

ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΓΙΑ ΕΝΣΙΡΩΜΑ

Αμαξοπούλου Βαλεντίνη

Φλώρινα, 2023

ΠΤΥΧΙΑΚΉ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΓΙΑ
ΕΝΣΙΡΩΜΑ**

Της φοιτήτριας :

Αμαξοπούλου Βαλεντίνης

Επιβλέπων καθηγητής :

Παπαθανασίου Φωκίων

Φλώρινα, 2023

Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Δηλώνω ότι είμαι η συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο «**Ποιοτικά χαρακτηριστικά εμπορικών υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα**» που συντάχθηκε στα πλαίσια της διατριβής μου και παραδόθηκε το μήνα Σεπτέμβριο του 2023. Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στο κείμενο ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά.

Όνομα	ΑΜ	Υπογραφή:
ΑΜΑΞΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΛΕΝΤΙΝΗ	FG31580

Ημερομηνία:

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν με οποιαδήποτε βοήθεια στη πραγματοποίηση αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου Δρ. Φωκίων Παπαθανασίου για αυτή τη δυνατότητα συνεργασίας για τη πραγματοποίηση της πτυχιακής μου εργασίας και βοήθεια που παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια, από το πειραματικό μέρος μέχρι το τέλος της συγγραφής.

Οφείλω να ευχαριστήσω και τον κ. Θεόδωρο Παρίση, ΕΤΠ του Τμήματος Γεωπονίας για τη παραχώρηση του εργαστηρίου Γεωργικής Χημείας και τη καθοδήγηση του για την λειτουργία όσων χρειάστηκαν για την εκπόνηση των αποτελεσμάτων.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την ακλόνητη στήριξή τους όλη την διάρκεια των σπουδών μου, ειδικά σε αυτό το τελικό σημείο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών δεκαπέντε διαφορετικών εμπορικών υβριδίων καλαμποκιού (*Zea mays*) που προορίζονται για ενσίρωση. Το πείραμα έλαβε χώρα σε αγρό στη ευρύτερη περιοχή του χωριού Αρμενοχώρι κατά τη καλλιεργητική περίοδο 2021 και έπειτα το πειραματικό μέρος διεξήχθη στα εργαστήρια Βοτανικής και Γεωργικής Χημείας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Όλα τα υβρίδια ενσιρώματος συγκομίστηκαν, κωδικοποιήθηκαν, ζυγίστηκαν, τεμαχίστηκαν και έπειτα χρησιμοποιήθηκε ένα αντιπροσωπευτικό υπόδειγμα αυτών για τη διαδικασία προσδιορισμού των ποιοτικών χαρακτηριστικών. Με χρήση αναλυτικών χημικών μεθόδων και χρησιμοποίηση των κατάλληλων εργαστηριακών οργάνων, αρχικά προσδιορίστηκε το ποσοστό υγρασίας και έπειτα έγινε η λειοτρίβηση των δειγμάτων. Αμέσως μετά ακολούθησαν οι προσδιορισμοί του ποσοστού της τέφρας, του λίπους (κατά Soxhlet), των πρωτεϊνών με τη μέθοδο Kjendhal, των ινών ουσιών και τέλος των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών (E.A.E.O). Από τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων φάνηκε πως τα περισσότερα υβρίδια, με μερικές εξαιρέσεις, καθίσταται ιδανικά για ενσίρωση.

Λέξεις κλειδιά : *Zea mays*, αραβόσιτος, ενσίρωση, ποιοτικά χαρακτηριστικά, υβρίδια.

Abstract

The purpose of this thesis was the evaluation of the qualitative characteristics of fifteen different commercial hybrids of maize for silage. The experiment was established in a field, in the area of Armenochori during the 2021 growing season while the quality analysis was conducted in the laboratories of Botany and Agricultural Chemistry of the School of Agricultural Sciences of the University of Western Macedonia. All hybrids were harvested, coded, weighted, cut and afterwards, a subsample was used for the evaluation of the qualitative characteristics. At first, with the use of analytical chemical methods and appropriate laboratory equipment, the moisture content was determined and the samples were milled. Afterwards, there were determined the percentages of ash, fat (with Soxhlet method), protein concentration (with the use of Kjeldahl method), percentage of fibrous substances and lastly of nitrogen free compounds. The outcome from the results was that most of the hybrids, with a few exceptions, are ideal for silage use.

Key words: Zea mays, corn, silage, qualitative characteristics, hybrids.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακας περιεχομένων

ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΓΙΑ ΕΝΣΙΡΩΜΑ.....	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
Abstract	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	7
Πρόλογος.....	9
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	10
1. Εισαγωγή.....	10
2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	11
2.1. Καλλιέργεια καλαμποκιού για ενσίρωση παγκοσμίως και εγχώρια.....	11
2.2. Ιστορική αναδρομή της καλλιέργειας ενσιρώματος καλαμποκιού.....	12
3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	13
3.1. Ριζικό σύστημα.....	13
3.2. Βλαστός.....	14
3.3. Φύλλα.....	14
3.4. Άνθη – Ταξιανθίες	15
3.5. Ωριμος Σπάδικας – Καρπός.....	16
4. Βιολογικός Κύκλος.....	17
5. Καλλιεργητικές φροντίδες	19
5.1. Άρδευση	19
5.2. Λίπανση.....	21
5.3. Πυκνότητα σποράς.....	23
6. Εχθροί και ασθένειες	24
6.1. Εχθροί.....	24
6.2. Ασθένειες	26
6.2.1. Μυκητολογικές.....	26
6.2.2. Βακτηριολογικές.....	28
6.2.3. Ιολογικές.....	28
7. Διατροφική αξία	29
8. Κριτήρια επιλογής νέων υβριδίων για ενσίρωση	32
B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	34
1. Πειραματικός αγρός	34

2. Συγκομιδή δειγμάτων υβριδίων ενσίρωσης.....	34
3. Προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών με αναλυτικές χημικές μεθόδους στα διαφορετικά δείγματα υβριδίων καλαμποκιού ενσίρωσης.....	34
3.1. Προσδιορισμός % υγρασίας και λειοτρίβηση δειγμάτων.....	36
3.2. Προσδιορισμός τέφρας.....	38
3.3. Προσδιορισμός λίπους κατά Soxhlet	39
3.4. Προσδιορισμός πρωτεϊνών με τη μέθοδο Kjeldahl.....	39
3.5. Προσδιορισμός ινωδών ουσιών	40
3.6. Προσδιορισμός ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών (E.A.E.O)....	41
4. Αποτελέσματα - Συζήτηση	41
5. Συμπεράσματα– προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	46
Γ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	48
α. Ελληνική Βιβλιογραφία.....	48
β. Ξένη Βιβλιογραφία.....	49
γ. Ηλεκτρονικές πηγές:.....	49

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών δεκαπέντε εμπορικών υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα.

Στις παρακάτω ενότητες γίνεται αναφορά στη προέλευση του αραβόσιτου για ενσίρωση, τη παγκόσμια και την εγχώρια παραγωγή του σε τόνους καθώς και τις στρεμματικές αποδόσεις. Τα στοιχεία δείχνουν πως η Βραζιλία, η Κίνα και η Ινδία έρχονται πρώτες στην παραγωγή καλαμποκιού. Έπειτα, αναφέρονται βασικές πληροφορίες για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού, τον βιολογικό του κύκλο, τις καλλιεργητικές φροντίδες όπως τη λίπανση, την άρδευση και τη πυκνότητα σποράς, οι οποίες είναι θεμελιώδεις για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων και της ποιότητας του συγκομιζόμενου αραβόσιτου και συνεπώς και του ενσιρώματος αυτού. Έγιναν επίσης, αναφορές στους κυριότερους εχθρούς και ασθένειες της καλλιέργειας καθώς και στα κριτήρια επιλογής υβριδίων. Στη συνέχεια, δεν γινόταν να παραλειφθεί η θρεπτική αξία του αραβόσιτου για ενσίρωμα και η σημαντικότητα του στη διατροφή των κτηνοτροφικών ζώων. Συστατικά που περιέχονται στον αραβόσιτου και παρουσιάζουν κύρια διατροφική σημασία είναι οι πρωτεΐνες, τα λίπη, οι φυτικές ίνες κ.α. και καθιστούν τον αραβόσιτο ιδανικό για ζωοτροφή μέσω και της βελτίωσης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των υβριδίων του προς ενσίρωμα.

Η καλλιέργεια του αραβόσιτου γίνεται κυρίως με σκοπό τη παραγωγή καρπού και έπειτα για παραγωγή βιομάζας για άμεση κατανάλωση και ενσίρωση. Το καλαμπόκι αποτελεί το σημαντικότερο σιτηρό για ζωοτροφή. Στις ΗΠΑ για παράδειγμα, το 40-50% αυτού χορηγείται ως καρπός για τη διατροφή των ζώων. Είναι εμφανές συνεπώς, ότι η αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των υβριδίων για ενσίρωμα είναι μια αναγκαία έρευνα, που μπορεί να αποφέρει χρήσιμα αποτελέσματα και συμπεράσματα για τη καλύτερη αξιοποίηση των υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα. Στη παρούσα πτυχιακή, έγιναν αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών του αραβόσιτου όπως προσδιορισμός των ποσοστών της υγρασίας, της τέφρας, της πρωτεΐνης, για την οποία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kjeldahl, του λίπους, με μέθοδο Soxhlet, των ινωδών ουσιών και τέλος των ελευθέρων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών (E.A.E.O) με σκοπό την σύγκριση των αποτελεσμάτων των διαφορετικών υβριδίων που καλλιεργήθηκαν υπό τις ίδιες συνθήκες.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

Ο αραβόσιτος ανήκει στα σιτηρά θερμών κλιμάτων, συγκεκριμένα στην οικογένεια των Ποσειδών, Poaceae και είναι το μόνο καλλιεργούμενο είδος στο γένος *Zea*. Έχει βασικό χρωμοσωμικό αριθμό $2n=20$. Είναι φυτό ικανό να προσαρμόζεται στις διάφορες κλιματολογικές συνθήκες, κάτι που οφείλεται στη ποικιλομορφία των τύπων του. Η ποικιλομορφία των τύπων του καλαμποκιού παρουσιάζεται αναλόγως με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού, τη δομή του ενδοσπερμίου και τέλος τις φυσικοχημικές ιδιότητες του αμύλου ενώ ο βιολογικός κύκλος τους μπορεί να έχει διάρκεια από 2 έως 6 μήνες. Διακρίνεται σε επτά ομάδες, συγκεκριμένα σε οδοντοειδή αραβόσιτο, σκληρόκοκκο, αμυλώδη, σακχαρώδη, μικρόκοκκο, κηρώδη και επενδυμένο (Hallauer, 2004).

Ο αραβόσιτος, παρόλο που είναι από τα πιο μελετημένα φυτά, δεν έχει ακριβή τόπο προέλευσης. Μετά από πολλές μελέτες, θεωρείται φυτό της Αμερικής και κατά γενική άποψη αναφέρεται ότι εξημερώθηκε πριν από 7.000-10.000 χρόνια στο Νότιο Μεξικό (Wilkes 2004) και εξαπλώθηκε με γρήγορους ρυθμούς στη Νότια και Βόρεια Αμερική και στο Καναδά.

Η χρήση του αραβόσιτου εξυπηρετεί τόσο τις βασικές ανάγκες των ανθρώπων αλλά και των κτηνοτροφικών ζώων. Χρησιμοποιείται ως ολόκληρος καρπός, χονδροαλεσμένος ή αναμειγμένος σε άλλους πρωτεϊνούχους καρπούς αλλά και ως η βιομάζα του ως ενσίρωμα. Είναι μάλιστα από τα ενσίρωματα μεγαλύτερης σημασίας.

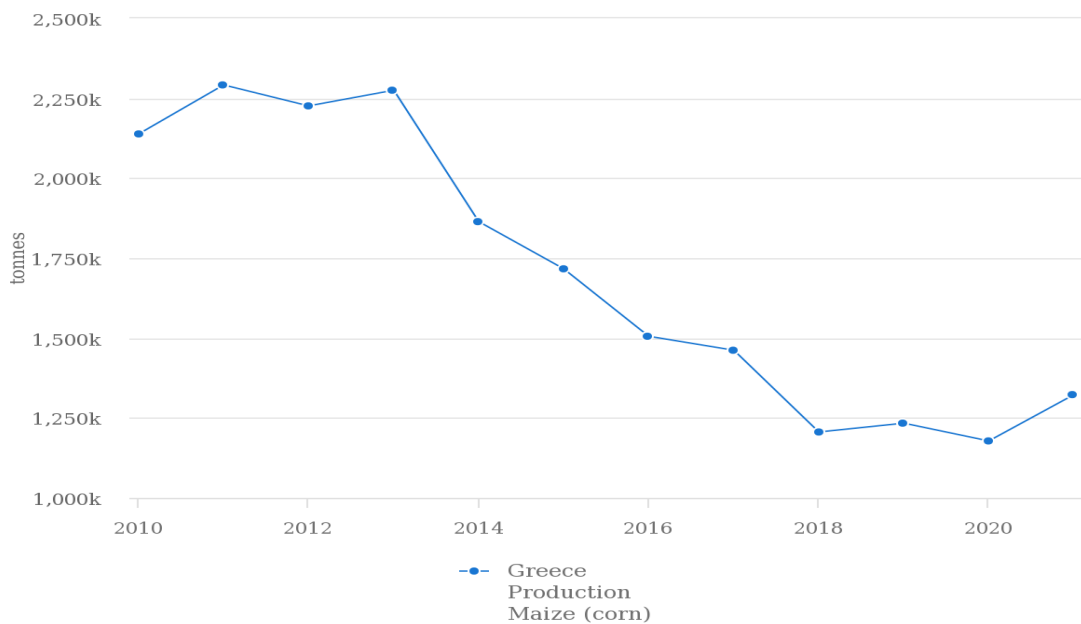
Το καλαμπόκι για ενσίρωση, δηλαδή, τα χλωρά του στελέχη αλλά και ο καρπός, μετά από αυτή τη διαδικασία, είναι ένα σημαντικό κομμάτι της τροφής των γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων και των κρεατοπαραγωγικών βοοειδών. Κριτήρια για τη παραγωγή ενσιρώματος υψηλής ποιότητας είναι η συνολική παραγόμενη ποσότητα βιομάζας ανά μονάδα επιφάνειας, η ποιότητα της βιομάζας και οι συνθήκες συγκομιδής και αποθήκευσης.

2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

2.1. Καλλιέργεια καλαμποκιού για ενσίρωση παγκοσμίως και εγχώρια

Το καλαμπόκι ή αλλιώς ο αραβόσιτος (*Zea mays L.*), αποτελεί το τρίτο πιο σημαντικό σιτηρό παγκοσμίως, μετά από το σιτάρι (*Triticum spp.*) και το ρύζι (*Oryza sativa*) και καλλιεργείται σαν φυτό διατροφής αλλά και κτηνοτροφής. Η Βραζιλία, η Κίνα και η Ινδία βρίσκονται πρώτες σε παραγωγή παγκοσμίως. Η καλλιέργεια του αραβόσιτου εκτείνεται στα 1.700 - 1800 εκατομμύρια στρέμματα και η παραγωγή του φτάνει τους 900 - 1.000 εκατομμύρια τόνους. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα, ενώ η συνολική παραγωγή είναι μικρή, οι μέσες στρεμματικές αποδόσεις είναι από τις υψηλότερες παγκοσμίως.

Η καλλιεργούμενη έκταση ήταν 1.444 εκατομμύρια στρέμματα και η παραγωγή 695 εκατομμύρια τόνοι σπόρου (FAOSTAT 2006). Στην Ελλάδα τα καλλιεργούμενα στρέμματα ανέρχονται στα 1,5 εκατομ. ενώ η παραγωγή στους 1.9-2 εκατομμύρια τόνους (tn). Μετά το 1980 υπήρξε αξιοσημείωτη αύξηση της παραγωγής, αντίκτυπο της εισαγωγής αποδοτικότερων υβριδίων αλλά και των αρδευόμενων εκτάσεων. Οι μέσες στρεμματικές αποδόσεις πλέον, κυμαίνονται στα 1.000- 1.200 kg/στρ. (ΥΠΑΑΤ, 2018), δηλαδή μέσες αποδόσεις από τις υψηλότερες σε παγκόσμιο επίπεδο. Συνολικά, το 2017 οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ανήλθαν στα 1.260,3 χιλ. στρ. παρουσιάζοντας μια πτώση 5.1% από το 2016 και παρήχθησαν 1.461,7 χιλ. τόνοι καλαμποκιού (ΕΛΣΤΑΤ 2017). Το εμπορικό έτος 2017-2018 μάλιστα, η εγχώρια χρήση του αραβόσιτου για ζωοτροφές ανήλθε στους 2 εκατομμύρια τόνους (minagric.gr). Με βάση τα τελευταία δεδομένα του 2021, η παραγωγή ανήλθε στους 1,322 χιλ. τόνους, εμφανίζοντας μια αύξηση πρώτη φορά από το 2017. Ωστόσο, η ενσίρωση στην Ελλάδα, παρά τις μεγάλες εκτάσεις καλλιέργειας και τη παραγωγή, μόνο το 15% των καλλιεργούμενων εκτάσεων προορίζονται για τη κοπή ενσιρώματος, αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ανοδική πορεία σε αυτά τα ποσοστά. Οι βασικότερες περιοχές που καλλιεργείται ο αραβόσιτος στην χώρα μας είναι η Μακεδονία, η Θεσσαλία και η Δυτική Ελλάδα καθώς το άφθονο νερό και τα αρδευτικά δίκτυα ικανοποιούν τις απαιτήσεις των καλλιεργειών.



Γράφημα 1: Παραγωγή καλαμποκιού στην Ελλάδα σε τόνους κατά τα έτη 2010 με 2021

(Πηγή : <https://www.fao.org/faostat/en/#compare> .)

2.2. Ιστορική αναδρομή της καλλιέργειας ενσιρώματος καλαμποκιού

Όπως προαναφέρθηκε, δεν είναι γνωστά η τοποθεσία ή η ακριβής χρονική περίοδος που εμφανίστηκε η καλλιέργεια του αραβόσιτου, αλλά θεωρείται φυτό της Αμερικής, το οποίο εξαπλώθηκε και στο Καναδά. Η εισαγωγή του στη Ευρώπη έγινε το 1552. Η καλλιέργεια του στην Ελλάδα ξεκίνησε λίγο αργότερα, την άνοιξη του 1576, στα Ιόνια νησιά αλλά και στις απέναντι ακτές. Κάπως έτσι εξαπλώθηκε στην Βαλκανική Χερσόνησο.

Στην Ελλάδα, μόνο ένα ποσοστό της τάξης του 2,8% έχει χρήση στη βιομηχανία, με τον μεγαλύτερο όγκο της εγχώριας παραγωγής να καταναλώνεται από την κτηνοτροφία. Τα τελευταία έτη, η αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων του αραβόσιτου ήταν συγκριτικά μεγαλύτερη σε ποσοστό από καλλιέργειες άλλων ειδών. Μάλιστα, φαίνεται από πειράματα πως παραπάνω από το 60% αυτής της αύξησης συνέβη λόγω της βελτίωσης των υβριδίων του αραβόσιτου.

Η βελτίωση των υβριδίων καλαμποκιού, μετά το 1980, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης όχι μόνο του καρπού, αλλά και του ενσιρώματος. Στις ΗΠΑ, όπου μεγάλο

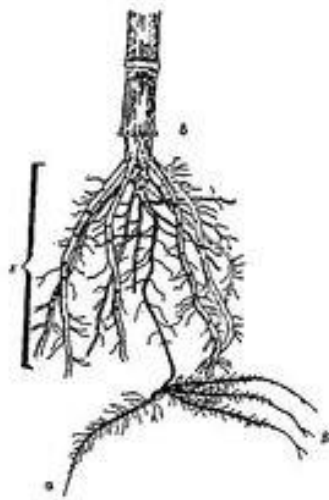
ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων προορίζεται για ενσίρωση, οι αποδόσεις σε διάφορες πολιτείες έφτασαν από 2,5 tn/ στρ. στην Ντακότα έως και 6 tn/στρ. στην Αριζόνα (Bebeli και Smith 2004). Οι αποδόσεις στην Ελλάδα κυμαίνονται από 4000 kg/ στρ. μέχρι 7000 kg/ στρ. για τις κανονικές καλλιέργειες, ενώ από 4000 έως 5000 kg/στρ. για τις επίσπορες (Σφακιανάκης και Κατσαντώνης 1985). Όσο αφορά το έτος 2021, στις ΗΠΑ, η παραγωγή καλαμποκιού για ενσίρωμα ανήλθε στους 130,32 εκατομμύρια τόνους ενώ η απόδοση ήταν περίπου 5 tn/ στρ. (www.statista.com).

3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ο αραβόσιτος είναι ετήσιο φυτό, μονοκότυλο, πλώδες, μόνικο-δίκλινο, σταυρογονιμοποιούμενο και ανεμόφιλο. Οι φαινότυποί του έχουν τη πιο μεγάλη ποικιλομορφία όλων των σιτηρών. Ακόμα, ανήκει στα φυτά τύπου C4 και ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του είναι περίπου διπλάσιος συγκριτικά με εκείνο των χειμερινών σιτηρών.

3.1. Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα του καλαμποκιού είναι θυσανώδες και διακρίνεται σε ρίζες εμβρυακές, μόνιμες και εναέριες. Οι εμβρυακές με τη σειρά τους διακρίνονται στη πρωτογενή εμβρυακή ρίζα και στις δευτερογενείς που είναι συνήθως 3-5. Οι μόνιμες ρίζες εκφύονται από τους πρώτους κόμβους και απαρτίζουν το κύριο όγκο του ριζικού που εξαπλώνεται κυρίως στα ανώτερα 30-50 εκατοστά του εδάφους. Στο τέλος της βλαστικής ανάπτυξης, συνήθως μετά την έκπτυξη της φόβης, οι πρώτοι 2-3 κόμβοι πάνω από την επιφάνεια του εδάφους εκφύουν εναέριες ρίζες, οι οποίες χρησιμεύουν στη στήριξη του φυτού σε όρθια θέση (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 1. Διάφοροι τύποι ριζών του αραβόσιτου : α. Πρωτογενής εμβρυακή, β. δευτερογενείς εμβρυακές, γ. μόνιμες, δ. εναέριες. (Πηγή : gaiapedia.gr.)

3.2. Βλαστός

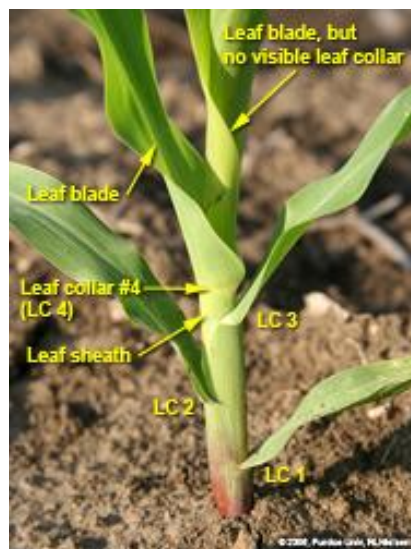
Το καλάμι (βλαστός) μπορεί να έχει μήκος από 0,6 έως 5 m όμως, στην Ελλάδα τα περισσότερα καλλιεργούμενα υβρίδια δεν ξεπερνούν τα 2-2.5m. Η διάμετρος του μπορεί να είναι από 1,3cm μέχρι 5cm. Διαθέτει κατά βάση 8-21 μεσογονάτια, τα οποία είναι μεγαλύτερα σε μήκος και κυλινδρικά στο ανώτερο τμήμα του φυτού αλλά μικραίνουν και φέρουν αυλάκια στο κατώτερο μέρος. Υπάρχει ένας οφθαλμός στους κόμβους του στελέχους, εκτός του ψηλότερου. Οι οφθαλμοί από το μέσο του φυτού και άνω εκφύουν βλαστούς που με τη σειρά τους δημιουργούν σπάδικες, ενώ οι κατώτεροι κοντά στο έδαφος έχουν την ικανότητα να εξελιχθούν σε δευτερεύοντα στελέχη (με δικό τους ριζικό σύστημα), τα ονομαζόμενα αδέρφια. Αυτό αποτελεί ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό του καλαμποκιού, καθώς τα αδέρφια θεωρείται πως παρασιτούν στο κεντρικό βλαστό (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

3.3. Φύλλα

Όσο αφορά τα φύλλα, ποικίλουν από 8 έως 48, με βάση τη πρωιμότητα κάθε ποικιλίας ή υβριδίου, αλλά και των περιβαλλοντικών συνθηκών, αφού πηγαίνει αναλογικά του μήκους του βιολογικού κύκλου. Σε κάθε κόμβο αναπτύσσεται και από ένα, το οποίο διαθέτει έλασμα, κολεό και ανάμεσα σε αυτά ένα διαφοροποιημένο τμήμα, το λεγόμενο κολάρο.

Το έλασμα σε μήκος μπορεί από 30cm να φτάσει τα 1,5m και έχει πλάτος 4-15 cm. Στην άνω επιφάνεια του φέρει τρίχες και μεγάλα στομάτια αντίθετα με τη κάτω επιφάνεια που είναι λεία, με μικρότερα σε μέγεθος στόματα και συγκριτικά περισσότερα.

Συγκεκριμένοι γενότυποι σχηματίζουν γλωσσίδιο, μία μεμβρανώδη εκβλάστηση, στο σημείο ένωσης του κολεού με το έλασμα. Οι υπόλοιποι τύποι που δεν διαθέτουν γλωσσίδιο είναι περισσότερο ορθόφυλλοι, αυξάνοντας έτσι τη φωτοσυνθετική ικανότητα. Εκτός από τα κύρια φύλλα υπάρχουν και τα βράκτια, τα οποία εκφύονται από τους κόμβους της βάσης του σπάδικα και τον καλύπτουν πλήρως ή μερικώς (Καραμάνος, 1999).



Εικόνα 2: Διάφορα μέρη των φύλλων φυτού καλαμποκιού (Πηγή : <https://www.agry.purdue.edu/>)

3.4. Άνθη – Ταξιανθίες

Το καλαμπόκι αποτελεί το μοναδικό φυτό μόνικο και δίκλινο με τα αρσενικά και τα θηλυκά άνθη να σχηματίζουν χωριστές ταξιανθίες στο ίδιο φυτό. Η θηλυκή ταξιανθία, ή αλλιώς σπάδικας, είναι στάχυς που σχηματίζεται στο άκρο μικρών πλευρικών διακλαδώσεων του κεντρικού στελέχους, σε κόμβους του στελέχους. Η αρσενική ταξιανθία, είναι φόβη, με κλώνους σπειροειδώς διατεταγμένους γύρω από το άξονα της. Η φόβη δημιουργείται στη κορυφή του φυτού και έχει κεντρικό άξονα τη προέκταση του άκρου του βλαστού. Με την άνθιση του φυτού, αρχικά εμφανίζεται η αρσενική ταξιανθία (φόβη) και έπειτα από 7-10 ημέρες οι πρώτοι στύλοι της θηλυκής ταξιανθίας (σπάδικα). Για αυτό χαρακτηρίζεται και ως πρωτανδρικό φυτό. Σε συνθήκες αγρού το 97% ή και περισσότερο των σπόρων ενός σπάδικα

γονιμοποιείται με γύρη από άλλα φυτά και σπάνια μπορεί να συμβούν αυτογονιμοποιήσεις. Η πρωτανδρική ιδιότητα του καλαμποκιού και κυρίως η άφθονη παραγωγή γύρης, ευνοούν τις σταυρογονιμοποιήσεις (Παπαστυλιανού, Μπιλάλης, Τραυλός, 2019). Τα νεαρά άνθη, υπάρχει πιθανότητα να είναι ερμαφρόδιτα.



Εικόνες 3,4: Αρσενική ταξιανθία καλαμποκιού (πηγή: προσωπικό αρχείο), Θηλυκή ταξιανθία (πηγή: <https://el.wikipedia.org/>)

3.5. Ωριμος Σπάδικας – Καρπός

Οι σπάδικες διαθέτουν πάντα ζυγό αριθμό κόκκων με τον αριθμό των ζευγών να εξαρτάται κατά βάση από το γενότυπο του καλαμποκιού, όπως πολλά άλλα χαρακτηριστικά του.

Ο σπόρος του αραβόσιτου είναι καρύωση, όπως και όλων των άλλων σιτηρών, και εξαρτάται κυρίως από το τύπο του καλαμποκιού. Είναι συνεπώς καρπός ξηρός, μονόσπερμος με περικάρπιο περγαμνοειδές που συμφύεται με το σπέρμα. Αποτελείται από το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το έμβρυο ενδοσπέρμιο το οποίο και αποτελεί το 80% του κόκκου. Η βασική σημασία του ενδοσπερμίου είναι η τροφοδοσία του φυταρίου έως ξεκινήσει η δραστηριοποίηση της ρίζας και η λειτουργία της φωτοσύνθεσης.

Το χρώμα του εξαρτάται από τη σύσταση τον ιστό στον οποίο βρίσκονται οι χρωστικές και οι φαινολικές ενώσεις. Το περικόριο έχει χρώμα διαφανές κατά βάση αλλά και κοκκινωπό. Το σχήμα της καρύουνης είναι πολύμορφο. Μπορεί να είναι τριγωνικό, ωειδές, σφαιρικό, κωνικό ή πεπλατυσμένο. Υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ή και των υβριδίων. Οι σπόροι που βρίσκονται κοντά στη βάση αλλά και την κορυφή του σπάδικα έχει στρογγυλό σχήμα. Αντίστοιχα και το μέγεθος του καρπού ποικίλει ενώ και το βάρος των χιλιών σπόρων μπορεί να κυμαίνεται εντός ευρύτατων ορίων (100 – 400 g).

Τέλος, όσο αφορά τη σύσταση του, οι περιεκτικότητες των συστατικών του καρπού, κατά μέσο όρο είναι : 61% άμυλο, 13,5% νερό, 10% πρωτεΐνη, 6% πεντοζάνες, 4% λάδι, 2,3% κυτταρίνες, 1,4% σάκχαρα, 1,4% ανόργανες ύλες και 0,4 διάφορες άλλες ουσίες. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως ο αραβόσιτος θεωρείται το δεύτερο πλουσιότερο δημητριακό σε λάδι μετά τη βρώμη (Καραμάνος, 1999).



Εικόνα 5: Σπάδικας και καρποί καλαμποκιού (Πηγή : <https://www.agronews.gr/>)

4. Βιολογικός Κύκλος

Ο βιολογικός κύκλος του αραβόσιτου κυμαίνεται από 110 μέχρι 150 ημέρες, αναλόγως το υβρίδιο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Από τη σπορά έως την ωρίμανση, τα στάδια

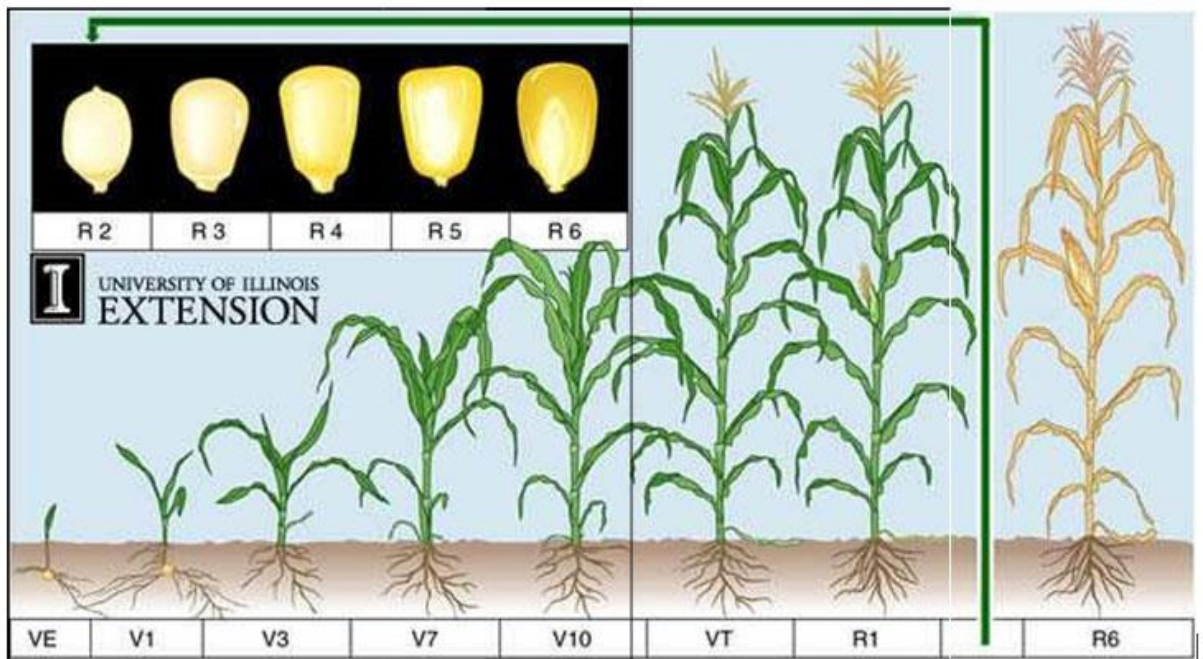
ανάπτυξης είναι διακριτά και χωρίζονται σε βλαστικά και αναπαραγωγικά. Όσο αφορά τη βλαστική ανάπτυξη τα στάδια είναι τα εξής : το φύτερωμα, η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, ανάπτυξη του υπέργειου, η διαφοροποίηση μεριστωμάτων από βλαστικά σε αναπαραγωγικά. Στην αναπαραγωγική ανάπτυξη περιλαμβάνονται τα στάδια της έκπτυξης των ταξιανθιών, η άνθιση, η γονιμοποίηση των ανθέων και τέλος το γέμισμα του καρπού.

Το πρωταρχικό στάδιο του βιολογικού κύκλου αφορά τη βλάστηση του σπόρου, το φύτερωμα και την εμφάνιση του καινούριου φυταρίου. Μετά τη σπορά, ο σπόρος θα απορροφήσει το νερό του εδάφους και θα διογκωθεί το περικάρπιο. Αρχικά, μέσα σε 2 -3 μέρες επιμηκύνονται το ριζίδιο και η κολεόριζα που το περιβάλλει, ενώ 1-2 μέρες μετά εξέρχεται το πτερίδιο με το κολεόπτιλο που το περιβάλλει. Αμέσως μετά, το ριζίδιο τρυπά τη κολεόριζα και επιμηκύνεται παραπάνω. Ταυτόχρονα, εμφανίζονται και οι υπόλοιπες εμβρυακές ρίζες που σκοπός τους είναι να στερεώσουν το φυτό και να υποβοηθήσουν την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης του. Υπό τυπικές συνθήκες ανάπτυξης, το νέο φυτάριο κάνει έξοδο από το έδαφος περίπου 6-10 μέρες από τη σπορά.

Κατά τη βλαστική ανάπτυξη παρατηρείται ταχεία αύξηση του ριζικού συστήματος, επιμήκυνση του στελέχους και των μεσογονατίων, εμφάνιση και ανάπτυξη των φύλλων. Η περίοδος από το φύτερωμα έως και την εμφάνιση της φόβης είναι αυτή που καθορίζει αν οι γονότυποι είναι πρόιμοι ή όψιμοι.

Στη διάρκεια της άνθισης, αρχικά εμφανίζεται στη κορυφή του αραβόσιτου η φόβη, 7 με 10 ημέρες πριν από την ανάπτυξη των στύλων των θηλυκών ανθέων του σπάδικα ενώ η ωρίμανση της γύρης γίνεται σταδιακά. Αυτή είναι άφθονη και την μεταφέρει ο άνεμος σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις. Στον αραβόσιτο συμβαίνει διπλή γονιμοποίηση, η αλλιώς το φαινόμενο της ξενίας, το οποίο είναι εμφανές στις περιπτώσεις που υπάρχει διαφορά μεταξύ των γονέων σε χαρακτηριστικά του ενδοσπερμίου όπως είναι το χρώμα.

Αφού γίνει η γονιμοποίηση, η ανάπτυξη του κόκκου συνεχίζεται με το σχηματισμό ενός γαλακτώδους υγρού πλούσιο σε σάκχαρα που σε 15 ημέρες γίνεται η μετατροπή του σε άμυλο. Έπειτα, ακολουθεί η αφυδάτωση του κόκκου και σκλήρυνσή του. Ένδειξη φυσιολογικής ωρίμανσης του καλαμποκιού είναι ο σχηματισμός μιας μαύρης ζώνης στο ποδίσκο του κόκκου. Η συγκομιδή του αραβόσιτου στην Ελλάδα γίνεται όταν η υγρασία του σπόρου είναι κάτω του 20-22%, ιδανικά 15%.



Εικόνα 6: Διαφορετικά στάδια ανάπτυξης σε φυτά καλαμποκιού (R2-R6: διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του σπόρου) (Πηγή: <https://iimr.icar.gov.in/maize-biology/>)

5. Καλλιεργητικές φροντίδες

5.1. Άρδευση

Ο αραβόσιτος είναι πολύ αποδοτικός όταν υπάρχει επαρκής εδαφική υγρασία (Καραμάνος 1991). Οι απαιτήσεις του σε νερό είναι μεγάλες εξαιτίας της αυξημένης παραγωγής του σε ξηρά ουσία και οι ανάγκες αυτές σε νερό κυμαίνονται σε 400 – 800 mm, αναλόγως των συνθηκών. Τις πρώτες 30 – 45 ημέρες μετά τη σπορά συνήθως δεν απαιτείται άρδευση, καθώς το νερό που καταναλώνεται σε αυτό το στάδιο είναι ελάχιστο. Αντίθετα, στο στάδιο μιας βδομάδας πριν από την ανάπτυξη των σιγμάτων έως δύο εβδομάδων αφού εμφανιστούν οι αρσενικές ταξιανθίες, τα φυτά έχουν ταχύτερο ρυθμό κατανάλωσης νερού και συνεπώς μεγάλη ανάγκη σε νερό προκειμένου να αποφευχθεί η μάρανση.

Στην Ελλάδα, όταν κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του αραβόσιτου δεν υπάρχουν αρκετές βροχοπτώσεις, οι καλλιέργειες χρειάζονται οπωσδήποτε άρδευση. Για να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις κατά μέσο όρο απαιτούνται αρδεύσεις με συνολική ποσότητα νερού 250-300 mm

(www.cerialinstitute.gr). Είναι αναγκαίο να γίνεται άρδευση τη περίοδο Ιουλίου – Αυγούστου, ειδικά στο στάδιο 15 ημερών πριν και μετά την άνθιση, αλλά και να συνεχίζεται μέχρι το στάδιο φυσιολογικής ωρίμανσης (Σφακιανάκης και Κατσαντώνης 1984). Η ποσότητα νερού σε κάθε άρδευση εξαρτάται από δύο παράγοντες, την υδατοικανότητα του εδάφους και το βάθος στο οποίο εκτείνεται το ριζικό σύστημα.

Η άρδευση από μόνη της δεν είναι επαρκής, ειδικά καθώς ο καλλιεργητής θέλει να εξοικονομήσει χρήματα. Έτσι, θα πρέπει να υπάρχει πρόνοια για την αποθήκευση του νερού στο έδαφος από τις χειμερινές και φθινοπωρινές βροχοπτώσεις αλλά και η μέγιστη αξιοποίηση του από τη καλλιέργεια. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλες καλλιεργητικές τεχνικές όπως το φθινοπωρινό όργωμα, το περιορισμό καλλιεργητικών εργασιών την άνοιξη πριν τη σπορά για μείωση απωλειών, έγκαιρη αντιμετώπιση ζιζανίων, συνιστάμενη πυκνότητα φυτών και τέλος την επαρκή ποσότητα θρεπτικών στοιχείων του εδάφους (Παπακώστα- Τασοπούλου 2012).

Οι μέθοδοι αρδεύσεων του αραβόσιτου είναι η επιφανειακή άρδευση ή τεχνητή βροχή ή με σταγόνες. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κατά βάση άρδευση με αυλάκια από επιφανειακά αρδευτικά δίκτυα και καταιονισμός. Η επιφανειακή εφαρμόζεται σε αγρούς που η κλίση τους δεν υπερβαίνει το 0,5%. Αντίθετα, σε αγρούς με επικλινή εδάφη, προτιμάται η χρήση της τεχνητής βροχής. Η χρήση άρδευσης με σταγόνες είναι σπάνια καθώς το κόστος της είναι υψηλό.



*Εικόνα 7 : Άρδευση καλλιέργειας καλαμποκιού με καταιονισμό (Πηγή:
<https://www.yraithros.gr/>)*

5.2. Λίπανση

Ο αραβόσιτος, εξαιτίας της αυξημένης παραγωγικότητάς του σε καρπό και βιομάζα, απορροφά μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος (Καραμάνος 1999). Λόγω αυτού, η επάρκεια των στοιχείων είναι απαραίτητη για τη μεγαλύτερη επιθυμητή απόδοση. Στον πίνακα 1, φαίνονται οι κατά μέσο όρο ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που προσλαμβάνονται από το καλαμπόκι και εκείνες που απομακρύνονται με τη συγκομιδή. Όταν ο αραβόσιτος προορίζεται για ενσίρωση, γίνεται η συγκομιδή όλου του υπέργειου τμήματος του φυτού, συνεπώς απομακρύνονται και μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων.

Πριν προσδιοριστούν οι ποσότητες λίπανσης που θα εφαρμοστούν, για ένα σωστό πρόγραμμα, λαμβάνονται υπόψιν οι εξής παράγοντες : 1. Ο ρυθμός απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων αναλόγως τα διάφορα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. 2. Περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως υγρασία του εδάφους, η θερμοκρασία κτλ. 3. Η χρησιμοποιούμενη ποικιλία καθώς διαφορετικά υβρίδια παρουσιάζουν και διαφορές μορφολογικής ή φυσιολογικής προέλευσης. 4) Αλληλεπιδράσεις θρεπτικών στοιχείων. 5. Πυκνότητα των φυτών καθώς οι ποσότητες λιπασμάτων έχουν άμεση συνάρτηση με αυτήν.

Πίνακας 1 : Ποσότητες στοιχείων στο υπέργειο τμήμα καλλιέργειας καλαμποκιού μέσης απόδοσης 1000 kg/ στρ (www.cerealinstitute.gr).

Θρεπτικά στοιχεία	Συνολική απορρόφηση	Κατανομή	
		Καρπός	Φύλλα & στελέχη
	Kg/ στρ.	%	
Άζωτο	19,4	75	25
Φώσφορος	2,7	84	16
Κάλιο	13,8	28	72
Μαγνήσιο	1,4	33,9	66,1
Ασβέστιο	2,7	44,6	55,4

	Kg/ στρ.	%	
Βόριο	16	41,3	58,7
Ψευδάργυρος	28	50	50
Μαγνήσιο	31	41,8	58,2
Σίδηρος	119	19,4	80,6
Χαλκός	7	74,5	25,5

5.2.1. Συνιστώμενη λίπανση

Με βάση αποτελέσματα του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης φαίνεται πως για τη παραγωγή 1000 kg/ στρ. είναι αναγκαία η προσθήκη 20-25 kg N (αζώτου) ετησίως, σε μονοκαλλιέργεια. Σε περίπτωση συστήματος αμειψισποράς, με τη προηγούμενη καλλιέργεια να ήταν ψυχανθής, η ποσότητα αζώτου μπορεί να μειωθεί από 20 έως και 10 kg/ στρ.. Η περίοδος κατά την οποία παρατηρείται η υψηλότερη ζήτηση αζώτου είναι από την εμφάνιση της φόβης και του μεταξώματος, καθώς συμπίπτει με τον μέγιστο ρυθμό αύξησης του ξηρού βάρους των φυτών (Καραμάνος 1999). Η λίπανση συνίστανται να γίνεται σε δύο δόσεις, η πρώτη πριν η μαζί με τη σπορά και έπειτα επιφανειακά. Η βασική λίπανση συνίστανται να είναι σε αμμωνιακή μορφή.

Όσο αφορά το φώσφορο, αυτός είναι κύριο στοιχείο για την ανάπτυξη και τελική απόδοση του αραβόσιτου. Σε πολυάριθμες περιπτώσεις, ο αγρός έχει ήδη συσσωρεύσει P από προηγούμενες καλλιέργειες και δεν χρειάζεται η προσθήκη του. Όταν όμως αποδειχτεί πως απαιτείται εφαρμογή του, συνιστώνται 6 kg P₂O₅/ στρ.. Η εφαρμογή του φωσφόρου προτιμάται να γίνεται κατά τη διάρκεια προετοιμασίας του εδάφους για τη σπορά (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012,).

Το κάλιο είναι ρυθμιστής ποικίλων φυσιολογικών λειτουργιών του αραβόσιτου και προσλαμβάνεται από αυτόν σε μεγάλες ποσότητες. Από δεδομένα που προέκυψαν από πειράματα του Ινστιτούτου Σιτηρών, η απόδοση του αραβόσιτου δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τη καλιούχο λίπανση. Εξαιρέση αποτελεί η καλλιέργεια καλαμποκιού σε οργανικά εδάφη, όπου η προσθήκη 20-35 kg K₂O/ στρ. είναι αναγκαία.

Αναφορικά με τα ιχνοστοιχεία, δεν παρατηρούνται συχνά τροφοπενίες, με εξαίρεση τα οργανικά εδάφη ή εδάφη με συσσωρευμένες ποσότητες Ρ. Όταν όμως παρατηρούνται ελλείψεις αυτές αφορούν το χαλκό. Η αντιμετώπιση τροφοπενιών γίνεται με διαφυλλική λίπανση, ενώ η χορήγηση λίπανσης στο έδαφος πριν τη σπορά είναι οικονομικότερη.

5.3. Πυκνότητα σποράς

Η πυκνότητα σποράς βασίζεται σημαντικά σε παράγοντες όπως η εδαφική υγρασία, η διαθέσιμη ποσότητα νερού για άρδευση, η γονιμότητα του εδάφους, το υβρίδιο που επιλέχθηκε, η εποχή σποράς και ο σκοπός τελικής χρήσης της καλλιέργειας (Παπακώστα, Τασοπούλου, 2012). Παράλληλα, καθορίζεται σε βάση την απόσταση μεταξύ των γραμμών φύτευσης και την απόσταση των φυτών επί της γραμμής (Καραμάνος 1991).

Στην Ελλάδα, όπως διαπιστώθηκε μετά από σειρά πειραμάτων του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης, η ιδανικότερη πυκνότητα φυτών για υβρίδια μεγάλου βιολογικού κύκλου είναι 6.500- 7.500 φυτά ανά στρέμμα. Αντίστοιχα, για φυτά μέσου βιολογικού κύκλου είναι 7.500- 8.000 φυτά/ στρ., ενώ για του μικρού 8.000 έως 9.000 φυτά/στρ.

Όσο αφορά συγκεκριμένα τη καλλιέργεια του καλαμποκιού με σκοπό την ενσίρωση, μια αύξηση πυκνότητας των φυτών κατά 10-12% την αντίστοιχης για παραγωγή καρπού, αυξάνει τις αποδόσεις (Roth και Undersander 1995). Μεγαλύτερες αλλά και μικρότερες πυκνότητες φαίνεται να έχουν αρνητική επίδραση στις αποδόσεις. Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για ενσίρωση και παρατηρηθεί πως η πυκνότητα των φυτών είναι ελαφρώς αυξημένη, παρά την πολύ μικρή αύξηση της ποσότητας της ξηράς ουσίας, υπάρχει υποβάθμιση στη ποιότητα του ενσιρώματος.

Σχετικά με τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, έχει αποδειχθεί πως η απόσταση 75 cm έχει τα καλύτερα αποτελέσματα και πλέον οι αποστάσεις που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται στα 70-80 cm. Αποστάσεις μικρότερες αυτού προκαλούν προβλήματα στη μηχανική συγκομιδή. Οι αποστάσεις πάνω στη γραμμή εξαρτώνται από τον επιζητούμενο πληθυσμό φυτών.

Αποτελέσματα των τελευταίων χρόνων δείχνουν πως οι καλλιέργειες για ενσίρωμα ανταποκρίνονται πολύ θετικά από άποψη απόδοσης σε συστήματα καλλιέργειας σε στενές

γραμμές, 28 μέχρι 56 cm (Παπακώστα, Τασοπούλου, 2012). Ο ιδανικότερος πληθυσμός φυτών σε τέτοια συστήματα αποδείχθηκε ίδιος με αυτών που χρησιμοποιούν τις παραδοσιακές αποστάσεις.

6. Εχθροί και ασθένειες

6.1. Εχθροί

Ο αραβόσιτος στην Ελλάδα προσβάλλεται από αρκετούς εχθρούς, πολλοί εκ των οποίων δεν είναι αποκλειστικοί του εχθροί αλλά προσβάλλουν ταυτόχρονα και άλλα καλλιεργούμενα φυτά. Τα κυριότερα έντομα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη χώρα μας είναι (Σταμούλης 1999, www.cerealinstitute.gr) :

6.1.1. Σιδεροσκώληκες (*Agriotes spp.*)

Είναι κολεόπτερα της οικογένειας Elateridae και πολλά είναι πολυφάγα. Το τέλειο έντομο είναι κολεόπτερο και προκαλεί περιορισμένες ζημιές, ενώ οι προνύμφες, χρώματος υπόλευκου και αργότερα κιτρινοκαφέ, προσβάλλουν τα υπόγεια μέρη του φυτού, κυρίως το ριζικό σύστημα και τα φυτικά μέρη κοντά στο λαιμό. Μπορεί ακόμα να εισέλθουν στις ρίζες και τα στελέχη των μεγάλων φυτών τρώγοντας το εσωτερικό τους.

Για τη καταπολέμησή τους, όταν οι πληθυσμοί είναι σχετικά μικροί, επαρκεί η επένδυση του σπόρου με εντομοκτόνα ή τοποθέτηση κοκκώδους σκευάσματος παράλληλα με τη σπορά. Σε περιπτώσεις σοβαρής προσβολής συνιστάται ψεκασμός και ενσωμάτωση του εντομοκτόνου στο έδαφος.

6.1.2. Πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*)

Είναι ένα λεπιδόπτερο που απαντάται σε όλη την χώρα μας και έχει 3-4 γενεές το έτος. Η προνύμφες του εισέρχονται στο σπάδικα κατατρώγοντας τους νεαρούς κόκκους αλλά προσβάλλουν και τα φύλλα.

Ο πληθυσμός των ατόμων που θα διαχειμάσουν μπορεί να μειωθεί με τα φθινοπωρινά οργώματα. Η χημική αντιμετώπιση όμως, γίνεται με ψεκασμό των φυτών με κατάλληλα

εντομοκτόνα, όταν αναμένεται σοβαρή προσβολή. Ο πρώτος ψεκασμός προτείνεται να πραγματοποιηθεί αμέσως μετά το ‘μετάξωμα’ των φυτών.

6.1.3. Σεσάμια ή σκουλήκι του καλαμποκιού (*Sesamia nonagrioides* Lefevre)

Είναι και αυτό ένα λεπιδόπτερο το οποίο στο στάδιο της προνύμφης προσβάλλει τα νεαρά φύλλα, τη φόβη, αλλά κυριότερα τα στελέχη του αραβόσιτου και τους σπάδικες. Σε συνθήκες υψηλής υγρασίας σε συνδυασμό με έντονη προσβολή, γίνεται εύκολη ανάπτυξη δευτερογενών μυκήτων.

Καταπολεμάται με ψεκασμούς με εντομοκτόνα στα αρχικά στάδια της προσβολής, πριν ακόμη οι προνύμφες εισχωρήσουν στο εσωτερικό των στελεχών και των σπαδικών. Ο πληθυσμός του εντόμου μπορεί να ελαττωθεί με καταστροφή ή παράχωμα των υπολειμμάτων της καλλιέργειας μετά τη συγκομιδή (Παπακώστα- Τασοπούλου 2012).

6.1.4. Πυραλίδα ή πυραούστα (*Ostrinia nubilalis*)

Το τέλειο έντομο είναι λεπιδόπτερο με 2-3 γενεές το χρόνο. Η προνύμφη του προσβάλλει όλα τα υπέργεια τμήματα των φυτών του αραβόσιτου. Οι νεαρές προνύμφες τρέφονται με τα φύλλα, δημιουργώντας χαρακτηριστικές μικρές ωπές, ενώ οι μεγαλύτερες εισέρχονται στο στέλεχος και τρώνε την εντεριώνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αδυνατίζει το στέλεχος και να οδηγείται στο πλάγιασμα σε περίπτωση δυνατού ανέμου.

Για τη καταπολέμηση της προσβολής από τη πυραλίδα είναι αναγκαίο να καταστραφούν τα στελέχη της προηγούμενης καλλιέργειας για να θανατωθούν οι προνύμφες που διαχειμάζουν σε αυτά. Οι χημικές επεμβάσεις με εντομοκτόνα είναι αποτελεσματικές όταν γίνουν με την εμφάνιση της πρώτης γενεάς.

6.1.5. Καραφατμέ (*Agrotis segetum* Schiff)

Το τέλειο έντομο είναι νυκτόβιο λεπιδόπτερο. Τις ζημιές στο φυτό ωστόσο, προκαλούν οι προνύμφες οι οποίες σε μικρότερη ηλικία τρέφονται και την ημέρα ενώ όσο μεγαλώνουν γίνονται αποκλειστικά νυκτόβιες. Αυτές δαγκώνουν τη βάση των στελεχών των νεαρών φυτών

του αραβόσιτου. Ακολουθούν κατά βάση τις γραμμές σποράς και προσβάλλουν περισσότερα φυτά από όσα κανονικά χρειάζονται για να τραφούν.

Η αντιμετώπιση της προσβολής τους γίνεται με καλλιεργητικά, χημικά μέσα ή και τα δύο. Στα χημικά μέσα κατατάσσονται τα δολώματα με εντομοκτόνο ουσία η χρήση των οποίων γίνεται μετά τη δύση του ηλίου εκεί που χρειάζεται. Σε εκτεταμένες προσβολές αντιμετωπίζονται με νυχτερινούς ψεκασμούς. Στα καλλιεργητικά μέσα θεωρούνται τα βαθιά οργώματα με σκοπό να θανατώσουν τις προνύμφες που διαχειμιάζουν στο έδαφος και παράλληλα να καταστρέψουν ζιζάνια που δρουν ως αρχικοί ξενιστές για τις Αγρότιδες.

6.1.6. Αφίδες (σπουδαιότερο είδος το *Rhopalosiphum maidis* Fitch)

Προκαλούν συστροφή των φύλλων και διακοπή ανάπτυξής τους λόγω των μεγάλων πληθυσμών που βρίσκονται στην άνω πλευρά τους. Συναντώνται επίσης στους νεαρούς σπάδικες, στους βλαστούς και στις φόβες ενώ σε έντονη προσβολή αναπτύσσεται καπνιά στα μελιτώδη εκκρίματα των αφίδων.

Όταν καταστεί αναγκαίο, γίνεται χρήση κατάλληλου αδιφοκτόνου.

Κάποιοι άλλοι εχθροί είναι η υλέμνια (*Delia platura*), η μύθιμνα (*Mythimna unipuncta* Haw), ο κλεονός (*Tanymecus palliatus* F.) αλλά και οι τετράνυχοι.

6.2. Ασθένειες

Οι ασθένειες που επηρεάζουν περισσότερο τις καλλιέργειες της Ελλάδας χωρίζονται σε μυκητολογικές, βακτηριολογικές και ιολογικές και είναι :

6.2.1. Μυκητολογικές

6.2.1.1. Σήψεις ριζών και στελέχους (*Pythium spp.*, *Fusarium spp.* κ.α)

Προκαλούνται από προσβολές του σπόρου στο φύτρωμα αλλά και των νεαρών φυταρίων από μύκητες εδάφους. Εμφανίζεται πρόβλημα σε μη ευνοϊκές για το φύτρωμα συνθήκες (υψηλή εδαφική υγρασία, σπόρος κακής ποιότητας κ.α.).

Για πρόληψη της προσβολής συνιστάται να χρησιμοποιείται πάντα υγιής σπόρος, καλής ποιότητας, κατάλληλα απολυμασμένος και άλλες καλλιεργητικές τεχνικές όπως αμειψισπορά.

6.2.1.2. Άνθρακας (*Ustilago maydis* D.C)

Ο κοινός άνθρακας το αραβόσιτου προσβάλλει τα περισσότερα υπέργεια τμήματα του φυτού, αλλά κατά βάση το σπάδικα, δημιουργώντας όγκους διαφόρων μεγεθών, που περιβάλλονται από μια σχετικά ανθεκτική μεμβράνη μέχρι την ωρίμανση.

Ο αποτελεσματικότερος τρόπος αντιμετώπισης είναι η χρησιμοποίηση ανθεκτικών υβριδίων.

6.2.1.3. Ελμινθοσποριάσεις (*Helinthosporium spp*)

Τα κυριότερα είδη είναι τρία και όταν προσβάλλουν το φυτό προκαλούν επιμήκεις κηλίδες στα φύλλα, οι οποίες ξεκινούν ως χλωρωτικές και εξελίσσονται σε νεκρωτικές. Τα παθογόνα του μύκητα διαχειμάζουν στα υπολείμματα της καλλιέργειας ως μυκήλιο και κονίδια.

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης είναι με χρήση ανθεκτικών ποικιλιών ενώ η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων στο έδαφος ελαττώνει τη προσβολή.

6.2.1.4. Φουζαρίωση (*Gibberella zaea* (Schwein.) Petch.)

Από την ασθένεια προσβάλλεται το στέλεχος του αραβόσιτου και στα πρώτα στάδια εγκαθίσταται στα κατώτερα μεσογονάτια. Χαρακτηριστικό του προσβεβλημένου σπάδικα είναι ο κοκκινωπός χρωματισμός των βράκτιων φύλλων, οι υποανάπτυκτοι κόκκοι που γίνονται ρόδινοι και έπειτα λευκοί και το ρόδινο μυκήλιο στο σπάδικα. Τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και οι προσβεβλημένοι σπόροι οφείλονται για τις νέες προσβολές.

Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση συνιστάται χρήση ανθεκτικών υβριδίων και καταστροφή των υπολειμμάτων προηγούμενων καλλιεργειών, η αμειψισπορά και η έγκυρη συγκομιδή (για πρόληψη του πλαγιάσματος).

6.2.2. Βακτηριολογικές

6.2.3. *Erwinia stewartii* (Smith) Dye, συν. *Xanthomonas*

Χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι οι κίτρινες κηλίδες στα φύλλα, που επεκτείνονται σταδιακά κατευθυνόμενα στο κεντρικό νεύρο, ξεραίνοντας έτσι το έλασμα συνολικά. Η εγκατάσταση του βακτηρίου γίνεται στα αγγεία, με τα φυτά του αραβόσιτου να παρουσιάζονται καχεκτικά, με νανισμό, μάρανση και να έχουν αυξημένη θνησιμότητα.

Η αντιμετώπιση και πρόληψη του συμβαίνει με ανθεκτικά υβρίδια, υγιή σπόρο ή πρώιμο ψεκάσμο με εντομοκτόνο για το έλεγχο των εντόμων που μεταφέρουν το βακτήριο.

6.2.3. Ιολογικές

6.2.3.1. *Ιός του τραχέος νανισμού του καλαμποκιού (maize rough dwarf fijivirus, MRDV).*

Η συγκεκριμένη ασθένεια διαπιστώθηκε στη χώρα μας το 2002. Προσβάλει τον αραβόσιτο στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης προκαλώντας έντονο νανισμό και αδυναμία ανάπτυξης σπαδικών ή ανάπτυξη ατροφικών και συχνά τραχιά υφή στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Η μετάδοση του ιού πραγματοποιείται με έντομα, ενώ δεν μεταδίδεται με το σπόρο.

Η χρήση ανθεκτικών υβριδίων, η όψιμη σπορά του καλαμποκιού και η χημική καταπολέμηση αποτελούν τα μέτρα αντιμετώπισης της ασθένειας.

6.2.3.2. *Ιός του νανισμού με μωσαϊκό του καλαμποκιού (maize dwarf mosaic potyvirus, MDMV)*

Χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα του ιού αυτού είναι ο νανισμός του αραβόσιτου που προκαλείται λόγω της μείωσης των μεσογονατίων στους κόμβους της κορυφής. Στα πρωταρχικά στάδια παρατηρείται μωσαϊκό στα νεαρά φύλλα και όσο η ασθένεια εξελίσσεται εμφανίζονται χλωρωτικές κηλίδες και ραβδώσεις στη βάση των φύλλων και έπειτα σε ολόκληρη την επιφάνεια του ελάσματος. Παράλληλα, παρουσιάζεται και στειρότητα (μέχρι 25%) προκαλώντας μικρότερου μεγέθους σπάδικες και μερικώς άγονους. Η μετάδοση της ασθένειας γίνεται με αφίδες.

Ως τρόπος αντιμετώπισης συνιστάται η χρήση ανθεκτικών υβριδίων και αποτελεσματική καταπολέμηση του βέλιουρα.

7. Διατροφική αξία

Ο αραβόσιτος καλλιεργείται γενικά για παραγωγή σπερμάτων αλλά και χλωρού χόρτου και ο ρόλος του ως συστατικό των ζωοτροφών είναι κύριος. Όταν προορίζεται για ενσίρωση, η συγκομιδή των υβριδίων αραβόσιτου συνήθως γίνεται από την εμφάνιση της αρσενικής ταξιανθίας. Αυτό συμβαίνει καθώς το ποσοστό των σακχάρων σε αυτό το διάστημα είναι πολύ αυξημένο κάτι που το καθιστά και πολύ ελκυστικό από τα ζώα. Επιπλέον, είναι στο στάδιο με τη μέγιστη περιεκτικότητα ενέργειας.

Ο αραβόσιτος, στη μορφή του χλωρού χόρτου, παρουσιάζει μεγάλη θρεπτική αλλά συνολικά και διατροφική αξία. Μπορεί να χορηγηθεί μόνο του ή συνδυαστικά με άλλες ζωοτροφές για σχεδόν όλα τα κτηνοτροφικά ζώα. Η χορήγηση του μπορεί να γίνει σε όλα τα φυτοφάγα ζώα έως το 5% του σωματικού τους βάρους.

Η σύσταση του ενσιρώματος καλαμποκιού είναι : πρωτεΐνες, λιπαρά, σάκχαρα, άμυλο και ινώδεις ουσίες (Neutral Detergent Fiber- NDF, Acid Detergent Fiber -ADF, Acid Detergent Lignin- ADL).

Πίνακας 2 : Σύσταση (%) της βιομάζας του αραβόσιτου στις διάφορες μορφές υπό τις οποίες χορηγείται ως κτηνοτροφή.

	H₂O	Τέφρα	Πρωτεΐνες	Λάδι	Ινώδεις ουσίες	Πεπτ. Υδ/κες
A. Χλωρή μάζα						
Ομάδα <i>indentata</i>	73.4	1.5	2.0	0.9	6.7	15.5
Ομάδα <i>indurate</i>	77.1	1.1	2.1	0.8	4.3	14.6
B. Αποξηραμένα φυτά και τμήματα τους						
Ολόκληρα φυτά	11.8	5.8	7.4	2.4	23.0	49.6
Σπάδικες	10.7	1.4	2.4	0.5	30,1	54.9
Βράκτεια φύλλα	9.8	2.9	2.9	0.7	30.7	53.0
Φύλλα	11.8	8.5	8.1	2.2	24.4	45.0
Στελέχη	11.7	4.6	4.8	1.8	32.7	44.0
Υπολείμματα καλλιέργειας	10.7	6.1	5.7	1.5	30.3	45.7
Γ. Ενσιρωμένη τροφή						
Ολόκληρα φυτά	73.8	1.7	2.1	0.8	6.3	15.3
Υπολείμματα καλλιέργειας	80.7	1.8	1,8	0.6	5.6	9.5

Οι πρωτεΐνες είναι οργανικά στοιχεία, αποτελούμενα από άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο και ίσως σίδηρο, θείο και φώσφορο. Το ποσοστό που βρίσκεται στο καλαμπόκι για ενσίρωμα είναι από 6-5% έως 8,5%, σχετικά χαμηλό.

Οι λιπαρές ουσίες είναι οργανικές ουσίες των ζωικών και φυτικών προϊόντων που προκύπτουν από τη διάλυση στους οργανικούς διαλύτες των λιπών και ελαίων.

Χαρακτηρίζονται από αδιαλυτότητα στο νερό και λιπαρή μορφή. Το ποσοστό που συναντάμε στο καλαμποκί για ενσίρωμα είναι κοντά στο 1,5%.

Η τέφρα είναι ουσιαστικά το σύνολο των ανόργανων συστατικών του φυτού του καλαμποκιού μετά από τη καύση τους στο κλίβανο. Το μέρος που καίγεται κατά τη διαδικασία της πυράκτωσης είναι η οργανική ουσία, συνεπώς το συμπληρωματικό της τέφρας. Το ποσοστό της τέφρας στον αραβόσιτο για ενσίρωμα είναι περίπου 5% αλλά μπορεί να φτάσει έως και 10%.

Οι ινώδεις ουσίες νοούνται τα συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών, όπως η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες και η λιγνίνη. Το ποσοστό των ινώδων ουσιών είναι υψηλό και κυμαίνεται από 36 έως 50%.

Οι ελεύθερες αζωτούχες εκχυλισματικές ουσίες αντιπροσωπεύουν ένα σύνολο οργανικών ουσιών για το οποίο δεν υπάρχει ειδική ανάλυση. Θεωρούνται ότι αποτελούν το πλέον εύπεπτο από τα μη αζωτούχα συστατικά της τροφής.

Η χημική σύσταση προσδιορίζεται με κατάλληλες χημικές αναλύσεις οι οποίες δείχνουν το είδος αλλά και το ποσοστό των θρεπτικών στοιχείων που περιλαμβάνεται σε κάποια τροφή.

Όσο αφορά τα σπέρματα του καλαμποκιού, μπορεί να προέρχονται από ποικίλα υβρίδια και είναι τα πλουσιότερα σε ενέργεια συγκριτικά με τα υπόλοιπα σπέρματα σιτηρών. Οι ολικές αζωτούχες ουσίες που περιέχονται σε αυτά είναι λιγιστές και σημαντικά ελλειμματικές στα αμινοξέα λυσίνη και τρυπτοφάνη. Ταυτοχρόνως, είναι τα πλουσιότερα από τα σπέρματα σιτηρών σε ποσό λιπαρών ουσιών, αλλά συνεπάγονται την παραγωγή μαλακού λίπους, ιδίως στους παχυνόμενους χοίρους, εξαιτίας της αυξημένης περιεκτικότητά τους σε ακόρεστα λιπαρά. Η χρήση των σπερμάτων του αραβόσιτου γίνεται στη σύνθεση των πλήρων σιτηρεσίων των χοίρων και των πτηνών, καθώς και ως συμπληρωματικό σιτηρέσιο των βοοειδών, αιγών αλλά και προβάτων.

8. Κριτήρια επιλογής νέων υβριδίων για ενσίρωση

Υπάρχουν πολλές σημαντικές παράμετροι στην επιλογή του κατάλληλου υβριδίου για ενσίρωση. Αυτοί είναι κυρίως ποιοτικοί και ποσοτικοί, όπως η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, ινώδεις ουσίες κτλ., αφού επηρεάζεται η αξία του σιτηρέσιου αλλά πιθανά και η συμπεριφορά του ζώου που θα το καταναλώσει.

Η επιλογή ίδιων υβριδίων καλαμποκιού για παραγωγή ενσιρώματος και καρπού μπορεί να μειώσει τη ποιότητα του ενσιρώματος. Τα καταλληλότερα υβρίδια που προορίζονται αποκλειστικά για ενσίρωση έχουν υψηλές αποδόσεις, μεγάλο ποσό ενέργειας και υψηλή πεπτικότητα.

Υπάρχουν κάποια γενικά κριτήρια επιλογής μεταξύ των πολυάριθμων υβριδίων που κυκλοφορούν στην παγκόσμια αγορά και έχουν πάντα σκοπό την επίτευξη της μεγαλύτερης κερδοφορίας από τις καλλιέργειες του αραβόσιτου. Αυτά τα κριτήρια είναι :

1. Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
2. Η αντοχή στο πλάγιασμα
3. Η αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες
4. Η επάρκεια νερού
5. Στόχος της καλλιέργειας

Όταν λοιπόν η καλλιέργεια του αραβόσιτου έχει στόχο την ενσίρωση, η μεγάλη παραγωγή βιομάζας και ταυτόχρονα η ικανότητα του υβριδίου να παραμένει πράσινο επί μεγάλο χρονικό διάστημα έχει μεγάλη σημασία καθώς, διασφαλίζει έτσι την υψηλή ποιότητα του προϊόντος (Καραμάνος, 1999).

Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή του κατάλληλου υβριδίου για ενσίρωση έχει επίδραση σε τρεις παράγοντες : την απόδοση της συγκομιζόμενης βιομάζας, τη περιεκτικότητα σε καρπό κατά τη συγκομιδή και τέλος τη πεπτικότητα του ενσιρώματος. Ο γενότυπος του υβριδίου επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη περιεκτικότητα του σε καρπό και υφίστανται βασικές διαφορές μεταξύ υβριδίων της ίδιας ομάδας πρωιμότητας. Το εύρος της αναλογίας του καρπού μπορεί να είναι ποσοστό μικρότερο από 20% μέχρι και πάνω από 50 %, βασισμένο στη ξηρά ουσία του φυτού. Η αυξημένη αναλογία σε καρπό είναι επιθυμητή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και αυτό συμβαίνει γιατί ο καρπός παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη πεπτικότητα από τα βλαστικά

μέρη του φυτού. Επιπροσθέτως, διαπιστώθηκαν διαφορές και όσο αφορά τη πεπτικότητα των βλαστικών τμημάτων μεταξύ των υβριδίων. Στη περίπτωση που η περιεκτικότητα σε καρπό και η πεπτικότητα των βλαστικών τμημάτων συνδέονται, προκύπτουν σοβαρές διαφοροποιήσεις στη ποιότητα του ενσιρώματος, λόγω της επιλογής υβριδίου. Επομένως, η επιλογή του υβριδίου χρειάζεται να βασίζεται στη ποσότητα αλλά, παράλληλα και στη ποιότητα του παραγόμενου ενσιρώματος. (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Ένα ιδανικό υβρίδιο για ενσίρωση πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις :

1. Έχει την ικανότητα να παράγει υψηλή απόδοση ποιοτικού ενσιρώματος
2. Ο καρπός του έχει ποσοστό μεγαλύτερο του 40% από της ξηράς ουσίας
3. Δεν πέφτουν σπάδικες στο έδαφος από το φυτά στη διάρκεια της συγκομιδής
4. Διατηρεί το πράσινο του χρώμα
5. Είναι ανθεκτικό στο πλάγιασμα
6. Τα βλαστικά τμήματα έχουν μεγάλη πεπτικότητα (Schroeder 2004)

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Πειραματικός αγρός

Ο αγρός που χρησιμοποιήθηκε για την εγκατάσταση του πειράματος ήταν στην ευρύτερη περιοχή του χωριού Αρμενοχώρι, 3 χιλιόμετρα απόσταση από την πόλη της Φλώρινας και μέσα στην ζώνη καλλιέργειας καλαμποκιού της περιοχής. Όταν οι καιρικές συνθήκες το επέτρεψαν έγιναν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες για την προετοιμασία σποράς του πειράματος από τον συμβεβλημένο παραγωγό, ιδιοκτήτη της έκτασης. Στις αρχές Μαΐου έγινε βασική λίπανση με 15 μονάδες/στρέμμα άζωτο (N), 10 μονάδες/στρέμμα φώσφορο (P) και 12 μονάδες/στρέμμα κάλιο (K) και μετά δισκοσβάρνα για προετοιμασία της σποροκλίνης. Στις 13-5-2021 έγινε η σπορά του πειράματος σε πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων RCB με δυο επαναλήψεις. Χρησιμοποιήθηκαν 15 υβρίδια ιδιωτικής εταιρίας (Κωδικοποίηση Y1 έως Y15) για παραγωγή ενσιρώματος (σύνολο 30 πειραματικά τεμάχια) προς αξιολόγηση. Η σπορά έγινε με το χέρι με κάθε πειραματικό τεμάχιο να αποτελείται από 2 γραμμές μήκους 5 μέτρων σε αποστάσεις 0,75 m γραμμή από γραμμή και 0,15 m φυτό από φυτό.

2. Συγκομιδή δειγμάτων υβριδίων ενσίρωσης

Προς τα τέλη Σεπτεμβρίου και όταν τα υβρίδια ενσιρώματος βρισκόντουσαν κοντά στο 75% σχηματισμού της γραμμής γάλακτος έγινε η δειγματοληψία πέντε ολόκληρων φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο. Συγκομίσθηκαν στο σύνολο 30 δείγματα που κωδικοποιήθηκαν από Δ1 έως Δ30. Τα δείγματα ζυγίσθηκαν επί τόπου για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους δείγματος ενώ στην συνέχεια μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Βοτανικής του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στην Φλώρινα. Κάθε δείγμα κόπηκε σε τεμάχια των 2-3 εκατοστών και στην συνέχεια πάρθηκε ένα αντιπροσωπευτικό υπόδειγμα 500 γραμμαρίων για περαιτέρω επεξεργασία (Εικόνα 8).

3. Προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών με αναλυτικές χημικές μεθόδους στα διαφορετικά δείγματα υβριδίων καλαμποκιού ενσίρωσης

Σε όλα τα αρχικά δείγματα πάρθηκε ένα αντιπροσωπευτικό υπόδειγμα ενώ έγιναν τουλάχιστον δυο μετρήσεις για όλα τα παρακάτω ποιοτικά χαρακτηριστικά. Σε περίπτωση απόκλισης μεγαλύτερης από 3% μεταξύ των δυο μετρήσεων ακολουθούσε και τρίτη μέτρηση και έβγαине ο μέσος όρος.



Εικόνα 8. Δείγματα των υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα πριν και μετά την κοπή σε μικρά τεμάχια των 2-3 εκατοστών για περαιτέρω επεξεργασία.

3.1. Προσδιορισμός % υγρασίας και λειοτρίβηση δειγμάτων

Ταψιά αλουμινίου κωδικοποιήθηκαν όπως και τα δείγματα αντίστοιχα. Ζυγίστηκε το κενό βάρος του ταψιού, ύστερα προστέθηκαν 500 γραμμάρια δείγματος μέσα σε αυτό και ξανά ζυγίστηκε (ταψί + βάρος δείγματος). Τα δείγματα παρέμειναν στον κλίβανο για 72 περίπου ώρες σε θερμοκρασία 70°C και έπειτα ξανά ζυγίστηκαν (βάρος ταψιού + βάρος ξηρού δείγματος). Τα δείγματα παρέμειναν στον κλίβανο μέχρι να σταθεροποιήσουν το βάρος τους, έτσι ώστε να ελαττωθεί η υγρασία (Εικόνα 9). Αφού υπολογίστηκαν τα αρχικά και τελικά βάρη, τελικά υπολογίστηκαν η επί της % υγρασία του κάθε δείγματος ξεχωριστά. Μετά την αποξήρανση των δειγμάτων στον κλίβανο ακολούθησε η λειοτρίβηση τους. Η λειοτρίβηση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στον εργαστηριακό μύλο κοπής type 4240 (Braun AG, Germany) με σχολαστικό καθαρισμό μεταξύ των δειγμάτων για την αποφυγή επιμόλυνσης (Εικόνα 9). Τα λειοτριβημένα δείγματα τοποθετήθηκαν σε αεροστεγείς πλαστικές σακούλες έτσι ώστε μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάλυση τους να μην απορροφήσουν υγρασία, πράγμα που θα επηρέαζε αρνητικά την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων (Εικόνα 10).



Εικόνα 9. Ξήρανση και λειοτρίβηση των δειγμάτων των υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα



Εικόνα 10. Λειοτριβημένα δείγματα των υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα έτοιμα για ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών

3.2. Προσδιορισμός τέφρας

Αρχικά πάρθηκαν καθαρά χωνευτήρια πορσελάνης διαφόρων μεγεθών ταυτοποιημένα τα οποία τοποθετήθηκαν για μία ώρα στον κλίβανο στους 100°C ώστε να απομακρυνθεί η περίσσεια υγρασία. Αφού πέρασε η μια ώρα τα χωνευτήρια απομακρύνθηκαν από τον κλίβανο με την βοήθεια πυράγρας και μεταφέρθηκαν σε γυάλινο ξηραντήρα προκειμένου να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος, κατόπιν ζυγίστηκαν κενά (βάρος χωνευτηρίου).



Εικόνα 11. Προσδιορισμός τέφρας (ανόργανα στοιχεία) σε δείγματα των υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα

Στη συνέχεια τοποθετήθηκε στα χωνευτήρια δείγμα λειοτριβημένου υλικού. Έπειτα μπήκαν τα δείγματα στο κλίβανο αποτέφρωσης σε θερμοκρασία 550-600°C μέχρι σταθερού βάρους και μέχρι το δείγμα να αποκτήσει λευκό χρώμα (Εικόνα 11). Τα χωνευτήρια με τη βοήθεια πυράγρας ξανά μεταφέρθηκαν στο ξηραντήρα μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος και ξανά ζυγίστηκαν (βάρος χωνευτηρίου + τέφρας). Η αποτέφρωση θεωρήθηκε πλήρης όταν το υπόλειμμα είχε πάρει λευκό ή γκριζό χρώμα και αυτό χρειάστηκε τουλάχιστον 4 ώρες. Το ευρισκόμενο βάρος μετά τη τελευταία ζύγιση μείον το απόβαρο του χωνευτηρίου αντιστοιχεί στο ποσό της ανόργανης ουσίας που περιέχεται στη ποσότητα του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε. Το αποτέλεσμα ανάγεται επί τοις εκατό και παρέχει την περιεκτικότητα του δείγματος σε ανόργανα συστατικά (τέφρα).

3.3. Προσδιορισμός λίπους κατά Soxhlet

Σε ειδικά επιθέματα τοποθετήθηκε ποσότητα δείγματος και καλύφθηκε με ένα λεπτό στρώμα βαμβακιού. Ύστερα τα επιθέματα εισήλθαν στον υποδοχέα της συσκευής. Τα μεταλλικά ποτηράκια υποδοχής του διαλύτη στεγνώθηκαν και ζυγίστηκαν. Σε κάθε ένα προστέθηκαν 25-50 ml πετρελαϊκού αιθέρα και μετά τοποθετήθηκαν στη θέση της υποδοχής τους. Τα δείγματα εκχυλίστηκαν για 15' 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. Τα μεταλλικά ποτηράκια αφαιρέθηκαν από τη συσκευή και τοποθετήθηκαν στο πυριαντήριο στους 100°C για 30' και έπειτα κρύωσαν στο γυάλινο ξηραντήρα. Τέλος ζυγίστηκαν και ακολούθησε ο υπολογισμός του ποσοστού λίπους.

3.4. Προσδιορισμός πρωτεϊνών με τη μέθοδο Kjeldahl

Αρχικά σε μια φιάλη Kjeldahl χωρίς δείγμα προστέθηκαν 10 γρ. θειικού καλίου και 1 γρ. θειικού χαλκού για να γίνει ο λευκός προσδιορισμός. Σε μια άλλη φιάλη Kjeldahl προστέθηκαν 10 γρ. θειικού καλίου, 1 γρ. θειικού χαλκού και 0,5 γρ. λειοτριβημένου δείγματος. Σε κάθε φιάλη προστέθηκαν 20 ml πυκνού θειικού οξέος και έγινε ανάδευση. Η φιάλη τοποθετήθηκε στη συσκευή καύσης Kjeldahl για να πραγματοποιηθεί η υγρή καύση. Η καύση συνεχίστηκε έως ότου το διάλυμα έγινε διαυγές και άχρωμο (Εικόνα 12). 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. Η φιάλη τοποθετήθηκε στη συσκευή Kjeldahl. Μέσα προστέθηκε διάλυμα καυστικού νατρίου 30% και νερό, με το καυστικό νάτριο να πρέπει να βρίσκεται συνεχώς σε περίσσεια. Το νερό και η αμμωνία μέσα στη φιάλη σχηματίζουν το υδροξείδιο του αμμωνίου το οποίο αντιδρά με το καυστικό νάτριο. Η κάτω πλευρά του ψυκτήρα της συσκευής βρίσκεται μέσα σε διάλυμα βορικού οξέος 2%. Έτσι η αμμωνία απελευθερώνεται και προσλαμβάνεται με απόσταξη στο διάλυμα βορικού οξέος. Αυτό το διάλυμα ογκομετρήθηκε με πρότυπο διάλυμα 0,1N υδροχλωρικού οξέος. Στο τέλος της διαδικασίας η φιάλη απομακρύνεται με τη βοήθεια πυράγρας και ο ψυκτήρας ξεπλένεται με απεσταγμένο νερό. Από τα καταναλωθέντα ml πρότυπου διαλύματος υπολογίστηκε το επί τοις εκατό άζωτο των δειγμάτων.



Εικόνα 12. Προσδιορισμός πρωτεϊνών σε δείγματα των υβριδίων καλαμποκιού για ενσίρωμα

3.5. Προσδιορισμός ινωδών ουσιών

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 γρ.) 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 θειικό οξύ. Ύστερα προστέθηκαν 4-5 σταγόνες 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 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 υδροξείδιο του καλίου. Προστέθηκαν και εδώ 4-5 σταγόνες 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 100°C για να στεγνώσουν και ύστερα στο ξηραντήριο για να κρυώσουν. Αμέσως μετά ζυγίστηκαν βάρος ποτηριού + βάρος ινώδων 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.

3.6. Προσδιορισμός ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών (Ε.Α.Ε.Ο)

Ο προσδιορισμός των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών (Ε.Α.Ε.Ο) 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 Ε.Α.Ε.Ο. θεωρούνται ότι αποτελούν το πλέον εύπεπτο από τα μη αζωτούχα συστατικά και συνήθως ισοδυναμούν με την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες.

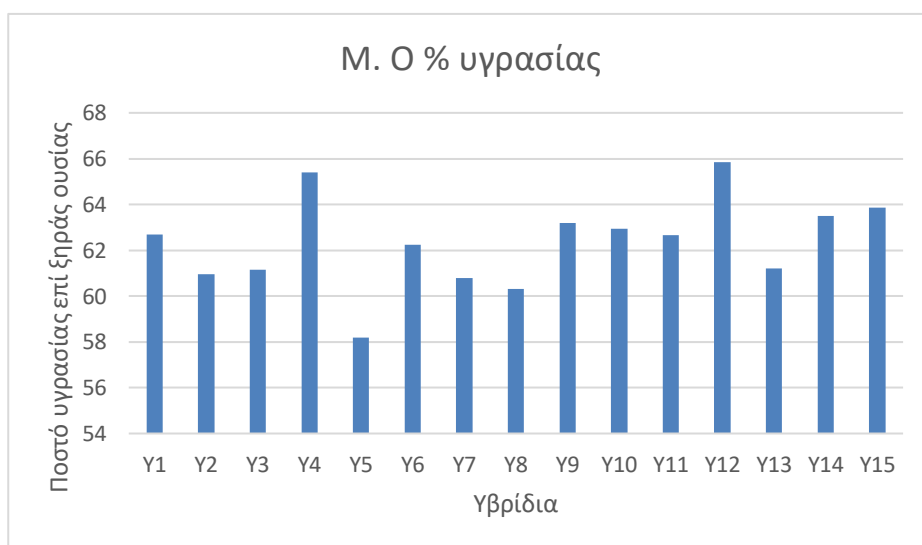
4. Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν για όλα τα υβρίδια καλαμποκιού φαίνονται στο Πίνακα 2. Στο ποσοστό υγρασίας εμφανίστηκε αρκετή διακύμανση μεταξύ των υβριδίων, το ίδιο και στο ποσοστό των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών. Στο προσδιορισμό του ποσοστού της τέφρας αντίστοιχα παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των υβριδίων. Συγκρίνοντας τα ποσοστά των πρωτεϊνών των υβριδίων, παρουσιάστηκαν και εδώ σχετικές διακυμάνσεις. Αντίθετα με τα ποσοστά του λίπους και ειδικά των ινώδων ουσιών όπου δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3: Μέσοι όροι ποσοστών των ποιοτικών χαρακτηριστικών των υβριδίων καλαμποκιού που προήλθαν από τον πειραματισμό στο Αρμενοχώρι

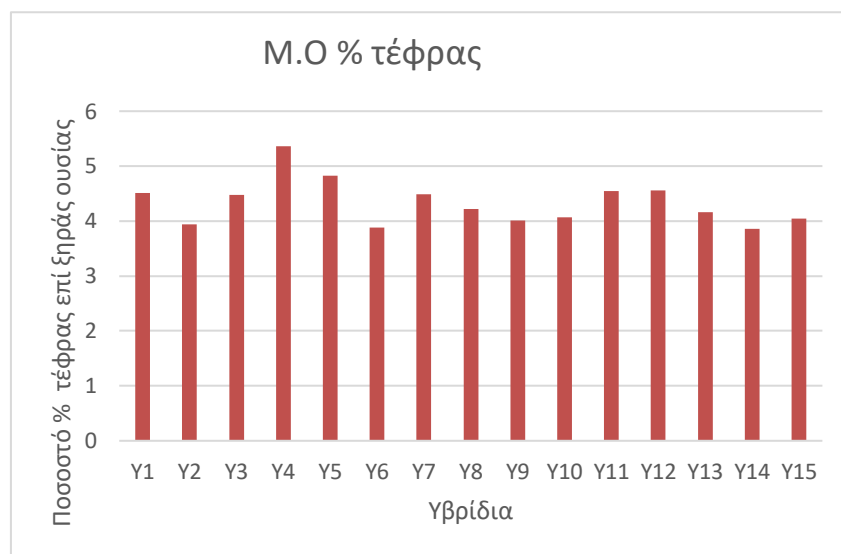
Υβρίδιο	Υγρασία %	Τέφρα %	Πρωτεΐνη %	Λίπος %	Ινώδεις ουσίες %	Ε.Α.Ε.Ο %
Y1	62,7	4,51	6,33	0,97	24,98	63,20
Y2	60,9	3,94	8,27	1,08	23,99	62,71
Y3	61,1	4,84	7,65	1,19	23,81	62,50
Y4	65,4	5,36	6,67	0,94	24,08	62,94
Y5	58,2	4,83	7,58	1,12	28,60	57,86
Y6	62,2	3,88	8,74	1,21	25,8	60,36
Y7	60,8	4,49	7,81	1,11	27,32	59,26
Y8	60,3	4,22	8,36	1,27	24,39	61,75
Y9	63,2	4,01	7,53	1,15	21,76	65,55
Y10	62,9	4,07	6,57	1,13	21,84	66,38
Y11	62,6	4,55	6,22	1,05	25,27	62,89
Y12	65,8	4,56	6,19	1,01	23,55	64,68
Y13	61,2	4,16	7,85	1,03	25,68	61,27
Y14	63,5	3,86	6,97	1,09	24,45	63,62
Y15	63,8	4,05	7,32	1,03	23,52	64,07
M.O	62,33	4,35	7,33	1,09	24,6	62,60

Στον πίνακα 3 φαίνονται όλοι οι μέσοι όροι των ποιοτικών χαρακτηριστικών (υγρασία, τέφρα, πρωτεΐνη, λίπος, ινώδεις ουσίες, Ε.Α.Ε.Ο) των δεκαπέντε υβριδίων.



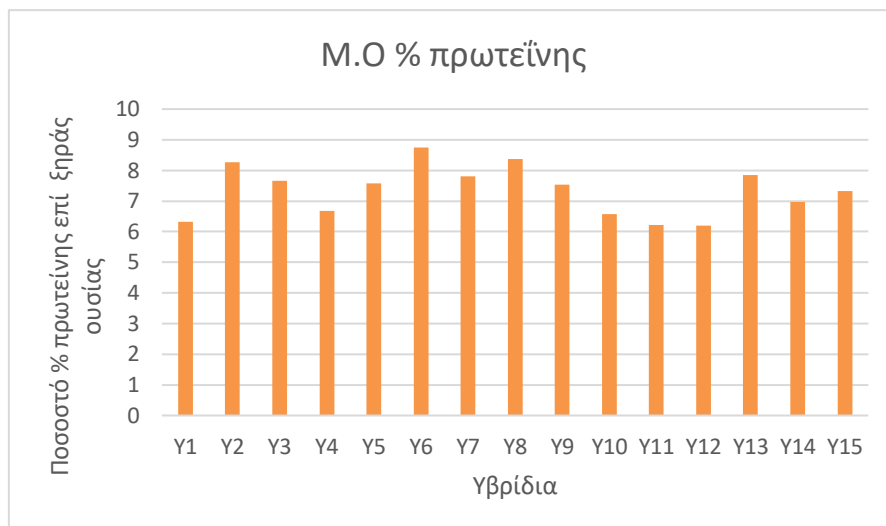
Γράφημα 2 : Ποσοστό υγρασίας επί της ξηράς ουσίας για τα υβρίδια Y1-Y15

Στα γραφήματα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των δύο επαναλήψεων για το κάθε ποιοτικό χαρακτηριστικό των υβριδίων. Παρουσιάστηκαν αρκετά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υβριδίων, τα οποία κυμάνθηκαν σε ποσοστά από 58,2 % μέχρι 65,85% με το μέσο όρο όλων να βρίσκεται στα 62,33%. Τα περισσότερα υβρίδια, με εξαίρεση το Υ5, βρίσκεται μεταξύ του 60-70%, ποσοστού ιδανικού για υβρίδια καλαμποκιού για ενσίρωση.



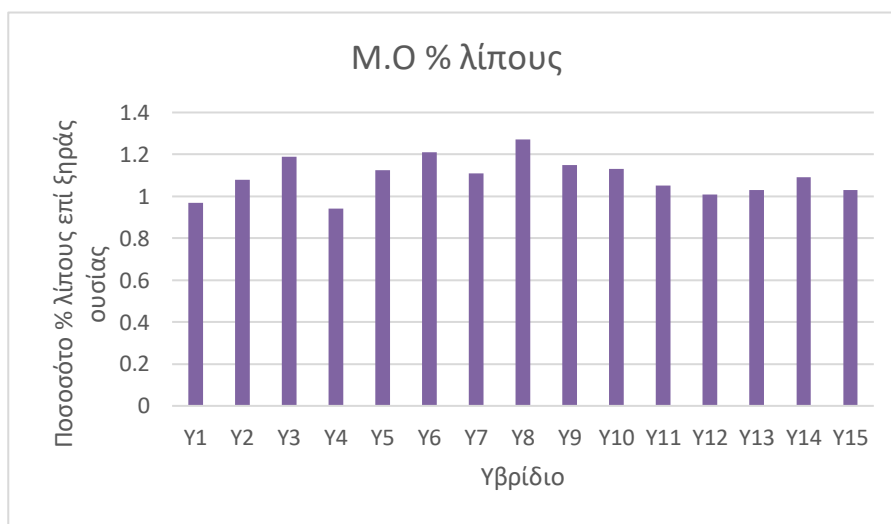
Γράφημα 3: Ποσοστό % τέφρας επί ξηράς ουσίας των υβριδίων Υ1-Υ15

Όσο αφορά τα ποσοστά τέφρας, αυτά κυμάνθηκαν από 3,85% έως 5,35% με το μέσο όρο τους να βρίσκεται στα 4,35%. Το υβρίδιο Υ4 παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό ενώ το Υ14 το μικρότερο. Σύμφωνα με δεδομένα από το βιβλίο ‘Τα Σιτηρά των θερμών κλιμάτων’ του Καραμάνου Α. τα ποσοστά αυτά βρίσκονται ελαφρώς χαμηλότερα από το ποσοστό της τέφρας στον αραβόσιτο που χορηγείται ως κτηνοτροφή αποξηραμένος.



Γράφημα 4 : Ποσοστό % πρωτεΐνης επί ξηράς ουσίας για τα υβρίδια Y1-Y15

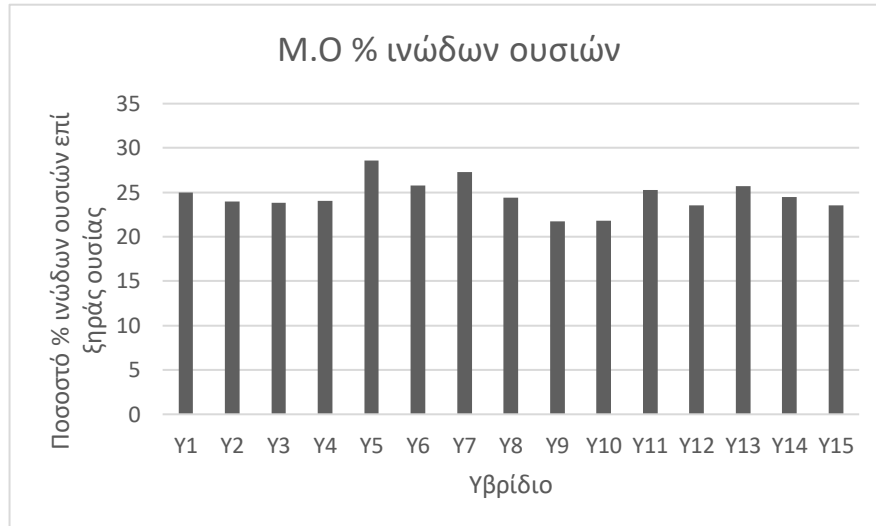
Τα αποτελέσματα του ποσοστού της πρωτεΐνης των υβριδίων, όπως φαίνεται στο γράφημα 4, κυμάνθηκαν από το 6,19 % έως το 8,74 % με το Μ.Ο να είναι 7,33 %. Το υβρίδιο Y6 παρουσίασε τη μεγαλύτερη τιμή, μάλιστα ελάχιστα μεγαλύτερη από τα επιθυμητά πλαίσια, ενώ μικρότερη το Y12 και όλα τους βρίσκονται ακριβώς στα πλαίσια για χρήση του αραβόσιτου σε ζωοτροφή.



Γράφημα 5 : Ποσοστό % λίπους επί ξηράς ουσίας για τα υβρίδια Y1-Y15

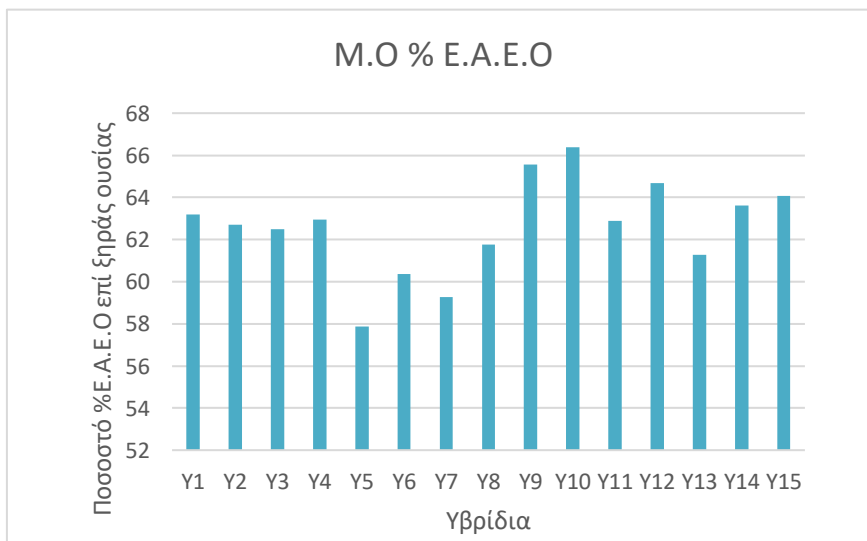
Τα ποσοστά λίπους μεταξύ των υβριδίων δεν παρουσίασαν σημαντικές διακυμάνσεις, με το χαμηλότερο ποσοστό να φτάνει στο 0,97 (υβρίδιο Y8), το υψηλότερο σε 1,27 (υβρίδιο

Υ4) και το μέσο όρο 1,09 να πλησιάζει περισσότερο το χαμηλότερο. Τα ποσοστά όλων των υβριδίων είναι ελαφρώς μικρότερα από το τυπικό ποσοστό λίπους των υβριδίων για ενσίρωμα.



Γράφημα 6 : Ποσοστό % ινωδών ουσιών επί ξηράς ουσίας για τα υβρίδια Y1-Y15

Τα ποσοστά των ινωδών ουσιών παρουσιάζουν αρκετά σημαντικές διακυμάνσεις, καθώς φτάνουν από το 21,76% μέχρι 28,60%, (υβρίδια Y9 και Y5 αντίστοιχα), με το Μ.Ο να είναι 24,6 %, ποσοστά αρκετά χαμηλότερο από αυτά που θα έπρεπε να κυμαίνεται ένα υβρίδιο που προορίζεται για ενσίρωση.



Γράφημα 7 : Ποσοστό % Ε.Α.Ε.Ο επί ξηράς ουσίας για τα υβρίδια Y1-Y15

Τέλος, παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ των υβριδίων του ποσοστού των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών το οποίο κυμαίνεται από 57,86 % έως 66,38 %, σχεδόν 10% απόκλιση του μικρότερου σε ποσοστό υβριδίου (Y10) με το μεγαλύτερο (Y5) και το Μ.Ο τους να βρίσκεται στο 62,6 %.

5. Συμπεράσματα

Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών δεκαπέντε διαφορετικών ποικιλιών καλαμποκιού που προορίζεται για ενσίρωση. Έγινε ανάλυση 15 δειγμάτων που προήλθαν από πειραματισμό της καλλιεργητικής περιόδου 2021 με τις κατάλληλες μεθόδους προκειμένου να γίνει ορθή λήψη και επεξεργασία των αποτελεσμάτων και έπειτα η ανάλυση αυτών.

Ο αραβόσιτος (*Zea mays L.*), καλλιεργείται παγκοσμίως και βρίσκεται στη δεύτερη θέση όσο αφορά τη παγκόσμια παραγωγή. Παράλληλα, είναι το κύριο φυτό που καλλιεργείται για ενσίρωση και αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη κτηνοτροφή, καθώς είναι ιδανικό για μηχανική καλλιέργεια, εύκολο στην αποθήκευση, έχει μικρές απώλειες, μεγάλο ποσοστό ξηράς ουσίας και ως ενσίρωμα είναι υψηλής ποιότητας και θρεπτικότητας. Συγκριτικά με άλλες κτηνοτροφές, το καλαμπόκι έχει μεγάλα ποσοστά ενέργειας, πρωτεΐνης και πεπτικότητα.

Η έρευνα της παρούσας πτυχιακής εργασίας εστίασε στο προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των διαφορετικών υβριδίων καλαμποκιού και το πόσο κατάλληλα καθίστανται αυτά για ενσίρωμα. Από τις μετρήσεις φάνηκε πως τα ποσοστά υγρασίας, πρωτεΐνης, ινωδών ουσιών και ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 15 υβριδίων, σε αντίθεση με αυτά του λίπους και της τέφρας, των οποίων οι αποκλίσεις ήταν μικρές.

Όσο αφορά την υγρασία του ενσιρώματος, τα ποσοστά της πρέπει να είναι μεταξύ 60% και 70% για τη αποτελεσματική πεπτικότητα του και αποφυγή μείωσης της ποιότητας του ενσιρώματος. Από τις μετρήσεις παρατηρήθηκε πως μόνο ένα υβρίδιο απέκλινε από αυτό, με

ποσοστό να είναι στο κατώτατο όριο των επιθυμητών πλαισίων. Οι μετρήσεις της τέφρας έδειξαν πως όλα τα υβρίδια βρίσκονται στα ιδανικά πλαίσια, έως 5,36%, με συγκεκριμένα υβρίδια να παρουσιάζουν λίγο μικρότερες τιμές αλλά πάλι επιθυμητές. Το ποσοστό πρωτεΐνης φάνηκε να καθιστά όλα τα υβρίδια ιδανικά για ενσίρωση, με μόνο ένα υβρίδιο να παρουσιάζει ελάχιστα μεγαλύτερη τιμή από το ανώτερο αποδεκτό. Μελετώντας τα ποσοστά λίπους των υβριδίων, παρουσιάστηκαν τιμές σχετικά χαμηλότερες από τις ιδανικές για υβρίδια ενσιρώματος, αλλά με πολλά να βρίσκονται αρκετά κοντά στο επιθυμητό. Όσο αφορά τις ινώδεις ουσίες, παρουσίασαν όλες ένα αρκετά μειωμένο ποσοστό συγκριτικά με αυτό των υβριδίων που προορίζονται για ενσίρωση. Τέλος, τα ποσοστά των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών παρουσίασαν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ τους.

Παρατηρείται πως τα περισσότερα υβρίδια είναι κατάλληλα ενσίρωση, παρόλο που μπορεί κάποιο ποσοστό των χαρακτηριστικών να παρεκκλίνει από το αποδεκτό. Πιο σταθερά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στη πρωτεΐνη, που καθιστά όλα τα υβρίδια κατάλληλα σε αυτή τη παράμετρο, ενώ οι ινώδεις ουσίες γενικά, παρουσίασαν μικρότερα ποσοστά από τα αποδεκτά. Συνοψίζοντας, ένα μεγάλο νούμερο των υβριδίων που μετρήθηκαν κατά το πείραμα, είναι ιδανικά για ενσίρωση.

Γ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

α. Ελληνική Βιβλιογραφία

Αλατζιά Χ, (2012), *Καλλιέργεια Καλαμποκιού*, Πτυχιακή διατριβή, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Θεσσαλονίκης.

Αλεξοπούλου Ε. , Γιάνναρου Ι, (2014), *Επίδραση των επιπέδων αζώτου σε σχέση με την υγρασία του εδάφους στη συσσώρευση νωπής φυτομάζας στο καλαμπόκι*, Πτυχιακή εργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Καλαμάτας, Σχολή τεχνολογία Γεωπονίας.

Βιντζηλαίου Ε, (2003), *Μηχανική Καλλιέργεια καλαμποκιού 30 στρεμμάτων*, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Πτυχιακή διατριβή.

Γεωργία Κτηνοτροφία, Τευχος 10/2003, *Αφιέρωμα Αραβόσιτος*

Δαλιάνη, Κ. (1999), *Ανοιξιάτικα Σιτηρά*, (σ. 15-30, 95, 96, 142, 153-193), Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Ελευθεριάδου Α, Δράκου Ι, (2015), *Καλλιέργεια του καλαμποκιού για ενσίρωση*, Πτυχιακή εργασία, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Θεσσαλονίκης

Καλαμάρα Σ, (2014), *Αναερόβια συγχώνευση αποβλήτων βοοειδών με διαφορετικούς τύπους φυτικής βιομάζας στο μεσόφιλο εύρος*, Μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Τμήμα Γεωπονίας

Κανδρέλλης Σ, Ρούκος Χ, Κουτσούκης Χ, (2009), *Σημειώσεις εργαστηρίου Βασικής διατροφής αγροτικών ζώων*, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Ηπείρου

Καραμάνος Α. (1999), *Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων*, (σ. 21-167), *Αραβόσιτος – Σόργο – Ρύζι- Κεχρί*, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα

Κουσουλά Μ, (2023), *Αξιολόγηση των αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών 7 καλλιεργούμενων τύπων περουβιανού αραβόσιτου σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μπιλάλης, Παπαστυλιανού, Τραυλός. (2019), *Γεωργία Φυτά μεγάλης καλλιέργειας*, (σ 313-340), εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα.

Μυτιλέκα Ν. (2020), *Συγκριτική αξιολόγηση της επίδρασης διαφόρων αζωτούχων επιφανειακών λιπασμάτων στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του αραβόσιτου και η επίδραση τους*

στη δραστηριότητα των μικροβιακών οργανισμών του εδάφους, Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Παπακώστα – Τασοπούλου Δ. (2012), *Ειδική γεωργία: Σιτηρά και ψυχανθή*, (σ. 191-282), Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Παπαστυλιανού Π. Θ, Μπιλάλης Δ, Τραυλός Η, Παπαθεωχάρη Α. Γ, (2015) *Ειδική Γεωργία ΙΙ, Εαρινά σιτηρά- Βιομηχανικά- ελαιούχα φυτά και εαρινά ζιζάνια* (σελ 9-18), Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα

Χρηστάκη Ε, Φλώρου- Πανέρη Π (2018), Ζωοτροφές και καταρτισμός σιτηρεσίων Παραγωγικών Ζώων, (σελ, 23, 24, 37), Εκδόσεις Τζιόλα

β. Ξένη Βιβλιογραφία

Alvaro Garcia (2019), *Best management practices, Chapter 18: Corn silage Production and Utilization*, SDSU Extension

Chad D. Lee, James H Herbek, Garry Lacefield and Ray Smith, Department of Plant and Soil Sciences, *Producing corn For Silage*, University of Kentucky – College of Agriculture

Michael S. Allen, James G. Coors, Gregory Wroth, *Corn Silage*, 2003

Timucin Tas, *Determination of Silage Characteristics and nutritional values of some silage corn varieties in second crop conditions*, 2020

γ. Ηλεκτρονικές πηγές:

<https://www.statistics.gr/documents/20181/c1cd41b0-947d-86d7-a8a1-864ee2289bce>

(προσπελάστηκε στις 19/1/2023)

http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/Works/Yield_GR.pdf (προσπελάστηκε στις 19/1/2023)

https://minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Dimitriaka/isoz_sitira2017_2018.pdf

(προσπελάστηκε στις 19/01/2023)

<http://corn.agronomy.wisc.edu/> (Προσπελάστηκε στις 20/2/2023)

<http://corn.agronomy.wisc.edu/Silage/> (Προσπελάστηκε 14/4/2023)

<https://shorturl.at/gsRXZ> (Προσπελάστηκε 14/4/2023)

<https://dairy.extension.wisc.edu/articles/new-insights-about-corn-silage-fatty-acids/>
(Προσπελάστηκε 14/4/2023)

<https://shorturl.at/qtwDK> (Προσπελάστηκε 14/4/2023)

<https://shorturl.at/EGV69> (Προσπελάστηκε 14/4/2023)