

## **Τμήμα Γεωπονίας**

### **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

#### **«ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»**

**«Αξιολόγηση εμπορικών υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωση  
ως προς την απόδοση και τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά»**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας  
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος  
Ειδίκευσης στην «Παραγωγή, πιστοποίηση και διακίνηση φυτικού  
πολλαπλασιαστικού υλικού» από την

**Βικτώρια Σταματοπούλου**

**Φλώρινα, Σεπτέμβριος 2024**



## Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Η μεταπτυχιακή φοιτήτρια, που εκπόνησε την παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή, φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός - ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την ΕΕ του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, σύμφωνα με τον νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Παραγωγή, πιστοποίηση και διακίνηση φυτικού πολλαπλασιαστικού υλικού». Τα μέλη της Τριμελούς Επιτροπής ήταν:

1. Παπαθανασίου Φωκίων (Επιβλέπων)

Καθηγητής και Κοσμήτορας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

2. Παπαπαναγιώτου Αριστείδης (Μέλος)

Αναπληρωτής Καθηγητής

Τμήμα Γεωπονίας

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

3. Πάνκου Χρυσάνθη (Μέλος)

Εντεταλμένη Ερευνήτρια Γ

Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών

ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ



Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής από το Τμήμα Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Φωκίων Παπαθανασίου για την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια του έργου, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής κ. Πάνκου Χρυσάνθη και κ. Παπαπαναγιώτου Αριστείδη για της πολύτιμες συμβουλές τους κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής.

Στο μέλος ΕΤΕΠ κ. Παρίση Θεόδωρο για την καθοριστικής σημασίας βοήθεια που μου προσέφερε στο πειραματικό μέρος στον χώρο του εργαστηρίου του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συνάδελφο Γκέκα Φώτη για την βοήθεια στο πειραματικό και την διάθεση του πολλαπλασιαστικού υλικού και όλους εκείνους που δουλέψαμε μαζί, το τεχνικό προσωπικό της σχολής και τους προπτυχιακούς φοιτητές για την προσφορά της βοήθειας τους σε κομβικά σημεία της έρευνας.

Ολοκληρώνοντας την προσπάθεια αυτή δε θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου Κωνσταντίνο και τα παιδιά μου Αλέξανδρο και Κλειώ για την υπομονή τους και για όλες τις ώρες που τους στέρησα, καθώς και τους γονείς μου που στάθηκαν δίπλα μου ο καθένας με τον τρόπο του.



Την εργασία αυτή αφιερώνω  
στα παιδιά μου Αλέξανδρο και Κλειώ  
με την ευχή να πραγματοποιούν τα όνειρά  
τους και να φτάνουν πάντα πιο ψηλά από  
αυτό που νομίζουν πως μπορούν.



## Πίνακας περιεχομένων

<b>1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	12
<b>2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</b> .....	16
2.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ .....	16
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ .....	17
2.3 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	18
2.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	21
2.5 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ .....	24
2.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ .....	24
2.6.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ.....	25
2.6.2 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	26
<b>2.7 ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ</b> .....	28
2.7.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	28
2.7.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ.....	29
2.7.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ .....	32
2.7.4 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΣΙΡΩΜΑΤΟΣ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ .....	33
2.7.5 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ.....	35
<b>3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	36
<b>3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ</b> .....	36
<b>3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	36
3.2.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ .....	36
3.2.2 ΣΠΟΡΑ .....	36
3.2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΦΡΟΝΤΙΔΩΝ .....	37
3.2.4 ΛΗΨΗ ΑΓΡΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΤΗΤΗΣΕΩΝ .....	39
3.2.5 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	40
3.2.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ.....	41
3.2.7 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ.....	42
3.2.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ % ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΛΕΙΟΤΡΙΒΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ .....	44
3.2.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ .....	46
3.2.10 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΤΑ SOXHLET.....	48
3.2.11 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ KJELDAHL.....	49
3.2.12 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΩΔΩΝ ΟΥΣΙΩΝ .....	52



3.2.13 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΑΖΩΤΟΥΧΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ (Ε.Α.Ε.Ο).....	53
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	54
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	83
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	86





## Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Εκμεταλλεύσεις με βοοειδή κατά τάξεις μεγέθους και περιφέρεια για το έτος 2022.....	21
Πίνακας 2: Μετεωρολογικά δεδομένα ανά μήνα κατά την διάρκεια του πειραματικού.....	38
Πίνακας 3: Έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων με κριτήρια Kolmogorov-Smirnov.....	54
Πίνακας 4: Περιγραφικά στατιστικά τελικού ύψους υβριδίων.....	55
Πίνακας 5: ANOVA για το τελικό ύψος των φυτών.....	57
Πίνακας 6: Περιγραφικά στατιστικά ύψους πρώτου σπάδικα.....	57
Πίνακας 7: ANOVA για το ύψος έκφυσης του πρώτου σπάδικα.....	59
Πίνακας 8: Περιγραφικά στατιστικά % ξηράς ουσίας.....	60
Πίνακας 9: ANOVA για την % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία.....	61
Πίνακας 10: Περιγραφικά στατιστικά περιεκτικότητας % υγρασίας.....	62
Πίνακας 11: ANOVA με βάση την % περιεκτικότητα σε υγρασία.....	64
Πίνακας 12: Περιγραφικά στατιστικά απόδοσης σε 65% υγρασία.....	65
Πίνακας 13: ANOVA για την απόδοση σε 65% περιεκτικότητα υγρασίας.....	66
Πίνακας 14: Περιγραφικά στατιστικά % τέφρας.....	67
Πίνακας 15: ANOVA για την % περιεκτικότητα σε τέφρα.....	69
Πίνακας 16: Περιγραφικά στατιστικά % πρωτεΐνης.....	70
Πίνακας 17: ANOVA για την % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.....	71
Πίνακας 18: Περιγραφικά στατιστικά για την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος.....	72
Πίνακας 19: ANOVA για την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος.....	74
Πίνακας 20: Περιγραφικά στατιστικά ποσοστιαίας περιεκτικότητας ινωδών ουσιών.....	75
Πίνακας 21: ANOVA για την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες.....	76
Πίνακας 22: Ομαδοποίηση για την ποσοστιαία περιεκτικότητα των υλικών σε ινώδεις ουσίες.....	77
Πίνακας 23: Συντελεστές συσχέτισης Pearson των υπό μελέτη χαρακτηριστικών.....	78
Πίνακας 24: Αναλυτικά αγροκομικά χαρακτηριστικά, απόδοση και ποιοτικά χαρακτηριστικά των διπλών επαναλήψεων των 15 υβριδίων (εμπορικών και πειραματικών) που συμμετείχαν στο πείραμα.....	79



## Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου σε εκατομμύρια εκτάρια.....	18
Εικόνα 2: Αριθμός Βοοειδών στην Ελλάδα το χρονικό διάστημα 2020-2022.....	19
Εικόνα 3: Εκτάσεις καλλιεργούμενων κτηνοτροφικών σανοδοτικών φυτών σε στρ στην Ελλάδα το 2022.....	19
Εικόνα 4: Καλλιεργούμενες εκτάσεις αραβοσίτου ενσίρωσης σε στρ στην Ελλάδα το 2022.....	20
Εικόνα 5: Ρίζες αραβοσίτου.....	22
Εικόνα 6: Εναέριες ρίζες αραβοσίτου.....	23
Εικόνα 7: Μέρη φυτού αραβοσίτου.....	23
Εικόνα 8: Στάδια βιολογικού κύκλου αραβοσίτου.....	24
Εικόνα 9: Λήψη δείγματος χώματος για την εδαφολογική ανάλυση.....	29
Εικόνα 10: Σπορά αραβοσίτου ενσίρωσης.....	30
Εικόνα 11: Συγκομιδή αραβοσίτου ενσίρωσης.....	31
Εικόνα 12: Τεμαχισμός ενσιρώματος.....	31
Εικόνα 13: Τοποθέτηση τεμαχισμένου υλικού σε μεμβράνη πολυμερούς.....	32
Εικόνα 14: Σπορά πειραματικού.....	37
Εικόνα 15: Σήμανση πειραματικών.....	38
Εικόνα 16: Μύκητας άνθρακας του αραβοσίτου.....	39
Εικόνα 17: Λήψη αγροκομικών παρατηρήσεων.....	40
Εικόνα 18: Συγκομιδή δειγμάτων σε σημασμένα σακιά.....	41
Εικόνα 19: Τεμαχισμός δειγμάτων αραβοσίτου.....	41
Εικόνα 20: Διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν.....	43
Εικόνα 21: Κωδικοποιημένα δείγματα τεμαχισμένου αραβοσίτου προς αποξήρανση.....	44
Εικόνα 22: Κωδικοποιημένα ταψιά αλουμινίου με δείγμα αραβοσίτου στον κλίβανο.....	45
Εικόνα 23: Μύλος κοπής Type 4240 AG, Germany.....	45
Εικόνα 24: Λειοτριβημένα δείγματα.....	46
Εικόνα 25: Τοποθέτηση λειοτριβιμένου υλικού στα χωνευτήρια.....	47
Εικόνα 26: Τοποθέτηση χωνευτηρίων στον κλίβανο.....	47
Εικόνα 27: Τελική μορφή αποτεφρωμένου δείγματος.....	48
Εικόνα 28: Συσκευή εκχύλισης Soxhlet.....	49
Εικόνα 29: Συσκευή καύσης Kjeldahl-Λευκός προσδιορισμός.....	50
Εικόνα 30: Ειδική εστία καύσης με απαγωγό.....	51
Εικόνα 31: Διάλυμα σε τελική μορφή μετά το πέρας της καύσης.....	51
Εικόνα 32: ύψος εμπορικών και πειραματικών υβριδίων σε σχέση με τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων.....	55
Εικόνα 33: Τελικό ύψος υβριδίων σε cm.....	56
Εικόνα 34: Κατανομή υβριδίων με βάση το τελικό ύψος.....	56
Εικόνα 35: Ύψος έκφυσης πρώτου σπάδικα.....	58
Εικόνα 36: Κατανομή των υβριδίων με βάση το ύψος του ανώτερου σπάδικα.....	58
Εικόνα 37: % Ξηρά ουσία στα εμπορικά και πειραματικά υβρίδια του πειράματος. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή παρουσιάζουν το μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων.....	59



Εικόνα 38: % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία.....	60
Εικόνα 39: Κατανομή των υβριδίων με βασικό χαρακτηριστικό την % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία.....	61
Εικόνα 40: Ποσοστό υγρασίας στα υβρίδια του πειράματος. Με την πράσινη στήλη και κόκκινη γραμμή απεικονίζεται ο μέσος όρος της περιεκτικότητας σε υγρασία των εμπορικών υβριδίων.....	62
Εικόνα 41: % περιεκτικότητα σε υγρασία.....	63
Εικόνα 42: Κατανομή υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητα σε υγρασία.....	63
Εικόνα 43: Απόδοση των υπό μελέτη υβριδίων σε 65% υγρασία. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή αντιπροσωπεύουν τον μέσο όρο της απόδοσης των εμπορικών υβριδίων.....	64
Εικόνα 44: Απόδοση του συνόλου των υβριδίων σε 65% περιεκτικότητα υγρασίας. Η κόκκινη γραμμή αντιπροσωπεύει το μέσο όρο όλων των υβριδίων.....	65
Εικόνα 45: Κατανομή των υβριδίων με βάση την απόδοση σε 65% περιεκτικότητα σε υγρασία.....	66
Εικόνα 46: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε τέφρα. Με την πράσινη στήλη και την κόκκινη γραμμή φαίνεται ο μέσος όρος σε περιεκτικότητα σε τέφρα των υπό μελέτη εμπορικών υβριδίων.....	67
Εικόνα 47: % περιεκτικότητα σε τέφρα του συνόλου των υβριδίων.....	68
Εικόνα 48: Κατανομή των υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητά τους σε τέφρα.....	68
Εικόνα 49: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες των υπό μελέτη υβριδίων. Με την πράσινη στήλη και κόκκινη γραμμή αποτυπώνεται ο μέσος όρος των εμπορικών υβριδίων.....	69
Εικόνα 50: % Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες.....	70
Εικόνα 51: Κατανομή των υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.....	71
Εικόνα 52: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή φανερώνει τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων.....	72
Εικόνα 53: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος του συνόλου των υβριδίων.....	73
Εικόνα 54: Κατανομή των υβριδίων με βάση την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος.....	73
Εικόνα 55: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή παρουσιάζουν τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων.....	74
Εικόνα 56: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες.....	75
Εικόνα 57: Κατανομή των υβριδίων με βάση την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες.....	76

## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη χώρα μας, ο κλάδος του πρωτογενούς τομέα παραγωγής βρίσκεται σταθερά στην τρίτη θέση όσον αφορά την απασχόληση. Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει ανάγκη να αυξηθεί η αποδοτικότητα των καλλιεργειών μέσω της αύξησης της παραγωγικότητας ανά μονάδα επιφάνειας. Έχει γίνει λοιπόν μια αξιόλογη προσπάθεια δημιουργίας υβριδίων τα οποία πετυχαίνουν καλύτερες αποδόσεις με την χρήση μειωμένων εισροών και προσαρμόζονται στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος που καλλιεργούνται. Στόχος παραμένει πάντα η μείωση του κόστους παραγωγής και η βελτίωση του αγροτικού εισοδήματος.

Η καλλιέργεια αραβοσίτου για ενσίρωμα είναι σημαντική για τον αγροτικό χώρο μιας και επηρεάζει διπλά τόσο τον αγροτικό όσο και τον κτηνοτροφικό κλάδο αφού αξιοποιείται αποκλειστικά ως ζωτροφή. Η χρήση του καλύπτει κυρίως τις αγελαδοτροφικές μονάδες γαλακτοπαραγωγικής κατεύθυνσης. Ωστόσο, όσον αφορά και στον κλάδο της αιγοπροβατοτροφίας ένα μεγάλο ποσοστό του σιτηρεσίου των ζώων προτείνεται να καλύπτεται από ενσίρωμα αραβοσίτου. Άρα, η βελτίωση της ποιότητας του ενσιρώματος αραβοσίτου είναι πολύ σημαντική εξαιτίας της στενής σχέσης της ποιότητας της παρεχόμενης ζωτροφής και της αποδοτικότητας των ζώων. Η ποιότητα του ενσιρώματος μπορεί να επηρεαστεί τόσο από την επιλογή του υβριδίου που θα καλλιεργηθεί όσο και από το στάδιο ωριμότητάς του κατά τη συγκομιδή.

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής διπλωματικής εργασίας ήταν η αξιολόγηση εμπορικών και πειραματικών υβριδίων αραβοσίτου για ενσίρωση ως προς την απόδοση και τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Εγκαταστάθηκαν δεκαπέντε υβρίδια αραβοσίτου για ενσίρωμα εκ των οποίων τα 9 ήταν εμπορικά και τα 6 πειραματικά, σε πείραμα πλήρως τυχαίοποιημένων ομάδων σε αγρό στο Αρμενοχώρι Φλώρινας. Ακολούθησαν οι μετρήσεις κατά την περίοδο της άνθισης, οι οποίες συνδυάστηκαν με την αξιολόγηση του σπάδικα του κάθε υβριδίου και των φαινοτυπικών του χαρακτηριστικών. Για τη συσχέτιση με την αποδοτικότητα αξιολογήθηκαν χαρακτηριστικά όπως το ύψος των φυτών και το ύψος έκφυσης του πρώτου σπάδικα. Οι μετρήσεις που ακολούθησαν



σχετίστηκαν με την αξιολόγηση της απόδοσης του ενσιρώματος. Τέλος, αξιολογήθηκαν ποιοτικά χαρακτηριστικά του κάθε υβριδίου όπως το ποσοστό πρωτεΐνης, το συνολικό ποσοστό υδατανθράκων, το ποσοστό ακατέργαστων ινών και ξηράς ουσίας.

Στο παρόν πείραμα όλα τα πειραματικά υβρίδια έδωσαν πολύ καλά αποτελέσματα τόσο από πλευράς αγροκομικών όσο και ποιοτικών χαρακτηριστικών. Το πειραματικό υβρίδιο Π5 έδωσε την υψηλότερη απόδοση από όλα τα υβρίδια (εμπορικά και πειραματικά) ενώ και τα αντίστοιχα Π1 και Π6 παρουσίασαν απόδοση υψηλότερη από τον μέσο όρο των εμπορικών.

Βρέθηκε, πως η απόδοση συσχετίστηκε θετικά με το ύψος του φυτού και το ύψος έκφυσης του ανώτερου σπάδικα, όμως δεν είχε ιδιαίτερη συσχέτιση με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ενσιρώματος. Επίσης, το ποσοστό της υγρασίας βρέθηκε πως έχει αρνητική συσχέτιση με τα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Όσον αφορά στην υγρασία τα πειραματικά υβρίδια Π2 και Π4 ήταν κάτω από τον μέσο όρο των εμπορικών, κάτι που αποτελεί ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό αντίθετα, όσον αφορά στις ινώδεις ουσίες τα ίδια πειραματικά υβρίδια βρέθηκαν πάνω από τον μέσο όρο των εμπορικών.

**Λέξεις κλειδιά: Αραβόσιτος, ενσίρωμα, υβρίδια, ποιοτικά χαρακτηριστικά, απόδοση.**



## Abstract

In our country, the primary production sector consistently ranks third in terms of employment. In recent years, there has been a need to increase crop efficiency by boosting productivity per unit area. There has been a significant effort to create hybrids that achieve better yields with reduced inputs and adapt to the requirements of the environment in which they are cultivated. The goal remains the reduction of production costs and the improvement of agricultural income.

The cultivation of corn for silage is important for the agricultural sector as it affects both the agricultural and livestock industries, since it is exclusively used as animal feed. Its use primarily covers dairy cattle farming units. However, regarding the sector of goat and sheep farming, a large percentage of the livestock's feed is suggested to be covered by corn silage. Therefore, improving the quality of corn silage is very important due to the close relationship between quality and the efficiency of the animals. The quality can be influenced both by the choice of the hybrid to be cultivated and by its stage of ripeness at the time of harvest.

The purpose of this research thesis is to evaluate commercial maize hybrids for silage in terms of their yield and quality characteristics. Fifteen hybrid corn varieties for silage were established, of which 9 were commercial and 6 experimental, in a fully randomized group experiment in a field in Armenochori, Florina. Measurements were taken during the flowering period, which were combined with the evaluation of the ear of each hybrid and its phenotypic characteristics. For the correlation with productivity, characteristics such as plant height and the height of the first spike emergence were evaluated. The measurements that followed were related to the evaluation of the silage's performance. Finally, qualitative characteristics of each hybrid were evaluated, such as the protein percentage, the total carbohydrate percentage, the percentage of crude fiber, and dry matter.



In the present experiment, all the experimental hybrids yielded very good results in terms of both agronomic and quality characteristics. The experimental hybrid P5 yielded the highest performance among all hybrids (commercial and experimental), while the corresponding P1 and P6 also showed performance higher than the average of the commercial ones.

According to the experimental results, yield was positively correlated with the height of the plant and the height of the upper spike emergence, but it did not have a significant correlation with the qualitative characteristics of the silage. Finally, the humidity level was found to have a negative correlation with most quality characteristics.

Regarding moisture, the experimental hybrids P2 and P4 were below the average of the commercial ones, which is a desirable characteristic. In contrast, concerning fibrous substances, the same experimental hybrids were found above the average of the commercial ones.

**Keywords: Corn, silage, hybrids, quality characteristics, yield**





## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Ο αραβόσιτος (*Zea mays L.*) ανήκει στα εαρινά σιτηρά και είναι ετήσια καλλιέργεια. Βοτανικά ανήκει στην οικογένεια των αγρωστωδών (Poaceae ή Gramineae). Καλλιεργείται τόσο για τον καρπό του όσο και για την χλωρή του μάζα ως ενσίρωμα. Οι χρήσεις του ποικίλουν με τη βασική να προορίζεται ως ζωτροφή και ακολουθούν τόσο η ανθρώπινη κατανάλωση όσο και η παραγωγή βιοκαυσίμων ή η χρήση του ως αυτούσιο στην βιομηχανία (Ayyar, κ.α., 2019). Μελέτη έδειξε πως όσον αφορά στην παραγωγή βιοκαυσίμων, η αποτελεσματικότητα του ενσιρώματος καλαμποκιού σχετιζόταν με την περιεκτικότητα του υλικού σε άλλα συστατικά όπως κοπριά, φλούδες λαχανικών κ.α (Aravani, κ.α., 2021). Το 56% της παγκόσμιας κατανάλωσης αραβοσίτου προορίζεται για ζωτροφή, το 20% ως μη εδώδιμο για άλλες βιομηχανικές χρήσεις και μόλις το 13% προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση (Erenstein, κ.α., 2022).

Ο αραβόσιτος μαζί με το σιτάρι και το ρύζι, αποτελούν την τριάδα των πιο σημαντικών σιτηρών παγκοσμίως. Από αυτά τα τρία είδη παράγεται το 75% των σπόρων των σιτηρών (Ali, κ.α., 2014). Η καλλιέργεια του αραβοσίτου καθώς και άλλων σιτηρών προέρχεται από την Κεντρική Αμερική από όπου και κατάγεται. Αρχικός σκοπός ήταν να αξιοποιηθεί ο καρπός του για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του ανθρώπου. Ακόμα και σήμερα, ο αραβόσιτος εξακολουθεί να αποτελεί βασικό συστατικό τόσο στην ανθρώπινη όσο και στη διατροφή των ζώων (Παπακώστα, 1997).

Στις μέρες μας, όπως αναλύεται παρακάτω, ο μεγαλύτερος όγκος του παραγόμενου αραβοσίτου αξιοποιείται ως ζωτροφή, με πιο συνηθισμένη μορφή την κατανάλωση καρπού. Μέσω της κατανάλωσης του ως ζωτροφή μπορεί να συμβάλει στην επισιτιστική ασφάλεια όχι μόνο συμβάλλοντας στην εκτροφή του ζώου με την έννοια της ανάπτυξης αλλά προσφέροντας παράλληλα ποιοτικώς ανώτερα προϊόντα ζωικής προέλευσης ανάλογα με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ζωτροφής (Erenstein, κ.α., 2022).



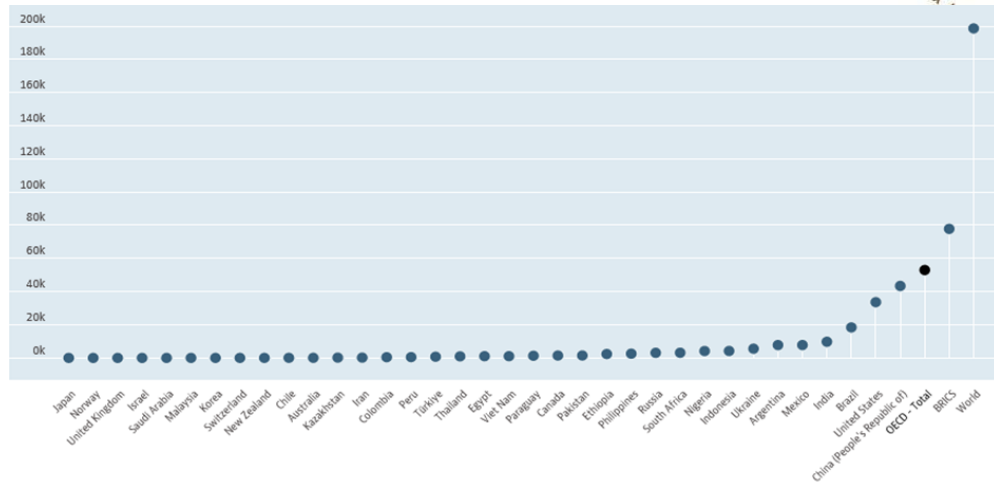


Ο αραβόσιτος είναι απαιτητικό φυτό όσον αφορά την επάρκεια σε νερό. Γι' αυτό συναντάται κατά βάση σε αρδευόμενες εκτάσεις όλης της ελληνικής αλλά και της παγκόσμιας υπαίθρου. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, τη μερίδα του λέοντος στην παραγωγή αραβοσίτου για ενσίρωμα κατέχει η Κεντρική Μακεδονία.

## 2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Ο αραβόσιτος, βάσει στοιχείων του ΟΟΣΑ για το έτος 2021, θεωρείται ως το δεύτερο σε καλλιεργούμενη έκταση σιτηρό παγκοσμίως μετά το σιτάρι. Η θέση αυτή δικαιολογείται σαφώς λόγω της προσαρμοστικότητάς του σε ένα ευρύ φάσμα κλιματολογικών συνθηκών. Η προσαρμοστικότητά του αυτή οφείλεται στους πολλούς και διαφορετικούς του τύπους, οι οποίοι παρουσιάζουν βιολογικό κύκλο που κυμαίνεται από 2-11 μήνες. Βέβαια, οι αποδόσεις του επηρεάζονται άμεσα από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως είναι η υποβάθμιση του εδάφους, η λειψυδρία και η κλιματική αλλαγή γενικότερα (Tian, κ.α., 2021).

Σήμερα, σύμφωνα με τα πλέον πρόσφατα στοιχεία του ΟΟΣΑ (2024) η γη που διατίθεται για την καλλιέργεια αραβοσίτου παγκοσμίως ανέρχεται σε 201,57 εκατομμύρια εκτάρια. Οι χώρες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις αραβοσίτου είναι η Κίνα, οι Η.Π.Α και η Βραζιλία (Εικ. 1) με 44.70, 33.47 και 22.3 εκατομμύρια εκτάρια αντίστοιχα. Ποσοστά που αντιστοιχούν σε 22,17%, 16,6% και 11,06% της παγκόσμιας παραγωγής αντίστοιχα. Στην Ε.Ε καλλιεργούνται 8.6 εκατομμύρια εκτάρια, που αποτελεί το 4,26% της καλλιεργούμενης έκτασης παγκοσμίως. Γενικότερα η παραγωγή του αραβοσίτου παρουσιάζει μια ελαφρώς πτωτική τάση.



Εικόνα 1: Παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου σε εκατομμύρια εκτάρια

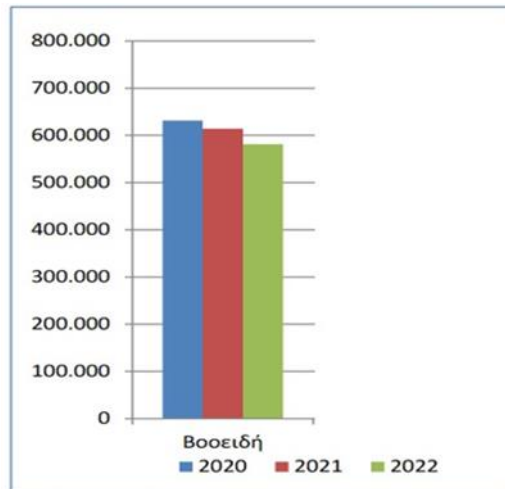
(Πηγή: ΟΟΣΑ 2024)

### 2.3 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η έκταση της Ελλάδας θεωρείται στο μεγαλύτερο μέρος της ως αγροτική. Περίπου το 70% της ελληνικής επικράτειας αξιοποιείται με αγροτικές δραστηριότητες (Aravani, κ.α., 2021). Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛ.ΣΤΑΤ το 2022, οι αμιγείς εκτάσεις αραβοσίτου προς ενσίρωση έφτασαν τα 32.805,8 Ha ποσοστό που αγγίζει το 7,46% των συνολικά καλλιεργούμενων εκτάσεων κτηνοτροφικών σανοδοτικών φυτών. Η αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων που διατέθηκαν στον αραβόσιτο ενσίρωσης σε σχέση με το 2021 ήταν της τάξεως του 6,7%.

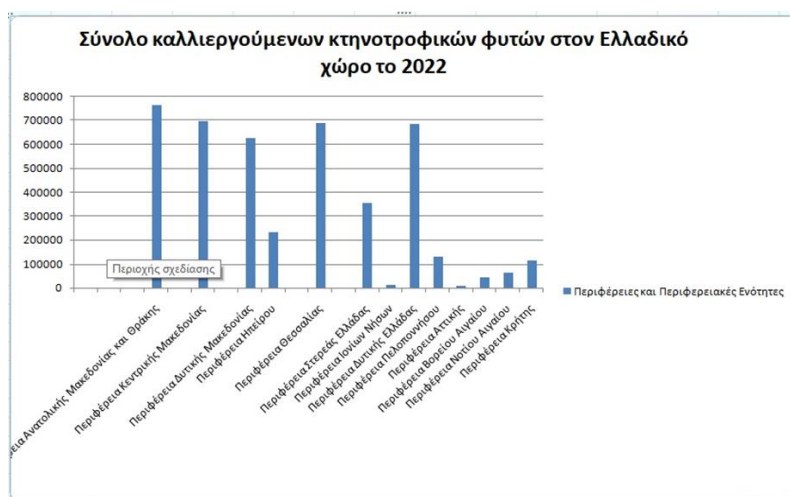
Οι Ferrareto κ.α (2017), αναφέρουν πως κατά την περίοδο 2007-2016 η ετήσια συγκομιδή αραβοσίτου ενσίρωσης στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ανερχόταν κατά μέσο όρο σε 105.000.000 Mg. Στην Ελλάδα, αν και παρατηρείται σαφέστατα αύξηση της παραγωγής αραβοσίτου για ενσίρωση χρόνο με το χρόνο δεν μπορεί σε καμία περίπτωση προς το παρόν να συναγωνιστεί την καλλιέργεια αραβοσίτου για καρπό. Η αυξητική αυτή τάση πιθανότατα οφείλεται στη διαπίστωση των ευεργετικών ιδιοτήτων της ζωτροφής αυτής αλλά είναι δυσανάλογα μικρή διότι παράλληλα παρατηρείται σταθερή μείωση των κοπαδιών βοοειδών ανά την επικράτεια. Αντίστοιχα,

μείωση παρατηρήθηκε και στις εκμεταλλεύσεις που εκτρέφουν βοοειδή. Το 2022 στον ελλαδικό χώρο υπήρχαν 9.533 εκμεταλλεύσεις ενώ το 2021 και 2020 ήταν 10.180 και 10.865 αντίστοιχα (Εικ. 2).



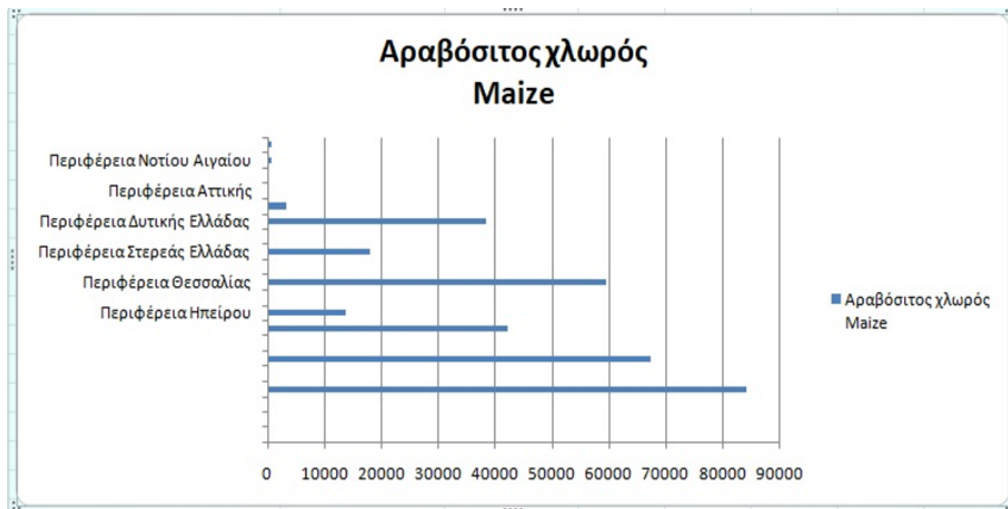
Εικόνα 2: Αριθμός Βοοειδών στην Ελλάδα το χρονικό διάστημα 2020-2022

Με μια γρήγορη ματιά στην εικόνα 3, οι μεγαλύτερες εκτάσεις για την καλλιέργεια σανοδοτικών φυτών εντοπίζονται στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης και ακολουθούν οι Περιφέρειες Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλίας, Δυτικής Ελλάδας και Δυτικής Μακεδονίας.



Εικόνα 3: Εκτάσεις καλλιεργούμενων κτηνοτροφικών σανοδοτικών φυτών σε στρ στην Ελλάδα το 2022

Γενικότερα, η παραγωγή αραβοσίτου ενσίρωσης τόσο σε επίπεδο εκτάσεων όσο και σε επίπεδο αποδόσεων παρουσιάζει μια μικρή αλλά σταθερά αυξητική τάση. Η αύξηση αυτή πιθανότατα αιτιολογείται από την εκτεταμένη έρευνα και τη δημοσιοποίηση των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει το ενσίρωμα ως ζωοτροφή, κάτι που θα αναλυθεί στη συνέχεια. Παράλληλα, στον Ελλαδικό χώρο είναι πολύ συχνό των φαινόμενο των γεωργοκτηνοτροφικών μονάδων σε σχέση με τις αμιγώς κτηνοτροφικές μονάδες. Με αυτό τον τρόπο, οι Έλληνες παραγωγοί, στην πλειονότητά τους, υιοθετούν συστήματα γεωργίας-κτηνοτροφίας. Στα συστήματα αυτά, το πιο σημαντικό πλεονέκτημα που παρέχεται είναι πως οι εκροές του ενός συστήματος αξιοποιούνται ως εισροές στο άλλο αυξάνοντας έτσι τόσο την παραγωγικότητα όσο και την αποδοτικότητα και των δύο συστημάτων (Sekaran, κ.α., 2021). Αποτέλεσμα είναι οι Έλληνες γεωργοκτηνοτρόφοι να ενημερώνονται για την βέλτιστη διατροφή των ζώων τους και να προσαρμόζουν ανάλογα τις καλλιέργειές τους ώστε να αυξήσουν την αποδοτικότητα τόσο της γης όσο και των κτηνοτροφικών τους εκμεταλλεύσεων.



Εικόνα 4: Καλλιεργούμενες εκτάσεις αραβοσίτου ενσίρωσης σε στρ στην Ελλάδα το 2022

Από την εικόνα 4 φαίνεται πως οι Περιφέρειες που διαθέτουν τις περισσότερες εκτάσεις για την καλλιέργεια του αραβοσίτου με σκοπό την ενσίρωση είναι η Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης και η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Και οι δύο αυτές περιοχές παραδοσιακά παρουσιάζουν αναπτυγμένο τον τομέα της κτηνοτροφίας και ειδικότερα της βοοτροφίας (Πιν. 1). Ακολουθούν οι Περιφέρειες Θεσσαλίας και Δυτικής Ελλάδας.



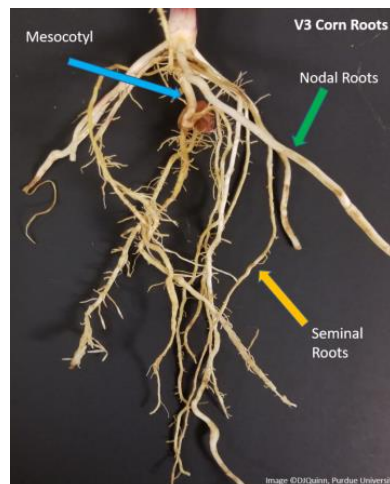
Πίνακας 1: Εκμεταλλεύσεις με βοοειδή κατά τάξεις μεγέθους και περιφέρεια για το έτος 2022

Περιφέρειες	Σύνολο	1-4	5-9	10-19	20-29	30-49	50 και άνω
Σύνολο	<b>9.533</b>	<b>1.440</b>	<b>978</b>	<b>1.246</b>	<b>872</b>	<b>1.038</b>	<b>3.959</b>
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	<b>1.561</b>	257	251	211	188	119	535
Κεντρική Μακεδονία	<b>1.605</b>	61	131	177	137	211	888
Δυτική Μακεδονία	734	126	57	176	21	79	276
Ήπειρος	933	57	43	62	38	131	601
Θεσσαλία	<b>1.209</b>	94	62	62	75	140	775
Στερεά Ελλάδα	533	62	42	82	56	85	206
Ιόνια Νησιά	184	92	12	23	25	13	19
Δυτική Ελλάδα	<b>1.095</b>	49	107	128	158	141	512
Πελοπόννησος	473	160	111	40	28	53	82
Αττική	34	5	3	7	4	3	13
Βόρειο Αιγαίο	398	175	66	92	45	11	9
Νότιο Αιγαίο	696	257	84	176	91	50	39
Κρήτη	78	45	10	10	5	3	5

## 2.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το καλαμπόκι είναι μια μονοετής καλλιέργεια και σύμφωνα με την Παπακώστα (1997) παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ποικιλία φαινοτύπων από όλα τα σιτηρά. Η ποικιλομορφία αυτή προσφέρεται ως προς το συνδυασμό διαφορετικών γενοτύπων και την περαιτέρω επιλογή μορφολογικά επιθυμητών γενοτύπων από τους βελτιωτές. Τα τελευταία χρόνια είναι πολύ έντονη η παραγωγή όλο και περισσότερων υβριδίων με διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά και εξαιρετική προσαρμοστικότητα και αποδόσεις για κάθε κλιματολογική συνθήκη.

Στον αραβόσιπο διακρίνονται τριών ειδών ρίζες: οι εμβρυακές, οι μόνιμες και οι εναέριες (Εικ. 5). Οι εμβρυακές ρίζες αποτελούνται από μια πρωτογενή ρίζα και έναν αριθμό δευτερευόντων ριζών οι οποίες μπορούν να διατηρηθούν και να παραμείνουν λειτουργικές καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του φυτού ή να πεθάνουν μετά το σχηματισμό των βλαστογενών ριζών (Σιγιάννης, 2008). Οι μόνιμες ρίζες είναι πολύ περισσότερες από τις εμβρυακές και εκφύονται από κόμβους που βρίσκονται εντός του εδάφους σε βάθος 3-5 cm και ανεξαρτήτως βάθους σποράς (Παπακώστα, 1997). Οι εναέριες ρίζες με τη σειρά τους (Εικ. 6), εντοπίζονται στα χαμηλότερα γόνατα του βλαστού ή των πλευρικών κλάδων του υπέργειου τμήματος του φυτού και μπορούν δυνητικά να εισχωρήσουν στο έδαφος και έτσι να αποκτήσουν ρόλο κανονικής ρίζας όμως ο βασικός ρόλος ως προς το φυτό είναι υποστηρικτικός και γι' αυτό ονομάζονται και «στηρικτικές» (Δεληβόπουλος, 1994).



Εικόνα 5: Ρίζες αραβοσίτου

(Πηγή: [thekernel.info](http://thekernel.info))

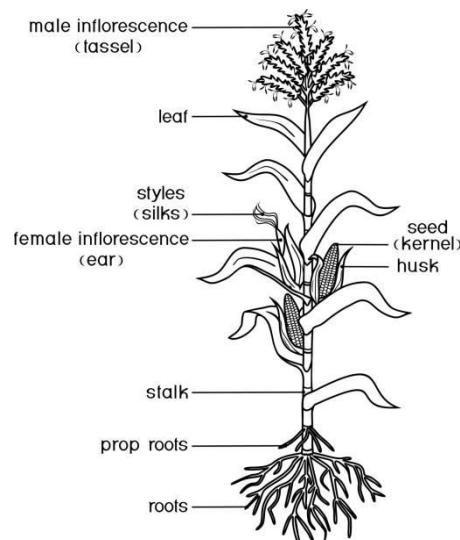




Εικόνα 6: Εναέριες ρίζες αραβοσίτου

(Πηγή: [www.flickr.com](http://www.flickr.com))

Ο αραβόσιπος είναι μόνοικο-δίκλινο φυτό, σταυρογονιμοποιούμενο και ανεμόφιλο. Πάνω στο ίδιο φυτό φύονται ξεχωριστά αρσενικές και θηλυκές ταξιανθίες. Στο κορυφαίο μερίστωμα του βλαστού φύεται η αρσενική ταξιανθία (φόβη), παράλληλα, η θηλυκή ταξιανθία (στάχυς) εντοπίζεται στην άκρη μικρών πλάγιων διακλαδώσεων του κεντρικού στελέχους (Bode, κ.α., 2012) (Εικ. 7). Μόλις αναπτυχθεί πλήρως η αρσενική ταξιανθία, σταματά και η ανάπτυξη του ύψους του φυτού.



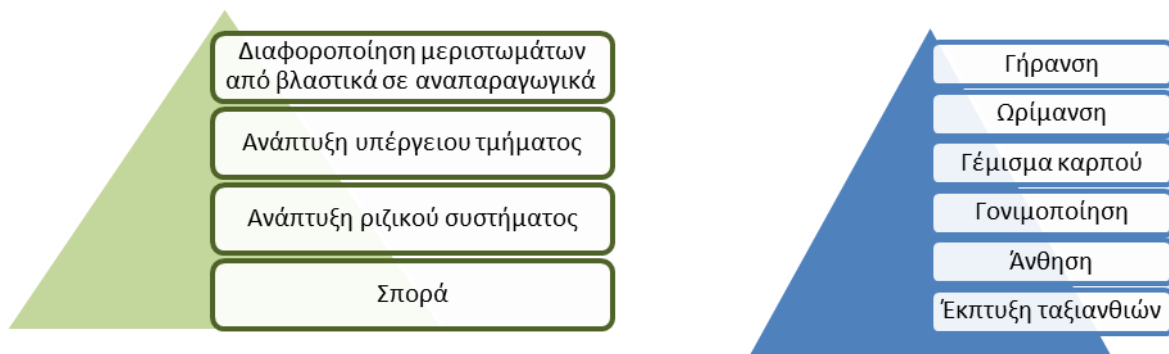
Εικόνα 7: Μέρη φυτού αραβοσίτου

(Πηγή: [www.istockphoto.com](http://www.istockphoto.com))

## 2.5 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ο βιολογικός κύκλος του αραβοσίτου παρουσιάζει διακύμανση της τάξεως των 110-150 ημερών. Το διάστημα αυτό επηρεάζεται τόσο από το είδος του υβριδίου όσο και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τα βασικά στάδια του βιολογικού κύκλου του αραβοσίτου συνοψίζονται στην εικόνα 8 που ακολουθεί.



Εικόνα 8: Στάδια βιολογικού κύκλου αραβοσίτου

(Παπαστυλιανού κ.α., 2023)

Τόσο η πρωιμότητα όσο και η δυναμικότητα απόδοσης του κάθε υβριδίου καθορίζεται από τον δείκτη FAO. Ο δείκτης αυτός αποτελεί το άθροισμα των ημεροβαθμών του συνόλου των ημερών από την σπορά μέχρι και την άνθηση των θηλυκών ανθών. Όσο μεγαλύτερος λοιπόν είναι ο δείκτης αυτός, τόσο μεγαλύτερος ο βιολογικός κύκλος του υβριδίου και θεωρείται πιο παραγωγικός έναντι ενός υβριδίου μικρότερου βιολογικού κύκλου (Παπακώστα, 1997).

## 2.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Οι υψηλές αποδόσεις του αραβοσίτου είναι μια συνάρτηση τόσο της σωστής επιλογής του κατάλληλου για τα δεδομένα της περιοχής υβριδίου, όσο και των σωστών καλλιεργητικών χειρισμών. Βάσει αυτών μπορεί να αποτραπεί η ανάπτυξη ασθενειών που είναι μια βασική αιτία μείωσης τόσο των αποδόσεων όσο και της ποιότητας του αραβοσίτου. Χαρακτηριστικά, σε μελέτες που έγιναν στο Οντάριο του Καναδά κατά το χρονικό διάστημα 2012-2015





παρατηρήθηκε ότι η απώλεια των αποδόσεων που οφειλόταν σε παθογόνα άγγιζε το 7,5 - 13,5% της συνολικής παραγωγής των σιτηρών (Mueller, κ.α., 2020).

### 2.6.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Η αμειψισπορά επιφέρει ποικίλα οφέλη όσον αφορά στην γονιμότητα του εδάφους, αυξάνοντας την βιολογική δραστηριότητα του εδάφους και την περιεκτικότητα αυτού σε χούμο μειώνοντας ταυτόχρονα τον κίνδυνο επιμολύνσεων από διάφορους φυτοπαθογόνους παράγοντες. Επίσης, βελτιώνονται χαρακτηριστικά του εδάφους όπως η απορροφητικότητα και η συγκράτηση της υγρασίας με αποτέλεσμα δυνητικά να επηρεάζει την αντοχή των φυτών σε συνθήκες ξηρασίας (Bowles, κ.α., 2020) ενώ αποτρέπεται και η διάβρωση του εδάφους. Παράλληλα, συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος ενώ ταυτόχρονα επιδρά στην βελτίωση του οικονομικού επιπέδου του παραγωγού μιας και βελτιώνονται σημαντικά οι αποδόσεις της καλλιέργειας ενώ μειωμένες εμφανίζονται και οι ανάγκες σε εισροές. Όλα αυτά μαζί οδηγούν σε υψηλότερο επίπεδο κερδοφορίας (Sah, κ.α., 2010).

Ο αραβόσιτος είναι ένα φυτό που προσφέρεται συχνά για την εφαρμογή της πρακτικής της αμειψισποράς. Οι βασικές καλλιέργειες με τις οποίες εναλλάσσεται είναι τα ζαχαρότευτλα, το βαμβάκι και το ρύζι. Συνήθως, συμμετέχει σε τετραετείς (καλαμπόκι- ψυχανθές- ψυχανθές- σιτηρό) ή διετείς (καλαμπόκι- χειμερινό σιτηρό) αμειψισπορές. Ειδικά σε αμειψισπορά με το βαμβάκι αποδείχτηκε πως μπορούν να καταπολεμηθούν ακόμα και πολύ απαιτητικά ζιζάνια όπως είναι η αγριάδα ή ο βέλιουρας.

Υπάρχουν ποικίλες βιβλιογραφικές αναφορές για την εφαρμογή αμειψισποράς με εμπλεκόμενο φυτό τον αραβόσιτο. Σύμφωνα με τον Μάμαλη (1997), σε πείραμα που διεξήχθη για δύο έτη (1994-1995) σε τρεις διαφορετικές τοποθεσίες στη Λάρισα αποδείχτηκε πως το βαμβάκι έδωσε τις μεγαλύτερες αποδόσεις του σαν επόμενη καλλιέργεια μετά από αραβόσιτο και όχι μετά από ψυχανθές, όπως και αναμενόταν.



Σε πείραμα στην Πολωνία κατά την διετία 2010-2012, παρατηρήθηκε πως σε αγρούς που εφαρμόστηκε αμειψισπορά, οι αποδόσεις του αραβοσίτου ήταν κατά 17-27% υψηλότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες σε αγρούς με μονοκαλλιέργεια. Παράλληλα, το βάρος του σπάρδικα ήταν σημαντικά μεγαλύτερο με περισσότερους σπόρους. Τέλος, παρατηρήθηκε σαφέστατη αύξηση της περιεκτικότητας του χούμου στο έδαφος παρουσιάζοντας και μια πιο ισορροπημένη εικόνα θρεπτικών συστατικών (Ksieżak, κ.α., 2017).

Στην Ινδία, παρουσιάστηκε η ανάγκη εξεύρεσης εναλλακτικών όσον αφορά την καλλιέργεια ρυζιού-σιταριού. Γι' αυτό τον λόγο μελετήθηκε το σύστημα αραβοσίτου-ρεβιθιού σε αμειψισπορά. Παρατηρήθηκε λοιπόν πως το σύστημα αυτό απέδωσε υψηλότερη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και συνέβαλε σε υψηλότερα επίπεδα κερδοφορίας για τον παραγωγό. Η χρήση ψυχανθών στα συστήματα αμειψισποράς ενισχύει την γονιμότητα του εδάφους και την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών (Yadav κ.α., 2016).

### 2.6.2 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η καλλιέργεια του αραβοσίτου είναι μια εξαιρετικά απαιτητική καλλιέργεια όσον αφορά το νερό. Έτσι, η έλλειψή του συσχετίζεται κυρίως με μειωμένες αποδόσεις καθώς αρχικά καθυστερεί σημαντικά την ανθοφορία και κατ' επέκταση την ωρίμανση. Τα πιο κρίσιμα στάδια όσον αφορά την επίδραση της έλλειψης νερού είναι εκείνα της έκπτυξης της αρσενικής και της θηλυκής ταξιανθίας μέχρι το στάδιο γεμίσματος των κόκκων. Η ελλιπής άρδευση στα στάδια αυτά μπορεί να επηρεάσει την καλλιέργεια τόσο σε επίπεδο αποδόσεων όσο και σε ποιοτικό επίπεδο (Painagan & Eila, 2022).

Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την ανοχή του αραβοσίτου στην ξηρασία είναι ο αριθμός των φύλλων, ο αριθμός των στοματίων αλλά και χαρακτηριστικά της ρίζας. Όσο περισσότερα φύλλα αναπτύσσει το φυτό, ενισχύεται η ικανότητα της φωτοσύνθεσης και της συγκράτησης υγρασίας. Επίσης, η αυξημένη στοματική πυκνότητα στο κάτω μέρος του φύλλου συνεπάγεται ευελιξία στην ρύθμιση της απώλειας νερού. Τέλος, καλά



ανεπτυγμένα ριζικά συστήματα συνδέονται με την αποτελεσματικότερη πρόσληψη νερού σε συνθήκες ξηρασίας (Sah, κ.α., 2010).

Μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος ποτίσματος είναι η στάγδην, η οποία μελετήθηκε πως μπορεί να μειώσει την κατανάλωση του νερού κατά 40-45% ενώ παράλληλα να αυξήσει τις αποδόσεις κατά 20-25% (Juraev, κ.α., 2021) μειώνοντας έτσι το αποτύπωμα άνθρακα της καλλιέργειας (Kun-yu, κ.α., 2023). Κατά τον Recser (2004), σε πείραμα που διεξήχθη το χρονικό διάστημα 1995-1997 σε περιοχή της νοτιοδυτικής Τουρκίας σε 3.377 υβρίδια καλαμποκιού της εταιρίας Pioneer, η έλλειψη νερού επηρέασε τόσο το ύψος των φυτών του αραβοσίτου όσο και την απόδοσή τους σε καρπό. Μάλιστα καταλήγει πως ακόμα και μια μόνο παράλειψη ποτίσματος σε κάποια από τα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης του αραβοσίτου μπορεί να προκαλέσει μείωση στις τελικές αποδόσεις της τάξεως του 30-40% εάν πρόκειται για χρονιά με ιδιαίτερη ξηρασία. Ενώ σε περίπτωση παρατεταμένης μη εφαρμογής σωστού ποτίσματος, η μείωση των αποδόσεων εκτοξεύεται σε ποσοστό που κυμαίνεται από 66% έως 93%.

Αντίστοιχα οι Schlegel κ.α. (2020), κατά το χρονικό διάστημα 2001-2008 στο πανεπιστήμιο του Kansas μελέτησαν καλλιέργειες αραβοσίτου, σόργου, σόγιας και ηλίανθου σε σχέση με την άρδευση. Κατέληξαν λοιπόν πως ο αραβόσιτος παρουσίασε τη μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ καλλιέργειας και άρδευσης χαρακτηρίζοντας το έτσι ως το πιο απαιτητικό από τις καλλιέργειες αυτές καθώς και το πιο εξαρτώμενο από την άρδευση για την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων.

Τέλος, σε πείραμα που διεξήχθη την χρονική περίοδο 2011-2012 (Anjum, κ.α., 2014) στο αγρόκτημα του ερευνητικού σταθμού μεταπτυχιακών σπουδών στο Faisalabad του Πακιστάν, βρέθηκε πως κακής ποιότητας άρδευση ακόμα και σε όμορα πειραματικά τετράγωνα είχε σαν αποτέλεσμα μειωμένες αποδόσεις του αραβοσίτου σε ποσοστό 29,3%.



## **2.7 ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ**

### **2.7.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Ο αραβόσιτος ενσίρωσης αξιοποιείται κατά βάση στη διατροφή των βοοειδών και πιο συγκεκριμένα των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων. Είναι ζωτροφή η οποία έχει υποστεί ζύμωση μέσω συγκεκριμένης διαδικασίας λόγω της υψηλής υγρασίας του προϊόντος (Garcia, 2016).

Είναι πολλοί οι λόγοι για τους οποίους το ενσίρωμα αραβοσίτου έχει εξελιχθεί σε μια από τις πιο διαδεδομένες επιλογές για το σιτηρέσιο των ζώων και ειδικότερα των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων. Αρχικά, αποτελεί τροφή η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα ενέργειας (γεγονός το οποίο οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα του σπόρου σε άμυλο) και χαμηλή πρωτεΐνη (Allen, κ.α., 2003). Παράλληλα, φαίνεται να είναι πιο ελκυστική για τα ζώα καθώς είναι πιο εύπεπτη λόγω του ότι περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες. Επίσης, το ενσίρωμα που προέρχεται από ολόκληρο το φυτό του καλαμποκιού χρησιμοποιείται ευρέως στη διατροφή των γαλακτοπαραγωγών ζώων μιας και σχετίζεται με δραστηριότητες του ζώου όπως η αποτελεσματική πρόσληψη της ξηράς ουσίας, η αύξηση του ημερησίου βάρους και η αποδοτικότητα (Liu, κ.α., 2021).

Σε πείραμα κατά το οποίο προστέθηκε στο σιτηρέσιο βοοειδών 0%, 15%, 30% και 45% ενσίρωμα αραβοσίτου βρέθηκε πως τα βοοειδή που τράφηκαν με 15% ή 30% ενσιρώματος ανέπτυξαν μεγαλύτερο σωματικό βάρος από εκείνα που δεν τράφηκαν καθόλου ή προστέθηκε στη διατροφή τους 45% ενσιρώματος. Επίσης, η συχνότητα εμφάνισης ηπατικών δυσλειτουργιών ήταν χαμηλότερη για όλα τα ποσοστά προσθήκης ενσιρώματος σε σχέση με εκείνα που προστέθηκε μηδενικό ενσίρωμα. (Miller, κ.α., 2024).

Τέλος, παρουσιάζει υψηλότερες αποδόσεις και χαμηλότερη ένταση εργασίας σε σχέση με άλλες καλλιέργειες πολλαπλών κοπών (Mahanna, 2020). Όλα τα προηγούμενα ενισχύονται από τον μεγάλο βαθμό εκμηχάνισης της διαδικασίας ενσίρωσης που ξεκινά με τη συλλογή και επεκτείνεται μέχρι τη διανομή του στο στάβλο.

### 2.7.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ

Η διαδικασία της ενσίρωσης ξεκινά με την προετοιμασία του αγρού κάνοντας εδαφολογική ανάλυση (Εικ. 9) ώστε να ακολουθηθεί το κατάλληλο πρόγραμμα λίπανσης. Επειδή, για την παραγωγή ενσιρώματος συγκομίζεται ολόκληρο το φυτό του καλαμποκιού, απομακρύνεται από το έδαφος υψηλότερο ποσοστό στοιχείων όπως N, P και K σε σχέση με την καλλιέργεια αραβοσίτου για καρπό (διπλάσια ποσότητα αζώτου, τριπλάσια ποσότητα φωσφόρου και δεκαπλάσια ποσότητα καλίου) (Martz, κ.α., 2022), με αποτέλεσμα να συνίσταται η αναπλήρωση των στοιχείων αυτών είτε με συνθετικά λιπάσματα είτε με χρήση κοπριάς (Allen, κ.α., 2003).



Εικόνα 9: Λήψη δείγματος χύματος για την εδαφολογική ανάλυση

(Πηγή: <https://gna-agroscience.gr>)

Έπειτα, ακολουθεί η προσεκτική επιλογή του κατάλληλου υβριδίου. Μελέτη του Πανεπιστημίου του Τένεσις έχει δείξει πως η υψηλή απόδοση υβριδίων σε καρπό σχετίζεται άμεσα και με ποιοτικώς ανώτερο ενσίρωμα. Τα φυτά προς ενσίρωση για να επιτύχουν την άριστη ποιότητα ζύμωσης είναι επιθυμητό να περιέχουν ξηρή μάζα σε ποσοστό 25-42% (Citlak & Kilic, 2020) με το άριστο σημείο να εντοπίζεται στο 33-36% διότι πέραν αυτού παρατηρήθηκε η μείωση της πεπτικότητας του ενσιρώματος (Johnson, κ.α., 1999). Παράλληλα, πρέπει να περιέχουν υδατοδιαλυτούς υδατάνθρακες σε ποσοστό κατ' ελάχιστο 3% καθώς και την παρουσία μικροοργανισμών (Citlak & Kilic, 2020).

Πολύ σημαντική είναι και η σπορά την κατάλληλη για κάθε περιοχή εποχή καθώς και η επιλεγθείσα πυκνότητα φύτευσης (Εικ. 10). Για την καλλιέργεια αραβοσίτου προς ενσίρωμα συνήθως η σπορά είναι πυκνότερη από αυτή για καρπό γιατί τα δύο βασικά μειονεκτήματα της πυκνής φύτευσης που είναι το πλάγιασμα και το μικρό μέγεθος του στάχους δεν αποτελούν ουσιαστικά προβλήματα στην περίπτωση του ενσιρώματος (Rutger & Crowder, 1967). Τέλος, αλλά εξίσου καθοριστικό βήμα είναι η αποτελεσματική ζιζανιοκτονία ώστε να αποτραπεί η υποβάθμιση του τελικού προϊόντος (Bates, 1998).



**Εικόνα 10: Σπορά αραβοσίτου ενσίρωσης**

(Πηγή: <https://www.agronews.gr/tech/188639/lemken-hrhrh>)

Εφόσον ολοκληρωθεί η διαδικασία της καλλιέργειας, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί και στη συγκομιδή (Εικ. 11). Αυτή πρέπει να γίνεται την κατάλληλη περίοδο και όσον αφορά στον αραβόσιτο ενσίρωσης, κατά το στάδιο γάλακτος. Εάν η συγκομιδή πραγματοποιηθεί πιο νωρίς από το στάδιο αυτό υπάρχει μεγάλος κίνδυνος τόσο για την απόδοση του ενσιρώματος όσο και για την επιμόλυνσή του με βακτήρια που θα υποβαθμίσουν την ποιότητά του.





Εικόνα 11: Συγκομιδή αραβοσίτου ενσίρωσης

(Πηγή: <https://etheas.gr>)

Ακολουθεί η αποξήρανση-μαρασμός στο χωράφι, όπου αφαιρείται μέρος της υγρασίας από το υλικό αυξάνοντας έτσι την περιεκτικότητα σε ξηρή μάζα. Μόλις ολοκληρωθεί το στάδιο αυτό ακολουθεί ο τεμαχισμός του υλικού από 0,8-2,5 εκ. Το πάχος κοπής εξαρτάται από την περιεκτικότητα του υλικού σε ξηρή μάζα.



Εικόνα 12: Τεμαχισμός ενσιρώματος

(Πηγή: Πηγή: <https://wikifarmer.com>)

Φυσικά, μετά τον τεμαχισμό (Εικ. 12) γίνεται προσθήκη πρόσθετων εμβολιαστών ενσιρώματος για την υποβοήθηση της διαδικασίας. Στη συνέχεια, το καλυμμένο υλικό πρέπει να μεταφερθεί σε σιλό χωρίς καθυστέρηση διότι όσο μεγαλύτερη είναι διάρκεια έκθεσης του υλικού σε συνθήκες περιβάλλοντος, τόσο πιο πιθανό είναι η ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών οι οποίοι επηρεάζουν αρνητικά την πορεία της ζύμωσης. Μόλις το υλικό έχει μεταφερθεί στο σιλό

ξεκινά η διαδικασία της συμπίεσης ώστε να αφαιρεθεί ο αέρας μεταξύ των σωματιδίων του υλικού.



Εικόνα 13: Τοποθέτηση τεμαχισμένου υλικού σε μεμβράνη πολυμερούς

(Πηγή: <https://farms-el.desigusxpro.com>)

Στη συνέχεια, το συμπιεσμένο υλικό καλύπτεται με διάφορα υλικά (Εικ. 13) για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της ενσίρωσης.

Τα τελευταία στάδια συνοψίζονται στην μεταφορά του τελικού προϊόντος με σκοπό την διανομή του στα ζώα και ο απαραίτητος συντονισμός. Με τον όρο συντονισμό εννοείται η διαδικασία προσεκτικής και επιμελούς τήρησης όλων των αναγκών στα προηγούμενα στάδια για την παραγωγή άριστης ποιότητας ενσιρώματος. (Citlak and Kilic, 2020)

### 2.7.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ

Τα πλεονεκτήματα που παρέχει η ενσίρωση του αραβοσίτου έναντι της φυσικής ξήρανσης των ζωοτροφών είναι ποικίλα. Αρχικά, όπως αναφέρουν και οι Allen κ.α (2023), προσφέρεται στον παραγωγό η ευελιξία να διαχειριστεί την καλλιέργειά του τόσο για ενσίρωμα όσο και για καρπό. Στην περίπτωση που επιλεγεί το ενσίρωμα, ο υψηλός βαθμός εκμηχάνισης της καλλιέργειας συντελεί στο χαμηλό κόστος παραγωγής και κατ' επέκταση στην επίτευξη ικανοποιητικότερου εισοδήματος για τον παραγωγό.





Επιπλέον, αποτελεί τον μοναδικό τρόπο συντήρησης της χορτομάζας καθώς μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος απωλειών εξαιτίας της έκθεσης στις διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος (Coblentz & Akins, 2017). Εξαιτίας αυτού, επιτυγχάνεται καλύτερη συντήρηση θρεπτικών στοιχείων. Επίσης, έχει παρατηρηθεί πως οι ενσιρωμένες ζωοτροφές είναι πιο ελκυστικές από τις αντίστοιχες αποξηραμένες και η τεχνική του ενσιρώματος συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση των ζωοτροφών. Τέλος, το χωράφι απελευθερώνεται νωρίτερα από την καλλιέργεια (Παύλου, 2014).

#### 2.7.4 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΣΙΡΩΜΑΤΟΣ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Για να είναι πετυχημένη η διαδικασία της ενσίρωσης, βασική προϋπόθεση αποτελεί η ποιότητα του παραλαμβανόμενου ενσιρώματος αραβοσίτου. Χαρακτηριστικά του ιδανικού ενσιρώματος είναι η διατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών της πρώτης ύλης από την οποία προήλθε, η περιεκτικότητα οργανικών οξέων που σχηματίστηκαν από την δράση διαφόρων μικροοργανισμών σε σωστή αναλογία και τέλος η όσο το δυνατό μικρότερη περιεκτικότητα αμμωνίας, η οποία προέρχεται από την διάσπαση των πρωτεϊνών (Παπαδόπουλος, 1998).

Για να θεωρηθεί ποιοτικώς ανώτερο ένα ενσίρωμα πρέπει να διατηρήσει όσο το δυνατόν υψηλότερη περιεκτικότητα σε άμυλο. Αυτό, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, συντελεί στην ευπεπτότητα της ζωοτροφής. Η περιεκτικότητα του αμύλου εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες.

Αρχικά, αναφέρεται ο τύπος του υβριδίου καθώς και οι συνθήκες ανάπτυξής του. Γίνεται αντιληπτό πως κάθε υβρίδιο σε συνάρτηση με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες στις οποίες εκτέθηκε θα δώσει και διαφορετικά ποσοστά αμύλου στο τελικό προϊόν. Στη συνέχεια, πολύ σημαντικός είναι και ο χρόνος συγκομιδής του αραβοσίτου. Εάν το υβρίδιο συγκομιστεί πιο πρώιμα ή πιο όψιμα αυτό θα επηρεάσει και την τελική περιεκτικότητα σε άμυλο. Επίσης, η ωριμότητα κατά τη συγκομιδή και οι επιλεγθείσες μέθοδοι επεξεργασίας του



ενσιρώματος καθώς και η διάρκεια της ζύμωσης επηρεάζουν την πεπτικότητα του αμύλου στην ζωοτροφή (Grant and Ferraretto, 2018).

Στην ποιότητα του τελικού ενσιρώματος συμβάλουν και τα διάφορα είδη εμβολίων που χρησιμοποιούνται. Υψηλές δόσεις εμβολίου ενισχύουν την αερόβια ισορροπία και βελτιώνουν την παραμονή των θρεπτικών συστατικών. Από την άλλη πλευρά, αν χρησιμοποιηθούν υπερβολικά μεγάλες δόσεις οδηγούν σε αλλοίωση του τελικού προϊόντος. Απαιτείται λοιπόν προσεκτική διαχείριση των εμβολίων (Serva, κ.α., 2023).

Τα υλικά περιτυλίγματος του ενσιρώματος είναι επίσης καθοριστικής σημασίας για την ποιότητά του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλαστικό κάλυμμα που αποτρέπει την είσοδο του αέρα βοηθώντας έτσι σημαντικά την αναερόβια ζύμωση, όμως μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά από την υπεριώδη ακτινοβολία. Η χρήση νάιλον παρέχει την απαιτούμενη στεγανοποίηση μειώνοντας ταυτόχρονα τους κινδύνους επιμόλυνσης του ενσιρώματος. Τέλος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν βιοδιασπώμενα υλικά τα οποία μπορεί να είναι φιλικά προς το περιβάλλον αλλά έχουν μειωμένο βαθμό στεγανοποίησης επηρεάζοντας έτσι το τελικό προϊόν του ενσιρώματος (Citlak & Kilic, 2020).

Γενικότερα, το ενσίρωμα που έχει τυλιχθεί με κάποιο από τα προαναφερθέντα υλικά διασφαλίζει κατά κάποιο τρόπο την ποιότητά του. Χρησιμοποιώντας 6-8 στρώσεις υλικού διασφαλίζεται η ικανοποιητική αναερόβια ζύμωση του υλικού μιας και αποτρέπεται η διείσδυση του οξυγόνου. Συγκρατείται η υγρασία στα επιθυμητά επίπεδα που είναι περίπου 45-55% βοηθώντας την αποτελεσματική λειτουργία των μικροοργανισμών. Τέλος, εξίσου σημαντικός είναι και ο έλεγχος του περιτυλίγματος του ενσιρώματος για τυχόν αλλοιώσεις (τρυπήματα) τα οποία μπορεί να επηρεάσουν σε σημαντικό βαθμό την ποιότητα του τελικού προϊόντος (Coblentz & Akins, 2017).

Για να μετρηθεί η ποιότητα αλλά και η ευπεπτότητα του παραγόμενου ενσιρώματος μπορεί να χρησιμοποιηθούν μια σειρά μέθοδοι. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι:



1. In vivo μελέτες, με τις οποίες επιτυγχάνεται άμεση μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της ευπεπτότητας του ενσιρώματος στα ζώα.
2. Τεχνικές in situ, κατά τις οποίες επιτυγχάνεται επώαση δείγματος ενσιρώματος στην κοιλιά των ζώων και μετέπειτα αξιολόγηση της διαδικασίας αποικοδόμησής του.
3. Μέθοδοι in vitro, όπου αξιοποιούνται εργαστηριακές τεχνικές έτσι ώστε να προσομοιωθεί η πέψη των μηρυκαστικών και κατ' επέκταση να αξιολογηθεί η πεπτικότητα.
4. Μελέτες αποικοδόμησης macro in situ, όπου αξιολογούνται μεγαλύτερα δείγματα ολόκληρων πλέον φυτών με στόχο την εκτίμηση της πεπτικότητας σε μεγαλύτερης κλίμακας δείγμα (Johnson, κ.α., 1999).

#### 2.7.5 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ

Οι κτηνοτρόφοι έρχονται πολλές φορές αντιμέτωποι με πολλαπλά προβλήματα τα οποία συνοψίζονται κυρίως στην μειωμένη παραγωγικότητα και την προσβολή των ζώων τους από διάφορες ασθένειες. Πολλά από αυτά οφείλονται στην κακή ποιότητα των ζωοτροφών.

Για να εκτιμηθεί η θρεπτική αξία μιας ζωοτροφής είναι απαραίτητη η χημική της ανάλυση. Μέσω αυτής επιτυγχάνεται ο ποσοτικός προσδιορισμός των εμπεριεχόμενων θρεπτικών συστατικών και στη συνέχεια ερευνάται η συμβολή του καθενός από αυτά ή όλων μαζί στην θρέψη του ζώου (Παπαδόπουλος, 1998).

Η ουσία όλων των παραπάνω είναι η παραδοχή ότι η κατάρτιση ενός σιτηρεσίου πρέπει να είναι ορθολογική όσον αφορά το είδος του ζώου σε συνάρτηση με τη φυσιολογική του κατάσταση. Για να είναι λοιπόν ορθολογικό ένα σιτηρέσιο πρέπει να είναι τόσο οικονομικό όσο και ισόρροπο. Ισόρροπο νοείται ένα σιτηρέσιο όταν καλύπτει με ακρίβεια τις ανάγκες του ζώου τόσο σε ενέργεια όσο και σε θρεπτικά συστατικά.



### **3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

#### **3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Σκοπός του πειράματος ήταν να αξιολογηθούν 15 υβρίδια αραβοσίτου ως προς τα ποιοτικά και ποσοτικά τους χαρακτηριστικά. Τα 9 από αυτά ήταν εμπορικά και τα υπόλοιπα 6 πειραματικά.

#### **3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

##### **3.2.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ**

Ο αγρός που επιλέχθηκε για τις ανάγκες του πειραματικού βρισκόταν στην ευρύτερη περιοχή του χωριού Αρμενοχώρι του δήμου Φλώρινας. Η απόστασή του από την πόλη της Φλώρινας ήταν 3 χιλιόμετρα εντός της ζώνης καλλιέργειας αραβοσίτου της περιοχής. Στον αγρό αυτό εγκαταστάθηκαν και αξιολογήθηκαν τα 9 εμπορικά (Ε1-Ε9) και τα 6 πειραματικά (Π1-Π6) υβρίδια αραβοσίτου για ενσίρωση.

Ο ιδιοκτήτης του αγρού ανέλαβε την προετοιμασία του για την εγκατάσταση του πειραματικού. Πιο συγκεκριμένα, στις αρχές Μαΐου εφαρμόστηκε βασική λίπανση με 15 μονάδες/στρέμμα άζωτο (N), 10 μονάδες/στρέμμα φώσφορο (P) και 12 μονάδες/στρέμμα κάλιο (K). Στη συνέχεια έγινε δισκοσβάρνα για την προετοιμασία της σποροκλίνης.

##### **3.2.2 ΣΠΟΡΑ**

Η σπορά των υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα πραγματοποιήθηκε στις 13/5/2021 σε πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων RCB με δύο επαναλήψεις. Η σπορά των 15 υβριδίων έγινε με το χέρι. Κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούταν από 2 γραμμές μήκους 5 μέτρων σε αποστάσεις 0,75 m γραμμή ανά γραμμή και 0,15 m φυτό ανά φυτό, όπως φαίνεται και στην εικόνα 14.



Εικόνα 14: Σπορά πειραματικού

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 3.2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΦΡΟΝΤΙΔΩΝ

Οι καλλιεργητικές φροντίδες του πειράματος είχαν ανατεθεί στον ιδιοκτήτη του αγρού, ο οποίος διέθετε και τον κατάλληλο μηχανολογικό εξοπλισμό. Μετά την σπορά και λόγω των πολύ υψηλών θερμοκρασιών, στις 22 Μαΐου 2021 πραγματοποιήθηκε πότισμα με το χέρι με τη βοήθεια φοιτητών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας για να επιτευχθεί ένα επιτυχές φύτρωμα.

Στις 30 μέρες μετά την σπορά ακολούθησε η σήμανση των πειραματικών (Εικ. 15) ενώ στις 35 μέρες μετά έγινε χειρωνακτικό ξεβοτάνισμα επί των γραμμών του αγροτεμαχίου το οποίο διήρκεσε για δύο ημέρες. Αυτό κρίθηκε απαραίτητο λόγω της μέτριας επιτυχίας της ζιζανιοκτονίας που ακολούθησε ο παραγωγός.





Εικόνα 15: Σήμανση πειραματικών

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Στη συνέχεια, ο ιδιοκτήτης προέβη σε επιφανειακή λίπανση με 15 μονάδες N ανά στρέμμα.

Η ανάπτυξη των φυτών συνεχίστηκε κανονικά ενώ η άρδευση του αγρού γινόταν από τον ιδιοκτήτη κατόπιν συνεννόησης και σύμφωνα με τις εκάστοτε καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή. Στον πίνακα 16 φαίνονται τα μετεωρολογικά δεδομένα ανά μήνα την περίοδο του πειραματισμού. Οι θερμοκρασίες ανάπτυξης, ειδικά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο χαρακτηρίζονται ως πολύ υψηλές για την περιοχή τόσο της Φλώρινας όσο και της Δυτικής Μακεδονίας.

Πίνακας 2: Μετεωρολογικά δεδομένα ανά μήνα κατά την διάρκεια του πειραματικού

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα °C			Ηλιακή	Σχετική	Βροχή	Ταχύτητα	Μηνιαία
	ΜΤ	Μέγιστο	Ελάχιστο	Ακτινοβολία W/m <sup>2</sup>	Υγρασία Αέρα %	mm	Ανέμου m/s	
Μάιος	15,97	31,09	3,66	243	62,61	28,20	0,70	116,80
Ιούνιος	18,86	36,08	4,61	261	67,60	57,20	0,40	124,80
Ιούλιος	22,54	36,94	10,94	262	61,08	70,20	0,30	138,20
Αύγουστος	22,94	37,30	7,62	260	51,16	3,40	0,40	129,90
Σεπτέμβρης	16,74	31,79	1,00	178	63,43	32,60	0,40	77,80
Οκτώβρης	9,00	23,80	-1,80	93	88,18	252,80	0,20	32,60

Περί τα μέσα Ιουλίου και μέχρι τις αρχές Αυγούστου παρατηρήθηκε περιορισμένη προσβολή του εντόμου *Diabrotica* και του μύκητα άνθρακα (Εικ. 16). Έτσι, έγιναν δύο ψεκασμοί με ψεκαστήρα πλάτης χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο με πολύ καλά αποτελέσματα.



Εικόνα 16: Μύκητας άνθρακας του αραβοσίτου

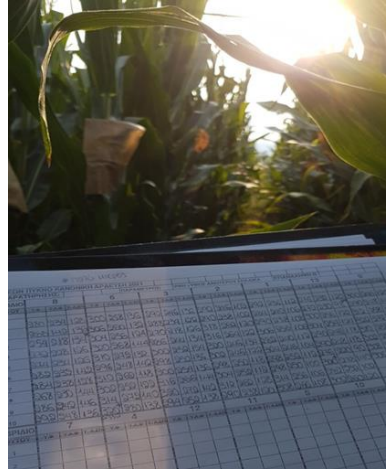
(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

#### 3.2.4 ΛΗΨΗ ΑΓΡΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΤΗΤΗΣΕΩΝ

Τριάντα μέρες μετά την σπορά πραγματοποιήθηκε σήμανση των πειραματικών. Με την ολοκλήρωση της άνθησης πάρθηκε σειρά αγρονομικών μετρήσεων (Εικ. 17). Πιο συγκεκριμένα, έγινε τυχαία επιλογή 5 φυτών ανά σειρά και ανά τεμάχιο. Οι αγροκομικές μετρήσεις που ελήφθησαν αφορούσαν στο:

1. Ύψος των φυτών από το έδαφος μέχρι την έκφυση του τελευταίου φύλλου
2. Ύψος ανώτερου φύλλου και
3. Ύψος μέχρι την έκφυση του πρώτου σπάδικα

Τέλος, από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου πραγματοποιήθηκαν συχνές επισκέψεις στον πειραματικό αγρό για να προσδιοριστεί ο βέλτιστος χρόνος συγκομιδής των υβριδίων.



Εικόνα 17: Λήψη αγροκομικών παρατηρήσεων

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 3.2.5 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Στα τέλη του Σεπτεμβρη και όταν τα υβρίδια βρισκόντουσαν στο 75% περίπου σχηματισμού της γραμμής γάλακτος έγινε δειγματοληψία σε πέντε ολόκληρα φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Τα δείγματα ζυγίστηκαν επιτόπου (Εικ. 18) με σκοπό τον προσδιορισμό του νωπού βάρους αλλά και στον υπολογισμό της απόδοσης ανά στρέμμα και εν συνεχεία μεταφέρθηκαν σε σημασμένα σακιά στο εργαστήριο Βοτανικής του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στην Φλώρινα. Εν συνεχεία, κάθε δείγμα τεμαχίστηκε (Εικ. 19) σε κομμάτια των 2-3 εκατοστών και από αυτά μετά από προσεκτική ανάδευση πάρθηκε αντιπροσωπευτικό δείγμα 500 γραμμαρίων για περαιτέρω επεξεργασία.





Εικόνα 18: Συγκομιδή δειγμάτων σε σημασμένα σακιά

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 19: Τεμαχισμός δειγμάτων αραβοσίτου

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 3.2.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Αξίζει να αναφερθεί πως σε όλα τα αρχικά δείγματα πάρθηκε αντιπροσωπευτικό υποδείγμα και έγιναν τουλάχιστον δύο διαφορετικές μετρήσεις για όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που αναλύονται στη συνέχεια.



Στην περίπτωση που παρατηρήθηκε απόκλιση μεγαλύτερη του 3% μεταξύ των δύο αυτών μετρήσεων ακολούθησε και τρίτη μέτρηση και προέκυπτε ένας μέσος όρος.

### 3.2.7 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Οι συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση του πειραματικού ήταν:

1. Εργαστηριακός μύλος type 4240 (Braun AG, Germany)
2. Αναλυτικός ζυγός
3. Σκαφίδια ζύγισης
4. Φυαλίδια ζύγισης
5. Πυριαντήριο ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας
6. Ξηραντήρια
7. Χωνευτήρια πορσελάνης
8. Κλίβανος ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας
9. Συσκευή Soxhlet
10. Συσκευή καύσης και απόσταξης Kjeldahl
11. Φιάλες για την συσκευή Kjeldahl
12. Χωνευτήρια πορσελάνης
13. Συσκευή μέτρησης ινωδών ουσιών

Οι ουσίες (Εικ. 20) που χρησιμοποιήθηκαν για τα διάφορα αντιδραστήρια ήταν:

1. Διάλυμα νιτρικού αμμωνίου 20%
2. Άνυδρος πετρελαϊκός αιθέρας

3. Άνυδρο θειικό νάτριο
4. Υδροχλωρικό οξύ 3N
5. Τετραχλωριούχος άνθρακας
6. Θειικό κάλιο
7. Καταλύτης
8. Θειικό οξύ 0,1N και 0,25N
9. Δείκτης ερυθρού του μεθυλίου
10. Διάλυμα 40% ΝΑΟΗ
11. Διάλυμα 0,1N και 0,25N ΝΑΟΗ
12. Διάλυμα θειικού οξέος 0,128M
13. Διάλυμα καυστικού καλίου 0,223M
14. Ακετόνη
15. Διαιθυλικός αιθέρας



Εικόνα 20: Διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 3.2.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ % ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΛΕΙΟΤΡΙΒΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Σε αυτό το στάδιο (Εικ. 21), κωδικοποιήθηκαν τόσο τα ταψιά αλουμινίου όσο και τα δείγματα. Στη συνέχεια, ζυγίστηκε το κενό βάρος του ταψιού, προστέθηκαν σε κάθε ένα από αυτά 500 γραμμάρια δείγματος και επαναλήφθηκε η ζύγιση (ταψί + βάρος δείγματος). Τα δείγματα παρέμειναν στον κλίβανο (Εικ. 22) για 72 ώρες σε θερμοκρασία 70 °C. Με την πάροδο του χρονικού αυτού διαστήματος ζυγίστηκαν ξανά δίνοντας το βάρος του ταψιού με το βάρος του ξηρού πλέον δείγματος.



Εικόνα 21: Κωδικοποιημένα δείγματα τεμαχισμένου αραβοσίτου προς αποξήρανση

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Τα δείγματα παρέμειναν στον κλίβανο μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος τους και να ελαττωθεί η υγρασία τους. Αφού λοιπόν υπολογίστηκαν τα αρχικά και τελικά βάρη, υπολογίστηκε η επί τοις % υγρασία του κάθε δείγματος ξεχωριστά χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\frac{\text{Αρχικό βάρος δείγματος} - \text{Τελικό βάρος δείγματος} * 100}{\text{Αρχικό βάρος δείγματος}} = \% \text{ υγρασία}$$

Για τον υπολογισμό της % περιεκτικότητας του ενσιρώματος σε ξηρή ουσία (Εικ. 22) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

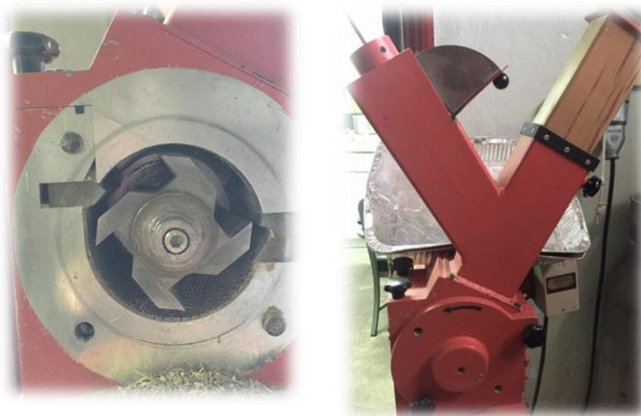
$$\frac{\text{Τελικό βάρος δείγματος}}{\text{Αρχικό βάρος δείγματος}} * 100 = \% \text{ Ξηρή ουσία}$$



Εικόνα 22: Κωδικοποιημένα ταψιά αλουμινίου με δείγμα αραβοσίτου στον κλίβανο

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Μετά την αποξήρανση των δειγμάτων ακολούθησε η λειοτρίβησή τους. Η διαδικασία αυτή έγινε μέσα στο χώρο του εργαστηρίου σε μύλο κοπής type 4240 (Braun AG, Germany) (Εικ. 23). Μετά από κάθε λειοτρίβηση ακολουθούσε σχολαστικός καθαρισμός του μύλου προς αποφυγή επιμόλυνσης των δειγμάτων. Στη συνέχεια, τα λειοτριβημένα πλέον δείγματα μεταφέρονταν σε αεροστεγείς πλαστικές σακούλες (Εικ. 24) έτσι ώστε μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάλυσή τους να μην απορροφήσουν υγρασία. Έτσι, εξασφαλίστηκε η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 23: Μύλος κοπής Type 4240 AG, Germany

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)





Εικόνα 24: Λειοτριβημένα δείγματα

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 3.2.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ

Ο προσδιορισμός της τέφρας χρησιμοποιείται για δύο κυρίως για τον έμμεσο προσδιορισμό της οργανικής ουσίας και των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών που περιέχονται στη ζωοτροφή.

Για τον σκοπό αυτό, ελήφθησαν ταυτοποιημένα, καθαρά χωνευτήρια τέφρας, διαφόρων μεγεθών, τα οποία τοποθετήθηκαν στον κλίβανο στους 100 0C ώστε να αφαιρεθεί η περίσσεια υγρασία. Μετά το πέρας της ώρας αυτής αφαιρέθηκαν με τη βοήθεια πυράγρας και μεταφέρθηκαν σε γυάλινο ξηραντήρα προκειμένου να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τέλος, ζυγίστηκαν κενά ώστε να καταγραφεί το καθαρό βάρος του χωνευτηρίου με ακρίβεια 0,1 mg. Κατά τη διάρκεια της ζύγισης μεταφερόταν ένα m τα χωνευτήρια από τον ξηραντήρα διατηρώντας τον κλειστό μεταξύ των χωνευτηριών.

Αφού ολοκληρώθηκε η προκαταρκτική αυτή διαδικασία τοποθετήθηκε σε κάθε χωνευτήριο δείγμα 2-5 γραμμαρίων του λειοτριβημένου υλικού (Εικ. 25).





**Εικόνα 25: Τοποθέτηση λειοτριβμένου υλικού στα χωνευτήρια**

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Τα χωνευτήρια αυτά τοποθετήθηκαν στον κλίβανο αποτέφρωσης (Εικ. 26) μέχρι σταθερού βάρους και μέχρι τα δείγματα να αποκτήσουν λευκό χρώμα, σε θερμοκρασία που κυμάνθηκε από 500 °C έως 600 °C με σκοπό την καύση της οργανικής του ουσίας. Η αποτέφρωση θεωρήθηκε πλήρης όταν το υπόλειμμα είχε πάρει λευκό ή γκριζό χρώμα (οπτικός έλεγχος) (Εικ. 27) κάτι το οποίο σήμαινε πως έχει ελευθερωθεί πλήρως από μη απανθρακωμένα τεμαχίδια. Η διαδικασία αυτή διήρκησε περίπου 4 ώρες. Με τη βοήθεια πυράγρας, τα δείγματα μεταφέρθηκαν πάλι στον ξηραντήρα μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος οπότε και ζυγίστηκαν ξανά δίνοντας το μικό βάρος μετά την αποτέφρωση.



**Εικόνα 26: Τοποθέτηση χωνευτηρίων στον κλίβανο**

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 27: Τελική μορφή αποτεφρωμένου δείγματος

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Το μικτό βάρος του χωνευτηρίου με την τέφρα μετά τη τελευταία ζύγιση μείον το απόβαρα του χωνευτηρίου αντιστοιχούσε στο ποσό της ανόργανης ουσίας που περιέχεται στη ποσότητα του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε. Το αποτέλεσμα ανήχθη επί τοις εκατό και παρέχει την περιεκτικότητα του δείγματος σε ανόργανα συστατικά (τέφρα).

Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε ήταν:

$$\text{Τέφρα (\%)} = \frac{(\text{Μικτό βάρος χωνευτηρίου και δείγματος} - \text{βάρος κενού χωνευτηρίου}) * 100}{\text{Μικτό βάρος χωνευτηρίου και δείγματος} - \text{βάρος κενού χωνευτηρίου}}$$

### 3.2.10 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΤΑ SOXHLET

Τα ουδέτερα λίπη είναι το κύριο συστατικό του αιθερικού εκχυλίσματος για όλες τις ζωοτροφές. Παρουσιάζουν υψηλή θερμότητα καύσης και μεγάλη πεπτικότητα. Έτσι, υψηλότερη περιεκτικότητα μιας ζωοτροφής σε ουδέτερα λίπη συνεπάγεται υψηλότερη ενεργειακή αξία αυτής.

Σε ειδικά επιθέματα τοποθετήθηκε ποσότητα δείγματος περίπου 0,5 g με ακρίβεια 0,1 mg και καλύφθηκε με ένα λεπτό στρώμα βαμβακιού. Ύστερα τα επιθέματα εισήλθαν στον υποδοχέα της συσκευής. Τα ποτηράκια αλουμινίου υποδοχής του διαλύτη στεγνώθηκαν στον ξηραντήρα για 1 ώρα περίπου και

ζυγίστηκαν. Τοποθετήθηκαν στη θέση της υποδοχής τους στη συσκευή εκχύλισης Soxhlet (Εικ. 28) με χρήση στατό 6 θέσεων σε ειδικές θέσεις με μαγνήτη. Σε κάθε ένα από αυτά προστέθηκαν 25-50 ml πετρελαϊκού αιθέρα με χρήση δοσομετρικής αντλίας.

Τα δείγματα εκχυλίστηκαν για 15'-20' λεπτά με τα επιθέματα βαπτισμένα στον οργανικό διαλύτη και 30-40' λεπτά χωρίς τα επιθέματα να είναι βαπτισμένα στον διαλύτη. Ο διαλύτης συγκεντρώθηκε στον εκχυλιστήρα της συσκευής με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή του. Τα ποτηράκια αλουμινίου αφαιρέθηκαν από τη συσκευή και τοποθετήθηκαν στο πυριαντήριο στους 100°C για 30' και έπειτα κρύωσαν στο γυάλινο ξηραντήριο. Τέλος ζυγίστηκαν και ακολούθησε ο υπολογισμός του ποσοστού λίπους σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Λιπαρές ουσίες (\%)} = \frac{\text{Βάρος ποτηριού και λίπους σε g} - \text{βάρος κενού ποτηριού σε g}}{\text{Βάρος δείγματος σε g}} * 100$$



Εικόνα 28: Συσκευή εκχύλισης Soxhlet

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 3.2.11 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ KJELDAHL

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη μετατροπή οποιασδήποτε μορφής οργανικού σε ανόργανο άζωτο.

Αρχικά σε μια φιάλη Kjeldahl χωρίς δείγμα προστέθηκαν 10 gr.  $K_2SO_4$  (θειικού καλίου) και 1 gr.  $CuSO_4$  (θειικού χαλκού) για να γίνει ο λευκός προσδιορισμός (Εικ. 29). Η διαδικασία αυτή αποσκοπεί στην ανίχνευση  $NH_3$  που δεν οφείλεται στο δείγμα. Σε μια άλλη φιάλη Kjeldahl προστέθηκαν 10 gr.  $K_2SO_4$  (θειικού καλίου), 1 gr.  $CuSO_4$  (θειικού χαλκού) και 0,5 gr. Λειοτριβημένου δείγματος. Σε κάθε φιάλη προστέθηκαν 20 ml πυκνού  $H_2SO_4$  (θειικού οξέος) και έγινε ανάδευση. Η φιάλη τοποθετήθηκε στη συσκευή καύσης Kjeldahl για να πραγματοποιηθεί η υγρή καύση. Οι σωλήνες μεταφέρθηκαν στην ειδική εστία καύσης σε ειδικό στατό και συνδέθηκαν με πολλαπλό απαγωγό με σκοπό την απομάκρυνση των ατμών οξέων κατά την καύση με ασφάλεια (Εικ. 30). Η καύση συνεχίστηκε έως ότου το διάλυμα έγινε διαυγές (Εικ. 31) και άχρωμο. Κατά τη διάρκεια της καύσης η φιάλη αναδευόταν τακτικά. Μετά το πέρας μιάμισης ώρας και αφού τελείωσε η καύση η φιάλη ψύχθηκε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.



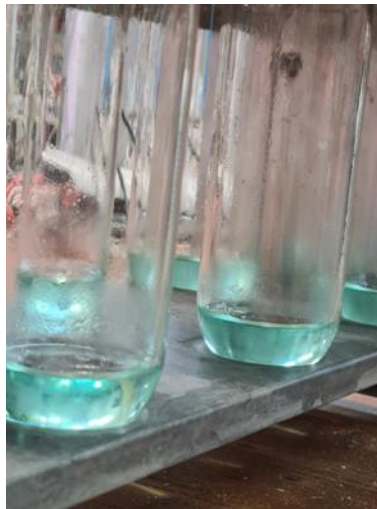
Εικόνα 29: Συσκευή καύσης Kjeldahl-Λευκός προσδιορισμός

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 30: Ειδική εστία καύσης με απαγωγό

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 31: Διάλυμα σε τελική μορφή μετά το πέρας της καύσης

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Η φιάλη τοποθετήθηκε στη συσκευή Kjeldahl. Μέσα προστέθηκε διάλυμα NaOH 30% (καυστικού νατρίου) και H<sub>2</sub>O (νερό), με το NaOH 30% (καυστικό νάτριο) να πρέπει να βρίσκεται συνεχώς σε περίσσεια. Το H<sub>2</sub>O (νερό) και η NH<sub>3</sub> (αμμωνία) μέσα στη φιάλη σχηματίζουν το NH<sub>4</sub>OH (υδροξείδιο του αμμωνίου) το οποίο αντιδρά με το καυστικό νάτριο. Η κάτω πλευρά του ψυκτήρα της





συσκευής βρίσκεται μέσα σε διάλυμα  $H_3BO_3$  2% (βορικού οξέος). Έτσι, η  $NH_3$  (αμμωνία) απελευθερώνεται και προσλαμβάνεται με απόσταξη στο διάλυμα  $H_3BO_3$  2% (βορικού οξέος). Αυτό το διάλυμα ογκομετρήθηκε με πρότυπο διάλυμα 0,1N HCl (υδροχλωρικού οξέος). Στο τέλος της διαδικασίας η φιάλη απομακρύνθηκε με τη βοήθεια πυράγρας και ο ψυκτήρας ξεπλύθηκε με απεσταγμένο νερό. Από τα καταναλωθέντα ml πρότυπου διαλύματος υπολογίστηκε το επί τοις εκατό άζωτο των δειγμάτων.

### 3.2.12 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΩΔΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Σε αυτή τη διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν ειδικά ποτηράκια με πορώδες πάτο. Αρχικά, τοποθετήθηκαν στο πυριαντήριο και μετά στο ξηραντήριο για να μην απορροφήσουν υγρασία. Πρώτα ζυγίστηκε το βάρος κενού ποτηριού. Ύστερα ζυγίστηκε το βάρος ποτηριού + βάρος δείγματος (περίπου 0,5 gr.) και τοποθετήθηκε στον ειδικό υποδοχέα. Με τη βοήθεια του υποδοχέα τα ποτηράκια μεταφέρθηκαν στη συσκευή θερμής εκχύλισης Fibretec και σταθεροποιήθηκαν στη σωστή τους θέση. Για τη πραγματοποίηση του πρώτου βρασμού προστέθηκε στα ποτηράκια προθερμασμένο  $H_2SO_4$  (θειικό οξύ). Ύστερα προστέθηκαν 4-5 σταγόνες  $C_8H_{18}O$  (οκτανόλης) με τη βοήθεια πιπέτας για να παρεμποδιστεί ο σχηματισμός υπερβολικής ποσότητας αφρού και ρυθμίστηκε η θερμοκρασία έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί ένας συνεχής και ήπιος βρασμός για 30' λεπτά ακριβώς. Με τη βοήθεια του συστήματος κενού που φέρει η συσκευή απομακρύνθηκε το  $H_2SO_4$  (θειικό οξύ) μαζί με τα διαλυμένα, μη κυτταρινούχα συστατικά του δείγματος. Για το τέλος του πρώτου βρασμού τα δείγματα ξεπλύθηκαν 3 φορές με απεσταγμένο νερό. Για τη πραγματοποίηση του δεύτερου βρασμού σε κάθε ποτηράκι προστέθηκε προθερμασμένο KOH (υδροξείδιο του καλίου). Προστέθηκαν και εδώ 4-5 σταγόνες  $C_8H_{18}O$  (οκτανόλης) και ο βρασμός των δειγμάτων έγινε για 30' λεπτά ακριβώς. Με τη βοήθεια του συστήματος του κενού απομακρύνθηκε το υδροξείδιο του καλίου μαζί με τα διαλυμένα συστατικά των δειγμάτων. Τέλος τα δείγματα ξεπλύθηκαν 3 φορές με απεσταγμένο νερό.





Με τη βοήθεια του υποδοχέα τα ποτηράκια αφαιρέθηκαν από τη συσκευή θερμής εκχύλισης και ξεπλύθηκαν 3 φορές με ακετόνη. Τοποθετήθηκαν στο πυριαντήριο στους 100οC για να στεγνώσουν και ύστερα στο ξηραντήριο για να κρυώσουν. Αμέσως μετά ζυγίστηκαν βάρος ποτηριού + βάρος ινωδών ουσιών + τέφρα. Εν συνεχεία, τα ποτηράκια τοποθετήθηκαν στο κλίβανο αποτέφρωσης στους 500°C για 3 ώρες. Μετά τοποθετήθηκαν στο πυριαντήριο και μετά στο ξηραντήριο για να κρυώσουν. Τέλος, τα ποτηράκια ζυγίστηκαν βάρος ποτηριού + βάρος τέφρας. Η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ινώδεις ουσίες υπολογίστηκε με βάση τα παραπάνω βάρη.

### *3.2.13 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΑΖΩΤΟΥΧΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ (E.A.E.O)*

Ο προσδιορισμός των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών (E.A.E.O) επί ξηρού βάρους έγινε έμμεσα, δηλαδή με τη πρόσθεση των εκατοστιαίων περιεκτικότητων του αναλυμένου δείγματος σε συνολικές αζωτούχες ουσίες, λιπαρές ουσίες, ινώδεις ουσίες και ανόργανη ουσία και αφαίρεση του αθροίσματος αυτού από το εκατό. Οι E.A.E.O. θεωρούνται ότι αποτελούν το πλέον εύπεπτο από τα μη αζωτούχα συστατικά και συνήθως ισοδυναμούν με την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες.

#### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τόσο για την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) όσο και για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε τόσο το πρόγραμμα επεξεργασίας υπολογιστικών φύλλων excel 2007 της Microsoft όσο και το στατιστικό πακέτο IBM SPSS statistics version 29.

Ο έλεγχος της κανονικότητας διασφαλίζει την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των στατιστικών συμπερασμάτων επιτρέποντας την επιλογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης και την αποφυγή σφαλμάτων στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Από τον πίνακα 3 φαίνεται ότι τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά ακολουθούν την κανονική κατανομή καθώς στις στήλες που φανερώνουν το επίπεδο σημαντικότητας (Sig) οι τιμές είναι μεγαλύτερες από το  $\alpha=0,05$  και για τα δύο κριτήρια.

**Πίνακας 3: Έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων με κριτήρια Kolmogorov-Smirnov**

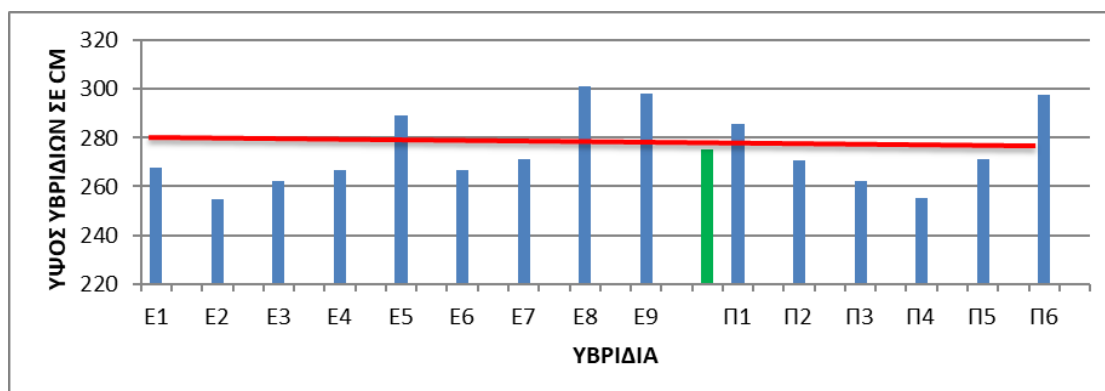
	Έλεγχος κανονικότητας					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ύψος	0,100	30	0,200*	0,954	30	0,211
Ύψος Πρώτου Σπάδικα	0,103	30	0,200*	0,987	30	0,965
% Ξηρά Ουσία	0,108	30	0,200*	0,972	30	0,597
% Υγρασία	0,108	30	0,200*	0,972	30	0,597
Απόδοση σε 65% Υγρασία	0,090	30	0,200*	0,949	30	0,161
% Τέφρα	0,840	30	0,200*	0,976	30	0,722
% Πρωτεΐνες	0,640	30	0,200*	0,988	30	0,976
% Λίπος	0,104	30	0,200*	0,976	30	0,709
% Ινώδεις Ουσίες	0,123	30	0,200*	0,958	30	0,268

a=Lilliefors Διόρθωση σημαντικότητας

\*Αυτό είναι ένα χαμηλότερο επίπεδο της πραγματικής σημαντικότητας

Στην εικόνα 32 που ακολουθεί, παρατίθεται διάγραμμα των μέσων όρων του ύψους των υβριδίων. Με την πράσινη στήλη απεικονίζεται ο μέσος όρος του ύψους του συνόλου των εμπορικών υβριδίων. Παρατηρείται λοιπόν ότι το

ύψος των πειραματικών υβριδίων, με εξαίρεση το υβρίδιο Π4, βρίσκεται κοντά στο μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων που κυκλοφορούν στην αγορά.



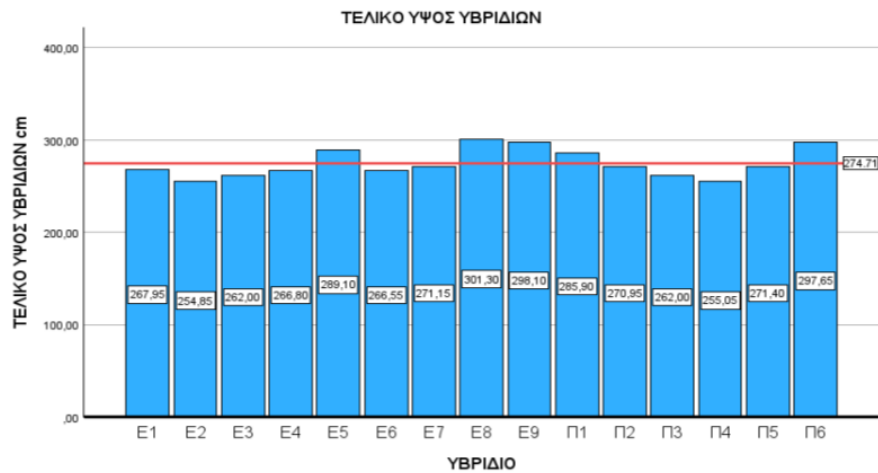
Εικόνα 32: ύψος εμπορικών και πειραματικών υβριδίων σε σχέση με τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων

Από τον πίνακα 4 των περιγραφικών χαρακτηριστικών φαίνεται ότι ο μέσος όρος του τελικού ύψους όλων των υβριδίων, εμπορικών και πειραματικών, είναι 274,71cm, με τη μέγιστη τιμή ύψους των συνολικών επαναλήψεων να ορίζεται 323,40cm και την ελάχιστη στα 228,20cm. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας (CV) είναι 10,57%.

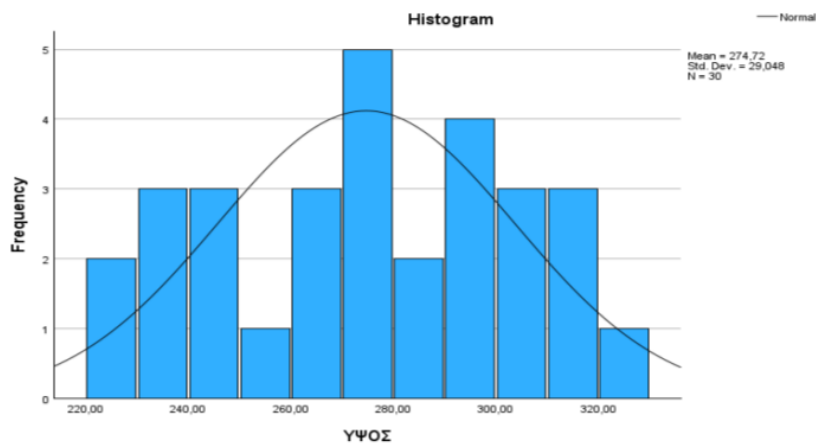
Πίνακας 4: Περιγραφικά στατιστικά τελικού ύψους υβριδίων

	Μέσος Όρος	274,71cm
Τελικό Ύψος Υβριδίων	CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας	10,57
	Δικαύμανση	843,8
	Τυπική Απόκλιση	29,048
	Ελάχιστη Τιμή	228,2
	Μέγιστη Τιμή	323,4
	Εύρος	95,2

Στην εικόνα 33 φαίνεται αναλυτικά το τελικό ύψος του κάθε υβριδίου σε σχέση με τον μέσο όρο όλων των υβριδίων αυτή τη φορά, που αναπαρίσταται με την κόκκινη γραμμή. Επίσης, από την εικόνα 34 όπου φαίνεται το ιστόγραμμα κατανομής των υβριδίων με βάση το τελικό ύψος, παρατηρούμε ότι η κατανομή των τιμών του τελικού ύψους των υβριδίων είναι κανονική, άρα στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



Εικόνα 33: Τελικό ύψος υβριδίων σε cm



Εικόνα 34: Κατανομή υβριδίων με βάση το τελικό ύψος

Στον πίνακα 5 παρουσιάζεται η ανάλυση της παραλλακτικότητας των δεδομένων ως προς το ύψος των φυτών. Σε αυτόν, φαίνεται πως το επίπεδο σημαντικότητας είναι 0,876 το οποίο είναι μεγαλύτερο από το 0,05 οπότε και το ύψος αποτελεί ένα γνώρισμα ανεξάρτητο από τον γενότυπο του φυτού. Δηλαδή, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των παρατηρούμενων φυτών.

Πίνακας 5: ANOVA για το τελικό ύψος των φυτών

Εξαρτημένη μεταβλητή: Ύψος					
Πηγή	Τύπος III Αθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	115563,590 <sup>a</sup>	15	770,239	0,835	0,635
Σημείο Τομής	2264077,408	1	2264077,408	2453,971	<0,001
Υβρίδιο	6858,587	14	489,899	0,531	<b>0,876</b>
Επανάληψη	4695,003	1	4695,003	5,089	0,41
Σφάλμα	12916,652	14	922,618		
Σύνολο	2288547,65	30			
Διορθωμένο σύνολο	24470,242	29			
<b>a. R<sup>2</sup>=0,472 (Προσαρμοσμένο R<sup>2</sup>=-0,093)</b>					

Από τον πίνακα 6 των περιγραφικών χαρακτηριστικών παρατηρείται πως ο μέσος όρος του ύψους του πρώτου σπάδικα είναι 100,66cm με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στα 140,3cm και την ελάχιστη στα 58,7cm. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 17,81%.

Πίνακας 6: Περιγραφικά στατιστικά ύψους πρώτου σπάδικα

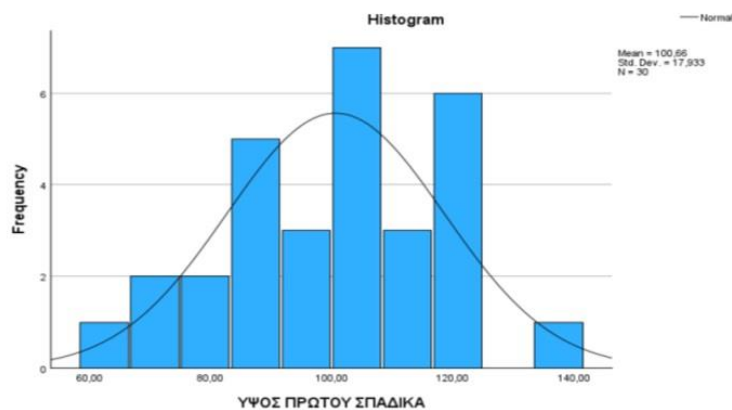
	Μέσος Όρος	100,66cm
Ύψος Πρώτου Σπάδικα	CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας	17,81
	Διακύμανση	321,60
	Τυπική Απόκλιση	17,93
	Ελάχιστη Τιμή	58,70
	Μέγιστη Τιμή	140,30
	Εύρος	81,60

Στην εικόνα 35 παρουσιάζεται αναλυτικά το ύψος έκφυσης του ανώτερου σπάδικα για κάθε υβρίδιο, καθώς και ο μέσος όρος τους με την κόκκινη γραμμή.



Εικόνα 35: Ύψος έκφυσης πρώτου σπάδικα

Στην εικόνα 36 που ακολουθεί παρουσιάζεται ιστόγραμμα κανονικής κατανομής, από το οποίο συμπεραίνεται ότι η κατανομή των τιμών του ύψους του πρώτου σπάδικα είναι κανονική, οπότε και μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



Εικόνα 36: Κατανομή των υβριδίων με βάση το ύψος του ανώτερου σπάδικα

Από τον πίνακα 7 της ανάλυσης παραλλακτικότητας γίνεται φανερό ότι τα υβρίδια δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Sig. 0,079 > 0,05) ως προς το ύψος του πρώτου σπάδικα. Κατά συνέπεια, το ύψος έκφυσης του πρώτου σπάδικα δεν επηρεάζεται από τον γενότυπο του φυτού.

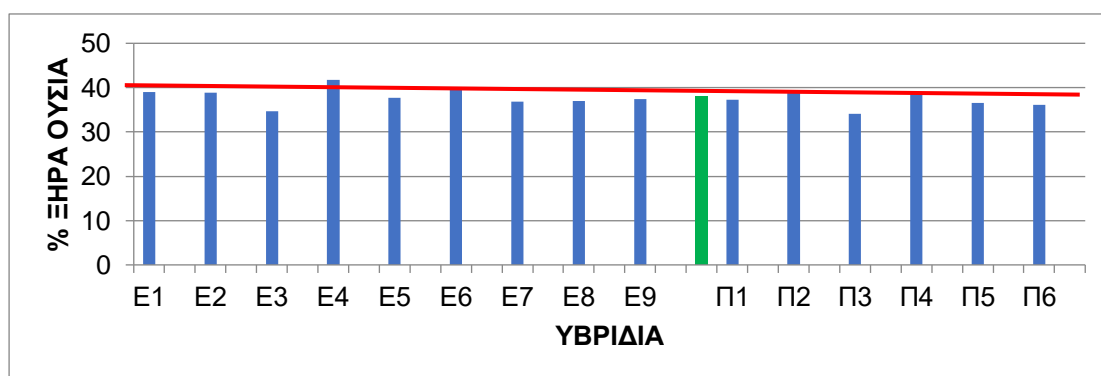


Πίνακας 7: ANOVA για το ύψος έκφυσης του πρώτου σπάδικα

Εξαρτημένη μεταβλητή: Ύψος Πρώτου Σπάδικα					
Πηγή	Τύπος III Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	6741,873 <sup>a</sup>	15	449,458	2,435	0,052
Σημείο Τομής	303973,068	1	303973,068	1646,557	<0,001
Υβρίδιο	5623,132	14	401,652	2,176	<b>0,079</b>
Επανάληψη	1118,741	1	1118,741	6,06	0,027
Σφάλμα	2584,559	14	184,611		
Σύνολο	313299,5	30			
Διορθωμένο σύνολο	9326,432	29			

a.  $R^2=0,723$  (Προσαρμοσμένο  $R^2=0,426$ )

Στην εικόνα 37 παρουσιάζεται το διάγραμμα της περιεκτικότητας των υπό μελέτη υβριδίων σε ξηρά ουσία. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή παρουσιάζουν τον μέσο όρο της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία των εμπορικών υβριδίων. Φαίνεται λοιπόν πως όλα τα πειραματικά υβρίδια, με μια μικρή απόκλιση που αφορά στο υβρίδιο Π3, βρίσκονται κοντά στο μέσο όρο των αντίστοιχων εμπορικών όσον αφορά στην περιεκτικότητά τους σε ξηρά ουσία.



Εικόνα 37: % Ξηρά ουσία στα εμπορικά και πειραματικά υβρίδια του πειράματος. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή παρουσιάζουν το μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων.

Από τον πίνακα 8 των περιγραφικών χαρακτηριστικών παρατηρείται ότι ο μέσος όρος της % περιεκτικότητας του συνόλου των υβριδίων σε ξηρά ουσία

είναι 37,67%, με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στο 44,60% και την ελάχιστη στα 30,80%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 14,72%.

Πίνακας 8: Περιγραφικά στατιστικά % ξηράς ουσίας

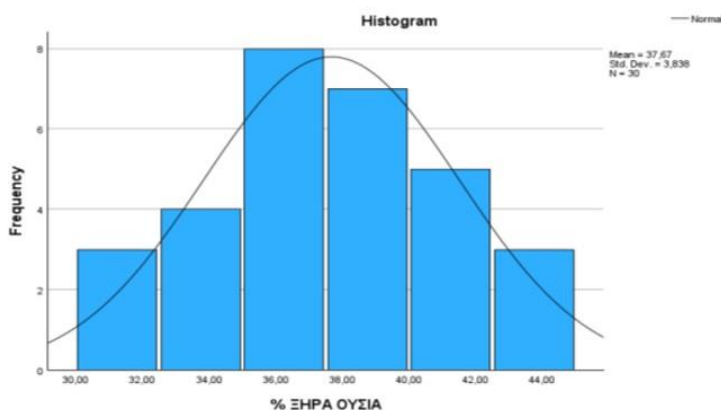
	Μέσος Όρος	37,67cm
% Ξηρά Ουσία	CV Συντελεστής	10,16
	Παραλλακτικότητα	
	Διακύμανση	14,72
	Τυπική Απόκλιση	3,83
	Ελάχιστη Τιμή	30,80
	Μέγιστη Τιμή	44,60
	Εύρος	13,80

Παρακάτω απεικονίζεται (εικ. 38) το γράφημα στο οποίο φαίνεται αναλυτικά για κάθε υβρίδιο % η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, καθώς και ο μέσος όρος του συνόλου των υβριδίων με την κόκκινη γραμμή. Και σε αυτή την περίπτωση διαφαίνεται η τάση σύγκλισης με τον μέσο όρο. Επίσης και για αυτό το χαρακτηριστικό τα πειραματικά υβρίδια δεν αποκλίνουν από τα εμπορικά.



Εικόνα 38: % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία

Από το ιστόγραμμα κατανομής της εικόνας 39 συμπεραίνεται ότι η κατανομή των τιμών της % περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία είναι κανονική, οπότε στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



Εικόνα 39: Κατανομή των υβριδίων με βασικό χαρακτηριστικό την % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία

Από τον πίνακα 9 της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρούμε ότι τα υβρίδια δεν παρουσιάζουν Στατιστικά Σημαντικές Διαφορές (Σ.Σ.Δ) (Sig. 0,951 > 0,05) ως προς την % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, οπότε το γνώρισμα αυτό δεν επηρεάστηκε από το γενότυπο του φυτού.

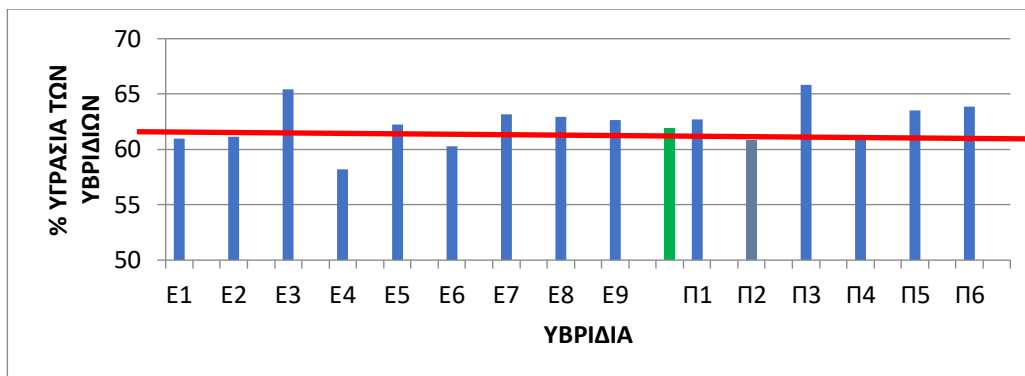
Πίνακας 9: ANOVA για την % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία

Εξαρτημένη μεταβλητή: % Ξηρά Ουσία					
Πηγή	Τύπος III Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	151,956 <sup>a</sup>	15	10,13	0,515	0,892
Σημείο Τομής	42570,867	1	42570,867	2165,931	<0,001
Υβρίδιο	109,948	14	7,853	0,4	<b>0,951</b>
Επανάληψη	42,008	1	42,008	2,137	0,166
Σφάλμα	275,167	14	19,655		
Σύνολο	42997,99	30			
Διορθωμένο σύνολο	427,123	29			

a.  $R^2=0,356$  (Προσαρμοσμένο  $R^2=-0,334$ )

Στο γράφημα που απεικονίζεται στην εικόνα 40 φαίνεται πως η περιεκτικότητα σε υγρασία δε παρουσιάζει μεγάλες διαφορές στα πειραματικά υβρίδια σε σχέση με τον μέσο όρο των αντίστοιχων εμπορικών, με μια εξαίρεση

του Π3, το οποίο φαίνεται να παρουσιάζει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία τόσο από το μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων όσο και από το εμπορικό υβρίδιο E3 που έχει το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας σε σχέση με τα υπό μελέτη εμπορικά υβρίδια.



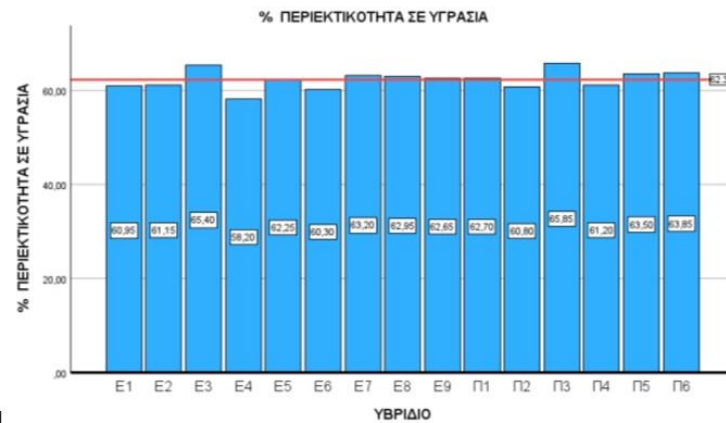
Εικόνα 40: Ποσοστό υγρασίας στα υβρίδια του πειράματος. Με την πράσινη στήλη και κόκκινη γραμμή απεικονίζεται ο μέσος όρος της περιεκτικότητας σε υγρασία των εμπορικών υβριδίων.

Από τον πίνακα 10 των περιγραφικών χαρακτηριστικών εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο μέσος όρος της % περιεκτικότητας του συνόλου των υβριδίων σε υγρασία είναι 62,33%, με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στο 69,2% και την ελάχιστη στα 55,40%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 6,14%.

Πίνακας 10: Περιγραφικά στατιστικά περιεκτικότητας % υγρασίας

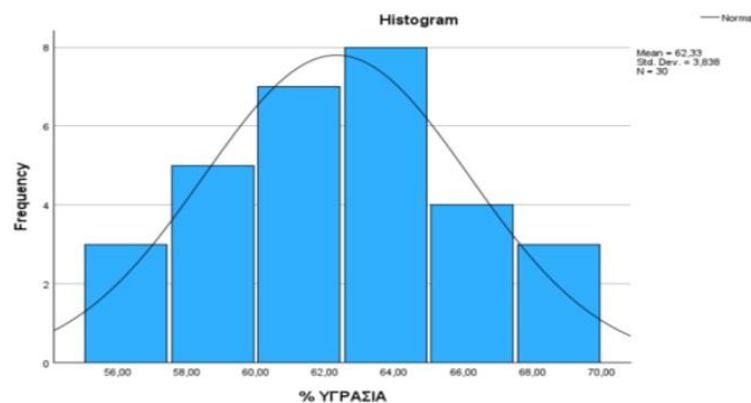
	Μέσος Όρος	62,33cm
% Υγρασία	CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας	6,14
	Διακύμανση	14,72
	Τυπική Απόκλιση	3,83
	Ελάχιστη Τιμή	55,40
	Μέγιστη Τιμή	69,20
	Εύρος	13,80

Στην εικόνα 41 παρουσιάζεται γράφημα στο οποίο φαίνεται αναλυτικά για κάθε υβρίδιο % η περιεκτικότητα σε υγρασία, καθώς και ο μέσος όρος με την κόκκινη γραμμή, όπου επιβεβαιώνονται και τα προαναφερθέντα.



Εικόνα 41: % περιεκτικότητα σε υγρασία

Από το ιστόγραμμα κατανομής (εικ. 41) είναι φανερό ότι η κατανομή των τιμών ως προς την % περιεκτικότητα των υβριδίων σε υγρασία είναι κανονική, οπότε στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



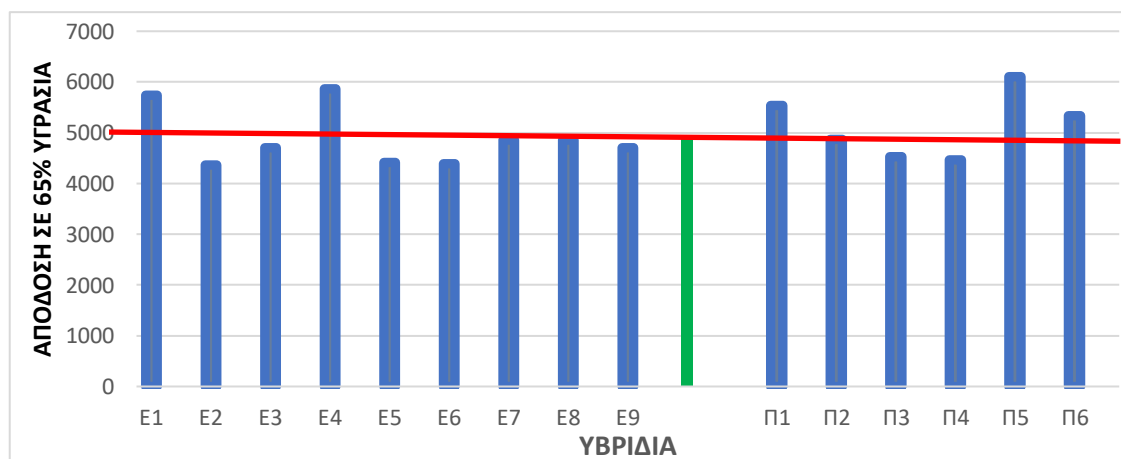
Εικόνα 42: Κατανομή υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητα σε υγρασία

Από τον πίνακα 11 της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρείται ότι τα υβρίδια δεν παρουσιάζουν Στατιστικά Σημαντικές Διαφορές (Σ.Σ.Δ) (Sig. 0,951 > 0,05) ως προς την % περιεκτικότητα σε υγρασία, οπότε το γνώρισμα αυτό δεν επηρεάζεται από το γενότυπο του φυτού.

Πίνακας 11: ANOVA με βάση την % περιεκτικότητα σε υγρασία

Εξαρτημένη μεταβλητή: % Υγρασία					
Πηγή	Τύπος III Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	151,956 <sup>a</sup>	15	10,13	0,515	0,892
Σημείο Τομής	116550,867	1	116550,867	5929,905	<0,001
Υβρίδιο	109,948	14	7,853	0,4	<b>0,951</b>
Επανάληψη	42,008	1	42,008	2,137	0,166
Σφάλμα	275,167	14	19,655		
Σύνολο	116977,99	30			
Διορθωμένο σύνολο	427,123	29			
a. $R^2=0,356$ (Προσαρμοσμένο $R^2=-0,334$ )					

Παρακάτω παρουσιάζεται το γράφημα (εικ. 43) από το οποίο διεξάγεται το συμπέρασμα πως 3 από τα πειραματικά υβρίδια (Π1, Π5 και Π6) βρίσκονται πάνω από τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων όσον αφορά την απόδοσή τους σε 65% υγρασία.



Εικόνα 43: Απόδοση των υπό μελέτη υβριδίων σε 65% υγρασία. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή αντιπροσωπεύουν τον μέσο όρο της απόδοσης των εμπορικών υβριδίων.

Από τον πίνακα 12 των περιγραφικών χαρακτηριστικών διεξάγεται το συμπέρασμα ότι ο μέσος όρος της απόδοσης σε 65% περιεκτικότητα των

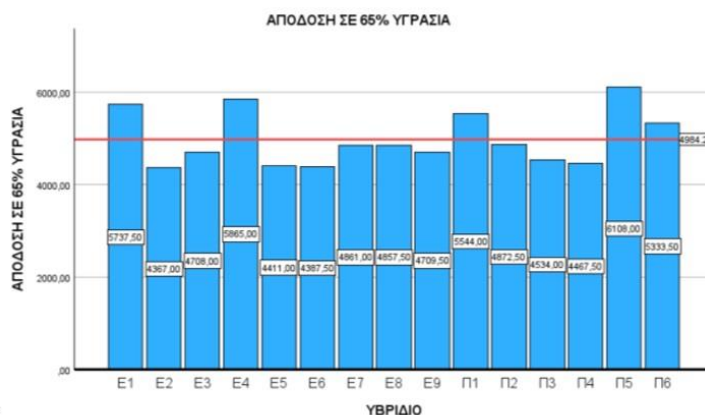


υβριδίων σε υγρασία είναι 4984,23gr, με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στο 8344,0gr και την ελάχιστη στα 2822,0gr. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 21,54%.

Πίνακας 12: Περιγραφικά στατιστικά απόδοσης σε 65% υγρασία

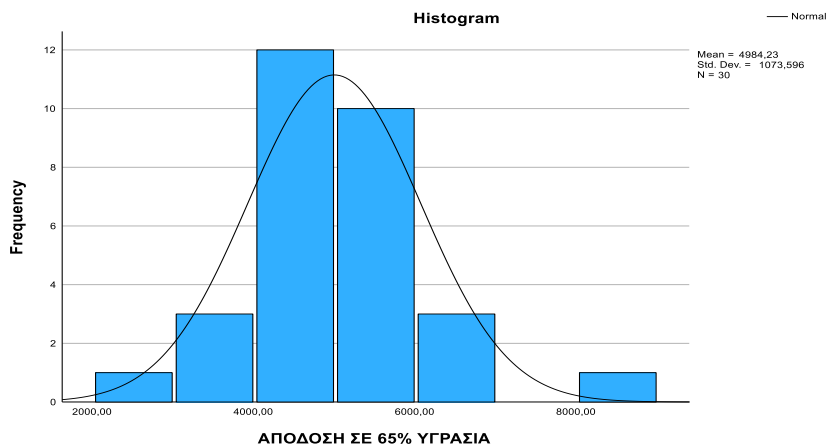
% Απόδοση σε 65% Υγρασία	Μέσος Όρος	4984,23
	CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας	
Διακύμανση		1152609,28
Τυπική Απόκλιση		1073,59
Ελάχιστη Τιμή		2822,00
Μέγιστη Τιμή		8344,00
Εύρος		5522,00

Στο γράφημα που ακολουθεί (Εικ. 44) φαίνεται αναλυτικά για κάθε υβρίδιο η απόδοση σε 65% περιεκτικότητα υγρασία, καθώς και ο μέσος όρος με την κόκκινη γραμμή. Τα τρία (Π1, Π5 & Π6) από τα έξι σε σύνολο πειραματικά υβρίδια τοποθετούνται πάνω από τον μέσο όρο των συνολικών υβριδίων.



Εικόνα 44: Απόδοση του συνόλου των υβριδίων σε 65% περιεκτικότητα υγρασίας. Η κόκκινη γραμμή αντιπροσωπεύει το μέσο όρο όλων των υβριδίων

Από το ιστόγραμμα κατανομής που παρατίθεται στην εικόνα 45, παρατηρεί κανείς ότι η κατανομή των υβριδίων με βάση την απόδοση σε 65 % περιεκτικότητα σε υγρασία είναι κανονική, οπότε στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



Εικόνα 45: Κατανομή των υβριδίων με βάση την απόδοση σε 65% περιεκτικότητα σε υγρασία.

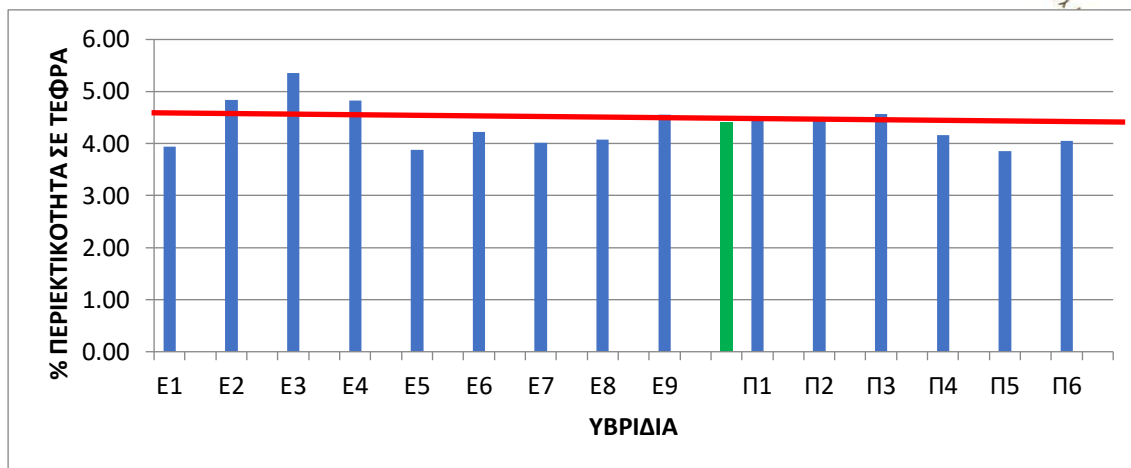
Από τον πίνακα 13 της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρούμε ότι τα υβρίδια δεν παρουσιάζουν Στατιστικά Σημαντικές Διαφορές (Σ.Σ.Δ) (Επίπεδο σημαντικότητας (sig)  $0,937 > 0,05$ ) ως προς την απόδοση σε 65 % περιεκτικότητα σε υγρασία, οπότε το γνώρισμα αυτό δεν επηρεάστηκε από το γενότυπο του φυτού.

Πίνακας 13: ANOVA για την απόδοση σε 65% περιεκτικότητα υγρασίας

Εξαρτημένη μεταβλητή: Απόδοση σε 65 % Υγρασία					
Πηγή	Τύπος III Αθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	1172685,902 <sup>a</sup>	15	744845,727	0,469	0,921
Σημείο Τομής	745277457,630	1	116550,867	745277457,6	<0,001
Υβρίδιο	9544481,867	14	681748,705	0,429	<b>0,937</b>
Επανάληψη	1628204,033	1	1628204,033	1,024	0,329
Σφάλμα	22252983,467	14	1589498,819		
Σύνολο	778703127,00	30			
Διορθωμένο σύνολο	33425669,367	29			

a.  $R^2=0,334$  (Προσαρμοσμένο  $R^2=-0,379$ )

Από το γράφημα 14 (Εικ. 46) φαίνεται πως όλα τα πειραματικά υβρίδια βρίσκονται κοντά στο μέσο όρο των αντίστοιχων εμπορικών όσον αφορά στην περιεκτικότητά τους σε τέφρα.



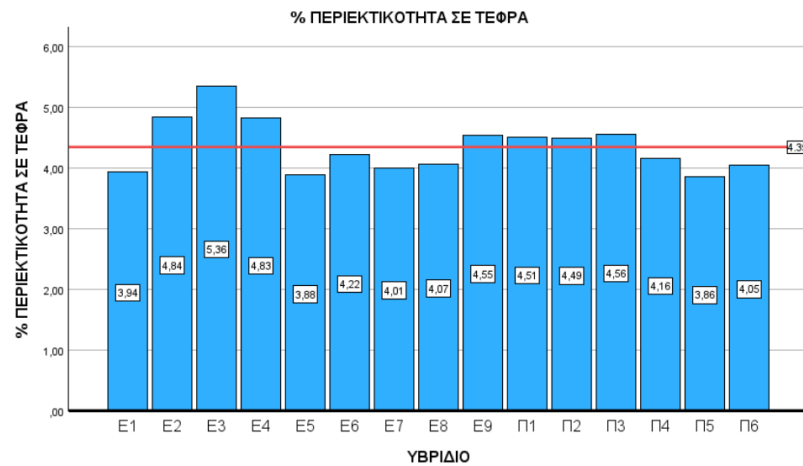
**Εικόνα 46:** Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε τέφρα. Με την πράσινη στήλη και την κόκκινη γραμμή φαίνεται ο μέσος όρος σε περιεκτικότητα σε τέφρα των υπό μελέτη εμπορικών υβριδίων.

Από τον πίνακα 14 των περιγραφικών χαρακτηριστικών παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος της % περιεκτικότητας των υβριδίων σε τέφρα είναι 4,35%, με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στο 5,59% και την ελάχιστη στα 3,28%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 13,89%.

**Πίνακας 14:** Περιγραφικά στατιστικά % τέφρας

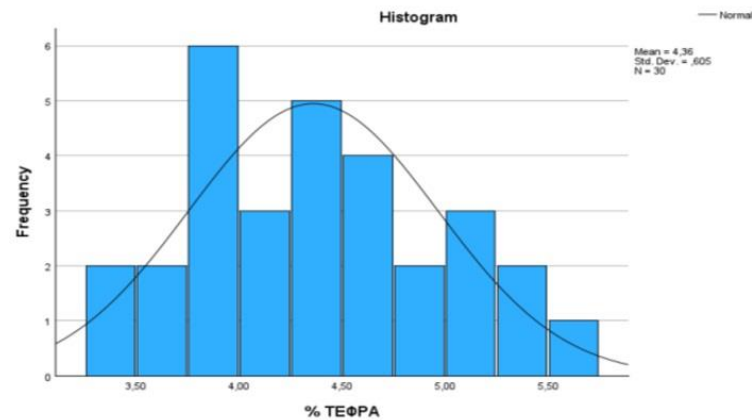
<b>Μέσος Όρος</b>	<b>4,35</b>
CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας	13,89
Διακύμανση	0,36
Τυπική Απόκλιση	0,60
Ελάχιστη Τιμή	3,28
Μέγιστη Τιμή	5,59
Εύρος	2,31

Στο γράφημα 15 της εικόνας 47 φαίνεται αναλυτικά για κάθε υβρίδιο % η περιεκτικότητα σε τέφρα, καθώς και ο μέσος όρος του συνόλου των υβριδίων με την κόκκινη γραμμή. Η περιεκτικότητα των πειραματικών υβριδίων φαίνεται να βρίσκονται κοντά στο μέσο όρο και του συνόλου των υβριδίων χωρίς να παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις.



**Εικόνα 47: % περιεκτικότητα σε τέφρα του συνόλου των υβριδίων**

Από το ιστόγραμμα που φαίνεται στην εικόνα 48 συμπεραίνεται ότι η κατανομή των υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητα τους σε τέφρα είναι κανονική, οπότε στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



**Εικόνα 48: Κατανομή των υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητά τους σε τέφρα.**

Από τον πίνακα 15 της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρούμε ότι το επίπεδο σημαντικότητας (Sig.) είναι 0,937 πολύ μεγαλύτερο από 0,05 οπότε τα υβρίδια δεν παρουσιάζουν Στατιστικά Σημαντικές Διαφορές (Σ.Σ.Δ) ως προς την



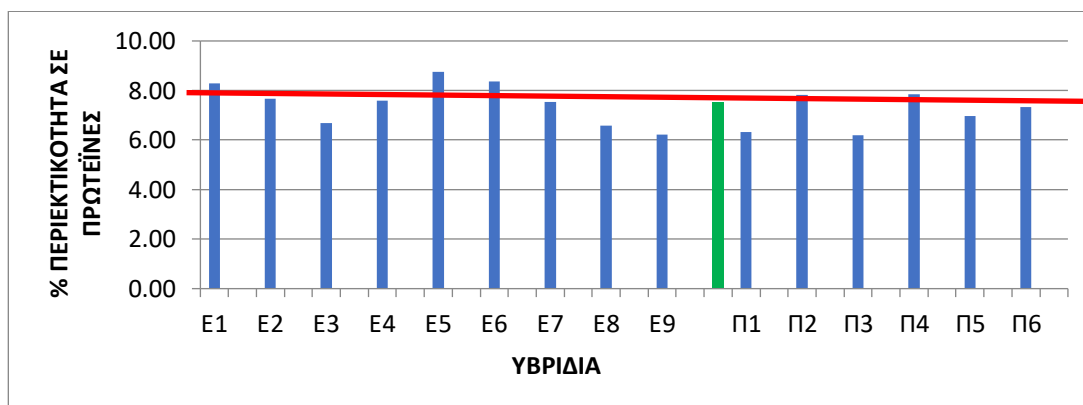
την % περιεκτικότητα σε τέφρα. Άρα, το γνώρισμα αυτό δεν επηρεάζεται από το γενότυπο του φυτού.

Πίνακας 15: ANOVA για την % περιεκτικότητα σε τέφρα

Εξαρτημένη μεταβλητή: % Περιεκτικότητα σε τέφρα					
Πηγή	Τύπος III Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	5,563 <sup>a</sup>	15	0,371	1,025	0,484
Σημείο Τομής	569,678	1	569,678	1573,948	<0,001
Υβρίδιο	5,148	14	0,368	1,016	<b>0,488</b>
Επανάληψη	0,415	1	0,415	1,148	0,302
Σφάλμα	5,067	14	0,362		
Σύνολο	580,31	30			
Διορθωμένο σύνολο	10,631	29			

a.  $R^2=0,523$  (Προσαρμοσμένο  $R^2=0,13$ )

Από το γράφημα που παρουσιάζεται στην εικόνα 49 και αναλύει την ποσοστιαία περιεκτικότητα των υβριδίων σε πρωτεΐνη, τα πειραματικά υβρίδια βρίσκονται όλα κοντά στον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων με τα υβρίδια Π1 και Π3 να παρουσιάζουν ελαφρώς χαμηλότερα ποσοστά πρωτεϊνών.



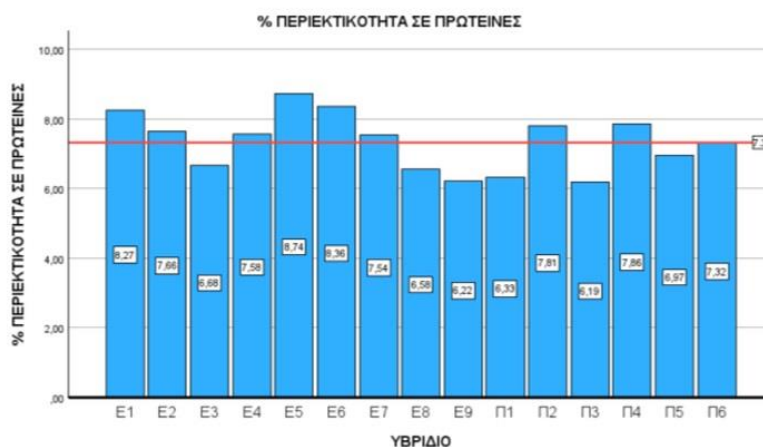
Εικόνα 49: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες των υπό μελέτη υβριδίων. Με την πράσινη στήλη και κόκκινη γραμμή αποτυπώνεται ο μέσος όρος των εμπορικών υβριδίων.

Στον πίνακα 16 των περιγραφικών χαρακτηριστικών φαίνεται ότι ο μέσος όρος της % περιεκτικότητας των υβριδίων σε πρωτεΐνη είναι 7,33%, με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στο 9,79% και την ελάχιστη στα 5,47%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 14,72%.

Πίνακας 16: Περιγραφικά στατιστικά % πρωτεΐνης

<b>Μέσος Όρος</b>	<b>7,33</b>
<b>CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας</b>	<b>13,42</b>
Διακύμανση	0,97
Τυπική Απόκλιση	0,98
Ελάχιστη Τιμή	5,47
Μέγιστη Τιμή	9,79
Εύρος	4,32

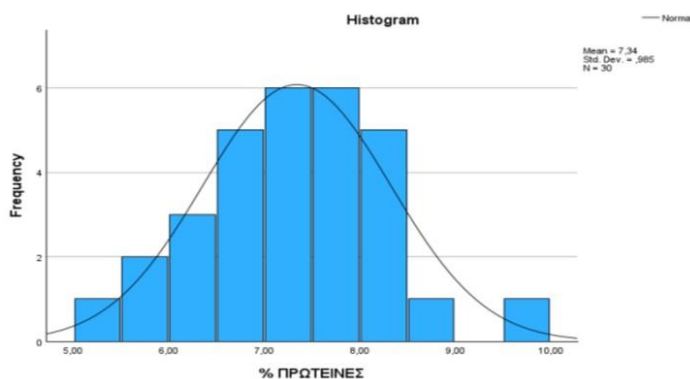
Στο γράφημα της εικόνας 50 φαίνεται αναλυτικά για κάθε υβρίδιο η % περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες, καθώς και ο μέσος όρος του συνόλου των υβριδίων με την κόκκινη γραμμή. Λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο του συνόλου των υπό μελέτη υβριδίων παρατηρείται πως από τα πειραματικά υβρίδια τα Π2 και Π4 βρίσκονται πάνω από τον μέσο όρο.



Εικόνα 50: % Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες

Από το ιστόγραμμα κατανομής της εικόνας 51 παρατηρείται ότι η κατανομή των υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι κανονική, οπότε στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.





Εικόνα 51: Κατανομή των υβριδίων με βάση την % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Από τον πίνακα 17 της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρούμε ότι τα υβρίδια δεν παρουσιάζουν Στατιστικά Σημαντικές Διαφορές (Σ.Σ.Δ) (Sig. 0,105 > 0,05) ως προς την την % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, οπότε το γνώρισμα αυτό δεν επηρεάζεται από το γενότυπο του φυτού.

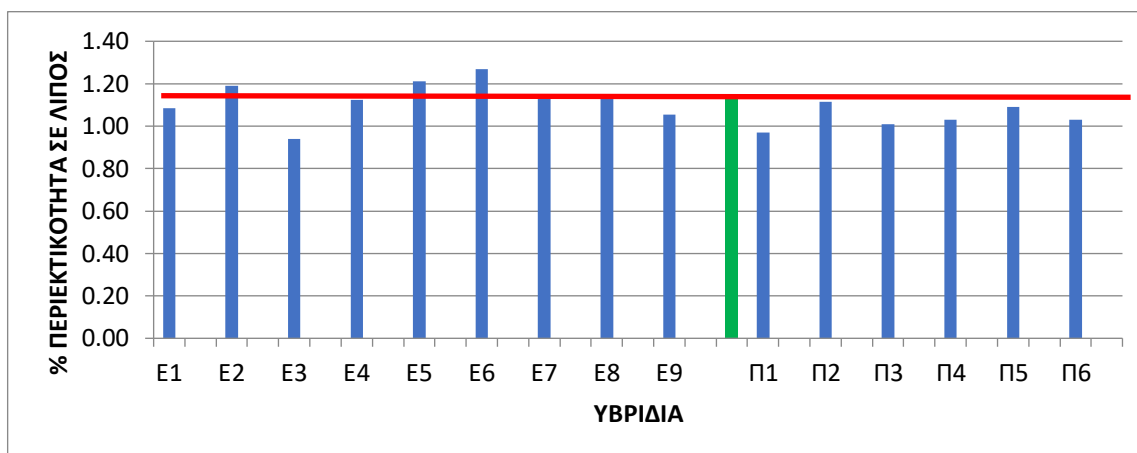
Πίνακας 17: ANOVA για την % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Εξαρτημένη μεταβλητή: % Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες					
Πηγή	Τύπος III Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	18,750 <sup>a</sup>	15	1,25	1,866	0,126
Σημείο Τομής	1616,121	1	1616,121	2412,701	<0,001
Υβρίδιο	18,655	14	1,333	1,986	<b>0,105</b>
Επανάληψη	0,095	1	0,095	0,142	0,712
Σφάλμα	9,378	14	0,67		
Σύνολο	1644,249	30			
Διορθωμένο σύνολο	28,128	29			

**a. R<sup>2</sup>=0,667 (Προσαρμοσμένο R<sup>2</sup>=0,309)**

Στο γράφημα της εικόνας 52, παρουσιάζεται ο μέσος όρος της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του κάθε υβριδίου σε λίπος καθώς και ο μέσος όρος αυτής όσον αφορά στα εμπορικά υβρίδια. Εδώ, φαίνεται πως τα

πειραματικά υβρίδια έχουν ελαφρώς χαμηλότερα ή ίσα με το μέσο όρο ποσοστά λίπους στην σύστασή τους.



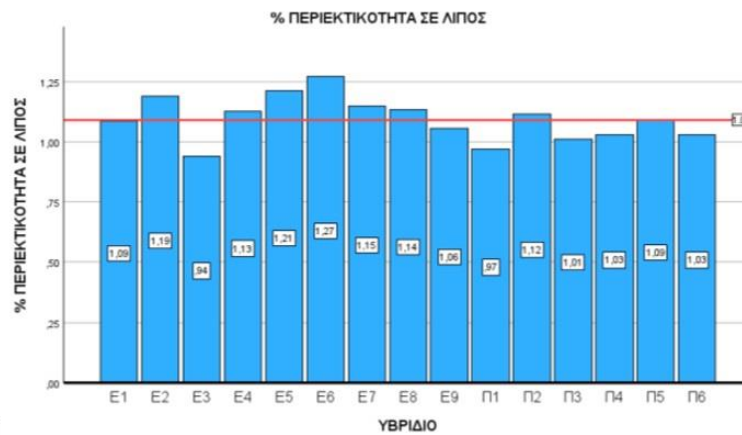
Εικόνα 52: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή φανερώνει τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων

Από τον πίνακα 18 των περιγραφικών χαρακτηριστικών γίνεται φανερό ότι ο μέσος όρος της % περιεκτικότητας των υβριδίων σε λίπος είναι 1,09%, με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στο 14,9% και την ελάχιστη στα 0,75%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 14,82%.

Πίνακας 18: Περιγραφικά στατιστικά για την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος

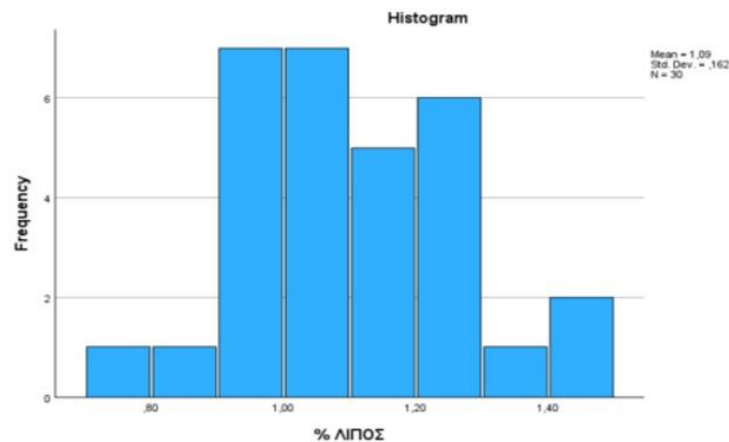
<b>Μέσος Όρος</b>	<b>1,09</b>
CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας	14,82
Διακύμανση	0,02
Τυπική Απόκλιση	0,16
Ελάχιστη Τιμή	0,75
Μέγιστη Τιμή	1,49
Εύρος	0,74

Στο γράφημα της εικόνας 53 φαίνεται αναλυτικά για κάθε υβρίδιο η ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος, καθώς και ο μέσος όρος του συνόλου των υβριδίων με την κόκκινη γραμμή. Τα πειραματικά υβρίδια με τα καλύτερα αποτελέσματα φαίνεται να είναι το Π2, το οποίο ξεπερνά τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων και το Π5, το οποίο είναι στον μέσο όρο αυτών.



Εικόνα 53: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος του συνόλου των υβριδίων

Από το ιστόγραμμα κατανομής της εικόνας 54, παρατηρούμε ότι η κατανομή των υβριδίων με βάση την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος είναι κανονική, οπότε στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



Εικόνα 54: Κατανομή των υβριδίων με βάση την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος.

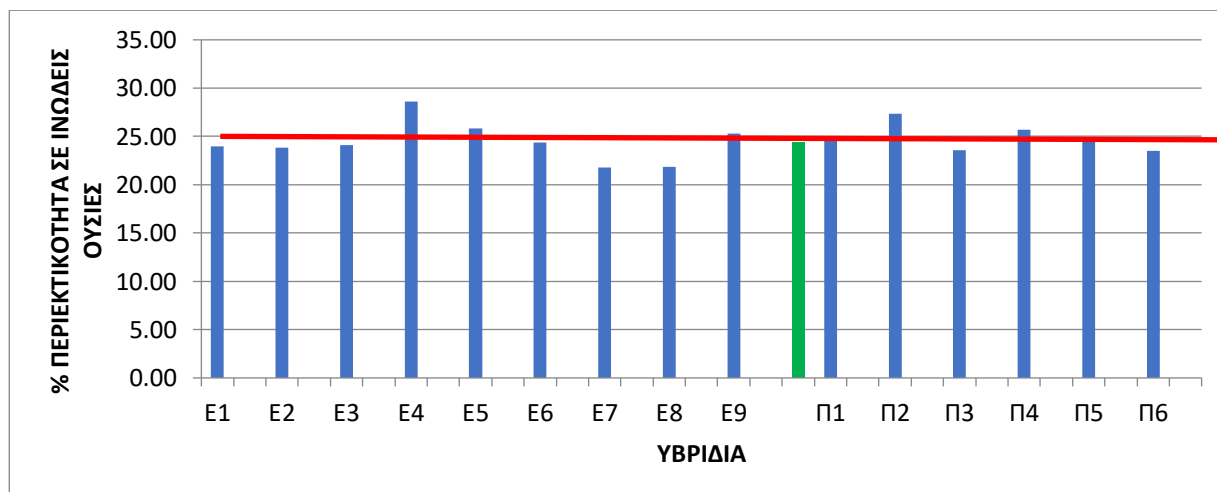
Από τον πίνακα 19 της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρούμε ότι τα υβρίδια δεν παρουσιάζουν Στατιστικά Σημαντικές Διαφορές (Σ.Σ.Δ) (Sig. 0,916 > 0,05) ως προς την % περιεκτικότητα σε λίπος, οπότε το γνώρισμα αυτό δεν επηρεάζεται από το γενότυπο του φυτού.

Πίνακας 19: ANOVA για την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος

Εξαρτημένη μεταβλητή: % Περιεκτικότητα σε λίπος					
Πηγή	Τύπος III Αθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	0,270 <sup>a</sup>	15	0,18	0,508	0,897
Σημείο Τομής	35,883	1	35,883	1014,291	<0,001
Υβρίδιο	0,232	14	0,017	0,468	<b>0,916</b>
Επανάληψη	0,038	1	0,038	1,079	0,317
Σφάλμα	0,495	14	0,035		
Σύνολο	36,648	30			
Διορθωμένο σύνολο	0,765	29			

a.  $R^2=0,353$  (Προσαρμοσμένο  $R^2=-0,341$ )

Στο γράφημα της εικόνας 55 περιγράφεται η κατανομή των υβριδίων με βάση την ποσοστιαία περιεκτικότητά τους σε ινώδεις ουσίες καθώς και ο μέσος όρος αυτής στα εμπορικά υβρίδια. Φαίνεται λοιπόν πως όλα τα πειραματικά υβρίδια βρίσκονται κοντά ή πάνω από τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων όσον αφορά στην ποσοστιαία περιεκτικότητά τους σε ινώδεις ουσίες.



Εικόνα 55: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες. Η πράσινη στήλη και η κόκκινη γραμμή παρουσιάζουν τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων

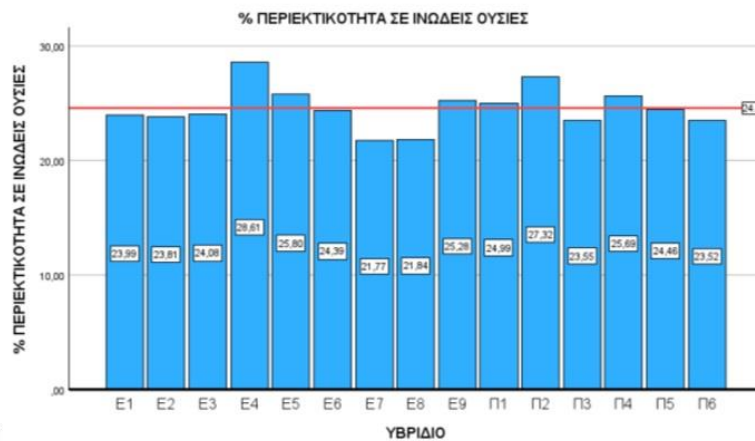
Από τον πίνακα 20 των περιγραφικών χαρακτηριστικών παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος της % περιεκτικότητας του συνόλου των υβριδίων σε ινώδεις

ουσίες είναι 24,60%, με τη μέγιστη τιμή να φτάνει στο 29,03% και την ελάχιστη στα 21,40%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι 8,14%.

Πίνακας 20: Περιγραφικά στατιστικά ποσοστιαίας περιεκτικότητας ινώδων ουσιών

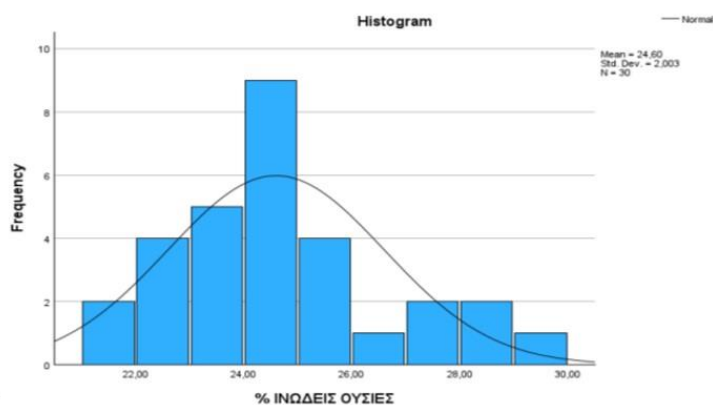
<b>Μέσος Όρος</b>		<b>24,60</b>
<b>% Ινώδεις Ουσίες</b>	CV Συντελεστής Παραλλακτικότητας	8,14
	Διακύμανση	4,01
	Τυπική Απόκλιση	2,01
	Ελάχιστη Τιμή	21,40
	Μέγιστη Τιμή	29,03
	Εύρος	7,63

Στο γράφημα της εικόνας 56 φαίνεται αναλυτικά για κάθε υβρίδιο η ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες, καθώς και ο μέσος όρος του συνόλου των υβριδίων με την κόκκινη γραμμή. Σε αυτό το ποιοτικό χαρακτηριστικό όλα τα πειραματικά υβρίδια έδειξαν πολύ καλά αποτελέσματα μιας και τα περισσότερα από αυτά ξεπέρασαν τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων με δύο από αυτά (Π3 & Π6) να πλησιάζουν στον μέσο όρο των εμπορικών.



Εικόνα 56: Ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες

Από το ιστόγραμμα κατανομής που παρατίθεται στην εικόνα 57 παρατηρείται ότι η κατανομή των υβριδίων με βάση την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες είναι κανονική, οπότε στα δεδομένα μπορεί να γίνει ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA.



Εικόνα 57: Κατανομή των υβριδίων με βάση την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες

Από τον πίνακα 21 της ανάλυσης παραλλακτικότητας γίνεται φανερό πως το επίπεδο σημαντικότητας παίρνει την τιμή 0,002 η οποία είναι μικρότερη από 0,05 (Sig. 0,002 < 0,05) έτσι διεξάγεται το συμπέρασμα πως τα υβρίδια παρουσιάζουν Στατιστικά Σημαντικές Διαφορές (Σ.Σ.Δ) μεταξύ τους ως προς την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες. Άρα, το γνώρισμα αυτό επηρεάζεται από το γενότυπο του φυτού.

Πίνακας 21: ANOVA για την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες

Εξαρτημένη μεταβλητή: % Περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες					
Πηγή	Τύπος III Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Αριθμητικός ΜΟ Τετραγώνων	Συχνότητα	Επίπεδο Σημαντικότητας
Διορθωμένο Μοντέλο	99,349 <sup>a</sup>	15	6,623	5,445	0,001
Σημείο Τομής	18161,689	1	18161,689	14931,664	<0,001
Υβρίδιο	91,829	14	6,559	5,393	<b>0,002</b>
Επανάληψη	0,038	1	0,038	1,079	0,317
Σφάλμα	17,028	14	1,216		
Σύνολο	18278,066	30			
Διορθωμένο σύνολο	116,378	29			
<b>a. R<sup>2</sup>=0,854 (Προσαρμοσμένο R<sup>2</sup>=0,697)</b>					

Στον πίνακα 22 παρουσιάζεται η ομαδοποίηση των υλικών ως προς την ποσοστιαία περιεκτικότητα των υλικών σε ινώδεις ουσίες. Από τη στήλη 6 του πίνακα αυτού φαίνεται ότι τα υβρίδια που έχουν το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν



στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, ενώ αυτά που δεν έχουν το ίδιο γράμμα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

**Πίνακας 22: Ομαδοποίηση για την ποσοστιαία περιεκτικότητα των υλικών σε ινώδεις ουσίες**

Ποσοστιαία Περιεκτικότητα σε Ινώδεις Ουσίες							
Duncan <sup>a,b</sup>							
ΥΒΡΙΔΙΟ	N	Υποσύνολο					
		1	2	3	4	5	6
E7	2	21,77					21,76a
E8	2	21,84	21,84				21,84ab
Π6	2	23,52	23,52	23,52			23,52abc
Π3	2	23,55	23,55	23,55			23,55abc
E2	2	23,81	23,81	23,81			23,81abc
E1	2	23,99	23,99	23,99			23,99abc
E3	2	24,08	24,08	24,08			24,08abc
E6	2	24,39	24,39	24,39			24,39abc
Π5	2		24,46	24,46			24,45bc
Π1	2			24,99	24,99		24,98cd
E9	2			25,28	25,28		25,27cd
Π4	2			25,69	25,69		25,68cd
E5	2			25,80	25,80		25,80cd
Π2	2				27,32	27,32	27,32de
E4	2					28,61	28,60e
Sig.		0,054	0,054	0,091	0,075	0,263	

Παρουσιάζονται οι μέσοι όροι για σύνολα ομοειδών υποδείγμάτων.

Βασισμένο στους παρατηρούμενους μέσους όρους.

Το περιθώριο λάθους είναι Μέσο Τετράγωνο (Σφαλμα)=1,216.

a. Χρησιμοποιεί Αρμονικό Μέσο Μέγεθος Δείγματος = 2,000.

b. Alpha = 0,05.

Από τον πίνακα 23 προκύπτει ότι η απόδοση συσχετίζεται θετικά με το τελικό ύψος (0,434\*) και το ύψος έκφυσης του πρώτου σπάδικα (0,364\*). Θετικά συσχετίζεται το τελικό ύψος φυτών με το ύψος έκφυσης ανώτερου σπάδικα (0,616\*) και την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος (0,538\*). Σημαντικές είναι οι συσχετίσεις της ποσοστιαίας περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία με την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (0,512\*) και την ποσοστιαία περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες. Τέλος αρνητικά σημαντική είναι η συσχέτιση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη με την ποσοστιαία περιεκτικότητα



σε υγρασία (-0,512\*) και της τελευταίας με την περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες (-0,422\*).

Πίνακας 23: Συντελεστές συσχέτισης Pearson των υπό μελέτη χαρακτηριστικών

	ΑΠΟΔΟΣΗ Η ΣΕ 65% ΥΓΡΑΣΙΑ	ΥΨΟΣ	ΥΨΟΣ ΠΡΩΤΟΥ ΣΠΑΔΙΚΑ	% ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ	% ΥΓΡΑΣΙΑ	% ΤΕΦΡΑ	% ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ	% ΛΙΠΟΣ
<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ 65% ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΕΛΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	1							
<b>ΥΨΟΣ ΠΡΩΤΟΥ ΣΠΑΔΙΚΑ</b>	,364*	1						
<b>% ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ</b>	0,124	-0,255	-0,316	1				
<b>% ΥΓΡΑΣΙΑ</b>	-0,124	0,255	0,316	-1,000**	1			
<b>% ΤΕΦΡΑ</b>	-0,084	-0,244	-0,138	-0,270	0,270	1		
<b>% ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ</b>	-0,127	-0,263	-0,167	,512**	-,512**	-0,313	1	
<b>% ΛΙΠΟΣ</b>	0,164	,538**	0,329	0,104	-0,104	-,415*	0,292	1
<b>% ΙΝΩΔΕΙΣ ΟΥΣΙΕΣ</b>	-0,079	-0,218	-,396*	,422*	-,422*	0,164	0,278	-0,016



Στον πίνακα 24 που ακολουθεί παρατίθενται αναλυτικά οι μέσοι όροι των αγροκομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών όλων των υπό μελέτη υβριδίων.

**Πίνακας 24: Αναλυτικά αγροκομικά χαρακτηριστικά, απόδοση και ποιοτικά χαρακτηριστικά των διπλών επαναλήψεων των 15 υβριδίων (εμπορικών και πειραματικών) που συμμετείχαν στο πείραμα**

Κωδικός	Είδος Υβριδίου	Επανάληψη	Ύψος (cm)	Ύψος (cm) ΜΟ	Ύψος πρώτου σπάδικα (cm)	Ύψος πρώτου σπάδικα (cm) ΜΟ	Ξηρά Ουσία %	Ξηρά Ουσία % ΜΟ	Υγρασία %	Υγρασία % ΜΟ	Απόδοση η σε 65% υγρασία (Kg/στρ)	Απόδοση η σε 65% υγρασία (Kg/στρ) ΜΟ
<b>E1</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	245,6	267,95	122,5	131,4	39,3	39,05	60,7	60,95	5723	5737,15
		2	290,3		140,3		38,8		61,2		5752	
<b>E2</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	281,5	254,85	86,8	80,8	35,8	38,85	64,2	61,15	4612	4366,72
		2	228,2		74,8		41,9		58,1		4122	
<b>E3</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	261,3	262	106,4	112,45	34,1	34,6	65,9	65,4	3980	4708,29
		2	262,7		118,5		35,1		64,9		5436	
<b>E4</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	230,5	266,8	78,2	90,15	42,1	41,8	57,9	58,2	5555	5864,79
		2	303,1		102,1		41,5		58,5		6175	
<b>E5</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	318,3	289,1	112,7	98,5	33,7	37,75	66,3	62,25	4134	4411,03
		2	259,9		84,3		41,8		58,2		4688	



<b>E6</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	292,1	266,55	109,0	103,4	44,6	39,7	55,4	60,3	4162	4387,81
		2	241,0		97,8		34,8		65,2		4613	
<b>E7</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	303,1	271,15	123,1	106,4	31,6	36,8	68,4	63,2	4797	4861,14
		2	239,2		89,7		42,0		58,0		4925	
<b>E8</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	317,9	301,3	119,6	109,7	31,1	37,05	68,9	62,95	4444	4857,55
		2	284,7		99,8		43,0		57,0		5271	
<b>E9</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	295,8	298,1	116,7	112,1	30,8	37,35	69,2	62,65	4313	4709,47
		2	300,4		107,5		43,9		56,1		5106	
<b>Π1</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	299,5	285,9	98,0	89,95	37,8	37,3	62,2	62,7	5770	5544,35
		2	272,3		81,9		36,8		63,2		5318	
<b>Π2</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	269,6	270,95	101,2	101,2	39,9	39,2	60,1	60,8	4209	4872,37
		2	272,3		101,2		38,5		61,5		5536	
<b>Π3</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	277,4	262	121,9	103,5	35,3	34,15	64,7	65,85	5874	4533,97
		2	246,6		85,1		33,0		67,0		3194	
<b>Π4</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	277,8	255,05	90,6	74,65	38,3	38,8	61,7	61,2	6113	4467,34
		2	232,3		58,7		39,3		60,7		2822	
<b>Π5</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	314,6	271,4	105,3	89,2	36,0	36,5	64,0	63,5	8344	6107,88
		2	228,2		73,1		37,0		63,0		3872	
<b>Π6</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	323,4	297,65	109,5	106,5	36,9	36,15	63,1	63,85	6228	5333,74



Κωδικός	Είδος Υβριδίου	Επανάληψη	Τέφρα α %	Τέφρα % ΜΟ	Πρωτεΐνες %	Πρωτεΐνες % ΜΟ	Λίπος %	Λίπος % ΜΟ	Ινώδεις Ουσίες %	Ινώδεις Ουσίες % ΜΟ	Ε.Α.Ε.Ο. %	Ε.Α.Ε.Ο. % ΜΟ
		2	271,9		103,5		35,4		64,6		4439	
<b>E1</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	4,52	3,95	8,48	8,28	0,75	1,09	23,49	23,99 €	62,77	62,71
		2	3,37		8,07		1,42		24,49		62,65	
<b>E2</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	5,14	4,84	7,61	7,66	1,27	1,19	23,43	23,81 €	62,55	62,51
		2	4,54		7,70		1,11		24,19		62,46	
<b>E3</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	5,59	5,36	7,41	6,68	0,91	0,94	23,34	24,08 €	62,75	62,95
		2	5,13		5,94		0,97		24,82		63,14	
<b>E4</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	5,39	4,83	7,77	7,58	1,04	1,13	28,18	28,61 €	57,61	57,86
		2	4,27		7,39		1,21		29,03		58,11	
<b>E5</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	3,98	3,89	7,69	8,74	1,21	1,21	24,33	25,80 €	62,79	60,37
		2	3,79		9,79		1,21		27,27		57,94	
<b>E6</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	3,62	4,23	8,99	8,37	1,49	1,27	25,47	24,39 €	60,44	61,76
		2	4,83		7,74		1,05		23,31		63,07	
<b>E7</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	4,25	4,01	7,08	7,54	1,34	1,15	21,40	21,77 €	65,94	65,55
		2	3,77		7,99		0,96		22,13		65,16	
<b>E8</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	3,73	4,08	6,42	6,58	1,21	1,14	21,51	21,84 €	67,14	66,38



		2	4,42		6,73		1,06		22,17		65,62	
<b>Ε9</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	1	5,29	4,55	5,47	6,22	1,02	1,06	25,12	25,28 €	63,09	62,90
		2	3,81		6,97		1,09		25,43		62,70	
<b>Π1</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	4,02	4,51	6,65	6,33	1,04	0,97	24,08	24,99 €	64,21	63,21
		2	5,00		6,01		0,90		25,89		62,20	
<b>Π2</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	4,82	4,50	8,34	7,81	1,13	1,12	28,03	27,32 €	57,69	59,27
		2	4,17		7,28		1,10		26,61		60,84	
<b>Π3</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	4,41	4,57	5,67	6,19	1,04	1,01	22,13	23,55 €	66,75	64,69
		2	4,72		6,71		0,98		24,97		62,62	
<b>Π4</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	3,79	4,17	8,29	7,86	1,19	1,03	23,74	25,69 €	63,00	61,27
		2	4,54		7,42		0,87		27,63		59,54	
<b>Π5</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	4,44	3,86	7,05	6,97	1,20	1,09	24,45	24,46 €	62,85	63,62
		2	3,28		6,89		0,98		24,46		64,39	
<b>Π6</b>	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	1	4,14	4,05	6,33	7,32	1,10	1,03	22,86	23,52 €	65,57	64,08
		2	3,96		8,31		0,96		24,18		62,58	





## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βελτίωση των γενοτύπων των φυτών στοχεύει στην αύξηση τόσο των αποδόσεων όσο και κατ' επέκταση του αγροτικού εισοδήματος. Παρ' όλα αυτά είναι πολύ σημαντικό η απόδοση αυτή να συσχετιστεί με υψηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά μιας και αυτά συνδέονται με την υψηλή παραγωγικότητα των εκτρεφόμενων ζώων. Στο πείραμα το οποίο εκπονήθηκε στον αγρό μελετήθηκαν τα ίδια αγροκομικά χαρακτηριστικά από επιλεγμένα φυτά κάθε υβριδίου ακολουθώντας ακριβώς την ίδια διαδικασία. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με ανάλυση της παραλλακτικότητας και τα δεδομένα έδειξαν πως τα υβρίδια δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ως προς τα αγροκομικά χαρακτηριστικά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Το πιο ψηλό υβρίδιο ήταν το εμπορικό με τον αριθμό Ε8 (301,3cm) και από τα πειραματικά, το ψηλότερο ήταν το Π6 (297,65cm) και το Π1 (285,9cm). Όλα τα υπόλοιπα υβρίδια ήταν χαμηλότερα από τον μέσο όρο των εμπορικών υβριδίων χωρίς όμως να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Τα χαμηλότερα υβρίδια ήταν το εμπορικό Ε2 (254,85cm) και το πειραματικό Π4 (255,05cm). Παρατηρήθηκε σε πείραμα που διεξήχθη σε τέσσερις (4) διαφορετικές περιοχές, πως τα υβρίδια με χαμηλότερο τελικό ύψος τείνουν να έχουν καλύτερη αναλογία κόκκων στο βλαστικό κλάσμα με αποτέλεσμα να ευνοείται η ανάπτυξη καλύτερης ποιότητας ενσιρώματος (Neumann, κ.α, 2021)

Η αποδοτικότητα των υβριδίων συσχετίστηκε θετικά με το ύψος των φυτών (0,434) κάτι το οποίο αποδεικνύει πως αύξηση στο ύψος των φυτών συνεπάγεται και αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας που είναι και ένα βασικό ζητούμενο στις έρευνες που αφορούν καλλιέργειες κτηνοτροφικών φυτών. Το αποτέλεσμα της έρευνας συμφωνεί και με την έρευνα των Adewumi κ.α. (2023) οι οποίοι παρατήρησαν σε πείραμα που έγινε σε Σαβάνες της περιοχής της Γουινέας, ότι η απόδοση της καλλιέργειας αραβοσίτου σχετίστηκε θετικά με το ύψος των φυτών (0,26). Στο παρόν πειραματικό την μεγαλύτερη απόδοση σε 65% υγρασία παρουσίασε το



πειραματικό υβρίδιο Π5 (6107,88 kg/στρ) και όλα τα πειραματικά υβρίδια βρισκονταν κοντά στον μέσο όρο των εμπορικών.

Το ποσοστό ξηράς ουσίας κυμάνθηκε από 34,15 - 41,80%, ποσοστό πολύ υψηλότερο από μελέτη ανάμεσα σε τρία εμπορικά υβρίδια σε περιοχή της Ινδίας (19,53 - 22,47%) από τους Brar κ.α (2021). Βρέθηκε να είναι υψηλότερο στο εμπορικό υβρίδιο E4 ενώ όλα τα πειραματικά υβρίδια ήταν κοντά στον μέσο όρο των εμπορικών χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Το ποσοστό της ξηράς ουσίας παρουσίασε αρνητική συσχέτιση τόσο με το τελικό ύψος του φυτού (-0,255) όσο και με το ύψος έκφυσης του πρώτου σπάδικα (-0,138) ενώ θετικά σχετίστηκε με την απόδοση σε 65% υγρασία (0,124). Επίσης, όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υβριδίων, το ποσοστό ξηράς ουσίας παρουσίασε υψηλή θετική συσχέτιση τόσο με την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (0,512) όσο και με την περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες (0,422).

Η υγρασία όλων των υβριδίων κυμάνθηκε από 58,2-65,85%. Σύμφωνα με τους Israelsen κ.α (2009), η υγρασία ολόκληρου του φυτού αραβοσίτου κατά τη συγκομιδή πρέπει να κυμαίνεται σε ποσοστά από 60% έως 70% ώστε να επιτευχθεί ο καλύτερος δυνατός συνδυασμός ξηράς ουσίας, αποδοτικότητας και πεπτικότητας. Τα υπό μελέτη υβρίδια λοιπόν είναι όλα μέσα στα αποδεκτά όρια, με εξαίρεση το εμπορικό υβρίδιο E4 το οποίο αποκλίνει ελαφρώς από τα κατώτατα αποδεκτά όρια (58,2%). Το ποσοστό περιεκτικότητας σε υγρασία παρουσίασε υψηλή αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό τόσο των πρωτεϊνών όσο και των ινωδών ουσιών.

Το ποσοστό τέφρας κυμάνθηκε στα υπό μελέτη υβρίδια από 3,86% έως 4,84% ποσοστό αρκετά χαμηλότερο από την μελέτη των Demirel κ.α. (2011), των οποίων τα υπό μελέτη υβρίδια παρουσίασαν ποσοστά τέφρας 4,64 - 7,94%. Η τέφρα βρέθηκε να παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό των πρωτεϊνών και του λίπους. Αυτό φαίνεται και μέσα από το πείραμα αν παρατηρήσουμε τα αποτελέσματα του πειραματικού υβριδίου Π3, το οποίο είχε την υψηλότερη τιμή από τα πειραματικά υβρίδια σε υγρασία και την χαμηλότερη τιμή αντίστοιχα στις πρωτεΐνες. Άρα υψηλότερα



ποσοστά τέφρας σχετίζονται με υποβάθμιση του ενσιρώματος από πλευράς πρωτεϊνών και λιπαρών ουσιών.

Γενικότερα, τα πειραματικά υβρίδια κρίνονται κατάλληλα προς ενσίρωση και η επιλογή τους προτείνεται να γίνει βάσει των επιθυμητών χαρακτηριστικών του υπεύθυνου κατάρτισης του σιτηρεσίου και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα στην παραγωγικότητα των γαλακτοπαραγωγών ζώων. Το πειραματικό υβρίδιο Π5 παρουσίασε τις υψηλότερες αποδόσεις (6107,88 kg/στρ) με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα τόσο αγροκομικά όσο και ποιοτικά οπότε και προτείνεται ως το ιδανικό για τον παραγωγό που πρωταρχική του απαίτηση είναι η επίτευξη υψηλών επιδόσεων. Το υβρίδιο από τα πειραματικά που προτείνεται ως αυτό με το υψηλότερο ποσοστό πρωτεϊνών είναι το Π4.

Πρόταση για μελλοντική έρευνα και ανάπτυξη αποτελεί η δημιουργία του γενοτύπου εκείνου ο οποίος θα συνδυάζει την υψηλή απόδοση του υβριδίου με ταυτόχρονη επίτευξη υψηλών τιμών ποιοτικών χαρακτηριστικών. Στην παρούσα μελέτη δεν βρέθηκε το υβρίδιο που θα καλύπτει ταυτόχρονα τις απαιτήσεις αυτές. Καλύπτοντας τις προαναφερθείσες απαιτήσεις, αν πρόκειται για γεωργό θα μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα εργασίας και εισοδήματος μέσω των υψηλών αποδόσεων, ενώ αν πρόκειται για κτηνοτρόφο θα πετύχει τα ίδια ακριβώς αποτελέσματα μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των ζώων .



## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adewumi, A.D., Oladipo, M.S., Ukachukwu, P.C. & Aluko, O.A., (2023). Agronomic performance of some white hybrid Maize evaluated in SAVanna agroecologies. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, December. pp.31-38.

Ali, Q., Ali, A., Ahsan, M., Ali, S., Khan, N.H., Muhammad, S., Abbas, H.G, Nasir, I.A., and Husnain, T.(2014). Line x Tester analysis for morpho-physiological traits of Zea Mays L. seedlings. *Advancements in Life Sciences*.

Allen, M. S., Coors, J. G. & Roth, G. W., (2003). *Silage science and technology*. Madison. WI 53711 , USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. Soil Science Society of America.

Anjum, L., Ahmad, N., Arshad, M. & Ahmad, R., (2014). Effect of different irrigation and management practices on corn growth parameters. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 12(2), pp. 106-113.

Anon.,2020.ΕΛ.ΣΤΑΤ.[Online] Available at: [www.statistics.gr](http://www.statistics.gr) [Accessed 2023].

Aravani, V., Tsigkou, K., Kornaros, M. & Papadakis, V., (2021). Laboratory analyses for assessing the potential for biogas production of various agricultural residues in Greece. *Agronomy Research*, 8 June, p. 1339–1350.

Ayyar, S., Appavoo, S., Basker, M., Pandiyarajan, P., and Kavimani, R.(2019). Effect of Zinc and microbial inoculation on soil enzyme activities for maize (Zea mays L.) in black soil. *Journal of Current Microbiology and Applied Scinces*, pp. 1804-1814.

Bates, G., (1998). *Corn silage*. s.l.:University of Tennessee, Knoxville.

Bode, D., Elezi, F., Gixhari, B., Shehu, D. and Hobdari, V.(2012). Evaluation of some morphological characteristics in maize (Zea Mays L.). *Agriculture & Forestry*, Issue 2 (vol58), pp. 65-67.

Bowles, T. M.Mooshammer, M., Socolar, Y., Schmer, M.R., Strock, J. and Grandy, A.S., (2020). Long-term evidence shows that crop-rotation diversification increases agricultural resilience to adverse growing conditions in North America. *One Earth*, 20 March, pp. 284-293.



Brar, N.S., Kumar, B., Hundal, J.S., Singla, A., Kumar, A., Verma, H.K., (2021). Maize (*Zea mays*) cultivars evaluation for herbage yield and silage quality. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, August, pp1131-1135

Citlak, H. & Kilic, U., (2020). Innovative approaches in covering materials used in silage making. *International Multilingual Journal of Science and Technology (IMJST)*, December.

Coblentz, W. K. & Akins, M. S., (2017). Silage review: Recent advances and future technologies for baled silages. *J. Dairy Sci.*, September, p. 4075–4092.

Cummins, D. & Burns, R., (1969). Yield and quality of corn silage as influenced by harvest height. *Agronomy Journal*, Vol. 61(Issue 3).

Darwich, M., (2018). Evaluation of some yellow Maize hybrids for grain and forage yields productivity. *J. Plant Production*, Volume Vol. 9, pp. 1129-1133.

Demirel, R., Akdemir, F., Saruhan, V., Senturk Demirel, D., Akinci, C., Aydin, F., (2011). The determination of qualities in different whole-plant silages among hybrid maize cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6 (Issue 24), pp. 5469-5474

Erenstein, O. et al., (2022). Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security*, May, p. 1295–1319.

Ferraretto, F. L., Shaver, R. D. & Luck, B. D., (2017). Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *J. Dairy Sci.*, pp. 101:3937-3951.

Garcia, A., (2016). *iGROW Corn: Best Management Practices*.. Dakota: South Dakota State University.

Grant, R. J. & Ferraretto, L. F., (2018). Silage review: Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. *Journal of Dairy Science*, May, pp. 4111-4121.

Johnson, L., Harrison, J.H., Hunt, C., Shinnors, K., Doggett, C.G. and Sapienza, D., (1999). Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review. *J Dairy Sci* , July, p. 2813–2825.

Israelsen, C., Barnhill, J., Pace, M., Greenhalgh, L., Gale, J., (2009). Harvesting corn silage by plant moisture. Utah State University Agricultural Extension Agents, December 2009



Juraev, F.U., Ibodov, I.N., Juraev, A.J., Najimov, D.K. and Isoyeva, L.B., (2021). Development of procedures for corn varieties irrigation as main crops. *Earth and Environmental Science*, 2021.

Księżak, J., Bojarszczuk, J. & Staniak, M., (2017). Comparison Of Maize Yield And Soil Chemical Properties Under Maize (*Zea Mays* L.) Grown In Monoculture And Crop Rotation. *Journal of Elementology*, 12 November, pp. 531-543..

Kun-yu, N., Hui, G. & Jing, L., (2023). Can food security and low carbon be achieved simultaneously? — An empirical analysis of the mechanisms influencing the carbon footprint of potato and corn cultivation in irrigation areas. *Journal of Integrative Agriculture*, p. 1230–1243.

Liu, Y., Wang, G., Wu, H., Meng, Q., Khan, M.Z. and Zhou, Z., (2021). Effect of hybrid type on fermentation and nutritional parameters of whole plant corn silage. *Animals*, May.

Mahanna, B., (2020). Corn Silage: Managing the Manageable. *WCDS Advances in Dairy Technology*, pp. Volume 32: 61-71.

Martz, F., Meinershagen, F. & Sewell, H., (2022). Corn Silage. *Extension University of Missouri/Department of animal sciences*, 1 August.

Miller, J. L., Meier, N.R., Wilke, K.H., Erickson, G.E. and Loza, P.L., (2024). Effect of corn silage inclusion with different corn processing on finishing steer performance and carcass characteristics. *Translational Animal Science*, July.

Mueller, D. S., Wise, K.A., Sisson, A.J., Allen, T.W., Bergstrom, G.C., Bissonnette, K.M., Bradley, C.A., Byamukama, E., Chilvers, M.I., Collins, A.A., Esker, P.D., Faske, T.R., Friskop, A.J., Hagan, A.K., Heiniger, R.W., Hollier, C.A., Isakeit, T., Gackson-Ziems, T.A., Jardine, D.J., Kelly, H.M. et al., (2020). Corn yield loss estimates due to diseases in the United States and Ontario, Canada, from 2016 to 2019. *Plant Health Progress*, August.

Neumann, M. et al., (2021). Evaluation of corn hybrids for silage grown in different locations. *Animal Science and Technology and Inspection of Animal Products*, September-October, 73(5), pp. 1171-1179.

Painagan, M. S. & Ella, V. B., (2022). Modeling the impact of deficit irrigation on corn production. *Sustainability*, 21 August.

Recep, C., (2004). Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, Issue 89, pp. 1-16.





Rutger, J. & Crowder, L., (1967). Effect of population and row width on corn silage yields. *Agronomy Journal*, September-October.

Sah, R. p., Chakraborty, M., Prasad, K., Pandit, M., Tudu, V.K., Chakravarty, M.K., Narayan, S.C., Rana, M. and Moharana, D., (2010). Impact of water deficit stress in maize: Phenology and yield components. *Scientific reports*.

Schlegel, A., Assefa, Y. & O'Brien, D., (2020). Productivity and profitability of four crop rotations under limited irrigation.. *Eng. Agric.*, pp. 1-9..

Sekaran, U., Lai, L., Ussiri, D.A.N., Kumar, S. and Clay, S., (2021). Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, July.

Serva, L., Andrighetto, I., Segato, S., Marchesini, G., Chinello, M. and Magrin, L., (2023). Assessment of maize silage quality under different Pre-ensiling conditions. *Data*, July, pp. 117-124.

Shah, K. K., Modi, B., Pandey, H.P., Subedi, A., Aryal, G., Pandey, M. and Shrestha, J., (2021). Diversified crop rotation: An approach for sustainable agriculture production. *Hindawi Advances in Agriculture*, July.

Tian, Z., Wang, J.-W., Li, J. & Han, B., (2021). Designing future crops: challenges and strategies for sustainable agriculture. *The Plant Journal*, p. 1165–1178.

Yadav, M. R., Parihar, C.M., Jat, S.L., Singh, A.K., Kumar, D., Pooniya, V., Parihar, M.D., Saveipune, D., Parmar, H. and Jat, M.L., (2016). Effect of long-term tillage and diversified crop rotations on nutrient uptake, profitability and energetics of maize (*Zea mays*) in north-western India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, June, p. 743–749.

Αρσένος, Γ., (2007). Η διατροφή των γαλακτοπαραγωγών προβάτων. *Κτηνιατρική Ενημέρωση*, p. 76.

Δεληβόπουλος, Σ. Γ., (1994). *Μορφολογία και ανατομία φυτών*. 1η ed. Θεσσαλονίκη: Α. Σιμώνη-Σ. Χατζηπάντου Ο.Ε.

Μάμαλης, Χ., (1997). *Αύξηση και απόδοση βαμβακιού μετά από καλλιέργεια καλαμποκιού, βαμβακιού, ψυχανθούς, ζαχαρότευτλων*. Βόλος: s.n.

Παπαδόπουλος, Γ. Κ., (1998). *Τεχνολογία Ζωοτροφών-Ποιοτικός Έλεγχος*. Αθήνα: ΑΘ.ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.



Παπακώστα, Δ., (1997). *Σημειώσεις ειδική γεωργία Ι (σιτηρά, ψυχανθή, χορτοδοτικά φυτά)*. Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ.

Παπαστυλιανού, Π. Θ., Μπιλάλης, Δ. & Τραυλός, Η., (2023). *Χειμερινά και εαρινά σιτηρά*. s.l.:Ακαδημαϊκές Εκδόσεις Κάλλιππος.

Παύλου, Α., (2014). *Καλλιέργεια αγροστωδών και η διαδικασία της ενσίρωσης σε σιρούς*. 2/2014 ed. Λευκωσία-Κύπρος: Κλάδος Γεωργικών Εφαρμογών.

Σιγιάννης, Β., (2008). *Συγκριτική μελέτη του σχηματισμού αερεγχύματος στις επίκτητες ρίζες του καλαμποκιού υπό συνθήκες τροφοπενίας αζώτου, φωσφόρου ή θείου*. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ηλεκτρονικές πηγές:

<https://ag.purdue.edu/departement/agry/faculty-pages/the-kernel/>

<https://www.flickr.com/>

<https://www.istockphoto.com/>

<https://gna-agroscience.gr>

<https://www.agronews.gr/tech/188639/lemken-hrhrh>

<https://etheas.gr>

<https://wikifarmer.com>

<https://farms-el.desigusxpro.com>

