

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

«Επίδραση του χρόνου κοπής στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας του τεφ (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter)»

Αφροδίτη Γ. Τζανιδάκη



Επιβέπων καθηγητής Δημήτριος Μπιλάλης

Αθήνα, 2017

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

«Επίδραση του χρόνου κοπής στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας του τεφ (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter)»

Αφροδίτη Γ. Τζανιδάκη



Επιβέπων καθηγητής Δημήτριος Μπιλάλης

Αθήνα, 2017

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

«Επίδραση του χρόνου κοπής στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας του τεφ (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter)»

Αφροδίτη Γ. Τζανιδάκη

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Επιβλέπων:** Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής

**1<sup>ο</sup> μέλος:** Παναγιώτα Παπαστυλιανού, Επίκουρη Καθηγήτρια

**2<sup>ο</sup> μέλος:** Ελένη Τσιπλάκου, Επίκουρη Καθηγήτρια

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν να διεξαχθεί η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Δημήτριο Μπιλάλη για την ανάθεση του θέματος και τη βοήθεια του καθ' όλη την πορεία της διεξαγωγής του πειράματος.

Στη συνέχεια θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στην επίκουρη καθηγήτρια κα Παναγιώτα Παπαστυλιανού για τη βοήθεια και καθοδήγηση της κατά τη συγγραφή της παρούσας μελέτης, καθώς και στην επίκουρη καθηγήτρια κα Τσιπλάκου Ελένη για τη βοήθεια της κατά τη διάρκεια των μετρήσεων του πειράματος στο εργαστήριο Ζωικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ευχαριστώ ολόψυχα τους συναδέλφους Χρήστο Κανή και Βάσω Παχή για τη συνεργασία, την ουσιαστική βοήθεια και την ενεργή συμμετοχή τους κατά την εκπόνηση του πειράματος.

Επιπρόσθετα, ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου από το πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών για τη στήριξη και τη βοήθεια τους, καθώς και την κα Μαρία Γεωργιάδου, μέλος ΕΤΕΠ του Εργαστηρίου Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την καθοδήγηση και συνεργασία κατά τη διάρκεια των μετρήσεων της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη διδακτορικό του Εργαστηρίου Γεωργίας Ταμπαξή Ιωάννα για τη βοήθεια και τις συμβουλές της κατά τη συγγραφή της παρούσας μελέτης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός του παρόντος πειράματος ήταν η μελέτη της επίδρασης του χρόνου κοπής στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας του τεφ (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). Η καλλιέργεια παραγματοποιήθηκε στο βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά την περίοδο 12 Μαΐου με 14 Οκτωβρίου 2016.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο. Πραγματοποιήθηκαν τρεις επεμβάσεις κοπής, η Α (κοπή ανά 10 ημέρες), η Β (κοπή ανά 20 ημέρες) και η C (κοπή ανά 30 ημέρες). Η συνολική έκταση του πειραματικού αγρού ήταν 63m<sup>2</sup>, η έκταση της καθαρής καλλιέργειας ήταν 54m<sup>2</sup> και του εκάστοτε υποτεμαχίου ήταν 6m<sup>2</sup>. Οι γραμμές σποράς ανά πειραματικό τεμάχιο ήταν 10, με μήκος 2m και η μεταξύ τους απόσταση ήταν 0,3m.

Μελετήθηκαν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά: ύψος, νωπό και ξηρό βάρος, απόδοση σε βιομάζα νωπού και ξηρού βάρους και ολική απόδοση νωπού και ξηρού βάρους. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λιπαρές ουσίες, τέφρα, ξηρά ουσία, ινώδεις ουσίες, NDF και ADF.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες) παρουσίαστηκαν οι υψηλότερες αποδόσεις σε βιομάζα νωπού και ξηρού βάρους, ενώ κατά την A (κοπές ανά 10 ημέρες) οι χαμηλότερες. Στις ολικές αποδόσεις νωπού βάρους δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ στις ολικές αποδόσεις ξηρού βάρους η επέμβαση A παρουσίασε τα υψηλότερα ποσοστά. Γενικότερα, η επέμβαση C παρουσίασε τα υψηλότερα επίπεδα ποσοτικών χαρακτηριστικών ενώ η A τα χαμηλότερα. Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, κατά την επέμβαση C εμφανίστηκαν τα υψηλότερα ποσοστά λιπαρών και τα χαμηλότερα ADF, κατά την A εμφανίστηκαν τα υψηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών και τα χαμηλότερα NDF και κατά τη B (κοπές ανά 20 ημέρες) εμφανίστηκαν τα υψηλότερα επίπεδα τέφρας, ξηράς ουσίας, ινωδών ουσιών αλλά και ADF και NDF.

Λέξεις κλειδιά: *Eragrostis tef*, επίπεδα κοπής, ποσοτικά χαρακτηριστικά, ποιοτικά χαρακτηριστικά, αποδόσεις

## ABSTRACT

This research was conducted in order to determine the effect of cutting time on the agronomic and qualitative characteristics of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter biomass. The crop took place on the organic experimental field of the Laboratory of Crop Production of the Agricultural University of Athens during the period 12 May to 14 October 2016.

The experimental design used was the completely randomized design. Three cutting treatments were performed: A (cutting every 10 days), B (cutting every 20 days) and C (cutting every 30 days). The total area of the experimental field was 63m<sup>2</sup>, while the area of pure crop was 54m<sup>2</sup> and each subplot was 6m<sup>2</sup>. Ten seed lines per experimental subplot were marked, with a length of 2m each and the distance between them was 0.3m.

The agronomic characteristics which were studied were the following: height, fresh and dry weight, yield of fresh and dry weight biomass and total yield of fresh and dry weight. The qualitative characteristics which were studied were the following: protein, fat, ash, dry matter, fibrous substances, NDF and ADF content.

The analysis of the results showed that during the treatment C (cuttings every 30 days) the highest yields on dry and fresh weight biomass were observed, while the lowest were observed during treatment A (cuttings every 10 days). In total fresh weight yields, there was no statistically significant difference between the treatments, whereas in total dry weight yields, the treatment A showed the highest percentages. Generally speaking, treatment C exhibited the highest levels of agronomic characteristics while treatment A exhibited the lowest. Regarding the qualitative characteristics, during C treatment the highest fat and lowest ADF levels occurred, the highest protein levels and the lowest NDF levels occurred during A treatment and the highest levels of ash, dry matter, fibrous matter, ADF and NDF were observed during B treatment (cuttings every 20 days).

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>1</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</b>	<b>9</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	<b>14</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	<b>15</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>17</b>
1.1 Συστηματική ταξινόμηση	17
1.2 Γενετική προέλευση	18
1.3 Γεωγραφική προέλευση	19
1.4 Περιγραφή της καλλιέργειας	19
1.5 Συγγενή φυτά	20
1.6 Οικολογία του teff	21
1.7 Πολλαπλασιασμός και φύτευση	22
1.8 Κοινή πρακτική χειρισμού της καλλιέργειας	22
1.9 Παραγωγή και διεθνές εμπόριο	23
1.10 Χρήσεις	23
1.11 Ιδιότητες	24
1.12 Βλάστηση και ανάπτυξη	25
1.13 Ασθένειες και παράσιτα	25
1.14 Βελτίωση	26

1.15 Κληρονομικά χαρακτηριστικά και επιλογή	27
1.16 Προοπτικές	29
1.17 Απόδοση σε σπόρο και βιομάζα	29
1.18 Φυσιολογία και αγρονομικά χαρακτηριστικά	30
1.18.1 Αποδοτικότητα μετά τη χρήση Αζώτου	30
1.18.2 Οσμωτική προσαρμογή και βάθος ρίζας	30
1.19 Χαρακτηριστικά που συσχετίζονται με το stress	31
1.19.1 Ανοχή στην ξηρασία	31
1.19.2 Αλατότητα και ανοχή στην οξύτητα	31
1.20 Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη διατροφή και τις προτιμήσεις των καταναλωτών	31
1.20.1 Χρώμα του σπόρου	31
1.20.2 Διατροφική ποιότητα και φυσικοχημικές ιδιότητες των σπόρων teff	32
1.21 Το teff ως ζωοτροφή	33
1.22 Αξιοποίηση της καλλιέργειας	34
1.22.1 Καλλιέργεια έκτακτης ανάγκης	34
1.22.2 Θερινή πτώση της παραγωγής	35
1.22.3 Διπλή καλλιέργεια	35
1.22.4 Αμειψισπορά	35
1.22.5 Ειδικές χρήσεις	35
1.23 Διαχείριση της καλλιέργειας	36
1.23.1 Θερμοκρασία	36
1.24.2 Προετοιμασία σποροκλίνης	36
1.24.3 Γονιμότητα	36
1.24.4 Επιλογή σπόρου	36
1.24.5 Τιμές φύτευσης	37



1.24.6 Βάθος σποράς	37
1.24.7 Χρόνος σποράς	37
1.24.8 Έλεγχος ζιζανίων	37
1.24.9 Απαιτήσεις σε νερό	38
1.24.10 Επιλογές συγκομιδής	39
1.24.11 Διαχείριση κοπής	39
1.25 Χρήση ως ζωτροφή και διατροφική αξία	39
1.26 Τρόπος καλλιέργειας	40
1.27 Σπορά	40
1.28 Λίπανση	42
1.29 Ζιζάνια	42
1.30 Άλεση	43
1.31 Θερισμός	44
1.32 Αλωνισμός	45
1.33 Περιορισμοί της καλλιέργειας	46
1.34 Προοπτικές	48
1.35 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	50
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	<b>51</b>
2.1 Γενικά	51
2.2 Πειραματικό σχέδιο	51
2.3 Ανάλυση εδάφους	52
2.4 Εγκατάσταση του <i>Eragrostis tef</i> στον αγρό	52
2.5 Άρδευση και Λίπανση	54
2.6 Ζιζάνια	56
2.7 Κοπές	56

2.8 Μετρήσεις αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών για το <i>Eragrostis tef</i>	56
2.8.1 Ύψος	57
2.8.2 Νωπό βάρος	57
2.8.3 Ξηρό βάρος	57
2.8.4 Απόδοση σε βιομάζα	57
2.8.5 Ολική απόδοση σε βιομάζα	57
2.8.6 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Φυτομάζας	57
2.8.7 Τρόποι μέτρησης ποιοτικών χαρακτηριστικών φυτομάζας	57
2.9 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων	66
2.10 Μετεωρολογικά Δεδομένα	66
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>68</b>
3.1 Αγρονομικά χαρακτηριστικά	68
3.1.1 Ύψος	68
3.1.2 Νωπό βάρος	70
3.1.3 Ξηρό βάρος	73
3.1.4 Αποδόσεις βιομάζας νωπού βάρους	76
3.1.5 Αποδόσεις βιομάζας ξηρού βάρους	79
3.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	82
3.2.1 Πρωτεΐνες	82
3.2.2 Λιπαρές	85
3.2.3 Τέφρα	88
3.2.4 Ξηρά ουσία	91
3.2.5 Ινώδεις ουσίες	94
3.2.6 NDF	97
3.2.7 ADF	100

3.3 Συγκριτική παρουσίαση αποτελεσμάτων	104
3.3.1 Ύψος	104
3.3.2 Νωπό βάρος	105
3.3.3 Ξηρό βάρος	106
3.3.4 Απόδοση σε βιομάζα νωπού βάρους	107
3.3.5 Απόδοση σε βιομάζα ξηρού βάρους	109
3.3.6 Ολικές αποδόσεις βιομάζας νωπού βάρους	110
3.3.7 Ολικές αποδόσεις βιομάζας ξηρού βάρους	111
3.3.8 Πρωτεΐνες	113
3.3.9 Λιπαρές ουσίες	114
3.3.10 Τέφρα	115
3.3.11 Ξηρά ουσία	117
3.3.12 Ινώδεις ουσίες	118
3.3.13 NDF	119
3.3.14 ADF	121
<b>4. Συζήτηση – Συμπεράσματα</b>	<b>123</b>
4.1 Αποδόσεις	124
4.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά	124
4.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	126
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>131</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

**Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 1:** Η διακύμανση της θερμοκρασίας για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος. **66**

**Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 2:** Η διακύμανση της βροχόπτωσης για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος. **67**

**Διάγραμμα 3.1:** Πορεία στο χρόνο του ύψους του φυτού κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **68**

**Διάγραμμα 3.2:** Πορεία στο χρόνο του ύψους των φυτών κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **69**

**Διάγραμμα 3.3:** Πορεία στο χρόνο του ύψους των φυτών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **70**

**Διάγραμμα 3.4:** Πορεία στο χρόνο του νωπού βάρους του φυτού κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **71**

**Διάγραμμα 3.5:** Πορεία στο χρόνο του νωπού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **72**

**Διάγραμμα 3.6:** Πορεία στο χρόνο του νωπού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **73**

**Διάγραμμα 3.7:** Πορεία στο χρόνο του ξηρού βάρους του φυτού κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **74**

**Διάγραμμα 3.8:** Πορεία στο χρόνο του ξηρού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **75**

**Διάγραμμα 3.9:** Πορεία στο χρόνο του ξηρού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **76**

**Διάγραμμα 3.10:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε νωπό βάρος κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **77**

**Διάγραμμα 3.11:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε νωπό βάρος κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **78**

**Διάγραμμα 3.12:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε νωπό βάρος κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **79**

**Διάγραμμα 3.13:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε ξηρό βάρος κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **80**

**Διάγραμμα 3.14:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε ξηρό βάρος κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **81**

**Διάγραμμα 3.15:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε ξηρό βάρος κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **82**

**Διάγραμμα 3.16:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **83**

**Διάγραμμα 3.17:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **84**

**Διάγραμμα 3.18:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **85**

**Διάγραμμα 3.19:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας σε λιπαρά κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **86**

**Διάγραμμα 3.20:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε λιπαρά κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **87**

**Διάγραμμα 3.21:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε λιπαρά κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **88**

**Διάγραμμα 3.22:** Πορεία στο χρόνο της τέφρας κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **89**

**Διάγραμμα 3.23:** Πορεία στο χρόνο της τέφρας κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **90**

**Διάγραμμα 3.24:** Πορεία στο χρόνο της τέφρας κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **91**

- Διάγραμμα 3.25:** Πορεία στο χρόνο της ξηράς ουσίας κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **92**
- Διάγραμμα 3.26:** Πορεία στο χρόνο της ξηράς ουσίας κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **93**
- Διάγραμμα 3.27:** Πορεία στο χρόνο της ξηράς ουσίας κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **94**
- Διάγραμμα 3.28:** Πορεία στο χρόνο των ινωδών ουσιών κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **95**
- Διάγραμμα 3.29:** Πορεία στο χρόνο των ινωδών ουσιών κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **96**
- Διάγραμμα 3.30:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας ινωδών ουσιών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **97**
- Διάγραμμα 3.31:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων NDF κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **98**
- Διάγραμμα 3.32:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων NDF κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **99**
- Διάγραμμα 3.33:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων NDF κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **100**
- Διάγραμμα 3.34:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων ADF κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **101**
- Διάγραμμα 3.35:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων ADF κατά την επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **102**
- Διάγραμμα 3.36:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων ADF κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **103**
- Διάγραμμα 3.37:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς το ύψος των φυτών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **104**
- Διάγραμμα 3.38:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς το νωπό βάρος των φυτών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **105**
- Διάγραμμα 3.39:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς το ξηρό βάρος των φυτών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **106**

**Διάγραμμα 3.40:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την απόδοση σε βιομάζα νωπού βάρους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **108**

**Διάγραμμα 3.41:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την απόδοση σε ξηρό βάρος. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **109**

**Διάγραμμα 3.42:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την ολική απόδοση νωπού βάρους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **110**

**Διάγραμμα 3.43:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την ολική απόδοση ξηρού βάρους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **112**

**Διάγραμμα 3.44:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **113**

**Διάγραμμα 3.45:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **114**

**Διάγραμμα 3.46:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα της τέφρας. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **116**

**Διάγραμμα 3.47:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα της ξηράς ουσίας. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **117**

**Διάγραμμα 3.48:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα των ινωδών ουσιών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **118**

**Διάγραμμα 3.48:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς τα

επίπεδα NDF στο *Eragrostis tef*. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **120**

**Διάγραμμα 3.49:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς τα επίπεδα ADF στο *Eragrostis tef*. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων. **121**



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1.1:</b> Σπόροι <i>Eragrostis tef</i> .	32
<b>Εικόνα 2.1:</b> Κατεργασία του εδάφους της καλλιέργειας <i>Eragrostis tef</i> .	53
<b>Εικόνα 2.2:</b> Χάραξη γραμμών με τη χρήση γραμμοχαράκτη.	53
<b>Εικόνα 2.3:</b> Σταλακτηφόροι σωλήνες στην πειραματική καλλιέργεια <i>Eragrostis tef</i>	54
<b>Εικόνα 2.4:</b> Εφαρμογή και αναμόχλευση φυτοχώματος Kronos Potting Soil στα υποτεμάχια.	55
<b>Εικόνα 2.5:</b> Εφαρμογή φυτοχώματος Kronos Potting Soil πάνω στους σπόρους στις γραμμές σποράς.	55
<b>Εικόνα 2.6:</b> Ανάπτυξη του ζιζανίου <i>Solanum elaeagnifolium</i> στην πειραματική καλλιέργεια <i>Eragrostis tef</i> .	56
<b>Εικόνα 2.7:</b> Μύλος άλεσης ζωοτροφών.	58
<b>Εικόνα 2.8:</b> Κλίβανοι – Αποτεφρωτήρες.	59
<b>Εικόνα 2.9:</b> Ξηραντήρας – Κάψες.	60
<b>Εικόνα 2.10:</b> Συσκευή KJELTEC 2300 ANALYSER UNIT.	61
<b>Εικόνα 2.11:</b> Συσκευή SOXTEC AVANTI 2055.	62
<b>Εικόνα 2.12:</b> Συσκευή πέψης ANKOM <sup>200</sup> , ANKOM Technology.	64

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 0.1:</b> Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.	52
<b>Πίνακας 3.1:</b> Στατιστική ανάλυση του ύψους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	104
<b>Πίνακας 3.2:</b> Στατιστική ανάλυση του νωπού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	106
<b>Πίνακας 3.3:</b> Στατιστική ανάλυση του ξηρού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.	107
<b>Πίνακας 3.4:</b> Στατιστική ανάλυση της απόδοσης σε βιομάζα νωπού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	108
<b>Πίνακας 3.5:</b> Στατιστική ανάλυση της απόδοσης ξηρού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.	110
<b>Πίνακας 3.6:</b> Στατιστική ανάλυση των ολικών αποδόσεων νωπού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	111
<b>Πίνακας 3.7:</b> Στατιστική ανάλυση των ολικών αποδόσεων ξηρού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.	112
<b>Πίνακας 3.8:</b> Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	114
<b>Πίνακας 3.9:</b> Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε λιπαρές ουσίες σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	115
<b>Πίνακας 3.10:</b> Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε τέφρα σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	116
<b>Πίνακας 3.11:</b> Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε ξηρά ουσία σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.	118
<b>Πίνακας 3.12:</b> Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε ινώδεις ουσίες σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.	119
<b>Πίνακας 3.13:</b> Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε NDF σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.	120
<b>Πίνακας 3.14:</b> Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε ADF σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.	122



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το teff [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] είναι ένα μικρής ημέρας ετήσιο σιτηρό του γένους *Eragrostis*, το οποίο περιλαμβάνει περίπου 350 είδη (Watson και Dallwitz 1992), από τα οποία μόνο το teff προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Ανήκει στη φυλή *Eragrostae* της οικογένειας *Poaceae*, όπως όλα τα οικονομικώς σημαντικά σιτηρά, υποοικογένειας *Eragrostoidae*. Είναι ιθαγενές φυτό της Αιθιοπίας, ανήκει στα C<sub>4</sub> αυτογονιμοποιούμενα, σταυρογονιμοποιούμενα δημητριακά και οι διπλοειδείς πρόγονοι του δεν είναι γνωστοί.

Η ονομασία του θεωρείται ότι οφείλεται στην Αμαρικής ρίζας λέξη «teffa» που σημαίνει «χαμένο» λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου του, ή από την Αραβική λέξη «tahf» που χρησιμοποιούνταν από τους Σημίτες στη Νότια Αραβία. Η κοινή ονομασία του φυτού στην Αιθιοπία είναι «Tef» ή «Tafi» στη διάλεκτο Oromigna ή «Taf» στη διάλεκτο Tigrigna (διάλεκτοι της περιοχής της Αιθιοπίας). Σε άλλες χώρες η κοινή ονομασία διαφέρει ανάλογα με την περιοχή: «Teff», «Lovegrass», «Annual Bunch Grass», «Warm Season Annual Bunch Grass» και «mil éthiopien». Συνώνυμα του teff είναι τα: *Eragrostis abyssinica* (Jacq.) Link., *E. pilosa* (L.) P. Beauv. var. *tef* (Zucc.), *E. pilosa* (L.) P. Beauv. subsp. *abyssinica* (Jacq.), *Cynodon abyssinicus* (Jacq.) Rasp., *Poa cerealis* Salisb., *Poa abyssinica* Jacquin και *Poa tef* Zuccagni.

### 1.1 Συστηματική ταξινόμηση

<u>Συστηματική ταξινόμηση</u>	
Βασίλειο:	<u>Φυτά (Plantae)</u>
Συνομοταξία:	<u>Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)</u>
Ομοταξία:	<u>Μονοκοτυλήδονα</u>
Τάξη:	<u>Poales</u>
Οικογένεια:	<u>Poaceae</u>
Υποοικογένεια:	<u>Eragrostoidae</u>
Γένος:	<u>Eragrostis</u>

Το γένος *Eragrostis* είναι το μεγαλύτερο γένος της μονοφυλετικής υποοικογένειας *Chloridoideae*, της οικογένειας *Poaceae* (GPWG, 2001). Οι φυλογενετικές σχέσεις εντός του γένους *Eragrostis* είναι ελάχιστα κατανοητές και η μονοφυλετικότητα του γένους έχει αμφισβητηθεί σε πρόσφατες φυλογενετικές αναλύσεις της υποοικογένειας (Van den Borre and Watson, 1997, Hilu and Alice, 2001). Το μεγάλο αυτό γένος αποτελείται από 350 είδη με τη μεγαλύτερη ποικιλία ειδών να συναντάται σε ξηρές, τροπικές περιοχές. Τα είδη του γένους *Eragrostis* χαρακτηρίζονται γενικά από τη C<sub>4</sub> φωτοσύνθεση.

Η πολυπλοειδία είναι κοινή στο γένος αυτό, με περίπου το 69% των ειδών του να είναι πολυπλοειδή (Hunziker και Stebbins, 1986). Επιπλέον, μετρήσεις χρωμοσωμάτων σε μια ποικιλία επιπέδων πλοειδίας έχουν βρεθεί μέσα σε μια σειρά μορφολογικών ειδών (π.χ. Spies, 1982 Bir και Sahni, 1985).

Το *Eragrostis tef* είναι το μόνο είδος του γένους που καλλιεργείται για σπόρο και μαζί με το *Eragrostis curvula* καλλιεργούνται σε πολλά μέρη του κόσμου για ζωοτροφή ή για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους. Προηγούμενες προσπάθειες κατάταξης εντός αυτού του γένους είχαν επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό σε χαρακτηριστικά όπως ο τρόπος εξάρθρωσης του σταχυδίου ή ο τύπος της C<sub>4</sub> φωτοσύνθεσης. Παρολαυτά όμως, μια κλαδιστική ανάλυση μορφολογικών και ανατομικών χαρακτηριστικών φάνερωσε ότι ο τρόπος εξάρθρωσης του σταχυδίου λίγο έχει να κάνει με τις φυσικές σχέσεις στην ομάδα (Van den Borre και Watson, 1994).

## 1.2 Γενετική προέλευση

Το teff είναι ένα αλλοτετραπλοειδές δημητριακό με αριθμό χρωμοσωμάτων  $2n = 4x = 40$  του οποίου η προέλευση μέσα στο γένος *Eragrostis* δεν έχει εξακριβωθεί. Η εξελικτική προέλευση του σιτηρού δεν έχει μελετηθεί επαρκώς, παρόλη τη μακρά ιστορία και τη σημασία της καλλιέργειας του φυτού στην Αιθιοπία. Διάφορες μελέτες υποδεικνύουν ένα σύνολο δεκατεσσάρων άγριων ειδών του γένους *Eragrostis* ως πιθανούς προγόνους του teff. Τα τελευταία χρόνια η καταγωγή του teff έχει ερευνηθεί χρησιμοποιώντας μορφολογικές και κυτταρογενετικές μεθόδους (Jones et al., 1978), βιοχημικές μεθόδους (Bekele και Lester, 1981) και φυλογενετικές αναλύσεις χρησιμοποιώντας το ριβοσωμικό DNA και τα γονίδια του παράγοντα μεταγραφής (Espelund et al., 2000).

Η εξέταση μορφολογικών και κυτταρολογικών πτυχών 41 ειδών *Eragrostis* εμφάνισε ότι το *E. pilosa* ομοιάζει περισσότερο με το teff αλλά και ότι το *E. aethiopica* φέρει επίσης εντυπωσιακές ομοιότητες.

Οι Bekele και Lester (1981) αναλύοντας χρωματογραφικά δεδομένα από φαινολικές ενώσεις του φύλλου και ηλεκτροφορητικά δεδομένα από πρωτεΐνες του σπόρου από 14 είδη *Eragrostis* με φαινετικές μεθόδους, υπέδειξαν ότι το *E. pilosa* είναι ο πιο κοντινός συγγενής του teff. Τα δύο είδη είναι παρόμοια μορφολογικά και η μόνη τεκμηριωμένη και σταθερή μορφολογική διάκριση μεταξύ *E. pilosa* και του *E.*

*tef* είναι η θραύση του σταχυδίου. Οι ίδιοι συγγραφείς-ερευνητές θεωρούν επίσης ότι τα *E. aethiopica* και *E. barrelieri* πιθανώς να σχετίζονται στενά με το *teff*. Ο Tavassoli (1986) διεξήγαγε κυτταρολογικές εξετάσεις 37 ειδών *Eragrostis* και υπόδειξε βάση της μορφολογίας του καρυότυπου ότι τα *E. aethiopica*, *E. barrelieri*, *E. cilianensis*, *E. mexicana*, *E. minor* και *E. pilosa* έχουν στενή συγγένεια. Η φυλογενετική ανάλυση δεδομένων ακολουθίας υποστηρίζει την ευρέως διαδεδομένη υπόθεση συγγένειας μεταξύ του *teff* και ενός τετραπλοειδούς, του *Eragrostis pilosa* αλλά και του *Eragrostis heteromera*. Πιο συγκεκριμένα, θεωρείται ότι το *Eragrostis pilosa* έχει στενή συγγένεια με το *teff* ενώ το *Eragrostis heteromera* αλλά και το *Eragrostis cilianensis* έχουν μία μακρινή συγγένεια (Ingram and Doyle, 2003). Η στενή σχέση μεταξύ του *teff* και του *E. pilosa* αποδεικνύεται επίσης από τον επιτυχή υβριδισμό αυτών των δύο ειδών (Tefera et al., 2003a). Σύμφωνα με τα παραπάνω, φαίνεται ότι το *E. tef* ενδέχεται να είναι μια εξημερωμένη μορφή του *E. pilosa*, στην οποία διάφορα σημαντικά αγρονομικά χαρακτηριστικά, όπως η μάζα των σπόρων και η θραύση του σταχυδίου, έχουν μεταβληθεί από γενιά σε γενιά λόγω της ανθρώπινης επιλογής. Ωστόσο, η υπόθεση αυτή δεν είναι εξακριβωμένη και χρειάζεται περισσότερη έρευνα.

### 1.3 Γεωγραφική προέλευση

Η Αιθιοπία είναι το κέντρο προέλευσης και πολυμορφίας του *teff* (Vavilov, 1951), υποθάπτοντας παραδοσιακές ποικιλίες με ευρύ φάσμα φαινοτυπικής ποικιλομορφίας, άγριους προγόνους και συγγενή άγρια είδη. Διάφορα πειράματα υποδεικνύουν ότι η ιστορία της εξημέρωσης του *teff* μπορεί να είναι διαφορετική από εκείνη του κριθαριού και του σιταριού καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις το *teff* δε θα μπορούσε να επιβιώσει τις υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες είναι ανεκτές από άλλα δημητριακά (D'Andrea, 2008). Εικάζεται ότι το *teff* εξημερώθηκε στην Αιθιοπία περί του 4000 με 1000 π.Χ. και είναι μία από τις αφρικανικές καλλιέργειες σιτηρών που έκανε τη μετάβαση από άγριο σιτηρό σε εξημερωμένο στα χέρια Αφρικανών οι οποίοι είχαν συλλέξει σπόρους άγριων σιτηρών με βάση τα χαρακτηριστικά που ανταποκρίνονταν καλύτερα στις προτιμήσεις τους, τις γεωργικές πρακτικές και τις συνθήκες καλλιέργειας (National Research Council [NRC], 1996; Harlan, et al., 1976).

Εντός του γένους *Eragrostis* 43% των ειδών φαίνεται να έχει τις ρίζες του στην Αφρική, 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 *Eragrostis* που αναφέρονται στο Αιθιοπία, 14 (ή 26%) είναι ενδημικά (Cufodontis 1974).

Το γεγονός ότι αρκετά ενδημικά και μη ενδημικά είδη του γένους *Eragrostis*, ορισμένα από τα οποία θεωρούνται άγριοι συγγενείς του *teff*, βρίσκονται στην Αιθιοπία και, εκτός από το γεγονός ότι η γενετική ποικιλότητα για το *teff* δεν υπάρχει πουθενά αλλού στον κόσμο, εκτός από Αιθιοπία, δείχνει ότι *teff* προήλθε και εξημερώθηκε στην Αιθιοπία (Seyfu, 1997).

### 1.4 Περιγραφή της καλλιέργειας

Το *Eragrostis tef* ανήκει στα C<sub>4</sub> αυτογονιμοποιούμενα ετήσια δημητριακά. Το ριζικό του σύστημα είναι ινώδες με κατά βάση όρθια στελέχη, παρά το γεγονός ότι ορισμένες ποικιλίες κάμπτονται ή είναι κυρτού τύπου. Έχει λείο, μαλακό, ανοιχτό και ευδιάκριτα μικρότερο κολεό από τα μεσογονάτια. Η γλωσσίδα είναι πολύ μικρή και κροσσωτή ενώ το έλασμα του είναι λεπτό, στενό, σχεδόν γραμμικό με επιμήκη άκρα. Η ταξιανθία είναι φόβη που παρουσιάζει διαφορετικές μορφές – από πολύ χαλαρή μέχρι συμπαγής (Seyfu, 1997).

Κάθε σταχύδιο φέρει 2-12 ανθύλλια και κάθε ανθύλλιο έχει εσωτερικό και εξωτερικό βράκτιο, τρεις στήμονες, μια ωσθήκη και συνήθως δύο ή και σε εξαιρετικές περιπτώσεις τρία φτερωτά στίγματα (Seyfu, 1997). Το μήκος της καρούψης είναι 1,0 – 1,7 mm μήκος και η διάμετρος είναι 0,7 – 1,0 mm, δηλαδή είναι πολύ μικρή. Το χρώμα της ποικίλει από λευκό σε σκούρο καφέ (Tadesse 1975).

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 άνθους. Το teff είναι αυτογονιμοποιούμενο ή σταυρογονιμοποιούμενο φυτό και ο βαθμός ετερογαμίας είναι πολύ χαμηλός, 0,2 – 1,0% (Kemal Ali, 1996, pers.comm.).

Οι Melak Hail και Guard (1966) μελέτησαν την ανάπτυξη του εμβρυόσακου και του εμβρύου στο teff και 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 αγρωστώδη. Μελέτη πολλών ωαρίων πριν και μετά τη γονιμοποίηση έδειξε 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. Η ωρίμανση των ανθέων είναι βασιπέταλη στη φόβη και στους κλάδους ενώ είναι ακροπέταλη στη βάση του σταχυδίου (Seyfu, 1997).

### 1.5 Συγγενή φυτά

Το teff θεωρείται μια αλλοτετραπλοειδής καλλιέργεια (Tareke 1981, Tavassoli 1986). Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες σχετικά με τους υποθετικούς διπλοειδείς πρόγονους που συνέβαλαν στην προέλευση του. Παρ' όλα αυτά, σύμφωνα με μορφολογικά στοιχεία, τα ακόλουθα είδη είχαν αναγνωρισθεί, από διαφορετικούς ερευνητές, είτε ως πρόγονοι και συντελεστές στην προέλευση του teff είτε ως είδη κοντινά στο teff:

- Είδη που έχουν προταθεί ως πρόγονοι του teff (Costanza 1974) είναι τα *Eragrostis pilosa*, *E. macilenta*, *E. aethiopica*, *E. pseudo tef*, *E. longifolia* και *E. atrovirens*.

- Είδη που έχουν προταθεί ως παράγοντες για την προέλευση του teff (Endeshaw 1978) είναι τα *E. pilosa*, *E. curvula*, *E. aethiopica*, *E. cilianensis*, *E. mexicana* και *E. bicolor*.
- Είδη που έχουν προταθεί ως πολύ στενά συνδεδεμένα με το teff (Ponti 1978) είναι τα *E. pilosa* και *E. aethiopica*, *E. Mexicana*, *E. cilianensis*, *E. minor* και *E. barrelieri*, ενώ για τα *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 teff από άλλα.
- Είδη που έχουν προταθεί ως στενά συνδεδεμένα με το teff βασισμένα σε κυτταρολογικές αποδείξεις (Tavassoli 1986) είναι τα *E. aethiopica* 2x, *E. pilosa* 2x, *E. Mexicana* 6x, *E. barrelieri* 6x, *E. minor* 2x, 4x και *E. cilianensis* 2x 4x, 6x (Seyfu, 1997).

## 1.6 Οικολογία του teff

Το teff είναι ένα πολύ ευπροσάρμοστο δημητριακό που μεγαλώνει σε ένα ευρύ φάσμα συνθηκών, από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι και 2800 m υψόμετρο. Οι υψηλότερες αποδόσεις λαμβάνονται σε υψόμετρα από 1800-2100 m, σε ετήσια βροχόπτωση 750-850 mm, σε εποχιακή (Ιούλιος-Δεκέμβριος) βροχόπτωση 450-550 mm και σε ένα μέσο ημερήσιο εύρος θερμοκρασιών από 15 έως 27° C. Οι αποδόσεις μειώνονται όταν η εποχιακή βροχόπτωση πέσει κάτω από 250 mm, η μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της επικονίασης υπερβεί τους 22° C και όταν η καλλιεργητική περίοδος πέσει κάτω από 90 ημέρες, οπότε οι πρόωρες ποικιλίες καθίστανται αναγκαίες.

Παρά το ρηχό ριζικό σύστημα του, το teff είναι ανθεκτικό στην ξηρασία, χάρη στην ικανότητά του να αναγεννάται γρήγορα μετά από μέτριο stress λόγω υπερβολικού νερού και λόγω της ικανότητας παραγωγής σιτηρών σε ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Η ταχεία βλαστική ανάπτυξη του και ο σύντομος κύκλος ζωής του καθιστούν το teff ιδιαίτερα κατάλληλο για περιοχές που υπόκεινται σε ξηρασία μετά από σύντομες βροχές. Η ανθοφορία στο teff παρουσιάζει καθυστέρηση σε μεγάλο μήκος ημέρας. Στην Αιθιοπία, το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής του σιτηρού λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της κύριας περιόδου των βροχών («Meher») μεταξύ Ιουλίου και Νοεμβρίου.

Το teff καλλιεργείται κυρίως σε Vertisols (σκουρόχρωμα, βαριά, αργιλώδη εδάφη με καλά ανεπτυγμένους ορίζοντες) και σε Andosols (νεαρά, ρηχά εδάφη, διαβρωμένα από ηφαιστειακή τέφρα κάτω από υγρές συνθήκες). Το teff που καλλιεργείται σε Vertisols δίνει υψηλότερες αποδόσεις με την προϋπόθεση ότι δεν επικρατεί παρατεταμένη υπεράρδευση και ότι είναι διαθέσιμα επαρκή θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα N. Συνήθως οι αγρότες μειώνουν τα αποτελέσματα της υπεράρδευσης προσαρμόζοντας την ημερομηνία φύτευσης ή με τη χρήση επιφανειακών



συστημάτων απορροής (αυλάκια). Οι ελλείψεις ιχνοστοιχείων μπορεί επίσης να αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες στα Vertisols.

Τα εδάφη που συνήθως καλλιεργείται το teff έχουν ουδέτερο pH, αλλά έχει παρατηρηθεί ότι ανέχεται και όξινα εδάφη με pH κάτω από 5. Διαφορές μεταξύ των ποικιλιών παρατηρούνται στην ανταπόκριση τους σε αλατούχες συνθήκες. Το teff μπορεί να βρεθεί εκτός καλλιέργειας κατά μήκος δρόμων και σιδηροδρομικών γραμμών καθώς επίσης και σε ξηρές, χορτολιβαδικές εκτάσεις με αμμώδη, εύφορα εδάφη (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### **1.7 Πολλαπλασιασμός και φύτευση**

Το teff πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Δεν υπάρχει ληθάργος στο σπόρο και η βλαστική ικανότητα του είναι ταχεία. Το βάρος 1000 σπόρων είναι 200-500 mg. Μια ενιαία ταξιανθία μπορεί να παράγει πάνω από 1000 σπόρους και ένα φυτό πάνω από 10.000 σπόρους. Οι σπόροι του teff επιβιώνουν για αρκετά χρόνια αν αποφευχθεί άμεση επαφή με την υγρασία και τον ήλιο.

Στην Αιθιοπία χρησιμοποιούνται παραδοσιακές πρακτικές αιώνων στην παραγωγή του δημητριακού. Άροτρο που σέρνεται από βόδια («maresha») χρησιμοποιείται για να καλλιεργήσουν τη γη, με δύο έως πέντε περάσματα που γίνονται πριν από τη σπορά. Μελέτες δείχνουν ότι το teff μπορεί να αναπτυχθεί με επιτυχία κάτω από συνθήκες μειωμένου οργώματος (μόνο ένα όργωμα για να φέρει τους σπόρους σε επαφή με το έδαφος), εφόσον δε χρησιμοποιούνται μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα. Για την ενίσχυση της βλάστησης και την εγκατάσταση δενδρυλλίων σε Vertisols, δημιουργείται ενιαία σποροκλίνη με καταπάτηση από εκτρεφόμενα ζώα. Συνήθως οι αγρότες σπέρνουν σε λεπτή, υγρή σποροκλίνη. Επαρκές ποσοστό σπόρων είναι τα 15-30 kg/ha, αλλά οι αγρότες χρησιμοποιούν συχνά 40-50 kg/ha, επειδή είναι δύσκολο να διανεμηθεί ο σπόρος ομοιόμορφα, η βιωσιμότητα του μειώνεται και επίσης, βοηθά στην καταστολή των ζιζανίων σε πρώιμο στάδιο. Οι σπόροι αφήνονται ακάλυπτοι ή καλυμμένοι ελαφρά με την τοποθέτηση κλαδιών πάνω στον αγρό, χρησιμοποιώντας τα βόδια. Το teff μπορεί επίσης να τοποθετηθεί διάτρητα σε σειρές με χρήση ειδικών μηχανημάτων. Η φύτευση σε σειρές ελαχιστοποιεί το πλάγιασμα υπό καλές συνθήκες ανάπτυξης.

Έχει αναπτυχθεί επιτυχής in-vitro σωματική εμβρυογένεση καθώς και διάφορες διαδικασίες αναγέννησης των φυτών, χρησιμοποιώντας φύλλα, ρίζες ή σπόρους προκειμένου να δημιουργηθούν καλλιέργειες τύλων σε μέσο Murashige και Skoog (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### **1.8 Κοινή πρακτική χειρισμού της καλλιέργειας**

Μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, οι περισσότεροι αγρότες πραγματοποιούν έλεγχο ζιζανίων με το χέρι (βοτάνισμα) μία ή δύο φορές. Ορισμένοι γεωργοί

χρησιμοποιούν ζιζανιοκτόνα, όπως 2,4-D για τον έλεγχο των πλατύφυλλων ζιζανίων, και μετά συνεχίζουν με βοτάνισμα για να αφαιρέσουν τα υπόλοιπα ζιζάνια. Σε ελαφριά εδάφη συνιστανται οι ακόλουθες εφαρμογές: 25-40 kg N και 10-18 kg P ανά εκτάριο και σε βαριά αργιλώδη εδάφη 50-60 kg N και 10-15 kg P ανά εκτάριο. Το teff ανταποκρίνεται στο N περισσότερο από ότι στο P, παράγοντας ψηλά φυτά και μεγάλες ποσότητες βιομάζας. Ως αποτέλεσμα, οι υψηλές συγκεντρώσεις N προωθούν πλάγιασμα. Για να μειωθεί ο κίνδυνος πλαγιάσματος, οι αγρότες μειώνουν την εφαρμογή του N ή φυτεύουν το teff μετά από καλλιέργειες ψυχανθών, χωρίς επιπλέον λίπανση, και καθυστερούν το χρόνο φύτευσης έτσι ώστε να έχουν σταματήσει οι βροχοπτώσεις. Η αμειψισπορά του teff με άλλα δημητριακά, ψηχανθή και σπόρους του *Guizotia abyssinica* (L.F.) Cass αποτελεί κοινή πρακτική στην Αιθιοπία.

### 1.9 Παραγωγή και διεθνές εμπόριο

Κατά την περίοδο 1992-1998 το teff καλλιεργούταν ετησίως σε 1,9 εκατομμύρια εκτάρια στην Αιθιοπία, δηλαδή περίπου στο 30% της συνολικής έκτασης των σιτηρών στη χώρα. Με μέση ετήσια παραγωγή 1,6 εκατομμύρια τόνους σιτηρών, το teff αποτελεί το 22% της ετήσιας παραγωγής δημητριακών στην Αιθιοπία. Ετησίως, κατά μέσο όρο, 4 εκατομμύρια τόνοι ζωοτροφών (27% της εθνικής παραγωγής) παράγονται από το teff.

Στην Αιθιοπία το teff καλλιεργείται από μικροκαλλιεργητές, κυρίως για την τοπική αγορά και κατανάλωση στο σπίτι. Από στατιστικά στοιχεία για το 1997/98 και 1998/99 προκύπτει ότι 1800 τόνοι teff εξαγόταν κάθε χρόνο. Παρόλο που τα τελευταία στατιστικά στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα, υπάρχει μια εξαγωγική αγορά για την καλλιέργεια αυτή στη Μέση Ανατολή, τη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη, κυρίως για τους ομογενείς της Αιθιοπίας (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### 1.10 Χρήσεις

Στην Αιθιοπία και την Ερυθραία το αλεύρι από teff χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή της «injera», ενός λεπτού, επίπεδου ψωμιού, σαν τηγανίτα, φτιαγμένο από ζύμη που έχει υποστεί ζύμωση για 2-3 ημέρες. Η «injera» παρασκευάζεται σε μία ποικιλία μεγεθών και καταναλώνεται με διάφορες σάλτσες («wot»), με βάση το κρέας ή τα ψυχανθή. Το αλεύρι από teff παράγει καλύτερης ποιότητας «injera»: εύκαμπτη, μαλακή, με γυαλιστερή εμφάνιση, η οποία δεν καταρρέει κατά το χειρισμό ούτε κολλάει στα δάχτυλα, και έχει ελαφρώς ξινή γεύση. Η τριγωνέλλα (*Trigonella foenum-graecum* L.) μπορεί να προστεθεί στο αλεύρι από teff σε ένα μικρό ποσοστό για τη βελτίωση της γεύσης της «injera». Επίσης, αυξάνει την περιεκτικότητα σε λυσίνη. Το αλεύρι από teff μπορεί επίσης να αναμιχθεί με αλεύρι από κριθάρι ή σόργο για να τη δημιουργία της «injera». Άλλα παραδοσιακά παρασκευάσματα από το αλεύρι από teff είναι το «kitta» (άζυμο ψωμί), το «atmit» ή «tuk» (πληγουρί), ο χυλός και διάφορα τοπικά αλκοολούχα ποτά. Αρκετές

συνταγές που ταιριάζουν στη Δυτική κουζίνα έχουν αναπτυχθεί από το αλεύρι από teff, ιδιαίτερα στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου έχει παρουσιαστεί ζήτηση στην αγορά υγιεινών τροφίμων, αλλά και ως γκουρμέ φαγητό. Το αλεύρι από teff χρησιμοποιείται ως πυκτικό μέσο σε μια σειρά προϊόντων, όπως σούπες, βραστά, σάλτσες και πουτίγκες.

Στην Αιθιοπία το άχυρο του teff χρησιμοποιείται ως χορτονομή, ειδικά κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Ανανεμιγμένο με πηλό χρησιμοποιείται ως υλικό για σοβάτισμα για τις τοπικές κατοικίες, καθώς και για την παραγωγή τούβλων, σομπών, σιταποθηκών, κρεβατιών και κεραμικών.

Έξω από την Αιθιοπία καλλιεργείται κυρίως για σανό (π.χ. στη Νότια Αφρική) και σαν πράσινη ζωοτροφή (π.χ. στο Μαρόκο και την Ινδία). Στη Νότια Αφρική καλλιεργείται για τον έλεγχο της διάβρωσης, συχνά μαζί με το *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees ή με άλλα σιτηρά (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### 1.11 Ιδιότητες

Η σύνθεση σπόρου teff ανά 100 g βρώσιμου τμήματος είναι: νερό 11 g, ενέργεια 1407 kJ (336 kcal), πρωτεΐνες 9,6 g, λίπος 2,0 g, υδατάνθρακες 73 g, ίνες 3,0 g, Ca 159 mg, Mg 170 mg, P 378 mg, Fe 5.8 mg, 2 mg Zn, θειαμίνη 0,3 mg, ριβοφλαβίνη 0,2 mg, 2,5 mg νιασίνη και ασκορβικό οξύ 88 mg (Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας, 1996). Η σύνθεση αμινοξέων ανά 100 g βρώσιμου τμήματος είναι: τρυπτοφάνη 146 mg, λυσίνη 273 mg, μεθειονίνη 246 mg, φαινυλαλανίνη 474 mg, θρεονίνη 334 mg, βαλίνη 491 mg, λευκίνη 724 mg και ισολευκίνη 378 mg (FAO, 1970). Οι κόκκοι αμύλου είναι κροκαλοπαγή πολλών πολυγωνικού απλών κόκκων διάμετρο 2-6 μμ. Το περιεχόμενό τους σε αμυλόζη είναι 25-30%. Το θερμό στάδιο ζελατινοποίησης Kofler βρίσκεται σε εύρος θερμοκρασιών: 68 ° C (έναρξη) - 74 ° C (κορυφή) - 80 ° C (τελικό), το οποίο είναι παρόμοιο με αυτό του αμύλου των άλλων τροπικών δημητριακών, αλλά περιορισμένο σε σχέση με εκείνο του αμύλου του αραβοσίτου. Το ιξώδες του αμύλου του teff είναι σημαντικά χαμηλότερο σε σχέση με το ιξώδες του αμύλου του αραβοσίτου, ο δείκτης απορρόφησης νερού είναι υψηλότερος, και ο δείκτης διαλυτότητας στο νερό χαμηλότερος.

Λόγω του μικρού μεγέθους των κόκκων του, το teff σχεδόν πάντα μετατρέπεται σε αλεύρι ολικής αλέσεως (το πίτουρο και η φύτρα περιλαμβάνονται), με αποτέλεσμα υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Η σύνθεση των αμινοξέων στο αλεύρι από teff είναι ευνοϊκή και η πρωτεΐνη του είναι εύπεπτη. Είναι μια καλή πηγή μετάλλων, ιδιαίτερα Ca και Fe, και θεωρείται η υπαίτια τροφή για τη χαμηλή συχνότητα της αναιμίας στην Αιθιοπία. Το teff δεν περιέχει γλουτένη, πράγμα που το καθιστά κατάλληλο υποκατάστατο του σιταριού σε τρόφιμα για άτομα με κοιλιοκάκη. Αρκετά είδη ζυμών και βακτηριδίων εμπλέκονται στην παρασκευή της «injera», αλλά λίγα γνωρίζουμε για την ταυτότητά τους και τη σχετική τους σημασία. Στην Αιθιοπία, οι λευκοί σπόροι προτιμώνται για τρόφιμα, αλλά η

δημιουργία της «injera» από κόκκινους ή καφέ σπόρους είναι σε άνοδο, ειδικά για τα άτομα που προσέχουν την υγεία τους.

Το άχυρο του teff προτιμάται από τα βοοειδή από το άχυρο άλλων σιτηρών, και η ποιότητα του είναι συγκρίσιμη με την καλή φυσική βοσκή. Αναλύσεις έδειξαν σχετικά υψηλή πεπτικότητα (65%), αλλά και μια σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (1.9 - 5.2%) (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### 1.12 Βλάστηση και ανάπτυξη

Η βλάστηση στο teff πραγματοποιείται συνήθως σε 3-4 (έως 12) ημέρες μετά τη σπορά. Σε διάφορα πειράματα η βλάστηση ήταν πάνω από 90% σε θερμοκρασίες 15-35° C, ενώ στους 10 ° C δεν παρατηρήθηκε καθόλου βλάστηση. Το στάδιο εκκίνησης της βλάστησης δεν είναι αισθητό στο teff: οι ταξιανθίες βγαίνουν ξαφνικά από τον κολεό του ανώτερου φύλλου. Τα άνθη ανοίγουν το πρωί (7-9 π.μ.), φαινόμενο που οφείλεται στο φως και στη θερμοκρασία. Το teff χαρακτηρίζεται κατά κύριο λόγο από την αυτο-επικονίαση, με πολύ χαμηλό βαθμό διασταύρωσης (μέχρι 1%), και η γύρη απελευθερώνεται νωρίς το πρωί. Στην ταξιανθία η ωρίμανση των ανθέων ξεκινάει από την κορυφή και προχωράει προς τα κάτω, ενώ στο σταχύδιο εξελίσσεται από τη βάση προς τα πάνω. Οι σπόροι ωριμάζουν μέσα σε ένα μήνα μετά από τη γονιμοποίηση. Ο συνολικός κύκλος ανάπτυξης από τη σπορά μέχρι την ωρίμανση είναι 2-5 (έως 6) μήνες. Το teff ακολουθεί το φωτοσυνθετικό κύκλο των C<sub>4</sub> φυτών (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### 1.13 Ασθένειες και παράσιτα

Ένας μεγάλος αριθμός ασθενειών (που προκαλείται κυρίως από μύκητες) και παρασίτων προσβάλλουν το teff, αλλά μόνο λίγα από αυτά έχουν οικονομική σημασία και απαντώνται κυρίως σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και σε συγκεκριμένο χρόνο παραγωγής. Ο μύκητας *Uromyces eragrostidis* (σκωρίαση των φύλλων), ο *Helminthosporium miyakei*, ο *Drechslera spp.* και ο *Epicoccum nigrum* είναι οι πιο σημαντικοί. Η αραιή φύτευση και η πρώιμη σπορά είναι παράγοντες που συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση των ζημιών που προκαλούνται από τη σκωρίαση και τους μύκητες *Drechslera spp.* και ο *Epicoccum nigrum*. Μυκητοκτόνα που ελέγχουν αυτούς τους μύκητες έχουν εντοπιστεί σε πειραματικό επίπεδο, αν και δεν υπάρχουν γνωστές περιπτώσεις εφαρμογής τους σε αγρό. Βελτίωση της ανθεκτικότητας δεν έχει πραγματοποιηθεί εξαιτίας της περιορισμένης γενετικής παραλλακτικότητας στην αντίσταση και τη σποραδική φύση και περιβαλλοντική εξειδίκευση των ασθενειών. Ιογενείς ή βακτηριακές ασθένειες που να προσβάλλουν το teff δεν είναι γνωστές.

Παράσιτα που προσβάλλουν βλαστώντες σπόρους teff και φυτά είναι ο γρύλος *Decticoidea brevipennis*, το κόκκινο σκουλήκι του teff (*Mentaxya ignicollis*), ακρίδες,

μυρμήγκια και τερμίτες. Το μαύρο σκαθάρι του teff (*Erlangerius niger*) προσβάλλει την ταξιανθία. Ανάμεσα στα ζιζάνια, τα ετήσια αγρωστώδη προκαλούν τη μεγαλύτερη ζημιά. Το παρασιτικό ζιζάνιο *Striga hermonthica* (Delile) Benth., το επεκτατικό ζιζάνιο *Parthenium hysterophorus* L. και το ζιζάνιο *Convolvulus arvensis* L. έχουν αρχίσει επίσης να αποτελούν πρόβλημα. Το βοτάνισμα με το χέρι και η αμειψισπορά, κυρίως με ψυχανθή, είναι οι πιο κοινές μέθοδοι για την αντιμετώπιση αυτών των ζιζανίων στο teff. Η χρήση ζιζανιοκτόνων είναι πολύ περιορισμένη. Οι αποθηκευμένοι σπόροι του teff δεν προσβάλλονται από έντομα αποθηκών, αλλά τα τρωκτικά μπορεί να αποτελέσουν πρόβλημα (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### 1.14 Βελτίωση

Η επιστημονική έρευνα για βελτίωση στο teff στην Αιθιοπία ξεκίνησε το 1956 στο Γεωπονικό και Τεχνικό Λύκειο Jimma (πλέον ονομάζεται «Κολέγιο Γεωπονίας Jimma»). Τέσσερα χρόνια αργότερα η έρευνα κινήθηκε προς τον τότε Κεντρικό Πειραματικό Σταθμό Debre Zeit και στο τώρα Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Debre Zeit του Ινστιτούτου Γεωπονικής Έρευνας της Αιθιοπίας. Στη συνολική ιστορία της βελτίωσης του teff, πέντε αλληλένδετες φάσεις μπορούν να διακριθούν:

Η πρώτη φάση της αναπαραγωγής του teff που εκτείνεται μέχρι το 1974 χαρακτηρίστηκε από τη βελτίωση του γενετικού υλικού μέσω της συλλογής και της απόκτησης, του χαρακτηρισμού, της αξιολόγησης και της διατήρησης των γενετικών πόρων από διάφορα μέρη της Αιθιοπίας. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η γενετική βελτίωση βασίστηκε εξ ολοκλήρου στη μαζική ή / και στην καθαρά γραμμική επιλογή απευθείας από την υπάρχουσα τοπική συλλογή γενετικού υλικού. Οι ερευνητές πίστευαν ότι τα άνθη του teff είναι κλειστόγαμα και ότι δεν επιδέχονται διασταύρωσης. Ως αποτέλεσμα, η χρήση των τεχνικών επαγόμενης μεταλλάξεως ξεκίνησε το 1972 με σκοπό τη δημιουργία μεταβλητότητας στο είδος.

Η ανακάλυψη της συμπεριφοράς του ανθικού ανοίγματος στα άνθη του teff και η ανάπτυξη της τεχνικής της τεχνητής υβριδοποίησης (Berhe 1975) σηματοδότησε την έναρξη της δεύτερης φάσης (1975-1995). Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη της μεθόδου βελτίωσης κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου χαρακτήρισε την περαιτέρω ενσωμάτωση ενδο-ειδικής υβριδοποίησης σε αντίθεση με την άμεση επιλογή από τις υπάρχουσες παραδοσιακές ποικιλίες. Επιπλέον, η χρήση τεχνικών επαγόμενης μετάλλαξης που ξεκίνησε το 1972, συνεχίστηκε επίσης κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης.

Η τρίτη φάση (1995 έως σήμερα) στη βελτίωση του teff σηματοδεύτηκε από την έναρξη των μοριακών προσεγγίσεων, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης των μοριακών δεικτών, των χαρτών γενετικής σύνδεσης και τις αναλύσεις μοριακής γενετικής ποικιλότητας. Η ώθηση για τις μοριακές προσεγγίσεις προερχόταν κυρίως από το Ίδρυμα του Συνεργατικού Προγράμματος Έρευνας McKnight το οποίο χρηματοδότησε το Ερευνητικό Πρόγραμμα για το Teff, και σε κάποιο βαθμό και από άλλες εξωτερικές (Sida / SAREC και IAEA) τεχνικές και χρηματοδοτήσεις.

Η τέταρτη φάση (1998 έως σήμερα) της βελτίωσης του teff πρότεινε περαιτέρω ενσωμάτωση τεχνικών *in vitro* καλλιέργειας και υβριδοποίησης, αλλά και ενίσχυσε εκ νέου την αξιολόγηση της επαγόμενης μεταλλαξιγένεσης ιδιαίτερα για την καταπολέμηση των προβλημάτων ανθεκτικότητας στο πλαγιάσμα και στην ασθένεια της σκωρίασης των φύλλων λόγω ανεπαρκούς μεταβλητότητας που παρατηρείται σε αυτά τα γνωρίσματα στο υπάρχον γενετικό υλικό.

Στην πέμπτη φάση (2003 έως σήμερα), το σημαντικότερο πρόσθετο χαρακτηριστικό υπήρξε η καθιέρωση της προσέγγισης της συμμετοχικής αναπαραγωγής στην προϋπάρχουσα συνολική προσπάθεια για γενετική βελτίωση του teff (Belay et al. 2006, 2008) (K. Assefa, J.-K. Yu, M. Zeid, G. Belay, H. Tefera, M. E. Sorrells).

Σημαντικές έρευνες βελτίωσης για το teff πραγματοποιούνται στο Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Debre Zeit στην Αιθιοπία από το 1960. Οι κύριοι στόχοι είναι η ανάπτυξη ποικιλιών υψηλής απόδοσης για τις μεγάλες αναπτυσσόμενες αγρο-οικολογικές ζώνες του teff, καθώς και η βελτίωση της αντίστασης στο πλάγιασμα. Η συμβατική βελτίωση δεν έχει προσφέρει λύση στο πρόβλημα του πλαγιασματος. Μέχρι στιγμής, 15 ποικιλίες έχουν αναπτυχθεί μέσω της άμεσης επιλογής από τις παραδοσιακές ποικιλίες και τα χαρακτηριστικά ανασυνδυασμού. Μια τεχνική διασταύρωσης αναπτύχθηκε το 1974 και από τότε ο υβριδισμός των επιλεγμένων γονέων είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία 5 ποικιλιών. Η πλειοψηφία των αγροτών εξακολουθούν να καλλιεργούν παραδοσιακές ποικιλίες. Μεταξύ των βελτιωμένων ποικιλιών, οι «Magna» (DZ-01-196), «Enatite» (DZ-01-354), «Dukem» (DZ-01-974), «Tseday» (DZ-Cr-37) και «Ziquala» (DZ-Cr-358) είναι οι πιο ευρέως διαδεδομένες για καλλιέργεια. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του γονότυπου και περιβάλλοντος είναι υψηλή στην παραγωγή του teff, κυρίως λόγω των περιβαλλοντικών επιδράσεων στο χρόνο από την άνθηση και την ωριμότητα.

Υβριδοποίηση στο ίδιο είδος με άγρια *Eragrostis spp.* έχει δοκιμαστεί, αλλά επιτυχία επιτεύχθηκε μόνο στη δοκιμή με το *Eragrostis pilosa*: το χαμηλό ανάστημα και η πρωίμηση της καλλιέργειας ήταν τα ευνοϊκά χαρακτηριστικά που μεταφέρθηκαν στο teff. Το *Eragrostis curvula* μπορεί δυναμικά να παρέχει δύναμη στο μίσχο και μεγάλο μέγεθος στο σπόρο, αλλά τα υβρίδια που διασταυρώνονται με το teff δεν παράγουν σπόρο. Προσπάθειες πραγματοποιούνται για την κατασκευή ενός γενετικού χάρτη για το teff. Η επακόλουθη αναπαραγωγή διπλών απλοειδών ποικιλιών επίσης επιχειρείται. Οι απλές επαναλήψεις ακολουθίας είναι πιο ελπιδοφόρες από άλλους δείκτες με βάση το DNA για τον ποσοτικό προσδιορισμό της γενετικής ποικιλότητας και της αναγνώρισης των γονοτύπων του teff (M. Brink, G. Belay, J.M.J. de Wet, O.T. Edje, E. Westphal, R.H.M.J. Lemmens, L.P.A. Oyen).

### **1.15 Κληρονομικά χαρακτηριστικά και επιλογή**

Τα μοτίβα κληρονομικότητας του teff για τα ακόλουθα τρία χαρακτηριστικά (Tareke 1981) ήταν: το χρώμα του χιτώνα -μωβ, γκρι, κόκκινο και κιτρινωπό-, το χρώμα του σπόρου -σκούρο καφέ, μεσαίο καφέ, κιτρινωπό λευκό και γκριζωπό άσπρο- και η

μορφή της ανθήλης -χαλαρή και συμπαγής-. Τέσσερα ζεύγη γονιδίων βρέθηκαν να εμπλέκονται στο πρότυπο κληρονομικότητας του χρώματος του χιτώνα.

Η γονιδιακή δράση και οι αλληλεπιδράσεις της κυριαρχίας, της συγκυριαρχίας, της συμπληρωματικότητας και της επιστημολογικής φύσης έχουν παρατηρηθεί στα φυτά του teff. Έτσι, δόθηκαν οι ακόλουθοι γονότυποι στις τέσσερις ποικιλίες που έχουν διαφορετικά χρώματα: fesho (purple) = CCPPP2P2GG, Bursa (γκρι) = ccPPP2P2GG, key murri (κόκκινο) = CCppp2p2gg και Trotteriana (κιτρινωπό-λευκό) = ccPPP2P2gg. Διπλά ζευγάρια γονιδίων ταυτοποιήθηκαν στην κληρονομικότητα του χρώματος του σπόρου και η δράση του γονιδίου μεταξύ αυτών των γονιδίων και των αλληλόμορφών τους ήταν απλή κυριαρχία με πρόσθετα αποτελέσματα. Η μορφή της ανθήλης ρυθμιζόταν από διπλά ζεύγη γονιδίων για το βαθμό χαλαρότητας και ένα άλλο ζεύγος γονιδίων για το μοτίβο της διακλάδωσης (Seyfu, 1997).

Το γεγονός ότι το teff έδειξε ένα μοντέλο διαζυμικής κληρονομικότητας για το χρώμα του χιτώνα, το χρώμα του σπόρου και τη μορφή της ανθήλης υποδηλώνει ότι πρόκειται για αλλοτετραπλοειδές. Έτσι η ποσοτική γενετική θεωρία που αναπτύχθηκε για τα διπλοειδή, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της γενετικής διακύμανσης και της κληρονομικότητας των διπλοειδών, είναι εφαρμόσιμη στο teff. Ένα προκαταρκτικό γενετικό πείραμα που χρησιμοποιεί τις γενιές F2 και F3 μιας μόνο διασταύρωσης έδειξε ότι οι γονιδιακές δράσεις για τα περισσότερα αγρονομικά χαρακτηριστικά teff δεν ήταν απλά προσθετικές/κυριαρχικές (Hailu *et al.*, 1992). Για παράδειγμα, στην περίπτωση των συνιστωσών της απόδοσης αλλά και της ίδιας της απόδοσης του teff, έχει επιβεβαιωθεί η επίδραση των μη-προσθετικών γονιδίων (Hailu 1993). Μια μελέτη σε δύο ομάδες διασταυρώσεων έδειξε ότι το πρόσθετο και η κυριαρχία από την επήρεια των κυρίαρχων γόνων ελέγχουν την κληρονομικότητα της απόδοσης των σιτηρών. Η τριπλή δοκιμή ανάλυσης της διασταύρωσης αποκάλυψε επίσης την ύπαρξη επιστάσεως για απόδοση του σπόρου σε μια καλλιέργεια. Οι αλληλεπιδράσεις των μη αλληλόμορφων γονιδίων αναφέρθηκαν επίσης για την απόδοση ανά ανθήλη, το βάρος της ανθήλης, το δείκτη συγκομιδής, το βάρος του φυτού, το ύψος του φυτού, το μήκος της ανθήλης, το πάχος του καλαμιού, το βάρος του πυρήνα, το χρόνο μέχρι τη βλάστηση και το χρόνο μέχρι την ωρίμανση χρησιμοποιώντας διαφορετικά σχέδια διασταύρωσης (Hailu, 1993).

Η επιστάση έχει βρεθεί ότι αποτελεί μέρος της γενετικής αρχιτεκτονικής της απόδοσης σιτηρών και άλλων αγρονομικών χαρακτηριστικών του teff και έχει ανιχνευθεί με αδιαμφισβήτητα διαφορετικές διαδικασίες. Προηγουμένως, η αλληλεπίδραση των γονιδίων στο teff αναφέρθηκε για μερικά χαρακτηριστικά (Tareke *et al.*, 1989a, 1989b, 1989c) και συνεπώς δεν προκαλεί έκπληξη η ανίχνευσή του για πιο πολύπλοκα ποσοτικά χαρακτηριστικά. Ως εκ τούτου, η μελλοντική ποσοτική γενετική ανάλυση στο φυτό teff πρέπει να εξετάσει διαδικασίες που θα επιτρέψουν την ανίχνευση της επίστασης, ώστε να αποφευχθούν προκατειλημμένες εκτιμήσεις των χαρακτηριστικών της κυριαρχίας.

Σε μικρά δημητριακά, αρκετοί ερευνητές έχουν αναφέρει ότι χαρακτηριστικά όπως το βάρος του πυρήνα, ο αριθμός των πυρήνων ανά κεφάλι και ο αριθμός των αδελφιών έχουν ισχυρή σχέση με την απόδοση των σιτηρών. Αυτοί οι χαρακτήρες είναι ευρέως αποδεκτοί ως στοιχεία απόδοσης. Στο φυτό teff, οι Melak Hail *et al.* (1965) υπολόγισαν μια θετική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σπόρου και του μήκους της ανθήλης στο Purdue στις ΗΠΑ. Κάτω από ένα περιβάλλον της Αιθιοπίας, ο Hailu (1988) παρατήρησε το βάρος του πυρήνα ανά κύρια ανθήλη και τα παραγωγικά αδέρφια σχετίζονται θετικά με την απόδοση των σπόρων. Σε μια μελέτη που χρησιμοποιεί πρώιμες γενιές μίας μόνο διασταύρωσης (Hailu *et al.* 1992) έλαβαν βάρος ανθήλης ανά φυτό (ένα χαρακτηριστικό πλησιέστερο στην πραγματική απόδοση σπόρου) που σχετίζεται θετικά με το βάρος της ανθήλης ανά πρωτεύον αδέρφι και δείκτη παραγωγικότητας.

Μετέπειτα μελέτες επιβεβαίωσαν ότι η απόδοση ανά βάρος ανθήλης και ανθήλη έδειξε ισχυρή συσχέτιση με την απόδοση σπόρου ανά φυτό (Hailu 1993). Αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν υψηλή κληρονομικότητα σε σύγκριση με την απόδοση σιτηρών και ως εκ τούτου είναι χρήσιμα κριτήρια για την επιλογή απόδοσης σπόρου στο teff (Seyfu, K. 1997).

### **1.16 Προοπτικές**

Στην Αιθιοπία, η επέκταση του teff σε νέους τομείς παραγωγής συνεχίζεται αμείωτη, παρά το γεγονός ότι οι αγρότες ενθαρρύνονται να καλλιεργούν άλλα γνωστά δημητριακά. Η καλλιέργεια του teff έχει επεκταθεί στις πεδινές περιοχές, όπου το σόργο και η καλλιέργεια του αραβοσίτου είχε συχνά αποτύχει λόγω σοβαρού stress εξαιτίας της υγρασίας. Έξω από την Αιθιοπία, η καλλιέργεια του teff ξεκίνησε σε περιορισμένο βαθμό στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη, με στόχο το καταναλωτικό κοινό των κοινοτήτων μεταναστών της Αιθιοπίας και τη χρήση του ως ένα υποκατάστατο για το σιτάρι που δεν περιέχει γλουτένη. Υπάρχει εύλογη αισιοδοξία ότι, εάν πραγματοποιηθούν επενδύσεις σε επιστημονική και αναπτυξιακή έρευνα, η καλλιέργεια του teff μπορεί να μετατραπεί σε μία ανταγωνιστική καλλιέργεια στις ανεπτυγμένες χώρες. Η τάση για πλάγιασμα είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημα του teff, όπου η χρήση των κατάλληλων μηχανημάτων και γεωπονικών πρακτικών μπορεί να είναι προσωρινές λύσεις. Σε μακροπρόθεσμη βάση, βιοτεχνολογικές προσεγγίσεις, όπως η χρήση κλωνοποιημένων γονιδίων από άλλα δημητριακά, φαίνεται απαραίτητη ώστε να επιτευχθεί η δημιουργία γονοτύπων teff που δεν πλαγιαίνουν στον αγρό. Η αναλογία του στελέχους θα μπορούσε επίσης να είναι μια κατάλληλη προσέγγιση, αν και το άχυρο του teff είναι πάρα πολύ σημαντικό. Η γνώση της επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων στην διατροφική αξία του teff και της μεταβολής στην ποιότητα των ζωοτροφών εξακολουθεί να είναι πολύ περιορισμένη.

### **1.17 Απόδοση σε σπόρο και βιομάζα**



Η ανάπτυξη ποικιλιών υψηλών αποδόσεων υπήρξε μία από τις προτεραιότητες του Εθνικού Προγράμματος Βελτίωσης του Teff στην Αιθιοπία (Assefa K., Yu J. K., Zeid M., Belay G., Tefera H., Sorrells M. E., 2011). Αυτή η διαδικασία ανάπτυξης ποικιλιών εξαρτάται από την ποικιλότητα που είναι διαθέσιμη στη γονιδιακή δεξαμενή. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριών δεκαετιών, αρκετές μελέτες (Kebebew Assefa, Seyfu Ketema, Hailu Tefera, Henry T. Nguyen, Abraham Blum, Mulu Ayele, Guihua Bai, Belay Simane, Tiruneh Kefyalew, 1999, 2000, 2001b, 2003b, Teklu και Tefera, 2005) διεξήχθησαν για την αξιολόγηση αυτής της ποικιλότητας και οι δοκιμές αυτές διεξήχθησαν τόσο σε ερευνητικούς σταθμούς όσο και σε αγρούς σε διάφορες τοποθεσίες. Πάνω από 30 βελτιωμένες ποικιλίες έχουν αναπτυχθεί πιέζοντας τον εθνικό μέσο όρο απόδοσης του teff από 0,7 τόνους/εκτάριο το 1994 σε 1,5 t/ha το 2013 (CSA, 2014) υπονοώντας ότι η δυνητική απόδοση μπορεί να αξιοποιηθεί περαιτέρω. Η μεταβλητότητα στη βιομάζα βλαστών μελετήθηκε επίσης στην πλειοψηφία των προαναφερθέντων μελετών και ένα ευρύ φάσμα (4-105 g/φυτό) αναφέρθηκε, γεγονός που υποδηλώνει την παρουσία υψηλής μεταβλητότητας για αυτό το χαρακτηριστικό μέσα στο γονιδιακό εύρος του teff.

### **1.18 Φυσιολογία και αγρονομικά χαρακτηριστικά**

Λόγω της αύξησης του ενδιαφέροντος για τη χρήση του teff ως μια εναλλακτική χωρίς γλουτένη λύση για το ρύζι, έχει παρουσιαστεί ενδιαφέρον για την παραγωγή teff σε μεγαλύτερη κλίμακα σε ορισμένες δυτικές χώρες. Ωστόσο, επειδή είναι μικρής ημέρας τροπικό δημητριακό, η καλλιέργεια του teff σε εύκρατες περιοχές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπου οι μέρες είναι μεγάλες, αποτελεί μεγάλη πρόκληση. Προκειμένου να διερευνηθεί η ικανότητα του teff να ανθίζει σε απόκριση στις αλλαγές της φωτοπεριόδου, η επίδραση των σχετικών μηκών ημέρας και νύχτας μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τέσσερις ποικιλίες του teff. Δύο από τις τέσσερις ποικιλίες είχαν εντονότερη απόκριση στη φωτοπερίοδο. Η έναρξη της φόβης καθώς και η ανάπτυξη της επηρεάστηκαν από τη φωτοπερίοδο (van Delden S. H., Vos J., Stomph T. J., Brouwer G., Struik P. C., 2012).

#### *1.18.1 Αποδοτικότητα μετά τη χρήση Αζώτου*

Αποδοτικότητα μετά τη χρήση αζώτου (NUE), ορίζεται ως ο λόγος της απόδοσης σε σπόρο με το παρεχόμενο N. Αποτελεί βασική παράμετρο για την αξιολόγηση μιας ποικιλίας και αποτελείται από την ικανότητα πρόσληψης N και από την αποτελεσματικότητα της φυσιολογικής χρήσης του N (de Macalel και Vlek, 2004). Η βελτίωση στην NUE στο teff θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη μείωση της ποσότητας των αζωτούχων λιπασμάτων που εφαρμόζονται χωρίς να επηρεάζει σημαντικά την απόδοση. Η NUE του teff είναι πολύ χαμηλή, από 16 έως 34% (Tulema B., Zapata F., Aune J., Sitaula B, 2005). Κατά την τελευταία δεκαετία, ορισμένοι συγγραφείς εξέτασαν τη γενετική ποικιλότητα στην NUE του teff (Tulema B., Zapata F., Aune J., Sitaula B, 2005, Balcha A., Gretzmacher R., Vollmann J., 2006, Habtegebrail K., Sing B. R., Haile M., 2007).

#### *1.18.2 Οσμωτική προσαρμογή και βάθος ρίζας*

Η έλλειψη νερού και η αλατότητα είναι αβιοτικοί παράγοντες που μειώνουν την παραγωγή και δυσκολεύουν την επιβίωση, την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα του teff. Ωστόσο, είναι πιθανό ότι υπάρχει ποικιλομορφία μέσα στη δεξαμενή γενετικού υλικού του teff έτσι ώστε ορισμένοι γονότυποι να μπορούσαν να υιοθετήσουν κάποιες στρατηγικές, όπως η οσμωτική προσαρμογή ώστε να μπορεί να αντισταθεί το φυτό σε αυτούς τους παράγοντες. Συστηματική δειγματοληψία 54 γονότυπων από το σύνολο της ομάδας γονιδίων έδειξε σημαντική επίδραση του γονότυπου στην οσμωτική προσαρμογή και το βάθος της ρίζας, ανεξάρτητα από την περιοχή από όπου συλλέχθηκαν οι γονότυποι (Ayele M., Blum A., Nguyen H. T., 2001).

### **1.19 Χαρακτηριστικά που συσχετίζονται με το stress**

#### *1.19.1 Ανοχή στην ξηρασία*

Οι περιοχές παραγωγής του teff ποικίλουν από δροσερά υψίπεδα σε ξηρά πεδινά, που συχνά συνδέονται με την έλλειψη υγρασίας κατά τη διάρκεια κρίσιμων σταδίων της ανάπτυξης των φυτών. Μελέτες που διερευνούν την επίδραση της ελλείψης υγρασίας στην απόδοση του teff κυμαίνονται από μεταβλητότητα σε βασικά χαρακτηριστικά (Degu H. D., Ohta M., Fujimura T., 2008, Mengistu, 2009, Ginbot και Farrant, 2011, Shiferaw W., Balcha A., Mohammed H., 2012) σε χαρτογράφηση QTLs που σχετίζεται με οικονομικά σημαντικά γνωρίσματα κάτω από συνθήκες έλλειψης νερού (Degu, 2010). Σε γενικές γραμμές, η πλειοψηφία των μελετών έχουν δείξει ότι υπάρχει γενετική ποικιλότητα μεταξύ των γονότυπων που έχουν ερευνηθεί γεγονός που υποδηλώνει ότι η γονιδιακή δεξαμενή του teff κρύβει γονότυπους ανεκτικούς στο stress από υπερβολική υγρασία, οι οποίοι θα μπορούσαν να υποβληθούν σε διαλογή μέσω αποτελεσματικών εργαλείων, όπως είναι οι μοριακοί δείκτες.

#### *1.19.2 Αλατότητα και ανοχή στην οξύτητα*

Λόγω των αναμενόμενων αλλαγών στο κλίμα και την επέκταση των καλλιεργήσιμων εδαφών σε κοιλάδες, η μελέτη και τεκμηρίωση της επίδρασης αυτών των συνθηκών καλλιέργειας για την παραγωγή και παραγωγικότητα του teff αξίζει τον κόπο. Μερικές από αυτές τις μελέτες έχουν δημοσιευθεί, μεταξύ των οποίων και μία η οποία υπέδειξε την παρουσία της ευρείας ενδο-ειδικής μεταβλητότητας μεταξύ των δέκα προσχωρήσεων του teff που μελετήθηκαν για αντοχή στην αλατότητα (Asfaw και Dano, 2011), και μία η οποία έδειξε την παρουσία γενετικής ποικιλότητας για ανοχή στην οξύτητα του εδάφους και την τοξικότητα του αργιλίου σε επιλεγμένους γονότυπους teff (Abate E., Hussein S., Laing M., Mengistu F., 2013).

### **1.20 Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη διατροφή και τις προτιμήσεις των καταναλωτών**

#### *1.20.1 Χρώμα του σπόρου*

Ο Οργανισμός Προτύπων της Αιθιοπίας αναγνωρίζει τέσσερις κατηγορίες του σιτηρού teff κυρίως με βάση το χρώμα του σπόρου (QSAE, 2001). Αυτές είναι: πολύ λευκό, λευκό, καφέ και μικό (κοινώς γνωστό ως *Sergegna*). Πολλές φορές, οι γεωργοί παράγουν καφέ σπόρους για οικιακή κατανάλωση και λευκά είδη προς πώληση. Αξιολόγηση των μοντέλων πολυμορφίας του χρώματος του σπόρου στο teff σε σχέση με την περιοχή και τις υψομετρικές ζώνες αποκάλυψε ότι η πλειοψηφία των συλλογών σπόρων teff από τη βόρεια και βορειοδυτική πλευρά της Αιθιοπίας ήταν λευκοί σε αντίθεση με εκείνους από το νότιο τμήμα της χώρας, οι οποίοι ήταν καφέ σπόροι (Assefa K., Tefera H., Merker A., 2002b).



**Εικόνα 1.1:** Σπόροι *Eragrostis tef*

#### *1.20.2 Διατροφική ποιότητα και φυσικοχημικές ιδιότητες των σπόρων teff*

Η γνώση των φυσικών ιδιοτήτων των σπόρων teff μπορεί να είναι χρήσιμη για τη γεωπονία, την αποθήκευση, την εμπορία και για διάφορους κοινωνικο-πολιτιστικούς σκοπούς. Διάφορες μελέτες έχουν διεξαχθεί σχετικά με την περιεκτικότητα αμύλου και πρωτεΐνης του σπόρου teff. Το άμυλο είναι ο κύριος υδατάνθρακας όλων των σιτηρών, και αντιπροσωπεύει το 56% (βρώμη) έως και το 80% (αραβόσιτος) της ξηράς ουσίας του σπόρου (Eliasson και Larsson, 1993). Τα χαρακτηριστικά του αμύλου των σπόρων teff έχουν μελετηθεί εκτενώς (Bultosa G., Hall A. N., Taylor J. R. N. 2002, 2008, Bultosa και Taylor, 2003, 2004, Bultosa, 2007). Η επιστημονική μελέτη των πρωτεϊνών του σπόρου στο teff, και πιο συγκεκριμένα η σύνθεση των αμινοξέων εκτείνεται πίσω πάνω από 50 χρόνια. Προηγούμενες εκθέσεις έδειξαν ότι οι σπόροι teff περιέχουν μια καλή αναλογία των απαραίτητων αμινοξέων, εκτός από τη λυσίνη (Jansen G. R., Dimaiο L. R., Hause N. L., 1962). Τρεις δεκαετίες αργότερα, οι έρευνες του πολυμορφισμού της λευκωματίνης του σπόρου, της σφαιρίνης, και των κλασμάτων προλαμίνης υπέδειξαν την ύπαρξη σημαντικού

πολυμορφισμού στα μελετημένα πρωτεϊνικά κλάσματα μεταξύ των 37 ποικιλιών teff που μελετήθηκαν (Bekele E., Fido R. J., Tatham A. S., Shewry P. R., 1995). Ταυτόχρονα, οι Tatham A. S., Fido R. J., Moore C. M., Kasarda D. D., Kuzmicky D. D., Keen J. N., et al (1996) χαρακτήρισαν προλαμίνες του teff. Σύμφωνα με αυτή τη μελέτη, η πρωτεΐνη του teff αποτελείται από 9-14% προλαμίνες, ποσοστό παρόμοιο με αυτό του αραβοσίτου και του σόργου. Αυτή η τιμή είναι παρόμοιου εύρους με τα προηγούμενα αποτελέσματα (3-15%, Bekele E., Fido R. J., Tatham A. S., Shewry P. R., 1995). Ωστόσο, σύμφωνα με μια πρόσφατη έκθεση, η περιεκτικότητα προλαμίνης τριών γονοτύπων teff που μελετήθηκαν έφτασε μέχρι το 40% (Adebowale A. A., Emmambux M. N., Beukes M., Taylor J. R. N., 2011). Σε αυτές τις μελέτες, υπάρχει μια ασυμφωνία μεταξύ του αριθμού των γονοτύπων και των μεθόδων που χρησιμοποιούνται. Είναι σαφές ότι η μεταβλητότητα υπάρχει στα γονίδια του teff και μια ολοκληρωμένη μελέτη με περισσότερους γονότυπους και σύγχρονα εργαλεία για να χαρακτηρίσει και να τεκμηριώσει τα κλάσματα πρωτεϊνών σπόρου είναι απαραίτητη. Πρόσφατα, μελέτες για σπόρους teff έχουν αλλάξει πορεία και τρεις μελέτες από τους Gebremariam M. M., Zarnkow M., Becker T. (2013a, b, c) ερεύνησαν τα χαρακτηριστικά ποιότητας βύνης, ενώ μια άλλη μελέτη από τους Boka B., Woldegiorgis A. Z., Haki G. D. (2013) αξιολόγησε τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των διαφορετικά επεξεργασμένων σπόρων teff.

Ως πιθανή εναλλακτική πηγή τροφής χωρίς γλουτένη για ασθενείς με κοιλιοκάκη, το teff έχει μελετηθεί μαζί με το σιτάρι, τη σίκαλη, τη βρώμη, το κριθάρι, το ρύζι, τον αραβόσιτο και το τριτικάλε (Spraenij-Dekking L., Kooy-Winkelaar Y., Koning F., 2005). Αυτή η μελέτη έδειξε ότι οι ποικιλίες teff που αξιολογήθηκαν δεν περιέχουν γλουτένη ή ομόλογα γλουτένης. Αυτή είναι η πρώτη επιστημονική απόδειξη για την απουσία γλουτένης στο αλεύρι από teff. Πρόσφατα, αυτό έχει υποστηριχθεί από τα αποτελέσματα από την πρωτοβουλία αλληλουχίας γονιδιώματος (Cannarozzi G., Plaza-Wuthrich S., Esfeld K., Larti S., Wilson Y. S., Girma D., et al., 2014).

### **1.21 Το teff ως ζωοτροφή**

Η πρόσφατη δημοτικότητα του teff βασίζεται στην αυξανόμενη ζήτηση για καλοκαιρινή καλλιέργεια ζωοτροφής από αγρότες στις ΗΠΑ που δίνει υψηλές αποδόσεις με χαμηλές εισροές, χωρίς συμβιβασμούς στην ποιότητα. Οι ερευνητές γνωρίζουν εδώ και χρόνια για τη δυναμική της καλλιέργειας ζωοτροφής του teff. Ο Seyfu Ketema αναφέρει: «Σύμφωνα με τους Burt-Davy (1913), η κύρια αξία του teff ως καλλιέργεια για σανό βρίσκεται στη γευστικότητα, στην υψηλή θρεπτική του αξία, στη μικρή αναλογία λευκωματίνης, στις υψηλές αποδόσεις, στην ταχεία ανάπτυξη, στην αντοχή στην ξηρασία και στην ικανότητα του να επικρατεί στα ζιζάνια (Seyfu Ketema *Tef Eragrostis TEF (Zucc.) Trotter* 1997)». Όπως περιγράφεται σε πρόσφατες έρευνες, το ενδιαφέρον για το teff ως καλλιέργεια ζωοτροφής οφείλεται σε:

1. Γευστικότητα: Το teff χαρακτηρίζεται από λεπτό και μαλακό στέλεχος, το οποίο είναι πολύ εύγευστο για τα ζώα. Οι αγρότες συχνά αναφέρουν ότι τα ζώα τους προτιμούν το σανό του teff σε σχέση με άλλα.

2. Γρήγορη ανάπτυξη: Υπό ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, το teff βλασταίνει γρήγορα και είναι έτοιμο για πρόωρη εκκίνηση του σταδίου της συγκομιδής στις 45 έως 55 ημέρες μετά την σπορά.
3. Υψηλές αποδόσεις σε συνδυασμό με υψηλή ποιότητα: Η ενιαία απόδοση κοπής έχει συχνά εύρος από 1.5 έως 2.5 τόνους με την ποιότητα να είναι συγκρίσιμη με άλλες υψηλής ποιότητας ζωοτροφές, όπως η Timothy. Σε διάφορες περιοχές, η παραγωγή το καλοκαίρι φτάνει τους 4 με 7 τόνους.
4. Καλοκαιρινή παραγωγή: Το teff μπορεί να φυτευτεί τέλη άνοιξης και να κοπεί πολλές φορές κατά τη διάρκεια των ζεστών καλοκαιρινών μηνών. Αυτή η καλοκαιρινή παραγωγή μπορεί να αποτελέσει μια πηγή αποθηκευμένης ζωοτροφής για τους χειμερινούς μήνες.
5. Η ανοχή στην ξηρασία: Σε περιοχές χωρίς συμπληρωματική άρδευση, το teff μπορεί να καλλιεργηθεί για ζωοτροφή σε περιόδους έλλειψης νερού.
6. Η ευρεία προσαρμογή: Το teff έχει τη δυνατότητα να ευδοκιμεί σε υπερβολικά υγρά και βαριά εδάφη.
7. Ενώσεις αντι-ποιότητας: Το teff δεν έχει τις ενώσεις αντι-ποιότητας (τοξικότητα από νιτρικά και πρωσικό οξύ) όπου μερικές φορές παρουσιάζονται σε μονοετή που σχετίζονται με το σόργο (Ketema, 1997, Ketema *et al.*, 1993).
8. Ευελιξία στη συγκομιδή: Παρά το γεγονός ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η ζωοτροφή από teff είναι δεματοποιημένη ως ξηρό σανό, μπορεί σε ορισμένες επιχειρήσεις να είναι τοποθετημένη σε σιλό.

Εκτιμάται ότι το 2008-09 υπήρχαν περίπου 250.000 στρέμματα παραγωγής ζωοτροφής από teff στις Η.Π.Α., με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στρεμμάτων να βρίσκεται στις δυτικές και νοτιοανατολικές πολιτείες. Εκτάσεις έρευνας του teff από κορυφαία ιδρύματα σε όλες τις Η.Π.Α. έχουν παρουσιάσει προοπτικές υψηλών αποδόσεων και υψηλής ποιότητας, όπου αναμένονται να συνεχίσουν να επεκτείνονται. Πρόσφατα παραδείγματα ποικιλιών ζωοτροφής teff έχουν αναπτυχθεί στις Η.Π.Α., όπως η ποικιλία Dessie Summer Love Grass (Carlson, Idaho), η S.D. 100 (Boe *et al.* 1986) και η Bridger (Eckhoff *et al.* 1997). Νεότερου τύπου ποικιλίες ζωοτροφής, όπως η Corvallis, η CW0604 (Cal / West Seeds) και η πιο πρόσφατη Tiffany Teff Grass (PVP) (Cal / West Seeds) κερδίζουν δημοτικότητα στην αγορά.

## **1.22 Αξιοποίηση της καλλιέργειας**

### **1.22.1 Καλλιέργεια έκτακτης ανάγκης**

Το teff είναι μια εξαιρετική επιλογή ως καλλιέργεια έκτακτης ανάγκης όταν οι καιρικές συνθήκες καθυστερούν τη φύτευση των καλλιεργειών σιτηρών ή ως καλλιέργεια διάσωσης, όταν η καλλιέργεια πολυετών φυτών αποτύχει. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί όταν ακραίες χειμερινές συνθήκες επηρεάσουν την παραγωγή πολυετών κτηνοτροφικών φυτών, όπως της μηδικής, ή όταν τα αποθέματα νερού είναι περιορισμένα. Υπό ιδανικές θερινές συνθήκες ανάπτυξης, το teff μπορεί να παράγει από 1-1.5 έως 2-2.5 τόνους ζωοτροφής 45 με 55 μέρες μετά τη φύτευση.

### *1.22.2 Θερινή πτώση της παραγωγής*

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής σε σανό στις Η.Π.Α. και στον Καναδά αποτελείται από τα δροσερής εποχής πολυετή αγρωστώδη. Αυτά παρέχουν την πλειοψηφία της παραγωγής τους στις πιο ψυχρές συνθήκες της άνοιξης ή του φθινοπώρου, αλλά παρουσιάζουν χαμηλές αποδόσεις κατά τη διάρκεια των ζεστών μηνών του καλοκαιριού. Αυτό απαιτεί από τον παραγωγό να χρησιμοποιήσει σανό από τα αποθεμάτα του κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων ή να βασίζεται σε συμπληρωματική παραγωγή ζωοτροφής. Στο παρελθόν, οι επιλογές καλλιέργειας για αυτούς τους μήνες χαμηλής παραγωγής περιορίζονταν κυρίως σε υψηλής απόδοσης, αλλά χαμηλής ποιότητας εναλλακτικές λύσεις. Το teff μπορεί να προσφέρει ζωοτροφές υψηλής αποδόσης και ποιότητας κατά τη διάρκεια αυτής της παραδοσιακής πτώσης κατά τη θερινή περίοδο.

### *1.22.3 Διπλή καλλιέργεια*

Επειδή το teff μπορεί να φυτευτεί από τα τέλη άνοιξης έως τα μέσα καλοκαιριού αποτελεί μια καλή επιλογή διπλής καλλιέργειας που ακολουθεί την καλλιέργεια σιτηρών όπως το σιτάρι. Το σανό του teff έχει μεγαλύτερη προοπτική κέρδους από πολλές εναλλακτικές λύσεις λόγω των υψηλών αποδόσεων και της υψηλής ποιότητας.

### *1.22.4 Αμειψισπορά*

Το teff είναι ένα εξαιρετικό φυτό για αμειψισπορά με μηδική και οι παραγωγοί μηδικής πρέπει να εναλλάσσουν το teff με τη μηδική μετά τον ένα χρόνο καλλιέργειας της λόγω αυτοτοξικότητας.

### *1.22.5 Ειδικές χρήσεις*

Η γρήγορη ανάπτυξη και οι υψηλές αποδόσεις του teff το καθιστούν μία καλή επιλογή ως καλλιέργεια με σκοπό την παραγωγή λιπάσματος. Δεν είναι ασυνήθιστο στις εκτάσεις teff να παράγονται 1.5 έως 2.5 τόνοι ζωοτροφής σε 45 έως 55 μέρες, διευκολύνοντας τη χρήση του ως καλλιέργεια λίπανσης. Λόγω της ταχείας βλάστησης του και του ινώδους ριζικού συστήματος του είναι μια εξαιρετική επιλογή για τον έλεγχο της διάβρωσης. Οι αγρότες σε αρδευόμενες εκτάσεις χρησιμοποιώντας άξονες ήταν επιτυχείς στο να χρησιμοποιήσουν το teff ως μέρος της παραγωγής στις ξηρές περιοχές. Αυτές οι φυτεύσεις μπορεί να είναι επιτυχής εάν υπάρχει επαρκής υγρασία του εδάφους στη χρόνο φύτευσης για τη βλάστηση και την εγκατάσταση. Μετά την εγκατάσταση του, οι χαμηλές απαιτήσεις του teff σε νερό και η ανοχή του στην ξηρασία δίνουν τη δυνατότητα να παρέχουν στους καλλιεργητές μια πρόσθετη παραγωγή σανού για χρήση στη γεωργική εκμετάλλευση ή στην πώληση του. Η καλύτερη χρήση του teff σε ένα σύστημα καλλιέργειας ζωοτροφής φαίνεται να είναι ως το ετήσιο σιτηρό σε μονοκαλλιέργεια. Γενικά δε συνιστάται η χρήση του teff ως παράλληλη καλλιέργεια σε νέες φυτεύσεις. Ωστόσο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επέκταση της παραγωγής ζωοτροφής με

την παράταση του χρόνου ζωής των ηλικιωμένων φυτών μηδικής για μία καλλιεργητική περίοδο.

## **1.23 Διαχείριση της καλλιέργειας**

### *1.23.1 Θερμοκρασία*

Το teff δεν εγκαθίσταται καλά σε θερμοκρασίες εδάφους κάτω από 18 °C. Πρόωρη φύτευση σε δροσερό εδάφος μειώνει την ανταγωνιστικότητα του teff και μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα ζιζανίων στην πρώτη κοπή. Είναι ετήσιο φυτό θερμής εποχής και θα πρέπει να φυτεύεται υπό παρόμοιες συνθήκες με άλλες θερμής εποχής καλλιέργειες, όπως το υβρίδιο του σόργου x sudangrass. Είναι ευαίσθητο στο μήκος ημέρας και η ανάπτυξη του γίνεται πιο αργή όσο οι μέρες μικραίνουν το φθινόπωρο. Επίσης, δεν ανέχεται τον παγετό και οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να το βλάψουν ή να το σκοτώσουν. Μερικοί ερευνητές έχουν παρατηρήσει κάποιες εκτάσεις teff να επιβιώνουν μέχρι και τους -2 °C αλλά καμία δεν επέζησε σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Παρά την ευαισθησία του στον παγετό, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπήρξε καμία αναφορά για το teff για συσσώρευση υδροκυανίου.

### *1.24.2 Προετοιμασία σποροκλίνης*

Η κατάλληλη προετοιμασία σποροκλίνης είναι πολύ σημαντική για τη φύτευση του teff. Διάφοροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η σποροκλίνη πρέπει να είναι σφιχτή σε σημείο όπου όταν περπατάμε στο χωράφι τα παπούτσια να μη βουλιάζουν πιο πάνω από το ύψος της σόλας. Η φύτευση του teff σε μια σφιχτή σποροκλίνη βοηθάει στη σωστή τοποθέτηση του σπόρου και μειώνει την πιθανότητα να μη θαφτεί πολύ βαθιά. Επίσης παρέχει καλή επαφή του σπόρου με το χώμα για καλύτερη κυκλοφορία της υγρασίας του εδάφους στο σπόρο. Η φύτευση του teff σε χαλαρή σποροκλίνη μπορεί να αναγνωριστεί από τη ανομοιόμορφη εμφάνιση των δενρυλλίων στον αγρό.

### *1.24.3 Γονιμότητα*

Το teff θεωρείται σοδειά χαμηλών εισροών που απαιτεί ελάχιστη γονιμοποίηση. Οι φυτεύσεις μετά από μηδική ή ψυχανθή μπορεί να μη χρειάζονται καμία πρόσθετη λίπανση αζώτου στην πρώτη κοπή. Οι συνολικές εποχικές ανάγκες σε άζωτο του teff είναι σχετικά χαμηλές, γενικά στο εύρος 23 έως 40 kg του διαθέσιμου αζώτου. Η υπερβολική χρήση αζώτου, άνω των 45 kg ανά εκτάριο, μπορεί να προκαλέσει πλάγιασμα. Προβλήματα τοξικότητας από νιτρικά που σχετίζονται με άλλα θερμής εποχής σιτηρά δεν έχουν αναφερθεί στο teff. Μπορεί να απαιτούνται μέτριες ποσότητες φωσφόρου και σε ορισμένες περιπτώσεις θείου. Το teff μπορεί να είναι μια καλή λύση ως καλλιέργεια ζωοτροφής για επιχειρήσεις γαλακτοκομικών προϊόντων που προσπαθούν να αξιοποιήσουν την κοπριά τους.

### *1.24.4 Επιλογή σπόρου*

Αν ο στόχος χρήσης των καλλιεργειών είναι η παραγωγή ζωοτροφών, τότε πρέπει η ποικιλία που επιλέγεται να αναπαραχθεί για την παραγωγή ζωοτροφής και όχι σπόρου. Τα είδη των σπόρων τείνουν να φθάσουν στην ωριμότητα νωρίς και αυτό έχει ως αποτέλεσμα συχνά να δώσουν χαμηλές αποδόσεις και η ποιότητα ζωοτροφής να μην είναι η βέλτιστη. Το teff είναι ένα ετήσιο σιτηρό με πολύ μικρούς σπόρους με ένα μέσο όρο 1.3 εκατομμύρια σπόρους ανά λίβρα. Για αυτό το λόγο ο επικαλυμμένος σπόρος συνήθως προτιμάται από τους καλλιεργητές έτσι ώστε ο εξοπλισμός φύτευσης να μπορεί να τον χειριστεί. Ορισμένα επικαλύμματα σπόρων είναι πλέον χρωματιστά, πράγμα το οποίο βοηθά τους καλλιεργητές να ελέγχουν οπτικά την κάλυψη και το βάθος της φύτευσης.

#### *1.24.5 Τιμές φύτευσης*

Ο συνιστώμενος ρυθμός σποράς είναι συνήθως 5 έως 7 κιλά ανά στρέμμα για τους απλούς σπόρους και 8 έως 10 κιλά ανά στρέμμα για τους επικαλυμμένους σπόρους. Το teff είναι μια σχετικά νέα καλλιέργεια και πολλοί κατασκευαστές καλλιεργητικών μηχανημάτων δεν έχουν δημοσιεύσει οδηγίες και ρυθμίσεις για αυτό. Εάν χρησιμοποιούνται καλλιεργητικά μηχανήματα, η απόσταση γραμμής θα πρέπει να είναι πολύ στενή (<6 ίντσες) για την ελαχιστοποίηση της εγκατάστασης των ζιζανίων. Φύτευση σε δύο κατευθύνσεις μπορεί να πραγματοποιηθεί εάν οι αναπροσαρμογές των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών δεν είναι δυνατές.

#### *1.24.6 Βάθος σποράς*

Το βάθος σποράς είναι κρίσιμο. Το teff φυτεύεται περίπου στο 1/8 έως 1/4 της ίντσας βαθιά σε πολύ σφιχτή σποροκλίνη. Φύτευση βαθύτερη από 1/2 της ίντσας είναι πιθανό να οδηγήσει σε λάθος στάση του φυτού αργότερα. Αν φυτευτεί στο σωστό βάθος και υπό τις σωστές θερμοκρασίες, το teff εμφανίζεται συνήθως σε 4 έως 5 ημέρες.

#### *1.24.7 Χρόνος σποράς*

Το teff είναι ετήσιο, θερμής εποχής φυτό όπου κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του δεν πρέπει να μεσολαβούν περίοδοι παγετού. Οι σπόροι πρέπει να φυτεύονται την άνοιξη όπου δεν υπάρχει πλέον κίνδυνος παγετού. Η θερμοκρασία του εδάφους κατά τη φύτευση πρέπει να είναι τουλάχιστον 18 °C.

#### *1.24.8 Έλεγχος ζιζανίων*

Το teff βλαστάνει γρήγορα υπό θερμές συνθήκες. Το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης του φυτού κατά τη διάρκεια των πρώτων δύο εβδομάδων είναι αφιερωμένο στη δημιουργία του ριζικού του συστήματος και όχι στην ανάπτυξη του άνω μέρους. Επομένως, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τον ανταγωνισμό των ζιζανίων κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου των δύο εβδομάδων μέχρι να αρχίσει το άνω μέρος του teff να αναπτύσσεται. Πρώιμη φύτευση υπό χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα με τα ζιζάνια στην πρώτη κοπή.



Στην περίπτωση που χρειάζεται έλεγχος ζιζανίων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του στελέχους, υπάρχουν πολλές πρακτικές διαχείρισης για την αντιμετώπιση τους. Συνίσταται η μείωση του χώρου για τον περιορισμό της ανάπτυξης των ζιζανίων με τη φύτευση του teff με μικρές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς καθώς και η αύξηση του ρυθμού σποράς με σκοπό τη μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών και την αύξηση του ανταγωνισμού. Οι επιλογές ζιζανιοκτόνων είναι περιορισμένες αλλά υπάρχουν σκευάσματα υπό αξιολόγηση από ερευνητές και προμηθευτές σκευασμάτων.

Μετά την αρχική περίοδο ανάπτυξης της ρίζας, το teff είναι πολύ ανταγωνιστικό κατά την ανάπτυξη του και μπορεί να ανταγωνιστεί πολλά ζιζάνια. Λόγω αυτού του χαρακτηριστικού, χρησιμοποιείται συχνά στην Αιθιοπία για τη μείωση των ζιζανίων σε διαδοχικές καλλιέργειες.

#### 1.24.9 Απαιτήσεις σε νερό

Λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου, το teff δεν μπορεί να φυτευτεί βαθιά όπως άλλες καλλιέργειες. Ως εκ τούτου, όπως στα περισσότερα σιτηρά, το να διατηρησουμε το σπόρο εκτεθειμένο σε επαρκή υγρασία κατά τη διάρκεια της περιόδου βλάστησης μπορεί να είναι δύσκολο. Ο σπόρος πρέπει να έχει καλή επαφή με το χώμα, δηλαδή να έχει τοποθετηθεί σωστά σε σφιχτή σποροκλίνη.

Οι απαιτήσεις σε νερό ποικίλλουν ανάλογα με το κλίμα και τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (αριθμός κοπών). Στην Αιθιοπία έχει αναφερθεί ότι χρειάζεται τουλάχιστον 17 ίντσες βροχοπτώσεων για παραγωγή σπόρου. Ωστόσο, το teff φαίνεται να είναι πιο παραγωγικό σε περιοχές με τουλάχιστον 24 ίντσες βροχόπτωση ή συμπληρωματική άρδευση.

Στην Αιθιοπία λέγεται ότι ένας γεωργός μπορεί να αναμένει έναν έως δύο τόνους ανά 4 στρέμματα ανά κοπή αν η ποσότητα βροχής είναι τρεις ίντσες το μήνα. Αναφορές αμερικάνων ερευνητών δείχνουν ότι το teff απαιτεί μικρότερη ποσότητα νερού άρδευσης από τη μηδική για συγκρίσιμες αποδόσεις παραγωγής ζωοτροφής, αλλά οι ακριβείς τιμές δεν είναι διαθέσιμες. Ο Jay Davidson, ειδικός στις εναλλακτικές καλλιέργειες του πανεπιστημίου της Νεβάδα υποστηρίζει ότι το teff απαιτεί περίπου 50 έως 70% νερό όσο η μηδική για να παράγει μια οικονομικά συμφέρουσα καλλιέργεια. Ο Larry Zibilske από το USDA, την Υπηρεσία Γεωργικής Έρευνας στο Weslaco, αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια 75 συνεχόμενων ημερών υπό συνθήκες θερμοκρασίας άνω των 37 °C και χωρίς βροχή, το teff διατήρησε το πράσινο χρώμα του και έφτασε το 1m σε ύψος με μόλις δύο ποτίσματα κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής.

Το teff έχει αναφερθεί ότι αναπτύσσεται σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών που κυμαίνονται από ξηρές έως και πολύ υγρές. Αναφέρεται επίσης ότι είναι ανθεκτικό στο άλας με επίπεδο ανοχής παρόμοιο ή και μεγαλύτερο αυτού της μηδικής. Επίσης, αναπτύσσεται και σε ευρύ φάσμα τύπων εδαφών με pH που κυμαίνεται από οξύ έως και αλκαλικό.

#### 1.24.10 Επιλογές συγκομιδής

Η συγκομιδή σανού μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση εξοπλισμού συγκομιδής για σανό, ωστόσο προτιμούνται οι περιστροφικές χορτοκοπτικές μηχανές. Λόγω του λεπτού στελέχους του, το teff είναι μία από τους λίγες ετήσιες καλλιέργειες για ζωοτροφή που είναι κατάλληλες για παραγωγή ξηρών δεματίων, χωρίς να χρειάζεται να αποθηκευτεί σε σιλό. Οι λωρίδες κομμένου teff στον αγρό δεν πρέπει να παραμείνουν για παρατεταμένο χρονικό διάστημα δεδομένου ότι τα φυτά κάτω από την κάθε λωρίδα μπορεί να υποστούν βλάβη από την καθυστερημένη συγκομιδή.

Το teff μπορεί να βοσκηθεί από βοοειδή, άλογα και πρόβατα. Όμως πρέπει έως ότου αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα να αποφεύγονται τα υπερβολικά ποσοστά κτηνοτροφίας και η υπερβολική βόσκηση. Μετά τη συγκομιδή αφήνουμε φυτό ύψους 4 ιντσών για γρήγορη ανάπτυξη. Το teff που φυτεύεται σε αμμώδη εδάφη μπορεί να είναι δυσκολότερο στο χειρισμό από ότι σε βαρύτερα εδάφη, δεδομένου ότι τα φυτά είναι ευκολότερα να βγουν από αμμώδη εδάφη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η συγκομιδή για σανό θα πρέπει να πραγματοποιείται στην αρχή της σεζόν και η συγκομιδή για βόσκηση μετά την τελευταία κοπή.

#### 1.24.11 Διαχείριση κοπής

Η καθυστέρηση της συγκομιδής επιβαρύνει την ποιότητα, την ανάκτηση της παραγωγής και τις συνολικές εποχιακές αποδόσεις. Κοπή στην κατάλληλη χρονική στιγμή εξασφαλίζει επαρκή αποθέματα φυτών για τις επόμενες κοπές. Το διάστημα κοπής είναι γενικά 45 έως 50 ημέρες για την πρώτη κοπή και 30 ημέρες για τις επόμενες κοπές, όμως αυτό μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την τοποθεσία. Κοπή του στελέχους στα 8-10cm είναι απαραίτητη για την προώθηση επόμενης ανάπτυξης. Τα αποθέματα των φυτών που προωθούν την ανάπτυξη βρίσκονται κάτω των 8-10cm του στελέχους, οπότε κοπή χαμηλότερα αυτού του ύψους θα επηρεάσει αρνητικά την παραγωγή.

### 1.25 Χρήση ως ζωοτροφή και διατροφική αξία

Το teff είναι μια πολύ καλής ποιότητας εναλλακτική ζωοτροφή για ένα μεγάλο εύρος κτηνοτροφικών ζώων, όπως βοοειδή, πρόβατα και άλογα. Πρόσφατες μελέτες πάνω στη διατροφή αλόγων που διενεργήθηκαν από την πολιτεία της Πενσυλβάνια υπέδειξαν ότι η ποικιλία του teff Tiffany θα ήταν μια καλή εναλλακτική λύση για τους ιδιοκτήτες αλόγων που αναζητούν σανό σχετικά χαμηλής συγκέντρωσης σε υδατάνθρακες (W.B. Staniar et al., Pennsylvania State University).

Ο Mike Hunter, ειδικός γαλακτοκομικών προϊόντων στο Πανεπιστήμιο Cornell, παρατήρησε ότι το ακατέργαστο περιεχόμενο πρωτεΐνης του teff φαίνεται να επηρεάζεται έντονα από το άζωτο. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του σανού από teff κυμαίνεται από 12 έως 17% ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης ή ωριμότητας. Οι μελέτες του κρατικού πανεπιστημίου του Όρεγκον ανέφεραν ότι οι τιμές ADF και

NDF σε 3 τοποθεσίες κυμαίνονται από 32 έως 40 και 53 έως 70 αντίστοιχα. Το σανό από teff είναι πλούσιο σε ασβέστιο καθώς και σε φώσφορο, σίδηρο, χαλκό, αλουμίνιο, βάριο και θειαμίνη. Όπως συμβαίνει με τις περισσότερες καλλιέργειες που προορίζονται για ζωοτροφή, η ποιότητα και η πεπτικότητα τους μειώνονται με την ωριμότητα και αυξάνεται το περιεχόμενο σε ίνες. Για βέλτιστη διατροφική αξία, το διάστημα κοπής της καλλιέργειας δεν πρέπει να συμπίπτει με το σχηματισμό σπόρου. Το teff παρουσιάζει επίσης υψηλότερη αξία σε αρκετούς βασικούς παράγοντες της ποιότητας της ζωοτροφής σε σύγκριση με άλλες ετήσιες εναλλακτικές ζωοτροφές θερινής καλλιέργειας. Εάν συγκομιστεί με τη βέλτιστη ωριμότητα, η σχετική τιμή διατροφικής αξίας (RFV\_Relative Feed Value, ένα μέτρο της πρόσληψης ζωοτροφών και της ενεργειακής τους αξίας) αναφέρθηκε ότι είναι έως και 15% μεγαλύτερη. Δοκιμές έδειξαν ότι το teff μπορεί επίσης να είναι μια εξαιρετική επιλογή για τους παραγωγούς γαλακτοκομικών προϊόντων και / ή βόειου κρέατος. Η ανάλυση της ποιότητας ζωοτροφής από teff υπέδειξε ότι υπό κανονικές συνθήκες καλλιέργειας, η χορτονομή Teff μπορεί να παραχθεί με σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε χαλκό, καθιστώντας τη βιώσιμη επιλογή για τροφή σε πρόβατα.

### 1.26 Τρόπος καλλιέργειας

Ο τρόπος καλλιέργειας του teff είναι παρόμοιος με αυτόν του σιταριού και του κριθαριού. Η κύρια περίοδος ανάπτυξης του είναι μεταξύ Ιουλίου και Νοεμβρίου, αλλά αναπτύσσεται και κατά τη διάρκεια της μικρής περιόδου των βροχών μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου. Η περίοδος ανάπτυξης εξαρτάται από το χρόνο ωρίμανσης και την ποικιλία (Seyfu, K. 1997). Ο πιο διαδεδομένος τρόπος καλλιέργειας του είναι ως μονοκαλλιέργεια αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις καλλιέργειας του κάτω από σύστημα πολλαπλών καλλιεργειών, όπου συνήθως συγκαλλιεργείται με την ελαιοκράμβη (*Brassica napus*), τον κάρδαμο (*Carthamus tinctorius*) και τον ηλιάνθο (*Helianthus annuus*) ή σε εναλλαγή καλλιεργειών με τον αραβόσιτο (*Zea mays*) και το σόργο (*Sorghum bicolor*). Καλλιεργείται, επίσης, σε σύστημα αμειψισποράς σε περιοχές μεσαίου και μεγάλου υψομέτρου μετά το μπιζέλι (*Lathyrus sativus*), τη φάβα (*Vicia faba*), το ρεβίθι (*Cicer arietinum*) και τα κτηνοτροφικά μπιζέλια (*Pisum sativum*), ενώ σε περιοχές χαμηλού και μέσου υψομέτρου καλλιεργείται μετά το φασόλι (*Phaseolus vulgaris*). Συνήθως εφαρμόζονται 4-5 έτη αμειψισποράς (Seyfu, K. 1997).

### 1.27 Σπορά

Στην Αιθιοπία πριν τη σπορά του teff, οργώνεται το έδαφος δύο με πέντε φορές ανάλογα με τον τύπο του, τα ζιζάνια και την άρδευση. Τα ελαφρά ή αμμώδη εδάφη δεν απαιτούν τόσο συχνό όργωμα όσο τα βαριά αργιλώδη εδάφη. Σε περιοχές με μεγάλο ποσοστό ζιζανίων το όργωμα παρατηρείται συχνότερα σε περιοχές με χαμηλό ποσοστό. Στην περίπτωση των Vertisols, στις περιοχές με υπερβολική υγρασία πραγματοποιούνται περισσότερα οργώματα από ότι στις περιοχές με χαμηλή υγρασία, προκειμένου να ανοιχτούν αυλάκια αποστράγγισης. Το πρόβλημα

του υπερβολικού νερού αντιμετωπίζεται με την προετοιμασία υπερυψωμένης σποροκλίνης μετά από όργωμα. Η τέταρτη και η πέμπτη φορά που πραγματοποιείται όργωμα συνήθως γίνεται για το άνοιγμα των αυλακιών αποστράγγισης. Το τελευταίο όργωμα αποκαλείται “*derdaro*” (Seyfu, K. 1997).

Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη για τον καθορισμό της επίδρασης της καλλιέργειας και των πρακτικών ελέγχου των ζιζανίων στην απόδοση και στα συστατικά της απόδοσης του teff, πιθανότατα όργωμα παραπάνω της μίας φορές να μην είναι απαραίτητο διότι τα μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται για τον έλεγχο των ζιζανίων πριν το όργωμα, πράγμα που υποδεικνύει ότι το teff μπορεί να παραχθεί και με μειωμένο αδέλφωμα. Στη συγκεκριμένη έρευνα, παρόλο που τα μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν πριν το όργωμα, αποδείχτηκε ότι το πρόσθετο βοτάνισμα μία φορά στο αρχικό στάδιο αδελφώματος αύξησε την απόδοση (Aberra 1992).

Στην Αιθιοπία, κατά τη σπορά, οι σπόροι του teff σπέρνονται στην επιφάνεια του εδάφους όπου αφήνονται ακάλυπτοι ή σπανιότερα, καλύπτονται ελαφρά με κλαδιά δέντρων. Σύμφωνα με παρατηρήσεις, η ελαφριά κάλυψη των σπόρων του teff ή η ελαφριά πίεση τους μετά τη σπορά ή η υποβολή της σποροκλίνης σε συνθήκες στρες λόγω υγρασίας, προωθεί τη βλάστηση και την αύξηση της απόδοσης του καρπού αυξάνοντας την εγκατάσταση στα ελαφρά αργιλοπηλώση εδάφη (Andosols), αλλά και στα βαριά αργιλώδη εδάφη (Vertisols). Συγκεκριμένα, στην περίπτωση του στρες λόγω υγρασίας ή διακοπής των βροχοπτώσεων, η επίπτωση στην έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου μετριάζει τη συμπίεση της σποροκλίνης και είναι χρήσιμη για την ενίσχυση της εγκατάστασης στα Vertisols, τα οποία υποφέρουν από την αποξήρανση του εδάφους. Η προετοιμασία της σποροκλίνης πραγματοποιείται με τη χρήση βοοειδών, γαϊδουριών, κασικίων, προβάτων και άλλων εκτρεφόμενων ζώων. Η προετοιμασία σποροκλίνης πραγματοποιείται πριν από τη σπορά του teff προκειμένου να γίνει 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 νωρίτερης έναρξης της βροχής. Η συμπίεση της σποροκλίνης στοχεύει επίσης στην απελευθέρωση της σποροκλίνης από τα ζιζάνια. Σε αντίθετη περίπτωση, κατά τη διάρκεια των ετών με αρκετές βροχοπτώσεις σε περιοχές όπου συνήθως 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).

Σύμφωνα με έρευνα που σκοπό είχε τη διερεύνηση της επίδρασης του βάθους φύτευσης και του είδους του εδάφους στη βλάστηση και ανάδυση του teff με τη χρήση δύο ποικιλιών teff, της DZ-01-354 και της Dabi, παρατηρήθηκε ότι η ανάδυση από την επιφάνεια φύτευσης και από μεγαλύτερο βάθος από 20mm ήταν σημαντικά χαμηλότερη από εκείνη στο βάθος των 5, 10, 15 ή 20mm. Σημαντική διαφορά μεταξύ των καλλιεργειών στην ανάδυση από τα 5 και τα 20mm βάθος δεν παρατηρήθηκε. Το βάθος φύτευσης δεν επηρέασε το ύψος του φυτού μεταξύ των 10 και των 20mm. Όμως, σπορόφυτα που αναδύθηκαν από την επιφάνεια και από

βάθη φύτευσης πάνω από 15mm παρουσίασαν σημαντική μείωση ύψους, ενώ τα σπορόφυτα που αναδύθηκαν από ελαφρά αργιλώδη εδάφη ήταν ψηλότερα από εκείνα που αναδύθηκαν από ελαφρά αμμώδη εδάφη (Aberra 1992).

Η σπορά του teff είναι δυνατή σε περίοδο αρκετών και καλά κατανεμημένων βροχοπτώσεων. Οι πρώιμες ποικιλίες, δηλαδή αυτές των 60 έως 75 ημερών αντέχουν σε λιγότερο από 300mm εποχιακής βροχόπτωσης ενώ για τις περισσότερες ποικιλίες τα 300-500mm βροχής ανά καλλιεργητική περίοδο είναι επαρκή. Το teff βλασταίνει και εγκαθίσταται πιο γρήγορα στα Andosols εδάφη από ότι στα Vertisols εδάφη.

Το ποσοστό των σπόρων του teff που σπέρνονται ανά εκτάριο γης υπό διαφορετικές συνθήκες είναι 15-55kg σπόροι. Στην περίπτωση που εφαρμόζονται χειροκίνητες ή μηχανοκίνητες σπορές ή και αυλάκι σποράς, συνίσταται η χρήση χαμηλότερου ποσοστού σπόρου, περίπου 15kg/ha. Δεδομένου ότι το βάρος 1000 σπόρων είναι μόνο 265mg, η σπορά με το χέρι δε διευκολύνει την ομοιόμορφη κατανομή των 15kg/ha σπόρων λόγω του μικρού τους μεγέθους. Οπότε, η δοσολογία σπόρων που συνίσταται για σπορά χύδην είναι 30kg/ha. Οι αγρότες χρησιμοποιούν παραδοσιακά ποσότητα 40-50kg/ha σε χύδην σπορά (Seyfu, 1997).

### **1.28 Λίπανση**

Στο teff συνήθως χρησιμοποιείται κοπρία από αγροκτήματα ως λίπανση, στην περιοχή της Αιθιοπίας. Ωστόσο περαιτέρω έρευνα απαιτείται για τις απαιτήσεις του φυτού σε λίπανση ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν και την περιοχή καλλιέργειας (Seyfu, 1997). Το Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Debre Zeit προτείνει τις παρακάτω συστάσεις λίπανσης: 60kg N και 26kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ανά εκτάριο σε Vertisols (βαριά πηλώδη εδάφη) και 40kg N και 26kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ανά εκτάριο σε Andosols (ελαφρά αμμοπηλώδη εδάφη). Συνίσταται και η εφαρμογή ουρίας σε διαχωρισμένες εφαρμογές.

Σύμφωνα με τον Alkamper (1973), η απόκριση του teff στα λιπάσματα διαμορφώνεται ως εξής: υψηλά ποσοστά λιπασμάτων μπορεί να εφαρμοστούν σε συνδυασμό με τη σπορά χωρίς καμία βλάβη στο ρυθμό βλάστησης του teff. Επίσης, το άζωτο προάγει την παραγωγή σε άχυρο ενώ η χρήση φωσφόρου ενθαρρύνει την καλή παραγωγή καρπού. Πρέπει, ακόμη, να σημειωθεί ότι το κάλιο παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή του teff και ότι οι τιμές σχετικά με την πρόσληψη των κυρίων στοιχείων από το teff είναι σχετικά χαμηλές.

### **1.29 Ζιζάνια**

Πριν από τη σπορά είναι σημαντικό ο αγρός να έχει καθαριστεί από ζιζάνια και να έχει οργωθεί την κατάλληλη εποχή και αρκετά συχνά για να εξαλειφθούν τα ζιζάνια. Η σπορά πρέπει να πραγματοποιηθεί με καθαρούς σπόρους που είναι απαλλαγμένοι από σπόρους ζιζανίων. Βοτάνισμα, δηλαδή καθαρισμός των ζιζανίων

χειρωνακτικά, πρέπει να πραγματοποιείται μία φορά σε πρώιμο στάδιο αδελφώματος (25-30 ημέρες μετά την εμφάνιση) και είναι αρκετό αν το ποσοστό των ζιζανίων είναι μικρό. Σε περίπτωση μεγάλου ποσοστού ζιζανίων, θα πρέπει να εφαρμοστεί και δεύτερο βοτάνισμα στο στάδιο του καλαμώματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι το χειρωνακτικό ξεχορτάρισμα μετά την άνθηση δε συνίσταται καθώς μπορεί να οδηγήσει σε βαριά βλάβη στα φυτά (Seyfu, 1997). Ο ανταγωνισμός από τα ζιζάνια προκαλεί απώλειες στην καλλιέργεια της τάξης του 50% περίπου αλλά αν πραγματοποιηθεί βοτάνισμα, ακόμα και σε λάθος χρόνο, η απώλειες περιορίζονται στο 8% (Berhanu 1986).

Τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα είναι καλό να εφαρμόζονται 12 εβδομάδες πριν τη φύτευση ενώ τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα πρέπει να εφαρμόζονται σε πρώιμο στάδιο αδελφώματος, περίπου 4 με 5 εβδομάδες μετά τη σπορά (Berhanu 1986). 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.

### 1.30 Άλεση

Η διαδικασία της άλεσης του teff περιλαμβάνει τα εξής στάδια: αρχικά καθαρίζεται ο καρπός με κοσκίνισμα και μετά αλέθεται σε αλεύρι στη συσκευή Wefcho, που διαθέτουν τα σπίτια των απομακρυσμένων περιοχών, ή σε σύγχρονους μύλους. Τα πιο εύπορα νοικοκυριά καθαρίζουν τον καρπό με κοσκίνισμα, μετά τον μουσκεύουν για λίγες ώρες και στο τέλος τον τρίβουν με ελαφρύ κτύπημα στη συσκευή Mukachcha (γουδί με γουδοχέρι) προκειμένου να αφαιρέσουν το περικάρπιο. Στη συνέχεια ο καρπός ξηραίνεται στον ήλιο σε ένα λεπτό υφαντό και μετά αλέθεται στη συσκευή Wefcho. Η συσκευή αυτή αποτελείται από δύο πέτρες λαξευμένες στο χέρι. Η πέτρα που βρίσκεται στην κάτω πλευρά έχει μήκος 45-50cm, πλάτος 20-30cm 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 μη διαφεύγει προς το έδαφος και 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 γυναίκας. Στη συνέχεια προσθέτει μικρή ποσότητα καρπού στην επάνω πλευρά, τον συγκεντρώνει με τα δάχτυλα της στο κέντρο και τον αλέθει συνθλίβοντας τον ανάμεσα στις δύο πέτρες. Μετά από κάποιες χρήσεις η συσκευή γίνεται ολισθηρή και δεν μπορεί να αλέσει καλά. Προκειμένου η συσκευή να γίνει πιο τραχιά, τη χτυπάνε με μια στρογγυλή ή οβάλ πέτρα, που ονομάζεται Mawkariga, ή με ένα σφυρί. 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 υπάρχουν στις

περιοχές που διαθέτουν ηλεκτρικό ρεύμα. Στις μεγαλουπόλεις χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές μηχανές άλεσης, όπου είναι και πιο αποδοτικές (Alemayehu R. 2001).

### 1.31 Θερισμός

Όταν τα βλαστικά μέρη του teff αποκτήσουν κίτρινο ή αχυρένιο χρώμα είναι ένδειξη ότι το φυτό είναι έτοιμο προς συγκομιδή. Η περίοδος ωρίμανσης των ποικιλιών, από την οποία εξαρτάται ο θερισμός, κυμαίνεται από 60 έως 120 μέρες. Η ξήρανση του ποδίσκου (αχυρένιο χρώμα), ο οποίος συγκρατεί τα σταχύδια, είναι ένας καλός δείκτης της ωρίμανσης του teff (Hailu, 1993). Η συγκομιδή πριν το φυτό γίνει πολύ ξηρό βοηθά στην πρόληψη των απωλειών λόγω θραύσης (Seyfu, 1997). Η μέση απώλεια κατά την κοπή δεν είναι γνωστή. Το ποσοστό περιεκτικότητας σε υγρασία σε πολλά δημητριακά είναι περίπου 12% ενώ για το teff δεν έχει προσδιοριστεί. Η τεχνητή αποξήρανση πριν τη συγκομιδή δεν είναι απαραίτητη στο συγκεκριμένο φυτό. 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 δρεπάνι κοντά στη βάση του φυτού. Τα κομμένα φυτά τοποθετούνται σε σωρούς στο έδαφος. Σε διάφορες περιοχές της Αιθιοπίας, όπως στην επαρχία της Showa, η συγκομιδή του teff πραγματοποιείται με ελαφρώς διαφορετικό τρόπο, δηλαδή ο γεωργός κόβει τα φυτά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται συνήθως όταν τα φυτά είναι κοντά σε ύψος. Οκτώ έως δώδεκα άνθρωποι μπορούν να θερίσουν ένα Massa, που είναι περίπου 2000-2.500m<sup>2</sup>, σε μία εργάσιμη μέρα. Οι καλλιεργητές μοιράζονται ανθρώπινη εργασία και τον εξοπλισμό συγκομιδής κατά τη διάρκεια του θερισμού, όπου σπάνια συγκομίζουν μόνοι τους το αγρόκτημα τους. Μετά την κοπή και κατά την τοποθέτηση του φυτού στο έδαφος, άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας, γυναίκες και παιδιά, ακολουθούν τους θεριστές και δένουν τα συγκομισμένα φυτά σε μικρές δέσμες, σε δεμάτια, που ονομάζονται Nado. Τα δεμάτια αυτά έχουν διάμετρο 14 έως 18cm και περιλαμβάνουν και πράσινα φυτά και μπορεί να είναι και μεγαλύτερα εάν συνδυαστούν με πράσινα κοτσάνια και σόργο. Μια άλλη πρακτική που ακολουθείται είναι, αντί του δεσίματος σε δεμάτια, να αφήνονται τα φυτά χαλαρά στο έδαφος. Στη συνέχεια, τα δεμάτια ή τα χαλαρά φυτά στοιβάζονται πάνω στο έδαφος και παραμένουν εκεί έως ότου ο εκάστοτε γεωργός τελειώσει τη συγκομιδή όλων των καλλιεργειών του στα διάφορα χωράφια (Alemayehu Refera, 2001).

Κατά τη διάρκεια της συγκομιδής του teff παρατηρείται μετανάστευση των αγροτών. Οι καλλιεργητές, των οποίων η καλλιέργεια teff αργεί για συγκομιδή, κυρίως σε ορεινές περιοχές, μεταναστεύουν σε περιοχές μέσου ή χαμηλού υψομέτρου για συγκομιδή. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να κερδίσουν αρκετά χρήματα για τις υπηρεσίες τους και να μαζέψουν και να μαζέψουν τη δική τους

παραγωγή. Το teff δεν είναι κατάλληλο για μηχανοποιημένη συγκομιδή καθώς παρουσιάζει προβλήματα πλαγιάσματος και τινάγματος των σπόρων. Η εξέταση της ποιότητας κατά τη διάρκεια της συγκομιδής είναι αδύνατη. Μπορεί να παρατηρηθεί μείωση της ποιότητας του προϊόντος λόγω παράλληλης συγκομιδής με ζιζάνια και για αυτό το λόγο γίνεται προσπάθεια από τους αγρότες να μη συγκομίσουν ζιζάνια μαζί με το teff. Το συγκομισμένο προϊόν στη συνέχεια μεταφέρεται στις πλάτες των γυναικών, στους ώμους ή στα κεφάλια των ανδρών ή και σε γαϊδούρια, κοντά στο αλώνι του χωριού όπου υπάρχει μια μεγάλη στοίβα που ονομάζεται Kemmer. Το Kemmer έχει σα βάση του πέτρες ώστε να εμποδίζεται η πρόσβαση τερμιτών στην καλλιέργεια. Στις περιοχές που δεν υπάρχουν τερμίτες οι στίβες τοποθετούνται σε γυμνό έδαφος. Οι κεφαλές στρέφονται προς το κέντρο του σωρού, έτσι ώστε να μην επηρεαστούν από τη βροχή και να μην καταναλωθούν από τα ζώα. Η καλλιέργεια παραμένει στη στοίβα μέχρι ο γεωργός να είναι έτοιμος να αλωνίσει (Tadesse 1969). Σύμφωνα με 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).

### **1.32 Αλωνισμός**

Ο αλωνισμός πραγματοποιείται μόνο εφόσον συγκεντρωθούν όλες οι καλλιέργειες στο χώρο του αλωνιού. Κατ' αρχήν προετοιμάζεται το αλώνι, που ονομάζεται Awdemma και κατασκευάζεται σε σχεδόν επίπεδο ή ελαφρά κεκλιμένο έδαφος με σκάψιμο του εδάφους και εξομάλυνση του. Οι καλλιεργητές πιέζουν διαρκώς το teff στο κέντρο με τις πιρούνες. Σε διάφορες περιοχές της Αιθιοπίας, το έδαφος γίνεται σταθερό με την ύγρανση του και μετά οδηγούνται σε αυτό τα βοοειδή. Στη συνέχεια, συλλέγεται φρέσκια κοπριά βοοειδών και ετοιμάζεται ένα μείγμα κοπριάς και νερού. Το μείγμα αυτό, παρασκευάζεται σε μία ρηχή τρύπα σκαμμένη στο έδαφος που ονομάζεται Bola Obid, σε πιθάρια, και ένα ξύλινο δοχείο προετοιμάζεται στο αλώνι (Awdemma). Το χαλαρό χώμα αφαιρείται και το γυμνό έδαφος αλείφεται με αυτό το μείγμα. Μέχρι κάποιο βαθμό, η διαδικασία αυτή μειώνει την ανάμιξη του καρπού με το χώμα. Πρώτα αλωνίζονται οι καρποί άλλων σιτηρών και μετά το teff στο Awdemma. Συνήθως το αλώνι αλείφεται εκ νέου με το παραπάνω μείγμα καθώς 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 (Tadesse, 1969).

Το αλώνισμα μπορεί να είναι μια εορταστική περίπτωση. Οι καλλιεργητές των οποίων αλωνίζονται οι καλλιέργειες προσφέρουν μια τοπική μπύρα και Injera ή ψητά ξερά δημητριακά, όπως κριθάρι, καλαμπόκι, κ.α. την ημέρα του αλωνίσματος. Οι γειτονικοί αγρότες βοηθούν στο αλώνισμα και σε αντάλλαγμα τους βοηθάει ο γεωργός όταν αλωνίζουν εκείνοι. Οι άνδρες είναι εκείνοι που κατά βάση



πραγματοποιούν τον αλωνισμό. Κατά την έναρξη του αλωνίσματος οι καλλιεργητές ανεβαίνουν στην κορυφή της στοίβας του teff και τη διαλύουν με δρεπάνια, 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.

Για το αλώνισμα χρησιμοποιούνται, σε διάφορες περιοχές της Αιθιοπίας, βόδια, αγελάδες ή και γαϊδούρια. Τα ζώα εργασίας οδηγούνται από ένα ή δύο άτομα σε ένα κύκλο γύρω από το αλώνι, όπου κλείνονται τα στόματα τους για να μην μπορούν να φάνε τον καρπό. Οι άντρες με τα πιρούνια σπρώχνουν το teff στο κέντρο του αλωνιού. Αφού το πάνω μέρος πατηθεί, τα ζώα οδηγούνται έξω από το αλώνι και οι άνδρες αναποδογυρίζουν το σπασμένο teff. Μετά από αρκετές επαναλήψεις της διαδικασίας αυτής, το άχυρο και λίγη ποσότητα καρπού που απομένει μέσα σε αυτό απομακρύνεται με τα πιρούνια σχηματίζοντας μια μακριά σειρά. Σε αυτή τη σειρά 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 άλλο κατά μήκος της γραμμής του teff και το χτυπούν ρυθμικά. Στη συνέχεια τα σκύβαλα με το σπόρο εκτοξεύονται στον αέρα για να διαχωριστούν. Έπειτα 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 λαχανιδίων 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 το αέρα. Στην περίπτωση αυτή, ο γεωργός θα βάλει μικρή ποσότητα σπόρου με σκύβαλα μέσα σε ένα Sefed, το οποίο είναι ένα είδος ανεμιστήρα που φαίνεται από μίσχους χλόης. Ο ανεμιστήρας αυτός 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 λίκνισμα στη συνέχεια θα διαχωρίσει τα σκύβαλα που δεν μπορούν να 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).

### 1.33 Περιορισμοί της καλλιέργειας

Το μικρό μέγεθος του σπόρου teff δημιουργεί προβλήματα κατά τη σπορά και έμμεσα κατά το ξεχορτάρισμα και το αλώνισμα. Κατά τη σπορά το πολύ μικρό μέγεθος σπόρων καθιστά δύσκολο τον έλεγχο της πυκνότητας του πληθυσμού και

της κατανομής του. Αυτό ισχύει αν κάποιος μεταδίδει το σπόρο με το χέρι αλλά και αν χρησιμοποιεί μηχανήματα σποράς.

Η άνιση κατανομή του φυτού μετά τη βλάστηση έχει αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα της χρήσης της θρεπτικής ουσίας της καλλιέργειας και της απόδοσης της καλλιέργειας. Λόγω της διάσπαρτης θέσης των φυτών, οι αγρότες δυσκολεύονται να χρησιμοποιήσουν μηχανικά εργαλεία ξεχορταριάσματος και αναγκάζονται να πραγματοποιούν βοτάνισμα ή να χρησιμοποιούν χημικά ζιζανιοκτόνα.

Χρησιμοποιούνται αλωνιστές ή θεριζοαλωνιστικές μηχανές για να αλωνιστεί το teff. Εντούτοις, η απώλεια σπόρου προκύπτει επειδή ο σπόρος teff είναι πολύ μικρός και ελαφρύς και παραμερίζεται εύκολα. Η συγκομιδή της καλλιέργειας είναι δύσκολη λόγω του πλαγιάσματος. Δεδομένου ότι το teff πλαγιάζει σε μεγάλο βαθμό, δε συνιστάται η χρήση υψηλότερων ποσοστών λιπάσματος για την αύξηση της απόδοσης. Οι σημερινές ποικιλίες που χρησιμοποιούνται δεν είναι ανθεκτικές και η ανάπτυξη γενετικά ανθεκτικών ποικιλιών είναι απαραίτητη.

Οι εκτάσεις και οι υπάρχουσες ποικιλίες δίνουν χαμηλή απόδοση. Επί του παρόντος, η μέση εθνική απόδοση σε σιτηρά είναι 910 kg / ha. Οι βελτιωμένες ποικιλίες tef δίνουν απόδοση σε κόκκους 1700-2200 kg / εκτάριο στα αγροτεμάχια και 2200-2800 kg / ha σε μεγάλες εκμεταλλεύσεις που διαχειρίζονται την έρευνα. Ωστόσο, δε διεξήχθη εκτενής μελέτη για την αξιολόγηση του δυναμικού απόδοσης της καλλιέργειας.

Η μελέτη 2255 προσχωρήσεων teff έχει αποδείξει το υψηλό δυναμικό απόδοσης της καλλιέργειας (Seyfu 1993). Επομένως, δεν είναι σωστό στο σημείο αυτό να δηλώνουμε ότι η χαμηλή απόδοση είναι ένας από τους γενετικούς περιορισμούς της καλλιέργειας. Η άποψη του Seyfu K. είναι ότι η καλλιέργεια έχει μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης και θα μπορούσε να δώσει πάνω από 6 τόνους ανά εκτάριο αν λάβει επαρκή ερευνητική προσοχή. Οι χαμηλές αποδόσεις των σιτηρών και οι περιορισμοί στην παραγωγή, όπως το πλάγιασμα, η ξηρασία, η υπερβολική υγρασία, η ζέστη και ο παγετός θα μπορούσαν να ξεπεραστούν μέσα από ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα βελτίωσης φυτών, καθώς υπάρχει γενετική διαφοροποίηση στο γενετικό υλικό του teff για αυτά τα χαρακτηριστικά. Εκτός από τη χρησιμοποίηση της υπάρχουσας γενετικής ποικιλίας για την αντιμετώπιση ορισμένων από τους περιορισμούς παραγωγής, η ανάπτυξη βελτιωμένων και κατάλληλων αγρονομικών πρακτικών (σπόρος, ημερομηνίες σποράς, προετοιμασία σπόρων, τύπος λιπάσματος, ρυθμός και χρόνος εφαρμογής) και τα συστήματα καλλιέργειας θα συνέβαλαν σημαντικά στην υπέρβαση των περιορισμών στην παραγωγή και στη βελτίωση της παραγωγικότητας της καλλιέργειας (Seyfu 1993).

### 1.34 Προοπτικές

Οι Αιθίοπες αγρότες προτιμούν να παράγουν teff λόγω των ακόλουθων πλεονεκτημάτων (Seyfu 1991):

- Μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές που παρουσιάζουν στρες υγρασίας.
- Μπορεί να καλλιεργηθεί σε υδάτινες περιοχές και να αντέξει τις αναερόβιες συνθήκες καλύτερα από πολλά άλλα δημητριακά, όπως ο αραβόσιτος, το σιτάρι και το σόργο.
- Είναι κατάλληλο για χρήση σε συστήματα αμειψισποράς.
- Το άχυρο του teff είναι μια πολύτιμη τροφή κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου όταν υπάρχει μια οξεία έλλειψη. Προτιμάται ιδιαίτερα από τα βοοειδή από το άχυρο άλλων σιτηρών και απαιτεί υψηλές τιμές στις αγορές.
- Έχει αποδοχή στην εθνική διατροφή της Αιθιοπίας, έχει υψηλή ζήτηση και υψηλή εμπορική αξία και ως εκ τούτου επιτρέπει στους αγρότες να κερδίζουν περισσότερα από ό,τι με άλλες καλλιέργειες.
- Είναι μια αξιόπιστη και χαμηλού κινδύνου συγκομιδή. Σε περιοχές με στρες υγρασίας, οι αγρότες το χρησιμοποιούν ως καλλιέργεια διάσωσης. Για παράδειγμα, γύρω από το Kobo και το Zeway, που είναι περιοχές με χαμηλές και ακανόνιστες βροχοπτώσεις, οι αγρότες πρώτα φυτεύουν αραβόσιτο περίπου τον Απρίλιο. Εάν αυτό αποτύχει μετά από ένα μήνα ή περισσότερο εξαιτίας των προβλημάτων υγρασίας ή επιβλαβών οργανισμών, το οργώνουν κάτω από το έδαφος και φυτεύουν σόργο. Αν αυτό αποτύχει επίσης μετά από ένα μήνα ή και περισσότερο, τότε σπέρνουν το teff ως έσχατη λύση, το οποίο συχνά επιβιώνει με την υπόλοιπη υγρασία στο έδαφος και δίνει παραγωγή για ανθρώπινη κατανάλωση και άχυρο για ζωοτροφές.
- Δεν προσβάλλεται από βρουκέλλα και άλλα επιβλαβή είδη και επομένως αποθηκεύεται εύκολα και με ασφάλεια κάτω από τις τοπικές συνθήκες αποθήκευσης της Αιθιοπίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μειωμένο κόστος διαχείρισης μετά τη συγκομιδή.
- Σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλα δημητριακά που καλλιεργούνται στην Αιθιοπία, έχει λιγότερα προβλήματα ασθενειών και παρασίτων (Stewart και Dagnachew 1967).

Αναφέρθηκε νωρίτερα ότι η ικανότητα του teff να ανέχεται και να αναπτύσσεται υπό υδάτινες συνθήκες είναι ένα από τα πλεονεκτήματά του και ένα χαρακτηριστικό που το κάνει να προτιμάται από τους αγρότες. Τα πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν ότι κάτω από μη αφυδατωμένες συνθήκες χωρίς λίπανση, το teff έδωσε πλεονέκτημα απόδοσης σπόρων 106% σε σχέση με το σιτάρι και 70% σε μη αφυδατωμένες συνθήκες με λίπανση (Hiruy 1986). Αυτό δείχνει ότι το teff είναι σχετικά πιο ανεκτικό σε συνθήκες υψηλής υγρασίας από το σιτάρι.

Το άλλο πλεονέκτημα του teff για τους αγρότες είναι η καταλληλότητά του για εύκολη αποθήκευση υπό τοπικές συνθήκες αποθήκευσης, χωρίς να προκαλείται μεγάλη απώλεια. Αυτό έχει τεκμηριωθεί από διάφορα αποτελέσματα ερευνών.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που διεξήχθησαν στην Αιθιοπία υπό φυσικές περιβαλλοντικές συνθήκες και σε παραδοσιακά συστήματα αποθήκευσης δείχνουν ότι στο teff δεν προκαλούνται απώλειες ως αποτέλεσμα προσβολής από οποιαδήποτε επιβλαβή έντομα (Yemane και Yilma 1989). Επί του παρόντος, οι ασθένειες δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα κατά τη διάρκεια των μεγάλων περιοχών καλλιέργειας της Αιθιοπίας. Το teff πάσχει λιγότερο από ασθένειες από τις περισσότερες καλλιέργειες σιτηρών στις μεγάλες περιοχές παραγωγής της Αιθιοπίας (Stewart και Dagnachew 1967).

Ο Jansen *et al.* (1962) ανέφερε ότι το teff παρουσιάζει μια εξαιρετική ισορροπία μεταξύ των απαραίτητων αμινοξέων που το καθιστά συγκρίσιμο με αυτό των αυγών, εκτός από την κάπως χαμηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη, η οποία μπορεί να συμπληρωθεί με τη συμπληρωματική χρήση τριγωνέλλας, όσπριων και σόγιας, τα οποία μπορούν να καλλιεργηθούν τοπικά.

Η εργασία χαρακτηρισμού που έγινε από τον Seyfu (1993) έδειξε ότι μεταξύ των 2255 καθαρών γραμμικών προσθηκών υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα για την απόδοση σπόρων ανά φυτό, την απόδοση άχυρου ανά φυτό και του δείκτη συγκομιδής. Η προοπτική έχει αποδειχθεί για την ανάπτυξη, μέσω της άμεσης επιλογής καθώς και του ανασυνδυασμού των γονιδίων των ποικιλιών που είναι είτε για ζωτροφή είτε διπλού σκοπού με αποδεκτά επίπεδα τόσο απόδοσης σιτηρών όσο και άχυρου.

Το teff έχει τις δικές του μοναδικές ιδιότητες και πλεονεκτήματα και έτσι η εισαγωγή του σε άλλα μέρη του κόσμου θα μπορούσε να είναι επωφελής για πολλά έθνη. Το όφελος του ως ζωτροφή στη Νότια Αφρική έχει περιγραφεί από τον Burt-Davy (1913).

Η καλλιέργεια του teff έχει ένα πλούτο γενετικής ποικιλότητας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ξεπεραστούν οι υπάρχοντες περιορισμοί μέσω κατάλληλων προσπαθειών διατήρησης και αξιοποίησης του γενετικού υλικού. Τα κενά στις σημερινές συλλογές γενετικού υλικού και οι προτάσεις που υποβλήθηκαν για μελλοντική δράση, και οι δύο εκ των οποίων υποδείχθηκαν νωρίτερα, πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το γενετικό υλικό και να ξεπεραστούν οι υπάρχοντες περιορισμοί. Θα ήταν χρήσιμη η στοχοθετημένη συλλογή του γενετικού υλικού από περιοχές με στρες για τα φυτά, όπως περιοχές με υπερβολική υγρασία, περιοχές με χαμηλή θερμοκρασία και επιρρεπείς στην ξηρασία κλπ. Η ανάπτυξη ταχέων και φθηνών τεχνικών διαλογής για τον εντοπισμό διαφόρων ποικιλιών ανθεκτικών στο στρες και η αναγνώριση και αξιοποίηση

αποτελεσματικών τεχνικών αναπαραγωγής ή βιοτεχνολογίας για την ανάπτυξη ανώτερων ποικιλιών είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση των σημερινών περιορισμών (Seyfu 1993).

### **1.35 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Δεδομένης της προοπτικής που εμφανίζει το teff ως προς τις αποδόσεις και την παραγωγή του μετά την εφαρμογή βελτίωσης, των χαρακτηριστικών αντοχής που παρουσιάζει σε ακραίες κλιματικές συνθήκες, σε εχθρούς και ασθένειες αλλά και της υψηλής διατροφικής του αξίας σε συνδιασμό με την έλλειψη γλουτένης, φαίνεται η καλλιέργεια του συγκεκριμένου σιτηρού να παρουσιάζει ιδιαίτερο εμπορικό αλλά και γεωπονικό ενδιαφέρον. Ενδεχομένως, μέσω της βελτίωσης του το teff να μπορεί να αποκτήσει σημαντική εμπορική θέση ανάμεσα στα οικονομικώς σημαντικά σιτηρά όσον αφορά τη χρήση του ως ζωοτροφή αλλά και για ανθρώπινη κατανάλωση.

Σκοπός του πειράματος είναι η αξιολόγηση της επίδρασης του χρόνου κοπής στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας του teff.

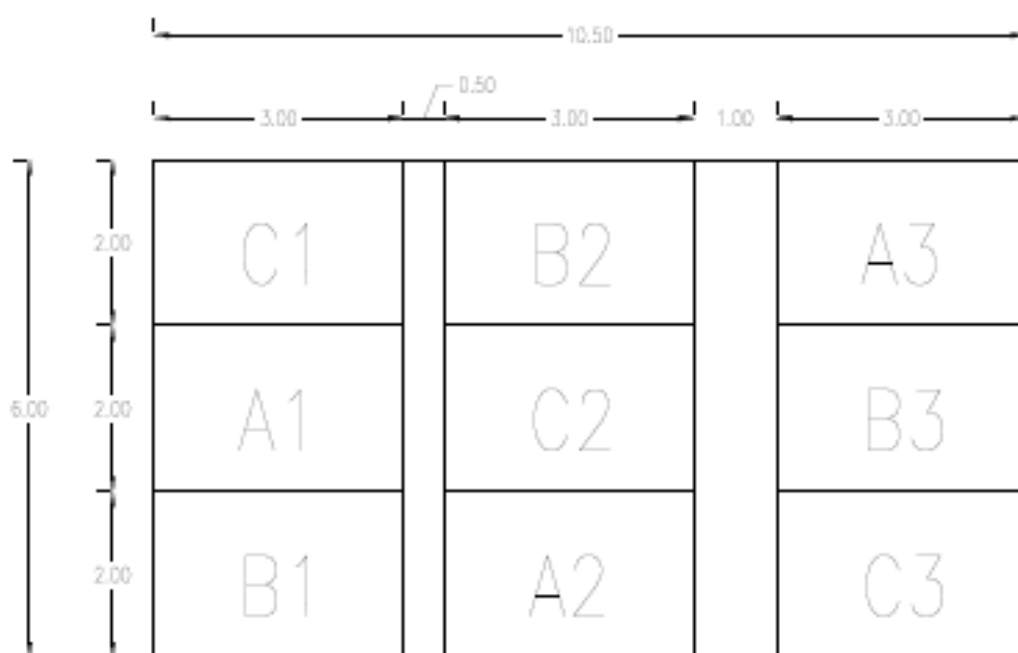
## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Γενικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, ο οποίος δέχεται βιολογική μεταχείριση από το 1995. Η σπορά του teff πραγματοποιήθηκε στις 12 Μαΐου του 2016. Η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 4 μήνες, ξεκινώντας από την ημερομηνία σποράς μέχρι τις 14 Οκτωβρίου του 2016. Οι συντεταγμένες του αγρού είναι 37° 59'01.83"N, 23° 42'07.37" E, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας.

### 2.2 Πειραματικό σχέδιο

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) διότι αποτελούνταν από έναν παράγοντα, την κοπή σε τρία επίπεδα: ανά 10, 20 και 30 μέρες. Το σύνολο των επεμβάσεων ήταν 3 όπου πραγματοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις και άρα, το σύνολο των πειραματικών τεμαχίων ήταν 9. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε εμβαδόν 6m<sup>2</sup> και η συνολική έκταση του αγρού μαζί με τους ενδιάμεσους διαδρόμους ήταν 63m<sup>2</sup>.



**Σχήμα 1:** Το πειραματικό σχέδιο: οι επεμβάσεις A (κοπές ανά 10 ημέρες,) B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) και οι επαναλήψεις τους.

### 2.3 Ανάλυση εδάφους

Το έδαφος είναι αλκαλικό και αργιλλοπηλώδες (CL) (13,9% άμμος, 24,9% άργιλος και 61.2% ιλύς) ενώ διακρίνεται από ικανοποιητική περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και ταυτόχρονα υψηλή περιεκτικότητα σε Na<sup>+</sup>.

CaCO <sub>3</sub>	15,99%	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na <sup>+</sup>	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H <sub>2</sub> O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

**Πίνακας 0.2:** Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.

### 2.4 Εγκατάσταση του *Eragrostis tef* στον αγρό

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 12 Μαΐου 2016, μετά από άροση του εδάφους σε βάθος 20cm. Το έδαφος κόπηκε σε λωρίδες, αναστράφηκε και μετατοπίστηκε. Σκοπός της άροσης είναι η καταστροφή των ζιζανίων, η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας στο έδαφος και η αναμόχλευση του εδάφους ώστε να γίνει πιο αφράτο για την καλύτερη κυκλοφορία του νερού και ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού. Μετά την άροση ακολούθησε φρεζάρισμα του εδάφους με σκοπό το σπάσιμο των συσσωματωμάτων, τον ψιλοχωματισμό του εδάφους, τη δημιουργία ομοιόμορφου στρώματος εδάφους και την προετοιμασία της σποροκλίνης. Στη συνέχεια, με μία τσουγκράνα αφαιρέθηκαν τυχόν πέτρες από τα αγροτεμάχια.



**Εικόνα 2.1:** Κατεργασία του εδάφους της καλλιέργειας *Eragrostis tef*

Στα πειραματικά τεμάχια χάρακτηκαν 10 γραμμές στο καθένα με τη χρήση γραμμοχαράκτη. Το μήκος κάθε γραμμής ήταν 2m και η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 30cm.



**Εικόνα 2.2:** Χάραξη γραμμών με τη χρήση γραμμοχαράκτη



Η σπορά πραγματοποιήθηκε με το χέρι στις γραμμές οι οποίες αμέσως μετά καλύφθηκαν με το φυτόχωμα Kronos Potting Soil. Χρησιμοποιήθηκε σπόρος του *Eragrostis tef*, ο οποίος χωρίστηκε σε 10 φακελάκια που περιείχαν 20g σπόρου το καθένα, δηλαδή 2,222g σπόρου ανά γραμμή και 22,22g ανά τεμάχιο. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 200g σπόρου στα 54m<sup>2</sup> καλλιέργειας. Στο τέλος πραγματοποιήθηκε άρδευση με λάστιχο σε χαμηλή ροή. Δεν πραγματοποιήθηκε πρόσθετη λίπανση.

## 2.5 Άρδευση και Λίπανση

Η άρδευση του teff πραγματοποιήθηκε με λάστιχο ανά δύο μέρες μία φορά, από την ημερομηνία σποράς μέχρι τις 20 Ιουλίου 2016. Μετά εγκαταστάθηκαν σταλακτηφόροι σωλήνες οι οποίοι τοποθετήθηκαν πάνω στις γραμμές με απόσταση 60cm μεταξύ τους και πλέον η άρδευση πραγματοποιούνταν κάθε μέρα μία φορά για 1 ώρα.



Εικόνα 2.3: Σταλακτηφόροι σωλήνες στην πειραματική καλλιέργεια *Eragrostis tef*

Στην ημερομηνία σποράς πραγματοποιήθηκε χρήση ενός σάκου 70 λίτρων, δηλαδή 7,77 λίτρα ανά τεμάχιο, φυτοχώματος Kronos Potting Soil (μείγμα ξανθιάς και μαύρης τύρφης, εμπλουτισμένη με λιπαντικά στοιχεία), το οποίο εφαρμόστηκε και αναμοχλεύτηκε στα υποτεμάχια με τη χρήση τσουγκράνας και μετά εφαρμόστηκε ξανά πάνω στους σπόρους στις γραμμές σποράς. Καμία πρόσθετη λίπανση δεν πραγματοποιήθηκε σε κανένα άλλο στάδιο ανάπτυξης του φυτού.



**Εικόνα 2.4:** Εφαρμογή και αναμόχλευση φυτοχώματος Kronos Potting Soil στα υποτεμάχια.



**Εικόνα 2.5:** Εφαρμογή φυτοχώματος Kronos Potting Soil πάνω στους σπόρους στις γραμμές σποράς.

## 2.6 Ζιζάνια

Τα είδη των ζιζανίων που αναπτύχθηκαν στην καλλιέργεια του teff ήταν τα: *Sorghum halepense*, *Medicago sativa*, *Sinapis arvensis*, *Tribulus terrestris*, *Cichorium intybus*, *Convolvulus arvensis*, *Xanthium strumarium*, *Amaranthus blitum* και το *Solanum elaeagnifolium*. Η αντιμετώπιση των ζιζανίων πραγματοποιούνταν με το χέρι (βοτάνισμα) μία φορά ανά επτά ημέρες καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας.



Εικόνα 2.6: Ανάπτυξη του ζιζανίου *Solanum elaeagnifolium* στην πειραματική καλλιέργεια *Eragrostis tef*.

## 2.7 Κοπές

Η ημερομηνία φυτρώματος του teff ήταν η 15/05/2016, τρεις ημέρες μετά τη σπορά. Η πρώτη κοπή σε όλα τα αγροτεμάχια πραγματοποιήθηκε στις 22/06/2016 και το μεσοδιάστημα μεταξύ των κοπών που ακολούθησαν ήταν 10 ημέρες για την επέμβαση A, 20 ημέρες για την επέμβαση B και 30 ημέρες για την επέμβαση C. Τα φυτά κοβόντουσαν με δρεπάνι στα 10cm περίπου.

## 2.8 Μετρήσεις αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών για το *Eragrostis tef*

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ανά επέμβαση του υπέργειου τμήματος του φυτού για τη μελέτη των αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών.

### **2.8.1 Ύψος**

Το ύψος του υπέργειου τμήματος του φυτού μετρήθηκε με τη χρήση μετροταινίας σε εκατοστά, από το έδαφος μέχρι την άκρη της κύριας φόβης σε τρία τυχαία επιλεγμένα φυτά κάθε αγροτεμαχίου. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 22/06/2016, δηλαδή την ημερομηνία της πρώτης κοπής, 41 ημέρες μετά τη σπορά και συνεχίστηκαν σε κάθε υποτεμάχιο πριν από κάθε κοπή.

### **2.8.2 Νωπό βάρος**

Μετρήθηκε το νωπό βάρος ανά επέμβαση σε φυτά που αφαιρέθηκαν από μία τυχαία επιλεγμένη σειρά μήκους 1m από κάθε υποτεμάχιο, ενώ τα υπόλοιπα φυτά των υποτεμαχίων αφαιρέθηκαν με δρεπάνι στα 10cm και απορρίφθηκαν. Μετά από την κάθε κοπή, το κάθε δείγμα μεταφερόταν άμεσα στο Εργαστήριο Γεωργίας και ζυγίζόταν σε ζυγό ακριβείας.

### **2.8.3 Ξηρό βάρος**

Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν στη μέτρηση του νωπού βάρους τοποθετήθηκαν σε φούρνους του Εργαστηρίου Γεωργίας σε θερμοκρασία 70 °C για 72 ώρες. Στη συνέχεια μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος με ζυγό ακριβείας.

### **2.8.4 Απόδοση σε βιομάζα**

Για τη συγκεκριμένη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των κοπών του νωπού βάρους ανά επέμβαση κοπής, για όλες τις επαναλήψεις των επεμβάσεων.

### **2.8.5 Ολική απόδοση σε βιομάζα**

Για τη συγκεκριμένη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε το άθροισμα των κοπών του νωπού βάρους των φυτών ανά επέμβαση κοπής, για όλες τις επαναλήψεις των επεμβάσεων.

### **2.8.6 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Φυτομάζας**

Σε φυτά που συλλέχθηκαν από όλες τις κοπές, μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά τέφρα, ξηρά ουσία, αζωτούχες, λιπαρές και ινώδεις ουσίες, καθώς και οι αντιδιαιτητικοί παράγοντες NDF (Neutral Detergent Fiber) και ADF (Acid Detergent Fiber). Οι παράμετροι NDF και ADF μετρούν την περιεκτικότητα της φυτομάζας σε ινώδεις ουσίες, οι οποίες είναι σε μεγάλο βαθμό δύσπεπτες από τα ζώα.

### **2.8.7 Τρόποι μέτρησης ποιοτικών χαρακτηριστικών φυτομάζας**

Πριν από κάθε μέτρηση, τα φυτικά δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν στη μέτρηση του ξηρού βάρους αλέστηκαν σε εργαστηριακό μύλο άλεσης ζωοτροφών και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών στα 100g δείγματος.



**Εικόνα 2.7:** Μύλος άλεσης ζωοτροφών

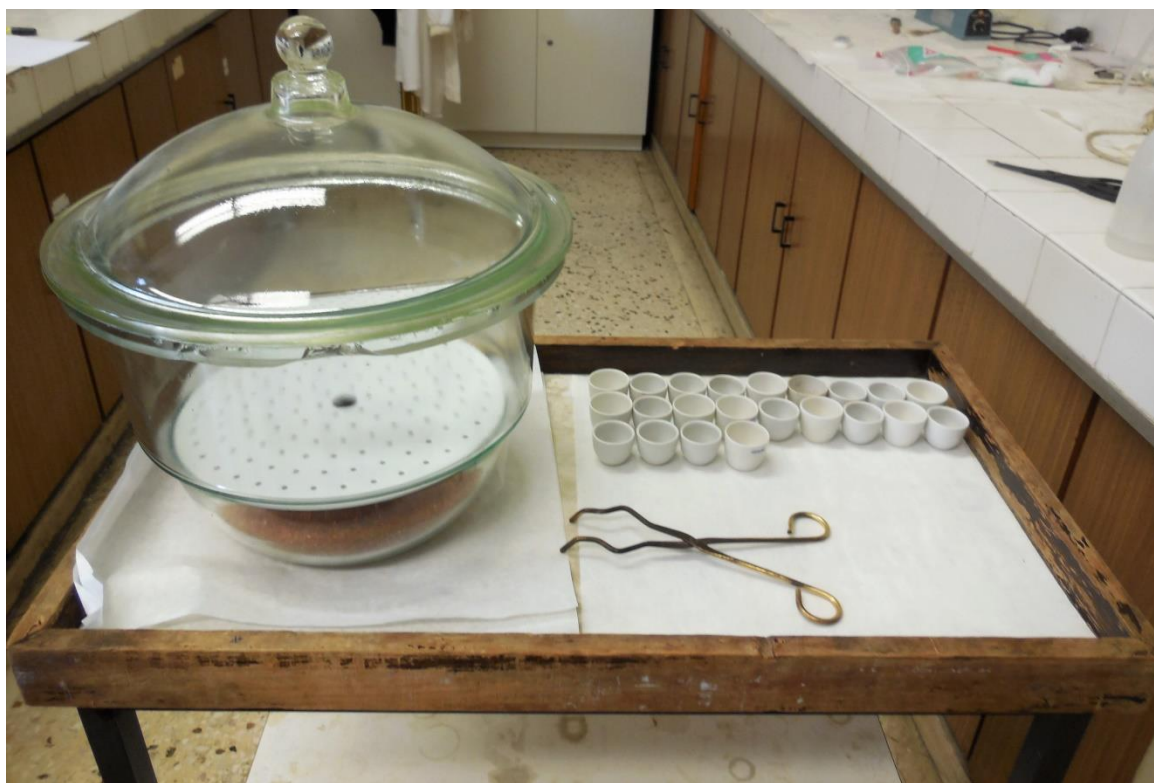
### *Τέφρα*

Στον προσδιορισμό της τέφρας εφαρμόστηκε η αναλυτική τακτική Weende Henneberg και Stohmann (1864) και σκοπός της μεθόδου ήταν ο έμμεσος προσδιορισμός της Οργανικής ουσίας του δείγματος μετά από καύση της οργανικής του ουσίας. Η διαδικασία της μεθόδου είχε ως εξής: αρχικά ζυγίστηκαν κατάλληλα σημασμένες κάψες όπου στη συνέχεια τοποθετήθηκε 1g αλεσμένου δείγματος. Τα δείγματα με τις κάψες τοποθετήθηκαν σε αποτεφρωτήρα στους 550 °C για 5 ώρες.



**Εικόνα 2.8:** Κλίβανοι – Αποτεφρωτήρες

Όταν τελείωσε ο χρόνος καύσης, κλείσαμε τον κλίβανο και αφήσαμε να πέσει η θερμοκρασία και στη συνέχεια μεταφέραμε τα δείγματα σε ξηραντήρα, όπου παρέμειναν για τουλάχιστον 30 λεπτά και στη συνέχεια ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας 0,1mg.



Εικόνα 2.9: Ξηραντήρας - Κάψες

### *Ξηρά ουσία*

Ο προσδιορισμός της ξηράς ουσίας πραγματοποιήθηκε με την αναλυτική τακτική Weende Henneberg και Stohmann (1864) και σκοπός της μεθόδου είναι ο έμμεσος προσδιορισμός της ξηράς ουσίας μέσω του προσδιορισμού της υγρασίας του δείγματος. Ποσότητα αλεσμένου δείγματος ίση με 2,5-3g τοποθετήθηκε σε γυάλινα φιαλίδια ξήρανσης, τα οποία πρωτίστως είχαμε πλύνει και ξεπλύνει με απιονισμένο νερό, τα είχαμε βάλει σε κλίβανο στους 103°C για τουλάχιστον 2 ώρες και μετά τα τοποθετήσαμε σε ξηραντήρα μέχρι να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια, ζυγίσαμε τα φιαλίδια και μετά τοποθετήσαμε το δείγμα και το ζυγίσαμε στα 2,5-3g μέσα στο φιαλίδιο χωρίς όμως το καπάκι, σε ζυγό ακριβείας 0,1mg . Τοποθετήσαμε τα φιαλίδια με το καπάκι τους μέσα σε ξηραντήρα μέχρι να ζυγιστούν όλα και μετά τα βάλουμε μέσα σε κλίβανο, με μισάνοιχτο το καπάκι, στους 100 °C για περίπου 8 ώρες. Μετά το πέρας των 8 ωρών, βγάλαμε τα φιαλίδια από τον κλίβανο και τα τοποθετήσαμε σε ξηραντήρα μέχρι να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου, όπου και τα ζυγίσαμε σε ζυγό ακριβείας 0,1mg.

### *Αζωτούχες ουσίες*

Στην αναλυτική τακτική Weende προσδιορίστηκε το άζωτο των δειγμάτων με τη μέθοδο Kjeldahl και χρησιμοποιήθηκε η συσκευή KJELTEC 2300 ANALYSER UNIT.

Ζυγίστηκαν 0,5g αλεσμένου δείγματος σε ζυγό ακριβείας 0,1mg και προστέθηκαν σε φιάλες χώνευσης όπου τοποθετήθηκε από μία ταμπλέτα καταλύτη και στη συνέχεια προστέθηκαν 12-14ml  $H_2SO_4$ . Οι σωλήνες ανακινήθηκαν για να ανακατευθούν τα δείγματα και μεταφέρθηκαν στην εστία καύσης Digestion System 20 (1015) TECATOR με ειδικό στατό. Στη συνέχεια, συνδέθηκαν με τον πολλαπλό απαγωγό και θερμάνθηκαν στους 420 °C μέχρι περίπου 1 ώρα. Μετά το πέρας της διαδικασίας της καύσης, οι σωλήνες απομακρύνθηκαν από την εστία και ψύχθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, με τον απαγωγό, για περίπου 45 λεπτά. Μετά την ψύξη, οι σωλήνες καλύφθηκαν με παραφίλμ. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε ένας ένας σωλήνας στη συσκευή KJELTEC 2300 ANALYSER UNIT και αφού έγιναν οι κατάλληλες ρυθμίσεις της συσκευής, υπολογίστηκε η περιεκτικότητα σε άζωτο.



**Εικόνα 2.10:** Συσκευή KJELTEC 2300 ANALYSER UNIT

*Λιπαρές ουσίες*



Για τον προσδιορισμό των λιπαρών ουσιών χρησιμοποιήθηκε η συσκευή SOXTEC AVANTI 2055 και η ανάλυση της εκχύλισης βασίζεται στην παγκοσμίως αποδεκτή αρχή Soxhlet. Τα προς ανάλυση δείγματα ζυγίστηκαν μέσα σε φυσιγγία εκχύλισης στα 2g σε ζυγό ακριβείας 0,1mg και εισήχθησαν μέσα σε μονάδα εκχύλισης. Στη συνέχεια προστέθηκε πετρελαϊκός αιθέρας (διαλύτης) στα μεταλλικά δοχεία εκχύλισης και το διαλυτό υλικό (λίπος) εκχυλίστηκε μέσα στο διαλύτη σε μια διαδικασία δύο σταδίων. Στο πρώτο στάδιο το δείγμα εμβαπτίστηκε μέσα σε βραστό διαλύτη για να διαλυθεί όλο το λίπος και στο δεύτερο στάδιο το δείγμα σηκώθηκε πάνω από την επιφάνεια του διαλύτη για να επιτρέψει επαρκές ξέπλυμα με το διαλύτη από τους συμπυκνωτές. Μετά το πέρας της εκχύλισης, οι βαλβίδες του συμπυκνωτή έκλεισαν, ανεβάζοντας τα δείγματα στην υψηλότερη θέση και μετά από μερικά λεπτά η μεγαλύτερη ποσότητα του διαλύτη συλλέχθηκε από τον συμπυκνωτή σε δοχείο συλλογής. Τα τελευταία κατάλοιπα του διαλύτη εξατμίστηκαν όταν άνοιξε η αντλία αέρα. Στο τέλος της διαδικασίας τα φυσιγγία εκχύλισης ξηράθηκαν και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας 0,1mg.



**Εικόνα 2.11:** Συσκευή SOXTEC AVANTI 2055

*Ινώδεις ουσίες*

Ο προσδιορισμός των ινωδών ουσιών πραγματοποιήθηκε με συσκευή πέψης (ANKOM<sup>200</sup>, ANKOM Technology) και η διαδικασία προσδιορισμού τους έχει ως εξής: αρχικά, ζυγίσαμε σε ζυγό ακριβείας 0,1mg και αριθμήσαμε με ανεξίτηλο μαρκαδόρο ειδικά σακίδια στα οποία τοποθετήσαμε 0,9800-0,9900g αλεσμένου δείγματος, και αφήσαμε και ένα κενό σακίδιο, χωρίς δείγμα, για να ελεγχθεί η διαδικασία. Στη συνέχεια, τα σακίδια θερμοσυγκολλήθηκαν στα 4mm περίπου από την πάνω ανοικτή πλευρά. Έπειτα, εμβαπτίστηκαν σε πετρελαϊκό αιθέρα εντός δύο ποτηριών ζέσεως των 250ml για 10min και μετά ανακινήθηκαν για να απλωθεί ομοιόμορφα το δείγμα εντός των σακιδίων, διαδικασία την οποία επαναλάβαμε τρεις φορές. Τα σακίδια τοποθετήθηκαν ανά τρία σε 8 ειδικές θήκες και μετά τα βάλαμε στη συσκευή πέψης. Πάνω στις θήκες τοποθετήθηκε ειδικό βαρίδι για να κρατάει τα δείγματα εντός του χρησιμοποιούμενου διαλύματος και στη συνέχεια προστέθηκαν περίπου 1900ml διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(0,255 N). Η συσκευή σφραγίστηκε και ενεργοποιήθηκε η ανάδευση και η θέρμανση στους 100°C και τα δείγματα παρέμειναν για 45 λεπτά συνολικά. Στο τέλος, η συσκευή απενεργοποιήθηκε, το διάλυμα απομακρύνθηκε από ειδική βαλβίδα και η συσκευή άνοιξε και τα σακίδια ξεπλύθηκαν τρεις φορές με 1900ml θερμού (90-95°C) απιονισμένου νερού. Έπειτα, προστέθηκαν περίπου 1900ml διαλύματος 0,313N NaOH, η συσκευή σφραγίστηκε, ενεργοποιήθηκε η ανάδευση και η θέρμανση (100°C) και τα δείγματα παρέμειναν στη διαδικασία πέψης για ακόμα 45min όπου ακολούθησαν εκπλύσεις με νερό, όπως και στην πρώτη φάση. Μετά τη χρήση της συσκευής, τα σακίδια πιέστηκαν ελαφρά για να απομακρυνθεί η μεγαλύτερη ποσότητα νερού και εμβαπτίστηκαν σε ακετόνη εντός ποτηριού ζέσης των 250ml για 8min. Στη συνέχεια, τα δείγματα τοποθετήθηκαν για ξήρανση στον κλίβανο (103°C) για ένα βράδυ και μετά τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα μέχρι να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου, όπου και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας 0,1mg. Έπειτα, τοποθετήθηκαν σε προξηραμένες κάψες και αποτεφρώθηκαν για 2 ώρες στους 600°C. Τελικά, τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα και όταν ήρθαν σε θερμοκρασία δωματίου ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,1mg ώστε να μετρηθεί η απώλεια βάρους της οργανικής ύλης.



Εικόνα 2.12: Συσκευή πέψης ANKOM<sup>200</sup>, ANKOM Technology

#### *Αντιδιαιτητικοί παράγοντες NDF και ADF*

Στον προσδιορισμό των αντιδιαιτητικών παραγόντων NDF και ADF εφαρμόστηκε η διαδοχική μέθοδος Van Soest και χρησιμοποιήθηκε η συσκευή πέψης ANKOM<sup>200</sup>, ANKOM Technology. Στην αρχή της διαδικασίας ζυγίσαμε με ακρίβεια 0,1mg και αριθμήσαμε με ανεξίτηλο μαρκαδόρο ειδικά σακίδια στα οποία τοποθετήσαμε 0,5g αλεσμένου δείγματος και αφήσαμε και ένα κενό σακίδιο, χωρίς δείγμα, για να ελεγχθεί η διαδικασία. Στη συνέχεια, τα σακίδια θερμοσυγκολλήθηκαν στα 4mm περίπου από την πάνω ανοικτή πλευρά. Έπειτα, εμβapτίστηκαν σε ακετόνη εντός ποτηριού ζέσης των 250ml για 10min και μετά ανακινήθηκαν για να απλωθεί ομοιόμορφα το δείγμα εντός των σακιδίων, διαδικασία την οποία επαναλάβαμε τρεις φορές. Τα σακίδια τοποθετήθηκαν ανά 3 σε 8 ειδικές θήκες και μετά, τα

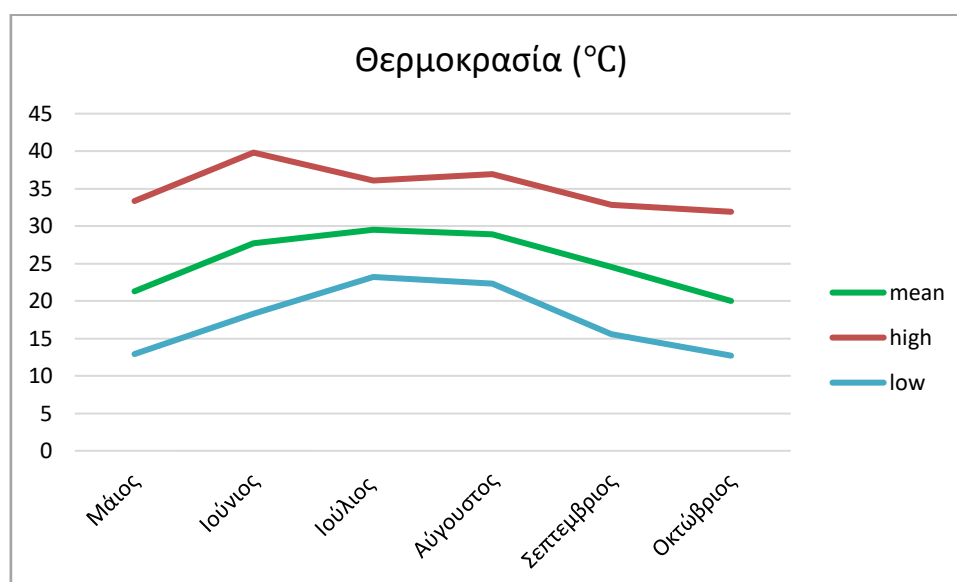
βάλαμε στη συσκευή πέψης. Πάνω στις θήκες τοποθετήθηκε ειδικό βαρίδι για να κρατάει τα δείγματα εντός του χρησιμοποιούμενου διαλύματος και στη συνέχεια προστέθηκαν στο δοχείο της συσκευής περίπου 1900ml NDS (διάλυμα ουδέτερης αντίδρασης), 20g θειώδους νατρίου (0,5g/50ml NDS) και 4ml θερμοάντοχης α-αμυλάσης. Η συσκευή σφραγίστηκε και ενεργοποιήθηκε η ανάδευση και η θέρμανση στους 100 °C και τα δείγματα παρέμειναν για 75 λεπτά συνολικά. Στο τέλος, η συσκευή απενεργοποιήθηκε, το διάλυμα απομακρύνθηκε από ειδική βαλβίδα και η συσκευή άνοιξε και τα σακίδια ξεπλύθηκαν τρεις φορές με 1900ml θερμού (90 °C περίπου) απιονισμένου νερού. Στις δύο πρώτες εκπλύσεις προστέθηκαν 4ml θερμοάντοχης α-αμυλάσης. Τα σακίδια βγήκαν από τη συσκευή, πιέστηκαν ελαφρά για να απομακρυνθεί η μεγαλύτερη ποσότητα νερού και εμβαπτίστηκαν σε ακετόνη εντός ποτηριού ζέσης των 250ml για 3-5min και μετά, ξηράνθηκαν στον αέρα και αφού είχε εξατμιστεί η ακετόνη, σε κλίβανο (103°C) για περίπου 4 ώρες. Στη συνέχεια, τα σακίδια ψύχθηκαν σε ξηραντήρα μέχρις θερμοκρασίας περιβάλλοντος και καταγράφηκε το μικτό βάρος σε ζυγό ακριβείας 0,1mg. Μετά, τοποθετήθηκαν ξανά στις ειδικές θήκες της συσκευής και προστέθηκαν σε δοχείο περίπου 1900ml ADS (διάλυμα όξινης αντίδρασης). Η συσκευή σφραγίστηκε, ενεργοποιήθηκε η ανάδευση και η θέρμανση (100°C) και τα δείγματα παρέμειναν στη διαδικασία πέψης για ακόμα 60min συνολικά, όπου ακολούθησαν εκπλύσεις με νερό, όπως και στην πρώτη φάση, χωρίς όμως την προσθήκη της θερμοάντοχης α-αμυλάσης. Έπειτα, τα σακίδια βγήκαν από τη συσκευή, πιέστηκαν ελαφρά για να απομακρυνθεί η μεγαλύτερη ποσότητα νερού και εμβαπτίστηκαν σε ακετόνη εντός ποτηριού ζέσης των 250ml για 3-5min και μετά, ξηράνθηκαν στον αέρα και αφού είχε εξατμιστεί η ακετόνη, σε κλίβανο (103°C) για 4 ώρες. Μετά, τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα μέχρις θερμοκρασίας περιβάλλοντος και καταγράφηκε το μικτό τους βάρος με ακρίβεια 0,1mg. Στη συνέχεια και αφού τα σακίδια ήταν τελείως στεγνά, τοποθετήθηκαν σε ποτήρι ζέσεως των 3lt όπου προστέθηκε 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> για να καλύψει τα σακίδια και μέσα σε αυτό το ποτήρι τοποθετήθηκε ποτήρι ζέσης 2lt για να κρατάει τα σακίδια βυθισμένα μέσα στο οξύ. Τα σακίδια πιέστηκαν με κατακόρυφες κινήσεις ανά 30 λεπτά για 3 ώρες. Ακολούθως, το οξύ αδιάστηκε και τα σακίδια ξεπλύθηκαν με κρύο νερό μέχρι να απομακρυνθούν τελείως τα ίχνη του οξέως. Μετά, βγήκαν από το ποτήρι, πιέστηκαν ελαφρά για να απομακρυνθεί η μεγαλύτερη ποσότητα νερού και εμβαπτίστηκαν σε ακετόνη εντός ποτηριού ζέσης των 250ml για 3-5min και μετά, ξηράνθηκαν στον αέρα και αφού είχε εξατμιστεί η ακετόνη, ξηράνθηκαν σε κλίβανο (103°C) για 5 ώρες. Στο τέλος, τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα μέχρι να φτάσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετά καταγράφηκε το μικτό τους βάρος σε ζυγό ακριβείας 0,1mg. Έπειτα, τα σακίδια τοποθετήθηκαν σε προξηραμένες κάψες και αποτεφρώθηκαν στους 550±20°C για 3 ώρες και τελικά, αφού τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα μέχρις θερμοκρασίας περιβάλλοντος, καταγράφηκε το μικτό τους βάρος.

## 2.9 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

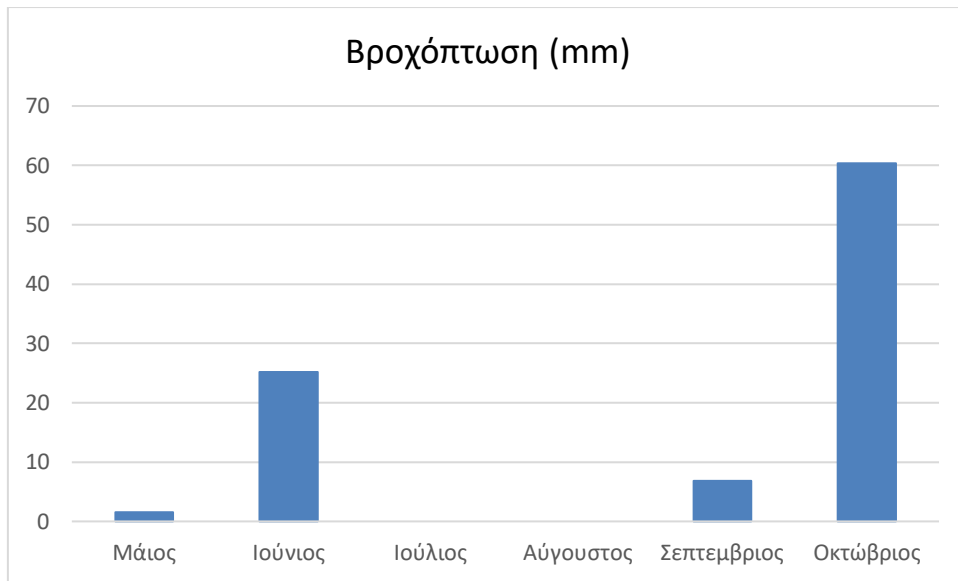
Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Statistica (Stat Soft, Inc. 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, USA).

### 2.10 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Οι τιμές της Μέσης Θερμοκρασίας και της Βροχόπτωσης που επικρατούσαν κατά τη διάρκεια του πειράματος παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα.



**Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 1:** Η διακύμανση της θερμοκρασίας για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.



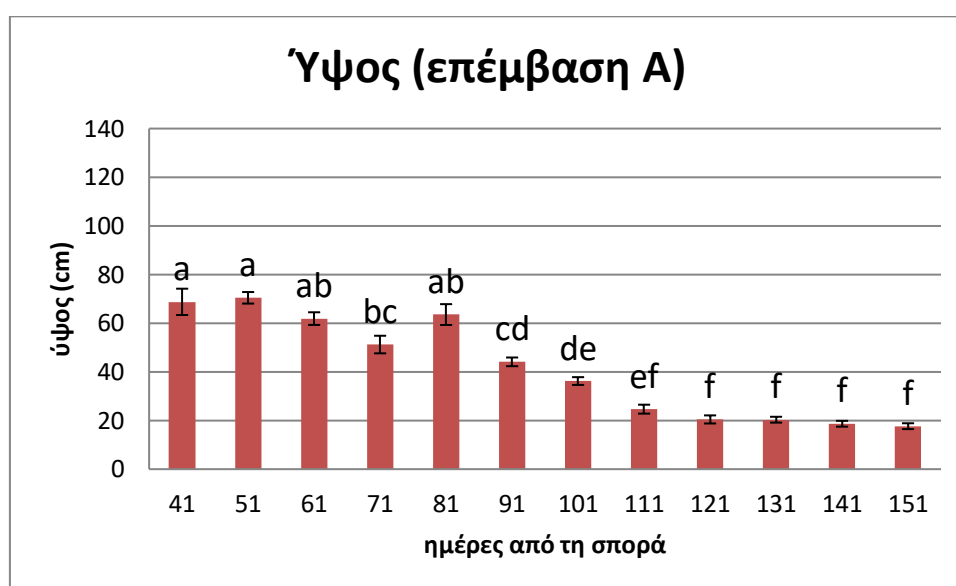
**Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 2:** Η διακύμανση της βροχόπτωσης για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 12 κοπές, όπου η πρώτη πραγματοποιήθηκε στις 22/06/2016, δηλαδή 38 ημέρες μετά τη σπορά. Τα διαστήματα που ακολούθησαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν ήταν: 10 ημέρες για την επέμβαση Α, 20 ημέρες για την επέμβαση Β και 30 ημέρες για την επέμβαση C.

#### 3.1 Αγρονομικά χαρακτηριστικά

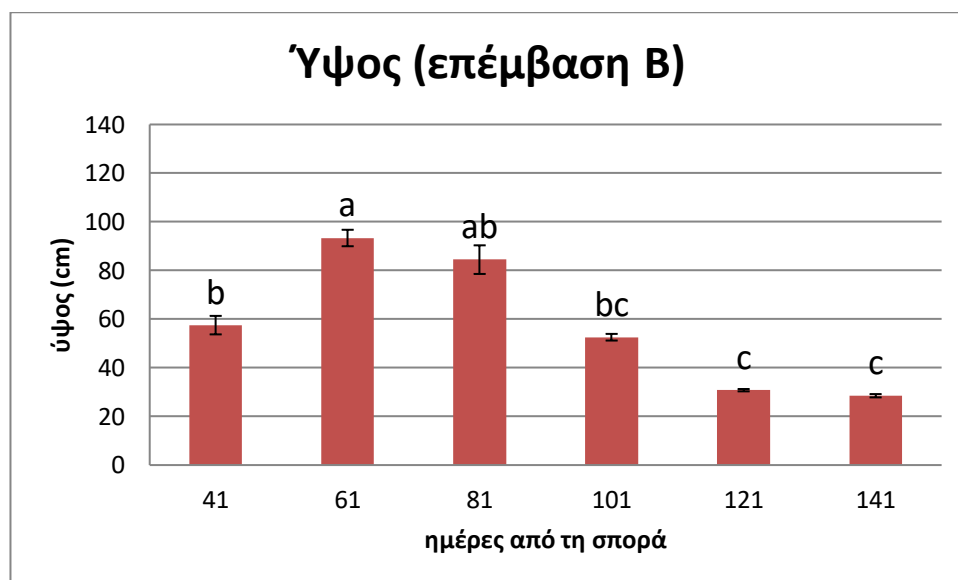
##### 3.1.1 Ύψος



**Διάγραμμα 3.1:** Πορεία στο χρόνο του ύψους του φυτού κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε το ύψος των φυτών κατά την επέμβαση Α, όπου μετρήθηκε με τη χρήση μετροταινίας σε εκατοστά, από το έδαφος μέχρι την άκρη της κύριας φόβης σε τρία τυχαία επιλεγμένα φυτά κάθε αγροτεμαχίου, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ύψους παρουσιάστηκε στις 51 ημέρες μετά τη σπορά (70,44cm) και η χαμηλότερη στις 151 ημέρες μετά τη σπορά (17,67cm). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 (a), 51 (a), 61 (ab) και στις 81 (ab) ημέρες μετά τη σπορά, στις 61 (ab), 71 (bc) και στις 81 (ab) ημέρες, στις 71 (bc) και 91 (cd) ημέρες,

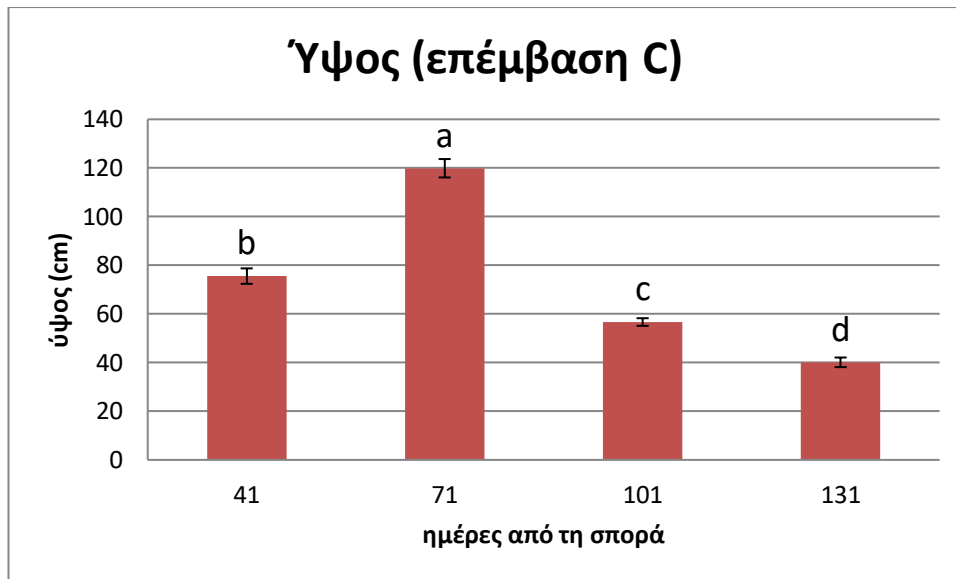
στις 91 (cd) και στις 101 (de) ημέρες, στις 101 (de) και στις 111 (ef) ημέρες, καθώς και στις 111 (ef), 121 (f), 131 (f), 141 (f) και στις 151 (f) ημέρες μετά τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.2:** Πορεία στο χρόνο του ύψους των φυτών κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε το ύψος των φυτών κατά την επέμβαση Β, όπου μετρήθηκε με τη χρήση μετροταινίας σε εκατοστά, από το έδαφος μέχρι την άκρη της κύριας φόβης σε τρία τυχαία επιλεγμένα φυτά κάθε αγροτεμαχίου, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ύψους παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (93,33cm) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (28,50cm). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 (b), 81 (ab) και στις 101 (bc) ημέρες από τη σπορά, στις 61 (a) και στις 81 (ab) ημέρες, καθώς και στις 101 (bc), 121 (c) και στις 141 (c) ημέρες μετά τη σπορά.

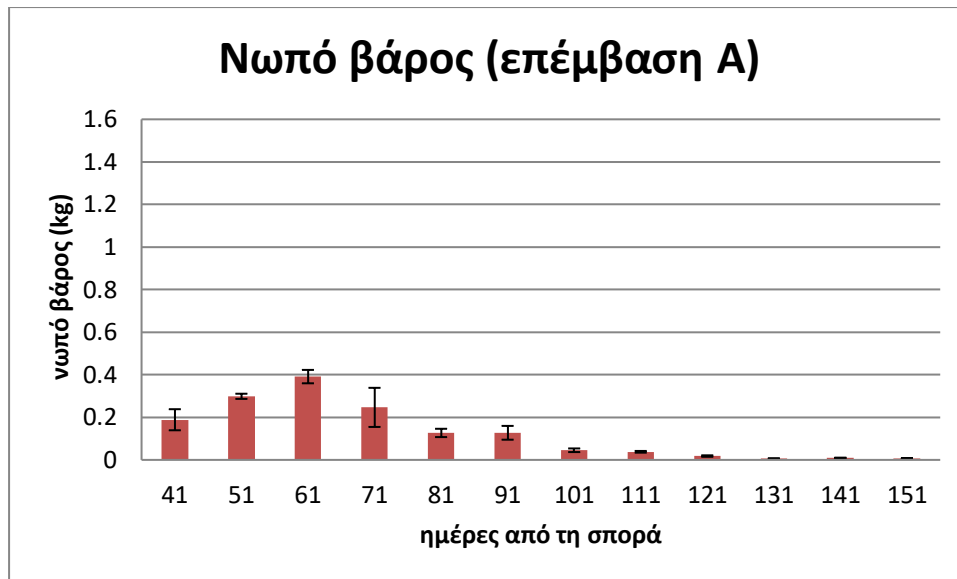




**Διάγραμμα 3.3:** Πορεία στο χρόνο του ύψους των φυτών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

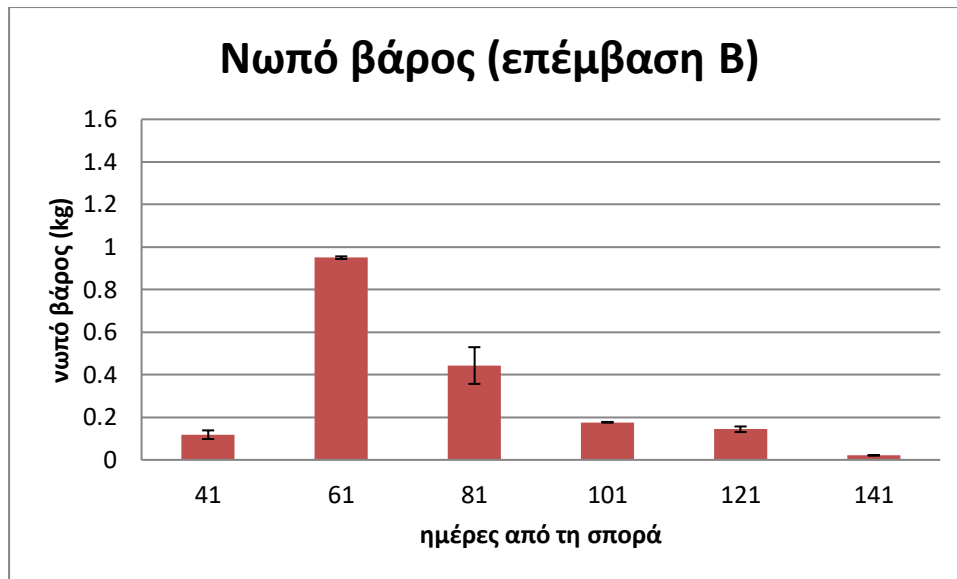
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε το ύψος των φυτών κατά την επέμβαση C, όπου μετρήθηκε με τη χρήση μετροταινίας σε εκατοστά, από το έδαφος μέχρι την άκρη της κύριας φόβης σε τρία τυχαία επιλεγμένα φυτά κάθε αγροτεμαχίου, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ύψους παρουσιάστηκε στις 71 ημέρες μετά τη σπορά (119,89cm) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (40,11cm). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ όλων των κοπών που πραγματοποιήθηκαν κατά την επέμβαση C.

### 3.1.2 Νωπό βάρος



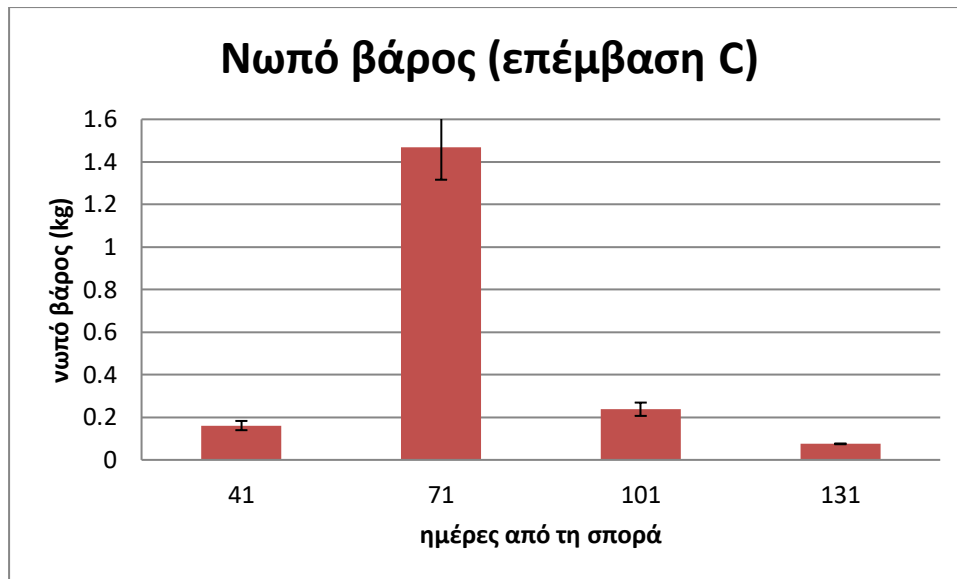
**Διάγραμμα 3.4:** Πορεία στο χρόνο του νωπού βάρους του φυτού κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε το νωπό βάρος των φυτών κατά την επέμβαση Α, το οποίο μετρήθηκε από φυτά που αφαιρέθηκαν με δρεπάνι στα 10cm από μία τυχαία επιλεγμένη σειρά μήκους 1m από κάθε υποτεμάχιο του πειραματικού αγρού, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή νωπού βάρους παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (0,39kg) και η χαμηλότερη στις 151 ημέρες μετά τη σπορά (0,007kg). Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι παρουσιάστηκε αυξητική πορεία μέχρι τις 61 ημέρες μετά τη σπορά και μετά παρουσιάστηκε μία μικρή αύξηση στις 91 και 141 ημέρες μετά τη σπορά. Οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής.



**Διάγραμμα 3.5:** Πορεία στο χρόνο του νωπού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

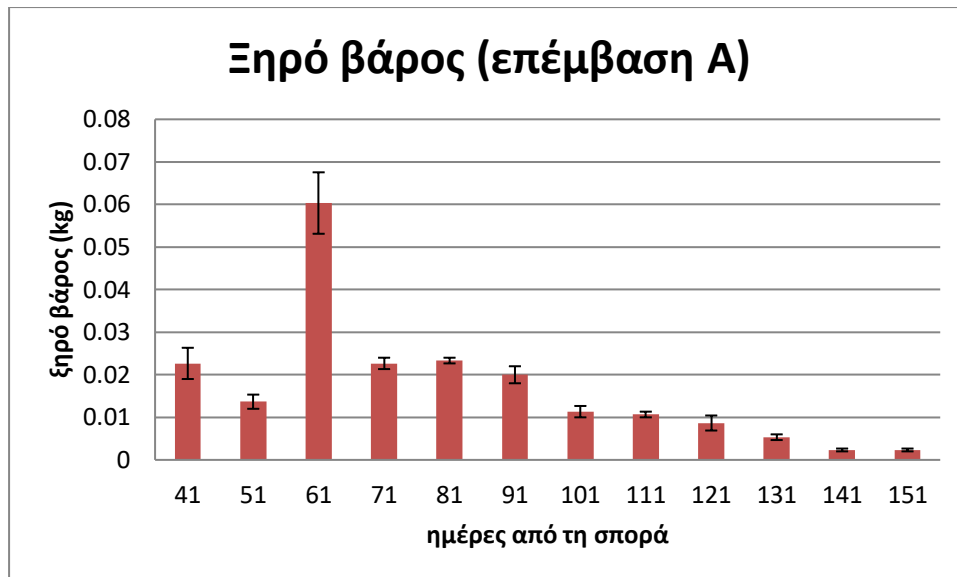
Στο παραπάνω γράφημα το νωπό βάρος των φυτών κατά την επέμβαση Β, το οποίο μετρήθηκε από φυτά που αφαιρέθηκαν με δρεπάνι στα 10cm από μία τυχαία επιλεγμένη σειρά μήκους 1m από κάθε υποτεμάχιο του πειραματικού αγρού, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή νωπού βάρους παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (0,95kg) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (0,02kg). Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι παρουσιάστηκε έντονη αύξηση του νωπού βάρους στις 61 ημέρες μετά τη σπορά, όμως από τις 81 μέρες μετά τη σπορά μέχρι και την τελευταία επέμβαση κοπής, στις 141 μέρες μετά τη σπορά, η τάση ήταν πτωτική. Οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής.



**Διάγραμμα 3.6:** Πορεία στο χρόνο του νωπού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

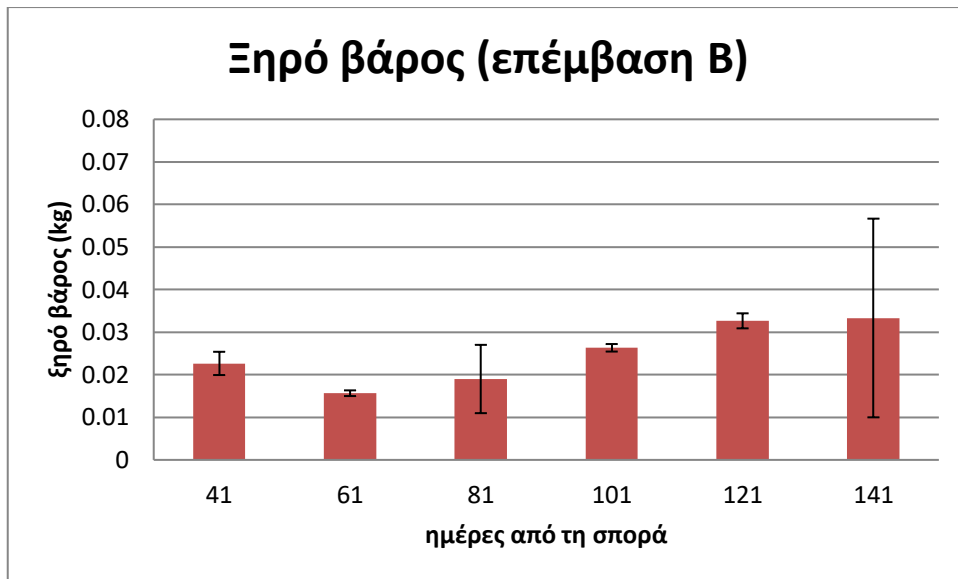
Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε το νωπό βάρος των φυτών κατά την επέμβαση C, το οποίο μετρήθηκε από φυτά που αφαιρέθηκαν με δρεπάνι στα 10cm από μία τυχαία επιλεγμένη σειρά μήκους 1m από κάθε υποτεμάχιο του πειραματικού αγρού, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή νωπού βάρους παρουσιάστηκε στις 71 ημέρες μετά τη σπορά (1,47kg) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (0,07kg). Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι παρουσιάστηκε έντονη αύξηση στις 71 ημέρες μετά τη σπορά, όμως από τις 101 μέρες μετά τη σπορά μέχρι και την τελευταία επέμβαση κοπής, στις 131 μέρες μετά τη σπορά, η τάση ήταν πτωτική. Οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής.

### 3.1.3 Ξηρό βάρος



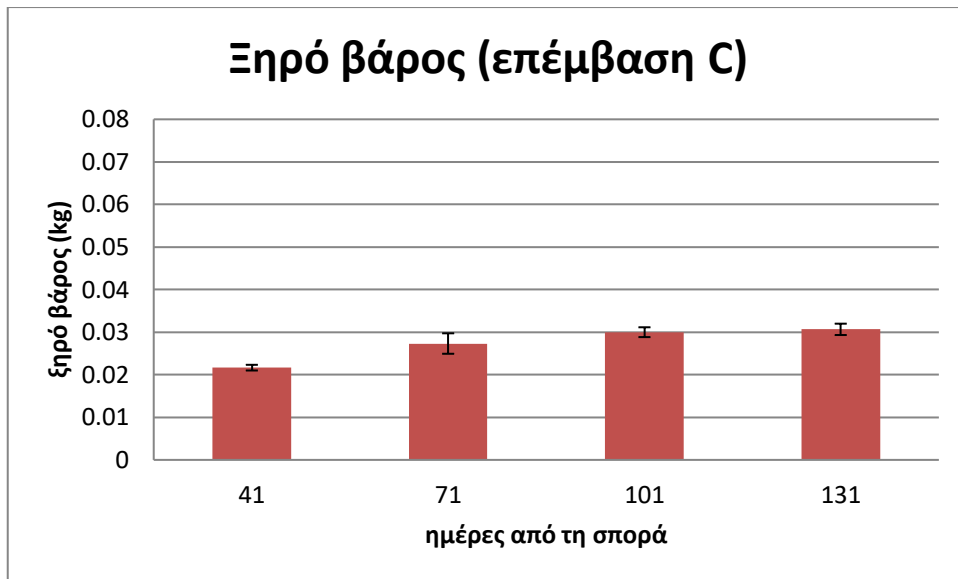
**Διάγραμμα 3.7:** Πορεία στο χρόνο του ξηρού βάρους του φυτού κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε το ξηρό βάρος των φυτών κατά την επέμβαση Α, το οποίο μετρήθηκε από φυτά που αφαιρέθηκαν με δρεπάνι στα 10cm από μία τυχαία επιλεγμένη σειρά μήκους 1m από κάθε υποτεμάχιο του πειραματικού αγρού και τοποθετήθηκαν σε φούρνους του Εργαστηρίου Γεωργίας σε θερμοκρασία 70 °C για 72 ώρες, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (0,06kg) και η χαμηλότερη στις 141 και 151 ημέρες μετά τη σπορά (0,002kg). Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι παρουσιάστηκε έντονη αύξηση στις 61 ημέρες μετά τη σπορά, όμως από τις 81 ημέρες από τη σπορά μέχρι την τελευταία ημέρα κοπής, δηλαδή τις 151 ημέρες από τη σπορά, η τάση ήταν πτωτική. Οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής.



**Διάγραμμα 3.8:** Πορεία στο χρόνο του ξηρού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

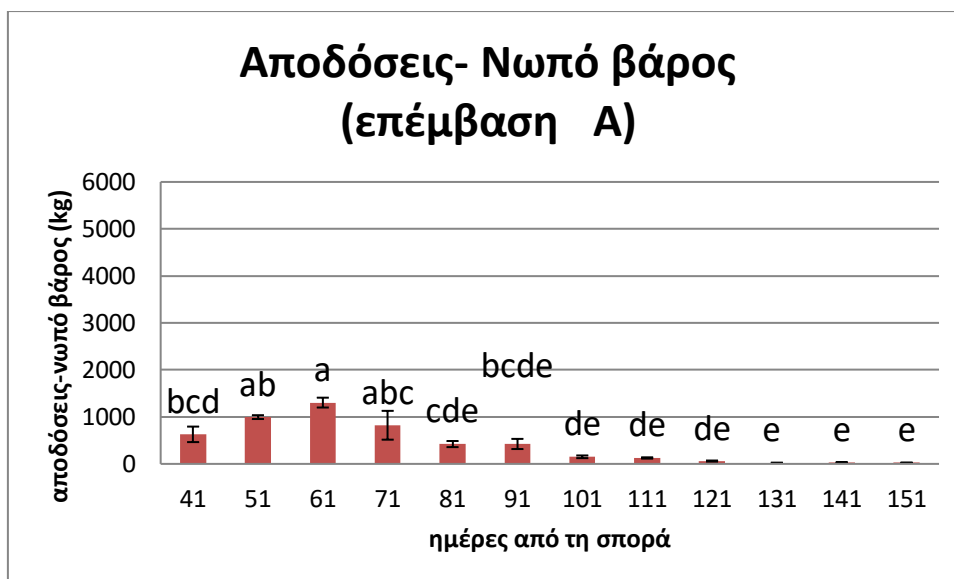
Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε το ξηρό βάρος των φυτών κατά την επέμβαση Β, το οποίο μετρήθηκε από φυτά που αφαιρέθηκαν με δρεπάνι στα 10cm από μία τυχαία επιλεγμένη σειρά μήκους 1m από κάθε υποτεμάχιο του πειραματικού αγρού και τοποθετήθηκαν σε φούρνους του Εργαστηρίου Γεωργίας σε θερμοκρασία 70 °C για 72 ώρες, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους παρουσιάστηκε στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (0,033kg) και η χαμηλότερη στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (0,015kg). Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι παρουσιάστηκε μείωση στις 61 ημέρες μετά τη σπορά, όμως από τις 81 ημέρες μετά τη σπορά μέχρι και τις 141 ημέρες μετά τη σπορά η τάση ήταν ανοδική. Οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής.



**Διάγραμμα 3.9:** Πορεία στο χρόνο του ξηρού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε το ξηρό βάρος των φυτών κατά την επέμβαση C, το οποίο μετρήθηκε από φυτά που αφαιρέθηκαν με δρεπάνι στα 10cm από μία τυχαία επιλεγμένη σειρά μήκους 1m από κάθε υποτεμάχιο του πειραματικού αγρού και τοποθετήθηκαν σε φούρνους του Εργαστηρίου Γεωργίας σε θερμοκρασία 70 °C για 72 ώρες, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους παρουσιάστηκε στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (0,03kg) και η χαμηλότερη στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (0,02kg). Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι η ανοδική τάση της μέτρησης ήταν σταθερή, χωρίς να παρεμβάλλεται μείωση, από την πρώτη επέμβαση κοπής στις 41 ημέρες μετά τη σπορά μέχρι την τελευταία στις 131 ημέρες μετά τη σπορά. Οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής.

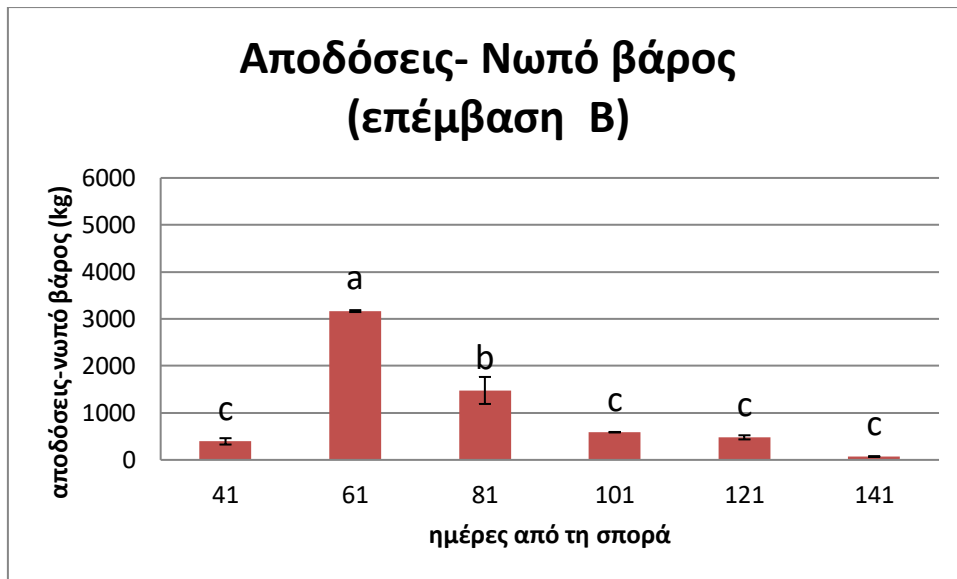
#### 3.1.4 Αποδόσεις βιομάζας νωπού βάρους



**Διάγραμμα 3.10:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε νωπό βάρος κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

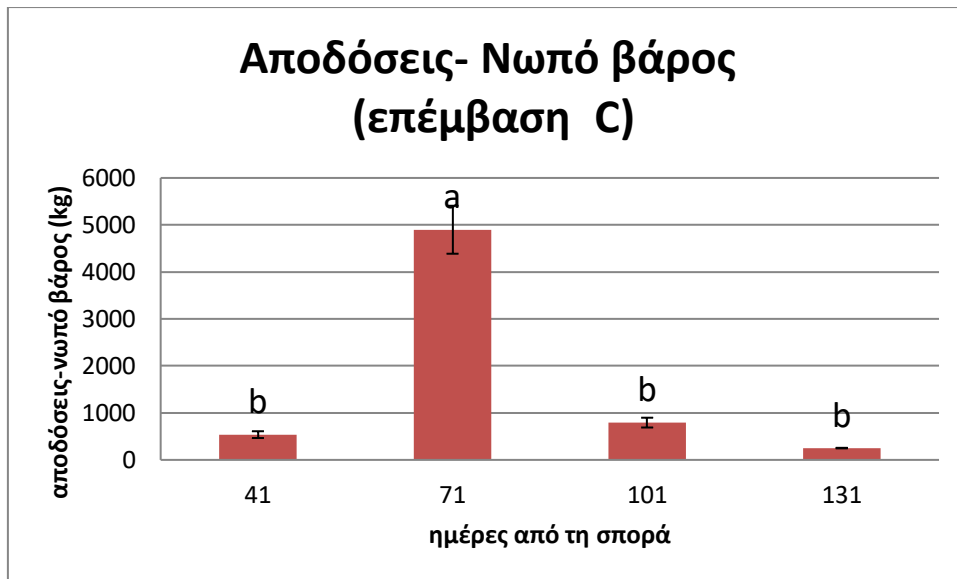
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τις αποδόσεις σε βιομάζα νωπού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Α, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή νωπού βάρους παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (1304,44kg/str) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (18,89kg/str). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 (bcd), 51 (ab), 71 (abc) και στις 91 (bcde) ημέρες μετά τη σπορά, αλλά και στις 41 (bcd), 71 (abc), 81 (cde) και στις 91 (bcde) ημέρες, στις 41 (bcd), 81 (cde), 91 (bcde), 101 (de), 111 (de) και στις 121 (de) ημέρες, στις 51 (ab), 61 (a) και στις 71 (abc) ημέρες, καθώς και στις 81 (cde), 91 (bcde), 101 (de), 111 (de), 121 (de), 131 (e), 141 (e) και στις 151 (e) ημέρες μετά τη σπορά.





**Διάγραμμα 3.11:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε νωπό βάρος κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

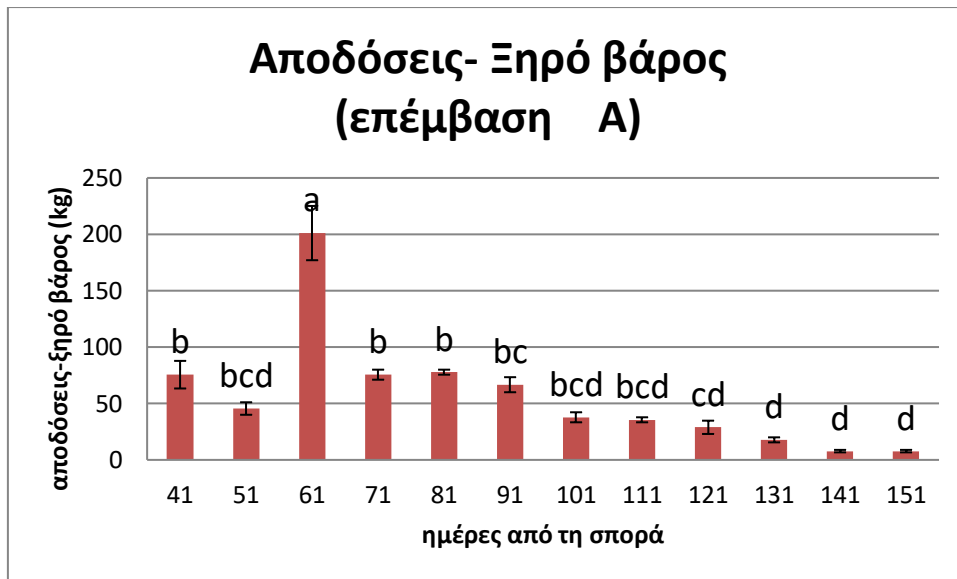
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τις αποδόσεις σε βιομάζα νωπού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Β, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή νωπού βάρους παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (3166,67kg/str) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (71,11kg/str). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν 41, 101, 121 και 141 (c) ημέρες μετά τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.12:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε νωπό βάρος κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

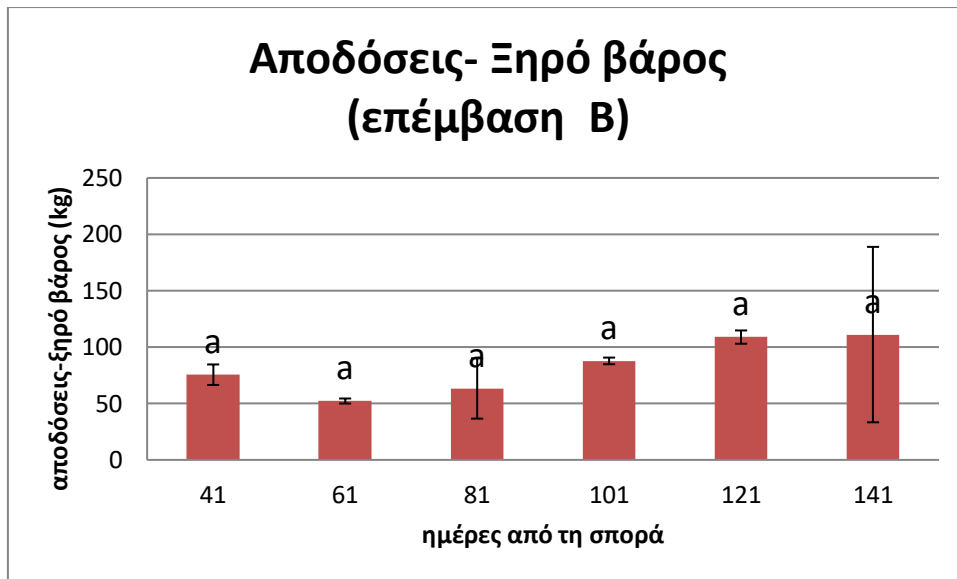
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τις αποδόσεις σε βιομάζα νωπού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση C, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή νωπού βάρους παρουσιάστηκε στις 71 ημέρες μετά τη σπορά (4897,78kg/str) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (251,11kg/str). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν 41, 101 και 131 (b) ημέρες μετά τη σπορά.

### 3.1.5 Αποδόσεις βιομάζας ξηρού βάρους



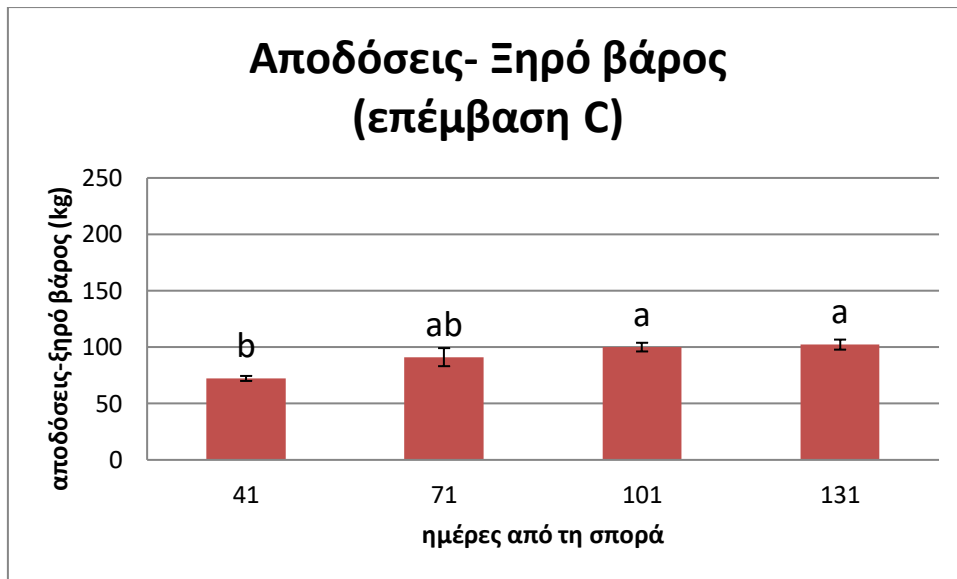
**Διάγραμμα 3.13:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε ξηρό βάρος κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τις αποδόσεις σε βιομάζα ξηρού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Α, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (201,11kg/str) και η χαμηλότερη στις 141 και στις 151 ημέρες μετά τη σπορά (7,78kg/str). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν 41 (b), 51 (bcd), 71 (b), 81 (b), 91 (bc), 101 (bcd) και στις 111 (bcd) ημέρες μετά τη σπορά, αλλά και στις 51 (bcd), 91 (bc), 101 (bcd), 111 (bcd) και στις 121 (cd) ημέρες, καθώς και στις 51 (bcd), 101 (bcd), 111 (bcd), 121 (cd), 131 (d), 141 (d) και στις 151 (d) ημέρες μετά τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.14:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε ξηρό βάρος κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τις αποδόσεις σε βιομάζα ξηρού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση Β, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους παρουσιάστηκε στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (111,11kg/str) και η χαμηλότερη στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (52,22kg/str). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν κατά την επέμβαση Β.

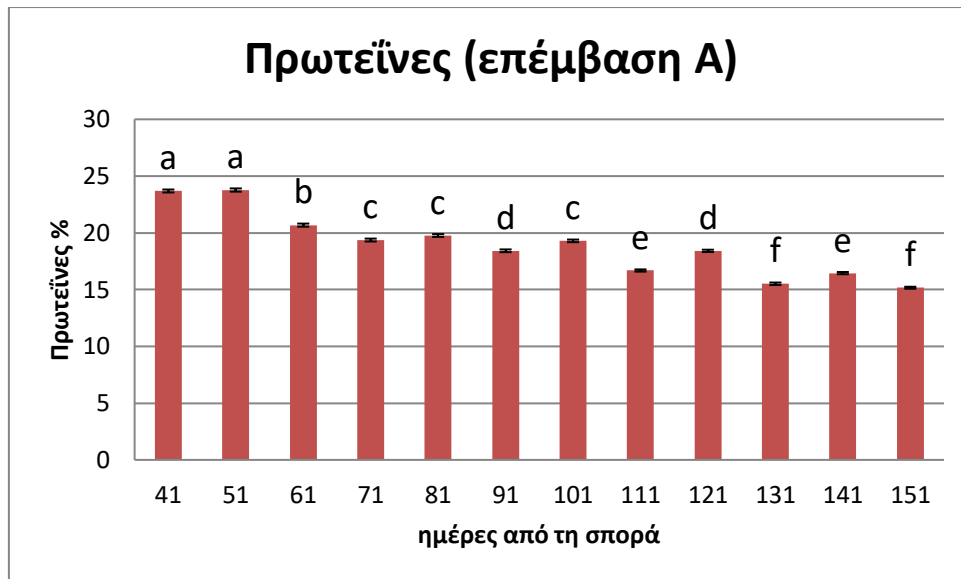


**Διάγραμμα 3.15:** Πορεία στο χρόνο των αποδόσεων του φυτού σε ξηρό βάρος κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τις αποδόσεις σε βιομάζα ξηρού βάρους των φυτών κατά την επέμβαση C, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους παρουσιάστηκε στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (102,22kg/str) και η χαμηλότερη στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (72,22kg/str). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν 41 (b) και 71 (ab) ημέρες μετά τη σπορά, καθώς και μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν 71 (ab), 101 (a) και 131 (a) ημέρες μετά τη σπορά.

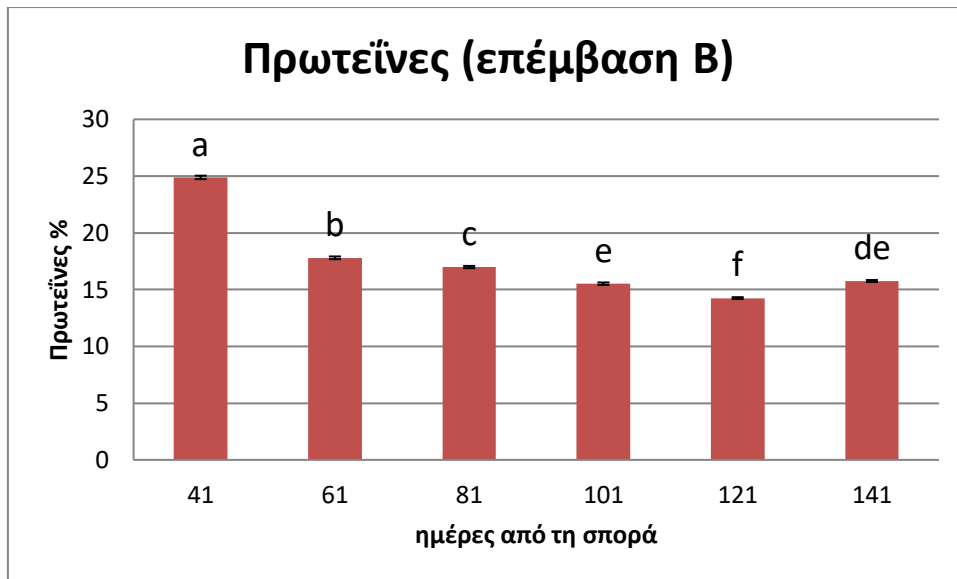
## 3.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

### 3.2.1 Πρωτεΐνες



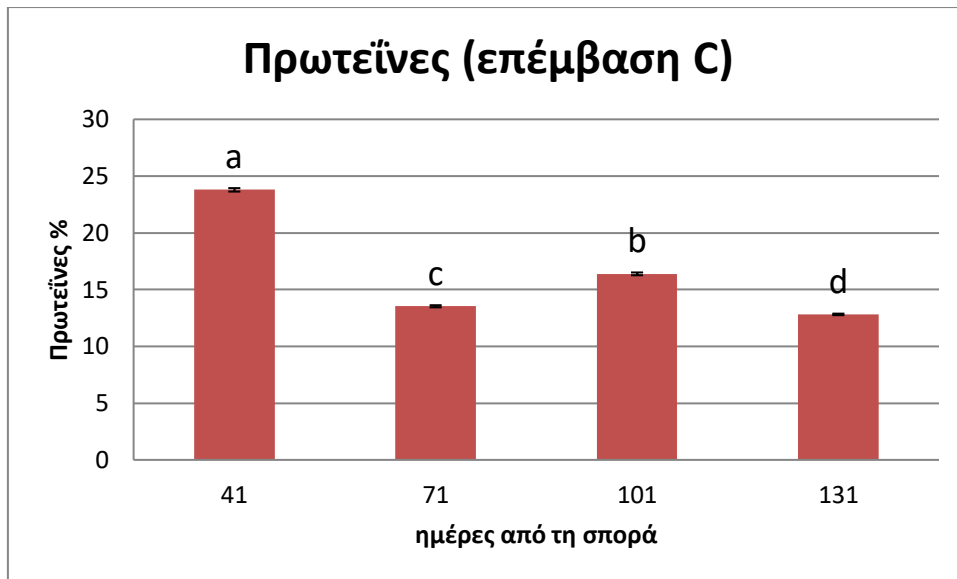
**Διάγραμμα 3.16:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση Α σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες παρουσιάστηκε στις 51 ημέρες μετά τη σπορά (23,77%) και η χαμηλότερη στις 151 ημέρες μετά τη σπορά (15,67%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάζονται μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 και 51 ημέρες μετά τη σπορά (a), στις 71, 81 και 101 ημέρες (c), στις 91 και 121 ημέρες (d), στις 111 και 141 ημέρες (e) και στις 131 και 151 ημέρες μετά τη σπορά (f).



**Διάγραμμα 3.17:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση Β σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή της περιεκτικότητας σε άζωτο παρουσιάστηκε στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (24,88%) και η χαμηλότερη στις 121 ημέρες μετά τη σπορά (14,25%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάζονται μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 101 (e) και 141 (de) ημέρες μετά τη σπορά.

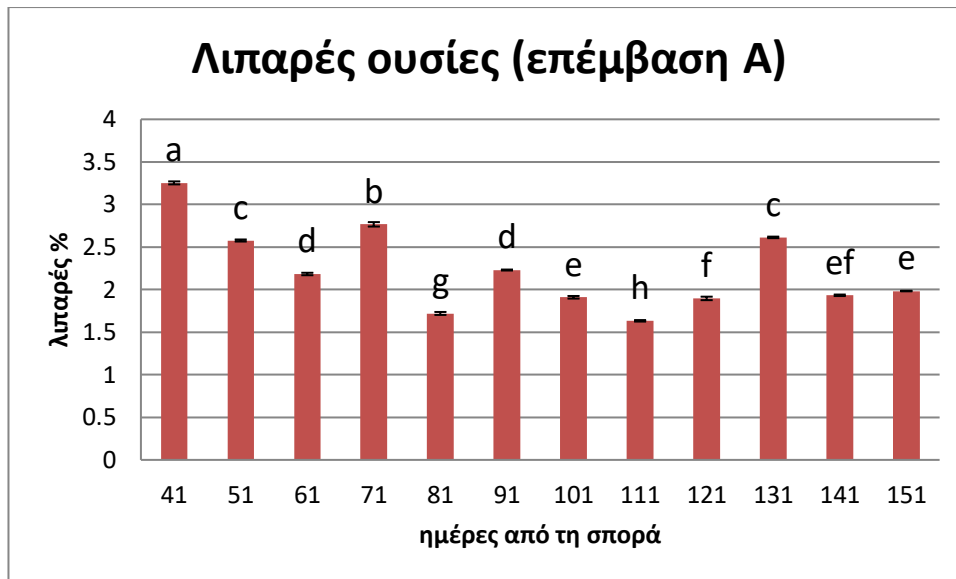


**Διάγραμμα 3.18:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα του φυτού σε πρωτεΐνες κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες παρουσιάστηκε στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (23,79%) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (12,82%). Παρατηρούμε ότι παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των κοπών που πραγματοποιήθηκαν κατά την επέμβαση C.

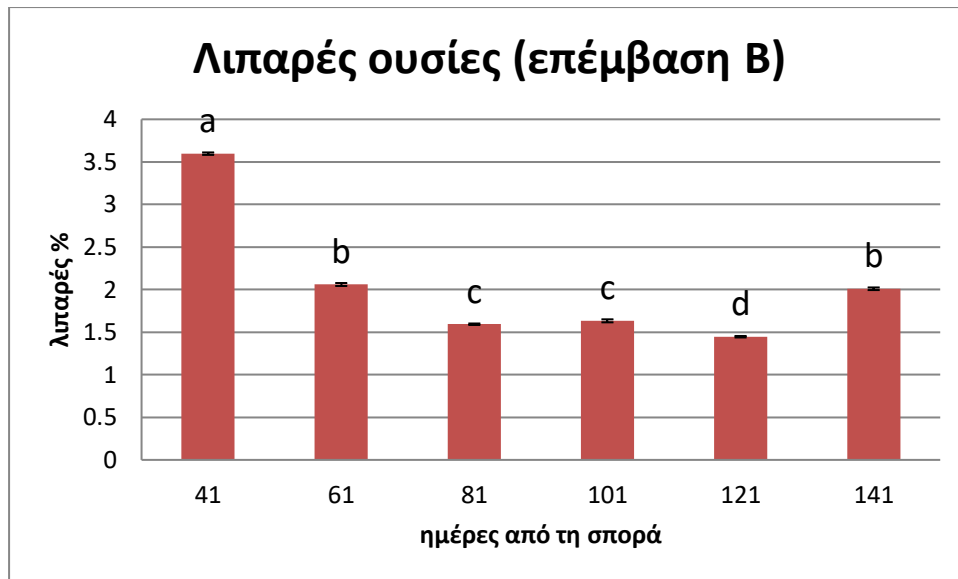
### 3.2.2 Λιπαρές





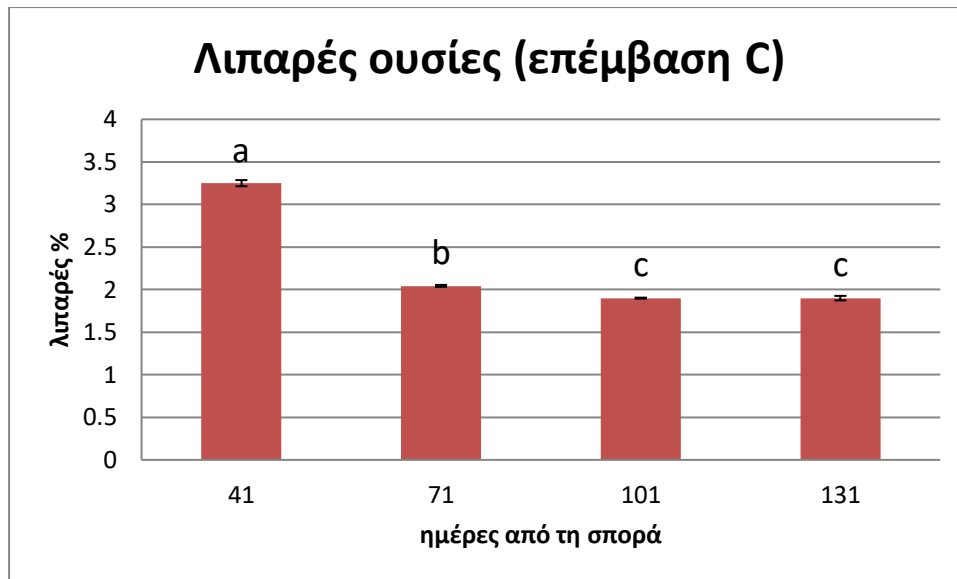
**Διάγραμμα 3.19:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας σε λιπαρά κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε λιπαρά κατά την επέμβαση Α σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων των λιπαρών παρουσιάστηκε στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (3,25%) και η χαμηλότερη στις 111 ημέρες μετά τη σπορά (1,63%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάζονται μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 51 και 131 ημέρες μετά τη σπορά (c), στις 61 και 91 ημέρες (d), στις 101 (e), 141 (ef) και 151 (e) ημέρες και στις 121 (f) και 141 (ef) ημέρες μετά τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.20:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε λιπαρά κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

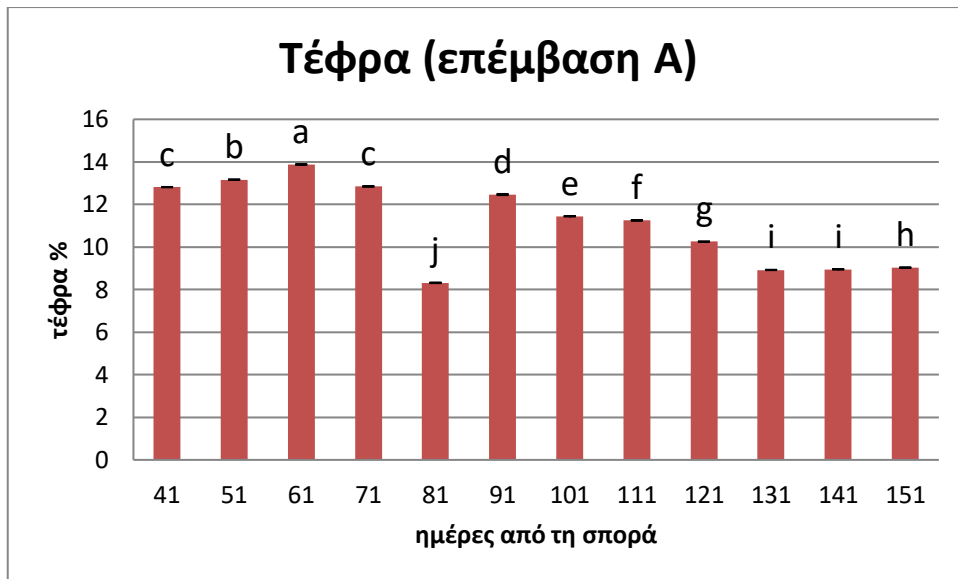
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε λιπαρά κατά την επέμβαση Β σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων των λιπαρών παρουσιάστηκε στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (3,60%) και η χαμηλότερη στις 121 ημέρες μετά τη σπορά (1,45%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 61 και 141 ημέρες (b) και στις 81 και 101 ημέρες (c) μετά τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.21:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας του φυτού σε λιπαρά κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

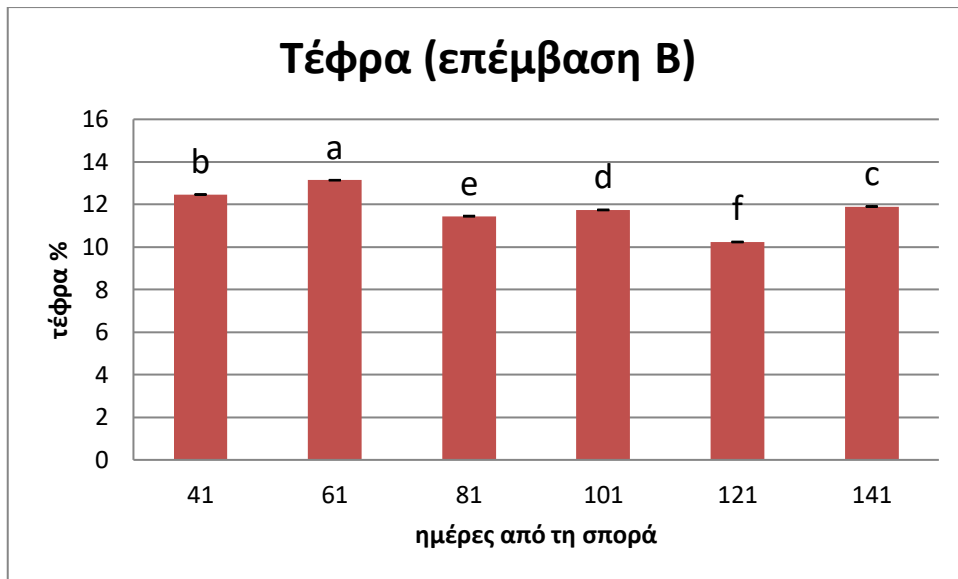
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε λιπαρά κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων των λιπαρών παρουσιάστηκε στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (3,25%) και η χαμηλότερη στις 101 και 131 ημέρες μετά τη σπορά (1,90%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν 101 και 131 ημέρες μετά τη σπορά (c).

### 3.2.3 Τέφρα



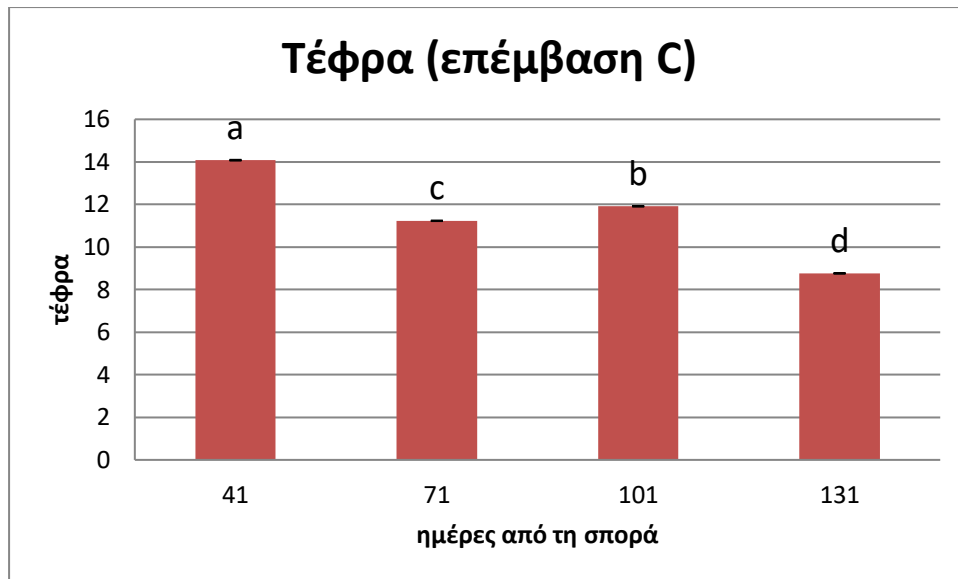
**Διάγραμμα 3.22:** Πορεία στο χρόνο της τέφρας κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα της τέφρας κατά την επέμβαση Α σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων της τέφρας παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (13,88%) και η χαμηλότερη στις 81 ημέρες μετά τη σπορά (8,32%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 και 71 ημέρες (c) μετά τη σπορά καθώς και στις 131 και 141 ημέρες μετά τη σπορά (i).



**Διάγραμμα 3.23:** Πορεία στο χρόνο της τέφρας κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

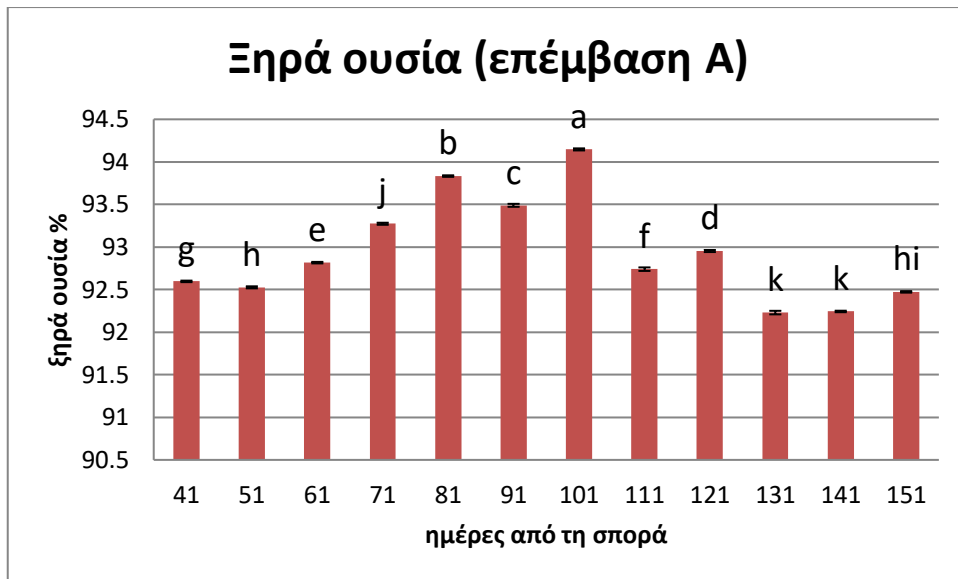
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα της τέφρας κατά την επέμβαση Β σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων της τέφρας παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (13,14%) και η χαμηλότερη στις 121 ημέρες μετά τη σπορά (10,24%). Παρατηρούμε ότι παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των κοπών που πραγματοποιήθηκαν κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες).



**Διάγραμμα 3.24:** Πορεία στο χρόνο της τέφρας κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

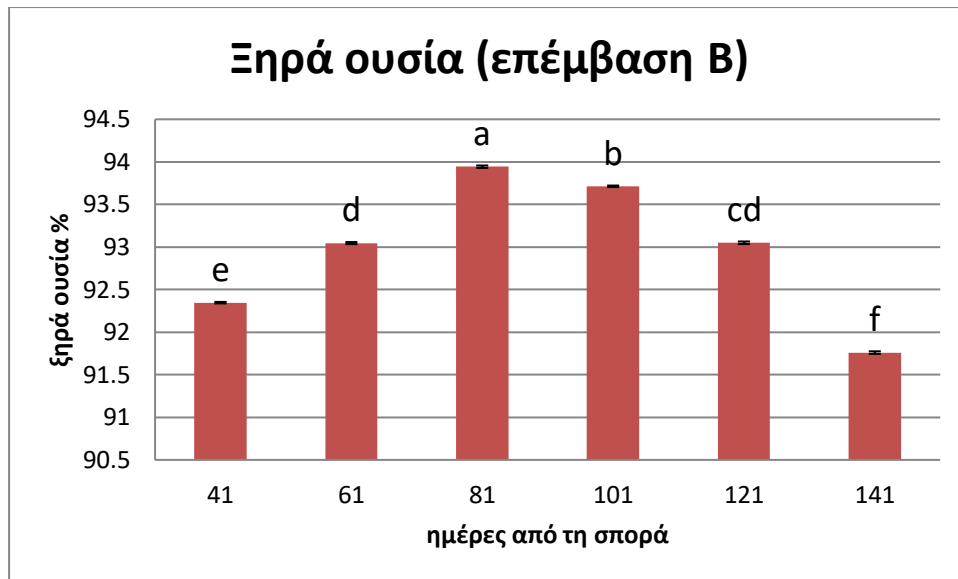
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα της τέφρας κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων της τέφρας παρουσιάστηκε στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (14,08%) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (8,76%). Παρατηρούμε ότι παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των κοπών που πραγματοποιήθηκαν κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες).

### 3.2.4 Ξηρά ουσία



**Διάγραμμα 3.25:** Πορεία στο χρόνο της ξηράς ουσίας κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

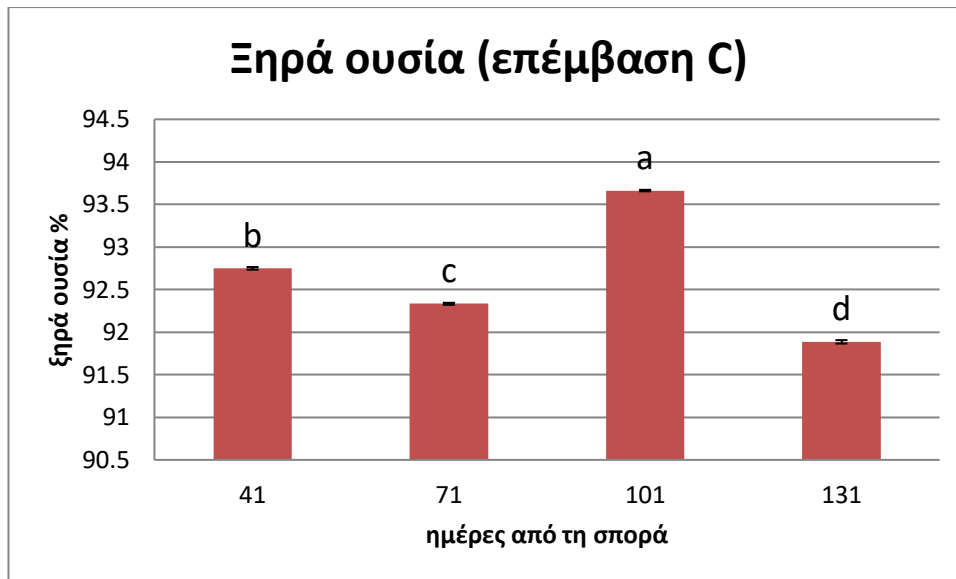
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία κατά την επέμβαση A σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων της ξηράς ουσίας παρουσιάστηκε στις 101 ημέρες μετά τη σπορά (94,15%) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (92,23%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 51 (h) και 151 (hi) ημέρες μετά τη σπορά καθώς και τις κοπές που πραγματοποιήθηκαν στις 131 και 141 (k) ημέρες μετά τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.26:** Πορεία στο χρόνο της ξηράς ουσίας κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων της ξηράς ουσίας παρουσιάστηκε στις 81 ημέρες μετά τη σπορά (93,94%) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (91,76%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μόνο μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 61 (d) και στις 121 (cd) ημέρες από τη σπορά.

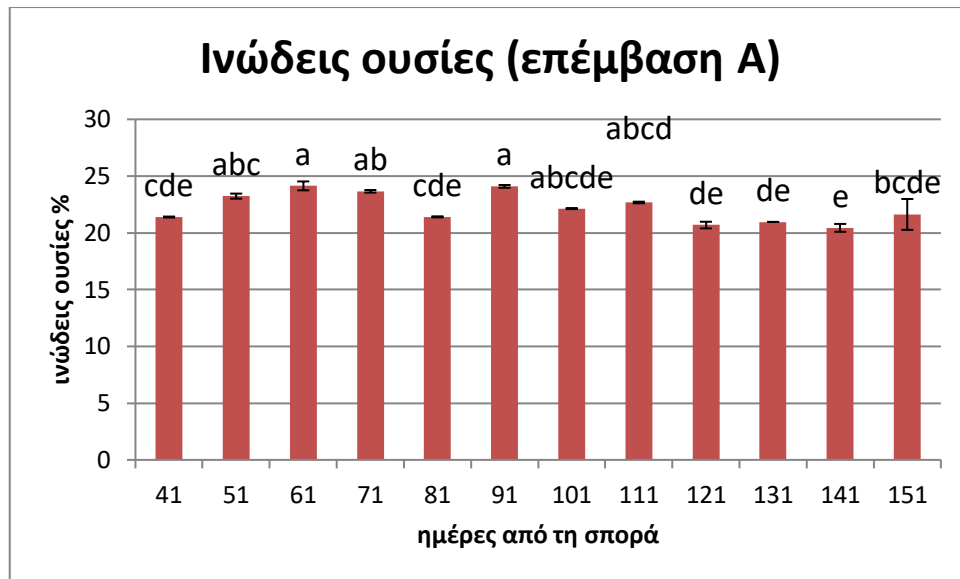




**Διάγραμμα 3.27:** Πορεία στο χρόνο της ξηράς ουσίας κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

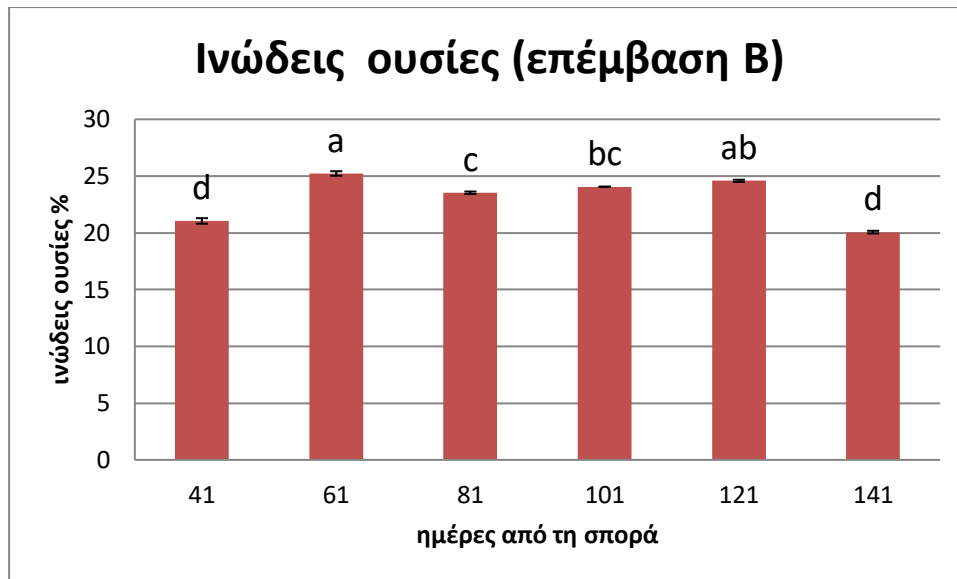
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων της ξηράς ουσίας παρουσιάστηκε στις 101 ημέρες μετά τη σπορά (93,66%) και η χαμηλότερη στις 131 ημέρες μετά τη σπορά (91,89%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ όλων των κοπών που πραγματοποιήθηκαν κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες).

### 3.2.5 Ινώδεις ουσίες



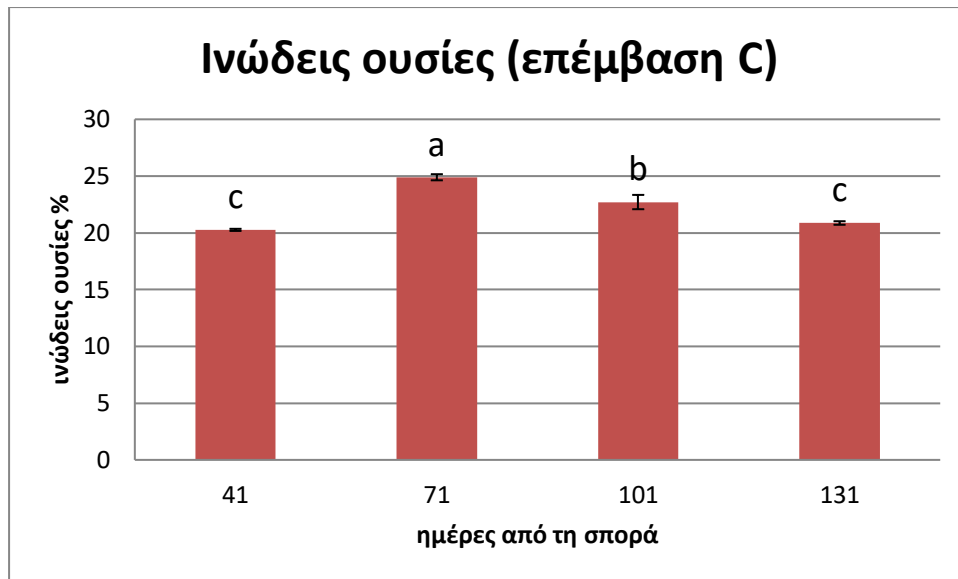
**Διάγραμμα 3.28:** Πορεία στο χρόνο των ινωδών ουσιών κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες κατά την επέμβαση Α σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων ινωδών ουσιών παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (24,14%) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (20,44%). Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 (cde), 51 (abc), 81 (cde), 101 (abcde), 111 (abcd) και 151 (bcde) ημέρες μετά τη σπορά, στις 41 (cde), 81 (cde), 101 (abcde), 111(abcd), 121 (de) , 131 (de) και 151 (bcde) ημέρες, στις 41 (cde), 81 (cde), 101 (abcde), 121 (de), 131 (de), 141 (e) και 151 (bcde) ημέρες, στις 51 (abc), 61 (a), 71 (ab), 91 (a), 101 (abcde) και στις 111 (abcd) ημέρες, καθώς και στις 51 (abc), 71 (ab), 101 (abcde), 111 (abcd) και 151 (bcde) ημέρες από τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.29:** Πορεία στο χρόνο των ινωδών ουσιών κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

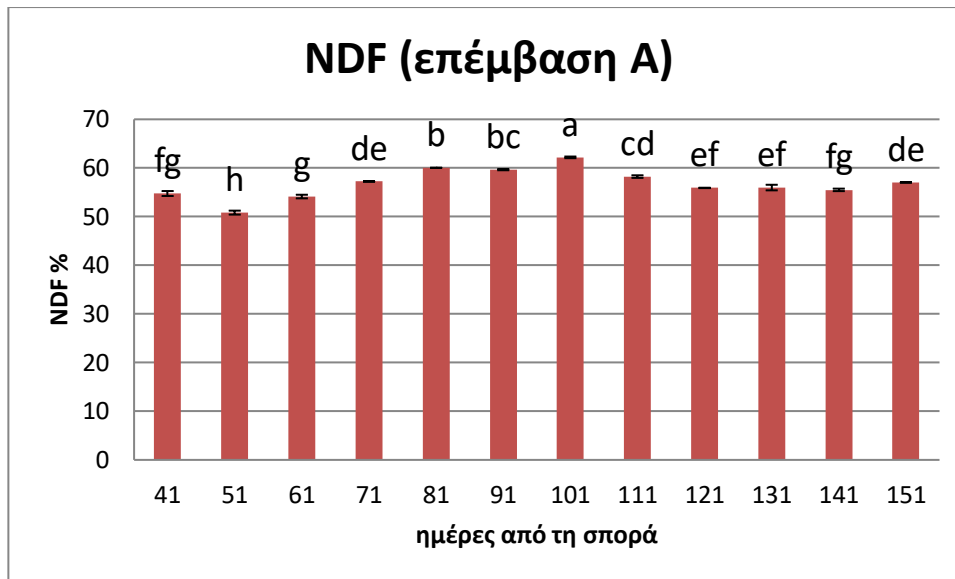
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες κατά την επέμβαση Β σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων ινωδών ουσιών παρουσιάστηκε στις 61 ημέρες μετά τη σπορά (25,23%) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (20,06%). Παρατηρούμε ότι δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 και 141 ημέρες από τη σπορά (d), στις 61 (a) και 121 (ab) ημέρες, στις 81 (c) και 101 (bc) ημέρες, καθώς και στις 101 (bc) και 121 (ab) ημέρες από τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.30:** Πορεία στο χρόνο της περιεκτικότητας ινωδών ουσιών κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

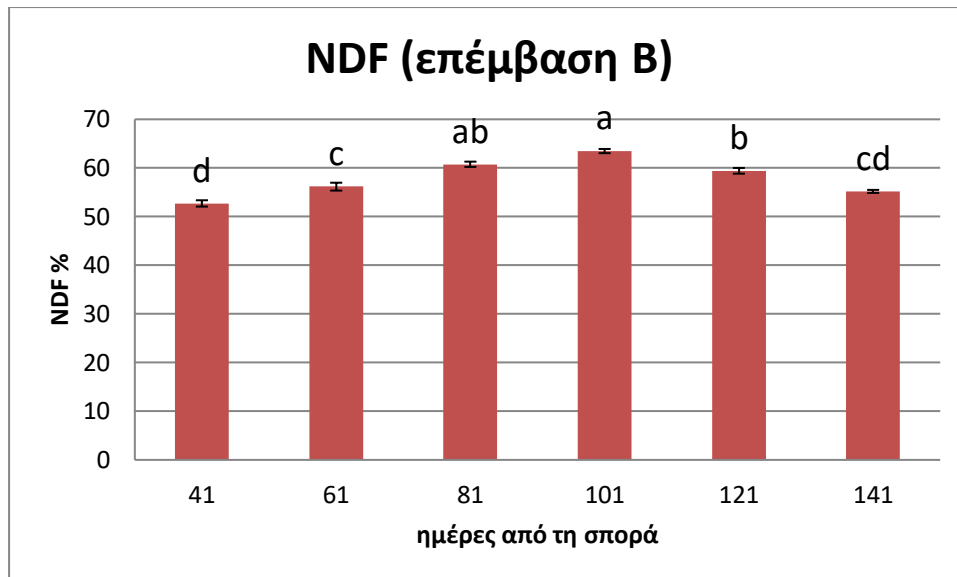
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε την περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων ινωδών ουσιών παρουσιάστηκε στις 71 ημέρες μετά τη σπορά (24,90%) και η χαμηλότερη στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (20,26%). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 και 131 ημέρες από τη σπορά (c).

### 3.2.6 NDF



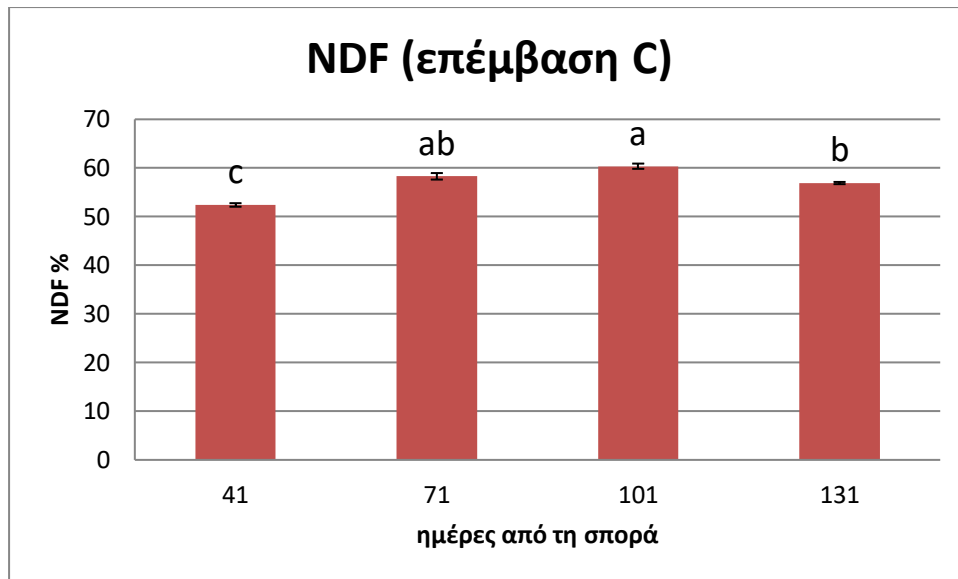
**Διάγραμμα 3.31:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων NDF κατά την επέμβαση Α (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τα επίπεδα NDF κατά την επέμβαση Α σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων NDF παρουσιάστηκε στις 101 ημέρες μετά τη σπορά (62,18%) και η χαμηλότερη στις 51 ημέρες μετά τη σπορά (50,82%). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 (fg), 121 (ef), 131 (ef) και στις 141 (fg) ημέρες από τη σπορά, στις 41 (fg), 61 (g) και στις 141 (fg) ημέρες, στις 71 (de), 111 (cd) και στις 151 (de) ημέρες, στις 71 (de), 121 (ef), 131 (ef) και στις 151 (de) ημέρες, στις 81 (b) και στις 91 (bc) ημέρες, καθώς και στις 91 (bc) και στις 111 (cd) ημέρες από τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.32:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων NDF κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

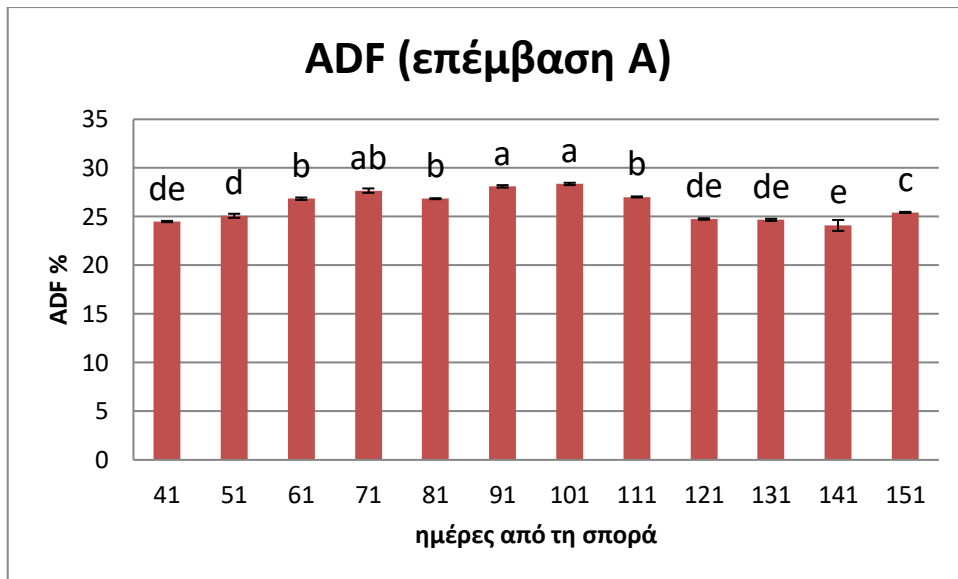
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τα επίπεδα NDF κατά την επέμβαση Β σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων NDF παρουσιάστηκε στις 101 ημέρες μετά τη σπορά (63,48%) και η χαμηλότερη στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (52,71%). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 (d) και στις 141 (cd) ημέρες από τη σπορά, στις 61 (c) και στις 141 (cd) ημέρες, στις 81 (ab) και στις 101 (a) ημέρες, καθώς και στις 81 (ab) και 121 (b) ημέρες από τη σπορά.



**Διάγραμμα 3.33:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων NDF κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τα επίπεδα NDF κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων NDF παρουσιάστηκε στις 101 ημέρες μετά τη σπορά (60,36%) και η χαμηλότερη στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (52,40%). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 71 (ab) και 101 (a) ημέρες από τη σπορά, καθώς και μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 71 (ab) και 131 (b) ημέρες από τη σπορά.

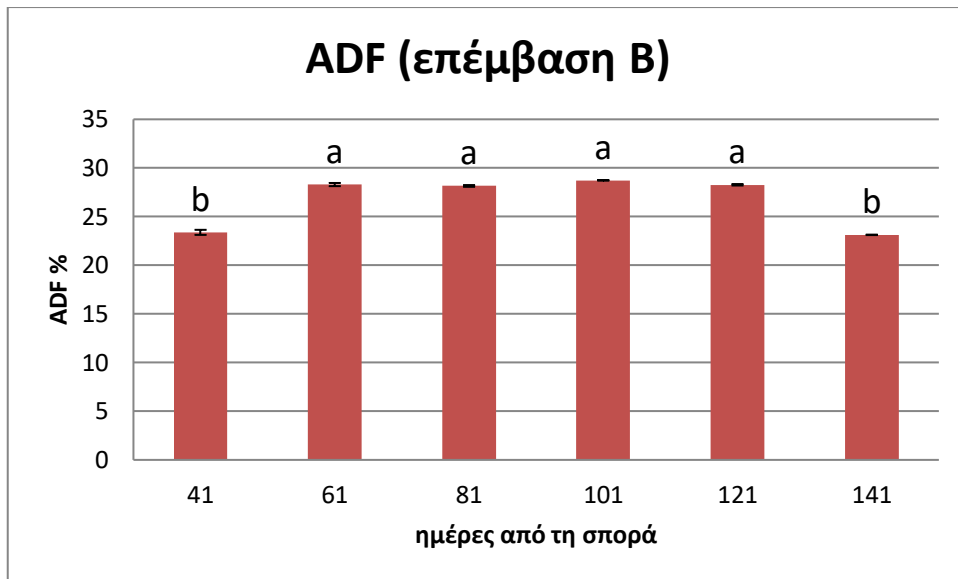
### 3.2.7 ADF



**Διάγραμμα 3.34:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων ADF κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

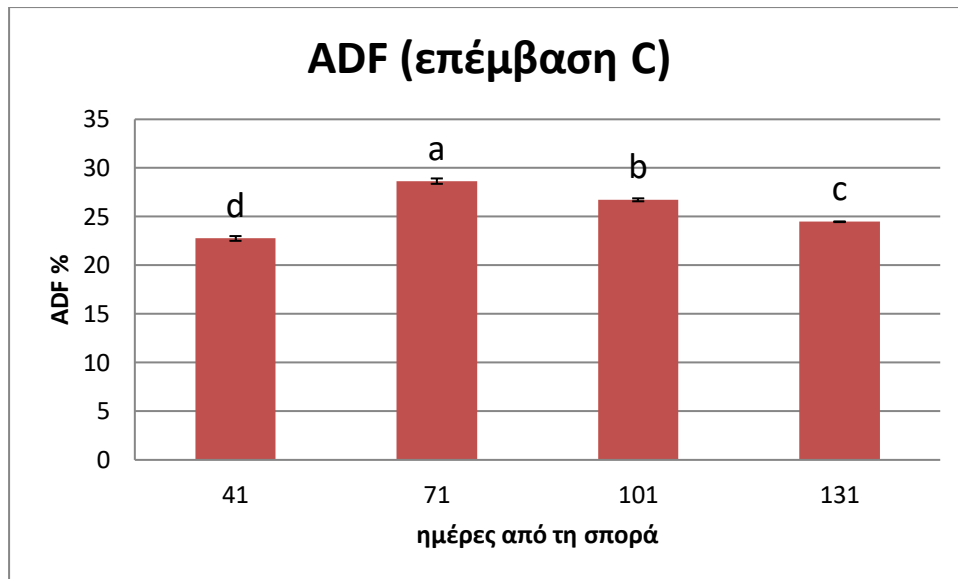
Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τα επίπεδα ADF κατά την επέμβαση A σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 151 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων ADF παρουσιάστηκε στις 101 ημέρες μετά τη σπορά (28,36%) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (24,09%). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 (de), 51 (d), 121 (de) και στις 131 (de) ημέρες μετά τη σπορά, στις 41 (de), 121 (de), 131 (de) και στις 141 (e) ημέρες, στις 61 (b), 71 (ab), 81 (b) και στις 111 (b) ημέρες, καθώς και στις 71 (ab), 91 (a) και στις 101 (a) ημέρες από τη σπορά.





**Διάγραμμα 3.35:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων ADF κατά την επέμβαση Β (κοπές ανά 20 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τα επίπεδα ADF κατά την επέμβαση Β σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 141 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων ADF παρουσιάστηκε στις 101 ημέρες μετά τη σπορά (28,73%) και η χαμηλότερη στις 141 ημέρες μετά τη σπορά (23,13%). Παρατηρούμε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν στις 41 και 141 (b) ημέρες μετά τη σπορά, καθώς και μεταξύ των κοπών που πραγματοποιήθηκαν 61, 81, 101 και 121 ημέρες μετά τη σπορά.

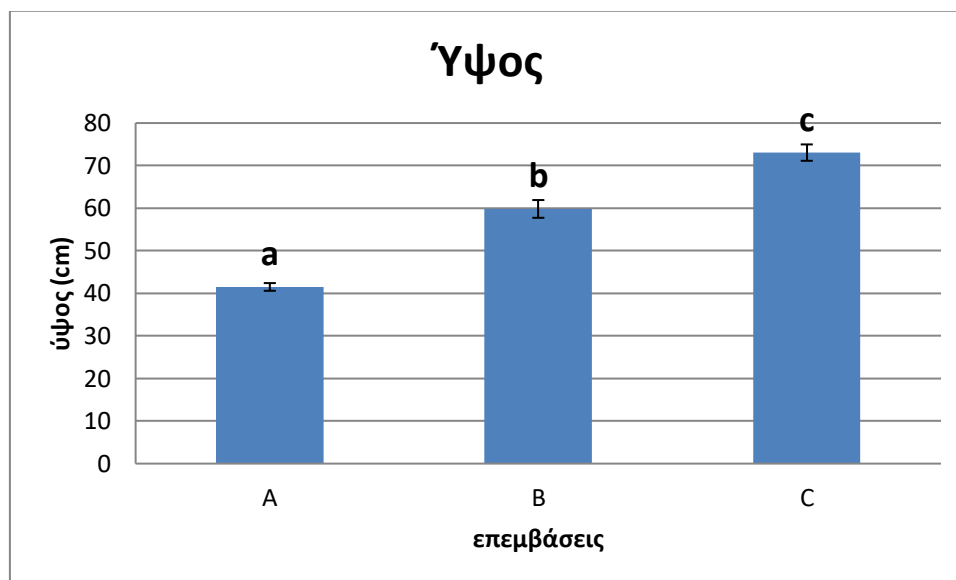


**Διάγραμμα 3.36:** Πορεία στο χρόνο των επιπέδων ADF κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες). Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου όρου των τιμών 3 επαναλήψεων των επεμβάσεων κοπής του *Eragrostis tef* παρατηρούμε τα επίπεδα ADF κατά την επέμβαση C σε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 100g δείγματος, ξεκινώντας με την πρώτη κοπή που πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά και καταλήγοντας στην τελευταία κοπή, 131 ημέρες μετά τη σπορά. Η υψηλότερη τιμή των επιπέδων ADF παρουσιάστηκε στις 71 ημέρες μετά τη σπορά (28,65%) και η χαμηλότερη στις 41 ημέρες μετά τη σπορά (22,76%). Παρατηρούμε ότι παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των κοπών που πραγματοποιήθηκαν κατά την επέμβαση C.

### 3.3 Συγκριτική παρουσίαση αποτελεσμάτων

#### 3.3.1 Ύψος



**Διάγραμμα 3.37:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς το ύψος των φυτών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

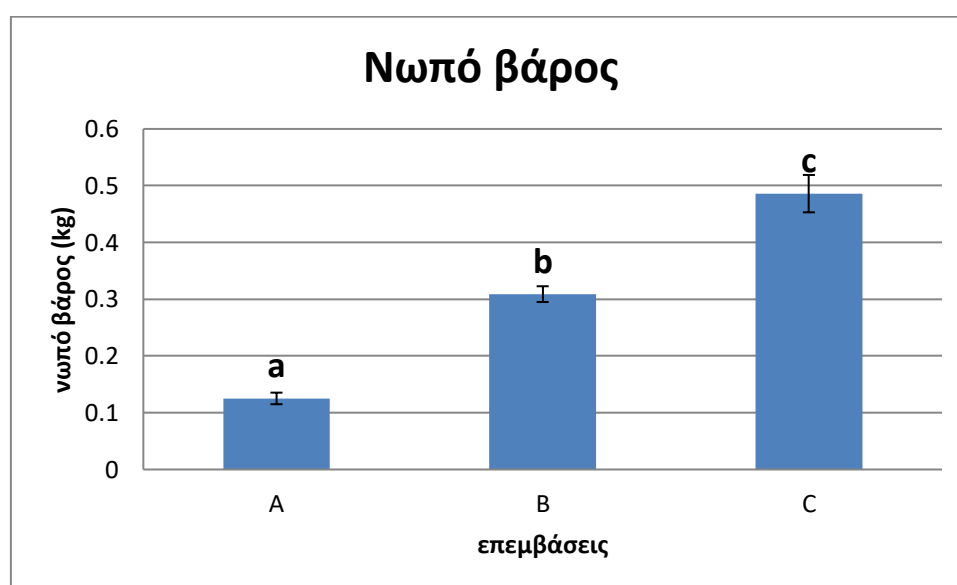
Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς το ύψος. Παρατηρούμε ότι τα επίπεδα του ύψους είναι υψηλότερα στην επέμβαση C (73,05cm) και χαμηλότερα στην επέμβαση A (41,50cm). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ και των τριών επεμβάσεων κοπής A, B και C.

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	1507	753	85	***
RES	6	53,2	8,86		
TOTAL	8	1560			

**Πίνακας 3.1:** Στατιστική ανάλυση του ύψους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.2 Νωπό βάρος



**Διάγραμμα 3.38:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς το νωπό βάρος των φυτών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

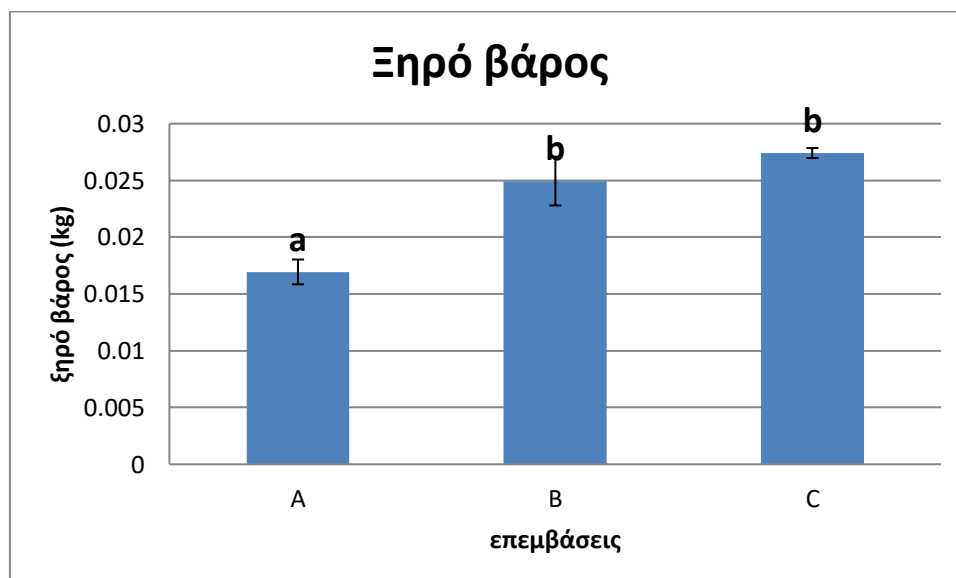
Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς το νωπό βάρος. Παρατηρούμε ότι τα επίπεδα του νωπού βάρους είναι υψηλότερα στην επέμβαση C (0,486kg) και χαμηλότερα στην επέμβαση A (0,125kg). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ και των τριών επεμβάσεων κοπής A, B και C.

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	0,195	0,098	70,7	***
RES	6	0,008	0,001		
TOTAL	8	0,203			

**Πίνακας 3.2:** Στατιστική ανάλυση του νωπού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.3 Ξηρό βάρος



**Διάγραμμα 3.39:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς το ξηρό βάρος των φυτών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των

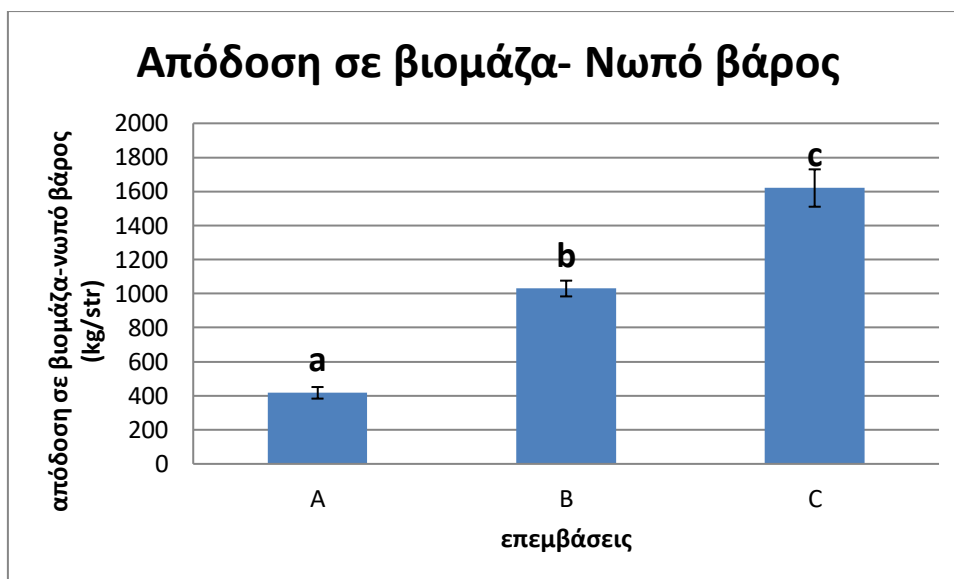
επεμβάσεων ως προς το ξηρό βάρος. Παρατηρούμε ότι τα επίπεδα του ξηρού βάρους είναι υψηλότερα στις επεμβάσεις C (0,027kg) και B (0,025kg) και χαμηλότερα στην επέμβαση A (0,017kg). Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής B (b) και C (b).

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	0,000	8,99E-05	15	**
RES	6	3,6E-05	5,99E-06		
TOTAL	8	0,000			

**Πίνακας 3.3:** Στατιστική ανάλυση του ξηρού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.4 Απόδοση σε βιομάζα νωπού βάρους



**Διάγραμμα 3.40:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την απόδοση σε βιομάζα νωπού βάρους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την απόδοση σε βιομάζα νωπού βάρους. Παρατηρούμε ότι η απόδοση είναι υψηλότερη στην επέμβαση C (1620kg/str) και χαμηλότερη στην επέμβαση A (417,4kg/str). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ και των τριών επεμβάσεων κοπής A, B και C.

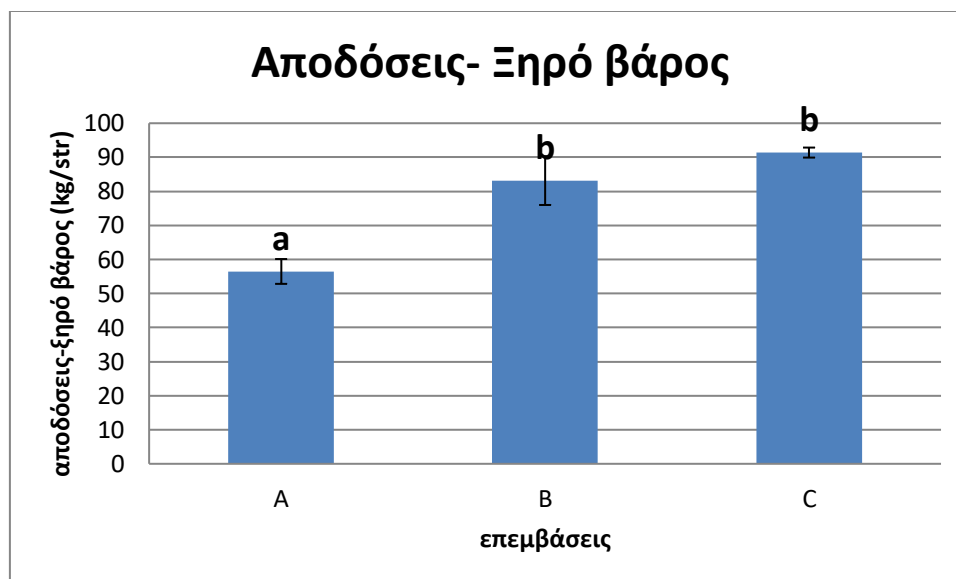
	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	2169590	1084795	70,7	***
RES	6	92046	15341		
TOTAL	8	2261637			

**Πίνακας 3.4:** Στατιστική ανάλυση της απόδοσης σε βιομάζα νωπού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ)

και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.5 Απόδοση σε βιομάζα ξηρού βάρους



**Διάγραμμα 3.41:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την απόδοση σε ξηρό βάρος. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την απόδοση ξηρού βάρους. Παρατηρούμε ότι η απόδοση είναι υψηλότερη στις επεμβάσεις B (83,15kg/str) και C (91,39kg/str) και χαμηλότερη στην επέμβαση A (56,48kg/str). Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής B (b) και C (b).

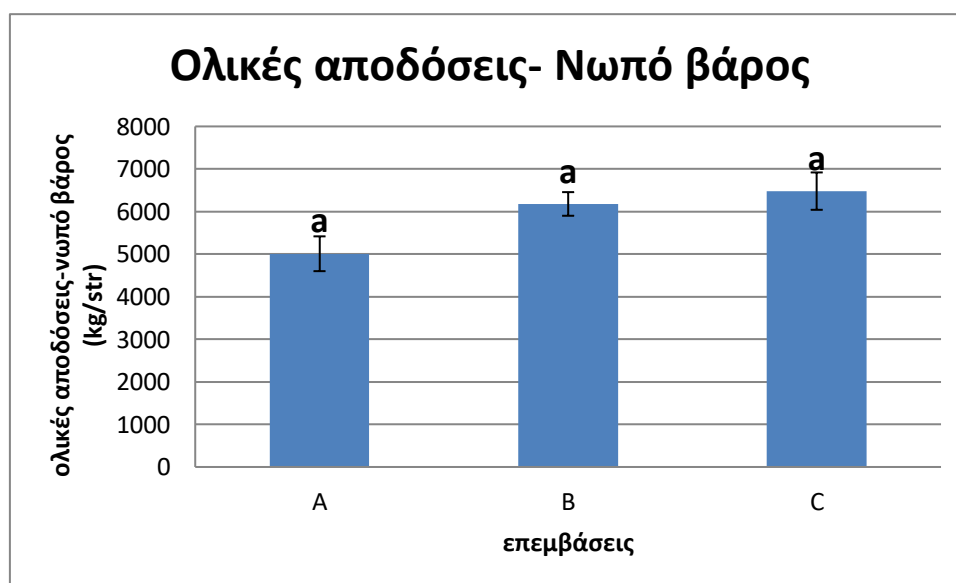


	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	1997	999	15	**
RES	6	400	66,6		
TOTAL	8	2397			

**Πίνακας 3.5:** Στατιστική ανάλυση της απόδοσης ξηρού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.6 Ολικές αποδόσεις βιομάζας νωπού βάρους



**Διάγραμμα 3.42:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την ολική απόδοση νωπού βάρους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που

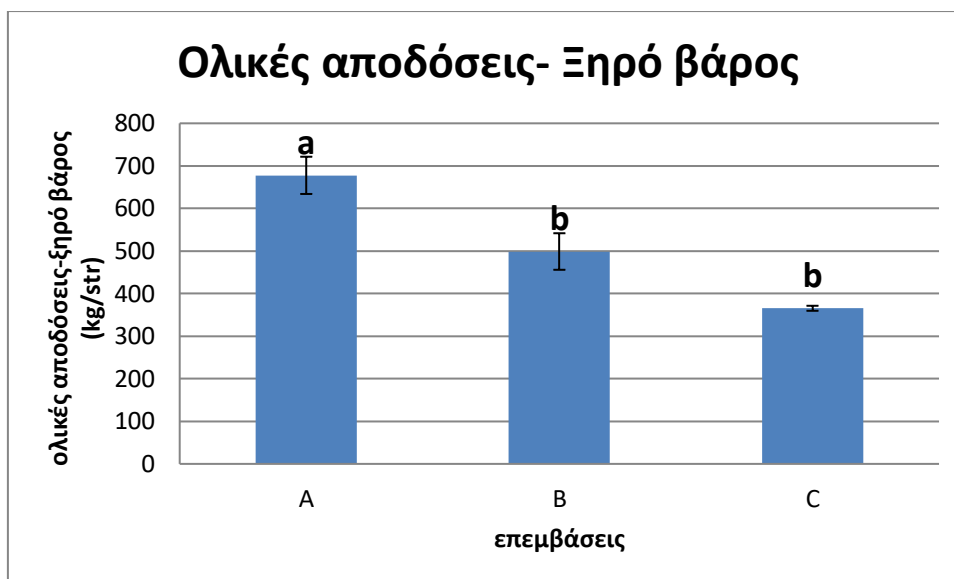
πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την ολική απόδοση νωπού βάρους. Παρατηρούμε ότι η απόδοση είναι υψηλότερη στην επέμβαση C (6480kg/str) και χαμηλότερη στην επέμβαση A (5009kg/str), χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων κοπής A (a), B (a) και C (a).

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	3623736	1811868	4,15	NS
RES	6	2619415	436569		
TOTAL	8	6243151			

**Πίνακας 3.6:** Στατιστική ανάλυση των ολικών αποδόσεων νωπού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.7 Ολικές αποδόσεις βιομάζας ξηρού βάρους



**Διάγραμμα 3.43:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την ολική απόδοση ξηρού βάρους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την ολική απόδοση ξηρού βάρους. Παρατηρούμε ότι η απόδοση είναι υψηλότερη στην επέμβαση A (677,78kg/str) και χαμηλότερη στις επεμβάσεις B (498,89kg/str) και C (365,55kg/str). Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής B (b) και C (b).

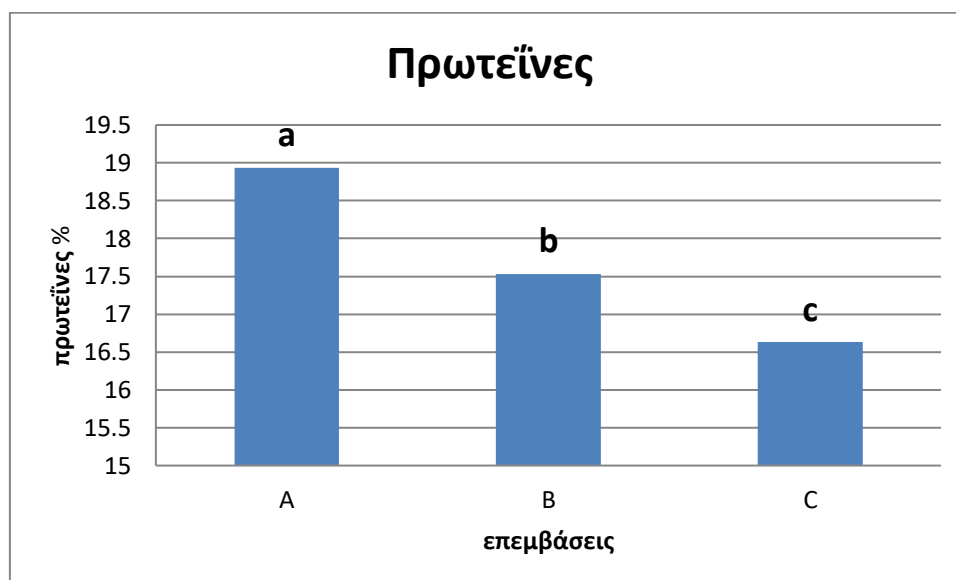
	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	147262	73631	19,4	**
RES	6	22733	3789		
TOTAL	8	169995			

**Πίνακας 3.7:** Στατιστική ανάλυση των ολικών αποδόσεων ξηρού βάρους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ)

και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.8 Πρωτεΐνες



**Διάγραμμα 3.44:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

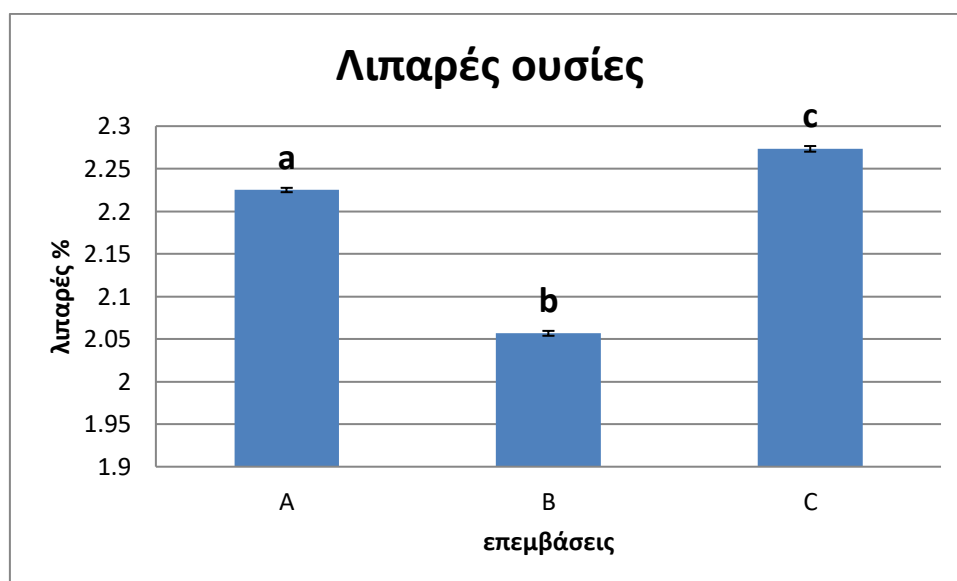
Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Παρατηρούμε ότι η πρωτεΐνοπεριεκτικότητα είναι υψηλότερη στην επέμβαση A (18,93%) και χαμηλότερη στην επέμβαση C (16,63%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ και των τριών επεμβάσεων κοπής A, B και C.

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	8.09	4.04	114	***
RES	6	0.213	0.035		
TOTAL	8	8.30			

**Πίνακας 3.8:** Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαίοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.9 Λιπαρές ουσίες



**Διάγραμμα 3.45:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που

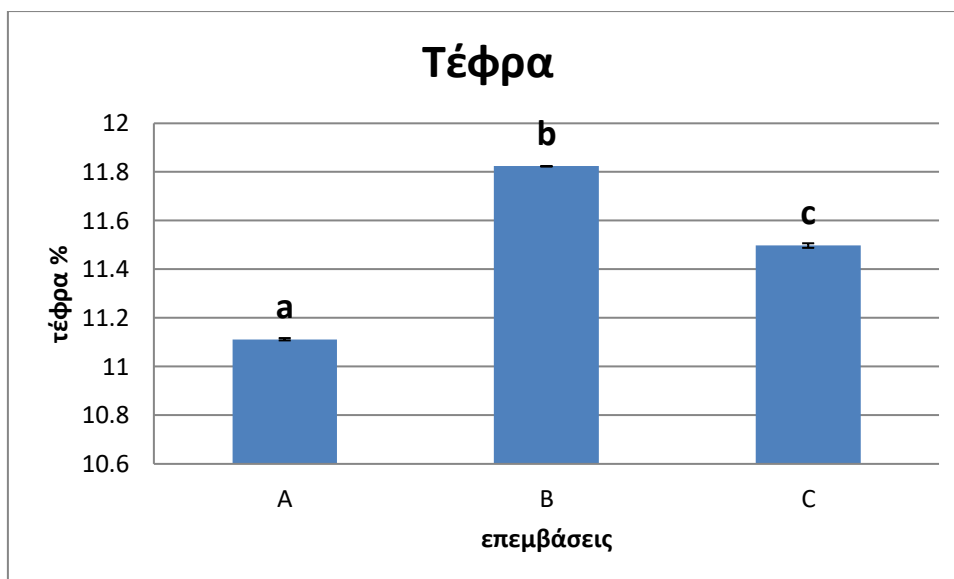
πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες. Παρατηρούμε ότι η περιεκτικότητα είναι υψηλότερη στην επέμβαση C (2,27%) και χαμηλότερη στην επέμβαση B (2,06%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ και των τριών επεμβάσεων κοπής A, B και C.

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	0,078	0,039	1496	***
RES	6	0,000	2.59E-05		
TOTAL	8	0,078			

**Πίνακας 3.9:** Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε λιπαρές ουσίες σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.10 Τέφρα



**Διάγραμμα 3.46:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα της τέφρας. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την περιεκτικότητα της τέφρας. Παρατηρούμε ότι η περιεκτικότητα είναι υψηλότερη στην επέμβαση B (11,82%) και χαμηλότερη στην επέμβαση A (11,11%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ και των τριών επεμβάσεων κοπής A, B και C.

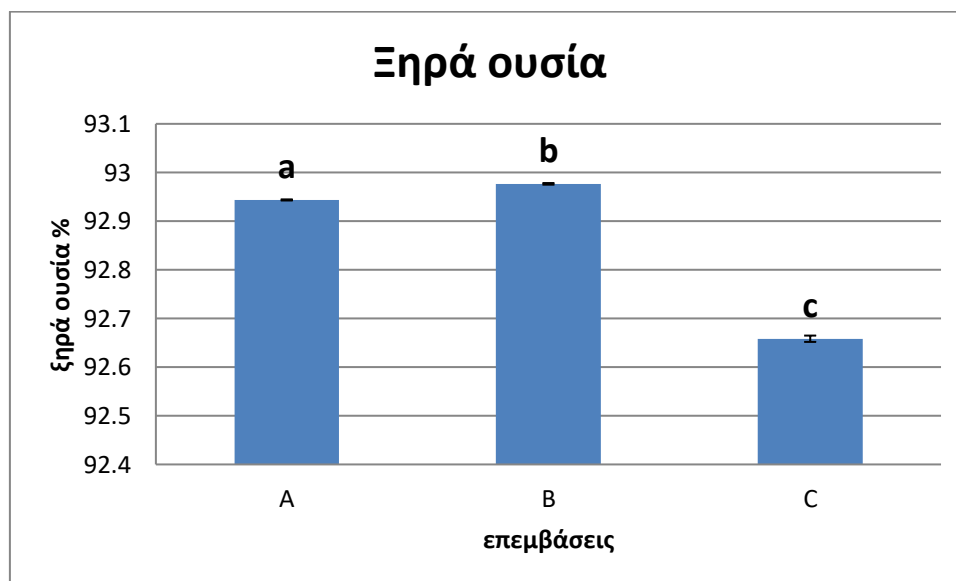
	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	0,760	0,380	3341	***
RES	6	0,001	0,000		
TOTAL	8	0,760			

**Πίνακας 3.10:** Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε τέφρα σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ)

και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.11 Ξηρά ουσία



**Διάγραμμα 3.47:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα της ξηράς ουσίας. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία. Παρατηρούμε ότι η περιεκτικότητα είναι υψηλότερη στην επέμβαση B (92,98%) και χαμηλότερη στην επέμβαση C (92,66%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ και των τριών επεμβάσεων κοπής A, B και C.

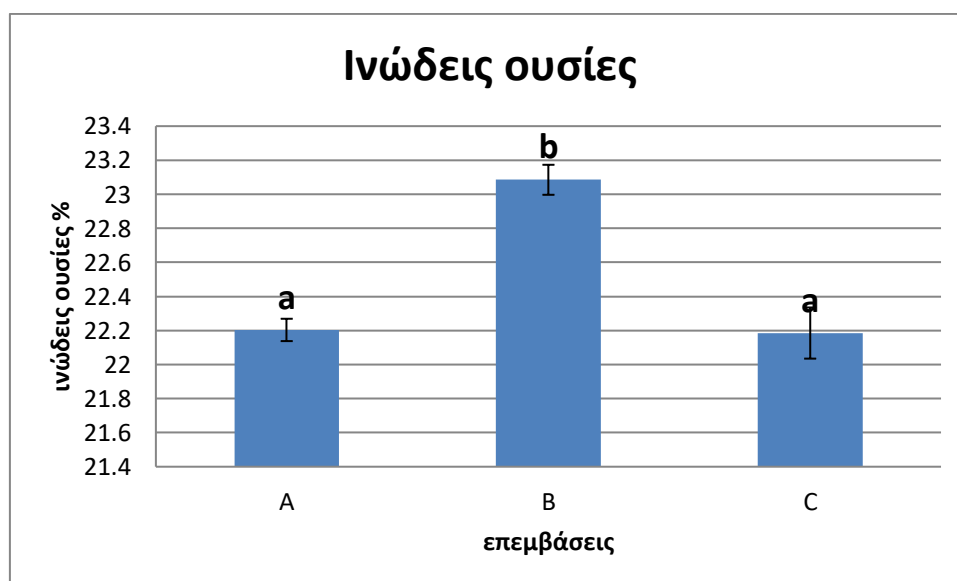


	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	0,184	0,092	1981	***
RES	6	0,000	4,64E-05		
TOTAL	8	0,184			

**Πίνακας 3.11:** Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε ξηρά ουσία σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.12 Ινώδεις ουσίες



**Διάγραμμα 3.48:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς την περιεκτικότητα των ινωδών ουσιών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που

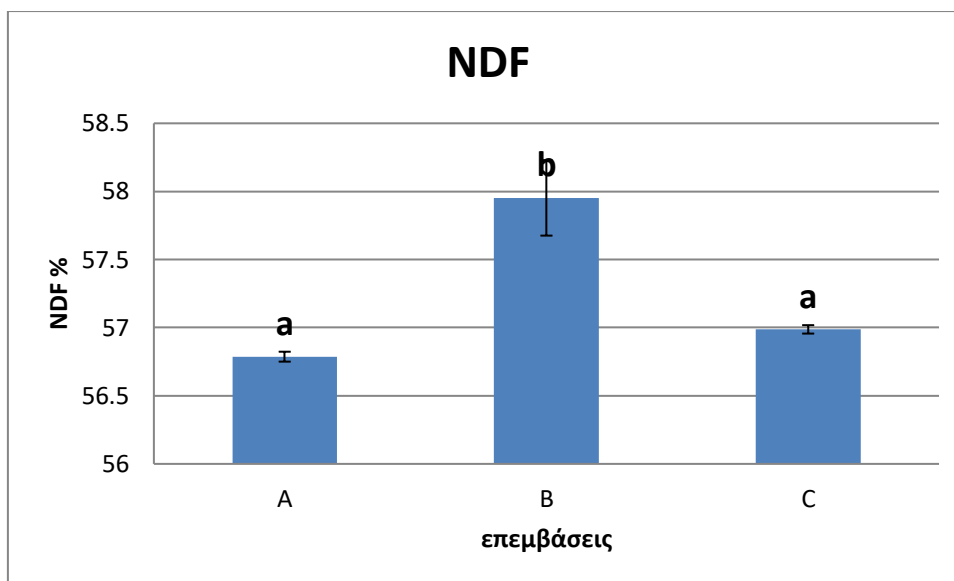
πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς την περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες. Παρατηρούμε ότι η περιεκτικότητα είναι υψηλότερη στην επέμβαση Β (23,08%) και ακολουθούν οι επεμβάσεις C (22,18%) και Α (22,20%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής Α και C.

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	1,588	0,793	22,9	**
RES	6	0,207	0,034		
TOTAL	8	1,795			

**Πίνακας 3.12:** Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε ινώδεις ουσίες σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01% . Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.13 NDF



**Διάγραμμα 3.48:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς τα επίπεδα NDF στο *Eragrostis tef*. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς τα επίπεδα NDF. Παρατηρούμε ότι τα επίπεδα είναι υψηλότερα στην επέμβαση B (57,95%) και ακολουθούν οι επεμβάσεις C (56,99%) και A (56,79%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής A και C.

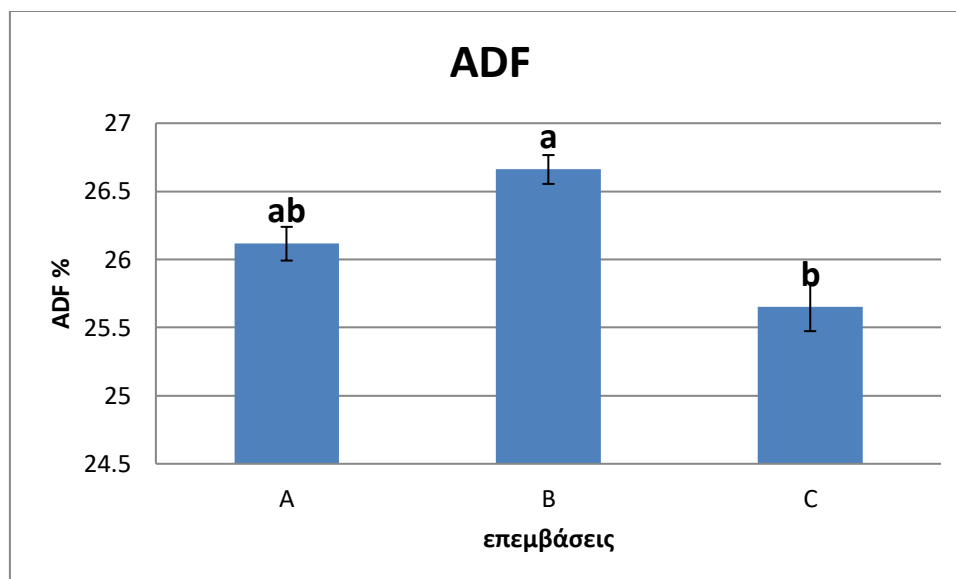
	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	2,331	1,165	14.7	**
RES	6	0,474	0,079		
TOTAL	8	2,805			

**Πίνακας 3.13:** Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε NDF σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ)

και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%. Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

### 3.3.14 ADF



**Διάγραμμα 3.49:** Συγκριτική παρουσίαση των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) ως προς τα επίπεδα ADF στο *Eragrostis tef*. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο παραπάνω ιστόγραμμα των μέσων όρων των κοπών των επεμβάσεων A (κοπές ανά 10 ημέρες), B (κοπές ανά 20 ημέρες) και C (κοπές ανά 30 ημέρες) που πραγματοποιήθηκαν στο *Eragrostis tef*, παρουσιάζεται σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων ως προς τα επίπεδα ADF. Παρατηρούμε ότι τα επίπεδα είναι υψηλότερα στην επέμβαση B (26,66%) και ακολουθούν οι επεμβάσεις A (26,11%) και C (25,65%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής A (ab) και B (a) καθώς και μεταξύ των επεμβάσεων A (ab) και C (b).

	DF	AT	MT	F	P
CUTTINGS	2	1,53	0,766	13,2	**
RES	6	0,347	0,058		
TOTAL	8	1,88			

**Πίνακας 3.14:** Στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των φυτών σε ADF σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01%.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση όπου εφαρμόστηκε η δοκιμή κατά Tukey (1953) (Tukey's method for paired comparisons), για τη σύγκριση των μέσων των πειραματικών επεμβάσεων σε Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) και σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01% . Η σημαντικότητα φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα.

#### 4. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Table 1. Comparison of nutrients in various cereals relative to RDA for female (49 yr and 50 kg) given equal carbohydrate intake

Nutrient	Recommended	Maize	Rice	Wheat	Barley	Sorghum	Millet	Rye	Tef	Fonio	Oats
	Dietary Allowance										
Carbohydrate	130 g/d	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Fiber	25 g/d	12.8	5.9	23.3	30.6	11	15.2	25.8	14.2	13.5	20.8
Protein	46 g/d	16.5	11.7	29.4	22.1	22	22	17.7	17.1	15.6	33.1
Methionine & Cysteine	750 mg/d	643	513			571	790		684	1089	
Calcium	1,000 mg/d	12.6	46.1	47.8	58.4	58.4	68.8	41	283	76	105.8
Copper	900 ug/d	550	360			3294	930		1246		
Iron	18 mg/d	4.7	1.3	6.9	6.4	10.4	18.2	4.5	10.3	14.7	9.3
Magnesium	320 mg/d	223	187		235	256	212	188	303	347	
Phosphorus	700 mg/d	367	187	634	467	673	630	568	673	306	1025
Zinc	8 mg/d	3.9	1.7	5.3	4.9		3.7	4.5	3.6	7.8	
Potassium	4.7 g/d	0.5	0.2	0.6	0.8	0.4	0.8	0.9	0.7		0.8
Sodium	1.5 g/d	0.06	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.08		0.01
Thiamin	1.1 mg/d	0.68	0.12	0.96	1.14	0.64	0.58	0.54	0.53	0.81	1.5
Riboflavin	1.1 mg/d	0.35	0.09	0.21	0.5	0.26	0.35	0.43	0.32	0.17	0.27
Niacin	14 mg/d	6.44	2.59	10.91	8.15	5.12	4.84	7.3	4.45	3.29	1.88
Vitamin B6	1.3 mg/d	0.91	0.03	0.64	0.56	0.92		0.5			0.23

greater than 100% of daily value

greater than 20% of daily value

greater than 50% of daily value

greater than 10% of daily value

less than 10% of daily value

*Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy of Science, 2012  
WHO, 2012*

Εικόνα 4.1: Συγκριτική παρουσίαση των θρεπτικών συστατικών διαφορών δημητριακών\_ πηγή: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy of Science, 2012, WHO, 2012

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε συγκριτική παρουσίαση θρεπτικών συστατικών διαφορών δημητριακών. Παρατηρούμε ότι το *Eragrostis tef* παρουσιάζει υψηλά ποσοστά θρεπτικών συστατικών σε σχέση με τα υπόλοιπα δημητριακά. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η εκτίμηση της αφομοιωσιμότητας των ζωοτροφών με βάση τα μεμονωμένα ποσοστά θρεπτικών συστατικών δεν είναι αξιόπιστη λόγω των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των θρεπτικών συστατικών και της έλλειψης πληροφοριών σχετικά με τις σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος (Van Soest, 1982).

Συγκριτικά με άλλες οικονομικώς σημαντικές ζωοτροφές, το teff παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ενδεικτικά, το άχυρο μηδικής παρουσιάζει 8,44% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, 31,4% περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες (University of Nevada, Fact Sheet 93-23) και 90,2% περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (CCOF, 2015). Η σόγια παρουσιάζει 36,1% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, 18,9% σε λιπαρές ουσίες, 5,6% σε ινώδεις ουσίες και 5,3% περιεκτικότητα σε τέφρα (USDA). Αντίστοιχα και

όπως είδαμε και παραπάνω, στο teff κατά την επέμβαση A η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ήταν 18,93%, σε λιπαρές ήταν 2.22%, σε τέφρα ήταν 11,11%, σε ξηρά ουσία 92.94% και η περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες ήταν 22,20%. Παρατηρούμε λοιπόν ότι το teff παρουσιάζει υψηλότερα ποσοστά πρωτεΐνης από τη μηδική και χαμηλότερα από τη σόγια, υψηλότερα ποσοστά ινωδών ουσιών από τη σόγια και χαμηλότερα από τη μηδική, χαμηλότερα ποσοστά λιπαρών ουσιών από τη σόγια και ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά σε ξηρά ουσία από τη μηδική.

#### 4.1 Αποδόσεις

Σύμφωνα με την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι στην παρούσα έρευνα η απόδοση σε βιομάζα νωπού βάρους ήταν υψηλότερη κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες) και χαμηλότερη κατά την επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες). Όμως, όσον αφορά την απόδοση σε βιομάζα ξηρού βάρους τα ποσοστά ήταν υψηλότερα στην επέμβαση C και ακολουθεί η επέμβαση B (κοπές ανά 20 ημέρες) με στατιστικώς μη σημαντική διαφορά από τη C. Κατά την επέμβαση A η απόδοση σε βιομάζα ξηρού βάρους εμφάνισε τα χαμηλότερα ποσοστά.

Όσον αφορά τις ολικές αποδόσεις νωπού βάρους, ήταν υψηλότερες στην επέμβαση C και χαμηλότερες στην επέμβαση A, χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων κοπής A, B και C. Οι ολικές αποδόσεις ξηρού βάρους ήταν υψηλότερες στην επέμβαση A και χαμηλότερες στις επεμβάσεις B και C. Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής B και C.

#### 4.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά

Όσον αφορά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά του *Eragrostis tef*, παρατηρούμε ότι στην επέμβαση C καταγράφηκαν τα υψηλότερα ποσοστά ύψους και νωπού βάρους, ενώ τα επίπεδα ξηρού βάρους ήταν υψηλότερα στις επεμβάσεις B και C.

##### Υψος

Στην παρούσα μελέτη, κατά την επέμβαση C παρουσιάστηκε αύξηση του ύψους των φυτών κατά τη δεύτερη κοπή και από την τρίτη κοπή και μετά παρουσιάστηκε πτώση. Η μελέτη των S. Irtas και A. R. Brohi (2003), η οποία αφορά την επίδραση της αναλογίας αζώτου και του ύψους του στελέχους στην απόδοση σε ξηρά ουσία, στην περιεκτικότητα και απόδοση σε ακατέργαστη πρωτεΐνη ενός υβριδίου του *Sorghum-Sudangrass* [*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.] σε σύστημα τριών κοπών, υποδεικνύει ότι κατά τη δεύτερη κοπή παρουσιάστηκε πτώση και κατά την τρίτη αύξηση των επιπέδων ύψους των φυτών.

Οι M.Afzal *et al.* (2013) μελέτησαν το αποτέλεσμα των πολλαπλών κοπών σε σόργο που χρησιμοποιείται για ζωοτροφή, χρησιμοποιώντας διαφορετικές συνθήκες σποράς και αναλογίες άζωτου. Το αποτέλεσμα της έρευνας όσον αφορά το ύψος των φυτών στις επεμβάσεις που δεν προστέθηκε άζωτο, αλλά υποβλήθηκαν σε δύο επεμβάσεις σποράς, ήταν ότι ενώ το ύψος των φυτών παρουσίασε μικρή αλλά στατιστικώς μη σημαντική αύξηση στη δεύτερη κοπή, στην τρίτη κοπή παρουσίασε μείωση, όπου στη μία επέμβαση σποράς (S1) ήταν στατιστικώς μη σημαντική ενώ στη δεύτερη επέμβαση σποράς (S2) ήταν στατιστικώς σημαντική.

Η έρευνα των Kannika Rengsirikul *et al.* (2011) αφορούσε τις επιπτώσεις του διαστήματος μεταξύ των κοπών στην απόδοση σε βιομάζα, στις συνιστώσες ανάπτυξης και στη χημική σύνθεση τριών ποικιλιών του Napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*) ως καλλιέργειες βιοενέργειας στην Ταϊλάνδη. Η πορεία του ύψους σε αυτό το πείραμα παρουσίασε αυξητική τάση μέχρι την τέταρτη κοπή, ενώ στην πέμπτη κοπή παρουσίασε πτώση και στις τρεις εξεταζόμενες ποικιλίες. Στην παρούσα έρευνα διαπιστώσαμε ότι ενώ κατά την επέμβαση Β τα επίπεδα ύψους των φυτών παρουσίασαν αύξηση κατά τη δεύτερη κοπή, από την τρίτη κοπή μέχρι και την τελευταία εμφάνισαν μείωση.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε πειράματα σε αγρό στο Guelph, στο Οντάριο τέσσερις χειμερινοί γονότυποι triticale (*X Triticosecale Wittmack*), ένα χειμερινό σιτάρι (*Triticum aestivum L. em. Thell.*) και μία χειμερινή σίκαλη (*Secale cereale L.*) αξιολογήθηκαν κατά τη διάρκεια τριών εποχών για απόδοση σε σπόρο, απόδοση σε ζωοτροφή και τις αγρονομικές επιδόσεις μετά τη συγκομιδή σε δύο στάδια ανάπτυξης φυτών την άνοιξη. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μελέτη, η συγκομιδή την άνοιξη ελάττωσε σημαντικά το τελικό ύψος των σιτηρών που ερευνήθηκαν, και βελτίωσε την αντοχή στο πλάγιασμα σε σύγκριση με τους άκοπους μάρτυρες (Povse, V. W. 1985), ενώ παρόμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και για άλλα σιτηρά (Day *et al.* 1968).

#### *Νωπό βάρος*

Όσον αφορά το νωπό βάρος των φυτών, παρατηρούμε ότι τα υψηλότερα ποσοστά εμφανίστηκαν στην επέμβαση C και ακολουθούν η επέμβαση B και A. Στην έρευνα των M.Afzal *et al.* (2013) που αναφέρθηκε παραπάνω, ερευνήθηκε το αποτέλεσμα των πολλαπλών κοπών σε σόργο που χρησιμοποιείται για ζωοτροφή, εφαρμόζοντας δύο μεθόδους σποράς, τρεις κοπές και άζωτο σε τέσσερις διαφορετικές αναλογίες σε κάθε κοπή. Το αποτέλεσμα της μελέτης όσον αφορά το νωπό βάρος των φυτών στις επεμβάσεις που δεν προστέθηκε άζωτο, αλλά υποβλήθηκαν σε δύο επεμβάσεις σποράς, ήταν ότι παρουσίασε μικρή αλλά στατιστικώς μη σημαντική αύξηση στη δεύτερη κοπή και ακόμα μικρότερη αύξηση στην τρίτη κοπή. Αντίστοιχα, στην παρούσα μελέτη κατά την επέμβαση C παρουσιάστηκε αύξηση των επιπέδων



νωπού βάρους των φυτών στη δεύτερη κοπή ενώ από την τρίτη κοπή μέχρι την τελευταία παρουσιάστηκε μείωση.

#### Ξηρό βάρος

Τα επίπεδα ξηρού βάρους του *Eragrostis tef* ήταν υψηλότερα στην επέμβαση C και ακολουθεί η επέμβαση B με μικρή, στατιστικώς μη σημαντική διαφορά και η επέμβαση A που εμφάνισε τα χαμηλότερα ποσοστά. Παρατηρούμε ότι, στην έρευνα των M.Afzal *et al.* (2013) που αναφέρθηκε παραπάνω, όπου ερευνήθηκε το αποτέλεσμα των πολλαπλών κοπών σε σόργο που χρησιμοποιείται για ζωοτροφή, χρησιμοποιώντας δύο μεθόδους σποράς, τρεις κοπές και άζωτο σε τέσσερις διαφορετικές αναλογίες σε κάθε κοπή, στις επεμβάσεις που δεν προστέθηκε άζωτο, αλλά υποβλήθηκαν σε δύο επεμβάσεις σποράς, τα επίπεδα ξηρού βάρους αυξήθηκαν κατά τη δεύτερη κοπή και κατά την τρίτη παρουσίασαν μείωση, όμως οι επεμβάσεις εμφάνισαν αποτελέσματα με στατιστικώς μη σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, στην παρούσα έρευνα παρουσιάστηκε αύξηση των επιπέδων νωπού βάρους κατά τη δεύτερη κοπή αλλά και στις ακόλουθες αυτής, μέχρι την τελευταία.

### 4.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

#### Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ήταν υψηλότερη στην επέμβαση A και χαμηλότερη στην επέμβαση C. Οι W. D. Willms και K. A. Beauchemin (1991) στην έρευνα τους πάνω στη συχνότητα κοπής και στις επιπτώσεις του ύψους κοπής στην ποιότητα των *Festuca scabrella var. Campestris* και *Danthonia parryi*, κατέδειξαν ότι με την αύξηση της συχνότητας των κοπών, αυξήθηκαν και τα επίπεδα της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη.

Η μελέτη των S. Irtas και A. R. Brohi (2003), όπου αναφέρθηκε παραπάνω, αφορά την επίδραση της αναλογίας αζώτου και του ύψους του στελέχους στην απόδοση σε ξηρά ουσία, στην περιεκτικότητα και απόδοση σε ακατέργαστη πρωτεΐνη ενός υβριδίου του Sorghum-Sudangrass [*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.] σε σύστημα τριών κοπών. Στη συγκεκριμένη έρευνα, μελετήθηκαν τρία ύψη στελέχους φυτών και στην κάθε επέμβαση εφαρμοζόταν N σε τέσσερις διαφορετικές αναλογίες. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής υποδεικνύουν μια πτωτική τάση στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες με την πάροδο των κοπών, σε όλες τις επεμβάσεις εφαρμογής αζώτου. Ωστόσο, οι M.Afzal *et al.* (2013), σε έρευνα που αναφέρθηκε παραπάνω, όπου μελέτησαν το αποτέλεσμα των πολλαπλών κοπών σε σόργο που χρησιμοποιείται για ζωοτροφή, χρησιμοποιώντας διαφορετικές συνθήκες σποράς και αναλογίες αζώτου, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι κατά τη δεύτερη κοπή η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του

εξεταζόμενον φυτού παρουσίασε αύξηση και κατα την τρίτη κοπή μείωση. Αντίστοιχα, στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι κατά την επέμβαση C η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες παρουσίασε αύξηση κατά τη δεύτερη κοπή, ενώ μειώθηκε κατά την τρίτη και τέταρτη κοπή.

Στην έρευνα των R. E. Puteri *et al.* (2015) ερευνήθηκε η παραγωγικότητα και θρεπτική ποιότητα γραμμών μεταλλάξεων σόργου σε διαφορετικές ηλικίες κοπής, όπου χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα είδη σόργου και τρεις ηλικίες κοπής. Η συγκεκριμένη έρευνα αναφέρει ότι όσο μεγάλωνε το μεσοδιάστημα μεταξύ των κοπών μειώνονταν τα επίπεδα της πρωτεΐνης.

Οι C. Rojo *et al.* (1997) μελέτησαν την επίδραση της ημερομηνίας σποράς και του σταδίου κοπής σχετικά με την απόδοση και την ποιότητα του αρδευόμενου κριθαριού και του τριτικάλε που χρησιμοποιούνται για ζωοτροφή και σπόρο. Το πείραμα περιελάμβανε δύο ημερομηνίες σποράς σε δύο μέρη διεξαγωγής του. Οι τρεις επεμβάσεις κοπής ήταν: το στάδιο του άκοπου μάρτυρα, κόψιμο στο στάδιο έγερσης του ψευδοστελέχους και κόψιμο στο πρώτο στάδιο ανιχνεύσιμου κόμβου (Zadoks *et al.* 1974). Στην έρευνα αυτή παρατηρήθηκε ότι τα επίπεδα της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη ήταν χαμηλότερα στη δεύτερη κοπή από ότι στην πρώτη.

Αντίστοιχα, οι Taye Bayble *et al.* (2007) στη μελέτη τους πάνω στα αποτελέσματα τριών ημερομηνιών κοπής στη θρεπτική αξία του Napier (*Pennisetum purpureum*) που έχει φυτευτεί μόνο του και σε συνδυασμό με το *Desmodium* (*Desmodium intortum*) ή το Lablab (*Lablab purpureus*), κατέδειξαν ότι τα επίπεδα περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες μειώθηκαν σημαντικά με την πάροδο της ωριμότητας των φυτών και των κοπών.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το φαινόμενο μείωσης των επιπέδων περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη έχει καταγραφεί και από άλλες μελέτες (Kidunda *et al.* 1990, Seyoum *et al.* 1998, Tessema *et al.* 2002) και αποδίδεται κυρίως στην αραίωση της πρωτεϊνοπεριεκτικότητας των καλλιεργειών για ζωοτροφή από την ταχεία συσσώρευση υδατανθράκων του κυτταρικού τοιχώματος στα τελευταία στάδια ανάπτυξης (Taye Bayble, Solomon Melaku, N K Prasad, 2007). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι όσο το διάστημα μεταξύ των κοπών αυξάνει, το ποσοστό του στελέχους αυξάνεται ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η συγκέντρωση της πρωτεΐνης και αυξάνονται τα περιεχόμενα του κυτταρικού τοιχώματος (ινώδεις ουσίες, NDF, ADF) (Bach *et al.* 1995, Queiroz *et al.* 2000).

#### Λιπαρές ουσίες

Τα επίπεδα περιεκτικότητας λιπαρών ουσιών ήταν υψηλότερα στην επέμβαση C και χαμηλότερα στην επέμβαση B. Στη μελέτη των R. E. Puteri *et al.* (2015) όπου αναφέρθηκε παραπάνω, ερευνήθηκε η παραγωγικότητα και θρεπτική ποιότητα γραμμών μεταλλάξεων σόργου σε διαφορετικές ηλικίες κοπής. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά παρουσίασε πτωτική πορεία με το πέρασ των κοπών σε ένα από τα τέσσερα

είδη σόργου, ενώ στα υπόλοιπα τρία παρουσιάστηκε αύξηση κατά τη δεύτερη κοπή και μείωση κατά την τρίτη. Αντίστοιχα, στην παρούσα μελέτη κατά την επέμβαση C παρουσιάστηκε μείωση των επιπέδων των λιπαρών με το πέρας των κοπών.

Στη μελέτη των W. B. Staniar *et al.* (2014) που πραγματοποιήθηκε τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2009 στην Pennsylvania ερευνήθηκε η εθελοντική πρόσληψη και αφομοιωσιμότητα του άχυρου του teff από τα άλογα. Στη συγκεκριμένη έρευνα εφαρμόστηκαν τρεις κοπές: στο πρώτο στάδιο ανιχνεύσιμου κόμβου, στα αρχικά στάδια σχηματισμού ταξιανθίας και στα τελευταία στάδια σχηματισμού ταξιανθίας. Τα επίπεδα των λιπαρών ουσιών στα εξεταζόμενα φυτά παρουσίασαν μείωση κατά τη δεύτερη κοπή και αύξηση κατά την τρίτη.

### Τέφρα

Τα επίπεδα της τέφρας στο *Eragrostis tef* ήταν υψηλότερα στην επέμβαση B και χαμηλότερα στην επέμβαση A. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα όπου εντοπίστηκαν σε έρευνα που αναφέρθηκε παραπάνω, των Kannika Rengsirikul *et al.* (2011) όπου αφορούσε τις επιπτώσεις του διαστήματος μεταξύ των κοπών στην απόδοση σε βιομάζα, στις συνιστώσες ανάπτυξης και στη χημική σύνθεση τριών ποικιλιών του Napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*) ως καλλιέργειες βιοενέργειας στην Ταϊλάνδη. Τα επίπεδα της τέφρας παρουσίασαν πτωτική τάση μέχρι την τέταρτη κοπή ενώ κατά την πέμπτη κοπή παρουσιάστηκε αύξηση. Αντίστοιχα στην παρούσα έρευνα κατά την επέμβαση B παρουσιάστηκε αύξηση των επιπέδων της τέφρας κατά τη δεύτερη, τέταρτη και έκτη κοπή, ενώ κατά την επέμβαση C παρουσιάστηκε αύξηση κατά την τρίτη κοπή.

Στη μελέτη των R. E. Puteri *et al.* (2015), όπου αναφέρθηκε παραπάνω, στην οποία ερευνήθηκε η παραγωγικότητα και θρεπτική ποιότητα γραμμών μεταλλάξεων σόργου σε διαφορετικές ηλικίες κοπής, η περιεκτικότητα τέφρας σε ένα από τα τέσσερα είδη σόργου που ερευνήθηκαν παρουσίασε αυξητική τάση με το πέρας των κοπών, ενώ στα υπόλοιπα τρία τα επίπεδα της τέφρας αυξήθηκαν κατά τη δεύτερη κοπή και μειώθηκαν κατά την τρίτη κοπή.

Σημαντική μείωση των επιπέδων της τέφρας με την πάροδο των κοπών εμφανίστηκε και στην έρευνα των Taye Bayble *et al.* (2007), όπου αναφέρθηκε παραπάνω, που μελετούσε τα αποτελέσματα των ημερομηνιών κοπής στη θρεπτική αξία του Napier (*Pennisetum purpureum*) που έχει φυτευτεί μόνο του και σε συνδυασμό με το Desmodium (*Desmodium intortum*) ή το Lablab (*Lablab purpureus*).

### Ξηρά ουσία

Στην παρούσα μελέτη, τα επίπεδα της ξηράς ουσίας ήταν υψηλότερα στην επέμβαση κοπής B και χαμηλότερα στην επέμβαση C. Η μελέτη των R. Ashford και J.

E. Troelsen (1965), όπου αναφέρθηκε παραπάνω, η οποία αφορούσε την επίδραση της λίπανσης με άζωτο και της συχνότητας κοπής στις αποδόσεις και στην *in vitro* πεπτικότητα του άχυρου του σιταριού κατέδειξε ότι η τάση της πορείας στο χρόνο της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία του εξεταζόμενου φυτού ήταν πτωτική. Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκε αύξηση των επιπέδων ξηράς ουσίας στη δεύτερη και τρίτη κοπή κατά την επέμβαση B και στην τρίτη κοπή κατά την επέμβαση C.

#### *Ινώδεις ουσίες*

Η περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες στην παρούσα έρευνα ήταν υψηλότερη στην επέμβαση B και χαμηλότερη στις επεμβάσεις A και C, όπου μεταξύ αυτών των επεμβάσεων δεν παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στη μελέτη των R. E. Puteri *et al.* (2015) που αναφέρθηκε παραπάνω, ερευνήθηκε η παραγωγικότητα και θρεπτική ποιότητα γραμμών μεταλλάξεων σόργου σε διαφορετικές ηλικίες κοπής. Η περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες παρουσίασε αυξητική πορεία με το πέρασ των κοπών σε ένα από τα τέσσερα είδη σόργου, σε άλλα δύο παρουσίασε μείωση κατά τη δεύτερη κοπή και αύξηση κατά την τρίτη και στο τελευταίο είδος σόργου παρουσίασε αύξηση κατά τη δεύτερη κοπή και μείωση κατά την τρίτη κοπή. Ωστόσο, στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκε αύξηση των επιπέδων των ινωδών ουσιών κατά τη δεύτερη κοπή στην επέμβαση C και μείωση από την τρίτη κοπή μέχρι την τελευταία.

#### *NDF*

Τα επίπεδα του NDF στο *Eragrostis tef* ήταν υψηλότερα κατά την επέμβαση κοπής B και ακολούθησαν οι επεμβάσεις A και C χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Κατά την επέμβαση C παρουσιάστηκε αύξηση των επιπέδων NDF στη δεύτερη και τρίτη κοπή, ενώ στην τέταρτη παρουσιάστηκε μείωση. Σε αντιστοιχία με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχεται και η έρευνα των W. B. Staniar *et al.* (2014), που αναφέρθηκε παραπάνω, όπου τα επίπεδα NDF παρουσίασαν αύξηση κατά τη δεύτερη κοπή και μείωση κατά την τρίτη. Η συγκεκριμένη έρευνα αφορά την εθελοντική πρόσληψη και αφομοιωσιμότητα του άχυρου του teff από τα άλογα.

Οι Taye Bayble *et al.* (2007) ερευνήσαν τα αποτελέσματα των ημερομηνιών κοπής στη θρεπτική αξία του Napier (*Pennisetum purpureum*) που έχει φυτευτεί μόνο του και σε συνδυασμό με το Desmodium (*Desmodium intortum*) ή το Lablab (*Lablab purpureus*), όπως προαναφέρθηκε. Στο συγκεκριμένο πείραμα τα επίπεδα NDF αυξήθηκαν σημαντικά με το πέρασ των κοπών.

#### *ADF*

Στην παρούσα έρευνα τα επίπεδα ADF ήταν υψηλότερα στην επέμβαση B και ακολούθησαν οι επεμβάσεις A και C. Οι W. D. Willms και K. A. Beauchemin (1991) στην έρευνα τους πάνω στη συχνότητα κοπής και στις επιπτώσεις του ύψους κοπής στην ποιότητα των *Festuca scabrella var. Campestris* και *Danthonia parryi*,

κατέδειξαν ότι με την αύξηση της συχνότητας των κοπών, μειώθηκαν και τα επίπεδα της περιεκτικότητας σε ADF.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων κοπής A και B καθώς και μεταξύ των επεμβάσεων A και C. Στην επέμβαση C παρουσιάστηκε αύξηση των επιπέδων ADF κατά τη δεύτερη κοπή και μείωση από την τρίτη κοπή μέχρι την τελευταία. Στην έρευνα των των W. B. Staniar *et al.* (2014), που αναφέρθηκε παραπάνω, τα επίπεδα ADF παρουσίασαν μικρή αύξηση με το πέρασμα των κοπών. Η συγκεκριμένη έρευνα αφορά την εθελοντική πρόσληψη και αφομοιωσιμότητα του άχυρου του teff από τα άλογα.

Σε πείραμα των Taye Bayble *et al.* (2007) όπου μελετήθηκαν τα αποτελέσματα των ημερομηνιών κοπής στη θρεπτική αξία του Napier (*Pennisetum purpureum*) που έχει φυτευτεί μόνο του και σε συνδυασμό με το Desmodium (*Desmodium intortum*) ή το Lablab (*Lablab purpureus*), όπως προαναφέρθηκε, τα επίπεδα ADF αυξήθηκαν σημαντικά με το πέρασμα των κοπών.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι κατά την επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες) παρουσιάστηκαν οι υψηλότερες αποδόσεις σε βιομάζα νωπού και ξηρού βάρους, ενώ κατά την A (κοπές ανά 10 ημέρες) οι χαμηλότερες. Στις ολικές αποδόσεις νωπού βάρους δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ στις ολικές αποδόσεις ξηρού βάρους η επέμβαση A παρουσίασε τα υψηλότερα ποσοστά. Γενικότερα, η επέμβαση C παρουσίασε τα υψηλότερα επίπεδα ποσοτικών χαρακτηριστικών ενώ η A τα χαμηλότερα. Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, κατά την επέμβαση C εμφανίστηκαν τα υψηλότερα ποσοστά λιπαρών και τα χαμηλότερα ADF, κατά την A εμφανίστηκαν τα υψηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών και τα χαμηλότερα NDF και κατά τη B (κοπές ανά 20 ημέρες) εμφανίστηκαν τα υψηλότερα επίπεδα τέφρας, ξηράς ουσίας, ινωδών ουσιών αλλά και ADF και NDF.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι παρόλο που η επέμβαση C (κοπές ανά 30 ημέρες) παρουσίασε τις υψηλότερες αποδόσεις, παρουσίασε παράλληλα και το υψηλότερο ποσοστό πλαγιάσματος. Το συγκεκριμένο γεγονός αποτελεί σημαντικό περιορισμό στην εφαρμογή της επεμβάσεως αυτής σε κλίμακα μεγάλης καλλιέργειας. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η πιο οικονομικώς συμφέρουσα επέμβαση σε καλλιέργεια *Eragrostis tef* που προορίζεται για ζωοτροφή φαίνεται να είναι η επέμβαση A (κοπές ανά 10 ημέρες) καθώς παρουσίασε τις υψηλότερες ολικές αποδόσεις ξηρού βάρους και τα υψηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών, δηλαδή παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές στους βασικούς παράγοντες που καθορίζουν την αξία μιας ζωοτροφής.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abate, E.**, Hussein, S., Laing, M., and Mengistu, F. (2013). Quantitative responses of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] and weeping love grass [*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees] varieties to acid soil. *Aust. J. Crop Sci.* 7, 1854–1860.
- 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.
- Afzal M.**, A. U. H. Ahmad, S. I. Zamir, F. Khalid, A. U. Mohsin and S. M. W. Gillani, (2013). Performance of multicut forage sorghum under various sowing methods and nitrogen application rates.
- Adebowale, A. A.**, Emmambux, M. N., Beukes, M., and Taylor, J. R. N. (2011). Fractionation and characterization of teff proteins. *J. Cereal Sci.* 54, 380–386. doi: 10.1016/j.jcs.2011.08.002
- Ashford R.** and J. E. Troelsen, The effect of Nitrogen fertilizer and clipping frequency upon the yield and in vitro digestibility of intermediate wheatgrass.
- Alemayehu Refera**, 2001. TEF: Post-harvest Operations. INPhO - Post-harvest Compendium, AGSI/FAO
- Alkämper, J.** 1973. The fertilization of teff. *J. Assoc. Adv. Agric. Sci. Africa* 1:56-65.
- Asfaw, K. G.**, and Dano, F. I. (2011). Effects of salinity on yield and yield components of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] accessions and varieties. *Curr. Res. J. Biol. Sci.* 3, 289–299.
- Assefa, K.**, 2003. Phenotypic and molecular diversity in the Ethiopian cereal, tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter): Implications on conservation and breeding. PhD thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden. 42 pp.
- Assefa, K.**, Gaj, M.D. & Maluszynski, M., 1998. Somatic embryogenesis and plant regeneration in callus culture of tef, *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. *Plant Cell Reports* 18(1–2): 154–158.
- Assefa, K.**, Ketema, S., Tefera, H., Kefyalew, T., and Hundera, F. (2000). Trait diversity, heritability and genetic advance in selected germplasm Lines of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Hereditas* 133, 29–37. doi: 10.1111/j.1601-5223.2000.t01-1-00029.x
- Assefa, K.**, Tefera, H., Merker, A., Kefyalew, T., and Hundera, F. (2001b). Variability, heritability and genetic advance in pheno-morphic and agronomic traits of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] germplasm from eight regions of Ethiopia. *Hereditas* 134, 103–113. doi: 10.1111/j.1601-5223.2001.00103.x
- Assefa, K.**, Tefera, H., and Merker, A. (2002b). Variation and inter-relationships of quantitative traits in tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) germplasm from western and southern Ethiopia. *Hereditas* 136, 116–125. doi: 10.1034/j.1601-5223.2002.1360205.x

- Assefa, K.**, Merker, A., and Tefera, H. (2003b). Multivariate analysis of diversity of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) germplasm from western and southern Ethiopia. *Hereditas* 138, 228–236. doi: 10.1034/j.1601-5223.2003.01638.x
- Assefa, K.**, Yu, J. K., Zeid, M., Belay, G., Tefera, H., and Sorrells, M. E. (2011). Breeding tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]: conventional and molecular approaches. *Plant Breed.* 130, 1–9. doi: 10.1111/j.1439-0523.2010.01782.x
- ANON.** 1887. I. Teff (*Eragrostis abyssinica*), Royal Gardens, Kew Bul. of Miscellaneous information 1:2–6.
- Ayele, M.**, Blum, A., and Nguyen, H. T. (2001). Diversity for osmotic adjustment and root depth in TEF [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Euphytica* 121, 237–249. doi: 10.1023/A:1012099914738
- Ayele, M.**, and H. T. Nguyen, 2000: Evaluation of amplified fragment length polymorphism markers in tef, *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter, and related species. *Plant Breed.* 119, 403–409.
- Ayele, M.**, Tefera, H., Assefa, K. & Nguyen, H.T., 1999. Genetic characterization of two *Eragrostis* species using AFLP and morphological traits. *Hereditas* 130: 33–40.
- Bai, G.**, Ayele, M., Tefera, H. & Nguyen, H.T., 2000. Genetic diversity in tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and its relatives as revealed by random amplified polymorphic DNAs. *Euphytica* 112(1): 15–22.
- Bai, G.**, Tefera, H., Ayele, M. & Nguyen, H.T., 1999. A genetic linkage map of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) based on amplified fragment length polymorphism. *Theoretical and Applied Genetics* 99: 599–604.
- Balcha, A.**, Gretzmacher, R., and Vollmann, J. (2006). Genetic variation in nitrogen-use efficiency of tef. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169, 704–710. doi: 10.1002/jpln.200625102
- Bayble Taye**, Solomon Melaku, N K Prasad, 2007. Effects of cutting dates on nutritive value of Napier (*Pennisetum purpureum*) grass planted sole and in association with Desmodium (*Desmodium intortum*) or Lablab (*Lablab purpureus*).
- Belay G**, Tefera H, Tadesse B, Metaferia G, Jarra D, Tadesse T. 2006. Participatory Variety Selection in the Ethiopian cereal tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Expl. Agri.* 42:91-101.
- Belay G**, Tefera H, Getachew A, Assefa K, Metaferia G. 2008. Highly client-oriented breeding with farmer participation in the Ethiopian cereal tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Afri. J. Agri. Res.* 3:22-28.
- Berhanu Kinfu.** 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.

**Berhe, T.**, 1975. Breakthrough in tef breeding technique. FAO Information Bulletin, Cereal improvement and production, Near East project XII (3). FAO, Rome, Italy. pp. 11–23.

**Berhe, T.**, L. A. Nelson, M. R. Morris, and J. W. Schmidt, 2001: The genetics of qualitative traits in tef. In: H. Tefera, G. Belay, and M. Sorrells (eds), Narrowing The Rift, 79–85. Proceedings of the International Workshop on Tef Genetics and Improvement, 16–19 October 2000, Tef Research and Development, Debre Zeit, Ethiopia.

**Bekele, E.**, Fido, R. J., Tatham, A. S., and Shewry, P. R. (1995). Heterogeneity and polymorphism of seed proteins in tef (*Eragrostis tef*). *Hereditas* 122, 67–72. doi: 10.1111/j.1601-5223.1995.00067.x

**Bekele, E.**, Klöck, G. & Zimmermann, U., 1995. Somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf and root explants and from seeds of *Eragrostis tef* (Gramineae). *Hereditas* 123(2): 183–189

**Bekele E. R. N. Lester** 1981. Biochemical assessment of the relationships of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter with some wild *Eragrostis* species (Gramineae). *Annals of Botany* 48: 717-725.

**Bir S. S. M. Sahni** 1985. Cytological investigations on some grasses from Punjab plain north India. Proceedings of the Indian National Science Academy Part B Biological Sciences 51: 609-626.

**Boe, A., J.** Sommerfeldt, R. Wynia, and N. Thiex. 1986. A Preliminary Evaluation of the Forage Potential of Teff. *Proc. South Dakota Acad. Sci.* 65:75–82.

**Boka, B.**, Woldegiorgis, A. Z., and Haki, G. D. (2013). Antioxidant properties of Ethiopian traditional bread (injera) as affected by processing techniques and tef grain [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] varieties. *Can. Chem. Trans.* 1, 7–24. doi: 10.13179/canchemtrans.2013.01.01.0012.

**Bultosa, G.**, Hall, A. N., and Taylor, J. R. N. (2002). Physico-chemical characterization of grain tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] starch. *Starch Starke* 54, 461–468. doi: 10.1002/1521-379X(200210)54:10<461::AID-STAR461>3.0.CO;2-U.

**Bultosa, G.**, and Taylor, J. R. N. (2003). Chemical and physical characterisation of grain Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] starch granule composition. *Starch Starke* 55, 304–312. doi: 10.1002/star.200390065.

**Bultosa, G.**, and Taylor, J. R. N. (2004). Paste and gel properties and in vitro digestibility of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) trotter] starch. *Starch Starke* 56, 20–28. doi: 10.1002/star.200200191.

**Bultosa, G.** (2007). Physicochemical characteristics of grain and flour in 13 tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] grain varieties. *J. Appl. Sci. Res.* 3, 2042–2051.

**Bultosa, G.**, Hamaker, B. R., and Bemiller, J. N. (2008). An SEC-MALLS study of molecular features of water-soluble amylopectin and amylose of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] starches. *Starch Starke* 60, 8–22. doi: 10.1002/star.200700642.



**Burt-Davy, J.** 1913. Teff (*Eragrostis abyssinica*). Agron. J. (Union of South Africa) 5:27-37.

**Cannarozzi, G.,** Plaza-Wuthrich, S., Esfeld, K., Larti, S., Wilson, Y. S., Girma, D., et al. (2014). Genome and transcriptome sequencing identifies breeding targets in the orphan crop tef (*Eragrostis tef*). *BMC Genomics* 15:581. doi: 10.1186/1471-2164-15-581.

**CCOF** , (2015) Average Dry Matter Percentages for Various Livestock Feeds.

**Clayton, W.D.,** Phillips, S.M. & Renvoize, S.A., 1974. Gramineae (part 2). In: Polhill, R.M. (Editor). Flora of Tropical East Africa. Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London, United Kingdom. 273 pp.

**Cope, T.,** 1999. Gramineae (Arundineae, Eragrostideae, Leptureae and Cynodonteae). In: Pope, G.V. (Editor). Flora Zambesiaca. Volume 10, part 2. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, United Kingdom. 261 pp.

**Costanza, S.H.** (1974). Literature and numerical taxonomy of tef (*Eragrostis tef*). MSc Thesis, Cornell University, Urbana, Illinois.

**CSA.** (2014). *Agricultural Sample Survey for 2013/14*. Statistical Bulletin 532. Addis Ababa, Ethiopia: Central Statistical Agency.

**Cufodontis G** (1974) Enumeration plantarum aethiopiae spermatophyta. Jard. Bot., Brussels.

**Curtis, K. R.,** C. Bishop, and J. Davison 2008. Northwestern Nevada Teff Production Costs and Returns, 2008 . Univ of Nevada Cooperative Extension . Special Publication-08-13.

**D'Andrea A.** (2008). T'ef (*Eragrostis tef*) in ancient agricultural systems of Highland Ethiopia. *Econ. Bot.* 62 547–566 10.1007/s12231-008-9053-4.

**de Macalel, M. A. R.,** and Vlek, P. L. G. (2004). The role of *Azolla* cover in improving the nitrogen use efficiency of lowland rice. *Plant Soil* 263, 311–321. doi: 10.1023/B:PLSO.0000047742.67467.50.

**Deckers, J.,** Yizengaw, T., Negeri, A. & Ketema, S., 2001. Teff. In: Raemaekers, R.H. (Editor). Crop production in tropical Africa. DGIC (Directorate General for International Coöperation), Ministry of Foreign Affairs, External Trade and International Coöperation, Brussels, Belgium. pp. 96–101.

**Degu, H. D.,** Ohta, M., and Fujimura, T. (2008). Drought tolerance of *Eragrostis tef* and development of roots. *Int. J. Plant Sci.* 169, 768–775. doi: 10.1086/588064.

**Degu, H. D.** (2010). Mapping QTLs related to plant height and root development of *Eragrostis tef* under drought. *J. Agric. Sci.* 2, 62–72.

**Ebba, T.** 1969. T'ef (*Eragrostis tef*) the Cultivation, Usage, and Some of the Known Diseases and Insect Pests. Haile Sellassie Univ. College Agr., Dire Dawa Ethiopia Exp. Sta. Bul. 60. Part I .

**Ebba, T.**, 1975. Tef cultivars: morphology and classification. Part II. Agricultural Experiment Station Bulletin No 66. Addis Ababa University, Dire Dawa, Ethiopia. 73 pp.

**Ebba, T.** 1975. Tíef (*Eragrostis tef*) Cultivars: Morphology and Classification. Addis Ababa Univ. College Agr., Dire Dawa, Ethiopia, Expt. Sta. Bul. 69. Part II.

**Eckhoff, J. L. A.**, D. M. Wichman, J. Scheetz, M. Majerus, L.E. Welty, G.F. Stallknecht, R.L. Ditterline, R.L. Dunn, and D.C. Sands. Registration of Bridger Teff. Accepted Crop Sci.

**Eckhoff, J.L.A.**, D.M. Wichman, J. Scheetz, M. Majerus, L.E. Welty, G.F. Stallknecht, R.L. Ditterline, R.L. Dunn, and D.C. Sands, 1993. Teff: a potential forage and grain crop for Montana. *Montana AgResearch* 10:38–41.

**Eliasson, A. C.**, and Larsson, K. (1993). *Cereals in Breadmaking*. New York: Merceel Dekker Inc.

**Endeshaw Bekele.** 1978. Biochemical and morphological studies of the relationships of *Eragrostis tef* and other *Eragrostis spp.* MSc Thesis, University of Birmingham, Birmingham, UK.

**Espelund, M.**, Bekele, E., Holst-Jensen, A., Jakobsen, K. S. and Nordal, I. 2000. A molecular genetic analysis of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter: non-coding regions of chloroplast DNA, 18s rDNA and the transcription factor VPI. --*Hereditas* 132: 193-202. Lund, Sweden. ISSN 0018-0661. Received March 9, 2000.

**FAO**, 1970. Amino-acid content of foods and biological data on proteins. FAO Nutrition Studies No 24, Rome, Italy. 285 pp.

**Gibbs Russell, G.E.**, Watson, L., Koekemoer, M., Smook, L., Barker, N.P., Anderson, H.M. & Dallwitz, M.J., 1990. Grasses of Southern Africa: an identification manual with keys, descriptions, distributions, classification and automated identification and information retrieval from computerized data. Memoirs of the Botanical Survey of South Africa No 58. National Botanic Gardens / Botanical Research Institute, Pretoria, South Africa. 437 pp.

**Gebremariam, M. M.**, Zarnkow, M., and Becker, T. (2013a). Effect of drying temperature and time on alpha-amylase, beta-amylase, limit dextrinase activities and dimethyl sulphide level of teff (*Eragrostis tef*) Malt. *Food Bioprocess Technol.* 6, 3462–3472. doi: 10.1007/s11947-012-1025-0.

**Gebremariam, M. M.**, Zarnkow, M., and Becker, T. (2013b). Effect of teff (*Eragrostis tef*) variety and storage on malt quality attributes. *J. Inst. Brew.* 119, 64–70. doi: 10.1002/jib.65.

**Gebremariam, M. M.**, Zarnkow, M., and Becker, T. (2013c). Thermal stability of starch degrading enzymes of teff (*Eragrostis tef*) malt during isothermal mashing. *Process Biochem.* 48, 1928–1932. doi: 10.1016/j.procbio.2013.08.019.

**Ginbot, Z. G.**, and Farrant, J. M. (2011). Physiological response of selected *Eragrostis* species to water-deficit stress. *African J. Biotechnol.* 10, 10405–10417.

**GPWG** (Grass Phylogeny Working Group). 2001. Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88:373-457.

**Habtegebrial, K.**, Sing, B. R., and Haile, M. (2007). Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and soil properties. *Soil Tillage Res.* 94, 55–63. doi: 10.1016/j.still.2006.07.002.

**Hailu Tefera.** 1988. Variability and association of characters in tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) cultivars. MSc Thesis, Alemaya University of Agriculture, Dire Dawa, Ethiopia.

**Hailu Tefera, Seyfu Ketema and Tesfaye Tesema.** 1990. Variability and genetic advance in tef (*Eragrostis tef*) cultivars. *Trop. Agric. (Trinidad)* 67:317-320.

**Hailu Tefera,** W.E. Peat and G.P. Chapman. 1992. Quantitative genetics in tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). Pp. 283-296 in *Desertified Grasslands: Their Biology and Management* (G.P. Chapman, ed.). Academic Press, London.

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

**Harlan,** Jack R, De Wet, Jan M. & Stemler, Ann B.L. (Eds.). (1976). *Origins of African plant domestication.* Paris: Mouton Publishers.

**Hilu K. W. L. A.** Alice 2001. A phylogeny of Chloridoideae (Poaceae) based on matK sequences. *Systematic Botany* 26: 386-405.

**Hiruy Belayneh.** 1986. Drainage benefit for wheat, teff and chickpeas on heavy clay soil in central Ethiopia. Paper presented at the Workshop on the Review of Soil Science Research in Ethiopia, Addis Ababa, 11-14 February, 1986.

**Hunziker J. H. G. L.** Stebbins 1986. Chromosomal evolution in the Gramineae. *In* T. R. Soderstrom, K. W. Hilu, C. S. Campbell, and M. E. Barkworth [eds.], *Grass systematics and evolution*, 179–187. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA.

In: *Proceedings, 2009 California Alfalfa & Forage Symposium and Western Seed Conference*, Reno, NV, 2-4 December, 2009. UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, Davis, CA 95616.

**Ingram, A.L. & Doyle, J.J.,** 2003. The origin and evolution of *Eragrostis tef* (Poaceae) and related polyploids: evidence from nuclear waxy and plastid rps16. *American Journal of Botany* 90(1): 116–122.

**Iptas S.,** Brohi A.R., 2003 Effect of Nitrogen Rate and Stubble Height on Dry Matter Yield, Crude Protein Content and Crude Protein Yield of a Sorghum–Sudangrass Hybrid [*Sorghum bicolor* (L.) Moench × *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.] in the Three-Cutting System.

**Jansen, G. R.,** Dimaio, L. R., and Hause, N. L. (1962). Amino acid composition and lysine supplementation of teff. *Agric. Food Chem.* 10, 62–64. doi: 10.1021/jf60119a021.

**Jones B. M. G. J.** Ponti A. Tavassoli P. A. Dixon 1978. Relationships of the Ethiopian cereal t'ef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter): evidence from morphology and chromosome number. *Annals of Botany* 42: 1369-1373.

**Kebebew, A.**, Gaj, M.D. & Maluszynski, M., 1998. Somatic embryogenesis and plant regeneration in callus culture of tef, *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. *Plant Cell Reports* 18(1-2): 154-158.

**Kebebew Assefa**, Getachew Belay, Hailu Tefera, Ju-Kyung Yu and Mark E. Sorrells Ethiopian Institute of Agricultural Research, Debre Zeit Agricultural Research Center, Department of Plant Breeding and Genetics.

**Kedir, K.**, Jones, B.M.G. & Mengiste, T., 1993. Outbreeding in field grown teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). In: Riley, K.W., Gupta, S.C., Seetharam, A. & Mushonga, J.N. (Editors). *Advances in small millets*. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, India. pp. 425-430.

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

**Ketema, S.**, 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.

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

**Ketema, S.**, 1997. Tef. *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops No 12. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, Germany & International Plant Genetics Resources Institute, Rome, Italy. 50 pp.

**Lazarides, M.**, 1997. A revision of *Eragrostis* (Eragrostideae, Eleusininae, Poaceae) in Australia. *Australian Systematic Botany* 10: 77-187.

**Lemordant, D.**, 1971. Contribution à l'ethnobotanique éthiopienne. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée* 18(1-3): 1-35.

**Lemordant, D.**, 1971. Contribution à l'ethnobotanique éthiopienne 2. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée* 18(4-6): 142-179.

**Lovis, L.J.**, 2003. Alternatives to wheat flour in baked goods. *Cereal Foods World* 48(2): 60-63.

**Mamo, T. & Parsons, J.W.**, 1987. Iron nutrition of *Eragrostis tef* (teff). *Tropical Agriculture (Trinidad)* 64(4): 313-317.

**Mekbib, F.**, Mantell, S.H. & BuchananWollaston, V., 1997. Callus induction and in vitro regeneration of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) from leaf. *Journal of Plant Physiology* 151(3): 368-372.

**Melak Hail Mengesha**, R.C. Pickett and R.L. Davis. 1965. Genetic variability and interrelationship of characters in teff, *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. *Crop Sci.* 5: 155-157.

**Melak Hail Mengesha and Guard.** 1966. Development of the embryo sac and embryo of teff, *Eragrostis tef*. Can. J. Botany 44: 1071-1075.

**Mengistu, D. K.** (2009). The influence of soil water deficit imposed during various developmental phases on physiological processes of teff (*Eragrostis tef*). *Agric. Ecosyst. Environ.* 132, 283–289. doi: 10.1016/j.agee.2009.04.013.

**Miller, D.R.** 2007. Management Guide for Tiffany Teff Forage Grass. <http://www.targetseed.com>

**National Research Council,** 1996. Lost crops of Africa. Volume 1: grains. National Academy Press, Washington D.C., United States. 383 pp.

**Phillips, S.,** 1995. Poaceae (Gramineae). In: Hedberg, I. & Edwards, S. (Editors). Flora of Ethiopia and Eritrea. Volume 7. Poaceae (Gramineae). The National Herbarium, Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopia and Department of Systematic Botany, Uppsala University, Uppsala, Sweden. 420 pp.

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

**Povse, v. w.** 1985. Effect of forage harvest on grain yield and agronomic performance on winter triticale, wheat and rye. Can. J. Plant Sci. 65: 879-888.

**Puteri Rizki Eka,** Panca Dewi Manu Hara Karti, Luki Abdullah, . Supriyanto, 2015. Productivity and Nutrient Quality of Some Sorghum Mutant Lines at Different Cutting Ages.

**QSAE.** (2001). *Teff specification* [Online]. Available: <https://law.resource.org/pub/et/ibr/et.671.2001.pdf> [accessed December 23, 2014].

**Rengsirikul Kannika,** Yasuyuki Ishii, Kunn Kangvansaichol, Pichit Pripanapong, Prapa Sripichitt, Vittaya Punsuvon, Pilanee Vaithanomsat, Ganda Nakamanee and Sayan Tudsri, 2011 Effects of inter-cutting interval on biomass yield, growth components and chemical composition of napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) cultivars as bioenergy crops in Thailand.

**Royo C.,** A. López, J. Serra, F. Tribó, 1997. Effect of Sowing Date and Cutting Stage on Yield and Quality of Irrigated Barley and Triticale Used for Forage and Grain.

**Shiferaw, W.,** Balcha, A., and Mohammed, H. (2012). Evaluation of drought tolerance indices in Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *African J. Agric. Res.* 7, 3433–3438.

**Spaenij-Dekking, L.,** Kooy-Winkelaar, Y., and Koning, F. (2005). The Ethiopian cereal teff in celiac disease. *N. Engl. J. Med.* 353, 1748–1749. doi: 10.1056/NEJMc051492.

**Spies J. J.** 1982. Stomatal area as an anatomical criterion for the determination of chromosome number in the *Eragrostis curvula* complex. *Bothalia* 14: 119-122.

**Stanier W.B.**, M.H. Hall, and A. L. Burk. 2010 Voluntary Intake and Digestibility of Three Cuttings of Teff Hay Fed to Horses. Penn State University submitted to Journal of Animal Science.

**Stanier W.B.**, J. R. Bussard, N. M. Repard, M. H. Hall, and A. O. Burk, 2014. Voluntary intake and digestibility of teff hay fed to horses.

**Stewart, RB** and Dagnachew, Y. 1967. Index of plant diseases in Ethiopia. Experiment Station Bulletin No. 30. Alemaya University of Agriculture: Dire Dawa, Ethiopia.

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

**Tadesse E.**, 1975. Teff (*Eragrostis tef*) cultivars: Morphology and classification: Part II. Debre Zeit Junior College and Agricultural Experimental station, Bulletin No. 66, 56 pp.

**Tareke, B.** 1981. Inheritance of lemma colour, seed colour and panicle form among four cultivars of *Eragrostis tef* (Zucc.), Trotter. PhD Thesis, University of Nebraska: Lincoln, USA.

**Tareke, Berhe**, L.A. Nelson, M.R. Morris and J.W. Schmidt. 1989a. Inheritance of phenotypic traits in t'ef. I. Lemma colour. *J. Heredity* 80:62-65.

**Tareke, Berhe**, L.A. Nelson, M.R. Morris and J.W. Schmidt. 1989b. Inheritance of phenotypic traits in t'ef. II. Seed colour. *J. Heredity* 80:65-67.

**Tareke, Berhe**, L.A. Nelson, M.R. Morris and J.W. Schmidt. 1989c. Inheritance of phenotypic traits in t'ef. III. Panicle form. *J. Heredity* 80:67-70.

**Tatham, A. S.**, Fido, R. J., Moore, C. M., Kasarda, D. D., Kuzmicky, D. D., Keen, J. N., et al. (1996). Characterisation of the major prolamins of tef (*Eragrostis tef*) and finger millet (*Eleusine coracana*). *J. Cereal Sci.* 24, 65–71. doi: 10.1006/jcrs.1996.0038.

**Tavassoli, A.**, 1986: The Cytology of *Eragrostis* with Special Reference to *E. tef* and Its Relatives. PhD Thesis. University of London, Royal Holloway and Bedford New College, UK.

**Tefera, H.**, Assefa, K. & Belay, G., 2003. Evaluation of recombinant inbred lines of *Eragrostis tef* × *E. pilosa*. *Journal of Genetics and Breeding* 57: 21–30.

**Tefera, H.**, Ayele, M. & Assefa, K., 1995. Improved varieties of tef (*Eragrostis tef*) in Ethiopia. Releases of 1970–1995. Research Bulletin No 1. Debre Zeit Agricultural Research Center, Alemaya University of Agriculture, Debre Zeit, Ethiopia. 32 pp.

**Tefera, H.**, Belay, G. & Sorrels, M. (Editors), 2001. Narrowing the rift: tef research and development. Proceedings of the International workshop on tef genetics and improvement, 16–19 October 2000, Ethiopian Agricultural Research Organization, Addis Ababa, Ethiopia. 316 pp.

**Teklu, Y.**, and Tefera, H. (2005). Genetic improvement in grain yield potential and associated agronomic traits of tef (*Eragrostis tef*). *Euphytica* 141, 247–254. doi: 10.1007/s10681-005-7094-7.

**Tulema, B.**, Zapata, F., Aune, J., and Sitaula, B. (2005). N fertilisation, soil type and cultivars effects on N use efficiency in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotte]. *Nutrient Cycling Agroecosyst.* 71, 203–211. doi: 10.1007/s10705-004-5083-1.

**University of Nevada**, Fact Sheet 93-23

**van Delden**, S. H., Vos, J., Stomph, T. J., Brouwer, G., and Struik, P. C. (2012). Photoperiodism in *Eragrostis tef*: analysis of ontogeny and morphology in response to photoperiod. *Eur. J. Agron.* 37, 105–114. doi: 10.1016/j.eja.2011.11.001.

**Van den Borre A. L. Watson** 1994. The infrageneric classification of *Eragrostis*(Poaceae). *Taxon* 43: 383-422.

**Van den Borre A. L. Watson** 1997. On the classification of the Chloridoideae (Poaceae). *Australian Systematic Botany* 10: 491-531.

**van der Hoek**, H.N. & Jansen, P.C.M., 1996. Minor cereals. In: Grubben, G.J.H. & Partohardjono, S. (Editors). *Plant Resources of SouthEast Asia No 10. Cereals*. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands. pp. 150–156.

**Vavilov I.** (1951). *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants*. Translated From the Russian. ed. Chester K. S., editor. (New York: Ronald Press Co).

**Vecchio, V.**, Simoni, G. & Casini, P., 1996. Temperature ottimali di germinazione e tolleranza al freddo del tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). *Rivista di Agronomia* 30(4): 629–636.

**Watson, L.** and M. J. Dallwitz, 1992: *The Grass Genus of the World*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

**Willms W. D.** and , K. A. Beauchemin, 1991. Cutting frequency and cutting height effects on forage quality of rough fescue and Parry oat grass.

**Yemane Kidane** and Yilma Habteyes. 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, Alemaya University of Agriculture, 8-12 December 1986, Alemaya, Ethiopia.

**Yizengaw, T. & Verheye, W.**, 1994. Modeling production potentials of tef (*Eragrostis tef*) in the central highlands of Ethiopia. *Soil Technology* 7(3): 269–277.

