *Degeza*. Αυτό το

tettigoniidae ήταν σχεδόν άγνωστο μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1970, όταν εμφανίστηκαν τα πρώτα κρούσματα στην επαρχία του Welo. Μέχρι το 1974, η επιδημία είχε εξαπλωθεί στο μεγαλύτερο μέρος του δυτικού Welo και το έντομο είχε γίνει ένα σημαντικό παράσιτο του teff, του σιταριού και του σόργου (FAO, 2001).

Πίνακας 1.22.2.1: Έντομα του teff, Πηγή: Adugna και Kemal, (1966)

α/α	Επιστημονική ονομασία
1	<i>Ailopus simulatrix</i> (Walier)
2	<i>Atherigona hyalinipennis</i> (Emden)
3	<i>Atherigona</i> sp.
4	<i>Delia arambourgi</i> (Segny)
5	<i>Decticoides brevipennis</i> (Ragge)
6	<i>Diuraphis noxius</i> (Mordv.)
7	<i>Epilachna similis</i> (Thunberg)
8	<i>Erlangerius niger</i> (Weise)
9	<i>Eysarcoris inconspicuus</i> (Harrich-Schoeffer)
10	<i>Macrotermes subhyalinus</i> (Rambur)
11	<i>Mentaxya ignicollis</i> (Walker)
12	<i>Medicogryllus</i> sp.
13	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)
14	<i>Rhopalosiphum padi</i> (L.)
15	<i>Spodoptera exempta</i> (Walker)

1.22.3 Έντομα αποθηκών

Σύμφωνα με τους McFarlane και Dobi (1972), ερευνήθηκαν οι επιθετικές και οι επιζήμιες επιπτώσεις, οκτώ επιβλαβών εντόμων αποθήκευσης στο teff και το σιτάρι. Τα παράσιτα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη ήταν: *Sitophilus oryzae*, *Rhyzoperha dominica*, *Sitotroga cerealella* (Oliv.), *Trifolium castaneum* (Herbst), *Trifolium destructor* (Uytenb.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Cryptolestes pusillus* (Schon.), και *Ephesthia cautella* (Wlk.). Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι κάτω από πειραματικές συνθήκες όπου τα έντομα έχουν εκτραφεί σε 27°C και 70% σχετική υγρασία και τα οκτώ είδη ήταν σε θέση να επιτεθούν στο σιτάρι, ενώ το *Trifolium castaneum* (Herbst), ήταν το μόνο έντομο ικανό να πολλαπλασιάζεται αποτελεσματικά στο ακέραιο teff και κυρίως να τρέφεται από το έμβryo του καρπού. Η *Ephesthia cautella* (Wlk) έδειξε μερική ικανότητα να

παράγει απογόνους που επιβιώνουν σε ολόκληρο το teff, αλλά είναι απίθανο να αποτελέσουν σοβαρά παράσιτα. Το *Cryptolestes pusillus* (Schonh.) μόλυνε το teff παρουσία άλλων εντόμων και επίσης, πολλαπλασιάστηκε αποτελεσματικά σε επεξεργασμένο teff γεγονός που υποδηλώνει ότι είναι η φύση του άθικτου σπόρου που αποτρέπει τη μόλυνση απουσία του *T. castaneum*. Αυτό το εύρημα λήφθηκε κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για το έντομο. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στην Αιθιοπία υπό φυσιολογικές συνθήκες περιβάλλοντος και στα παραδοσιακά συστήματα αποθήκευσης, δείχνουν ότι το teff δεν υφίστανται οποιαδήποτε απώλεια ως αποτέλεσμα των ζημιών από τυχόν έντομα αποθηκών. Σύμφωνα με τις μελέτες των Yemane και Yilma (1989), για τις απώλειες βάρους που διεξήχθησαν σε καρπούς κάτω από παραδοσιακές συνθήκες αποθήκευσης, έδειξαν ότι το δίκκοκο σιτάρι επέδειξε την χαμηλότερη απώλεια βάρους της τάξης του 0,6%, ακολουθούμενο από το teff με 1,9% και συνεπώς ήταν τα μοναδικά σιτηρά που δεν είχαν υποστεί καμία βλάβη. Η απώλεια βάρους στο δίκκοκο σιτάρι αποδόθηκε στα τρωκτικά, ενώ εκείνη του teff αποδόθηκε σε διαρροή που προκαλείται στις αποθήκες από τρωκτικά και πτηνά. Η απώλεια βάρους στον αραβόσιτο ήταν 3,5 %, στο σιτάρι 4,2%, και στο κριθάρι 4,5%. Η έκθεση αναφέρει επίσης ότι οι απώλειες σε θρεπτικά συστατικά στο teff υπό συνθήκες αποθήκευσης ήταν σχετικά χαμηλές.

1.23 Περιορισμοί και Προοπτικές για τη βελτίωση του teff

Το μικρό μέγεθος του σπόρου του teff δημιουργεί προβλήματα κατά τη διάρκεια της σποράς, και έμμεσα κατά τη διάρκεια του ξεχορταριάσματος και του αλωνίσματος. Κατά τη σπορά το πολύ μικρό μέγεθος του σπόρου καθιστά δύσκολο τον έλεγχο της πυκνότητας του πληθυσμού και της κατανομής του. Αυτό ισχύει είτε κάποιος σπέρνει το σπόρο χύδην, είτε χρησιμοποιώντας σπορέα. Η άνιση απόσταση των φυτών μετά τη βλάστηση έχει επίδραση στην αποδοτική χρήση των θρεπτικών συστατικών της καλλιέργειας και στην απόδοση της καλλιέργειας. Λόγω των διάσπαρτων φυτών οι αγρότες

δυσκολεύονται στη χρήση μηχανικών εργαλείων βοτανίσματος και εξαναγκάζονται είτε στο βοτάνισμα με το χέρι είτε στη χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων. Οι αλωνιστικές ή οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές χρησιμοποιούνται για να αλωνίσουν το teff. Ωστόσο, η απώλεια σπόρου συμβαίνει επειδή ο σπόρος teff είναι πολύ μικρός και ελαφρύς και γίνεται ανάρπαστος με το άχυρο. Η συγκομιδή της καλλιέργειας είναι δύσκολη, εξαιτίας, του πλαγιάσματος. Αφού το teff πλαγιάζει έντονα δεν είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται υψηλότερο ποσοστό λιπάσματος για την αύξηση της απόδοσης. Οι τρέχουσες φυλές και ποικιλίες που χρησιμοποιούνται δεν είναι ανθεκτικές στο πλάγιασμα και η ανάπτυξη γενετικά ανθεκτικών στο πλάγιασμα ποικιλιών είναι απαραίτητη. Οι φυλές και οι τρέχουσες ποικιλίες δίνουν χαμηλή απόδοση. Επί του παρόντος ο εθνικός μέσος όρος απόδοσης καρπού στο teff είναι 910 kg/ha. Οι βελτιωμένες ποικιλίες teff δίνουν απόδοση καρπού 1700-2200kg/ha στον μικρό κλήρο και 2200-2800 kg/ha στις μεγάλες υπό έρευνα εκτάσεις. Πάντως, δεν έχει διενεργηθεί καμία ολοκληρωμένη μελέτη για να αξιολογήσει την δυνητική απόδοση της καλλιέργειας. Η μελέτη των 2255 αξιολογήσεων του teff έχει αποδείξει την υψηλή δυνητική απόδοση της καλλιέργειας (Seyfu 1993). Έτσι, δεν είναι δίκαιο στο σημείο αυτό να δηλωθεί, ότι η χαμηλή απόδοση είναι ένας από τους γενετικούς περιορισμούς της καλλιέργειας. Η καλλιέργεια έχει μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης και θα μπορούσε να δώσει περισσότερο από 6 τόνους / εκτάριο εάν λάβει την κατάλληλη προσοχή από την έρευνα. Η χαμηλή απόδοση σε καρπό και περιορισμοί της παραγωγής, όπως είναι το πλάγιασμα, η ξηρασία, η υπεράρδευση, η θερμότητα και ο παγετός μπορούν να ξεπεραστούν μέσα από ένα ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Βελτίωσης, αφού υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα στο γενετικό υλικό του teff για αυτά τα χαρακτηριστικά. Εκτός από τη χρήση της υπάρχουσας γενετικής ποικιλότητας για την αντιμετώπιση ορισμένων από τους περιορισμούς της παραγωγής, η ανάπτυξη βελτιωμένων και κατάλληλων αγρονομικών πρακτικών και συστημάτων καλλιέργειας θα συμβάλει σημαντικά στην εξάλειψη των περιορισμών της παραγωγής και θα βελτιώσει την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Μια βελτιωμένη αγρονομική πρακτική περιλαμβάνει κατάλληλο ποσοστό σπόρου,

ημερομηνίες σποράς, προετοιμασία της σποροκλίνης, τύπος λίπανσης, ποσοστό και χρόνο εφαρμογής. Τα συστήματα καλλιέργειας περιλαμβάνουν την αλληλουχία των καλλιεργειών, τις εφεδρικές καλλιέργειες, τις καλλιέργειες μεταξύ των γραμμών. Οι αγρότες της Αιθιοπίας προτιμούν να καλλιεργούν teff, εξαιτίας, των παρακάτω πλεονεκτημάτων (Seyfu 1991):

- Μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές που αντιμετωπίζουν στρες υγρασίας.
- Μπορεί να καλλιεργηθεί σε κατακλυσμένες περιοχές και αντέχει σε αναερόβιες συνθήκες καλύτερα από άλλα δημητριακά συμπεριλαμβανομένου του αραβόσιτου, του σιταριού και του σόργου
- Είναι κατάλληλο για χρήση σε σύστημα πολλαπλών καλλιεργειών,
- Το άχυρό του είναι πολύτιμη τροφή κατά τη διάρκεια της ξηράς περιόδου όταν υπάρχει έντονη έλλειψη. Προτιμάται ιδιαίτερα, από τα βοοειδή για το άχυρο περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο δημητριακό και απαιτεί υψηλές τιμές στις αγορές.
- Έχει την αποδοχή της Εθνικής Διατροφής, έχει υψηλή ζήτηση και υψηλή αξία στην αγορά και ως εκ τούτου επιτρέπει στους αγρότες να κερδίζουν περισσότερα απ' ό,τι με τις άλλες καλλιέργειες
- Είναι μια αξιόπιστη και χαμηλού κινδύνου καλλιέργεια.

Οι αγρότες πρώτα φυτεύουν αραβόσιτο γύρω στον Απρίλιο. Εάν αυτό αποτύχει μετά από ένα μήνα ή περισσότερο, εξαιτίας, του στρες υγρασίας ή προβλημάτων από τα παράσιτα το οργώνουν και φυτεύουν σόργο. Εάν αυτό αποτύχει επίσης, μετά από ένα μήνα ή περισσότερο, σπέρνουν teff ως έσχατη λύση, το οποίο συνήθως επιβιώνει στην υπόλοιπη υγρασία του εδάφους και αποδίδει ορισμένο καρπό για ανθρώπινη κατανάλωση και άχυρο για τη διατροφή των ζώων

- Δεν προσβάλλεται από σκαθάρια και άλλα έντομα αποθηκών και ως εκ τούτου αποθηκεύεται εύκολα και με ασφάλεια υπό τις τοπικές συνθήκες αποθήκευσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους διαχείρισης μετά τη συγκομιδή.

- Σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη καλλιέργεια σιτηρών που αναπτύσσεται στην Αιθιοπία έχει τα λιγότερα προβλήματα παρασίτων και ασθενειών (Stewart και Dagnachew 1967)

Τα κενά στις τρέχουσες συλλογές γενετικού υλικού και οι προτάσεις για μελλοντική δράση οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να αξιοποιηθεί το γενετικό υλικό και να αντιμετωπιστούν οι υπάρχοντες περιορισμοί. Η στοχευμένη συλλογή γενετικού υλικού από περιοχές με στρες, όπως είναι οι κατακλυσμένες περιοχές, οι περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες και επιρρεπείς στην ξηρασία περιοχές κλπ, μπορεί να είναι χρήσιμη. Η ανάπτυξη γρήγορων και φθηνών τεχνικών ελέγχου ποικιλιών για τον εντοπισμό διάφορων ποικιλιών με αντοχή στο στρες και τον εντοπισμό και την αξιοποίηση αποδοτικών τεχνικών βελτίωσης ή βιοτεχνολογικών τεχνικών για την ανάπτυξη ανώτερων ποικιλιών είναι απαραίτητη για την υπέρβαση των περιορισμών του παρόντος. Σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες σιτηρών, κανένα περιφερειακό ή το διεθνές δίκτυο έρευνας δεν υπάρχει και το έργο βελτίωσης περιορίζεται κυρίως στην Αιθιοπία. Η πρόοδος στις εργασίες για τη βελτίωση του teff, δεν είναι τόσο ταχεία όσο για άλλα σημαντικά δημητριακά που καταναλώνονται σε όλο τον κόσμο. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι το teff καταναλώνεται μόνο στην Αιθιοπία προς το παρόν. Ως εκ τούτου, σε αντίθεση με το σιτάρι, το καλαμπόκι ή το ρύζι, τα συνδυασμένα ερευνητικά κονδύλια και οι προσπάθειες των επιστημόνων από διαφορετικά έθνη δεν είναι προσανατολισμένες προς τη βελτίωση του. Προς το παρόν, η Αιθιοπία είναι η μόνη χώρα που παρέχει την κύρια πύλη για τα δύο ερευνητικά κονδύλια και τους επιστήμονες που εργάζονται για τη βελτίωσή του teff. Ως εκ τούτου, η έλλειψη της ταχείας προόδου της έρευνας δεν οφείλεται στο γεγονός ότι η καλλιέργεια δεν μπορεί να βελτιωθεί, αλλά στα περιορισμένα κεφάλαια και στο περιορισμένο ερευνητικό προσωπικό. Ακόμη και με τα περιορισμένα κονδύλια και το περιορισμένο ερευνητικό προσωπικό η πρόοδος στη βασική όσο και την εφαρμοσμένη έρευνα μέχρι στιγμής είναι ενθαρρυντική (Seyfu, 1997).

1.24 Το teff και η ασθένεια κοιλιοκάκη (Celiac Disease)

Η κοιλιοκάκη είναι μια αυτοάνοση διαταραχή του λεπτού εντέρου που προκαλείται από αντίδραση στην γλιαδίνη, μια προλαμίνη (πρωτεΐνη γλουτένη) που βρίσκεται στο σιτάρι και σε άλλα δημητριακά. Ο οργανισμός αντιδρά παράγοντας αντιγλιαδινικά αντισώματα καταστρέφοντας έτσι το εσωτερικό τοίχωμα του λεπτού εντέρου. Η μόνη γνωστή αποτελεσματική θεραπεία είναι μία δια βίου δίαιτα χωρίς γλουτένη.

Η έρευνα των Spaenij-Dekking L, Kooy-Winkelaar Y, Koning F., 2005, σε δεκατέσσερις ποικιλίες teff, στο σιτάρι, το κριθάρι, τη σικάλη, το τριτικάλε, την βρώμη, το καλαμπόκι και το ρύζι έδειξε ότι: καμία ποσότητα γλουτένης ή ομολόγων γλουτένης δεν ανιχνεύθηκαν στις δεκατέσσερις ποικιλίες teff. Αυτό δείχνει ότι το teff μπορεί να είναι κατάλληλο για χρήση στη διατροφή των ασθενών με κοιλιοκάκη. Η μελέτη της κατανάλωσης του teff από ασθενείς με κοιλιοκάκη σε ύφεση, είναι απαραίτητα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν το teff είναι ασφαλές για αυτούς τους ασθενείς.

1.25. Επιπτώσεις του CO₂ και του O₃ στα C₃, C₄ φυτά

Υπάρχουν περαιτέρω παρατηρήσεις ότι η απόκριση σε μια αλλαγή του CO₂ εξαρτάται από τον τύπο του φυτού, C₃ ή C₄. (Da Matta et al., 2010). Η επίδραση της αύξησης της συγκέντρωσης του CO₂ τείνει να είναι υψηλότερη στα C₃ φυτά (σιτάρι, ρύζι, βαμβάκι, σόγια, ζαχαρότευτλα, πατάτες) από ότι στα C₄ φυτά (καλαμπόκι, σόργο, το ζαχαροκάλαμο) γιατί ο βαθμός της φωτοσύνθεσης στα C₄ φυτά είναι λιγότερο ευαίσθητος-αποκριτικός στις αυξήσεις του ατμοσφαιρικού CO₂ (όταν αυξάνεται το CO₂ η φωτοσύνθεση στα C₄ φυτά είναι μικρότερη) (Leakey, 2009). Η απόκριση των καλλιεργειών σε CO₂ είναι γονότυπο-ειδικό (Ziska et al. 2012). Για παράδειγμα η αύξηση της απόδοσης στα 200ppm επιπλέον CO₂ κυμαίνονταν από 3% σε 36% μεταξύ ποικιλιών ρυζιού (Hasegawa et al., 2013).

Μελέτες έχουν δείξει ότι η επίδραση του αυξημένου CO₂ ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα του νερού και των θρεπτικών στοιχείων. Μελέτες έχουν δείξει επίσης, ότι η αύξηση του CO₂ περιορίζεται κάτω από την χαμηλή και την υψηλή θερμοκρασία (Shimono et al., 2008) (Hasegawa et al., 2013). Η θεωρία αναφέρει ότι οι καλλιέργειες σε υδατικό στρες ανταποκρίνονται εντονότερα στο αυξημένο CO₂ από ότι οι καλά αρδευόμενες καλλιέργειες, διότι του ότι το CO₂ προκαλεί αύξηση στη στοματική αντίσταση. Αυτό σημαίνει ότι οι ξηρικές καλλιέργειες ωφελούνται περισσότερο από την αύξηση του CO₂ από ότι οι αρδευόμενες. Νέα στοιχεία με βάση τις ιστορικές παρατηρήσεις υποστηρίζουν την θεωρία αυτή, αποδεικνύοντας ότι ο συντελεστής απόδοσης των κερδών σε ξηρικά συστήματα είναι υψηλότερος στα έτη με ξηρασία από ό τι στα χρόνια με βροχοπτώσεις (McGrath και Lobell, 2011).

Το όζον στην στρατόσφαιρα παρέχει προστασία από τη θανατηφόρο μικρού μήκους κύματος ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά στην τροπόσφαιρα είναι φυτοτοξικό και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα. Η παγκόσμια συγκέντρωση του όζοντος έχει αυξηθεί από την προβιομηχανική εποχή, λόγω ανθρωπογενών εκπομπών των προδρόμων ουσιών του μονοξειδίου του άνθρακα, πτητικών οργανικών ενώσεων και οξειδίων του αζώτου, από οχήματα, σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καύση βιομάζας και άλλες πηγές καύσης. Όπως το CO₂, το O₃ λαμβάνεται από πράσινα φύλλα μέσω των στοματίων στη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, αλλά σε αντίθεση με το CO₂, η συγκέντρωσή του είναι σημαντικά μεταβλητή ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, την αύξηση και την έκταση των ανθρωπογενών πηγών. Ως ένα ισχυρό οξειδωτικό, το όζον και τα δευτερεύοντα υποπροϊόντα του προκαλούν ζημιά στη βλάστηση μειώνοντας τη φωτοσύνθεση και άλλες σημαντικές φυσιολογικές λειτουργίες. (Mills et al., 2009, Ainsworth και McGrath, 2010). Αυτό οδηγεί σε καχεκτικά καλλιεργούμενα φυτά, κατώτερη ποιότητα καλλιεργειών και μειωμένες αποδόσεις (Booker et al., 2009; Fuhrer, 2009, Vandermeiren et al., 2009, Pleijel and Uddling, 2012).

Παγκόσμιες εκτιμήσεις των απωλειών στην απόδοση λόγω αύξησης του όζοντος, στη σόγια, σιτάρι και το καλαμπόκι, το 2000 κυμάνθηκαν από 8,5 έως 14%, 3,9 έως 15% και 2,2 έως 5,5%, αντίστοιχα, που ανέρχονται σε οικονομικές απώλειες των \$11-18 δισεκατομμυρίων δολαρίων (Avnery et al., 2011a). Το όζον μπορεί να έχει άμεση επίδραση στην αναπαραγωγική διαδικασία που οδηγεί σε μειωμένη ανάπτυξη των σπόρων και των καρπών και στην αποτυχία των αναπτυσσόμενων καρπών.

Σε γενικές γραμμές, οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις του O₃ και του CO₂ μεμονωμένα ασκούν αρνητική επίδραση στα C₃ φυτά (Tianhong et al., 2005, Ainsworth, 2008, Gillespie et al., 2012), αλλά η αλληλεπίδρασή τους μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα οι αρνητικές επιδράσεις του O₃ να αντισταθμίζονται από τις θετικές επιδράσεις του CO₂ (Ainsworth, 2008, Taub et al., 2008, Gillespie et al., 2012). Ωστόσο, οι απώλειες μπορεί να είναι μεγαλύτερες όταν αυξημένα επίπεδα O₃ συνδυαστούν με υψηλή θερμοκρασία (Long, 2012) ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του γεμίσματος των σπόρων σιταριού, όταν το αυξημένο όζον προκαλεί πρόωρη γήρανση των φύλλων (Feng et al, 2008, Feng κ.ά., 2011). Περίοδοι με άφθονη ακτινοβολία και επαρκή παροχή νερού είναι ευνοϊκές τόσο για τη γεωργική παραγωγή και το σχηματισμό του όζοντος της επιφάνειας. Έτσι, οι επιπτώσεις του όζοντος στις καλλιέργειες, μπορεί να είναι δύσκολο να ανιχνευθούν (Long, 2012).

1.26 Μέθοδοι προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή

Η διάχυση των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής - που οφείλεται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου - στην ασφάλεια και την παραγωγή των τροφίμων, σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνουν κάποιες προσαρμογές του συστήματος τροφίμων στην κλιματική αλλαγή. Αυτές οι προσαρμογές θα πρέπει να γίνουν στο πλαίσιο άλλων πιέσεων για την ασφάλεια των τροφίμων, όπως είναι η αυξανόμενη ζήτηση, ως αποτέλεσμα της αύξησης του πληθυσμού και της κατά κεφαλήν αύξησης της κατανάλωσης. Στην πιθανή επέκταση της

καλλιεργητικής περιόδου, εξαιτίας, των υψηλότερων θερμοκρασιών η οποία αυξάνει την ανάπτυξη κατά τους ψυχρούς μήνες, η αλλαγή των ημερομηνιών φύτευσης αποτελεί μια επιλογή για τα δημητριακά υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει αύξηση της ξηρασίας κατά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. (Krishnan et al., 2007 Magrin et al., 2009 Travasso et al., 2009 Deressa et al., 2009, Mary and Majule, 2009, Meza and Silva, 2009, Tingem and Rivington, 2009, Laux et al., 2010, Stöckle et al., 2010, Shimono et al., 2010, Van de Geisen et al., 2010, Tao and Zhang, 2010, Olesen et al., 2011, Cho et al., 2012). Σύμφωνα με τις μελέτες η αλλαγές στις ημερομηνίες φύτευσης μπορεί να αυξήσουν την απόδοση κατά 3-17% αλλά με σημαντικές διακυμάνσεις. Η πρόιμη σπορά διευκολύνεται από βελτιώσεις στον εξοπλισμό ή με τη χρήση τεχνικών όπως είναι η ξηρή σπορά (Passioura and Angus, 2010), η μεταφύτευση σποροφύτων και αυτές οι προσαρμογές μπορούν να ενσωματωθούν με ποικιλίες με μεγαλύτερες θερμικές απαιτήσεις, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή και να αποφευχθούν οι καθυστερημένοι παγετοί της άνοιξης (Tingem και Rivington, 2009, Cho et al., 2012). Ωστόσο στα μεσογειακά κλίματα η πρόιμη σπορά των δημητριακών εξαρτάται από τις επαρκείς βροχοπτώσεις κατά τη σπορά το φθινόπωρο. Οι προβλέψεις για το κλίμα δείχνουν ότι αυτές μπορεί να μειωθούν σε πολλές περιοχές περιορίζοντας την αποτελεσματικότητα αυτής της προσαρμογής και ενδεχομένως να προκαλέσουν οψιμότερες σπορές. Σε αυτές τις συνθήκες, η χρήση ποικιλιών μικρού βιολογικού κύκλου μπορεί να είναι κατάλληλη για την αποφυγή της έκθεσης στις ξηρασίες κατά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου και στις υψηλές θερμοκρασίες (Orlandini et al., 2008; Walter et al., 2010).

Η βελτίωση της αντοχής των ποικιλιών στις υψηλές θερμοκρασίες είναι μια συχνή προσαρμογή για όλες σχεδόν τις καλλιέργειες και τα περιβάλλοντα παγκοσμίως αφού οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν την απόδοση και την ποιότητα (Krishnan et al., 2007, Challinor et al., 2009, Wassmann et al., 2009 Luo et al., 2009 Shimono et al., 2010 Stöckle et al., 2010). Δεδομένου ότι μια νέα ποικιλία χρειάζεται οκτώ με είκοσι χρόνια για να αποδώσει, είναι σημαντικό να επιλέγονται ποικιλίες για τις αναμενόμενες κλιματικές και ατμοσφαιρικές

συνθήκες (Ziska et al. 2012). Η βελτίωση της διατήρησης των γονιδίων και η πρόσβαση σε τράπεζες γονιδίων μπορεί να διευκολύνεται την ανάπτυξη ποικιλιών με θερμική αντοχή (Mercer et al., 2008, Wassmann et al., 2009), με ικανότητα αξιοποίησης της αύξησης του CO₂ (Ziska et al., 2012) και με ικανότητα να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες απειλές εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων. Αυτές οι βελτιώσεις είναι ανάγκη να ενσωματωθούν στην *in situ* διατήρηση των τοπικών ποικιλιών (IAASTD, 2009).

Η προοπτική της αύξησης σε πολλές καλλιεργήσιμες περιοχές στον κόσμο (Olesen et al., 2011) αυξάνει την ανάγκη για περισσότερες βελτιωμένες ποικιλίες με αντοχή στην ξηρασία (Naylor et al., 2007, Mutekwa, 2009, Tao και Zhang, 2011).

Η ποικιλότητα των χαρακτηριστικών είναι μια άλλη προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος (Lioubimtseva et al., 2009, Thornton et al., 2010). Για παράδειγμα οι Reidsma και Ewert (2008) διαπίστωσαν ότι η τοπική ποικιλότητα στην αγροτική γη μειώνει τον κίνδυνο που σχετίζεται με τις δυσμενείς κλιματικές συνθήκες στην Ευρώπη. Η διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών ενσωματώνει υψηλότερης αξίας χαρακτηριστικά ή αυτών που αυξάνουν την αποδοτικότητα των περιορισμένων πόρων, όπως είναι η αυξημένη αξιοποίηση του νερού (Thomas, 2008) ή η μείωση του κινδύνου (Seo, 2010).

1.27 Πηγές της αύξησης της παραγωγής

Η αύξηση της φυτικής παραγωγής επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους: με την επέκταση της καλλιεργήσιμης γης, με την εντατικοποίηση των καλλιεργειών και με τη βελτίωση των αποδόσεων. Το χρονικό διάστημα μεταξύ 1961 και 1999 το 78% της αύξησης της παραγωγής οφείλονταν στην αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών. Ένα επιπλέον ποσοστό 7% προήλθε από την εντατικοποίηση των καλλιεργειών και μόλις το 15% προήλθε από την επέκταση της καλλιεργήσιμης έκτασης. Στην υποσαχάρια περιοχή της Αφρικής η αύξηση της παραγωγής οφείλεται στην επέκταση της καλλιεργήσιμης γης κατά 35% και στην Λατινική

Αμερική κατά 46%. Για τις αναπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες η αύξηση της παραγωγής προήλθε κατά 70% στη βελτίωση των αποδόσεων. Σύμφωνα με τις προβλέψεις έως το 2030 η επέκταση της καλλιεργήσιμης γης αναμένεται να αντιπροσωπεύει το 20% της αύξησης της παραγωγής, η βελτίωση των αποδόσεων το 70% και η εντατικοποίηση των καλλιεργειών το υπόλοιπο 10% (FAO, *World agriculture towards 2015/30, an FAO study*. Rome).

1.28 Η συμβολή της βιολογικής γεωργίας

Οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας εξαιρούν τη χρήση εισροών, όπως είναι τα χημικά λιπάσματα, τα συνθετικά φυτοφάρμακα, τα συνθετικά συντηρητικά, οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί, η ακτινοβολία. Το ενδιαφέρον για τη βιολογική γεωργία έχει ενισχυθεί από τις δημόσιες ανησυχίες σχετικά με τη ρύπανση, την ασφάλεια των τροφίμων και την υγεία ανθρώπων και ζώων. Μεταξύ του 1995 και του 2000, το συνολικό εμβαδόν των εκτάσεων βιολογικής γεωργίας στην Ευρώπη και στις Ηνωμένες Πολιτείες τριπλασιάστηκε. Το 2001, περίπου 15.800.000 εκτάρια ήταν κάτω από πιστοποιημένες βιολογικές καλλιέργειες σε παγκόσμιο επίπεδο. Σχεδόν τα μισά από αυτό ήταν στην Ωκεανία, ακριβώς κάτω από το ένα τέταρτο στην Ευρώπη και πέμπτη στη Λατινική Αμερική. Ως ποσοστό της συνολικής γεωργικής γης, η βιολογική γεωργία εξακολουθεί να είναι μέτρια - κατά μέσο όρο 2% - στην Ευρώπη. Ωστόσο, πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν φιλόδοξους στόχους για την επέκταση, με αποτέλεσμα η Δυτική Ευρώπη μπορεί να έχει περίπου το ένα τέταρτο της συνολικής γεωργικής γης της υπό οργανική διαχείριση έως το 2030. Η βιολογική γεωργία έχει ως στόχο να ενισχύσει τη βιοποικιλότητα και να αποκαταστήσει τη φυσική οικολογική ισορροπία. Ενθαρρύνει την χωρική και χρονική και πρόσκαιρη βιοποικιλότητα μέσα από συγκαλλιέργεια και την αμειψισπορά, εξοικονομεί έδαφος και υδατικούς πόρους και χτίζει την οργανική ύλη του εδάφους και τις βιολογικές διεργασίες. Οι εχθροί και οι ασθένειες διατηρούνται σε απόσταση μέσω των διαφορετικών ενώσεων των καλλιεργειών, τους

συμβιωτικούς συνδυασμούς και άλλες μη-χημικές μεθόδους. Η ρύπανση των υδάτων μειώνεται ή εξαλείφεται.

Παρά το γεγονός ότι οι αποδόσεις είναι συχνά 10 έως 30% χαμηλότερες από ό, τι στη συμβατική γεωργία, η βιολογική γεωργία μπορεί να δώσει άριστα κέρδη. Στις βιομηχανικές χώρες, οι τιμές των προϊόντων, οι κυβερνητικές επιχορηγήσεις ο αγροτουρισμός η ώθηση εισοδήματα από βιολογικά αγροκτήματα. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, καλά σχεδιασμένα συστήματα βιολογικής γεωργίας μπορεί να δώσουν καλύτερες αποδόσεις και τα κέρδη επιστρέφουν στην εργασία από ότι τα παραδοσιακά συστήματα. Η στήριξη για τη γεωργία μετατοπίζεται ολοένα και περισσότερο από τους στόχους παραγωγής σε περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους, μια τάση που θα μπορούσε να ευνοήσει τη βιολογική γεωργία. Η ασφαλής κατοχή γης είναι απαραίτητη, εάν οι αγρότες να αναλάβουν τη μακρά διαδικασία της μετατροπής σε βιολογικά πρότυπα. Εάν τα μέτρα αυτά τίθενται σε εφαρμογή, η βιολογική γεωργία θα μπορούσε να γίνει μια ρεαλιστική εναλλακτική λύση στην παραδοσιακή γεωργία κατά τα επόμενα 30 χρόνια, τουλάχιστον σε τοπικό επίπεδο (FAO, *World agriculture towards 2015/30, an FAO study*. Rome).

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες του teff -γενετική ποικιλότητα, αντοχή στην ξηρασία, υψηλή απόδοση, αντοχή στους εχθρούς και τις ασθένειες , υψηλή θρεπτική αξία, όπως αυτές αναλύθηκαν παραπάνω, αλλά και την παγκόσμια τάση στην υγεία και την διατροφή -δίαιτες χωρίς γλουτένη, super foods- κατανοούμε ότι η βιολογική καλλιέργεια του teff φαίνεται να έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και δυναμική.

Αντικείμενο του πειράματος που πραγματοποιήθηκε, ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης της πυκνότητας σποράς στα αγρονομικά χαρακτηριστικά και στην απόδοση βιολογικής καλλιέργειας teff στην Ελλάδα, με σκοπό την απόκτηση εμπειρίας και γνώσης για την επίδοση του φυτού teff στην Ελλάδα.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Γενικά

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (37° 59'01.83''N, 23° 42'07.37'' E, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας), (Εικ. 2.1.1). Ο αγρός δέχεται βιολογική μεταχείριση από το έτος 1995. Εγκαταστάθηκε καλλιέργεια teff [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] από την 20η Μαρτίου 2015 έως την 17 Αυγούστου 2015.



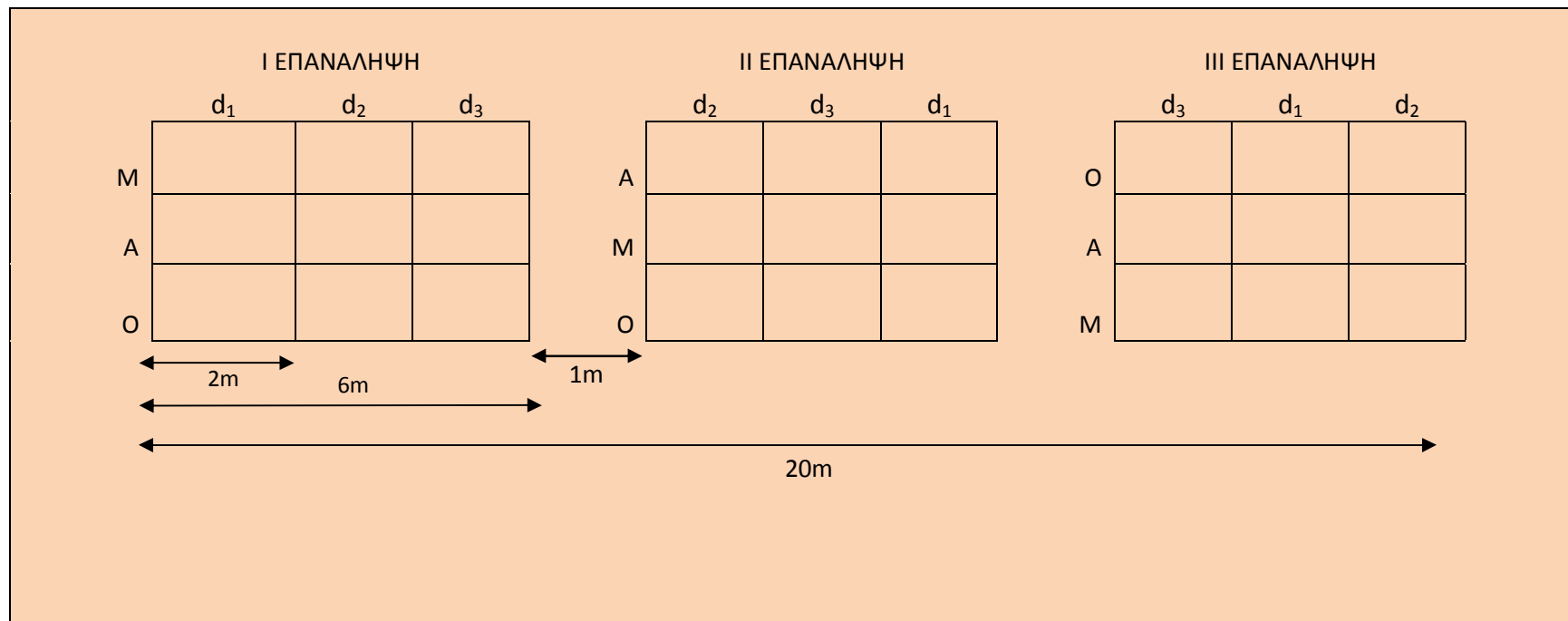
Εικόνα 2.1.1: Ο πειραματικός Αγρός

2.2 Πειραματικό Σχέδιο

Το πείραμα αποτελούνταν από δύο παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας ήταν η πυκνότητα σποράς με τρία επίπεδα - οι αποστάσεις σποράς, 20cm, 40cm και 60 cm αντίστοιχα-. Ο δεύτερος παράγοντας ήταν η λίπανση με τρία επίπεδα - ανόργανη λίπανση (NH_3NO_3), οργανική λίπανση (κόμποστ), απουσία λίπανσης (μάρτυρας). Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων ομάδων. Το σύνολο των επεμβάσεων ήταν εννέα (9), πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) επαναλήψεις και το σύνολο των πειραματικών

τεμαχίων ήταν είκοσι επτά (27). Η συνολική έκταση του πειραματικού αγρού ήταν 324m^2 . Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε εμβαδόν 4m^2 (Εικόνα 2.2.1).

Εικόνα: 2.2.1: Πειραματικός αγρός



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

		Γραμμές/π.τ	Σπόροι/γραμμή	Σπόροι/π.τ.
M = Μάρτυρας	$d_1= 20\text{cm}$	9	10.000	90.000
A = Ανόργανη Λίπανση (NH_3NO_3)	$d_2= 40\text{cm}$	5	10.000	50.000
O = Οργανική Λίπανση (Κόμποστ)	$d_3= 60\text{cm}$	3	10.000	30.000

2.3 Φυσικοχημικές Ιδιότητες Αγρού

Το έδαφος είναι αλκαλικό και αργιλλοπηλώδες (CL) (13,9 % άμμος, 24,9% άργιλο και 61,2% ιλύς) ενώ διακρίνεται από ικανοποιητική περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και ταυτόχρονα υψηλή περιεκτικότητα σε Na^+ . Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού δίδονται στο Πίνακα 2.3.1

Πίνακας 2.3.1: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού

CaCO_3	15,99%	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO_3^-	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na^+	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H_2O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

2.4 Εγκατάσταση του πειράματος

Αρχικά, την 6η Απριλίου 2015, πραγματοποιήθηκε άροση του εδάφους με άροτρο σε βάθος 20cm. Το έδαφος κόπηκε σε λωρίδες, αναστράφηκε και μετατοπίστηκε. Με την άροση καταστράφηκαν τα ζιζάνια, ενσωματώθηκαν στο έδαφος τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, το έδαφος χαλάρωσε και αναμοχλεύθηκε για την ταχεία ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και την ταχύτερη αφομοίωση του νερού. Στη συνέχεια, ακολούθησε κατεργασία με φρέζα, για το σπάσιμο των συσσωματωμάτων, τον ψιλοχωματισμό εδάφους, τη δημιουργία ομοιόμορφου επιφανειακού στρώματος εδάφους και την προετοιμασία της σποροκλίνης. (Εικόνα 2.4.1)



Εικόνα 2.4.1: Κατεργασία του εδάφους του πειραματικού αγρού

Στα πειραματικά τεμάχια με πυκνότητα σποράς 20cm, χαράχτηκαν με τη χρήση γραμμοχαράκτη εννέα γραμμές. Το μήκος κάθε γραμμής ήταν 2m. Στα πειραματικά τεμάχια με πυκνότητα σποράς 40cm, χαράχτηκαν με τη βοήθεια γραμμοχαράκτη πέντε γραμμές (Εικόνα 2.4.2). Το μήκος κάθε γραμμής ήταν 2m. Στα πειραματικά τεμάχια με πυκνότητα σποράς 60cm, χαράχτηκαν με τη χρήση γραμμοχαράκτη τρεις γραμμές. Το μήκος κάθε γραμμής ήταν 2m. (Εικόνα 2.4.3)



Εικόνα 2.4.2: Γραμμοχαράκτης

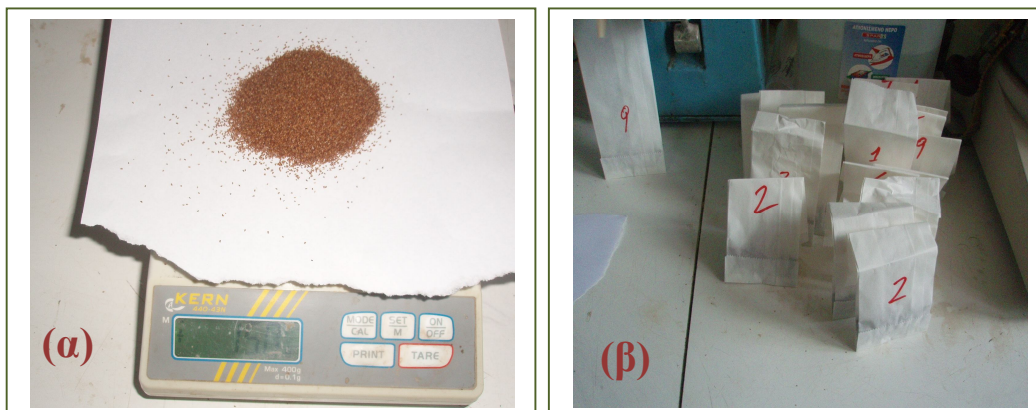


Εικόνα 2.4.3: Γραμμές σποράς

Στις 21 Απριλίου του έτους 2015, πραγματοποιήθηκε η σπορά του teff. Χρησιμοποιήθηκε σπόρος του είδους *Eragrostis tef*, (Εικόνα 2.4.4) Προετοιμάστηκαν εννέα σακουλάκια καθένα από τα οποία περιείχε 15g σπόρου. Η συνολική ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 135g, 0,88g/γραμμή (Εικόνα 2.4.5). Ο σπόρος στις γραμμές καλύφθηκε με τύρφη για την αποφυγή δημιουργίας κρούστας. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 12 σάκοι τύρφης των 70 λίτρων (Εικόνα 2.4.6, 2.4.7). Τέλος ακολούθησε άρδευση με λάστιχο σε χαμηλή ροή (Εικόνα 2.4.8). Τρεις ημέρες μετά τη σπορά προστέθηκαν επιπλέον 8,5 σάκοι τύρφης των 70 λίτρων.



Εικόνα 2.4.4: Σπόρος teff



Εικόνα 2.4.5: (α) Ζύγιση σπόρων teff (β) Τοποθέτηση σπόρων teff σε εννέα σακουλάκια



Εικόνα 2.4.6: Σπορά teff και κάλυψη γραμμών με τύρφη



Εικόνα 2.4.7: Τύρφη



Εικόνα 2.4.8: Πότισμα αμέσως μετά την σπορά

2.5 Άρδευση - Λίπανση

Την πρώτη εβδομάδα μετά τη σπορά πραγματοποιήθηκαν έξι αρδεύσεις, την δεύτερη εβδομάδα μετά τη σπορά πραγματοποιήθηκαν πέντε αρδεύσεις, την τρίτη εβδομάδα μετά τη σπορά πραγματοποιήθηκαν δύο αρδεύσεις. Η επόμενη άρδευση πραγματοποιήθηκε μετά από ένα μήνα, διότι παρατηρήθηκε ότι σταματώντας την άρδευση η ανάπτυξη ήταν πιο γρήγορη. Στη συνέχεια ακολούθησε μία ακόμη άρδευση μετά από είκοσι δύο ημέρες και μία ακόμη μετά από τέσσερις ημέρες.

Την 25/06/2015, εξήντα πέντε ημέρες μετά τη σπορά πραγματοποιήθηκε οργανική και ανόργανη λίπανση. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις σάκοι των 10 λίτρων οργανικού βιολογικού λιπάσματος (κόμποστ) Bokashi (1,06% N, 0,95% P₂O₅, 0,71% K₂O, 0,5670% Fe) και 620g ανόργανου λιπάσματος νιτρικής αμμωνίας (Εικόνα 2.5.1, 2.5.2)



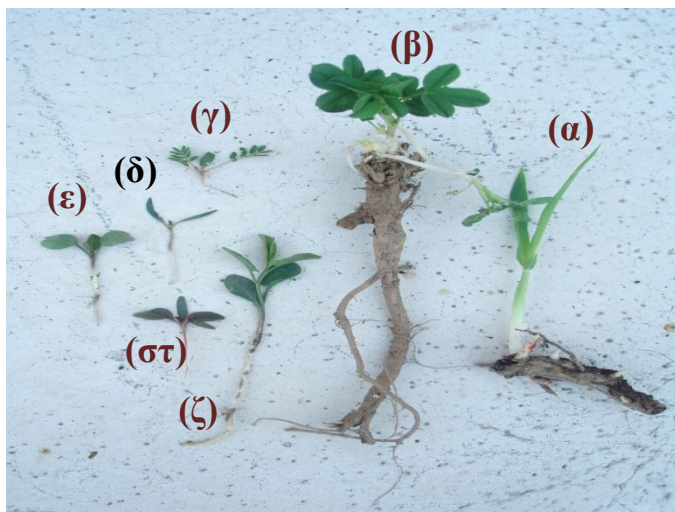
Εικόνα 2.5.1: Συσκευασία Οργανικού λιπάσματος



Εικόνα 2.5.2: Ανόργανη λίπανση

2.6 Ζιζάνια

Τα είδη των ζιζανίων που αναπτύχθηκαν στον πειραματικό αγρό φαίνονται στην Εικόνα 2.6.1. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά τρεις επεμβάσεις αφαίρεσης των ζιζανίων με το χέρι ανάμεσα στις γραμμές φύτευσης.



Εικόνα 2.6.1: Είδη ζιζανίων στην καλλιέργεια teff α) *Sorghum halepense* β) *medicago sativa* γ) *tribulus terrestris* δ) *Xanthium strumarium* ε) *Sinapis arvensis* στ) *Cichorium intybus* ζ) *Convolvulus arvensis*

2.7 Συγκομιδή

Η πρώτη άνθιση του teff συνέβη την 09/06/2015, 49 ημέρες μετά τη σπορά (Εικόνα 2.7.1). Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε την 18/08/2015, 119 ημέρες μετά τη σπορά, στη φυσιολογική ωρίμανση -αυτό επιτυγχάνεται όταν οι μίσχοι, τα φύλλα, τα άνθη και τα βράκτια αποκτήσουν κίτρινο χρώμα και προσδιορίζεται με οπτική παρατήρηση - (Εικόνα 2.7.2, 2.7.3). Η βλαστική περίοδος ήταν 43 ημέρες (το χρονικό διάστημα από το φύτευμα μέχρι την άνθιση).



Εικόνα 2.7.1: Άνθιση teff



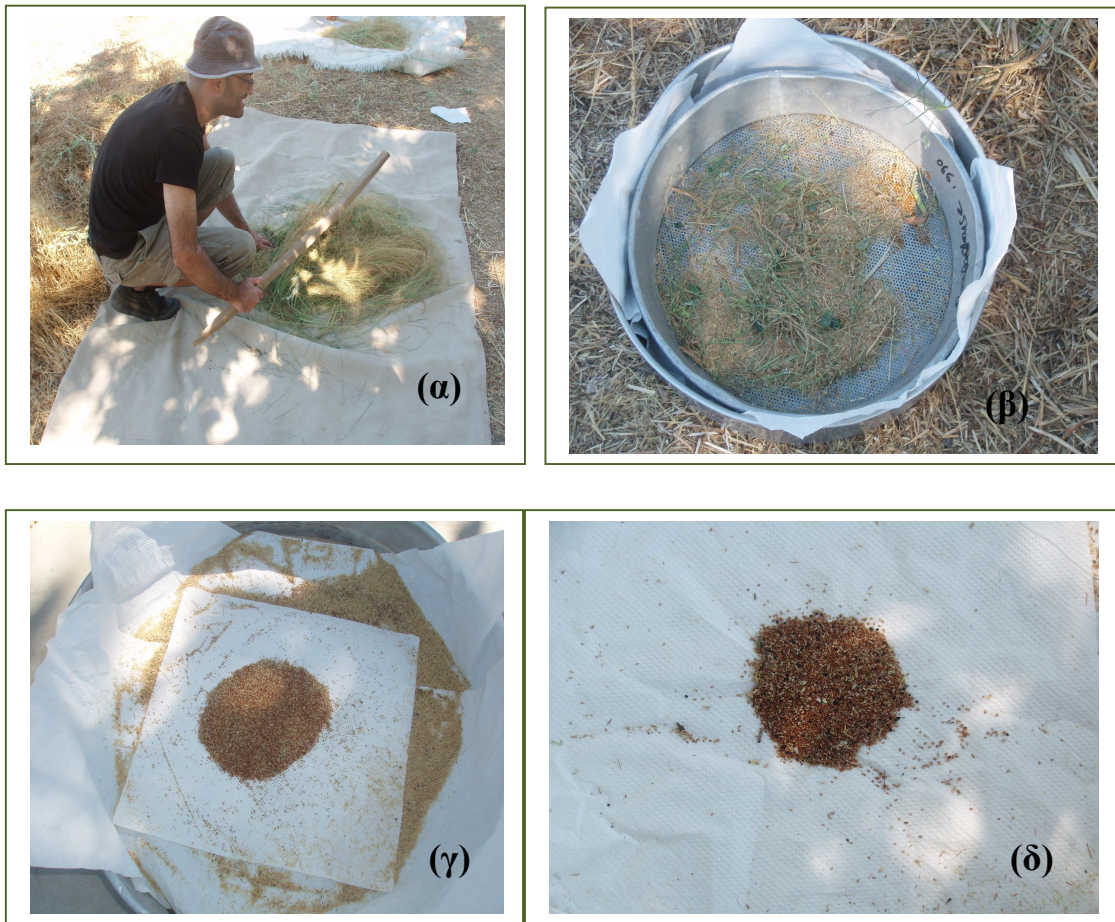
Εικόνα 2.7.2: Το teff ένα μήνα πριν τη συγκομιδή



Εικόνα 2.7.3: Συγκομιδή teff

2.8 Αλωνισμός

Την 19/08/2015, πραγματοποιήθηκε ο αλωνισμός, με ράβδισμα (Εικόνα 2.8.1).



Εικόνα 2.8.1: α) Αλωνισμός teff με ράβδισμα β) κοσκίνισμα γ) καθαρισμός στο αέρα δ) αρκετά καθαρισμένος σπόρος teff

2.9. Μετρήσεις αγρονομικών χαρακτηριστικών

2.9.1 Δεδομένα ανάπτυξης

Οι παρακάτω παράμετροι ανάπτυξης καταγράφονται όταν τα φυτά φθάσουν στα αντίστοιχα στάδια ανάπτυξής τους.

Ύψος φυτού: Μετρήθηκε το ύψος -σε εκατοστά, με τη χρήση μετροταινίας-, του υπέργειου τμήματος των φυτών, από το έδαφος μέχρι την άκρη της κύριας φόβης σε τέσσερα τυχαία επιλεγμένα φυτά κάθε πειραματικού τεμαχίου, σε φυσιολογική ωρίμανση, και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών. Οι μετρήσεις έγιναν την 27/7/2015, 97 ημέρες μετά τη σπορά. (Εικόνα 2.9.1.1)



Εικόνα 2.9.1.1: Μέτρηση ύψους φυτών teff

Μήκος κύριας φόβης: Μετρήθηκε το μήκος -σε εκατοστά με τη χρήση μετροταινίας-, της κύριας φόβης, από τον κόμβο όπου ξεκινά η πρώτη διακλάδωση της φόβης μέχρι την άκρη της κύριας φόβης, στη φυσιολογική ωριμότητα, σε τέσσερα τυχαία επιλεγμένα φυτά του κάθε πειραματικού τεμαχίου και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών. Οι μετρήσεις έγιναν την 27/7/2015, 97 ημέρες από τη σπορά (Εικόνα 2.9.1.2).



Εικόνα 2.9.1.2: α) Μέτρηση μήκους φόβης, teff β) Φόβη teff

Αριθμός διακλαδώσεων στην φόβη: Από το ίδιο δείγμα των τεσσάρων φυτών, μετρήθηκε ο αριθμός των διακλαδώσεων κάθε φόβης και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών. Οι μετρήσεις έγιναν την 27/7/2015.

Αριθμός κόκκων / φόβη: Λήφθηκε ένα δείγμα από τέσσερις φόβες σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και μετρήθηκαν οι κόκκοι σε κάθε φόβη και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών.

Αριθμός φυτών μετά το αδελφωμα: Μετρήθηκαν τα αδέρφια των φυτών σε δύο δείγματα από κάθε πειραματικό τεμάχιο, στη φυσιολογική ωριμότητα και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών. Οι μετρήσεις έγιναν την 28/07/2015.

Αριθμός φύλλων ανά στέλεχος: Μετρήθηκε ο αριθμός των φύλλων ανά στέλεχος από δύο δείγματα σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών. Οι μετρήσεις έγιναν την 28/07/2015.

Βάρος 1000 κόκκων: Μετά το ράβδισμα, μετρήθηκαν 1000 σπόροι από κάθε πειραματικό τεμάχιο και ζυγίστηκαν ξεχωριστά σε ζυγό ακριβείας, σε γραμμάρια. Οι μετρήσεις έγιναν την 20/08/2015.

2.9.2 Δεδομένα απόδοσης

Απόδοση σε σπόρο: Είναι το συνολικό βάρος των αποξηραμένων στον αέρα σπόρων που συγκομίστηκαν από κάθε πειραματικό τεμάχιο. Ζυγίζονται ξεχωριστά σε ζυγό ακριβείας και η καταγραφή γίνεται σε κιλά.

Νωπό βάρος ανά στέλεχος: Είναι το συνολικό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού, συμπεριλαμβανομένης της απόδοσης του άχυρου και της απόδοσης του καρπού, τα οποία καταγράφηκαν πριν το θερισμό. Χρησιμοποιήθηκε δείγμα τεσσάρων φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο. Οι μετρήσεις έγιναν την 28/07/2015.

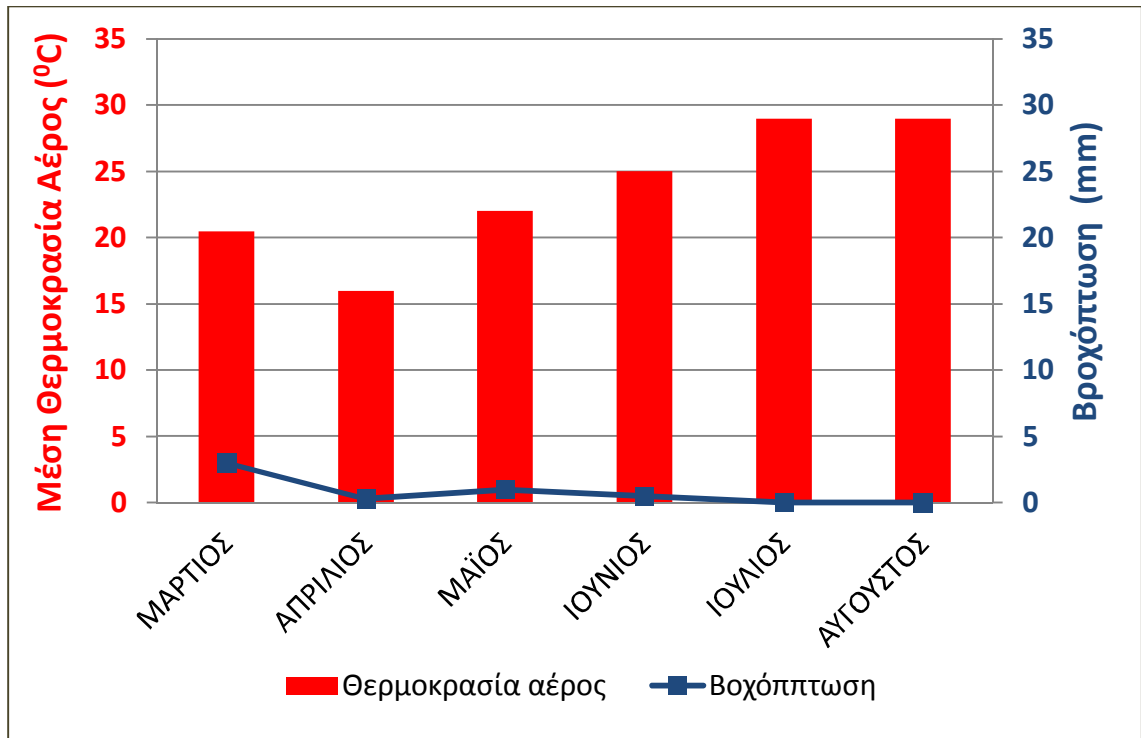
Ξηρό βάρος ανά στέλεχος: Μετρήθηκε το ξηρό βάρος σε γραμμάρια των νωπών δειγμάτων αφού πρώτα τοποθετήθηκαν για ξήρανση σε κλίβανο στους 80°C για 2 ημέρες. Οι μετρήσεις έγιναν την 28/07/2015.

2.10 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SigmaPlot 12.0 και επιλέχθηκε η διαδικασία του F με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$. Η σύγκριση των επεμβάσεων έγινε με τη μέθοδο Tuckey και η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων απεικονίστηκε στα διαγράμματα με τη χρήση γραμμών της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι διαφορετικοί, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

2.11 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Οι τιμές της Μέσης Θερμοκρασίας αέρος και της Βροχόπτωσης, κατά τη διάρκεια του πειράματος φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα



Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων: Η διακύμανση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Παράμετροι ανάπτυξης

3.1.1 Ύψος φυτού

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων, πυκνότητα σποράς και λίπανση, στο ύψος των φυτών. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε επίδραση των τριών επιπέδων πυκνότητας σποράς, στο ύψος των φυτών. (Πίνακας 3.1.1.1)

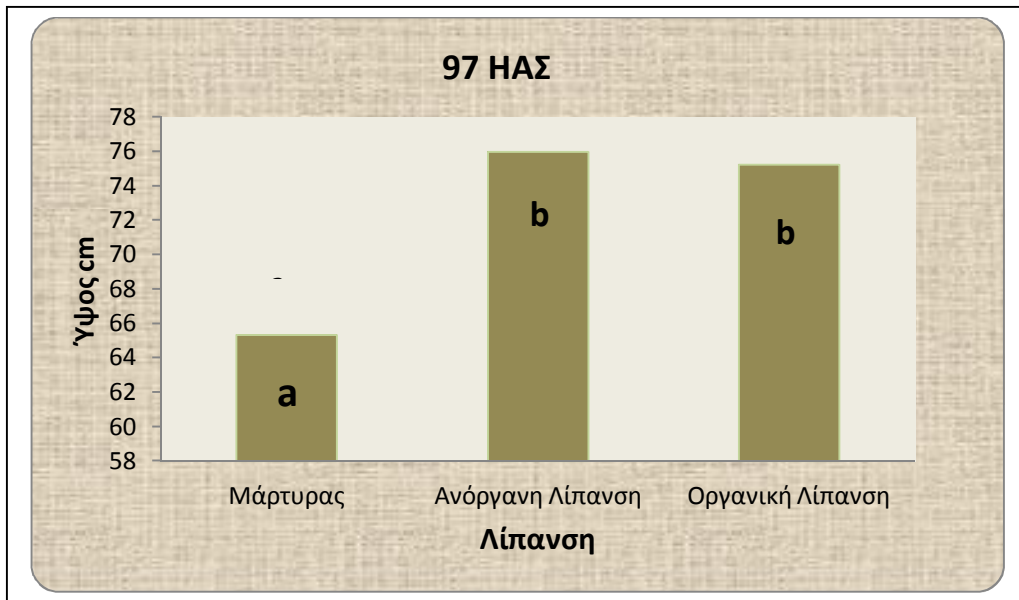
Πίνακας 3.1.1.1: Πίνακας ανάλυσης της παραλλακτικότητας του ύψους των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές αποδίδονται με έντονη γραφή)

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	0,281	0,758
Λίπανση	2	6,426	0,008
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,906	0,481

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στο ύψος των φυτών. Αναλυτικότερα, τα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση-μάρτυρας-, διέφεραν σημαντικά τόσο από τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση όσο και από τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση, ως προς το ύψος. Τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση ήταν τα υψηλότερα, με τελική τιμή 75,94 cm. Αντίθετα, τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση δεν διέφεραν σημαντικά σε σχέση με τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση -τελική τιμή 75,19 cm -, ως προς το ύψος. Τα φυτά του μάρτυρα είχαν τελικό ύψος 65,306 cm.

Στο Διάγραμμα 3.1.1.1, απεικονίζεται η Επίδραση της Λίπανσης στο ύψος των φυτών, teff. Οι τιμές αποτελούν τον μέσο όρο (3) επαναλήψεων των επεμβάσεων μάρτυρας, ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση. Στο διάγραμμα, επισημαίνονται οι σημαντικές διαφορές των μέσων των επεμβάσεων με τη χρήση

γραμμάτων της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι στατιστικώς διαφορετικοί σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.



Διάγραμμα 3.1.1.1: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών την 97η Ημέρα Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

3.1.2 Μήκος φόβης

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων, πυκνότητα σποράς και λίπανση, στο μήκος της φόβης. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε επίδραση των τριών επιπέδων πυκνότητας σποράς, στο μήκος της φόβης. (Πίνακας 3.1.2.1).

Πίνακας 3.1.2.1: Πίνακας ανάλυσης της παραλλακτικότητας του μήκους της φόβης, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές αποδίδονται με έντονη γραφή)

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	3,096	0,070
Λίπανση	2	7,324	0,005
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,968	0,449

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στο μήκος της φόβης. Αναλυτικότερα, τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση, είχαν μεγαλύτερο μήκος φόβης -33,36 cm - από τα φυτά που δεν δέχθηκαν καθόλου λίπανση - 28,66 cm - . Τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση, δεν διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση-μάρτυρας-, ως προς το μήκος της φόβης . Επίσης, τα φυτά που δέχθηκαν οργανική ή ανόργανη λίπανση δεν είχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς το μήκος της φόβης.

Στο Διάγραμμα 3.1.2.1, απεικονίζεται η επίδραση της λίπανσης στο μήκος της φόβης των φυτών, teff. Οι τιμές αποτελούν τον μέσο όρο (3) επαναλήψεων των επεμβάσεων, ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση. Στο διάγραμμα, επισημαίνονται οι σημαντικές διαφορές των μέσων των επεμβάσεων με τη χρήση γραμμάτων της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι στατιστικώς διαφορετικοί σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.



Διάγραμμα 3.1.2.1: Επίδραση της λίπανσης στο μήκος της φόβης (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

3.1.3 Αριθμός διακλαδώσεων στην φόβη

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων πυκνότητα σποράς και λίπανση, στον αριθμό των διακλαδώσεων στην φόβη. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε επίδραση των τριών επιπέδων πυκνότητας σποράς, στον αριθμό των διακλαδώσεων στην φόβη. (Πίνακας 3.1.3.1).

Πίνακας 3.1.3.1: Πίνακας ανάλυσης της παραλλακτικότητας του αριθμού των διακλαδώσεων στην φόβη, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές αποδίδονται με έντονη γραφή)

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	0,444	0,648
Λίπανση	2	10,111	0,001
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,778	0,554

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στον αριθμό των διακλαδώσεων στην φόβη. Αναλυτικότερα, τα φυτά που δεν δέχθηκαν καθόλου λίπανση -μάρτυρας- είχαν μεγαλύτερο αριθμό διακλαδώσεων -8 διακλαδώσεις- στη φόβη σε σχέση με τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση. Επίσης, τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση, με τα πρώτα να έχουν μεγαλύτερο αριθμό διακλαδώσεων στην φόβη -8 διακλαδώσεις-. Τέλος, τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση είχαν τον ίδιο αριθμό διακλαδώσεων στη φόβη με τα φυτά του μάρτυρα.

Στο Διάγραμμα 3.1.3.1, απεικονίζεται η επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των διακλαδώσεων της φόβης των φυτών, teff. Οι τιμές αποτελούν τον μέσο όρο (3) επαναλήψεων των επεμβάσεων μάρτυρας ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση. Στο διάγραμμα, επισημαίνονται οι σημαντικές διαφορές των μέσων των επεμβάσεων με τη χρήση γραμμάτων της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι στατιστικώς διαφορετικοί σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.



Διάγραμμα 3.1.3.1: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των διακλαδώσεων στην φόβη (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

3.1.4 Αριθμός κόκκων / φόβη

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων πυκνότητα σποράς και λίπανση στον αριθμό των κόκκων ανά φόβη. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε επίδραση των τριών επιπέδων πυκνότητας σποράς, στον αριθμό των κόκκων ανά φόβη. (Πίνακας 3.1.4.1).

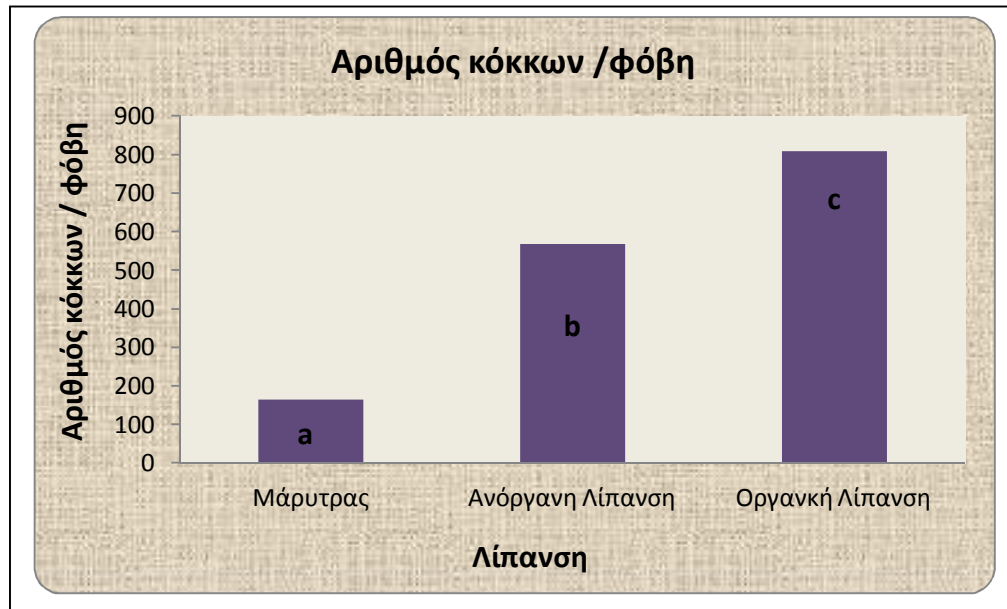
Πίνακας 3.1.4.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας αριθμού κόκκων / φόβη, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές αποδίδονται με έντονη γραφή)

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	0,183	0,834
Λίπανση	2	1031,588	0,001
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,442	0,777

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στον αριθμό

των κόκκων ανά φόβη. Αναλυτικότερα, τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση διέφεραν σημαντικά, τόσο από τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση, όσο και από τα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση -μάρτυρας - , με τα πρώτα, να έχουν μεγαλύτερο αριθμό κόκκων ανά φόβη-809 κόκκοι-. Επίσης, τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση, είχαν μεγαλύτερο αριθμό κόκκων -568 κόκκοι- ανά φόβη σε σχέση με τα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση -164 κόκκοι- .

Στο Διάγραμμα 3.1.4.1, απεικονίζεται η επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των κόκκων ανά φόβη στο φυτό teff. Οι τιμές αποτελούν τον μέσο όρο (3) επαναλήψεων των επεμβάσεων μάρτυρας ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση. Στο διάγραμμα, επισημαίνονται οι σημαντικές διαφορές των μέσων των επεμβάσεων με τη χρήση γραμμάτων της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι στατιστικά διαφορετικοί σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$



Διάγραμμα 3.1.4.1: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των κόκκων/φόβη (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

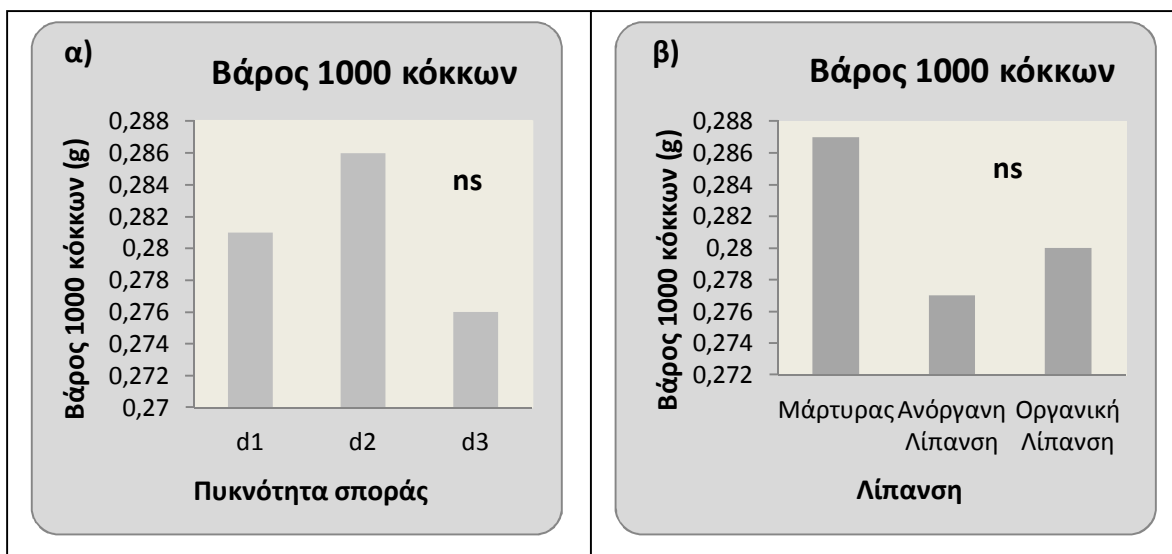
3.1.5 Βάρος 1000 κόκκων

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επιπέδων πυκνότητας σποράς στην βάρος των 1000 κόκκων. Επίσης, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στο βάρος των 1000 κόκκων. (Πίνακας 3.5.1).

Πίνακας 3.1.5.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του βάρους 1000 κόκκων, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	0,423	0,662
Λίπανση	2	0,547	0,588
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,702	0,6

Στο Διάγραμμα 3.1.5.1, απεικονίζονται α) η επίδραση της πυκνότητας στο βάρος των 1000 κόκκων του φυτού β) η επίδραση της λίπανσης στο βάρος των 1000 κόκκων του φυτού.



Διάγραμμα 3.1.5.1: Επίδραση α) της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης στο βάρος των 1000 κόκκων

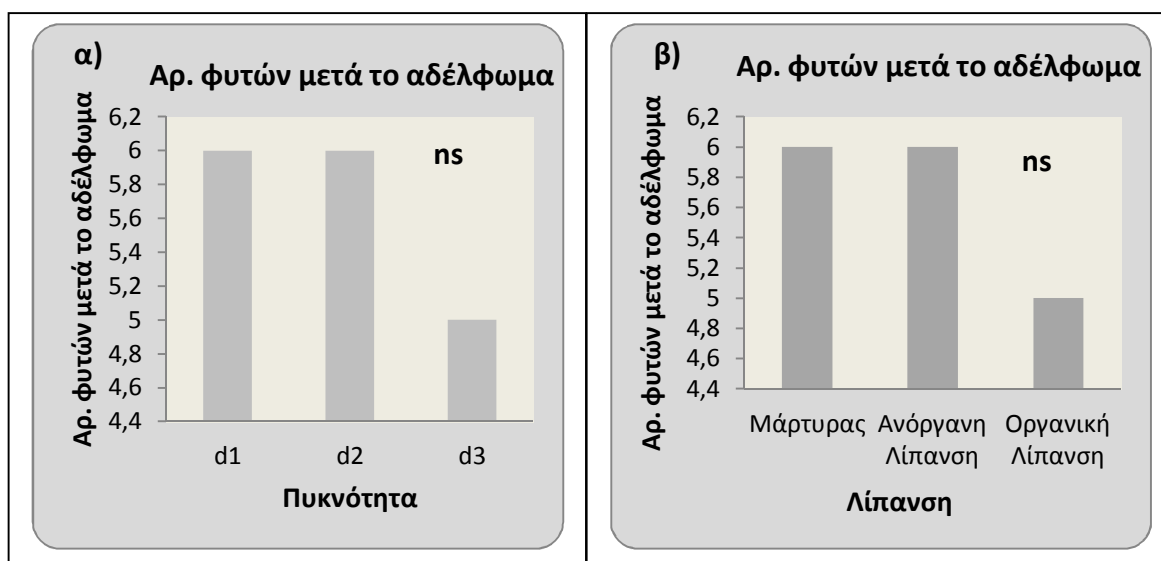
3.1.6 Αριθμός φυτών μετά το αδελφωμα

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επιπέδων πυκνότητας σποράς στον αριθμό των φυτών μετά το αδελφωμα. Επίσης, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στον αριθμό των φυτών μετά το αδελφωμα. (Πίνακας 3.1.6.1).

Πίνακας 3.1.6.1 : Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του αριθμού των φυτών μετά το αδελφωμα σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	0,536	0,594
Λίπανση	2	0,406	0,672
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,428	0,787

Στο Διάγραμμα 3.1.6.1, απεικονίζονται α) η επίδραση της πυκνότητας στον αριθμό των φυτών μετά το αδελφωμα β) η επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των φυτών μετά το αδελφωμα



Διάγραμμα 3.1.6.1: Επίδραση α) της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης, στον αριθμό των φυτών μετά το αδελφωμα

3.1.7 Αριθμός φύλλων ανά στέλεχος

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων πυκνότητα σποράς και λίπανση, στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος. (Πίνακας 3.1.7.1).

Πίνακας 3.1.7.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του αριθμού των φυτών ανά στέλεχος σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές αποδίδονται με έντονη γραφή)

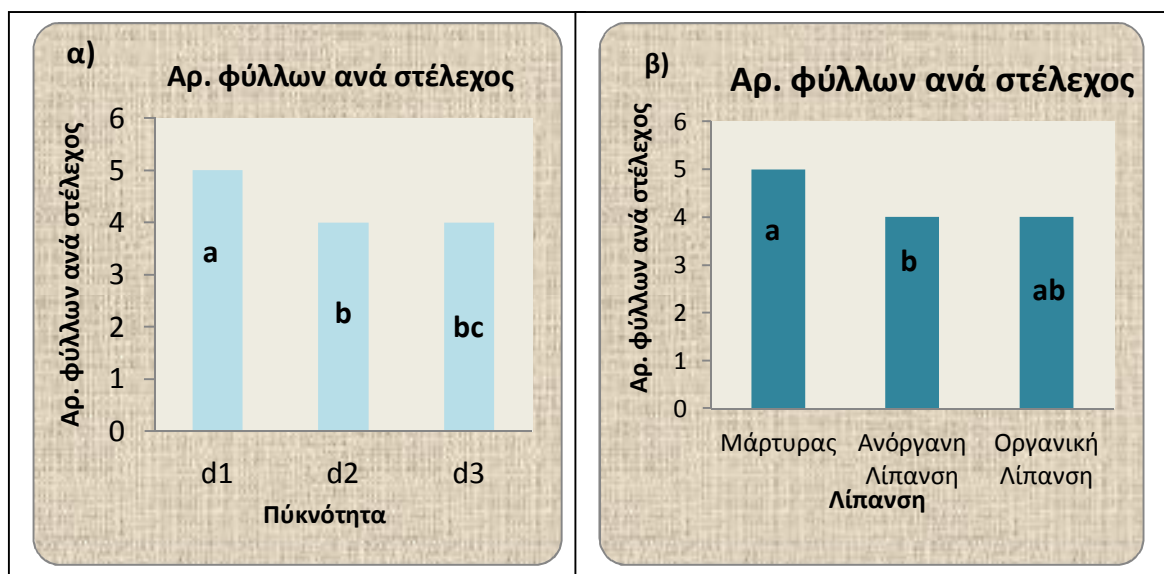
Πηγή παραλλακτικότητας	BE	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	6,200	0,009
Λίπανση	2	5,600	0,013
Πυκνότητα σποράς ΧΛίπανση	4	2,000	0,138

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκαν:

α) σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων πυκνότητας σποράς στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος του φυτού. Αναλυτικότερα, τα φυτά που σπάρθηκαν με πυκνότητα σποράς 20cm, διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που σπάρθηκαν σε πυκνότητα σποράς 40cm, καθώς και από τα φυτά που σπάρθηκαν με πυκνότητα σποράς 60cm, και είχαν το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων -6- ανά στέλεχος. Τα φυτά που σπάρθηκαν με πυκνότητα σποράς 40cm δεν διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που σπάρθηκαν με πυκνότητα σποράς 60cm.

β) σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος του φυτού. Αναλυτικότερα, τα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση -μάρτυρας- διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση, αλλά δεν διέφεραν από τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση και είχαν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων -5- ανά στέλεχος. Τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση δεν διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που δέχθηκαν οργανικά λίπανση, ως προς τον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος.

Στο Διάγραμμα 3.1.7.1, απεικονίζονται α) η επίδραση της πυκνότητας στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος των φυτών β) η επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος του φυτών. Οι τιμές αποτελούν τον μέσο όρο (3) επαναλήψεων των επεμβάσεων μάρτυρας ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση. Στο διάγραμμα επισημαίνονται οι σημαντικές διαφορές των μέσων των επεμβάσεων με τη χρήση γραμμάτων της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι στατιστικώς διαφορετικοί σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$



Διάγραμμα 3.1.7.1: Επίδραση α) της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης, στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος

3.2 Παράμετροι απόδοσης

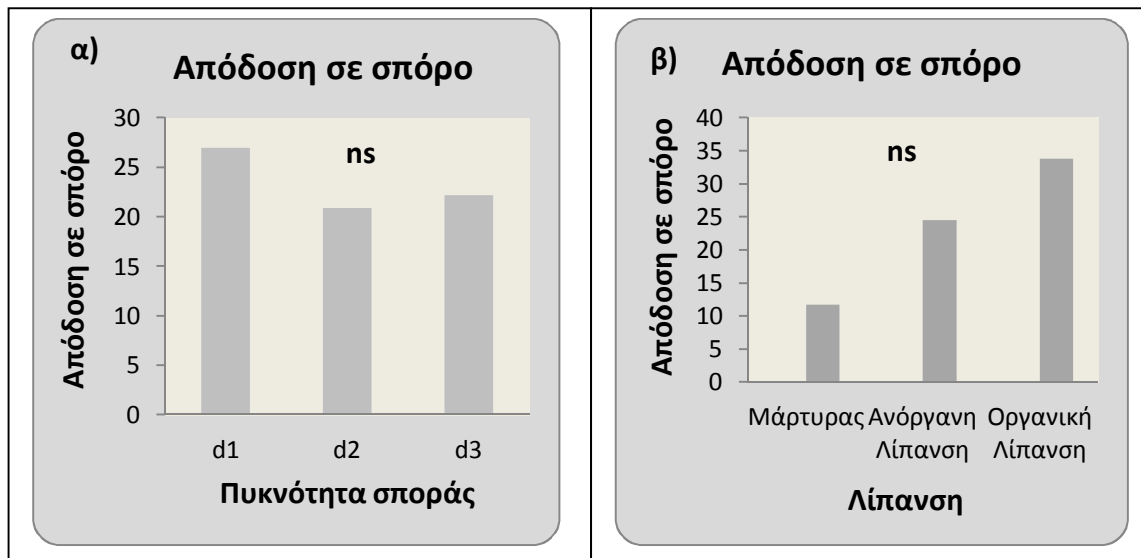
3.2.1 Απόδοση σε σπόρο

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επιπέδων πυκνότητας σποράς στην απόδοση σε σπόρο. Επίσης, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στην απόδοση σε σπόρο. (Πίνακας 3.2.1.1).

Πίνακας 3.2.1.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	0,216	0,808
Λίπανση	2	2,599	0,102
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,543	0,706

Στο Διάγραμμα 3.2.1.1, απεικονίζονται α) η επίδραση της πυκνότητας σποράς στην απόδοση σε σπόρο β) η επίδραση της λίπανσης στην απόδοση σε σπόρο.

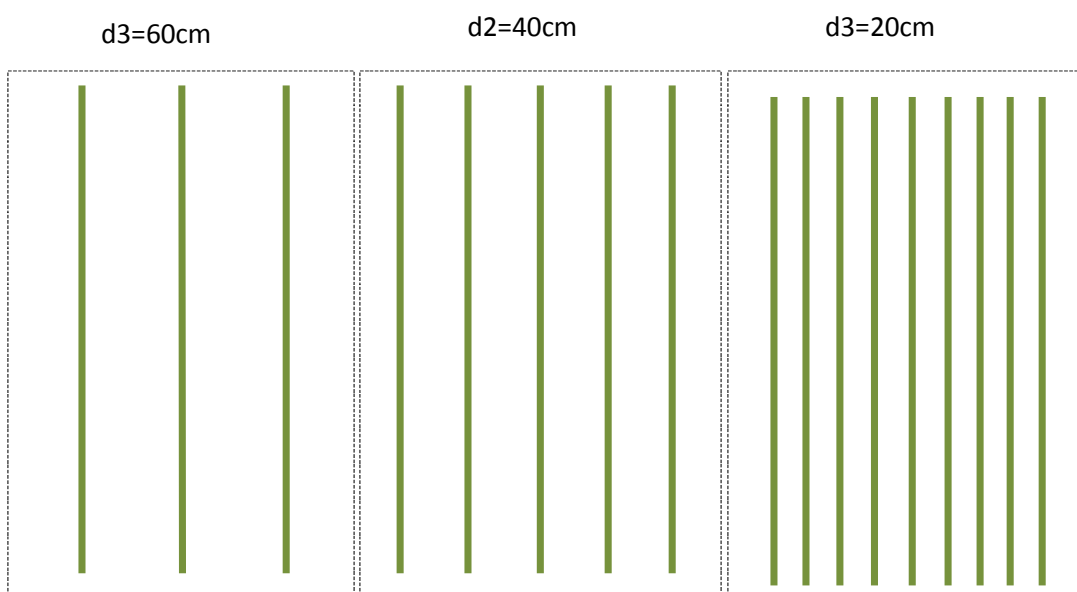


Διάγραμμα 3.2.1.1: Επίδραση α) της πυκνότητας σποράς και β) της λίπανσης στην απόδοση σε σπόρο

Ωστόσο, αυξανόμενης της πυκνότητας μειώνεται δραστικά η απόδοση ανά γραμμή (λόγω έντονου ανταγωνισμού)

ΟΜΩΣ

Η απώλεια αυτή αντισταθμίζεται από τον μεγαλύτερο αριθμό γραμμών (και άρα φυτών) ανά πειραματικό τεμάχιο έτσι ώστε στο σύνολο να μην υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην παραγωγή ανά πειραματικό τεμάχιο στις διάφορες πυκνότητες.



Γραμμές/πειραματικό τεμάχιο	3	5	9
Παραγωγή /γραμμή	2,45	1,38	0,99
Παραγωγή ανά πειραματικό τεμάχιο	7,36 gr/π.τ.	6,93 gr/π.τ.	8,96 gr/π.τ.

3.2.2 Νωπό Βάρος ανά στέλεχος

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων πυκνότητα σποράς και λίπανση, στο νωπό βάρος ανά φυτό. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε επίδραση των τριών επιπέδων πυκνότητας σποράς, στο νωπό βάρος ανά φυτό. (Πίνακας 3.2.2.1)

Πίνακας 3.2.2.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του νωπού βάρους ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές αποδίδονται με έντονη γραφή)

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	2,048	0,158
Λίπανση	2	3,619	0,048
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	1,333	0,296

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στο νωπό βάρος ανά φυτό. Αναλυτικότερα, τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση έχοντας μεγαλύτερο νωπό βάρος ανά στέλεχος $-0,008\text{kg}$. Τα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση -μάρτυρας - δεν διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση, αλλά ούτε και από τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση. Στο Διάγραμμα 3.2.2.1, απεικονίζεται η επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος ανά φυτό teff. Οι τιμές αποτελούν τον μέσο όρο (3) επαναλήψεων των επεμβάσεων μάρτυρας ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση. Στο διάγραμμα, επισημαίνονται οι σημαντικές διαφορές των μέσων των επεμβάσεων με τη χρήση γραμμμάτων της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι στατιστικώς διαφορετικοί σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$



Διάγραμμα 3.2.2.1: Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος ανά φυτό (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

3.2.3 Ξηρό Βάρος ανά στέλεχος

Από την ανάλυση του πίνακα ANOVA και την δοκιμασία του F σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων πυκνότητα σποράς και λίπανση στο νωπό βάρος ανά φυτό. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε επίδραση των τριών επιπέδων πυκνότητας σποράς, στο ξηρό βάρος ανά φυτό. (Πίνακας 3.2.3.1).

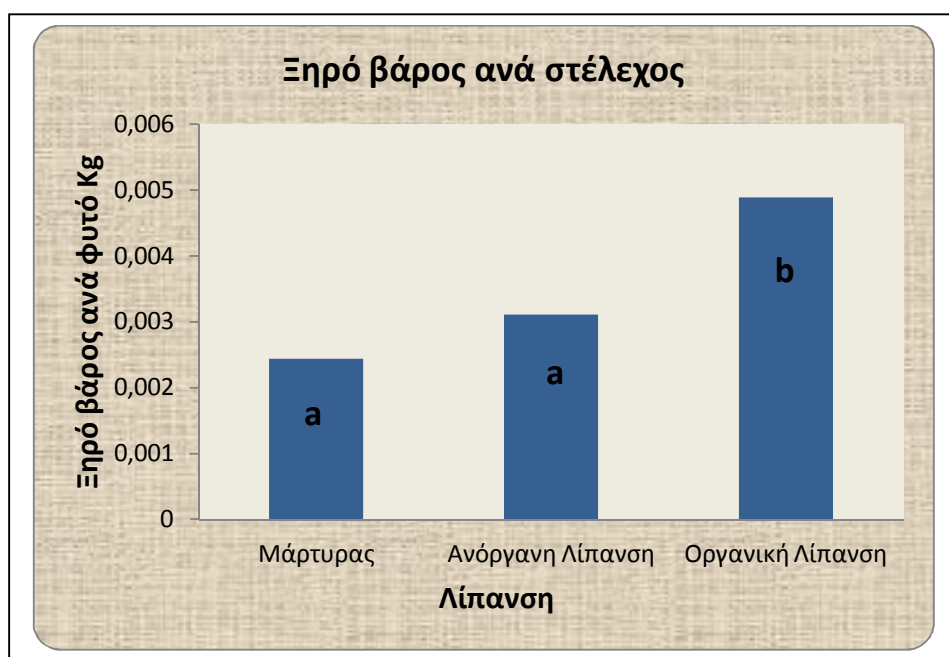
Πίνακας 3.2.3.1: Πίνακας ανάλυσης παραλλακτικότητας του ξηρού βάρους ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές αποδίδονται με έντονη γραφή)

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	F	P
Πυκνότητα σποράς	2	3,167	0,066
Λίπανση	2	16,167	0,001
Πυκνότητα σποράς X Λίπανση	4	0,667	0,623

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων επιπέδων λίπανσης στο νωπό

βάρος ανά φυτό. Αναλυτικότερα, τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση διέφεραν σημαντικά από τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση, αλλά και από τα φυτά του μάρτυρα, έχοντας μεγαλύτερο ξηρό βάρος ανά στέλεχος $-0,0048\text{kg}$. Τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση δεν διέφεραν σημαντικά από τα φυτά του μάρτυρα.

Στο Διάγραμμα 3.2.3.1, απεικονίζεται η επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος ανά φυτό teff. Οι τιμές αποτελούν τον μέσο όρο (3) επαναλήψεων των επεμβάσεων μάρτυρας ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση. Στο διάγραμμα, επισημαίνονται οι σημαντικές διαφορές των μέσων των επεμβάσεων με τη χρήση γραμμμάτων της Αγγλικής αλφαβήτου. Οι μέσοι των επεμβάσεων που δεν ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα είναι στατιστικώς διαφορετικοί σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.



Διάγραμμα 3.2.3.1: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος ανά φυτό(τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και τα σχόλια που προέκυψαν από την πρώτη καλλιέργεια teff στην Ελλάδα. Η επίδραση της πυκνότητας σποράς και της λίπανσης στην καλλιέργεια, όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα αναλύεται παρακάτω.

➤ Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την πυκνότητα σποράς. Ωστόσο, οι τιμές που παρατηρήθηκαν ήταν 70,72 cm στις γραμμές που απείχαν 20cm, 72,72cm στις γραμμές που απείχαν 40cm και 73cm στις γραμμές που απείχαν 60cm. Σύμφωνα με τον Balock et.al.,(2002) η μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των φυτών teff είχε γραμμικά αυξανόμενη επίδραση στην ατομική εμφάνιση κάθε φυτού καθώς αντλούσαν περισσότερα θρεπτικά στοιχεία από το περιβάλλον και περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, σύμφωνα με τον Kakar et al. (2001), το ύψος των φυτών σιταριού επηρεάζεται σημαντικά από την απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς και από την ποσότητα του σπόρου, με τα υψηλότερα φυτά να απαντώνται στις γραμμές όπου υπήρχε μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι υπάρχει μικρότερος ανταγωνισμός για θρεπτικά συστατικά π.χ. N, το οποίο συμβάλλει στην επιμήκυνση των βλαστών. Σύμφωνα με τον Oyewole et al. (2010), η σπορά στα πεταχτά δεν φέρνει σε τέλεια επαφή το σπόρο με το έδαφος για την πρόσληψη νερού. Όμοια, σύμφωνα με τον Bhakkar (2002) το μεγαλύτερο μήκος στο σιτάρι παρατηρήθηκε κατά τη σπορά σε γραμμές και όχι κατά τη χύδην σπορά. Αντίθετα, η λίπανση είχε σημαντική επίδραση στο ύψος των φυτών. Τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση (NH_3NO_3) ή οργανική λίπανση (κόμποστ)) ήταν υψηλότερα από τα φυτά του μάρτυρα. Τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση ήταν υψηλότερα 75,94cm από τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση. Επίσης, δεν υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ της πυκνότητας σποράς και της λίπανσης στο ύψος των φυτών. Σύμφωνα με τον Minale, et al., (2004) το ύψος των φυτών tef αυξήθηκε σημαντικά από την εφαρμογή αζώτου στα εδάφη

Vertisols και στα καλά αποστραγγισμένα Nitrosols (Lemlet, et al., 2002). Αυτό μπορεί να οφείλεται στην επιμήκυνση των κυττάρων υπό την επίδραση του αζώτου. Επίσης, σημαντική αύξηση του ύψους των φυτών από την επίδραση N και P για διάφορα σιτηρά, έχει αναφερθεί από τον Behera, (1998). Παρόμοια αποτελέσματα στην αύξηση του ύψους των φυτών με την αύξηση της ποσότητας του εφαρμοζόμενου αζώτου αναφέρθηκαν από (Legesse, 2004' Mitiku, 2008). Ακόμη, ο Legesse, (2004) αναφέρει παρόμοια αποτελέσματα από την εφαρμογή 23kg N/ha και ακόμα μεγαλύτερη αύξηση του ύψους σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα. Η χρήση λιπασμάτων είναι πιο αποτελεσματική όταν αυτά εφαρμόζονται κοντά στη γραμμή, όπου απαντώνται οι περισσότερες ρίζες (David, et al., 2009) Σύμφωνα με τον Eshetayehu, (2001) το μεγαλύτερο μήκος φυτού στο σιτάρι, παρατηρήθηκε μετά την λίπανση με P σε γραμμική σπορά. Επίσης ο Akram, et al., (2010) αναφέρει ότι η εφαρμογή NPK σε σπορά στα πεταχτά, έδωσε φυτά με ύψος 90cm, ενώ όταν η σπορά ήταν σε γραμμές τα φυτά είχαν ύψος 98cm. Τέλος, το ύψος των φυτών παρουσίασε θετική συσχέτιση με τα αυξανόμενα επίπεδα αζώτου στον αγρό στο Kobo Vertisol (Temesgen , 2001).

➤ Μήκος της φόβης

Η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε σημαντικά το μήκος της φόβης. Οι τιμές που παρατηρήθηκαν ήταν αντίστοιχα 29,5cm για 20cm απόσταση μεταξύ των γραμμών, 32,47cm για 40cm απόσταση μεταξύ των γραμμών και 31,72cm για απόσταση 60cm μεταξύ των γραμμών. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην απουσία ανταγωνισμού των φυτών μεταξύ των γραμμών για θρεπτικά συστατικά και χώρο. Αντίθετα, η οργανική λίπανση είχε σημαντική επίδραση στο μήκος της φόβης, έναντι των φυτών του μάρτυρα, δίνοντας φυτά με μήκος φόβης 33,361cm. Σύμφωνα με τον Mitiku, (2008), το μήκος της φόβης στο teff αυξήθηκε από 21,0cm σε 35,1cm με αύξηση της ποσότητας του N από 0 έως 90 Kg/ha. Επίσης, ο Mitiku, (2008), παρατήρησε μεγαλύτερο μήκος στη φόβη του tef, όταν μείωσε την ποσότητα του σπόρου από 25 σε 20kg/ha με εφαρμογή 30kg N, χωρίς την ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο επεμβάσεων.

Γενικά, η βέλτιστη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών στο έδαφος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των συστατικών της απόδοσης μιας καλλιέργειας.

➤ Αριθμός διακλαδώσεων στη φόβη

Η πυκνότητα σποράς δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των διακλαδώσεων στη φόβη. Τα φυτά είχαν σχεδόν τον ίδιο αριθμό διακλαδώσεων στην φόβη σε όλες τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών. Αντίθετα, τα φυτά που δέχθηκαν ανόργανη λίπανση καθώς και τα φυτά του μάρτυρα είχαν τις περισσότερες διακλαδώσεις στη φόβη.

➤ Αριθμός κόκκων ανά φόβη

Η πυκνότητα σποράς δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των κόκκων ανά φόβη. Ο Tanveer, et al., (2003) αναφέρουν ότι παρατηρήθηκαν περισσότεροι σπόροι ανά φόβη κατά τη σπορά σε γραμμές σε σχέση με τη χύδην σπορά. Αντίθετα, η οργανική λίπανση είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο αριθμό κόκκων ανά φόβη -809 κόκκοι-.

➤ Βάρος 1000 κόκκων

Η πυκνότητα σποράς δεν είχε σημαντική επίδραση στο βάρος των 1000 κόκκων. Το βάρος των 1000 κόκκων αποτελεί σημαντικό συστατικό στοιχείο της απόδοσης, έχει γενετικό χαρακτήρα και επηρεάζεται λιγότερο από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Ashral, et al., 1999). Επίσης, ο Tanveer, et al., (2003) ανέφεραν μικρότερο βάρος 1000 κόκκων στη χύδην σπορά σε σχέση με τη γραμμική σπορά σε διάφορες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών. Η λίπανση δεν είχε σημαντική επίδραση στο βάρος των 1000 κόκκων. Ο Legesse (2004) αναφέρει ότι δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο βάρος 1000 κόκκων κατά την εφαρμογή N ή P, αλλά ούτε και από την αλληλεπίδραση τους.

➤ Αριθμός φύλλων μετά το αδελφωμα

Τόσο η πυκνότητα σποράς όσο και η λίπανση, δεν επηρέασαν σημαντικά τον αριθμό των φύλλων μετά το αδελφωμα. Ο Tomas (2004) παρατήρησε μικρότερο αριθμό αδελφιών κατά τη χύδην σπορά. Επίσης, ο Tareke (2008) αναφέρει ότι η μείωση της υψηλής ποσότητας - 25kg/ha- σπόρου teff, -σε 5kg/ha-, είχε ως

αποτέλεσμα, αφενός, την αύξηση του αριθμού των αδελφιών, δίνοντας αδέρφια με ισχυρό καλάμι και αφετέρου την αύξηση του αριθμού και της ποιότητας των σπόρων.

➤ Αριθμός φύλλων ανά στέλεχος

Η πυκνότητα σποράς επηρέασε σημαντικά τον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος. Αναλυτικότερα, τα φυτά των γραμμών που απείχαν 20cm είχαν περισσότερα φύλλα ανά στέλεχος. Επίσης, τα φυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση έφεραν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ανά στέλεχος.

➤ Απόδοση σε σπόρο

Τόσο η πυκνότητα σποράς όσο και η λίπανση, δεν επηρέασαν σημαντικά την απόδοση σε σπόρο. Σύμφωνα με τον Tanveer, et. al., (2003) η απόδοση σε σπόρο εξαρτάται από τον αριθμό των ενεργών αδελφιών και από τον αριθμό των κόκκων ανά φόβη. Ο Mitiku, (2008), αναφέρει ότι υπήρξε σημαντική αύξηση στα συστατικά στοιχεία της απόδοσης του teff, όταν μειώθηκε η ποσότητα του σπόρου στη σπορά από 35-30-25-20 kg/ha αντίστοιχα. Σύμφωνα με τον Collins, (2003) η απόδοση σε σπόρο καλαμποκιού ανήλθε στα 52,96 kg/ha, στην γραμμική σπορά, ενώ από τη χύδην σπορά ελήφθησαν 42,10kg/ha. Σύμφωνα με τους Mirsha και Tiwari, (2001) η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο -5164kg/ha-tef, προέκυψε από τις γραμμές σποράς που απείχαν μεταξύ τους 30cm και η χαμηλότερη -4088kg/ha- προήλθε από τη χύδην σπορά. Επίσης, σύμφωνα με τους Mirsha και Tiwari, (1999) η σπορά σε γραμμές και η τοποθέτηση του λιπάσματος κοντά στη γραμμή, οδηγούν σε μεγιστοποίηση της απόδοσης στο σιτάρι σε σχέση με τη χύδην σπορά και με απουσία λίπανσης. Επίσης, σύμφωνα με τους Legesse, 2004 Gooding και Devis, 1997) η αύξηση της απόδοσης σε σπόρο που παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή N, ίσως αύξησε τον αριθμό των ταξιανθιών ανά φυτό και τον αριθμό των σπόρων τους ανά εκτάριο. Τέλος, σύμφωνα με τον Evans, (1997) τα φυτά που ήταν εφοδιασμένα με επαρκείς ποσότητες P σχημάτισαν ισχυρό ριζικό σύστημα, ισχυρά στελέχη, πρόωρη ωρίμανση ιδιαίτερα τα σιτηρά και έδωσαν υψηλές αποδόσεις.

➤ Νωπό βάρος ανά στέλεχος

Το νωπό βάρος δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την πυκνότητα σποράς. Αντίθετα, η οργανική λίπανση είχε σημαντική επίδραση στην στο νωπό βάρος. Οι Legesse (2005) και Mitiku (2008), αναφέρουν ότι δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της ποσότητας του σπόρου και του N, καθώς και μεταξύ του N και του P, στην απόδοση σε βιομάζα στο teff. Επίσης, σύμφωνα με τους Mishra και Timari (1999) η σπορά σε γραμμές και η τοποθέτηση του λιπάσματος κοντά στη γραμμή, μεγιστοποιεί την απόδοση σε σπόρο και βιομάζα στο σιτάρι σε σχέση με τη σπορά χύδην και την απουσία λίπανσης.

➤ Ξηρό βάρος ανά στέλεχος

Η πυκνότητα σποράς δεν είχε σημαντική επίδραση στο ξηρό βάρος ανά στέλεχος των φυτών. Τα φυτά που δέχθηκαν οργανική λίπανση εμφάνισαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος ανά στέλεχος. Σύμφωνα με τον Kotal, et al., (2010) η εφαρμογή μεγάλης ποσότητας σπόρου teff -25kg/ha- ενισχύει το κόστος παραγωγής χωρίς να αυξάνει το άχυρο. Επίσης, σύμφωνα με τον Tareke (2008) η απόδοση σε άχυρο αυξήθηκε σημαντικά κατά την αλλαγή της καλλιεργητικής τεχνικής, από χύδην σπορά σε γραμμική σπορά.

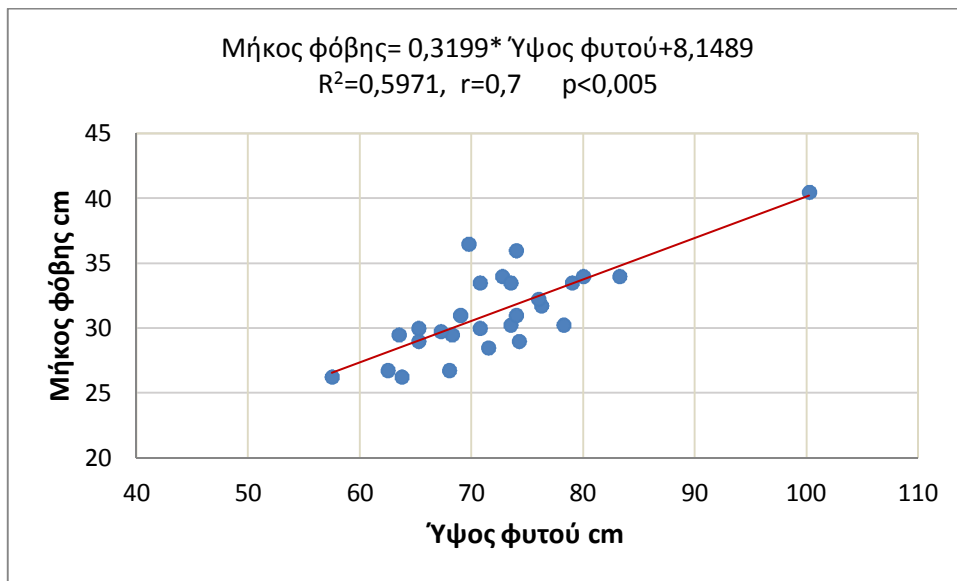
Συσχέτιση μεταξύ των αγρονομικών χαρακτηριστικών

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών που μελετήθηκαν. Έτσι, το ύψος του φυτού παρουσιάζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με: το μήκος της φόβης ($r=0,7$), (Διάγραμμα 4.1) τον αριθμό των κόκκων ανά φόβη ($r=0,58$), (Διάγραμμα 4.2), την απόδοση σε σπόρο ($r=0,4$), (Διάγραμμα 4.3). Επίσης, το μήκος της φόβης παρουσιάζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με: τον αριθμό των κόκκων/φόβη ($r=0,6$) (Διάγραμμα 4.4), το Ξηρό βάρος ανά στέλεχος ($r=0,4$), (Διάγραμμα 4.5). Το Νωπό βάρος ανά στέλεχος παρουσιάζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με: το Ξηρό βάρος ανά στέλεχος ($r=0,7$), (Διάγραμμα 4.6). Το ξηρό βάρος ανά

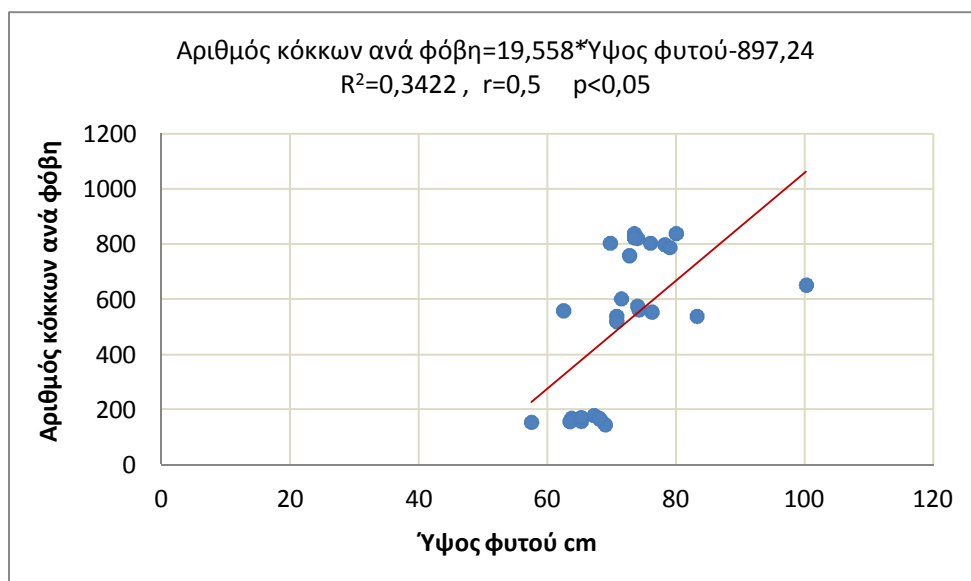
στέλεχος παρουσιάζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με: τον αριθμό των κόκκων ανά φόβη ($r=0,6$), (Διάγραμμα 4.7) και αρνητικά με τον αριθμό των διακλαδώσεων στη φόβη ($r= -0,38$), (Διάγραμμα 4.8). Επίσης, ο αριθμός κόκκων ανά φόβη παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με τον αριθμό των διακλαδώσεων στη φόβη ($r=-0,54$), (Διάγραμμα 4.9) και θετικά με την απόδοση σε σπόρο ($r=0,4$), (Διάγραμμα 4.10).

Πίνακας 4.1: Συσχετίσεις μεταβλητών αγρονομικών χαρακτηριστικών (οι συσχετίσεις με κόκκινο χρώμα είναι στατιστικά σημαντικές $p < 0,05$).

	Ύψος φυτού	Μήκος φόβης	Νωπό Βάρος/στέλεχος	Ξηρό Βάρος/στέλεχος	Αρ. Αδελφιών	Αρ. φύλλων/στέλεχος	Αρ. κόκκων/φόβη	Βάρος 1000 κόκκων	Αρ. διακλαδ. στη φόβη	Απόδοση σε σπόρο
Ύψος φυτού	1	0,77	0,37	0,35	0,13	-0,11	0,58	-0,22	0,05	0,45
Μήκος φόβης	0,77	1	0,15	0,46	0,01	-0,37	0,60	-0,21	-0,12	0,25
Νωπό Βάρος/στέλεχος	0,03	0,15	1	0,70	0,08	0,11	0,13	0,03	0,0095	0,10
Ξηρό Βάρος/στέλεχος	0,35	0,46	0,70	1	0,006	-0,10	0,68	-0,10	-0,38	0,26
Αρ. Αδελφιών	0,13	0,01	0,08	0,006	1	0,30	-0,19	0,17	0,09	0,29
Αρ. φύλλων/στέλεχος	-0,11	-0,37	0,11	-0,10	0,30	1	-0,20	0,22	0,02	0,11
Αρ. κόκκων/φόβη	0,58	0,60	0,13	0,68	-0,19	-0,20	1	-0,20	-0,54	0,42
Βάρος 1000 κόκκων	-0,22	-0,21	0,03	-0,10	0,17	0,22	-0,20	1	-0,03	0,21
Αρ. διακλαδ. στη φόβη	0,05	-0,12	0,009	-0,38	0,09	0,02	-0,54	-0,03	1	-0,22
Απόδοση σε σπόρο	0,45	0,25	0,10	0,26	0,29	0,11	0,42	0,21	-0,22	1

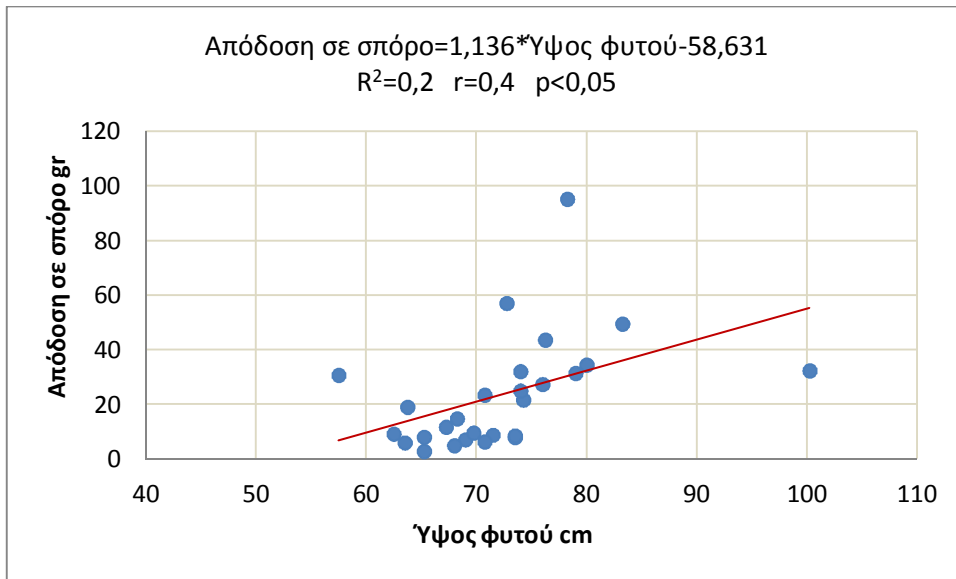


Διάγραμμα 4.1: Γραμμική συσχέτιση Μήκους φόβης και Ύψους φυτού

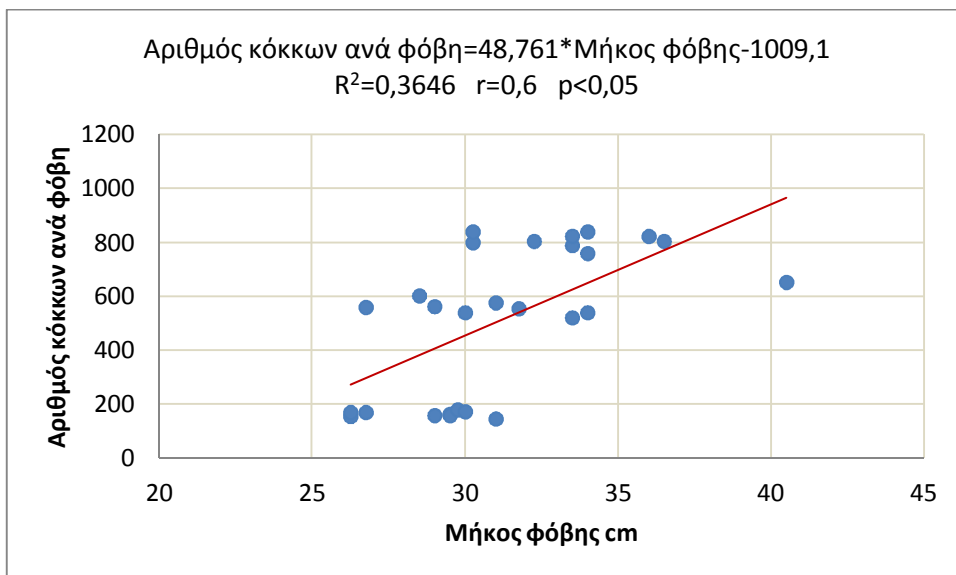


Διάγραμμα 4.2: Γραμμική συσχέτιση Αριθμού κόκκων ανά φόβη και Ύψους φυτού

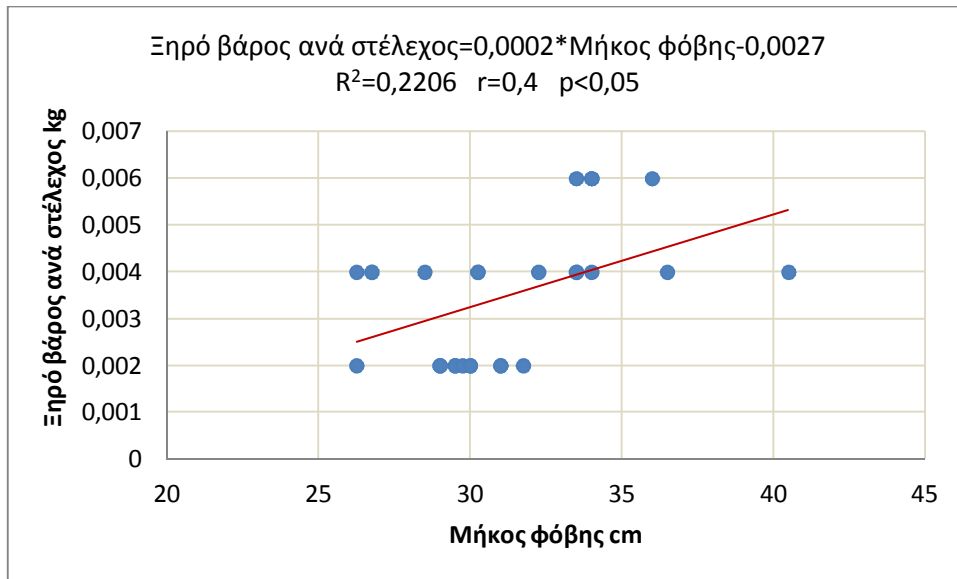
Το μήκος της φόβης παρουσίασε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τον αριθμό των κόμβων (Hailu, 1988, Mulugrta ,2000, Legesse, 2004, Sewnet, 2005).



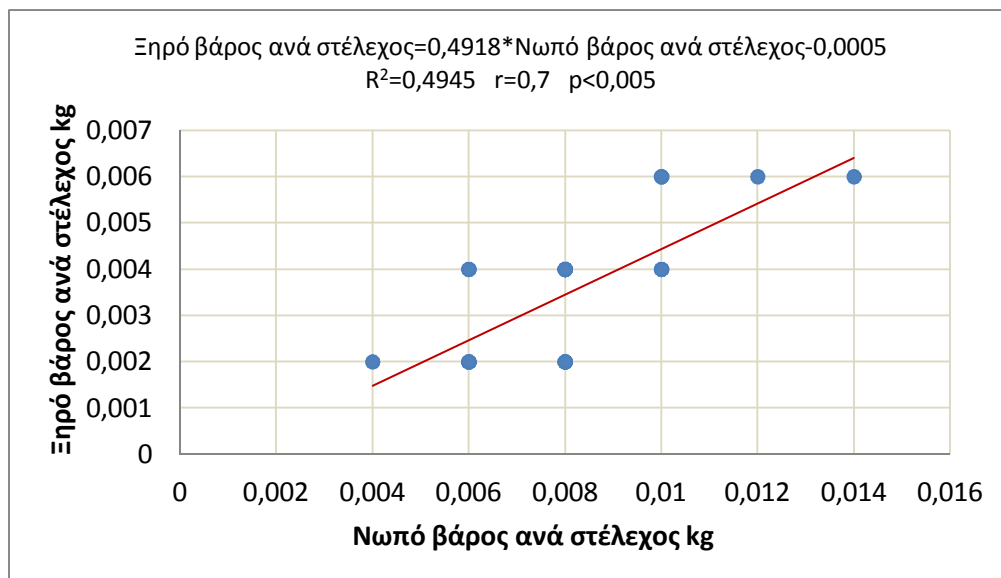
Διάγραμμα 4.3: Γραμμική συσχέτιση Απόδοσης σε σπόρο και Ύψους φυτού



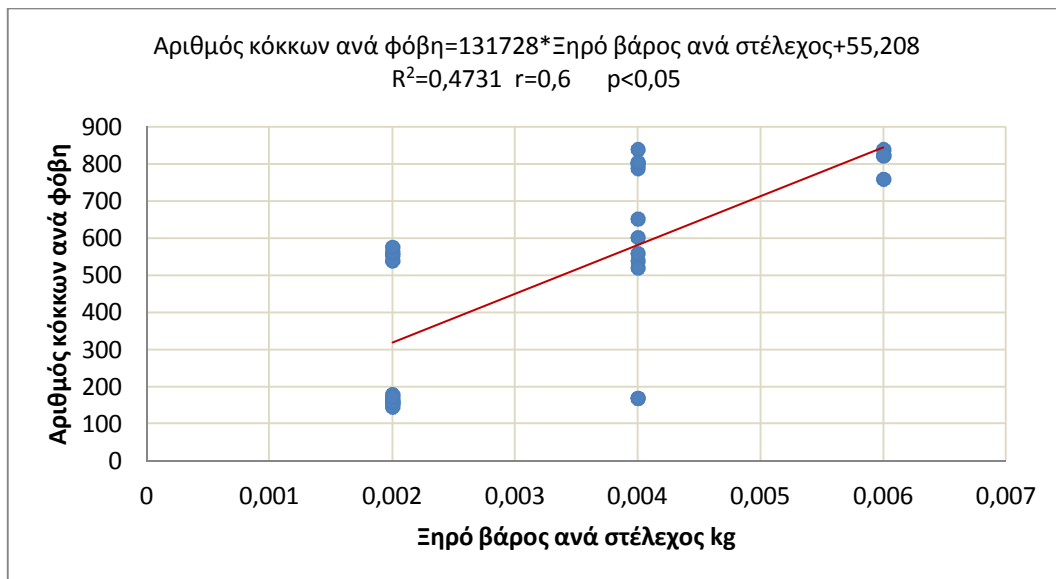
Διάγραμμα 4.4: Γραμμική σχέση Αριθμού κόκκων ανά φόβη και μήκους φόβης



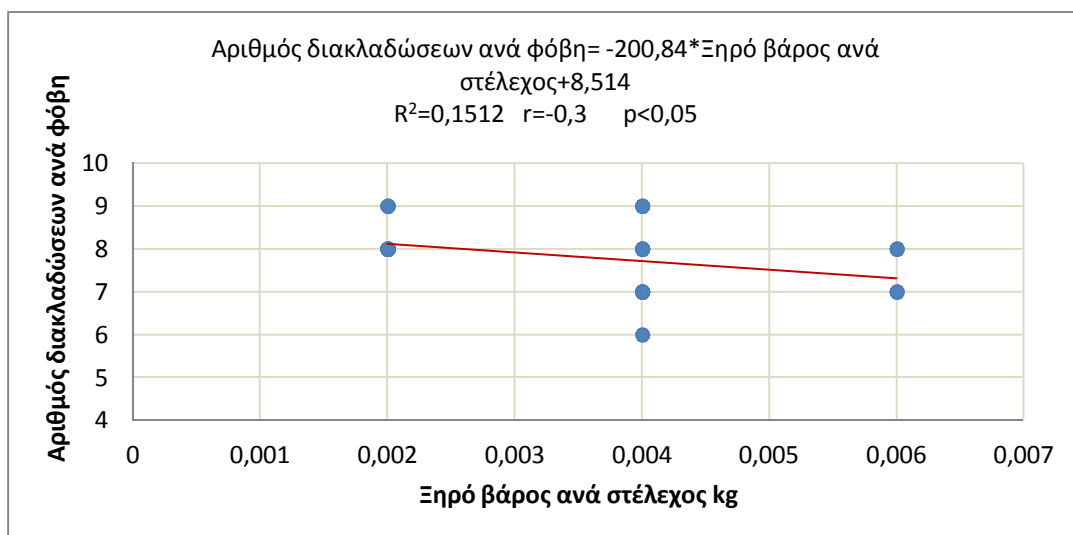
Διάγραμμα 4.5: Γραμμική συσχέτιση Ξηρού βάρους ανά στέλεχος και Μήκους φόβης



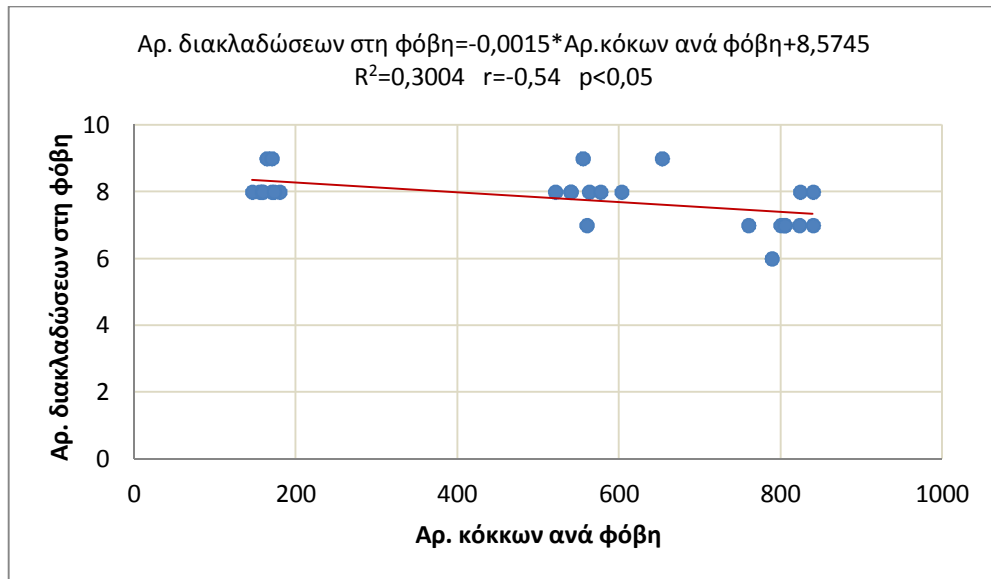
Διάγραμμα 4.6: Γραμμική συσχέτιση Ξηρού βάρους ανά στέλεχος και Νωπού βάρους ανά στέλεχος



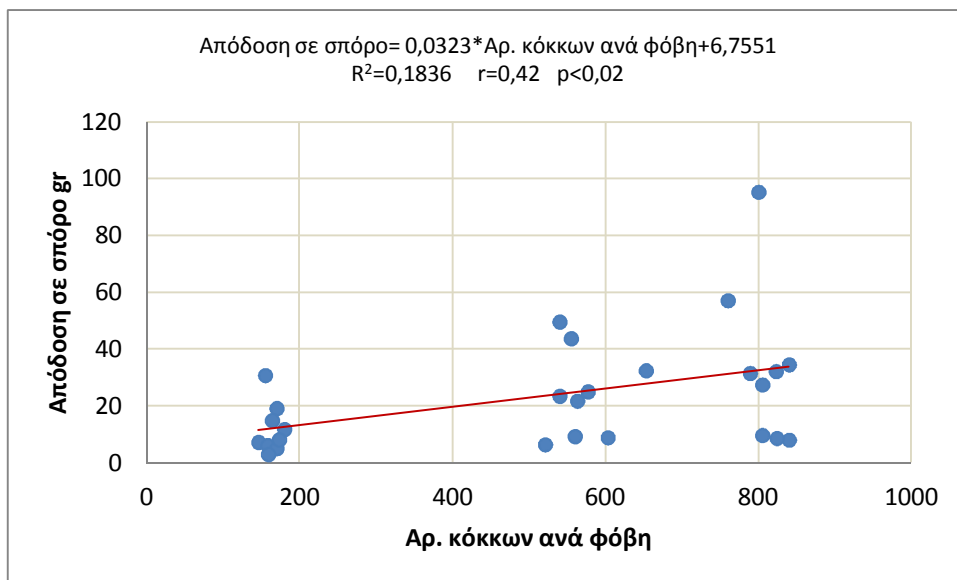
Διάγραμμα 4.7: Γραμμική συσχέτιση Αριθμού κόκκων ανά φόβη και Ξηρού βάρους ανά στέλεχος



Διάγραμμα 4.8: Γραμμική συσχέτιση Αριθμού διακλαδώσεων ανά φόβη και Ξηρού βάρους ανά στέλεχος



Διάγραμμα 4.9: Γραμμική συσχέτιση Αρ. διακλαδώσεων στη φόβη και Αρ. κόκκων ανά φόβη



Διάγραμμα 4.10: Γραμμική συσχέτιση Απόδοσης σε σπόρο και Αρ. κόκκων ανά φόβη

Συνοψίζοντας καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

-Αν και αναφέρεται ότι το teff έχει πολύ καλή επίδοση σε υψόμετρα 1800-2100 μέτρα και στις Αφρικανικές χώρες, είχε καλή επίδοση τόσο στο χαμηλό υψόμετρο όσο και στα λοιπά εδαφοκλιματικά χαρακτηριστικά της Αττικής. Επίσης, η οργανική λίπανση είχε καλύτερες επιδόσεις σε αρκετά αγρονομικά χαρακτηριστικά.

-Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα για την προσαρμοστικότητα και την απόδοση του teff στην Ελλάδα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aberra Debelo. 1992. Germination, yield and yield components of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) as affected by environment, tillage and weed control practices. PhD Thesis, Oklahoma State University, Oklahoma, USA

Abraham Besrat, A. Admasu and M. Ogbai. 1980. Critical study of the iron content of tef (*Eragrostis tef*). Ethiopian Medicinal J. 18:45-52

Adugna, H. & Kemal. (1986). A review of weed control research activities on tef in Ethiopia. P.55-77. In: Tsedeke, A. (ed) A review of crop protection research in Ethiopia. *Proceedings of the First Ethiopian Crop Protection Symposium*. Addis Ababa, Ethiopia. 4-7 Feb 1988.IAR, Addis Ababa.

Akram, Z.,S.U. Ajmal and M. Munir,2008. Estimation of correlation coefficient among same yield parameters of wheat under rainfed conditions. Pak. J.Bot.,40:1777-1781

Alemayehu Refera 2001. Tef, Post harvest operations, IAARO,

Alemayehu, A. (1990). Studies on the nutrient composition of tef [*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter] and the interactive influence of environment and genotype. PhD Thesis, University of London, London, U.K.

Alkämper, J. 1973. The fertilization of teff. J. Assoc. Adv. Agric. Sci. Africa 1:56-65.

Assefa, M. (1976). Genotypic variability and preliminary cytological studies of *Eragrostis tef*. *Agronomy Abstracts*, 45

Ayele, M., Dolezel, J., Vanduren, M., Brunner, H. & Zapata-arias, F. J (1996). Flow cytometric analysis of nuclear genome of the Ethiopian cereal Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Genetica* 98, 211–215.

Ballock, A.W., A.M. Soomro, M.A. Javed, 2002. Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza sativa* L.). Asian Journal of plant science. 1(1):25-27.

Baye, K. (2014). *Teff: Nutrient Composition and Health Benefits*. IFPRI and EDRI, Washington, USA

Bedane, G. M., Saukuru, A. M., George, D. L. & Gupta, M. L. (2015). Evaluation of teff (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) lines for agronomic traits in Australia. *Australian Journal of Crop Science* 9, 242–247.

Behera, A. K., 1998. Response of scented rice (*Oryza sativa*) to nitrogen under transplanted condition. *Indian J. Agron.* 43(1): 64 – 67

- Berhanu Kinfe.** 1986. A review of weed control research activities on tef in Ethiopia. Pp. 149-159. *in* A Review of Crop Protection Research in Ethiopia. Proceedings of the First Ethiopian Crop Protection Symposium (Tsedeke Abate, ed.). Addis Abeba, Ethiopia, 4-7 Feb 1985. IAR, Addis Abeba.
- Berhanu, K. & Asfaw, Z.** (1984). The effect of soil acting herbicides versus hand weeding on weed control and yield of tef. *Ethiopian Journal of Agricultural Science*. Vol. I, No. 1 pp. 35-48.
- Besrat, A. & Gebre, P.** (1981). A preliminary study on the aflatoxin content of selected Ethiopian food. *Ethiopian Medical Journal*. 19:2, 47-52. (Abstract).
- Beyene, C.** (1965). Studies in the biological evaluation of the protein quality of tef (*E. abyssinica*) and *Abish* fenugreek (*Trigonella foenumgraecum*) and the supplementary value of *Habish* when added to tef. MSc thesis, Cornell University, USA.
- Burt-Davy, J.** 1913. Teff (*Eragrostis abyssinica*). *Agron. J.* (Union of South Africa) 5:27-37.
- Chaltu, G. & Abreham, B.** (1982). Yeast flora of fermenting tef (*Eragrostis tef*) dough. *SINET: An Ethiopian Journal of Science*. 5: (1).
- Ciferri, R. & Baldrati, I.** (1939). Il tef (*E. tef*) cereale da panificazione dell'A.O.I montana, Firenze, R. Ist. Agron. Afr, Itl. Coulbeaux, B. E. 1887. *Tef Kew Bulletin*. No. I. pp. 2-6.
- Ciferri, R. & Baldrati, I.** (1939). Il teff (*E. tef*) cereale da panificazione dell'A.O.I montana, Firenze, R. Ist. Agron. Afr, Itl. Coulbeaux, B. E. 1887. *Tef Kew Bulletin*. No. I. pp. 2-6. CSA (Central Statistics Authority). (1995). Agricultural Sample Survey 1994/95. Report on Area and Production for Major Crops. Vol: 1. CSA, Addis Ababa.
- Costanza, S.H.** 1974. Literature and numerical taxonomy of tef (*Eragrostis tef*). MSc Thesis, Cornell University, Urbana, Illinois.
- Cufodontis, G.** 1974. Enumeration plantarum aethiopiae spermatophyta. *Jard. Bot.*, Brussels.
- DaMatta, F.M., A. Grandis, B.C. Arenque, and M.S. Buckeridge,** 2010: Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. *Food Research International*, 43, 1814-1823.
- EARO** (Ethiopian Agricultural Research Organization). (1999). A document prepared for *Research strategy for tef commodity research program*. Addis Ababa, Ethiopia.

ENI (Ethiopian Nutrition Institute). (1980). *Ethiopian traditional recipes*. ENI, Addis Ababa

Eshetayehu Tefera, 2001. Yield and Phosphorus Uptake of Maiz Varieties as Influenced By Phosphorus Placement Methods on Andosol of Arsi Neggale Area. A Thesis Submitted to SGS, Alemaya Universty. pp. 28-50

Ethiopian ATA, program update, July 2012/Vol1.No2

FAO, 1970. *Provisional indicative world plan for agricultural development*. Rome

FAO, *World agriculture towards 2015/2030* (Alexandratos, N. (ed.) 1988. *World agriculture towards 2000, an FAO study*. London: Belhaven Press, and New York, USA: New York University Press)

Hailu, T. (1993). Modernization of tef (*Eragrostis tef*) improvement with reference to genetics and tissue culture. PhD thesis, University of London, UK

Hasegawa, T., H. Sakai, T. Tokida, H. Nakamura, C. Zhu, Y. Usui, M. Yoshimoto, M. Fukuoka, H. Wakatsuki, N. Katayanagi, T. Matsunami, Y. Kaneta, T. Sato, F. Takakai, R. Sameshima, M. Okada, T. Mae, and A. Makino, 2013: Rice cultivar responses to elevated CO₂ at two free-air CO₂ enrichment (FACE) sites in Japan. *Functional Plant Biology*, 40, 148-159.

Haudricourt, A.G. 1941. L'histoire du tef. *Rev. Botanique Appliquée d'Agric. Trop.* 21:128-130

IAR (Institute of Agricultural Research). (1996). *Tef commodity research annual report*. Holetta Research Centre, pp.6.

Jansen, G.R., Dimaio, L.R. & Hause, N.L. (1962). Amino acid composition and lysine supplementation of tef. *J. A Agric. Food Chem.* 10:62-64.

Jones, B. M. G., Ponti, J. A., Tavassoli, A. & Dixon, P. A. (1978). Relationship of the Ethiopian cereal tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter): evidence from morphology and chromosome number. *Annals of Botany* **42**, 1369–1373.

Kakar, K.M., Arif and S.Ali, 2001. Effect of NP levels, seeding rates and row spacing on wheat. *Pakistan Journal of Biological Science.* 4(11): 1319-1322

Legesse Amsalu, 2004. Response of tef [*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter] to applied nitrogen and phosphorus in Sirinka, North eastern Ethiopia. M.Sc. Thesis presented to the School of Graduate Studies of Haramaya University. pp. 1- 68.

Lemlem Aregu, Temesgen Adenew and Likyelesh Gugsa, 2002. To ward farmers participatory research. Proceeding of client oriented research evaluation work shop, 16-18 October 2001. Holeta Agricultural center, Holeta Ethiopia.

Lulseged, G.H. & Jamal, M. (1989). The potential of crop residues, particularly wheat straw, as livestock feed in Ethiopia. *In: Said, A.N. and Dzowela, B.H. (eds) overcoming constraints to the efficient utilization of agricultural by-products as animal feed. Proceedings of the Fourth Annual Workshop Held at the Institute of Animal Research, Mankon Station, Bamenda, Cameroon, 20-27 Oct. 1987.*

McGrath, J.M. and D.B. Lobell, 2011: An independent method of deriving the carbon dioxide fertilization effect in dry conditions using historical yield data from wet and dry years. *Global Change Biology*, 17: 2689-2696.

Melak-Hail, M. & Guard. (1966). Development of the embryo sac and embryo of Tef, *Eragrostis tef*. *Can. J. Botany*. 44:1071-1075.

Mills, G., F. Hayes, S. Wilkinson, and W.J. Davies, 2009: Chronic exposure to increasing background ozone impairs stomatal functioning in grassland species. *Global Change Biology*, 15, 1522-1533.

Minale Liban, Alemayehu Asefa, Tilahun Tadesse and A braham Marye, 2004. The response of tef nitrogen and phosphorus application at Bichena and Yilmana-Densa areas, North-western Ethiopia, Crop Science society of Ethiopia 9CSSE), 2004. Sebil.vol.10 proceedings of the tenth conference, 19-21, June 2004, Addis Ababa, Ethiopia.

Minten, B., Tamru, S., Engida, E. & Kuma, T. (2013). *Ethiopia's Value Chains on the Move: the Case of Teff*. IFPRI, Italy.

Mishra, M. K. J and R. C, Tiwari. 1999. Effect of seeding methods and fertilizer application on weed biomass and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian J. Agron.* 44(2): 353-356.

Mitku Melaku, 2008. Effects of seeding and nitrogen rates on yield and yield components of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. M.SC. Thesis, Haramaya University, Haramaya, Ethiopia.

Molineaux, Louis and Biru Mengesha. 1965. Tef consumption, hookworm infestation, and hemoglobin levels: a preliminary report. *J. of Health* 51(1):1-5.

Mulugeta, A. (1978). Floral morphogenesis, temperature effect on growth and development and variation in nutritional composition and distribution among cultivars in *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter.

Oyewole C. I., Ajayi. O. and Ojuekaiye. R O. (2010): evaluation of yields of seven upland rice (*oryzae sativa*) cultivars sown by three methods in anyigba, kogi state, Nigeria: African Journal of Agricultural Research Vol. 5(16), pp. 2089-2096, 18 August, 2010

Ponti, J.A. 1978. The systematics of *Eragrostis tef* (Graminae) and related species. PhD Thesis, University of London, London, UK.

Ramachandran, K. & Bolodia, G. (1984). The effect of fermentation on the iron, phosphorus and zinc content of tef, *Eragrostis tef*. *Ethiopian Medical Journal*. 22: 1, 45-48.

Seyfu Ketema, 1983. Studies of lodging, floral biology and breeding techniques in tef. (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). PhD Thesis, University of London, London, UK.

Seyfu Ketema. 1991. Germplasm evaluation and breeding work on teff (*Eragrostis tef*) in Ethiopia. Pp. 323-328 in Plant Genetic Resources of Ethiopia (J.M.M. Engels, J.G.Hawkes and Melaku Werede, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK

Seyfu, K. (1993). *Tef (Eragrostis tef): breeding, genetic resources, agronomy, utilization and role in Ethiopian agriculture.* Institute of Agricultural Research, Addis Ababa, Ethiopia

Seyfu, K. (1997). Tef, *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 12. International Plant Genetics Resources Institute (IPGRI), Biodiversity Institute, Addis Ababa, Ethiopia

Shimono, H., M. Okada, Y. Yamakawa, H. Nakamura, K. Kobayashi, and T. Hasegawa, 2008: Rice yield enhancement by elevated CO₂ is reduced in cool weather. *Global Change Biology*, 14, 276-284.

Stewart, R. B. & Asnak, G. (1962). Investigation of the nature of *Enjera*. *Economic Botany*. 16: 127-130. (As cited by Tadesse, E. 1969).

Stewart, R.B. and Dagnachew Yirgou. 1967. Index of plant diseases in Ethiopia. Experiment Station Bulletin No. 30. Alemaya University of Agriculture, Dire Dawa, Ethiopia.

Tadesse, E. (1969). Teff (*Eragrostis tef*): The cultivation, usage and some of the known diseases and insect pests, Part 1. Debre Zeit Agricultural Experiment Station Bulletin No. 60. Alemaya University of Agriculture, Dire Dawa, Ethiopia

- Tadesse Ebba.** 1975. Tef (*Eragrostis tef*) cultivars: morphology and classification, Part II. Debre Zeit Agricultural Research Station. Bulletin Number 66, Addis Ababa University, Dire Dawa, Ethiopia
- Tanveer, S.K.,** I. Hussain, M. Sohail, N.S. Kissana and S.G. Abbas. 2003. Effect of different planting methods on yield and yield components of wheat. *Asian J. Plant Sci.* 2(10): 811-813
- Tareke Berehe.** 1976. Brighter prospects for improving *Eragrostis tef* by breeding. Pp. 129-135 in Evaluation of Seed Protein Alterations by Mutation Breeding. IAEA, Vienna, Austria.
- Tareke Berhe,** L.A. Nelson, M.R. Morris and J.W. Schmidt. 1989c. Inheritance of phenotypic traits in tef. III. Panicle form. *J. Heredity* 80:67-70
- Tavassoli, A.** 1986. The cytology of *Eragrostis tef* with special reference to *E. tef* and its relatives. PhD Thesis, University of London, London, UK.
- Tefera, M. M.** (2011). Land use/land-cover dynamics in *Nonno* District, Central Ethiopia. *Journal of Sustainable Development in Africa* **13**, 123–141.
- Temesgen Kassa,** 2001. Effect of sowing dates and nitrogen fertilization on yield and yield related traits of tef [*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter] on vertisols of Kobo area, North Wollo. M.Sc. Thesis presented to the School of Graduate Studies of Haramaya University
- Umata, M. & Faulks, R.M.** (1988). The effect of fermentation on the carbohydrates in tef, *Eragrostis tef*. *Food chemistry.* 27: 3, 181-189.
- Unger, F.** 1866. Botanische Streifzüge auf dem Gebiete der Culturgeschichte. VII. Ein Ziegel der Dashurpyramide in Ägypten nach seinem Inhalte an organischen Einschlüssen. Sitzungsberichte der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Classeder Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften 54:33-62.
- Vavilov, N.I.** 1951. The Origin, Variation, Immunity, and Breeding of Cultivated Plants [translated from the Russian by K.S. Chester]. The Ronald Press Co., New York.
- Weich, R. W.** (2005). Cereal grains. In *Encyclopedia of Human Nutrition* (eds B. Caballero, L. Allen and A. Prentice), pp. 346–355. Elsevier Ltd, Philadelphia, USA.
- Yemane, K. & Yilma, H.** (1989). Food grain losses in traditional storage facilities in three areas of Ethiopia. pp. 407-430 *In: Proceedings of towards A*

food and Nutrition Strategy for Ethiopia. The proceedings of the National Workshop on Food Strategies for Ethiopia

