

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής Και Αγροτικού

Περιβάλλοντος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΒΟΥΤΖΟΥΛΙΑ ΘΕΟΔΩΡΟΥ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ, ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΕΙΣΡΩΩΝ ΣΕ ΑΖΩΤΟ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2005



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 4858/1
Ημερ. Εισ.: 01-08-2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2005
ΒΟΥ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ, ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΣΕ ΑΖΩΤΟ**

ΤΡΙΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ : ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (Επιβλέπων Καθηγητής)

ΧΑ ΑΒΡΑΑΜ (Μέλος)

ΒΕΛΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ (Μέλος)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σε αυτήν την προσπάθεια συγγραφής επιστημονικού περιεχομένου μελέτης στα πλαίσια των προϋποθέσεων λήψης του πτυχίου του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, θα ήθελα να εκφράσω την εκτίμησή μου και να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Χρήστο Γούλα που υπήρξε επιβλέπων καθηγητής της διπλωματικής εργασίας μου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την ευκαιρία που μου έδωσε αναθέτοντας μου αυτή την εργασία. Η βοήθεια και οι συμβουλές που έλαβα ήταν ουσιώδεις για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Οι γνώσεις που δέχθηκα τόσο από τα μαθήματα κοντά στον καθηγητή κ. Χρήστο Γούλα όσο και από τις συζητήσεις και υποδείξεις για θέματα σχετικά με την εργασία ήταν βασικές και ειδικές ώστε να με εισάγουν στον επιστημονικό χώρο της Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών και του Γεωργικού πειραματισμού με εφόδια για τον σωστό τρόπο εργασίας και υπεύθυνο τρόπο σκέψης.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Κορκόβελο για την προθυμία και τη βοήθεια σε κάθε βήμα της δουλειάς που μου ανατέθηκε, καθώς και για το φιλικό περιβάλλον που προώθησε τη συνεργασία μας. Με αυτό το πνεύμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Ασημίνα Πανάγου που συνέβαλε με την παρουσία της σ' ένα ευχάριστο περιβάλλον εργασίας.

Αισθάνομαι υποχρεωμένος να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του αγροκτήματος στο Βελεστίνο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που συνέβαλαν με την υπεύθυνη εργασία τους στην σωστή διεξαγωγή του πειράματος πάνω στο οποίο βασίστηκε η διπλωματική εργασία. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη για τη βοήθεια και υποστήριξη των προσπαθειών μου, καθώς και την οικογένειά μου αλλά και τη φίλη μου Μαρία Λαζαρίδου, ιδιαίτερα σ' αυτό το τελικό στάδιο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας αλλά και σε όλα τα προηγούμενα χρόνια που με την αγάπη και συμπαράστασή τους με βοήθησαν να εκπληρώσω τους στόχους μου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ **1**

1.1. ΓΕΝΙΚΑ	1
1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ	2
1.2.1. Μορφολογία - Ανάπτυξη	2
1.2.2. Αύξηση - Ανάπτυξη	3
1.2.3. Ταξινόμηση - Περιγραφή	5
1.3. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	6
1.3.1. Κλίμα	6
1.3.2. Έδαφος	8
1.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ	9
1.4.1. Αμειψισπορά	9
1.4.2. Κατεργασία Εδάφους	10
1.4.3. Λίπανση	10
1.4.4. Σπόρος-Σπορά	12
1.4.5. Περιποιήσεις Και Ζιζανιοκτονία	13
1.5. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	14
1.6. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	15
1.7. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	18
1.8. ΒΕΛΤΙΩΣΗ	21
1.8.1. Ποικιλίες	24
1.8.2. Συνθετικές Ποικιλίες	25
1.8.3. Υβρίδια	25
1.8.4. Γνωρίσματα Για Βελτίωση	27
1.8.5. Έμμεση Επιλογή Με Βάση Φυσιολογικά Χαρακτηριστικά	28
1.9 ΑΠΟΔΟΣΗ	30
1.9.1. Το Άζωτο Των Φύλλων-Απόδοση	31
1.9.2. Διατήρηση Πράσινου Χρώματος-Απόδοση	32
1.9.3. Ο Γηρασμός Του Φύλλου	32
1.9.4. Μέτρηση Της Χλωροφύλλης Των Φύλλων	33
1.10. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	35

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ **36**

2.1.α. Γενετικό Υλικό	36
2.1.β. Πληθυσμοί	39
2.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	40
2.3.1. Παρατηρήσεις	45
2.3.2. Όργανα Μέτρησης	46
2.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ & ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	48

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ	50
3.2. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΣΕ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ	74
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	80
5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	87

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το καλαμπόκι κατάγεται από το Μεξικό και την Κεντρική Αμερική. Έχουν βρεθεί γυρεόκοκκοι περίπου 80.000 ετών στο Μεξικό. Το πρωτοκαλλιέργησαν οι Ινδιάνοι της Αμερικής. Αντέχει σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (40 Ν.Π. – 58 Β.Π.) καθώς έχει εξημερωθεί σε μεγάλα υψόμετρα. Ο βιολογικός κύκλος του καλαμποκιού παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση αφού κυμαίνεται από 2 έως 16 μήνες (για μια ποικιλία από την Κολομβία). Εξ' αιτίας αυτού υπάρχουν επίσης διάφορες στις αποδόσεις των ποικιλιών, με την παραγωγικότητα να είναι ανάλογη του μεγέθους του βιολογικού κύκλου. Καλλιεργείται κυρίως στις Η.Π.Α., καθώς επίσης και στην Ευρώπη και την Ασία. Η μέση στρεμματική απόδοση φτάνει περίπου τα 300 κιλά, μπορεί όμως επίσης να φθάσει μέχρι και τα 2500 κιλά.

Σε ό,τι αφορά τη χώρα μας, το καλαμπόκι στην Ελλάδα μεταφέρθηκε από την Αραβία το 1600, εξού και η ονομασία Αραβόσιτος. Πρόκειται για το πιο σημαντικό εαρινό σιτηρό στην Ελλάδα. Μαζί με το σιτάρι και το βαμβάκι, καταλαμβάνουν περισσότερο από το 40% της ελληνικής αρόσιμης γης. Η καλλιεργούμενη έκταση είναι περίπου 1,7 εκατομμύρια στρέμματα με την κατά μέσο όρο παραγωγικότητα να είναι 10,6 t / ha, απόδοση που συγκαταλέγεται ανάμεσα στις μεγαλύτερες της Ευρώπης, παρόλο που οι συνθήκες στην Ελλάδα δεν θεωρούνται πολύ ευνοϊκές για την καλλιέργειά του, κυρίως από άποψη βροχοπτώσεων, σε συνδυασμό με τις υψηλές απαιτήσεις του καλαμποκιού σε νερό. Μεγάλη σημασία απέκτησε για την Ελλάδα η καλλιέργεια του καλαμποκιού με την εισαγωγή απλών υβριδίων το 1978, με αποτέλεσμα το 1984 να επιτευχθεί για πρώτη φορά ο στόχος της επάρκειας σε καλαμπόκι. Τα τελευταία χρόνια η θέση του κλονίστηκε από το βαμβάκι αλλά και πάλι με την αλλαγή της Κ.Α.Π. φαίνεται πως ανακτά το χαμένο έδαφος. Χρησιμοποιείται και ως επίσπορος και ως σανοδοτικός. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ

1.2.1. Μορφολογία-Ανάπτυξη

Το βάθος του ριζοστρώματος του φυτού του καλαμποκιού φθάνει περίπου τα 30 cm. Οι καταβολές των πρώτων 5 – 6 φύλλων προϋπάρχουν στον σπόρο αλλά αργότερα βγάζει και νέες καταβολές. Ο αριθμός των φύλλων είναι ανάλογος με την πρωιμότητα: 9 - 10 φύλλα έχουν οι πρώιμες, 17 - 21 φύλλα διαθέτουν οι μεσοπρώιμες και περισσότερα από 40 οι όψιμες. Πρόκειται για ταχυνυξές φυτό με C4 φωτοσυνθετικό κύκλο.

Το καλαμπόκι είναι φυτό μόνικο και δικλινές. Η αρσενική ταξιανθία είναι φόβη και η θηλυκή στάχυς ή σπάδικας. Μερικά από τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα. Εμφανίζει πρωτανδρία, αφού πρώτα αναπτύσσεται η καταβολή της φόβης και μετά από 7 - 10 ημέρες οι καταβολές των σπαδικών. Η ωρίμανση της γύρης γίνεται σταδιακά σε 5 - 8 ημέρες.

Το αρσενικό άνθος έχει: 2 εξωτερικά λέπυρα, 2 εσωτερικά μεμβρανώδη και 3 στήμονες με μεγάλους ανθηρές. **Το θηλυκό άνθος** έχει: 2 εξωτερικά και 2 εσωτερικά λέπυρα τα οποία δεν καλύπτουν την ωοθήκη, εκτός από τον ντυμένο αραβόσιτο, και έχει στύλο επιμήκη - νηματοειδή που προβάλλει από τα βράκτια. Η ράχη είναι παχιά, τα βράκτια μεγάλα και περιτυλίγουν τον σπάδικα. Οι στύλοι βγαίνουν 2 - 3 ημέρες μετά τη ρήξη των πρώτων ανθέρων, προοδευτικά από τη βάση προς την κορυφή. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η σταυρογονιμοποίηση.

Από τη στιγμή που προσκολλάται ο γυρεόκοκκος στο στίγμα, έχουμε γρήγορη βλάστησή του. Κατόπιν προχωρεί δια μέσου του στύλου προς την ωοθήκη. Ο ένας σπερματικός πυρήνας ενώνεται με το ωάριο και δίνει το ζυγώτη, ενώ ο άλλος ενώνεται με τους δυο πολικούς πυρήνες και παράγει το ενδοσπέρμιο. Η διπλή γονιμοποίηση έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση πατρικών χαρακτήρων, δηλαδή το φαινόμενο της ξενίας.

Ο κόκκος σχηματίζεται σε τρεις εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση και αρχικά περιέχει πολλά ζάχαρα, τα οποία σε 2 εβδομάδες μετατρέπονται σε δεξτρίνες και σε 6 περίπου εβδομάδες περατώνεται η φυσιολογική ωρίμανση (δηλ. σχηματισμός

αμύλου που συνεπάγεται σκλήρυνση του κόκκου). Το μήκος του σπάδικα είναι 4 - 40 cm και έχει 4 - 48 σειρές κόκκων.

Το φυτό έχει 1 - 3 σπάδικες (ο οδοντόμορφος συνήθως 1 ενώ ο μικρόκοκκος και ο σακχαρώδης περισσότερους, σπάνια μπορεί να έχει μέχρι 8). Το μέγεθος και το σχήμα του κόκκου ποικίλλει (βάρος 0,03 - 1 g). Ο κόκκος αποτελείται από: περικάρπιο, ενδοσπέρμιο και έμβρυο (με ριζίδιο – βλαστίδιο - μια κοτυληδόνα). Το περικάρπιο αποχωρίζεται. Το ενδοσπέρμιο αποτελείται από το σκληρό αλευρώδες τμήμα και το αμυλούχο (διάφορη συμμετοχή στους διάφορους τύπους). (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.2.2. Αύξηση-Ανάπτυξη

Όπως και στα υπόλοιπα σιτηρά, έτσι και στο καλαμπόκι τα στάδια του βιολογικού κύκλου είναι: φύτευμα, αδελφωμα, καλάμωμα, ξεστάχασμα και ωρίμανση.

Φύτευμα : Με την πάροδο της περιόδου του λήθαργου (συνήθως 1 - 2,5 μήνες), ο σπόρος έχει την ικανότητα να βλαστήσει και να φυτρώσει. Ένας σπόρος που ωρίμασε φυσιολογικά μπορεί να χάσει τη βλαστικότητα του αν έχει υψηλή υγρασία (περισσότερη από 12 - 14 %), αν αποθηκευτεί σε χώρο με υψηλή υγρασία και θερμοκρασία και αν περάσει η ηλικία του. Απαραίτητες συνθήκες για φύτευμα θεωρούνται: η επαρκής υγρασία και ο αερισμός, η ευνοϊκή θερμοκρασία (ελάχιστη στους 1 - 4 °C, άριστη στους 20 - 22 °C). Η διεργασία της βλάστησης περιλαμβάνει: την απορρόφηση νερού 30 - 40 % του βάρους του σπόρου, τη διάρρηξη του περιβλήματος, την έκπτυξη του ριζιδίου και της κολεοπίλης που περιβάλλει το βλαστίδιο και την επιμήκυνση της κολεοπίλης.

Για να γίνει η ανάδυση των φυτών πάνω από την επιφάνεια του εδάφους επιμηκύνονται προς τα κάτω το ριζίδιο και προς τα πάνω μόνο το κολεόπιλο. Το πρώτο μεσογονάτιο δεν αναπτύσσεται. Αντιξοότητα για το φύτευμα αποτελεί και η τοποθέτηση του σπόρου σε μεγάλο βάθος γιατί εξαντλούνται τα αποθέματα του ενδοσπερμίου. Το φύτευμα με κανονικές συνθήκες γίνεται σε 5 - 8 ημέρες από τη σπορά (υπάρχουν διάφορες μεταξύ ειδών και ποικιλιών).

Αδέλφωμα : Αναφέρεται στην ιδιότητα που έχουν τα σιτηρά να σχηματίζουν πολλούς βλαστούς. Ο αριθμός των σχηματιζόμενων βλαστών εξαρτάται από γενετικούς και οικολογικούς παράγοντες (ευνοϊκοί παράγοντες: άφθονος φωτισμός, αραιή σπορά, γονιμότητα εδάφους, φθινοπωρινή πρόιμη σπορά). Σε γενικές γραμμές η διεργασία αδελφώματος είναι η εξής: 10 – 15 ημέρες μετά το φύτευμα, ο ακραίος οφθαλμός φθάνει 1 – 2 cm κάτω από το έδαφος (σημείο σταυρού) όπου σχηματίζονται πολλοί πλευρικοί οφθαλμοί στις μασχάλες των φύλλων που είναι κάτω από τον ακραίο οφθαλμό (ένας σε κάθε φύλλο), οι οποίοι εξελίσσονται σε πλευρικά στελέχη με ρίζα και βλαστό. Οι πλευρικοί οφθαλμοί αυτών μπορεί με τη σειρά τους να δώσουν δευτερογενείς πλευρικούς οφθαλμούς.

Καλάμωμα : Είναι η ανάπτυξη των στελεχών με την γρήγορη επιμήκυνση των μεσογονατίων. Στα 20 – 30 cm του στελέχους κάνει την εμφάνιση του ο πρώτος κόμβος. Τα μεσογονάτια της κορυφής είναι συνήθως μεγαλύτερα από της βάσης λόγω του επιταχυνόμενου ρυθμού αυξήσεως.

Ξεστάχιασμα : Είναι η εμφάνιση του στάχους που ξεπροβάλλει από τον κολεό του τελευταίου φύλλου (φύλλο σημαία – flag leaf). Πλησιάζοντας το στάδιο αυτό τα φυτά αποκτούν έντονο ρυθμό αυξήσεως (μετά το ξεστάχιασμα το φυτό μεγαλώνει κατά 1/2 - 3/4 του ύψους του). Λίγο πριν και μετά το ξεστάχιασμα είναι και η κριτική περίοδος του φυτού ως προς τις ανάγκες του σε νερό.

Ωρίμανση του καρπού : Πραγματοποιείται σε ένα μήνα μετά το ξεστάχιασμα. Κατά το στάδιο αυτό μεταφέρονται στον καρπό οργανικές ουσίες από άλλα μέρη του φυτού. Τα στάδια ωρίμανσης του σπόρου διακρίνονται στα : *γάλακτος*, *κηρού* (δεν υπάρχει καθόλου χλωροφύλλη στο φυτό), *σκληρού σπόρου* (πεθαίνουν και γίνονται εύθραυστα τα αλλά φυτικά τμήματα), *υπερώριμου σπόρου* (όταν και ο σπόρος είναι εύθραυστος). (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.2.3. Ταξινόμηση – Περιγραφή

Το καλαμπόκι ανήκει στην Οικογένεια *Poaceae* (*Graminae*) και στην Υποοικογένεια *Maydeae* η οποία περιλαμβάνει οκτώ γένη. Από αυτά :

Πέντε αυτοφύονται στην Ινδία μέχρι την Αυστραλία και τα τρία σπουδαιότερα αυτοφύονται στην Αμερική. Αυτά είναι :

- 1) *Zea*. Σε αυτό ανήκει ο αραβόσιτος: *Zea mays* L.: ($2n = 20$ χρωμοσώματα)
- 2) *Tripsacum* με μικρή άξια ως χορτοδοτικό: ($2n = 18$ και $2n = 36$).
- 3) *Euchlaena* που είναι και το πιο συγγενές άγριο είδος προς τον αραβόσιτο. Κάποιοι επιστήμονες ταξινομοί περιλαμβάνουν το teosinte (*Euchlaena mexicana*) στο ίδιο είδος με τον αραβόσιτο (*Zea*) (Russel and Hallauer, 1980). Αυτοφύεται στο Μεξικό και Γουατεμάλα. Έχει δυο τύπους: έναν ετήσιο τύπο με $2n = 20$ χρωμοσώματα που χρησιμοποιείται ως χορτοδοτικό και έναν πολυετή με $2n = 40$ ο οποίος αυτοφύεται.

Το *Zea mays* δεν αυτοφύεται και θα πρέπει να δημιουργήθηκε με παρεμβολή και του *Euchlaena*. Έχει 7 τύπους:

1. **Ντυμένος** (*Zea mays tunicata*, Pod corn). Ο κόκκος περιβάλλεται τελείως από τα εσωτερικά λέπυρα . Καλλιεργείται σπάνια ως χορτοδοτικό (αδελφώνει).
2. **Μικρόκοκκος** (*Zea mays everta*, Pop corn). Έχει μικρούς - σκληρούς σπόρους. Το μήκος του σπάδικας είναι περίπου 10 – 15 cm και έχει 12 – 16 σειρές.
3. **Σκληρός** αραβόσιτος (*Zea mays indurata*, Flint corn). Το μήκος σπάδικας είναι 17 – 25 cm και έχει 8 - 16 σειρές. Ο κόκκος είναι σκληρός ή χρυσοκίτρινος, σκληρός, λείος. Η βλαστική περίοδος είναι περίπου 100 – 200 ημέρες. Έχει συνήθως 2 σπάδικες κυλινδρικού σχήματος. Είναι πιο ανθεκτικός στα έντομα, τη χαμηλή θερμοκρασία, την έλλειψη υγρασίας, και πιο πρώιμος από τον οδοντόμορφο. Σχεδόν όλοι οι ντόπιοι ελληνικοί πληθυσμοί ανήκουν εδώ.
4. **Οδοντόμορφος** (*Zea mays indentata*, Dent corn). Το αμυλώδες ενδοσπέρμιο της κορυφής συστέλλεται κατά την ωρίμανση και αφήνει βαθούλωμα, με αποτέλεσμα να μοιάζει με δόντι. Το μήκος του σπάδικα

είναι 12 – 32 cm με διάμετρο 4 – 6 cm και έχει 16 σειρές. Το βάρος του σπόρου είναι περίπου 0,40 g με κίτρινο ή λευκό χρώμα σπάδικα. Δεν αδελφώνει και συνήθως έχει έναν σπάδικα. Είναι ο πλέον παραγωγικός τύπος και κατάλληλος για ενσίρωση. Το οδοντομορφο καλαμπόκι είναι το πιο διαδεδομένο στις Η.Π.Α. Επίσης στην Ελλάδα επικρατεί ο τύπος αυτός.

5. **Αμυλώδης** (*Zea mays amylaceae*, Soft corn). Έχει ενδοσπέρμιο μόνο αμυλώδες. Οι σπάδικες είναι παρόμοιοι με αυτούς του σκληρού. Οι κόκκοι είναι διάφορου χρώματος και μήκους (έως και 23 mm).
6. **Ζαχαρώδης** (*Zea mays saccharata*, Sweet corn). Έχει υαλώδες διαφανές ενδοσπέρμιο λόγω ζάχαρων. Καταναλίσκεται από τον άνθρωπο ως λαχανικό. Οι κόκκοι είναι ρυτιδωμένοι, κίτρινοι, μήκους περίπου 12 mm. Οι σπάδικες έχουν 15 – 20 cm και 12 σειρές. Αδελφώνει. Ο βιολογικός του κύκλος είναι περίπου 60 – 90 ημέρες. Ο γλυκός αραβόσιτος προέκυψε από μετάλλαξη στο χρωμόσωμα 4.
7. **Κηρώδης** (*Zea mays ceratina*, Waxy corn). Το ενδοσπέρμιο είναι κηρώδες και το άμυλο αυτού αποτελείται 100 % από αμυλοπηκτίνη (αποκτά κόκκινο χρώμα με ιώδιο ενώ των άλλων τύπων βαθύ μπλε γιατί το άμυλο τους είναι μίγμα αμυλοπηκτίνης και αμυλόζης).

(Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.3. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

1.3.1. Κλίμα

Η εξελικτική πορεία του καλαμποκιού καθώς επίσης και το γεγονός ότι είναι φυτό διασταυρούμενο, το βοήθησαν να έχει πολύ μεγάλη προσαρμοστικότητα (αναλόγως των τύπων). Προτιμάει θερμές ημέρες, δροσερές νύκτες, μεγάλη ηλιοφάνεια, ομαλή κατανομή βροχοπτώσεων ύψους 460 – 600 mm (τα υψηλοαποδοτικά μέχρι 800 mm). Είναι φυτό φωτοσυνθετικού κύκλου C4 (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

Η επίδραση του κλίματος στην καλλιέργεια ξεκινά πριν από την σπορά. Οι ποικίλες συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όπου καλλιεργείται το καλαμπόκι είναι σημαντικές στον καθορισμό των αποθεμάτων της εδαφικής υγρασίας. Η θερμοκρασία επίσης επηρεάζει σημαντικά τα προβλήματα με τα έντομα και τις ασθένειες.

Η περίοδος από την σπορά έως το φύτευμα εξαρτάται από την θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία, τον αερισμό του εδάφους και την ζωτικότητα του σπόρου. Κατά τη βλάστηση ο σπόρος απορροφά νερό και διογκώνεται. Σε θερμότερα περιβάλλοντα χρειάζεται λιγότερο νερό, ώστε η βλάστηση ξεκινά νωρίτερα και προχωρά γρηγορότερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες υποθέτοντας ότι το νερό δεν είναι περιοριστικός παράγοντας.

Ο καθοριστικός παράγοντας της ημερομηνίας της σποράς είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Σχετικά πρώιμη σπορά στις Η.Π.Α. δείχνει γενικά υψηλότερες αποδόσεις σε σύγκριση με την πρώιμη σπορά. Σύμφωνα με τους Daynard *et al*, (1971), η καθυστερημένη σπορά βρέθηκε να μειώνει τον αριθμό των ημερών από τη σπορά ως την άνθηση και να αυξάνει τον αριθμό των ημερών από την άνθηση ως την ωρίμανση. Η άριστη ημερομηνία σποράς ποικίλλει σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος και απαιτεί μελέτη της τελευταίας κριτικής περιόδου υγρασίας. Η πρώιμη σπορά μπορεί να μην είναι η καλύτερη σε όλες τις περιοχές του κόσμου (Shaw, 1988). Παρόλα αυτά, γενικά με πρώιμη σπορά επιτυγχάνεται καλύτερη βλαστική ανάπτυξη, επικονίαση και εξασφάλιση συγκομιδής (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

Η σπορά πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία εδάφους σταθεροποιηθεί στους 10 °C (Απρίλιος) (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998). Οι συνήθειες θερμοκρασίες αέρα στις οποίες γινόταν μέχρι πρόσφατα η πρώιμη σπορά στις κύριες περιοχές καλλιέργειας του καλαμποκιού στις Η.Π.Α. ήταν γύρω στους 12 – 14 °C , σε ημερομηνίες που ποικίλουν από Φεβρουάριο στο Νότο μέχρι και Μάιο στο Βορρά. Όμως τελευταία υπάρχει τάση για πρωιμότερη σπορά σε θερμοκρασίες 10 – 12 °C (Shaw, 1988).

Σε ότι αφορά τη βλάστηση, αυτή επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους. Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι 10 °C και η άριστη είναι περίπου 22 °C, σε μεγάλη ηλικία όμως παθαίνει ζημιά στους 10 °C (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998). Ο Coffman (1923) βρήκε πως το καλαμπόκι βλαστάνει καλύτερα σε θερμοκρασίες > 10 °C με σημαντική μείωση στη βλάστηση

σε θερμοκρασίες $< 10^{\circ}\text{C}$. Σε μια μέση θερμοκρασία $16 - 18^{\circ}\text{C}$ το καλαμπόκι φυτρώνει συνήθως σε 8 - 10 ημέρες (Wallace – Bressman, 1937), χρειάζεται όμως 18 – 20 ημέρες σε θερμοκρασίες $10 - 13^{\circ}\text{C}$ (Shaw, 1988).

Μετά το φύτευμα το φυτό εκτίθεται σε δυο διαφορετικά περιβάλλοντα, την ατμόσφαιρα και το έδαφος, ενώ η εξάρτηση από την θερμοκρασία του εδάφους γίνεται μικρότερη σε σχέση με την περίοδο της βλάστησης. Η άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως είναι περίπου 22°C ημέρας και όχι μικρότερη από 14°C νύχτας. Θερμοκρασίες $30 - 35^{\circ}\text{C}$ μπορεί να προκαλέσουν ανωμαλίες στον μεταβολισμό. Υψηλές επίσης θερμοκρασίες παρεμποδίζουν τη γονιμοποίηση (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

Ο ρυθμός αύξησης της φυλλικής επιφάνειας του αραβόσιτου σε πολύ πρώιμη σπορά συσχετίζεται πιο πολύ με τη θερμοκρασία αέρα, περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο στοιχείο που μετρήθηκε, ενώ σε όψιμη σπορά υπήρχε θετική και εξίσου σημαντική συσχέτιση με τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία.

Σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης οι σχέσεις μεταξύ περιβαλλοντικών συνθηκών και απόδοσης είναι πιο σημαντικές. Οι επιπτώσεις του καιρού, που επικρατεί στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού, στην απόδοση δεν περιέχουν την επίδραση από τη διαφορά στον τύπο εδάφους, στην πτωχή ή ικανοποιητική άρδευση ή στον ίδιο τον παραγωγό, παράγοντες που στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του φυτού είναι πιο σημαντικοί από ότι σε πιο προχωρημένη ανάπτυξη (Shaw, 1988).

1.3.2. Έδαφος

Ο αραβόσιτος ευδοκμεί στα βαθιά, γόνιμα πηλώδη ως ιλυοπηλώδη εδάφη (γενικώς μέσης σύστασης εδάφη), πλούσια σε οργανική ουσία και Ca, θερμά, με καλή κυκλοφορία αέρος, καλή αποστράγγιση και ευκατέργαστα. Τα αμμώδη εδάφη είναι πτωχά και ξηραίνονται εύκολα. Για να αποδώσουν απαιτούν ισχυρές λιπάνσεις και συχνή άρδευση, γι' αυτό δεν θεωρούνται τόσο κατάλληλα για τον αραβόσιτο, όπως και τα αργιλώδη τα οποία έχουν κακή στράγγιση.

Το άριστο pH είναι μεταξύ 5,6 - 7,5 (μέχρι και 8). Στα όξινα εδάφη ο αραβόσιτος παρουσιάζει κακή ανάπτυξη και ραβδώσεις στα φύλλα, τα οποία κοκκινίζουν και μπορούν να ξεραθούν, συμπτώματα τα οποία μπορούν να

οφείλονται σε έλλειψη ιχνοστοιχείων (Mg κ.ά.). Γενικά δεν αναπτύσσεται καλά, δεν αποδίδει, και σε πολύ χαμηλό pH δεν επιζεί. Έλλειψη ιχνοστοιχείων παρουσιάζεται επίσης και σε τεφρώδη εδάφη και σε πολύ οργανικά.

Ο αραβόσιτος είναι επίσης ευαίσθητος στα άλατα είτε αυτά υπάρχουν στο έδαφος ή στο νερό άρδευσης. Με ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους στους 25 °C (βαθμούς αλατότητας) γύρω στο 3,5 έχει μείωση απόδοσης ως 10 % για να φθάσει στο 50 % στην τιμή 6 - 8 mmhos/cm. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

1.4.1. Αμειψισπορά

Για την Ελλάδα αποτελεί πολύτιμο κτηνοτροφικό κυρίως φυτό που έχει θέση στην αρδευόμενη γεωργία. Επιπλέον έχει μεγάλη σημασία και ως επίσπορος. Ο αραβόσιτος είναι φυτό εξαντλητικό και επίσης τα πολλά, πλούσια σε κυτταρίνη, υπολείμματα που αφήνει, δημιουργούν προβλήματα κατά τη χουμοποίηση αφού δημιουργείται μεγάλη σχέση C / N. Για το λόγο αυτό η συνεχής καλλιέργεια στο ίδιο χωράφι για πολλά έτη συνεπάγεται μείωση των αποδόσεων γι αυτό και για μια συνεχή καλλιέργεια γενικά απαιτείται ισχυρή αζωτούχος λίπανση και περιορισμός της κατεργασίας του εδάφους. Στην πτώση των αποδόσεων συμβάλλει και το γεγονός της αύξησης του πληθυσμού των παρασιτικών εντόμων με τη συνεχή καλλιέργεια του ίδιου φυτού (π.χ. *Sesamia*). Εντούτοις σε γόνιμα εδάφη ο αραβόσιτος μπορεί να συμφέρει να σπέρνεται στο ίδιο χωράφι για πολλά έτη. Αυτό εφαρμόζεται στις Η.Π.Α όπου η μείωση των αποδόσεων αποφεύγεται με την παράλληλη ισχυρή αζωτούχο λίπανση. Στην περίπτωση αυτή λαμβάνεται μέριμνα να μην υποβαθμισθεί η δομή του εδάφους. Αυτό πετυχαίνεται με τον περιορισμό της κατεργασίας του εδάφους όταν εφαρμόζεται παράλληλη χημική καταπολέμηση των ζιζανίων. Έτσι σε εδάφη πεδινά αμμοπηλώδη έως ιλυοπηλώδη η τακτική αυτή ελάχιστα υστερεί σε απόδοση αν συγκριθεί με την αμειψισπορά αραβοσίτου με κτηνοτροφικό φυτά. Σε επικλινείς εκτάσεις η συνεχής καλλιέργεια αραβοσίτου μπορεί να επιτείνει τον κίνδυνο διάβρωσης του εδάφους.

Σε πολλές εξάλλου περιπτώσεις η αμειψισπορά είναι χρήσιμη ή απαραίτητη όπως έχει αποδειχθεί από διάφορα πειραματικά δεδομένα. Συνήθως ο αραβόσιτος

ακολουθεί ψυχανθές για ένα δυο έτη και κατόπιν ακολουθεί χειμερινό σιτηρό. Έτσι διαμορφώνεται τριετές ή τετραετές σύστημα αμειψισποράς, ή ακόμη μπορεί να εφαρμοστεί το διετές σύστημα αραβόσιτος-χειμερινό. Ο αραβόσιτος μπορεί να σπαρθεί επίσης μετά από ρύζι, καθώς και ως δεύτερη καλλιέργεια στο ίδιο έτος μετά από χειμερινό σιτηρό ή ψυχανθές. Στην περίπτωση του ψυχανθούς, το καλαμπόκι ωφελείται. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.4.2. Κατεργασία εδάφους

Το καλαμπόκι αρέσκεται σε περιορισμένη κατεργασία (μείωση κόστους), ίσως και μόνο στη λωρίδα σποράς. Ως επίσπορο σπέρνεται μετά από σβάρνισμα. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.4.3. Λίπανση

Ο αραβόσιτος είναι ένα φυτό με υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Έχει μεγάλες ανάγκες σε N, P, K, Ca, Mg και S. Ακόμη, διάφορα άλλα ιχνοστοιχεία είναι αναγκαία. Επίσης αντιδρά έντονα στη λίπανση με κόπρο.

Για τα παλιά υβρίδια, μια μέτρια παραγωγή 630 kg καρπού αραβοσίτου αντιπροσωπεύει το 35 – 40 % της ξηράς ουσίας, το 10% περίπου αποτελούν οι άξονες, και τα υπόλοιπα στελέχη, τα φύλλα, οι ρίζες κλπ. Η παραγωγή αυτή καταναλώνει 500 - 600 m³ νερού και οι απαιτήσεις της σε θρεπτικά συστατικά είναι περίπου οι εξής:

N 14,4 kg	P 2,5 kg	K 12,5 kg
S 2,5 kg	Mg 3,7 kg	Ca 4,2 kg

Σε ό,τι αφορά υπόλοιπα στοιχεία, γενικά προσλαμβάνονται περί τα 230 g Fe, 33 g Mn, 0,7 g B και ίχνη Cl, I, Zn και Cu.

Σήμερα, στα νέα απλά υβρίδια, που μπορούν να δώσουν αποδόσεις από 1500 - 2000 kg/στρ., ο δείκτης συγκομιδής είναι μεγαλύτερος αλλά και οι συνολικές απαιτήσεις είναι αυξημένες. Απαιτούν μεγαλύτερα ποσά λιπάσματος και νερού, με

το ποσοστό αξιοποιήσεως των να είναι σημαντικά ανώτερο. Έτσι ο δείκτης συγκομιδής στα σημερινά υβρίδια ανέβηκε στο 45 – 60 %.

Αζωτο (N). Ο αραβόσιτος είναι πάρα πολύ απαιτητικός σε N. Το N βοηθά στην αύξηση του φυτού, δίνει έντονο πράσινο χρώμα στα φύλλα και ενισχύει τη φωτοσυνθετική δράση τους. Με κανονική ισορροπημένη λίπανση η πράσινη εμφάνιση των φυτών, συγκριτικά προς φυτά λιγότερο πράσινα επειδή τους λείπει το N, δεν σημαίνει και αντίστοιχη οψίμιση. Περίσσεια N συντελεί κάπως σε οψίμιση της παραγωγής, ομοίως με την έλλειψη N, για το λόγο ότι παρακωλύεται η ανάπτυξη των φυτών ιδίως με συνθήκες ξηρασίας. Παρόλα αυτά όμως, συνεπάγεται μεγαλύτερη απόδοση αν δεν υπάρχουν άλλοι περιοριστικοί παράγοντες (π.χ. έλλειψη νερού). Η πρόσληψη του μεγαλύτερου ποσοστού N γίνεται 2 εβδομάδες πριν έως 3 εβδομάδες μετά την εμφάνιση των ταξιανθιών. Ο αραβόσιτος παίρνει το N κυρίως ως NO_3^- , αλλά και ως NH_4^+ . Η επίδραση του αζώτου στην απόδοση του αραβόσιτου σχετίζεται με την επάρκεια σε νερό και την πυκνότητα πληθυσμού των φυτών. Η απόδοση αυξάνει με την αύξηση της πυκνότητας για ένα επίπεδο αζωτούχου λίπανσης ως ένα μέγιστο. Στις μεγαλύτερες δόσεις αζώτου το μέγιστο είναι υψηλότερο και αποκτάται με τις μεγαλύτερες πυκνότητες φυτών. Το άζωτο αυξάνει τον αριθμό των σπαδικών, το μέγεθος του και τις σειρές κόκκων.

Το N που δίνεται σήμερα συνολικώς είναι περισσότερο από 20 μονάδες. Το Ινστιτούτο Σιτηρών για υψηλοαποδοτικά υβρίδια συνιστά 25 - 30 μονάδες, μισά ως βασική λίπανση και μισά ως επιφανειακή όταν τα φυτά γίνουν 40 - 60 cm.

Φόσφορος (P) . Συντελεί στο ταχύτερο φύτερωμα, στην ανάπτυξη της ρίζας, στην πρωίμιση, στο καλό δέσιμο, στην καλύτερη ωρίμανση του κόκκου και αυξάνει την αναλογία καρπού. Έλλειψη του προκαλεί κοκκίνισμα των φύλλων και παρεμποδίζει τη χρησιμοποίηση των νιτρικών ιδίως στη νεαρή ηλικία (λόγω χαμηλών θερμοκρασιών). Η απορρόφηση είναι συνεχής και αυξάνει από την άνθιση μέχρι την ωρίμανση. Το Ινστιτούτο Σιτηρών συνιστά 4 - 6 μονάδες.

Κάλι (K). Το κάλι βοηθάει στη σύνθεση των υδατανθράκων, τη μεταφορά αμύλου στους κόκκους, συντελεί στην αντοχή στην ξηρασία, το ψύχος, το πλάγιασμα και τις ασθένειες. Η πρόσληψη είναι μικρή αρχικά και μεγιστοποιείται τρεις εβδομάδες πριν την άνθιση. Το φυτό περιέχει περισσότερο K στην αρχή (50 - 75 ημέρες) γι' αυτό και η χλωρή κοπή απομακρύνει μεγαλύτερες ποσότητες. Συμπτώματα έλλειψης: τα κατώτερα φύλλα γίνονται κιτρινοπράσινα και παρατηρείται περιφερειακή νέκρωση και εξασθένηση της ρίζας και του στελέχους

(πλάγιασμα φυτού). Η τροφοπενία ενισχύεται στα αμμώδη και πολύ συμπαγή εδάφη, καθώς και στα πολύ οργανικά. Σε περίπτωση έλλειψης το Ινστιτούτο Σιτηρών συνιστά 15 -20 μονάδες.

Η προσθήκη κοπριάς είναι πολύ ευεργετική αλλά δεν γίνεται σήμερα. Απαραίτητο στοιχείο θεωρείται και το *Ασβέστιο (Ca)* αλλά μόνο σε πολύ όξινα εδάφη μπορεί να προκληθεί τροφοπενία (το άκρο των φύλλων στα νεαρά φυτά γίνεται σαν μεμβράνη και γέρνει).

Συνήθεις επίσης τροφοπενίες είναι: *Σιδήρου (Fe)* στα υγρά - ψυχρά και αλκαλικά εδάφη, *Βορίου (B)* σε πολύ όξινα αμμώδη ή οργανικά εδάφη (φύλλα με κιτρινόασπρες ραβδώσεις καχεκτικά φυτά, μη έκπτυξη της ταξιανθίας), *Μαγγανίου (Mn)* (οργανικά εδάφη), *Μαγνησίου (Mg)* (όταν υπάρχει περίσσεια Κ) και *Ψευδαργύρου (Zn)* (με περίσσεια Ρ και υγρασίας). (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.4.4. Σπόρος – Σπορά

Ο σπόρος διατηρείται δυσκολότερα από τα χειμερινά σιτηρά (έχει περισσότερο λάδι). Η μακροβιότητα του είναι συνάρτηση της υγρασίας και της θερμοκρασίας. Η σπορά πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία εδάφους σταθεροποιηθεί στους 10 °C (Απρίλιος). Ως επίσπορος θα πρέπει η σπορά να πραγματοποιείται: Ιούνιο - Ιούλιο. Με πρόιμη σπορά επιτυγχάνεται καλύτερη βλαστική ανάπτυξη, επικονίαση και εξασφάλιση συγκομιδής. Το βάθος σποράς με κανονικές συνθήκες είναι περίπου 2,50 cm. Φυτρώνει σχετικά εύκολα.

Πρώιμες σπορές γίνονται συνήθως σε θερμοκρασία 12 – 14 °C, ενώ η συνήθης κανονική σπορά στους 16 °C.

Τρόπος και πυκνότητα σποράς: Συνιστάται γραμμική σπορά με αποστάσεις 0,8 - 1,0 m μεταξύ των γραμμών και 20 - 30 cm επί της γραμμής. Πολύ πυκνή φυτεία δημιουργεί φυτά λεπτοστέλεχα που πλαγιάζουν και μένουν άγονα. Σήμερα εφαρμόζονται γενικώς πυκνότεροι πληθυσμοί: για τα πολύ ψηλά φυτά (π.χ. υβρίδιο Αλέξανδρος) συνιστώνται 6,5 - 7 χιλ. φυτά/στρ. και για λιγότερο εύρωστα (π.χ. Άρης, Αθηνά) 7 - 7,5 χιλ. φυτά/στρ. Η γωνία έκφυσης των φύλλων, ο Δ.Φ.Ε. (Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας) και η διάταξη των φυτών επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική ικανότητα και επομένως τον άριστο πληθυσμό. Ο άριστος πλη-

θυσμός αυξάνει με υγρότερες συνθήκες και γενικώς με αύξηση της γονιμότητας. Η καμπύλη απόδοσης φυτομάζας είναι ασυμπτωτική ενώ της οικονομικής απόδοσης καμπυλόγραμμη (πολλά φυτά μένουν άγονα λόγω έλλειψης φωτός και N).

Σήμερα η σπορά γίνεται με μηχανές ακριβείας και ποσότητα σπόρου περίπου 3 kg/στρ. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.4.5. Περιποιήσεις & Ζιζανιοκτονία

Αραιώμα και σκάλισμα. Μέχρι πρόσφατα γινόταν ένα σκάλισμα, όταν τα φυτά ήταν 10-15 cm (καταπολέμηση ζιζανίων, αερισμός, θέρμανση). Ταυτόχρονα γινόταν και αραιώμα. Συνήθως ανά 20 ημέρες γινόταν 2ο και 3ο σκάλισμα (με σκαλιστικά μηχανήματα). Η σπορά ακριβείας και τα ζιζανιοκτόνα κατήργησαν σχεδόν τις επεμβάσεις αυτές (ώστε σπάνια γίνεται κάποιο σκάλισμα κυρίως μετά από βροχή).

Ζιζανιοκτονία. Η φύση του εδάφους, η οργανική ουσία και οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της. Από τα συνηθισμένα ζιζανιοκτόνα είναι η ατραζίνη που καταπολεμά πολλά πλατύφυλλα και αγρωστώδη (απαιτείται μεγάλη δόση σε οργανικά εδάφη, ενώ η υπολειμματική της δράση είναι μεγαλύτερη σε συνεκτικό εδάφη ώστε μπορεί να ζημιωθούν τα χειμερινά σιτηρά που ακολουθούν). Προφυτρωτικό - μετασπαρτικό είναι το Afalon και μεταφυτρωτικό το Linuron (εφαρμόζεται όταν τα φυτά είναι 40 - 50 cm, αλλά δεν συνιστάται στα αμμώδη εδάφη). Για πλατύφυλλα ζιζάνια καλό είναι και το 2,4 D .

Αρδευση. Είναι αρδευόμενη καλλιέργεια στην Ελλάδα. Ξηρική μπορεί να είναι μόνο με πολύ πρώιμη σπορά και πρώιμο υβρίδιο και μόνο σε ορισμένες περιοχές. Είναι φυτό με υψηλές απαιτήσεις σε νερό (500 - 800 mm) παρόλο που έχει μικρό συντελεστή διαπνοής (μικρότερο από 400) και αυτό γιατί είναι επιπολαιόριζο και σχηματίζει πλούσια φυτομάζα. Μεγαλύτερες ανάγκες παρατηρούνται κατά την άνθιση (κριτική περίοδος: 15 ημέρες πριν και μετά). Συνήθως δίνονται 4 - 8 ποτίσματα, όχι βαριά. Το πότισμα πρέπει να δίνεται πριν διψάσει το φυτό. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.5. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Ωρίμανση. Όπως και στα υπόλοιπα σιτηρά, έτσι και στο καλαμπόκι υπάρχουν τα ίδια στάδια. Επομένως, έχουμε τα στάδια του : γάλακτος στο οποίο ο κόκκος του αραβοσίτου μπαίνει 20 ημέρες μετά την γονιμοποίηση, το στάδιο κηρού μέχρι το οποίο πήζει προοδευτικά (35 ημέρες), το στάδιο σκληρού σπόρου όπου σκληραίνει (40 ημέρες), υαλώδους σπόρου στο οποίο γίνεται υαλώδης (45 ημέρες) και ώριμου σπόρου όπου ωριμάζει (50 ημέρες). Προοδευτικά τα βράκτια χάνουν το πράσινο χρώμα και γίνονται λευκά και μεμβρανώδη.

Ο κόκκος είναι φυσιολογικά ώριμος όταν πάψει να τροφοδοτείται με προϊόντα φωτοσύνθεσης. Τότε στην βάση του σπάρδικα εμφανίζεται μια ζώνη μαύρου χρώματος, ορατή με γυμνό μάτι. Η βάση του κόκκου γίνεται σκληρή και δεν περιέχει καθόλου γαλακτώδες υγρό. Στον οδοντόμορφο τύπο του αραβόσιτου έχει αναπτυχθεί και το αντίστοιχο βαθούλωμα στην κορυφή του κόκκου.

Συγκομιδή. Η φυσιολογική ωρίμανση των σπορών διαπιστώνεται με την υγρασία αυτών περίπου στο 40 %. Όμως συνιστάται η υγρασία να είναι αρκετά χαμηλότερη για να γίνει η συγκομιδή. Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι ή με θεριζοαλωνιστικές μηχανές σε μη πλαγιασμένες φυτείες. Για μηχανές που συλλέγουν μόνο το σπάρδικα καλά είναι η υγρασία να είναι 22 - 24 %, ενώ με τις θεριζοαλωνιστικές η υγρασία μπορεί να είναι υψηλότερη (ως 27 %)

Ο λαχανοκομικός αραβόσιτος που προορίζεται για βράσιμο, ψήσιμο ή κονσερβοποίηση συγκομίζεται στο γάλα, οπότε περιέχει 70 % νερό, 5 - 6 % σάκχαρα και 10 - 11 % άμυλο. Αντί κονσερβοποίησης μπορεί να γίνει συντήρηση του αραβοσίτου αυτού και με κατάψυξη.

Η καλλιέργεια του αραβοσίτου για χλωρή νομή ή για ενσίρωση γίνεται σε μεγαλύτερους πληθυσμούς φυτών και η συγκομιδή λίγο πριν από την ωρίμανση του κόκκου. Έτσι το ποσό της λαμβανομένης ξηράς ουσίας είναι υψηλό ενώ παράλληλα διατηρείται ικανοποιητική πεπτικότητα του βλαστικού μέρους του φυτού. Η συγκομιδή γίνεται με χαρτοκοπτικές μηχανές.

Αποθήκευση και συντήρηση. Αν γίνει συγκομιδή σπαδικών, αυτοί αποθηκεύονται σε αεριζόμενες αποθήκες ή υπόστεγα ώστε να πέσει η υγρασία στο 18 - 20 % πριν γίνει ο αλωνισμός. Για να συντηρηθούν οι σπάρδικες (και οι

κόκκοι), η υγρασία πρέπει να πέσει στο 10 - 14 %. Επιτάχυνση της ξήρανσης μπορεί να γίνει με διοχέτευση ρεύματος αέρα (θερμού ή ψυχρού). Αν η συγκομιδή έγινε με θεριζοαλωνιστική ο καρπός πρέπει απαραίτητα να υποστεί ξήρανση πριν από την αποθήκευση. Η ξήρανση αυτή γίνεται είτε στην ίδια αποθήκη ή σε ειδικά ξηραντήρια (μόνιμα ή φορητά) και κατόπιν το προϊόν μεταφέρεται στις οριστικές αποθήκες.

Αν η υγρασία του κόκκου είναι γύρω στους 18 – 22 % η ξήρανση μπορεί να γίνει με διοχέτευση μη θερμαινόμενου αέρα. Αν η υγρασία είναι στο 30 % πρέπει να χρησιμοποιηθεί θερμός αέρας, όχι πάνω από 38 – 44 °C όταν πρόκειται για σπόρο ή το πολύ ως 60 °C αν προορίζεται για βιομηχανικές χρήσεις (αλλοιώσεις γλουτένης, αμύλου και απώλειες σε υψηλότερες θερμοκρασίες). Αν ο καρπός προορίζεται για ζωοτροφή μπορεί να ξηραθεί και σε ψηλότερες (ως 93 – 95 °C) θερμοκρασίες. Διακοπτόμενη ξήρανση (για εξισορρόπηση υγρασίας) επιτρέπει τη χρήση υψηλότερων (90 °C) θερμοκρασιών.

Η αποθήκευση γίνεται σε σιρούς από μέταλλο, ξύλο ή τσιμέντο. Πα την αποθήκευση του αραβόσιτου πρέπει η υγρασία να μην ξεπερνά το 13,5 % (για περιορισμένο χρόνο αποθήκευσης ανέχεται και μεγαλύτερο ποσοστό). Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος της αποθήκης πρέπει να είναι χαμηλή (να πλησιάζει το 0 °C) αν θέλουμε μακρύτερη συντήρηση (συντήρηση σπόρου), ιδίως όταν η υγρασία δεν είναι αρκετά χαμηλή.

Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούν και συντηρητικά (ασθενή οργανικά οξέα) αλλά οι καρποί γίνονται ακατάλληλοι για άλλες χρήσεις εκτός από κτηνοτροφή. Εκτός αυτού τα οξέα αυτά μπορεί να διαβρώσουν τις μεταλλικές επιφάνειες της αποθήκης. (Γαλανοπούλου – Σενδοκά, 1998).

1.6. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Ο αραβόσιτος και τα άλλα εαρινά σιτηρά έχουν πολλούς εχθρούς και ασθένειες. Μερικοί εχθροί και ασθένειες είναι κοινί για όλα ενώ άλλοι είναι πιο εξειδικευμένα ή τουλάχιστον προκαλούν ζημιές σε ορισμένα είδη φυτών μόνο.

ΕΧΘΡΟΙ:

Έντομα εδάφους : Τις ρίζες του αραβοσίτου και το λαιμό προσβάλλουν οι **αγρότιδες**, οι **σιδηροσκώληκες** και πολύ λιγότερο άλλα έντομα. -Οι σιδηροσκώληκες αρχίζουν από τον σπόρο, και προχωρούν στα νεαρά φυτό που τρώγουν τη ρίζα κοντά στο λαιμό. Ευνοούνται από χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία. Αντιμετωπίζονται με στράγγιση εδάφους, θερινές αρόσεις και αμειψισπορά (μηδική, φασόλια, μπιζέλια). Εντομοκτόνα κυρίως χρησιμοποιούνται σε ανάμιξη με τον σπόρο. Η ενσωμάτωση στο χωράφι (γραμμή σποράς) κοστίζει πολύ. - Οι αγρότιδες είναι λεπιδόπτερα. Οι προνύμφες τους κόβουν τα στελέχη των φυτών στη βάση τους (κοφτοσκούληκα). Καταπολεμούνται με τα ίδια μέσα όπως και οι σιδηροσκώληκες.

Έντομα υπέργειου τμήματος : Το στέλεχος και τα φύλλα προσβάλλονται από το πράσινο σκουλήκι, τη σεσάμια, την πυραλίδα, τη σποδόπτερα και τις αφίδες. Το **πράσινο σκουλήκι** (*Helicoverpa armigera*) είναι λεπιδόπτερο που προσβάλλει τα στελέχη, τα φύλλα, τις φάβες και κατόπιν τους σπάδικες μόλις εμφανιστούν. Όταν η προσβολή είναι πάνω από 5 % συνιστάται ψεκασμός με εντομοκτόνο (endosulfan, carbaryl, diazinon). Ελπιδοφόρα προσπάθεια γίνεται για την χρησιμοποίηση ανθεκτικών υβριδίων. Η **σεσάμια** (*Sesamia cretica*) είναι επίσης λεπιδόπτερο που προσβάλλει το στέλεχος, τα φύλλα και τους σπάδικες. Συνεχίζει την προσβολή ακόμη και στην αποθήκη. Αντιμετωπίζεται όπως και το πράσινο σκουλήκι. Μικρότερες ζημιές στη χώρα μας προκαλούν η **πυραλίδα** (*Ostrinia nubilalis*), η **σποδόπτερα** (*Spodoptera exigua*) οι **αφίδες**.

Έντομα αποθηκών : Τα έντομα που προσβάλλουν τον καρπό των χειμερινών σιτηρών (*Tinea granella*, *Sitotroga cerealella*, *Ephestia*, *Plodia*, *Calandra*) προσβάλλουν και τα εαρινά σιτηρά και αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ : i) Ασθένειες σπόρου και νεαρών φυτών

Ριζοκτονίαση: Η ασθένεια προκαλεί σημαντικές ζημιές σε άλλες χώρες όχι όμως και στην Ελλάδα όπου δεν έχει σημειωθεί η παρουσία της.

Ελμινθοσποριάσεις: Από τα 4 είδη που προσβάλλουν τον αραβόσιτο μόνο τα δύο έχουν αναφερθεί στην Ελλάδα, *Helminthosporium turcicum* και

Helminthosporium carbonum από αυτά το πρώτο φαίνεται να είναι το πλέον επικίνδυνο. Η καταπολέμηση της ασθένειας γίνεται με ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια, ενώ για το *Helminthosporium turcicum* μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μυκητοκτόνα όταν πρωτοεμφανιστούν οι κηλίδες.

ii) **Ασθένειες ανεπτυγμένων φυτών**

Σκωριάσεις : Προσβάλλουν τα φύλλα. 1. *Puccinia sorghi* (την ανάπτυξη επιδημίας ευνοούν θερμοκρασίες 16 - 23 °C και σχετική υγρασία 100 %). 2. *Puccinia polysora*. Η σκωρίαση αυτή ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες (27 °C) και υψηλή σχετική υγρασία. Η ανάπτυξη της ασθένειας δεν ευνοείται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 900 m.

Άνθρακες : 1. **Άνθρακας αραβόσιτου** – *Ustilago maydis* (*Ustilago zae*). Οι σπάδικες προσβάλλονται κυρίως. Τα τελειοσπόρια του μύκητα διατηρούνται στο έδαφος για 2 - 5 χρόνια. Βλαστάνουν σε άριστη θερμοκρασία 26 - 30 °C. Η μόλυνση γίνεται από τα στόματα ή και με απευθείας διάτρηση. Οι προσβολές αυξάνονται από θερμό και ξηρό καιρό. Οι προσβολές αυξάνονται επίσης σε φυτά που αναπτύσσονται με υπερβολική αζωτούχα λίπανση. Αιτίες που μπορεί να δημιουργήσουν πληγές στα φυτά, χαλάζι, έντομα κ.τ.λ., ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας. 2. **Ο άνθρακας ταξιανθιών αραβόσιτου** – *Sphacelotheca reiliana* (*Sorosporium reilianum*) - δημιουργεί εξογκώματα στους σπάδικες και τις φάβες. 3. **Ψευδάνθρακας** (*Ustilaginoidea virens*).

Καταπολέμηση : 1. Αμειψισπορά 2 - 3 χρόνια, ιδίως για τους άνθρακες που διατηρούνται στο έδαφος. 2. Πρώιμη σπορά ώστε οι συνθήκες να δυσχεραίνουν τις μολύνσεις. 3. Όχι πολύ βαθιά σπορά ώστε ο χρόνος που το νεαρό φυτάριο παραμένει μέσα στο έδαφος να είναι περιορισμένος και συνεπώς η κρίσιμη περίοδος των μολύνσεων μικρότερη. 4. Περιορισμός της υψηλής εδαφικής υγρασίας που ευνοεί γενικώς τη βλάστηση των τελειοσπορείων. 5. Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών, όπου υπάρχουν, με την επιφύλαξη ότι χρειάζεται προσοχή λόγω της ικανότητας των μυκήτων να δημιουργούν ταχύτατα νέες μολυσματικές φυλές και να υπερνικούν την αντοχή των ξενιστών. 6. Σπορά πιστοποιημένου σπόρου ιδίως για τους μύκητες που διατηρούνται στο έμβρυο του σπόρου. 7. Απολύμανση του σπόρου με διάφορα απολυμαντικά σπόρων. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.7. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Ο αραβόσιτος καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό του και δευτερευόντως ως χορτοδοτικός (χλωρός για άμεσο χρήση ή ενσίρωση). Ο χορτοδοτικός αραβόσιτος κατέχει το 10 - 15 % των εκτάσεων του αραβοσίτου στις Η.Π.Α. και μόνο γύρω στο 3 - 4 % στην Ελλάδα. Σε βορειότερες χώρες καλλιεργείται κυρίως για παραγωγή χλωρού χόρτου, μια που το κλίμα δεν ευνοεί την παραγωγή καρπού. Η σύνθεση των προϊόντων του αραβοσίτου διαφέρει πολύ στους διάφορους τύπους και αντίστοιχα η χρησιμοποίησή τους.

Το χλωρό χόρτο (ολόκληρα φυτά) περιέχει νερό γύρω στο 75 %, πρωτεΐνες 2 %, λίπος 1 %, πεπτούς υδατάνθρακες 15 %, ινώδεις ουσίες 4,5 - 6,5 % και τέφρα 1 - 1,5 %. Τα χλωρά υπολείμματα της καλλιέργειας περιέχουν ανάλογες ποσότητες (λιγότερη πρωτεΐνη και πεπτούς υδατάνθρακες). Τα ξηρά υπολείμματα έχουν υγρασία γύρω στο 10,5 %, πρωτεΐνες 6 %, λίπος 1,5 %, πεπτούς υδατάνθρακες 46 %, ινώδεις ουσίες 30 % και τέφρα 6 %.

Ο καρπός του αραβοσίτου χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων και την παρασκευή διαφόρων βιομηχανικών προϊόντων. Συνήθως ο καρπός αλέθεται για να διαχωριστούν τα διάφορα μέρη του κόκκου του. Έτσι αποχωρίζεται το περικάρπιο (6 % του κόκκου), το έμβρυο (12 %) και το ενδοσπέρμιο (82 %) που αποτελείται από άμυλο και πρωτεΐνη. Η μέση χημική σύσταση του κόκκου είναι: άμυλο 61 %, νερό 13,5 %, πρωτεΐνες 10 %, λάδι 4 %, πεντοζόνες 6 %, σάκχαρα 1,4 %, ανόργανα άλατα 1,4 % και λοιπά συστατικά.

Το άμυλο βρίσκεται κατά 98 % στο ενδοσπέρμιο, και συντίθεται από την αμυλοπηκτίνη σε ποσοστό 72 % και την αμυλόζη κατά 28 %. Στον αμυλώδη αραβόσιτο το άμυλο είναι στο σύνολο του αμυλοπηκτίνη.

Οι πρωτεΐνες περιέχονται κατά 70 - 73 % στο ενδοσπέρμιο, 22 - 24 % στο έμβρυο και το υπόλοιπο αυτών στο περικάρπιο. Η πρωτεΐνη του εμβρύου είναι πλήρης βιολογικά. Στη ζείνη του ενδοσπερμίου λείπουν τα αμινοξέα τρυπτοφάνη και λυσίνη. Η πρωτεΐνη του αραβοσίτου βελτιώθηκε γενετικά τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998). Το 1963 ερευνητές στο Πανεπιστήμιο του Purdue (E.T. Mertz, O.E. Nelson & L.S. Bates) ανακάλυψαν ένα

γονίδιο, το *opaque - 2*, το οποίο προκαλούσε αυξημένα επίπεδα λυσίνης και τρυπτοφάνης (Ruskin, 1988). Έτσι, με την εισαγωγή του γονιδίου *opaque - 2* αυξάνει η συνολική πρωτεΐνη κατά 1,5 %, και κυρίως τα συγκεκριμένα απαραίτητα αμινοξέα, λυσίνη (από 3 σε 5 %) και τρυπτοφάνη (από 0,7 σε 1,3 %) ενώ μειώνεται η περιεκτικότητα σε δευτερεύοντα αμινοξέα. Η αύξηση του ποσοστού πρωτεΐνης συχνά συνεπάγεται μείωση της απόδοσης. Διαφορές στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη παρουσιάζονται όταν αλλάζουν οι συνθήκες καλλιέργειας. Έτσι η πυκνή σπορά και η έλλειψη αζώτου μειώνουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη κτλ. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

Το 83 % του λαδιού βρίσκεται στο έμβρυο, το 15 % στο ενδοσπέρμιο και το υπόλοιπο στο περικάρπιο. Οι βελτιωτές του αραβοσίτου κατάφεραν να ανεβάσουν την περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι από 5 % στο 15 % και με αντίθετη επιλογή να την μειώσουν στο 15 %.

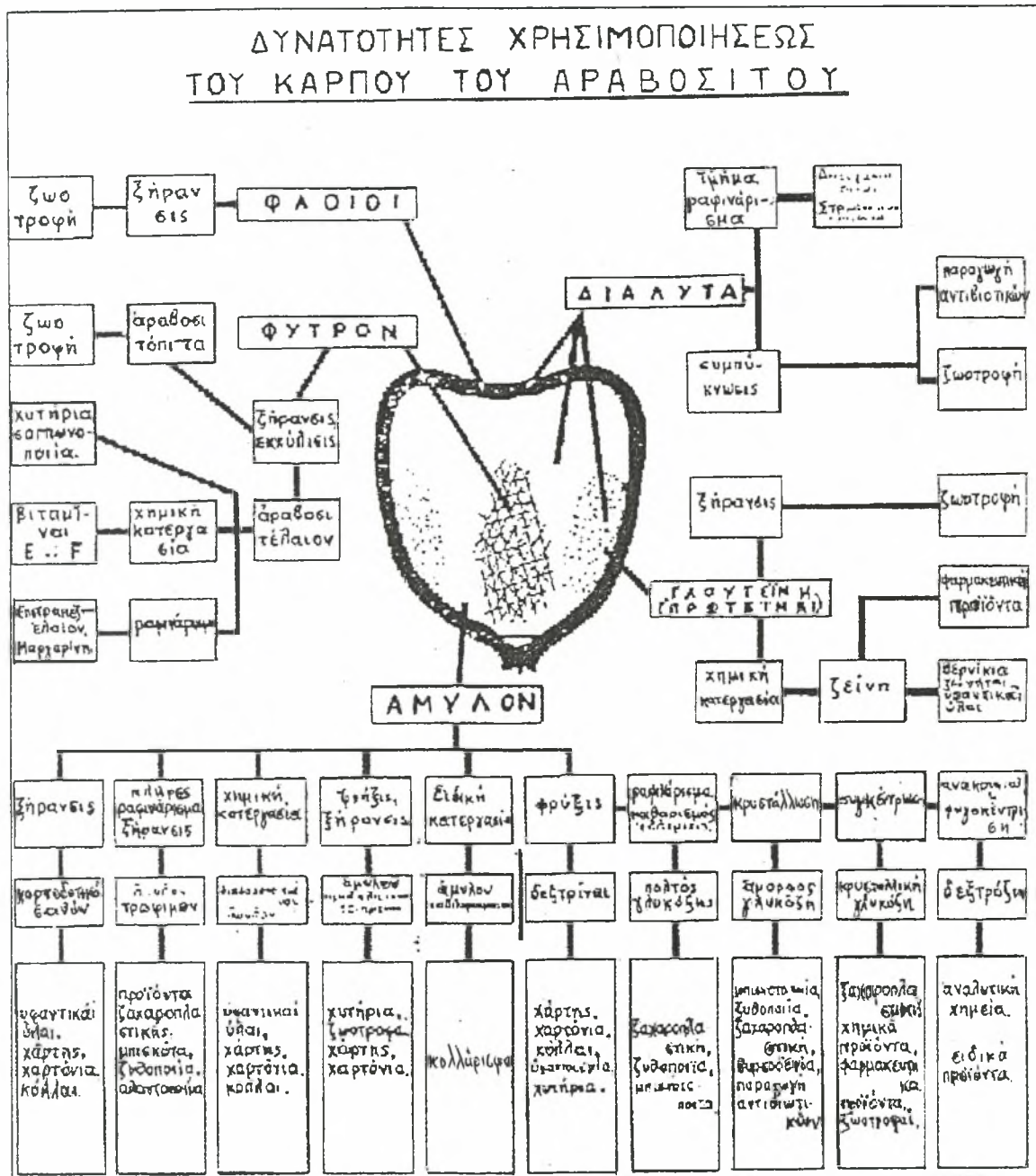
Τα ανόργανα στοιχεία, τα οποία αποτελούν το 1,4 % του συνόλου του κόκκου, κατανέμονται ως εξής: κάλιο (K) 0,4 % , φώσφορος (P) 0,43 %, μαγνήσιο (Mg) 0,17 %, θείο (S) 0,14 % και λοιπά στοιχεία 0,26 %. Όλες οι παραπάνω αναλογίες είναι ενδεικτικές. Επιπλέον ποικίλλουν μεταξύ των καλλιεργούμενων γενότυπων και επηρεάζονται ταυτόχρονα από τις οικολογικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές φροντίδες.

Ως προς την περιεκτικότητα σε βιταμίνες πλεονεκτούν οι κίτρινες ποικιλίες, με μεγαλύτερη αναλογία σε προβιταμίνη Α. Γενικά υπάρχει έλλειψη νιασίνης με συνέπεια όσοι βασίζουν τη διατροφή τους στον αραβόσιτο να αντιμετωπίζουν την εκδήλωση πελάγρας. Φτωχός είναι ο αραβόσιτος και σε άλλες βιταμίνες όπως η θειαμίνη και η ριβοφλαβίνη.

Ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για παραγωγή πολλών προϊόντων. Έτσι παράγεται άμυλο και από γλυκόζη δεξτρίνη, κολλητικές ουσίες, αλκοολούχα ποτά (ουίσκι, οινόπνευμα κτλ.). Η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται συνήθως ως τροφή αλλά και για παρασκευή πλαστικών και χρωμάτων. Από το έμβρυο εξάγεται λάδι, καθώς και βιταμίνες (E). Ο μικρόκοκκος αραβόσιτος τρώγεται μετά από φρύξη (ως pop corn) και ο σακχαρώδης ως λαχανικό νωπό ή σε κονσέρβα. Άρτος, γλύκισμα, κορν-φλέικ κ.ά. προϊόντα παράγονται από τον αραβόσιτο. Το μεγαλύτερο ποσό του καρπού χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή συνήθως αφού αλεσθεί. Επίσης ο σανός και υποπροϊόντα της βιομηχανίας διοχετεύονται στην

κτηνοτροφία.

Άλλες χρήσεις μικρής σημασίας είναι η παρασκευή κυτταρίνης από τα στελέχη, καπνοσυριγγών (πίπες) από τις ράχες κ.ο.κ. (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).



Σχήμα 1: Διάφορες Χρήσεις του Καρπού του Αραβόσιτου

1.8. ΒΕΛΤΙΩΣΗ

Η γενετική του αραβοσίτου μελετήθηκε εκτεταμένα και η βελτίωση του σημείωσε τεράστια πρόοδο. Εκτός από το μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον ο αραβόσιτος προσφέρεται εύκολα για μελέτη και βελτίωση. Ενώ υπάρχουν ενδείξεις πως ο άγριος αραβόσιτος είχε μαζί τα αρσενικά και θηλυκά άνθη (μονόκλινο), ο καλλιεργούμενος σήμερα τα έχει ξεχωριστά έτσι ώστε να διευκολύνεται τόσο η διασταύρωση όσο και η σταυρογονιμοποίηση. Παράγεται μεγάλος αριθμός απογόνων και υπάρχουν πολλά εμφανή για έρευνα γνωρίσματα. Ο αραβόσιτος είναι φυτό σταυρογονιμοποιούμενο. Έχει μεγάλο αριθμό υποτελών χαρακτήρων και παρουσιάζει έντονα φαινόμενα ετέρωσης. Γι' αυτό η μεγάλη επιτυχία στη βελτίωση του είναι η παραγωγή υβριδίων. (Hallauer *et al*, 1988).

Η διασταύρωση του καλαμποκιού για την ανάπτυξη υβριδίων ξεκίνησε από τις αρχές του 1900, ενώ ένας πρωτόγονος τύπος βελτίωσης συνέβαινε για χιλιάδες χρόνια από τους ιθαγενείς της Αμερικής πριν την εγκατάσταση των ευρωπαίων στον Νέο Κόσμο (Hallauer *et al*, 1988).

Από τα τέλη 1800 - αρχές 1900 το πλούσιο γενετικό υλικό των ιθαγενών της Αμερικής αξιοποιήθηκε για την ανάπτυξη αρχικά ποικιλιών ελεύθερα διασταυρούμενων με βελτιωτικές διαδικασίες όπως η μαζική επιλογή, ο υβριδισμός ποικιλιών και οι επιλογές σπάδικα ανά γραμμή, πριν την ανάπτυξη καθαρών σειρών για την παραγωγή υβριδισμένου σπόρου. Αυτές οι διαδικασίες δεν ήταν επιτυχείς να επηρεάσουν την βελτίωση της απόδοσης. Η γενετική του καλαμποκιού ως ιδιωτική εμπορική επιχείρηση ήρθε κάποια χρόνια αργότερα (Hallauer *et al*, 1988). Τα πρώτα εμπορικά υβρίδια παράχθηκαν και πωλήθηκαν στις αρχές του 1920. Από τότε η βιομηχανία παραγωγής σπόρου έχει εξελιχθεί (Wych, 1988).

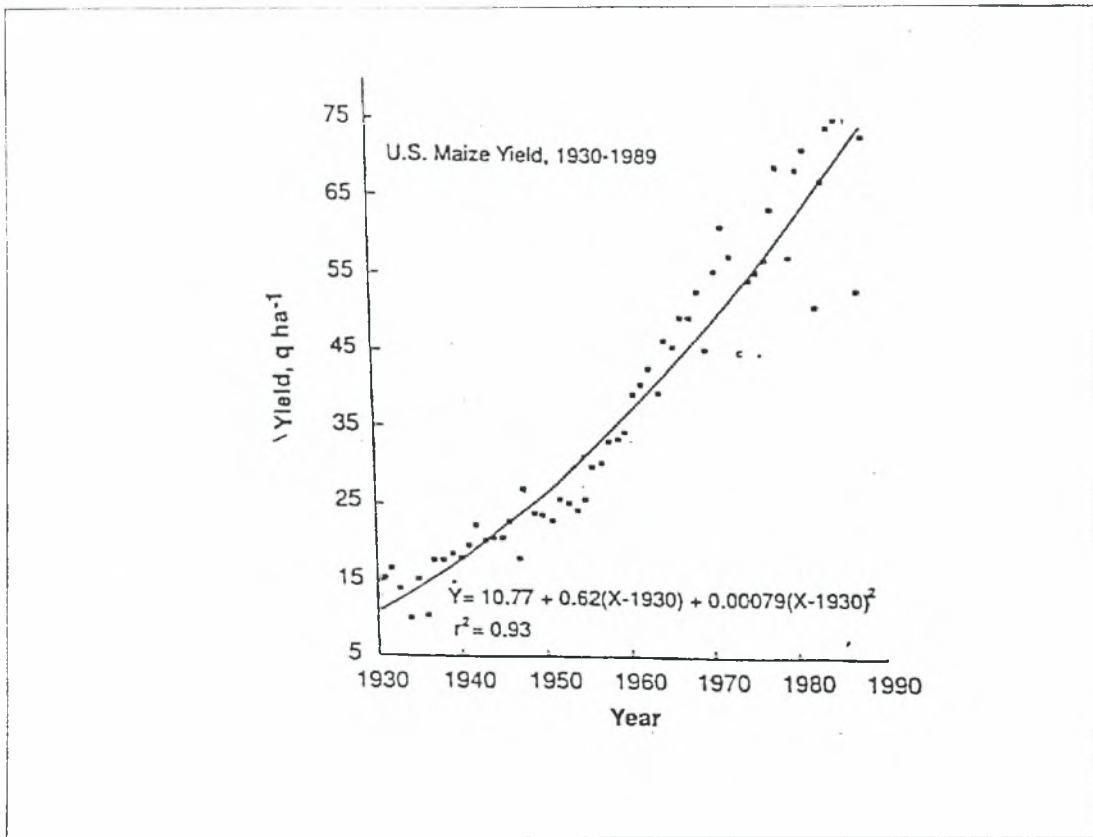
Στη δεκαετία 1930 η χρήση σπόρου από αγρότες έγινε αποδεκτή πρακτική: με 100% χρήση υβριδίων καλαμποκιού στην περιοχή καλλιέργειας του φυτού στην Αιόβα μέχρι το 1943 (Hallauer *et al*, 1988). Τα πρώτα υβρίδια που πουλήθηκαν εμπορικά ήταν σχεδόν αποκλειστικά διπλά υβρίδια. Ωστόσο αρκετοί παράγοντες έχουν συνεισφέρει στην σημαντική μετάβαση από διπλές σε απλές διασταυρώσεις στην ζώνη αραβοσίτου των Η.Π.Α., ξεκινώντας από τα τέλη 1950 και συνεχίζοντας στην δεκαετία του 1980. Η μετάβαση στα απλά έγινε διότι:

1) οι απλές διασταυρώσεις υπερίσχυαν στην παραγωγή των διπλών, 2) μερικές εταιρίες ξεκίνησαν και οι υπόλοιπες ακολούθησαν ώστε να είναι ανταγωνίσιμες, 3) οι αγρότες άρχισαν να απαιτούν απλά υβρίδια και 4) βελτιωμένες γεωργικές πρακτικές και η ανάπτυξη που επιτεύχθηκε από τους βελτιωτές των καθαρών σειρών με μεγαλύτερες καθεαυτό αποδόσεις έκανε την παραγωγή του σπόρου των απλών διασταυρώσεων οικονομικά εφικτή (Wych, 1988).

Τροποποιημένα απλά υβρίδια, τα οποία παράγονται με τη χρήση θηλυκού ή αρσενικού γονέα ως αποτέλεσμα διασταύρωσης συγγενών σειρών, χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς στην βιομηχανία παραγωγής σπόρου αραβοσίτου στη δεκαετία 1960 και αρχές 1970. Τα τριπλά υβρίδια (διασταύρωση μεταξύ απλού υβριδίου, θηλυκός γονέας, και καθαρής σειράς, αρσενικός γονέας) αποτελούν ένα μέρος του σπόρου που παράγεται. Σήμερα τα τροποποιημένα απλό υβρίδια και τα τριπλά υβρίδια αποτελούν το 10 % της αγοράς. Τα διπλά υβρίδια παρόλο που κάποτε υπήρξαν σημαντικός παράγοντας στην αγορά, πλέον η χρησιμότητα τους έχει μειωθεί. Εκτιμάται ότι αποτελούν λιγότερο από 1 % της αγοράς (Wych 1988).

Η γενετική του καλαμποκιού για την ανάπτυξη καθαρών σειρών και υβριδίων σε άλλα μέρη του κόσμου επεκτάθηκε μετά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο. Το καλαμπόκι έχει αποδειχθεί ένα ευέλικτο είδος που υπόκειται σε επιλογή έτσι ώστε να έχει επιτευχθεί ανάπτυξη τύπων που είναι προσαρμοσμένοι σε πολλές περιοχές όπου δεν καλλιεργούνταν ωρίτερα ή ήταν σχετικά ασήμαντη καλλιέργεια. Κάποια βελτίωση καθαρών σειρών και εκτίμηση έχει γίνει σε μερικές ευρωπαϊκές χώρες πριν το 1940 και τέτοια προγράμματα επεκτάθηκαν πολύ μετά το 1945. Κατά την πρώτη αυτή περίοδο εξάπλωσης εκτιμήθηκε υλικό από τις Η.Π.Α, και χρησιμοποιήθηκαν αμερικάνικα υβρίδια. Συνεπώς ευρωπαϊκές και αμερικάνικες καθαρές σειρές έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμούς υβριδίων και αυτό βοήθησε στη επέκταση της περιοχής καλλιέργειας του φυτού και να δοθούν μεγαλύτερες αποδόσεις. Οι ευρωπαϊκές σειρές εισήγαγαν ανοχή σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και προσαρμογή για συντομότερη ωρίμανση ενώ οι αμερικανικές προσέθεταν βελτιωμένη απόδοση και σταθερότητα. Αυτοί οι συνδυασμοί επέτρεψαν την επέκταση της καλλιέργειας στην κεντρική Ευρώπη (Hallauer *et al*, 1988).

Η απόδοση του καλαμποκιού στις Η.Π.Α. έχει αυξηθεί από 1,3 Mg/ha το 1930 έως 7,5 Mg/ha το 1989 (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα I: Αποδόσεις Καλαμποκιού στις Η.Π.Α., 1930-1989, (Από Russel and Hallauer, 1980)

Πριν το 1930 οι μέσες αποδόσεις ήταν στατικές λόγω μηδενικού κέρδους από τα βελτιωτικά προγράμματα και καμίας ουσιαδους βελτίωσης εξαιτίας αλλαγών της καλλιεργητικής πρακτικής. Αύξηση στην απόδοση σημειώθηκε από τα μέσα της δεκαετίας 1930 διότι εισήχθησαν τα υβρίδια, αυξήθηκε η χρήση λιπασμάτων, επιτεύχθηκε καλύτερος έλεγχος ζιζανίων, υψηλότερες πυκνότητες πληθυσμού και βελτιωμένη διαχείριση. Ο ρυθμός αύξησης της απόδοσης μεγάλωσε από την χρήση απλών υβριδίων το 1960. Επιπλέον υπήρξε απότομη αύξηση στη χρήση λιπάσματος αζώτου κα το χρονικό διάστημα 1960 - 1970. Πολλά πειραματικά δεδομένα δείχνουν την συνεισφορά της βελτίωσης στην αύξηση της απόδοσης. Τα υβρίδια παρουσιάζουν αυξημένη απόδοση εξαιτίας της συνεχής βελτίωσης στις γενετικές δυνατότητες να εκμεταλλευτούν τις βελτιωμένες καλλιεργητικές πρακτικές. Τα νεότερα υβρίδια, του 1970 - 1980, συγκρινόμενα με αυτά της δεκαετίας 1930 έχουν υψηλότερες αποδόσεις σε όλες τις πυκνότητες πληθυσμών. (Hallauer *et al*, 1988).

Σε άλλες χώρες όπου καλλιεργείται ο αραβόσιτος παρατηρήθηκαν αυξημένες αποδόσεις αργότερα σε σχέση με τις Η.Π.Α., κυρίως εξαιτίας του ό,τι βελτιωμένες ποικιλίες, συμπεριλαμβανομένων και των υβριδίων, δεν χρησιμοποιούνταν ευρέως. Αυτό όμως άλλαξε μετά το τέλος του Β΄ Παγκόσμιου Πολέμου. (Hallauer *et al*, 1988).

Περαιτέρω αυξήσεις στις αποδόσεις του καλαμποκιού αναμένονται πρωταρχικά λόγω των συνδυασμένων επιδράσεων δυο παραγόντων: I) βελτιωμένες καλλιεργητικές πρακτικές και διαχείριση, και II) αυξημένη γενετική δυνατότητα των υβριδίων. Ο ρυθμός του γενετικού κέρδους μπορεί να αυξηθεί διότι πλέον υπάρχουν πολλοί περισσότεροι βελτιωτές και εταιρίες με βελτιωτικά προγράμματα. Φαίνεται πιθανό ότι επιπλέον κέρδος μπορεί να επιτευχθεί με την ανάπτυξη και εκτίμηση του μητρικού υλικού σε μεγαλύτερες πυκνότητες πληθυσμού. Οι τεχνικές της γενετικής μηχανικής δεν έχουν ακόμη επίδραση στη βελτίωση του καλαμποκιού, και επίσης μόλις άρχισε να μελετάται σε μεγαλύτερο βαθμό η χρήση γενώματος από άλλες περιοχές (Hallauer *et al*, 1988).

1.8.1. Ποικιλίες

Είναι πληθυσμοί που διασταυρώνονται ελεύθερα και βρίσκονται σε ισορροπία. Δημιουργούνται με τους παρακάτω τρόπους :

- a. *Μαζική επιλογή.*
- b. *Απλή επαναλαμβανόμενη επιλογή και επαναλαμβανόμενη φαινοτυπική επιλογή:* Γίνεται φαινοτυπική επιλογή των καλύτερων φυτών που αυτογονιμοποιούνται (για να εκφραστούν τα υποτελή γονίδια). Τον επόμενο χρόνο σπέρνονται σε χωριστές γραμμές που διασταυρώνονται προς όλους τους δυνατούς συνδυασμούς (έλεγχος προέλευσης γύρης). Ο κύκλος επαναλαμβάνεται την επόμενη διετία.
- c. *Επιλογή μητρικών γραμμών:* Επιλέγονται οι καλύτεροι σπάδικες και μέρος του σπόρου του σπέρνεται σε χωριστές γραμμές. Ο υπόλοιπος σπόρος των σπαδικών που έδωσαν τις καλύτερες γραμμές σπέρνεται την άλλη χρονιά όλος μαζί. Η εργασία επαναλαμβάνεται.

- d. *Επαναλαμβανόμενη επιλογή με βάση τη συμπεριφορά των αυτογονιμοποιηθέντων απογόνων*: Επιλέγονται και αυτογονιμοποιούνται τα καλύτερα φυτά (1^η χρονιά). Σπέρνονται χωριστά και διαλέγονται οι καλύτερες γραμμές (2^η χρονιά). Ο υπόλοιπος σπόρος των φυτών που έδωσαν τις καλύτερες γραμμές σπέρνεται σε χωριστές γραμμές (το κάθε φυτό) και οι γραμμές διασταυρώνονται προς όλους τους δυνατούς συνδυασμούς (3^η χρονιά). Ο σπόρος αναμιγνύεται και αρχίζει την άλλη χρονιά ο 2ος κύκλος επιλογής.
- e. *Διασταύρωση φυτών με επιθυμητά χαρακτηριστικά και από την F₂ και μετά εφαρμόζεται ένας από τους παραπάνω τρόπους επιλογής.*
- (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998)

1.8.2. Συνθετικές ποικιλίες

Αρκετά μεγάλος αριθμός καθαρών σειρών που έχουν καλή συνδυαστική ικανότητα διασταυρώνεται προς όλους τους δυνατούς συνδυασμούς ώστε ο πληθυσμός να διατηρεί υψηλή ετέρωση. Οι συνθετικές ποικιλίες υπερτερούν σαφώς από τις εγχώριες ποικιλίες, χωρίς να φτάνουν την παραγωγικότητα των υβριδίων. Έχουν όμως το πλεονέκτημα του φθηνότερου σπόρου και λόγω ευρύτερης γενετικής βάσης στην προσαρμογή σε οριακά περιβάλλοντα. Έτσι σε περιπτώσεις που πρόκειται να καλλιεργηθούν μικρές σχετικά εκτάσεις εκτός του κύριου περιβάλλοντος του αραβόσιτου, η συνθετική ποικιλία αποτελεί την οικονομικότερη διέξοδο. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.8.3. Υβρίδια

Τα πρώτα εμπορικά υβρίδια παράχθηκαν και πωλήθηκαν στις αρχές του 1920. Από τότε η βιομηχανία παραγωγής σπόρου έχει εξελιχθεί.

Τα πρώτα υβρίδια που πουλήθηκαν εμπορικά ήταν σχεδόν αποκλειστικά διπλά υβρίδια.

Τα υβρίδια απλών διασταυρώσεων αποτελούν τώρα περίπου το 90 % του υβριδισμένου σπόρου που πωλείται στην Βόρεια Αμερική.

Τροποποιημένα απλά υβρίδια, τα οποία παράγονται με τη χρήση θηλυκού ή αρσενικού γονέα ως αποτέλεσμα διασταύρωσης συγγενών σειρών, χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς στην βιομηχανία παραγωγής σπόρου αραβοσίτου στη δεκαετία 1960 και αρχές 1970. Τα τριπλά υβρίδια (διασταύρωση μεταξύ απλού υβριδίου, θηλυκός γονέας, και καθαρής σειράς, αρσενικός γονέας) αποτελούν ένα μέρος του σπόρου που παράγεται. Σήμερα τα τροποποιημένα απλά υβρίδια και τα τριπλά υβρίδια αποτελούν το 10% της αγοράς. Τα διπλά υβρίδια παρόλο που κάποτε υπήρξαν σημαντικός παράγοντας στην αγορά, πλέον η χρησιμότητα τους έχει μειωθεί. Εκτιμάται ότι αποτελούν λιγότερο από 1 % της αγοράς (Wych, 1988).

Υπάρχουν ελάχιστες ντόπιες ποικιλίες στην Ελλάδα. Στην αρχή υπήρχαν τα διπλά υβρίδια και από το 1978 και τα απλά. Μέχρι το 1983 υπήρχαν μόνο ξένα υβρίδια (διαφόρων εταιριών), αργότερα και ελληνικά που είναι δημιουργίες του Ινστιτούτου Σιτηρών όπως: Άρης (πρωιμότερος) και Αλέξανδρος καθώς και τα νεότερα Απόλλων, Αθηνά και Δίας (όλα τύπου dent). Στην καλλιέργεια επικρατούν και σήμερα τα υβρίδια των ξένων εταιριών. Τα περισσότερα από τα σπουδαιότερα υβρίδια που καλλιεργούνται παγκοσμίως έχουν πολύ στενή γενετική βάση. Κυρίως στα απλά υβρίδια υπάρχει στενή σχέση μεταξύ μεγέθους του βιολογικού κύκλου και (αριθμός FAO), απαιτήσεων σε γονιμότητα εδάφους και αρδευτικών αναγκών, ύψος φυτών και αποδόσεων (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 1998).

Τα κυριότερα στάδια για τη δημιουργία τους είναι:

1. Δημιουργία καθαρών σειρών (επιλογή φυτών και αυτογονιμοποιήσεις μέχρι επαρκούς ομοζυγωτίας). Επίσης παραγωγή απλοειδών και διπλασιασμός χρωμοσωμάτων.
2. Μελέτη συνδυαστικής ικανότητας των σειρών με κοινό γονέα ευρείας γενετικής βάσης (εκτίμηση γενικής συνδυαστικής ικανότητας) ή με άλλες σειρές και μεταξύ τους (εκτίμηση ειδικής συνδυαστικής ικανότητας).
3. Παραγωγή υβριδισμένου σπόρου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υβριδίων:
 - A) Απλά (A*B). Είναι τα κυρίως χρησιμοποιούμενα σήμερα γιατί βρέθηκαν καθαρές σειρές με υψηλή παραγωγικότητα.
 - B) Τριών σειρών (A*B)*Γ. Πλεονεκτεί σε παραγωγή υβριδισμένου σπόρου γιατί ως μάνα χρησιμοποιεί το απλό υβρίδιο.

Γ) Διπλό υβρίδια: $(A*B)*(Γ*Δ)$. Πλεονεκτεί επίσης σε παραγωγή σπόρου.

Με n καθαρές σειρές παράγονται: $3n(n-1)(n-2)(n-3) / 24$ διπλά υβρίδια, γι' αυτό είναι δύσκολη η εκτίμηση της απόδοσης τους. Αυτή υπολογίζεται με το μέσο όρο των απλών υβριδίων που δεν συμμετέχουν στο συγκεκριμένο απλό. (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

Για να διευκολυνθεί η παραγωγή υβριδισμένου σπόρου χρησιμοποιείται η μέθοδος της κυτοπλασματικής αρρενοστεριότητας (ώστε να μη χρειάζεται αφαίρεση του άρρενος άνθους). Η αρρενοστεριότητα μεταφέρεται στην επιθυμητή καθαρή σειρά με επαναδιασταύρωση (μερικές φορές το περιβάλλον κάνει γόνιμα μερικά αρρενόστεια φυτά οπότε γίνονται ανεπιθύμητες διασταυρώσεις). (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998)

Για να εξασφαλιστεί η γονιμοποίηση του υβριδίου, χρησιμοποιείται:

1. Αρρενόστερο διπλό υβρίδιο οπότε σπέρνεται κατά το $1 / 2$ ή κατά το $1 / 3$ και το αντίστοιχο γόνιμο (αρρενόστερο το απλό υβρίδιο που χρησιμοποιείται ως μάνα).
2. Υβρίδιο 50 % γόνιμο (όπως παραπάνω, αλλά μία καθαρή σειρά που συμμετέχει στο απλό υβρίδιο που χρησιμοποιείται ως πατέρας έχει γονίδια επαναφοράς της γονιμότητας).
3. Υβρίδιο 100 % γόνιμο (και οι δυο γονείς του πατρικού απλού υβριδίου έχουν γονίδια επαναφοράς γονιμότητας).

(Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998)

1.8.4. Γνωρίσματα Για Βελτίωση

Οι βελτιωτές του αραβοσίτου επιλέγοντας για υψηλότερη απόδοση και αγρονομικά χαρακτηριστικά στα βελτιωτικά προγράμματα κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 χρόνων, όπως προκύπτει από σχετικές μελέτες, έχουν κάνει μεγάλη πρόοδο. Κατά τη διαδικασία αυτή έχουν γίνει αλλαγές και σε άλλα χαρακτηριστικά των νεότερων υβριδίων. Με αποτέλεσμα τα νεότερα υβρίδια να παρουσιάζουν υπεροχή σε διάφορα χαρακτηριστικά σε σύγκριση με τα παλαιότερα, όπως η επιμήκυνση της διάρκειας της περιόδου γεμίσματος του κόκκου, η βελτίωση της υγείας του φυτού κατά το τελευταίο στάδιο του βιολογικού του κύκλου και τη διατήρηση αποτελεσματικής φυλλικής επιφάνειας για περισσότερο

χρονικό διάστημα. Ο Crosbie (1982) υποθέτει ότι αυτή η αλλαγή πιθανόν να ερμηνεύεται ως βελτιωμένη σταθερότητα και μεγαλύτερη διάρκεια γεμίσματος κόκκου (Cavaliere and Smith, 1985).

Τα σπουδαιότερα γνωρίσματα για βελτίωση είναι η απόδοση, ποιότητα, προσαρμοστικότητα.

1. Απόδοση. Αφορά το προϊόν για το οποίο καλλιεργείται το καλαμπόκι (καρπός, χόρτο κ.τ.λ.). Είναι σύνθετος χαρακτήρας (ποσοτικό γνώρισμα).
2. Ποιότητα. Κυρίως αφορά την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, λάδι, ποιότητα αλεύρου.
3. Προσαρμοστικότητα. Αναφέρεται σε διάφορα γνωρίσματα, όπως:
 - Πρωιμότητα ή βλαστική περίοδος. Υπάρχουν τύποι που ωριμάζουν από 2 ως 11 μήνες και χρησιμοποιούνται αναλόγως της περιοχής και του επιθυμητού προϊόντος (για χλωρή τροφή γενικώς οψιμότεροι τύποι γιατί συγκομίζονται νωρίτερα).
 - Αξιοποίηση γονιμότητας εδάφους και υψηλών εισροών.(Το τελευταίο στοιχείο δεν ισχύει πλέον στα πλαίσια της εναλλακτικής Γεωργίας).
 - Αντοχή στο ψύχος (κυρίως για τα μεγάλα κύκλου), ξηρασία, υψηλές θερμοκρασίες, ασθένειες, έντομα πλάγιασμα).
 - Προσαρμογή στη μηχανοσυλλογή.
 - Κάλυψη σπάδικα με βράκτια (προστασία από έντομο και καιρικές συνθήκες). (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 1998).

1.8.5. Έμμεση Επιλογή Με Βάση Φυσιολογικά Χαρακτηριστικά

Η σταθερή αύξηση της απόδοσης των υβριδίων τα τελευταία χρόνια οφείλεται, όπως έχει ήδη αναφερθεί, στην βελτίωση με άμεση επιλογή της απόδοσης και μορφολογικών χαρακτηριστικών που έχουν υψηλή συσχέτιση με την απόδοση (π.χ. ευρωστία, πλάγιασμα, αντίσταση σε εχθρούς - ασθένειες κ.α.). Εκτός από την άμεση επιλογή, έχει συνεισφέρει και η έμμεση επιλογή με κριτήρια φυσιολογικά χαρακτηριστικό που έχουν υψηλά συντελεστή κληρονομικότητας (h^2). Επιλογή με κριτήριο τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά, όπως η φωτοσύνθεση, μπορούν να αυξήσουν την απόδοση γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά σε σχέση με την άμεση επιλογή για απόδοση (Hageman and Lambert, 1988).

Ένα κριτήριο επιλογής πρέπει να πληρεί τις εξής απαιτήσεις : I) την παρουσία γενετικής παραλλακτικότητας στο υλικό προς βελτίωση, II) το χαρακτηριστικό πρέπει να έχει υψηλή κληρονομικότητα, III) η διαδικασία της μέτρησης του χαρακτηριστικού πρέπει να είναι ακριβής, γρήγορη και απλή (μεγάλος αριθμός αναλύσεων χρειάζεται για τα συμβατικά βελτιωτικά προγράμματα), IV) το χαρακτηριστικό πρέπει να έχει υψηλή γενετική συσχέτιση με την απόδοση, V) το χαρακτηριστικό πρέπει να είναι κρίσιμο στον μεταβολισμό. (Γούλας και συνεργάτες, 1998).

Η φωτοσυνθετική ικανότητα στο καλαμπόκι, παρ' όλο που είναι χαρακτηριστικό με γενετική παραλλακτικότητα και τιμές h^2 που δικαιολογούν πρόοδο κατόπιν επιλογής, δεν βρέθηκε να σχετίζεται με την τελική απόδοση σε κανονικές συνθήκες. Αντίθετα το χαρακτηριστικό της φωτοσυνθετικής ικανότητας έχει σημασία σε συνθήκες καταπόνησης όπου μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη υψηλών και σταθερών αποδόσεων. Επομένως αυτό σημαίνει ότι η εκτίμηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας είτε άμεσα είτε έμμεσα θα μπορούσε να είναι ένα έμμεσο κριτήριο επιλογής (Γούλας και συνεργάτες, 1998).

Έχει αναφερθεί για την εκτίμηση της χλωροφύλλης η τιμή $h^2 = 0.75$ σε συνδυασμό με την αντίστοιχη $GCV = 14.3$ για οικογένειες S_1 που αποτελεί μια πρώτη ένδειξη για την δυνατότητα χρησιμοποίησης των τιμών SPAD ως έμμεσο κριτήριο επιλογής (Γούλας και συνεργάτες 1995).

1.9. ΑΠΟΔΟΣΗ

Η απόδοση στον αραβόσιτο πρωταρχικά καθορίζεται από το βάρος του σπάρδικα και τον αριθμό των κόκκων. Το βάρος του καρπού επηρεάζεται από τον ρυθμό και τη διάρκεια της περιόδου γεμίσματος του κόκκου. Κατά το μεγαλύτερο διάστημα της περιόδου αυτής η συσσώρευση του ξηρού βάρους γίνεται αρχικά με γραμμικό ρυθμό, ξεκινώντας 7 - 14 ημέρες μετά την εμφάνιση των μεταξιών. Σύμφωνα με τους Johnson και Tanner (1972), η συνολική περίοδος γεμίσματος του κόκκου μπορεί να διαχωριστεί στις εξής τρεις περιόδους: α) την περίοδο βραδύτητας, β) την περίοδο γεμίσματος του κόκκου, και γ) την περίοδο σταθεροποίησης της συσσώρευσης της ξηρής μάζας. Το γραμμικό μέρος της περιόδου, κατά το οποίο γίνεται η συσσώρευση του 5 – 95 % του ολικού βάρους του καρπού, ονομάζεται αποτελεσματική διάρκεια περιόδου γεμίσματος (EFPD) (Wood G. *et al*, 1999).

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η διάρκεια της περιόδου γεμίσματος του κόκκου έχει θετική συσχέτιση με την απόδοση (Wood G. *et al*, 1999).

Σημαντικό μέρος της διαφοράς στην απόδοση μεταξύ γενοτύπων καλαμποκιού μπορεί να αποδοθεί ευθέως σε διαφορές στην διάρκεια της αποτελεσματικής περιόδου γεμίσματος του κόκκου. Εξαιτίας αυτής της σχέσης με την απόδοση, μια προέκταση της αποτελεσματικής περιόδου γεμίσματος του κόκκου θα μπορούσε να παρουσιαστεί ως ενδεχόμενος αντικειμενικός στόχος βελτίωσης στον αραβόσιτο (Daynard, 1971).

Τις τελευταίες δεκαετίες η αύξηση στην απόδοση του αραβόσιτου έχει επιτευχθεί κυρίως μέσω επιμήκυνσης της περιόδου γεμίσματος του κόκκου και αύξησης της πυκνότητας του πληθυσμού (Guilin *et al*, 1999)

Η διάρκεια γεμίσματος στα νεότερα υβρίδια είναι μεγαλύτερη. Στον αραβόσιτο ξεκινάει στην άνθηση και συνεχίζει μέχρι τη φυσιολογική ωρίμανση και τον σχηματισμό του μαύρου στρώματος (Cavaliere and Smith, 1985). Η επιμήκυνση της περιόδου γεμίσματος του κόκκου είναι το αποτέλεσμα της καθυστέρησης της φυσιολογικής ωρίμανσης και λιγότερο της αλλαγής της ημερομηνίας άνθησης. Η φυσιολογική ωρίμανση συμβαίνει σε χαμηλότερη υγρασία

σπάδικα στα σύγχρονα υβρίδια, επιτρέποντας στα υβρίδια με μεγαλύτερη περίοδο γεμίσματος κόκκου να παραμένουν στην ίδια ομάδα ωρίμανσης (Guilin et al, 1999).

Σε αντίξοα περιβάλλοντα (ξηρασία ή κρύες συνθήκες κατά τη διάρκεια ωρίμανσης της καλλιέργειας) τα υβρίδια με σύντομη ωρίμανση συνήθως υπερτερούν στην παραγωγή αυτών με μεγάλη περίοδο ωρίμανσης (Guilin et al, 1999).

1.9.1. Το Άζωτο Των Φύλλων - Απόδοση

Η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα έχει δείξει ότι επηρεάζει την φυλλική επιφάνεια και τον ρυθμό φωτοσύνθεσης (και πιθανόν να σχετίζεται με χαρακτηριστικά γεμίσματος του κόκκου). (Wonsunk *et al*, 1999).

Οι λόγοι για τους οποίους το άζωτο των φύλλων μπορεί να επηρεάσει την απόδοση είναι ότι: α) Η αύξηση της προμήθειας αζώτου σχετίζεται με αύξηση της επιφάνειας και του βάρους των φύλλων, των καρβοξυλασών και της χλωροφύλλης (Hageman, 1988) β) Υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ συγκέντρωσης αζώτου και φωτοσυνθετικής δραστηριότητας (Hageman, 1988). Γενικά υψηλότερη περιεκτικότητα αζώτου σχετίζεται με υψηλότερους ρυθμούς μέγιστης φωτοσύνθεσης. Ο λόγος για αυτή την ισχυρή σχέση είναι η μεγάλη ποσότητα του οργανικού αζώτου των φύλλων, που φθάνει έως και το ποσοστό του 75 % και που βρίσκεται στους χλωροπλάστες και κυρίως στον φωτοσυνθετικό μηχανισμό (Poorter and Evans, 1998). γ) Η συγκέντρωση του αζώτου των φύλλων έχει συσχετισθεί θετικά με την απόδοση σε σπόρο δ) Η συμπληρωματική λίπανση βασίζεται συνήθως σε χημική ανάλυση του αζώτου των φύλλων και ε) Η επανακινητοποίηση του αζώτου των φύλλων (που σχετίζεται με τον γενετικά ελεγχόμενο γηρασμό του φύλλου) παρέχει επαρκή άζωτο για την φυσιολογική αύξηση και ανάπτυξη του καρπού (Hageman, 1988).

1.9.2. Διατήρηση Πράσινου Χρώματος - Απόδοση

Το άζωτο των φύλλων αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της χλωροφύλλης, η οποία είναι ο πρωταρχικός παράγοντας απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας που είναι απαραίτητη για την φωτοσύνθεση. Όταν το άζωτο είναι ανεπαρκές στα φυτά, το χρώμα των φύλλων αλλάζει σε ανοιχτό πράσινο ή κιτρινοπράσινο και το φύλλο πεθαίνει ξεκινώντας από την άκρη. (D' Croz-Mason and Lindauer, 1997).

Το χαρακτηριστικό της διατήρησης του πράσινου χρώματος των φύλλων στον αραβόσιτο σχετίζεται με τον μεταβολισμό του αζώτου στα φύλλα και έχει συνδεθεί με μακρύτερη περίοδο φωτοσύνθεσης και αυξημένη παραγωγή κόκκων. (D' Croz-Mason and Lindauer, 1997).

Πρόσφατα η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα του αραβοσίτου έχει δείξει ότι αποτελεί καλό δείκτη του χαρακτηριστικού διατήρησης του πράσινου των φύλλων (D' Croz-Mason and Lindauer, 1997).

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης έχει παρουσιαστεί σε κάποιες μελέτες ότι σχετίζεται με την απόδοση, ενώ άλλοι ερευνητές δεν βρήκαν καμία σχέση μεταξύ ολικής χλωροφύλλης και απόδοσης (Rajcan *et al*, 1999). Έχει αναφερθεί συσχέτιση μεταξύ επίπεδου συγκέντρωσης χλωροφύλλης στα φύλλα αραβοσίτου, εκτιμώμενο σε μονάδες spad, με την απόδοση με συντελεστή συσχέτισης $r^2 = 0.5$. Αναφέρεται επίσης ότι η απόδοση δεν εμφάνισε μεγάλη αύξηση πάνω από την ένδειξη 55 σε μονάδες spad (Ahmad *et al*, 1999). Οι Wood *et al*, (1992) βρήκαν σημαντική καμπυλόγραμμη σχέση μεταξύ ενδείξεων spad και συγκεντρώσεων αζώτου στους ιστούς στο στάδιο V10 και midsilik ($r^2 = 0.89 - 0.91$) και μεταξύ ενδείξεων spad και απόδοσης ($r^2 = 0.82 - 0.88$) (Wonsunk *et al*, 1999).

1.9.3. Ο Γηρασμός Του Φύλλου

Ο γηρασμός των φύλλων έχει οριστεί ως μια σειρά εκφυλιστικών αλλαγών οι οποίες οδηγούν στο θάνατο (Nooden, 1980). Η φύση του γηρασμού είναι πολύπλοκο και αναπόσπαστο μέρος της ανάπτυξης του φύλλου. Έχει θεωρηθεί ευρέως ότι ο γηρασμός είναι μια διαδικασία καθοριζόμενη και καθοδηγούμενη γενετικά. Μέχρι τώρα έχουν αναγνωριστεί 6 ευρείς κατηγορίες γονιδίων που σχετίζονται με τον γηρασμό.

Παρόλο που τα συμπτώματα του γηρασμού έχουν εξερευνηθεί εκτενώς, οι εμπλεκόμενες διαδικασίες δεν έχουν κατανοηθεί πολύ καλά. Το πιο ορατό χαρακτηριστικό της γήρανσης του φύλλου είναι η αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε κίτρινο ή κόκκινο. Το χρώμα αλλάζει διότι η χλωροφύλλη μειώνεται γρηγορότερα από τα καροτενοειδή και / ή μέσω της σύνθεσης κόκκινης ή μοβ ανθοκυανίνης. Επομένως, η εξαφάνιση της χλωροφύλλης έχει κοινώς χρησιμοποιηθεί ως ένα σύμπτωμα του γηρασμού των φύλων. (Rajcan *et al*, 1999).

Επιπλέον η συσσώρευση ή η εξάντληση των τελικών προϊόντων της φωτοσύνθεσης (π.χ. υδατάνθρακες) σε φύλλα και μίσχους του αραβοσίτου σχετίζονται με γηρασμό του φύλλου και λαμβάνονται ως συμπτώματα του γηρασμού των φύλλων. (Rajcan *et al*, 1999).

Ο χρόνος εμφάνισης των συμπτωμάτων του γηρασμού ποικίλει πολύ μεταξύ γενοτύπων μέσα σ' ένα είδος. Ο γηρασμός του φύλλου συμβαίνει σε τιμές spad 25 - 30 (Rajcan *et al*, 1999).

1.9.4. Μέτρηση Της Χλωροφύλλης Των Φύλλων

Η παραδοσιακή μέθοδος εξαγωγής και μετατροπής σε ποσότητα της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης είναι ταυτόχρονα εργαστηριακή και καταστρεπτική. Η εταιρία Μινόλτα ανέπτυξε ένα μικρό φορητό όργανο μέτρησης το οποίο καλείται χλωροφυλλόμετρο SPAD - 502 με τη χρήση του οποίου καταγράφονται στιγμιαία ενδείξεις της χλωροφύλλης των φύλλων χωρίς αυτά να καταστρέφονται (Guilin *et al*, 1999.).

Το SPAD - 502 μετράει την ποσότητα της χλωροφύλλης στο φύλλο, που σχετίζεται με την ένταση του πράσινου χρώματος του φύλλου, με τη διαβίβαση φωτός από διόδους που εκπέμπουν φως μέσω ενός φύλλου στα μήκη κύματος 650 - 940 nm. Έχει την τάση να ομαλοποιεί την ένδειξη για μεταβλητές, όπως το πάχος του φύλλου και ιδιότητες ανάκλασης της επιδερμίδας του φύλλου, που δεν σχετίζονται άμεσα με τη συγκέντρωση χρωστικών ουσιών (Adamsen *et al*, 1999).

Οι ενδείξεις σε μονάδες SPAD δείχνουν τη σχετική περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη. Μετρήσεις με το χλωροφυλλόμετρο δίδουν καλές εκτιμήσεις της πρασινάδας των φύλλων, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανίχνευση ανεπάρκειας αζώτου κατά την καλλιεργητική περίοδο (Bullock and Anderson, 1998). Από το ερευνητικό έργο 91 ΕΔ 392, μεταξύ άλλων, προέκυψε ότι η χρήση του χλωροφυλλόμετρου SPAD - 502 είναι μια εύκολη και χρήσιμη μέθοδος για τον προσδιορισμό της ικανότητας των γενοτύπων να φωτοσυνθέτουν και να αξιοποιούν το άζωτο κατά την διάρκεια της αύξησης και της ανάπτυξης του φυτού (Γούλας και συνεργάτες, 1996). Έχει αναφερθεί μεγάλη σχέση ($r = 0,98$) μεταξύ απορρόφησης της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας από τα φύλλα αραβοσίτου και των ενδείξεων του χλωροφυλλόμετρου (Guilin *et al*, 1999.). Έχει αναφερθεί επίσης ότι υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ ενδείξεων χλωροφύλλης και πραγματικής περιεκτικότητας των φύλλων σε άζωτο (Wonsunk *et al*, 1999, Ahmad *et al*, 1999, Peng *et al*, 1996, Wood *et al*, 1992) καθώς επίσης και σημαντική συσχέτιση ($r^2 = 0.98$) μεταξύ απορρόφησης από τα φύλλα προσπιπτόντων φωτονίων στην περιοχή της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας και των ενδείξεων του χλωροφυλλόμετρου σε μονάδες spad (Earl and Tollenaar, 1997).

1.10. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

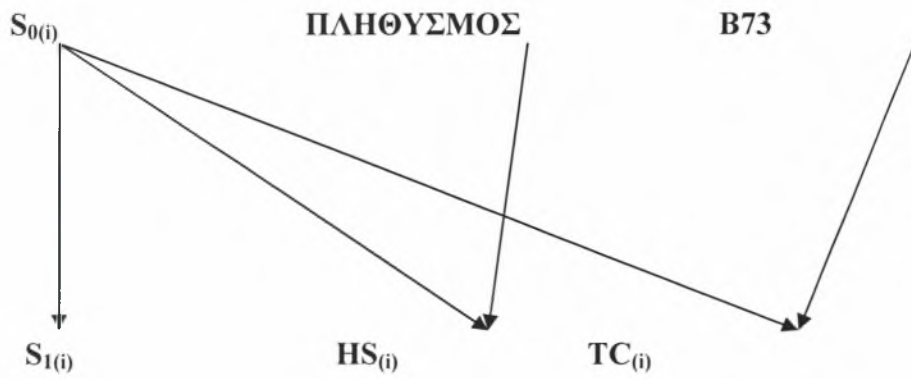
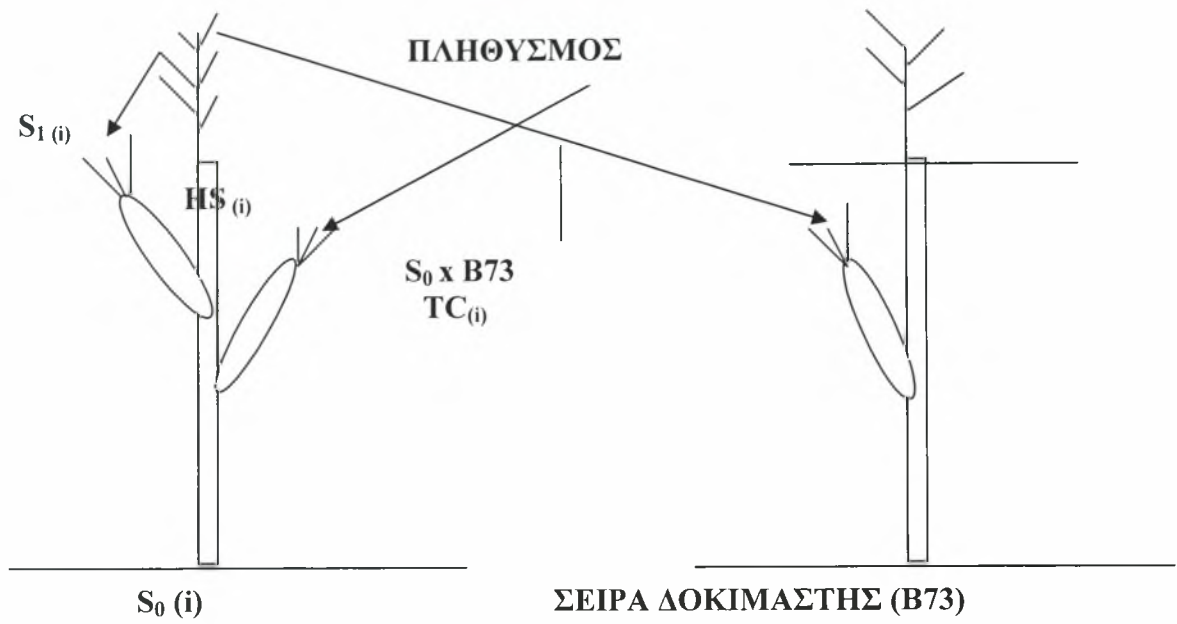
Σκοπός της εργασίας είναι : I) ήταν η μελέτη της παραλλακτικότητας μεταξύ των 13 θυγατρικών πληθυσμών καλαμποκιού και του μητρικού πληθυσμού C₀ από τον οποίο προήλθαν καθώς επίσης και ανάμεσα στους 13 αυτούς θυγατρικούς και στα δυο εμπορικά υβρίδια – μάρτυρες (ELEONORA και COSTANZA) σε μία εποχή σποράς, και II) ο έλεγχος της ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ της περιεκτικότητας της χλωροφύλλης των φύλλων αραβοσίτου, εκτιμούμενη σε μονάδες spad, με την τελική απόδοση.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1.α. Γενετικό Υλικό

Το γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία, προήλθε από ερευνητικό πρόγραμμα του Εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Γούλας και συνεργάτες, 1996). Κατά τη διάρκεια του προγράμματος μελετήθηκε βελτιωτική μεθοδολογία βασισμένη στη συνδυασμένη αξιολόγηση τριών τύπων οικογενειών S_1 , HS και TC σε συνθήκες μειωμένης αζωτούχου λίπανσης με σκοπό τη βελτίωση του πληθυσμού και την ταυτόχρονη δημιουργία γενετικού υλικού για άμεση αξιοποίηση σε προγράμματα δημιουργίας απλών υβριδίων καλαμποκιού.

Ως γενετικό υλικό έναρξης χρησιμοποιήθηκε ο πληθυσμός καλαμποκιού GR-OP-322 δημιουργία του Ινστιτούτου Σιτηρών. Ο πληθυσμός προέκυψε μετά από τρεις γενεές Μαζικής Επιλογής για απόδοση και τα φυτά του, χαρακτηρίζονται από πολυδημία και οδοντόμορφο τύπο σπόρων. Κάθε ένας από τους 160 S_0 γενοτύπους αντιπροσωπεύθηκε από τρεις τύπους απογόνων: των ετεροθαλλών (HS) των αυτογονιμοποιούμενων (S_1) και αυτών από διασταύρωση δοκιμής (TC) με την καθαρή σειρά B73 ($S_0 \times B73$). Συγκεκριμένα οι αρσενικές ταξιανθίες του δοκιμαστή αφαιρέθηκαν κατά την έκπτυξη και πριν την άνθηση. Στα πολύδημα φυτά του πληθυσμού (Γενότυποι S_0) αυτογονιμοποιήθηκε ο πρώτος σπάδικας ώστε να προκύψει μια ομομεικτική οικογένεια πρώτη γενεά (S_1) ενώ συγχρόνως γύρη από το ίδιο φυτό μεταφέρθηκε σε δύο φυτά της καθαρής σειράς δοκιμαστή δίνοντας έτσι μια οικογένεια TC που στην πραγματικότητα ήταν το υβρίδιο Καθαρή σειρά $\times S_0$. Ο δεύτερος σπάδικας των S_0 γενοτύπων διασταυρώθηκε με γύρη από τον πληθυσμό (μείγμα γύρης τουλάχιστον 50 φυτών του πληθυσμού) και έδωσε την ετεροθαλική οικογένεια (HS). Έτσι κάθε φυτό $S_0(i)$ του πληθυσμού αντιπροσωπεύθηκε από τους τρεις τύπους οικογενειών $S_1(i)$, HS(i), TC(i) όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2: Δημιουργία τύπων οικογενειών και γενετική συγγένεια μεταξύ τους

Με βάση τα δεδομένα από την συνδυασμένη αξιολόγηση των τριών τύπων απογόνων στη C_0 γενεά προέκυψαν οι παράγωγοι C_1 πληθυσμοί : $C_1 (HS / S_1)$, $C_1 (S_1 / TC)$, $C_1 (HET_1)$, $C_1 (HS / TC)$, $C_1 (HS / S_1 / TC)$ (Γούλας και συνεργάτες, 1996) ήταν το γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Ειδικότερα το ως επί το πλείστον γενετικό υλικό της εργασίας ήταν η C_1 γενεά που προέκυψε από ανασυνδυασμό των επιλεγμένων γενοτύπων (S_1 υπόλοιπου σπόρου) με βάση την αξιολόγηση δύο ή τριών τύπων απογόνων όπως συντομογράφεται στην παρένθεση.

- A. $C_1 (S_1 / HS)$:** Συνδυασμένη αξιολόγηση S_1 και HS οικογενειών (HS / S_1)
- B. $C_1 (S_1 / TC)$:** Συνδυασμένη αξιολόγηση S_1 και TC οικογενειών (S_1 / TC)
- Γ. $C_1 (HET_1)$:** Επιλογή γενοτύπων που είχαν υψηλή ετερωτική συμπεριφορά (HET_1)
- Δ. C_0 :** πληθυσμός έναρξης (βασικός).
- E. $C_1 (HS / TC)$:** Συνδυασμένη αξιολόγηση HS και TC οικογενειών (HS / TC)
- ΣΤ. $C_1 (HS / S_1 / TC)$:** Συνδυασμένη αξιολόγηση S_1 , HS και TC οικογενειών (HS / S_1 / TC) (Γούλας και συνεργάτες, 1996).

2.1.β. Πληθυσμοί

Χρησιμοποιήθηκαν 16 πληθυσμοί, όπως φαίνονται στον Πίνακα 1 :

Πίνακας 1 : Οι Χρησιμοποιούμενοι Πληθυσμοί Κατά Αύξων Αριθμό

ΑΥΞΩΝ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ	ΟΝΟΜΑΤΑ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ
1	GR-OP-322
2	98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)
3	98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)
4	98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)
5	98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)
6	98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)
7	C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)
8	C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)
9	C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)
10	C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)
11	C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)
12	C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)
13	COM-1 LAB/Ev-HI TEM (35 ⁰ C) (GR-OP-322/12)
14	COM-2 LAB/Ev-LOW TEM (14 ⁰ C) (GR-OP-322/13)
15	ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA
16	ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA

Μεταξύ των προς εξέταση πληθυσμών καλαμποκιού, διακρίνονται οι πληθυσμοί με αύξοντες αριθμούς 2 – 6 οι οποίοι επιλεχθήκαν για προσαρμοστικότητα κάτω από συνθήκες μειωμένων εισροών σε άζωτο (N), οι πληθυσμοί με αύξοντες αριθμούς 7 – 12 οι οποίοι προήλθαν από αξιολόγηση τριών τύπων απογόνων, οι πληθυσμοί 13 και 14 για ανθεκτικότητα σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, ο 1 που αποτελεί τον αρχικό πληθυσμό και οι 15, 16 δηλαδή τα δυο υβρίδια που αποτελούν τους μάρτυρες σύγκρισης: Τα προτεινόμενα υβρίδια από τη λίστα της Pioneer Hellas: Eleonora και Costanza, έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

✚ Χαρακτηριστικά υβριδίου Eleonora :

FAO = 670

Ημερομηνία για φυσιολογική ωρίμανση = 130

Έχει μεγάλη προσαρμοστική ικανότητα σε μεγάλο εύρος κλιματικών και εδαφικών συνθηκών. Αγρονομικά είναι το πληρέστερο υβρίδιο στην Ελλάδα (έντονο stay green, γρήγορο dry down, ισχυρό ριζικό σύστημα και στέλεχος, εξαιρετική ποιότητα καρπού και ενσιρώματος, μικρή σχετικά αρνητική επίπτωση προσβολής από πυραλίδα και σεζάμια στην απόδοση του).

✚ Χαρακτηριστικά υβριδίου Constanza :

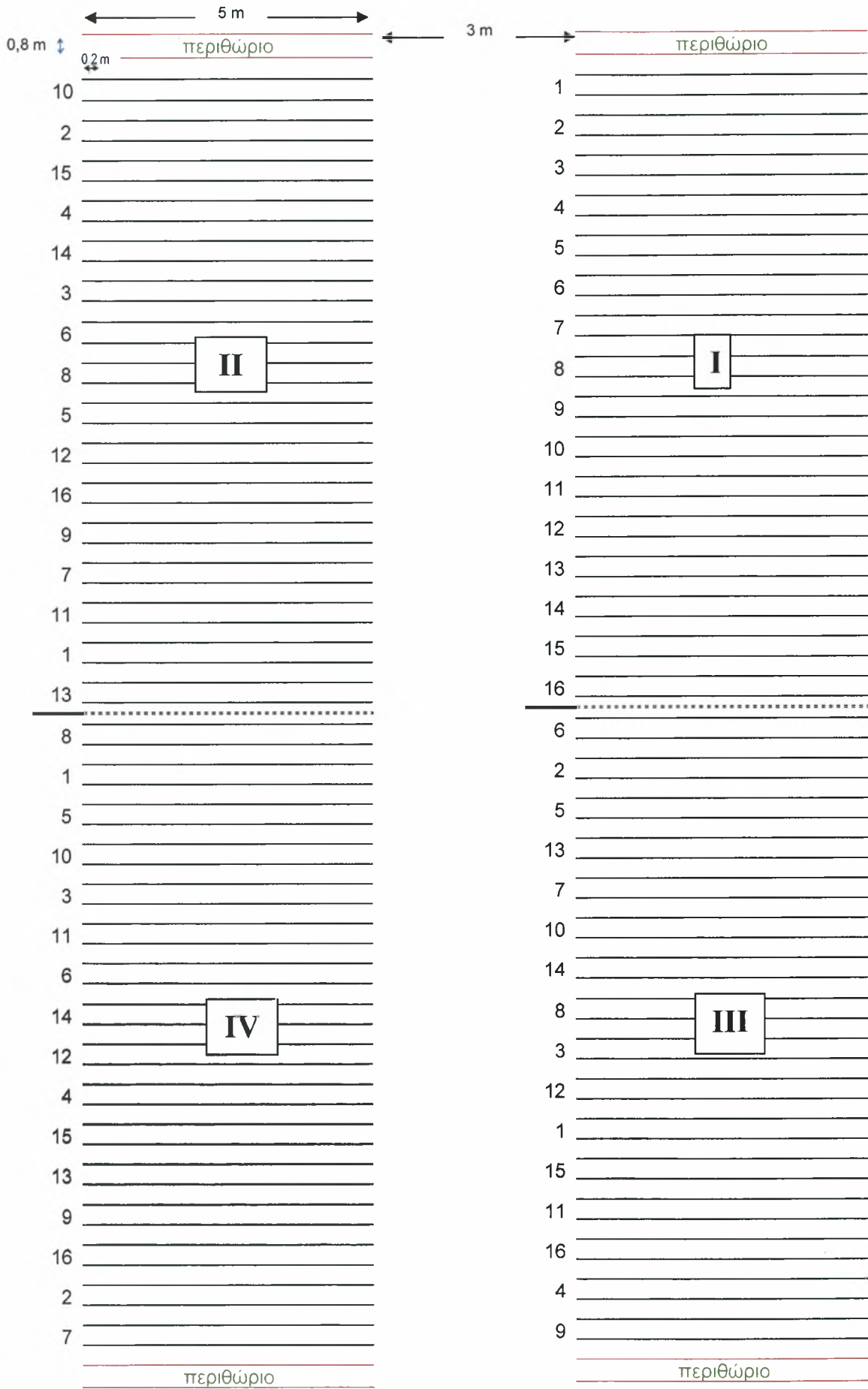
FAO = 650

Ημερομηνία για φυσιολογική ωρίμανση = 123

Είναι ικανό για υψηλές στρεμματικές αποδόσεις με χαμηλή υγρασία συγκομιδής. Έχει το ισχυρότερο ριζικό σύστημα και προτιμάει βαθιά, γόνιμα εδάφη.

2.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Το πείραμα έλαβε χώρα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο την καλλιεργητική περίοδο 2002. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 24 και 25 Απριλίου του 2002 σε όρχους. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες τεμαχίων (Randomized Complete Blocks - RCB) με 4 Επαναλήψεις και 16 Πληθυσμοί X 4 Επαναλήψεις = 64 Πειραματικά Τεμάχια (Μεταχειρίσεις). Το σχέδιο σποράς φαίνεται παρακάτω στο Σχήμα 3 .



Σχήμα 3 : Σχέδιο Αγρού

Η σπορά έγινε με το χέρι, σε όρχους με την τοποθέτηση 4 σπορών ανά όρχο. Η χρησιμοποίηση ενός μεγάλου αριθμού σπορών έγινε εξ' αιτίας της ηλικίας των σπορών, σε μια προσπάθεια να υπάρξει καθολική βλάστηση σε όλες τις θέσεις, χωρίς κενά. Κάθε τεμάχιο αποτελούνταν από 2 γραμμές σποράς και 50 όρχους (25 πάνω σε κάθε γραμμή) και καταλάμβανε έκταση: 1.6 m X 5 m . Η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 0,8 m και πάνω στην γραμμή 0,2 m. Συνολικά, χρησιμοποιήθηκαν 12800 σπόροι για την προσπάθεια επίτευξης παρουσίας 3200 φυτών (5970 φυτά / στρέμμα) και στις 4 επαναλήψεις (50 φυτά ανά τεμάχιο X 16 Πληθυσμοί X 4 Επαναλήψεις). Στο σχέδιο αγρού απεικονίζεται επίσης η τυχαιοποίηση που εφαρμόστηκε. Οι αριθμοί 1 – 16 αντιστοιχούν στους αύξοντες αριθμούς των πληθυσμών, σύμφωνα με τον *Πίνακα 1*.

Για την αποφυγή επιπλέον επιδράσεων περιβάλλοντος φυτεύτηκαν περιθωριακές γραμμές εκατέρωθεν των επαναλήψεων I, III και II, IV όπως φαίνεται στον *Πίνακα 1*. Οι περιθωριακές αυτές γραμμές συνέβαλαν στην προστασία των πειραματικών τεμαχίων και συνεπώς την μεγαλύτερη ακρίβεια των παρατηρήσεων.

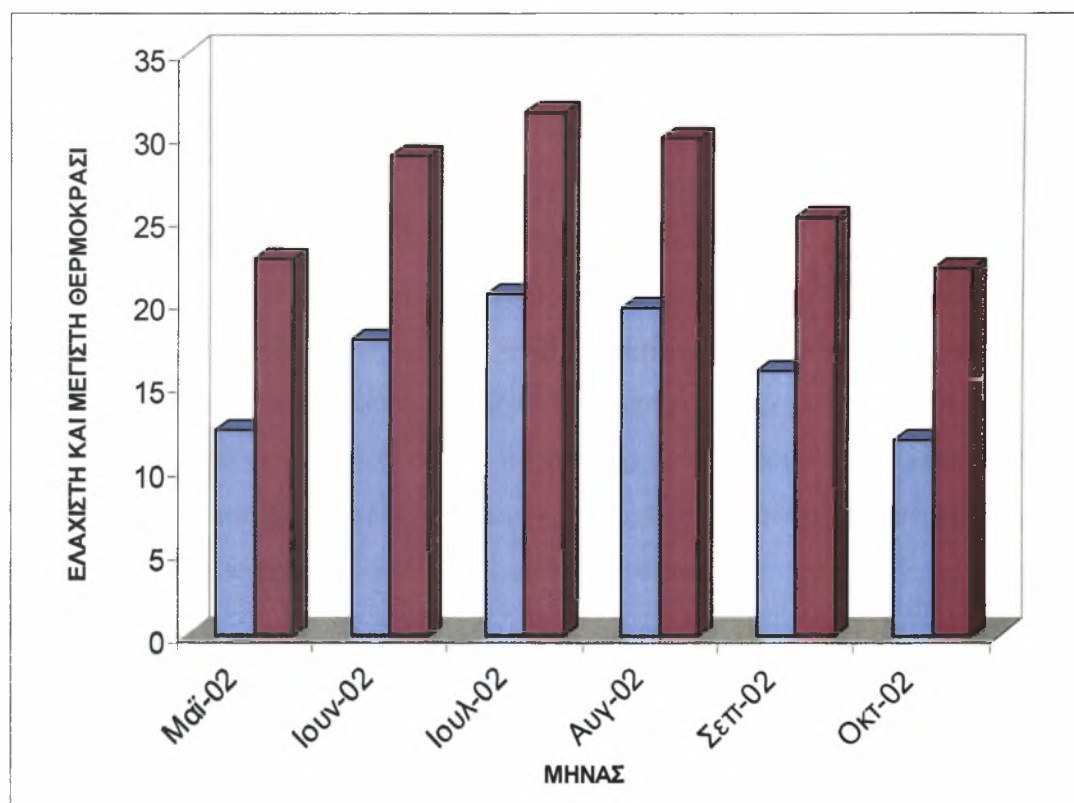
Ο τύπος του εδάφους ανήκει στην κατηγορία Xerochrepts των Inceptisols (Μητσιοσ,). Το πορώδες του εδάφους είναι πολύ καλά ανεπτυγμένο και επιτρέπει τον αερισμό του εδάφους και την απομάκρυνση των πλεοναζόντων υδάτων. Ο βαθμός οξύτητας είναι αλκαλικός κάτω όμως από τα όρια επικινδυνότητας.

Πριν την σπορά έγιναν οι ακόλουθες καλλιεργητικές εργασίες. Αρχικά έγινε βαθιά άροση και στη συνέχεια δυο φρεζαρίσματα. Ακολούθησε βασική λίπανση που περιελάμβανε 11 kg/στρ. άζωτο (N), 5 kg/στρ. φώσφορο (P) και 2,5 kg/στρ. κάλιο (K). Στη συνέχεια έγινε μια εφαρμογή ζιζανιοκτόνου στο στάδιο των τριών φύλλων του καλαμποκιού με το σκεύασμα Lasso AT SC. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου έγιναν τρία σκαλίσματα ώστε ο πειραματικός αγρός να διατηρηθεί καθαρός από ζιζάνια για να αποφευχθεί ο αλλοανταγωνισμός μεταξύ καλαμποκιού και ζιζανίων. Η άρδευση έγινε με σύστημα στάγδην κάθε 8 ημέρες περίπου. Η τελευταία άρδευση έγινε στα τέλη Αυγούστου.

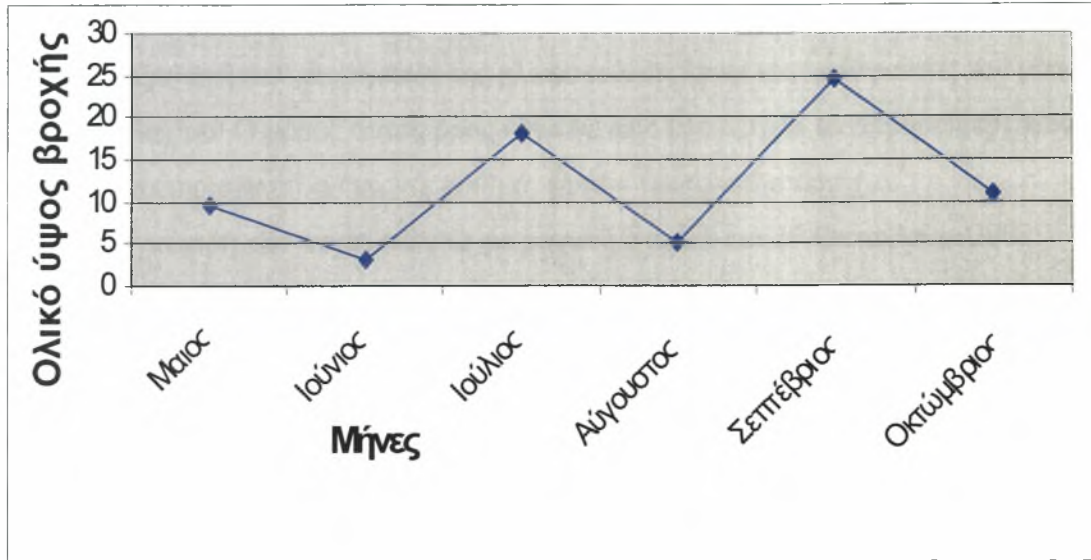
Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν κατά την διάρκεια του πειράματος φαίνονται στον *Πίνακα 2* και στα: *Διαγράμματα II* και *III*. (Τα δεδομένα πάρθηκαν από το Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Βόλου).

Μ.Ο	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος
T_{max} (°C)	22.7 (18.3-27.7)	28.8 (24-33.4)	31.4 (24.8-37)	29.9 (23.1-35.3)	25.1 (18.6-28.8)	22.1 (17.8-24.7)
T_{min} (°C)	12.3 (8.7-17.5)	17.8 (12.9-23.1)	20.5 (17-24.9)	19.7 (16.3-25.3)	15.9 (12.4-18.5)	11.7 (5-17.2)

Πίνακας 2: Μέσοι όροι της μέγιστης ελάχιστης θερμοκρασίας και εύρος αυτών ανά μήνα.



Διάγραμμα II : Ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία ανά μήνα



Διάγραμμα III: Διάγραμμα του ύψους βροχής (mm) ανά μήνα

Οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές, το φύτευμα και η πρώτη ανάπτυξη κανονική. Το φύτευμα είχε ήδη ολοκληρωθεί στις 19 Μαΐου του 2002. Ένα δεκαήμερο περίπου μετά το πέρας του φυτρώματος έγινε ένα σκάλισμα. 4 ημέρες αργότερα έγινε αραίωμα στους όρχους. Έγιναν 2 ποτίσματα στις 5 Ιουνίου και ένα μήνα αργότερα.

Λόγω του γεγονότος ότι η βλάστηση των φυτών είχε περατωθεί χωρίς να υπάρχουν φυτά σε όλους τους όρχους, στις 30 Μαΐου έγινε καταμέτρηση των όρχων στους οποίους φύτεψαν φυτά. Κατόπιν, περίπου 2 εβδομάδες αργότερα, έγινε αραίωμα των φυτών στους όρχους, με τα φυτά να βρίσκονται στο κατάλληλο στάδιο για την εργασία αυτή. Αποτέλεσμα αυτού ήταν τελικά η ύπαρξη στον πειραματικό αγρό αριθμού φυτών ίσο με 2811 (5244 φυτά / στρέμμα).

2.3.1. Παρατηρήσεις

Η διεξαγωγή των μετρήσεων της χλωροφύλλης έγινε καταγράφοντας τον μέσο όρο κάθε τεμαχίου. Ο μέσος αυτός όρος έβγαινε από ένα δείγμα αντιπροσωπευτικών, τόσο σε χαρακτηριστικά όσο και σε αριθμό, φυτών για το κάθε τεμάχιο.

Η συγκομιδή των καρπών έγινε με μηχανή στις 25 και 29 Οκτωβρίου 2002.

Οι μετρήσεις που έγιναν αφορούσαν :

- ↓ Όρχει στους οποίους φύτεψαν φυτά (φυτρωτικότητα)
- ↓ Το σύνολο των φυτών που παρέμειναν μετά το αραίωμα
- ↓ Τις ημερομηνίες κατά τις οποίες είχε συμπληρωθεί η άνθηση του 50 % του αριθμού των φυτών για κάθε πειραματικό τεμάχιο ξεχωριστά, τόσο για τις αρσενικές όσο και για τις θηλυκές ταξιανθίες
- ↓ Την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων σε τέσσερις ημερομηνίες στις 9/6/2002 η οποία αντιστοιχεί στο βλαστικό στάδιο των φυτών και πιο συγκεκριμένα στο στάδιο των 10 φύλλων, στις 22/7/2002 κατά την διάρκεια της άνθησης, στις 5/8/2002, 15 δηλαδή ημέρες μετά την άνθηση (γέμισμα κόκκου – αρχικό στάδιο) και στις 25/8/2002, 35 ημέρες μετά την άνθηση (γέμισμα κόκκου – τελικό στάδιο).
- ↓ Η απόδοση του κάθε τεμαχίου ξεχωριστά

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τις αποδόσεις διορθώθηκαν στη συνέχεια για υγρασία 15,5 % με βάση τη σχέση :

$$\text{Βάρος για 15,5 \% Υγρ} = \text{Βάρος Τεμαχίου} * [1 - (\text{υγρασία τεμαχίου} - 15,5) / 84,5] \quad (1)$$

Κατόπιν η προκύπτουσα απόδοση διορθώθηκε και για 50 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο σύμφωνα με τη σχέση :

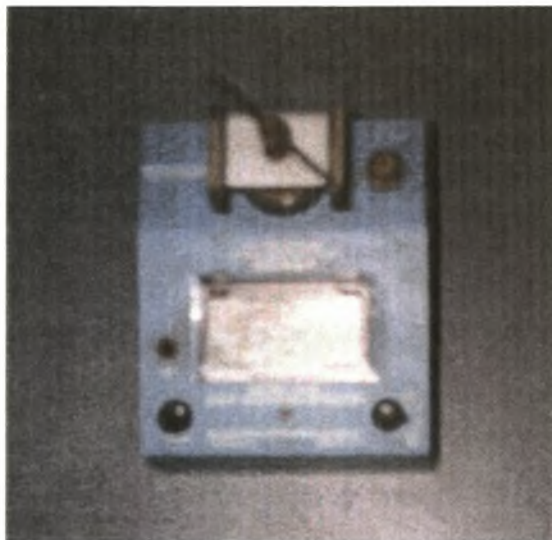
$$\text{Απόδοση για 50 φυτά / τεμάχιο} = \text{Διορθωμένη Απόδοση για Υγρασία} * [1 + (a*0,7) / (A - a)] \quad (2), \text{ όπου } A = 50 \text{ φυτά και } a = \text{αριθμός κενών}$$

2.3.2. Όργανα Μέτρησης

Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα όργανα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη λήψη των διαφόρων μετρήσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος:



Εικόνα 1 : Ζυγός Ακριβείας (2 δεκάδων)



Εικόνα 2 : Υγρασιόμετρο



Εικόνα 3 : SPAD - 502

Ένας μεγάλος αριθμός τυχαίων παρατηρήσεων πρέπει να αθροιστεί και να ληφθεί ο μέσος όρος τους ώστε να μειωθεί η διακύμανση και να έχουν νόημα οι στατιστικές συγκρίσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων. Έχει αναφερθεί μια ανησυχία σχετικά με την επαναλαμβανόμενη λήψη μετρήσεων από τα ίδια φύλλα, σχετικά με το γεγονός ότι είναι δυνατόν αυτό να επηρεάσει τη φυσιολογική λειτουργία τους. Η διαδικασία μέτρησης είναι ως ακολούθως: το προεξέχον τμήμα του οργάνου SPAD – 502, το ποιο αποτελεί και τον αισθητήρα αυτού, κρατάει σφιχτά το φύλλο έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η μέτρηση. Εξαιτίας της φυσικής επαφής του οργάνου με το φύλλο, κάποια φθορά είναι αναπόφευκτη, και είναι πιθανό να οδηγήσει σε απώλεια του φύλλου νωρίτερα από το φυσιολογικό (Adamsen *et al*, 1999).

Σε αυτό το πείραμα, κάθε τιμή-ένδειξη του οργάνου που καταγραφόταν στο τετράδιο παρατηρήσεων για κάθε ένα τεμάχιο ξεχωριστά, προέκυπτε ως μέσος όρος από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 30 περίπου φυτών. Τα φύλλα που έδωσαν τις μετρήσεις ήταν τα τρία κοντινότερα στον σπαδικα, σε σημεία γύρω από τα 2 / 3 της βάσης του φύλλου. Η θέση αυτή τηρήθηκε σε όλες τις μετρήσεις και όλες τις επαναλήψεις, ώστε να είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων, λαμβάνοντας υπόψη

πως οι τιμές που δείχνει το όργανο επηρεάζονται τόσο από τη θέση του φύλλου όσο και από το μέρος του φυτού που έχει επιλεγθεί να μετρηθεί.

2.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ & ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας των παρατηρήσεων έγινε με το πρόγραμμα MSTATC (Παράρτημα). Υπολογίστηκε η ελάχιστη σημαντική διάφορα, Ε.Σ.Δ., σε όσες από τις περιπτώσεις εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των πειραματικών τεμαχίων (Φασούλας, 1979).

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV εκφράζει την επί τοις εκατό απόκλιση του μέσου όρου και δίνει ένα σχετικό μέτρο της παραλλακτικότητας στο δείγμα (Γούλας, 1998)

Η συσχέτιση (correlation) των μετρήσεων της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη των φύλλων με την απόδοση έγινε στον H / Y, με το πρόγραμμα excel, όπως και τα γραφήματα που την αποδίδουν.

Κατά την προσπάθεια απόδοσης της συµµεταβολής στην απόδοση των ατομικών φυτών με την περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα τους σε διάφορα στάδια, από ένα διάχυτο διάγραμμα ζευγών των τιμών και τη διασπορά των σημείων σ' ένα σύστημα συντεταγμένων, εκτιμήθηκαν οι συντελεστές της εξίσωσης της οποίας η γραμμή εγγίζει περισσότερο τα διάφορα σημεία. Ως καταλληλότερη εξίσωση κρίνεται αυτή που αντιπροσωπεύει την γραμμή για την οποία οι αποκλίσεις των σημείων από αυτή γίνονται μικρότερες. Όταν πρόκειται να εκτιμήσουμε πόσο καλά μια εξίσωση προσαρμόζεται στα δεδομένα, παίρνουμε το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης, δηλαδή r^2 , το οποίο προς διάκριση ονομάζεται συντελεστής προσδιορισμού (Φασούλας, 1979).

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι ο λόγος της παραλλακτικότητας που οφείλεται στη συµµεταβολή των παραγόντων προς τη συνολική παραλλακτικότητα. Επομένως ο συντελεστής αυτός έχει συγκεκριµένη έννοια, διότι μας λέει τι ποσοστό από τη συνολική παραλλακτικότητα μπορεί να εξηγηθεί από την ύπαρξη της συνάρτησης (Φασούλας, 1979).

Οι τιμές του βάρους των καλαμποκιών διορθώθηκαν για υγρασία 15,5 % έτσι ώστε οι συγκρίσεις των αποδόσεων να αναφέρονται στο ίδιο επιθυμητό επίπεδο υγρασίας και εν συνεχεία για 50 φυτά / τεμάχιο, με σκοπό επίσης οι αποδόσεις να έχουν σημείο αναφοράς τον ίδιο αριθμό φυτών σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στους πίνακες που ακολουθούν, αναλύονται στατιστικώς τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τις μετρήσεις των σχετικών παραγωγικών χαρακτηριστικών και τα οποία λειτουργούν ως μέτρο σύγκρισης μεταξύ: **i)** του πληθυσμού έναρξης GR-OP-322 (Co) και των θυγατρικών αυτού αλλά και **ii)** μεταξύ των δυο εμπορικών υβριδίων ELEONORA και COSTANZA και των πληθυσμών οι οποίοι προέκυψαν από τον Co.

Αντικειμενικός σκοπός αυτής της διαδικασίας ήταν η διερεύνηση και η αναζήτηση τυχόν θυγατρικών πληθυσμών οι οποίοι υπερέχουν ή παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε κάποιο από τα παραγωγικά τους χαρακτηριστικά σε σχέση με τον μητρικό ή τα εμπορικά υβρίδια.

Στον Πίνακα 3, γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης της παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό της απόδοσης των πληθυσμών, σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν από τα πειραματικά τεμάχια.

Πίνακας 3: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών με βάση τις τιμές του πειραματικού τεμαχίου για το χαρακτηριστικό της απόδοσης

Απόδοση	
Kgr/στρ.	
1. GR-OP-322	668,500 ± 65,32
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	645,375 ± 72,90
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	668,750 ± 90,45
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	618,125 ± 58,27
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	832,000 ± 87,02
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	742,625 ± 76,67
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	666,750 ± 112,40
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	658,375 ± 51,46
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	691,750 ± 134,12
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	848,125 ± 43,42
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	727,500 ± 101,76
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	846,625 ± 209,99
13. COM-1 LAB/Εν-HI TEM (35 ⁰ C) (GR-OP-322/12)	731,250 ± 140,55
14. COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14 ⁰ C) (GR-OP-322/13)	702,625 ± 232,29
15. ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA	780,625 ± 185,56
16. ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA	779,375 ± 144,96

Γενικός Μέσος Όρος	725,52
CV	16,39 %
F test	ns
ΕΣΔ	-

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό της τελικής απόδοσης με βάση την ολική απόδοση του τεμαχίου (πίνακας 3), δεν έδειξε ότι υπήρξε διαφορά που να μπορεί με βεβαιότητα ποσοστού 95 % να ειπωθεί ότι ήταν στατιστικώς σημαντική, μεταξύ των 13 θυγατρικών πληθυσμών και του μητρικού ή ανάμεσα στους 13 θυγατρικούς και τα εμπορικά υβρίδια.

Παρόλα αυτά όμως, μολονότι οι διαφορές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές, σημειώνεται ότι από την ανάλυση της παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό της απόδοσης, προέκυψε ότι υπήρξε σημαντικότητα η οποία πλησίαζε το 90 %, αφού στη συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρήθηκε σημαντικότητα της τάξεως του 87 %. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιθανό να προκύψουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζητούμενων πληθυσμών, αν το πείραμα πραγματοποιηθεί και σε άλλη περιοχή ή αν επαναληφθεί μια άλλη χρονία ή αν γίνει και για μια άλλη εποχή σποράς.

Γι αυτόν ακριβώς τον λόγο, και μολονότι δεν διαπιστώθηκε στατιστικώς σημαντική διάφορα για επίπεδο σημαντικότητας 95 %, αλλά σημαντικότητα (στα όρια του 90 %) που πλησίαζε και άφηγε περιθώρια και υπόνοιες για την ενδεχόμενη ύπαρξη πραγματικά στατιστικώς σημαντικών διαφορών, θα γίνει στη συνέχεια ένας σχολιασμός και διερεύνηση των αποτελεσμάτων.

i) Σύγκριση με Co : Από τους μέσους όρους φάνηκε ότι όλοι σχεδόν οι πληθυσμοί ήταν καλύτεροι σε απόδοση από τον μητρικό GR-OP-322 (εκτός από τους 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10) και 98C₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)). Ο πληθυσμός C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2) έδωσε την μεγαλύτερη απόδοση από όλους τους άλλους με μια διαφορά από τον μητρικό (Co) της τάξεως των 180 kgr / στρ., η οποία αντιστοιχεί σε ποσοστό 26,86 %. Δηλαδή ο C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2) είχε για ποσοστό της τάξεως του 26,86 % μεγαλύτερη απόδοση από τον Co. Ακολούθησε

ο πληθυσμός C₁- HET (II) (GR-OP-322/6) με μικρή διάφορα από τον πρώτο, αλλά με μια διάφορα της τάξεως των 178 περίπου kgr / στρ από τον μητρικό ή αλλιώς του 26,65 % και τον 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) να διαφέρει κατά 163, 5 kgr / στρ. ή 24,46 %.

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Τα δυο εμπορικά υβρίδια ELEONORA και COSTANZA είχαν την 4^η και την 5^η αντίστοιχα καλύτερη παραγωγή μετά τους τρεις πρώτους πληθυσμούς C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2), C₁-HET (II) (GR-OP-322/6) και 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11).

Το υβρίδιο ELEONORA υστέρησε του καλύτερου των πληθυσμών C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2) κατά 67,5 kgr / στρ. ή κατά 8,65 %. Ο δεύτερος αποδοτικότερος πληθυσμός, C₁- HET (II) (GR-OP-322/6), ήταν καλύτερος κατά 66 kgr / στρ του υβριδίου ELEONORA ή κατά 8,45 % ενώ ο τρίτος σε σειρά 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) είχε μεγαλύτερη απόδοση κατά 51 kgr / στρ περίπου ή κατά ποσοστό της τάξης του 6,58 %.

Το υβρίδιο COSTANZA ήταν λιγότερο παραγωγικό από τον C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR- OP-322/2) για περίπου 69 kgr / στρ ή για ποσοστό 8,82 %. Η απόδοση του C₁- HET (II) (GR-OP-322/6) ήταν μεγαλύτερη σχεδόν κατά 67 kgr / στρ ή κατά 8,63 % σε σύγκριση με το υβρίδιο COSTANZA. Τέλος, υπήρξε υστέρηση στην απόδοση του COSTANZA σε σύγκριση με τον 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) με μια διαφορά της τάξεως των 52,5 kgr / στρ περίπου ή 6,75 % ποσοστιαία.

Στη συνέχεια και σε ότι αφορά το χαρακτηριστικό της ημερομηνίας ανθοφορίας, τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) για τις αρσενικές ταξιανθίες.

Πίνακας 4: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό ημερομηνία άνθησης του 50 % των αρσενικών ταξιανθιών

Ημερομηνία Άνθησης του 50 % των Αρσενικών Ταξιανθιών	
1. GR-OP-322	18,50 ± 1,66
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	18,50 ± 0,87
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	22,00 ± 2,74
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	20,00 ± 3,00
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	18,75 ± 1,09
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	19,00 ± 0,00
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	20,25 ± 2,17
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	22,25 ± 1,30
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	20,75 ± 1,48
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	20,25 ± 1,64
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	20,50 ± 2,60
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	21,50 ± 1,66
13. COM-1 LAB/Εν-HI TEM (35 ⁰ C) (GR-OP-322/12)	19,75 ± 2,17
14. COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14 ⁰ C) (GR-OP-322/13)	20,25 ± 0,83
15. ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA	19,50 ± 0,87
16. ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA	18,75 ± 3,03

Γενικός Μέσος Όρος	20,031
CV	11,02%
F test	ns
ΕΣΔ	-

Για αυτό το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό και σύμφωνα με την ανάλυση της παραλλακτικότητας, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρόνων άνθησης για τις αρσενικές ταξιανθίες, των εξεταζόμενων πληθυσμών των φυτών.

Παρά όμως το γεγονός της μη ύπαρξης στατιστικώς σημαντικών διαφορών, διαπιστώθηκαν από τους μέσους όρους τα εξής :

i) Σύγκριση με Co : Κανένας από τους θυγατρικούς πληθυσμούς δεν έδειξε να είναι πρωιμότερος του πληθυσμού έναρξης. Μόνο ο θυγατρικός 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10) είχε την ίδια πρωιμότητα με τον μητρικό. Αντίθετα, οι τρεις οψιμότεροι στην άνθηση των αρσενικών ανθέων πληθυσμοί ήταν ο C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) με διάφορα 3,75 ημερών από τον μητρικό, ο 98C₁ (HS)-III (GR-OP-322/9) με διαφορά 3,5 ημερών καθώς επίσης και ο C₁- HET (II) (GR-OP-322/6) με διαφορά 3 ημερών.

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Εν συγκρίσει με το υβρίδιο ELEONORA, ο C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) φάνηκε να χρειάστηκε 2,75 ημέρες πιο πολλές για την άνθηση των αρσενικών ταξιανθιών του, ο 98C₁ (HS)-III (GR-OP-322/9) 2,5 ημέρες και 2 ημέρες ο τρίτος πιο όψιμος C₁- HET (II) (GR-OP-322/6). Αντίθετα, ο 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10), ήταν κατά 1 ημέρα ταχύτερος στην άνθηση του.

Από το σύνολο των θυγατρικών, κανένας δεν κατόρθωσε να ξεπεράσει τα φυτά του υβριδίου COSTANZA σε πρωιμότητα. Μόνο ο πληθυσμός 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10) εμφανίστηκε πρωιμότερος κατά 0,25 ημέρες. Ο οψιμότερος του συνόλου πληθυσμός C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) διέφερε κατά 3,5 ημέρες, ο δεύτερος πιο όψιμος 98C₁ (HS)-III (GR-OP-322/9) κατά 3,25 ημέρες και ο τρίτος κατά σειρά C₁- HET (II) (GR-OP-322/6) 2,75 ημέρες

Ακολούθως, παρουσιάζεται ο πίνακας ο οποίος περιλαμβάνει την ανάλυση της παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό της ημερομηνίας άνθησης για το 50 % των θηλυκών ταξιανθιών (πίνακας 5).

Πίνακας 5: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό ημερομηνία άνθησης του 50 % των θηλυκών ταξιανθιών

Ημερομηνία Άνθησης του 50 % των Θηλυκών Ταξιανθιών	
1. GR-OP-322	24,75 ± 1,92
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	25,75 ± 2,77
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	26,00 ± 2,35
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	25,50 ± 2,96
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	21,75 ± 1,30
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	22,00 ± 1,00
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	26,75 ± 2,28
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	28,00 ± 0,87
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	25,50 ± 2,69
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	23,75 ± 1,30
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	25,50 ± 2,18
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	24,75 ± 1,79
13. COM-1 LAB/Ev-HI TEM (35 ⁰ C) (GR-OP-322/12)	24,25 ± 3,70
14. COM-2 LAB/Ev-LOW TEM (14 ⁰ C) (GR-OP-322/13)	26,00 ± 2,12
15. ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA	22,25 ± 1,30
16. ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA	20,75 ± 1,30

Γενικός Μέσος Όρος	24,578
CV	10,02 %
F test	*
ΕΣΔ _{0,5}	± 3,521
H ²	0,29
GCV	6,41

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας για το παραγωγικό χαρακτηριστικό “ημερομηνία άνθησης του 50 % του αριθμού των θηλυκών ταξιανθιών” έδειξε γενικότερα ότι οι διαφορές των ποικιλιών ήταν στατιστικώς σημαντικές για πιθανότητα σφάλματος $p = 5 \%$.

i) Σύγκριση με Co : Επομένως, από την διερεύνηση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και ειδικότερα από τους μέσους όρους βγήκε το συμπέρασμα πως εκείνος ο πληθυσμός ο οποίος χρειάστηκε περισσότερο χρόνο για την άνθηση του 50 % των θηλυκών ταξιανθιών του ήταν ο πληθυσμός C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1).

Παρόλα αυτά, ο πλέον όψιμος εκ του συνόλου, ο C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) δεν αποδείχτηκε στατιστικώς οψιμότερος από τον μητρικό πληθυσμό GR-OP-322 για την εξεταζόμενη πιθανότητα σφάλματος $p = 5 \%$, αν και βάσει μέσου όρου εμφανίζεται οψιμότερος κατά 3,25 ημέρες. Ο δεύτερος κατά σειρά σε οψιμότητα ήταν ο C₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4) για διάφορα 2 ημερών από τον Co.

Από την άλλη πλευρά, ο θυγατρικός πληθυσμός με την νωρίτερη άνθηση, αλλά χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά, ήταν ο 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) κατά 3 ημέρες από τον μητρικό. Επίσης, ο δεύτερος σε πρωιμότητα θυγατρικός ήταν ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) για 2,75 ημέρες.

Συμπερασματικά, δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των θυγατρικών και του μητρικού.

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Εκείνοι οι πληθυσμοί οι οποίοι παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά με το υβρίδιο ELEONORA και πιο συγκεκριμένα ήταν στατιστικώς πιο όψιμοι, ήταν οι 98C₁ (HS)-III (GR-OP-322/9) και COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14°C) (GR-OP-322/13) με 3,75 ημέρες διαφορά καθώς

επίσης και οι C₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4) με 4,5 ημέρες οψιμότητας και C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) με 5,75 ημέρες.

Σε ό,τι αφορά το υβρίδιο COSTANZA, οι θυγατρικοί πληθυσμοί που διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από αυτόν ήταν ο C₁- HET (II) (GR-OP-322/6) για 4 ημέρες οψιμότερης άνθησης, ο 98C₁ (HS)-I (GR-OP-322/7), ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) και ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) οι οποίοι άνθησαν αργότερα κατά 4,75 ημέρες. Υπήρξε ακόμη και ο 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10) με 5 ημέρες μετέπειτα ανθοφορίας καθώς και οι 98C₁ (HS)-III (GR-OP-322/9) και COM-2 LAB/Ev-LOW TEM (14°C) (GR-OP-322/13) κατά 5,25 ημέρες. Τέλος, άλλοι πληθυσμοί με στατιστικώς σημαντικότερη διαφορά ήταν οι C₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4) κατά 6 ημέρες και C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) κατά 7,25 ημέρες.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ανάλυση της παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί μεταξύ της άνθησης του 50 % των αρσενικών και του 50 % των θηλυκών ταξιανθιών ASI (πίνακας 6).

Πίνακας 6: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό χρονικό διάστημα μεταξύ των ημερομηνιών άνθησης του 50 % των αρσενικών και του 50 % των θηλυκών ταξιανθιών (ASI)

Χρονικό Διάστημα μεταξύ της Ανθήσεως του 50 % των Αρσενικών & του 50 % Θηλυκών Ταξιανθιών (ASI)	
1. GR-OP-322	6,00 ± 0,83
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	7,25 ± 2,38
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	4,00 ± 1,22
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	5,50 ± 1,66
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	3,00 ± 0,71
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	3,00 ± 1,00
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	6,50 ± 2,87
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	5,75 ± 0,83
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	4,75 ± 1,79
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	3,50 ± 0,50
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	5,00 ± 3,32
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	3,25 ± 0,83
13. COM-1 LAB/Εν-HI TEM (35 ⁰ C) (GR-OP-322/12)	4,5 ± 2,29
14. COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14 ⁰ C) (GR-OP-322/13)	5,75 ± 1,92
15. ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA	2,75 ± 1,30
16. ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA	2,00 ± 1,73

Γενικός Μέσος Όρος	4,531
CV	44,28 %
F test	*
ΕΣΔ _{0,5}	± 2,867
H ²	0,25
GCV	25,33

Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας για το παραγωγικό χαρακτηριστικό του μεσολαβηθέντος χρονικού διαστήματος ανάμεσα στην άνθηση των αρσενικών ταξιανθιών και των θηλυκών ταξιανθιών διαπιστώθηκε ότι γενικότερα υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για πιθανότητα σφάλματος $p = 5\%$ ανάμεσα στους πληθυσμούς.

i) Σύγκριση με Co : Από τους μέσους όρους προέκυψε ότι οι πληθυσμοί που εμφάνισαν στατιστικώς σημαντική διαφορά σχετικά με το συγκεκριμένο παραγωγικό χαρακτηριστικό ήταν μόνο οι 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) και 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) οι οποίοι διέθεταν κατά 3 ημέρες μικρότερο ASI.

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Κανένας πληθυσμός δεν είχε στατιστικώς μικρότερο ASI από το ELEONORA. Τουναντίον, οι πληθυσμοί που παρουσίασαν στατιστικώς μεγαλύτερο ASI ήταν κατ' αύξουσα σειρά, οι C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) και COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14⁰C) (GR-OP-322/13) κατά 3 ημέρες και ακόμη οι C₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4) κατά 3,75 ημέρες και 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10) κατά 5 ημέρες.

Για το COSTANZA, ο πληθυσμός C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) είχε κατά 3 ημέρες στατιστικώς μεγαλύτερο ASI και ο 98C₁ (HS)-I (GR-OP-322/7) κατά 3,5 ημέρες. Οι C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1) και COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14⁰C) (GR-OP-322/13) είχαν κατά 3,75 ημέρες μεγαλύτερο ASI. Επιπλέον, ο C₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4) διαπιστώθηκε ότι διέθετε μεγαλύτερο μεσοδιάστημα για 4,5 ημέρες ενώ ο 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10) για 5,25 ημέρες.

Στους επόμενους τέσσερις Πίνακες 7 a, 7 b, 7 c, 7 d παρουσιάζονται οι αναλύσεις παραλλακτικότητας που αφορούν το χαρακτηριστικό περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη σε μονάδες spad, αντίστοιχα για τα ημερομηνίες 10 / 7 (στάδιο 10 φύλλων), 22 / 7 (άνθηση), 5 / 8 δηλαδή 15 ημέρες μετά την άνθηση (γέμισμα κόκκου – αρχικό στάδιο) και 25 / 8 δηλαδή 35 ημέρες μετά την άνθηση (γέμισμα κόκκου-τελικό στάδιο).

Πίνακας 7a: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό περιεκτικότητα χλωροφύλλης σε μονάδες spad για το 1^ο στάδιο των 10 φύλλων

Περιεκτικότητα των Φύλλων σε Χλωροφύλλη (10 / 7)	
SPAD	
1. GR-OP-322	47,675 ± 4,397
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	44,825 ± 4,936
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	45,450 ± 1,740
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	44,450 ± 4,957
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	46,800 ± 2,477
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	47,275 ± 1,801
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	45,025 ± 2,682
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	44,725 ± 2,206
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	43,300 ± 1,857
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	45,225 ± 1,501
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	47,025 ± 4,601
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	45,525 ± 3,344
13. COM-1 LAB/Εν-HI TEM (35 ^ο C) (GR-OP-322/12)	45,375 ± 4,765
14. COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14 ^ο C) (GR-OP-322/13)	44,650 ± 3,966
15. ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA	44,225 ± 5,554
16. ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA	44,450 ± 5,670

Γενικός Μέσος Όρος	45,375
CV	7,81 %
F test	ns
ΕΣΔ	-

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας για το παραγωγικό χαρακτηριστικό περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη σε μονάδες spad για το στάδιο των 10 φύλλων (βλαστικό στάδιο) (10 / 7) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών .

i) Σύγκριση με Co : Παρόλα αυτά όμως, φάνηκε ότι τα φυτά του πληθυσμού έναρξης GR-OP-322 είχαν σε αυτό το στάδιο, κατά μέσο όρο την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη από όλους τους άλλους πληθυσμούς. Οι δυο θυγατρικοί με τις μεγαλύτερες περιεκτικότητες δηλαδή ο 98C1 (HS)-II (GR-OP-322/8), είχε για 0,4 μονάδες spad ή κατά ένα ποσοστό της τάξης του 0,84 % λιγότερη χλωροφύλλη από τον Co και ο C1- HET (I) (GR-OP-322/5), ο οποίος διέθετε στα φύλλα του μικρότερη ποσότητα χλωροφύλλης από τον μητρικό κατά 0,6 μονάδες spad ή κατά 1,26 %. Ο τελευταίος εκ των πληθυσμών σε περιεκτικότητα χλωροφύλλης ήταν ο C1 (2)-S1/TC (GR-OP-322/3) , ο οποίος είχε στο βλαστικό στάδιο των φυτών λιγότερη χλωροφύλλη από τον Co για 4,375 μονάδες spad ή για ποσοστό 9,18 %. Ο επόμενος θυγατρικός με την μικρότερη συγκέντρωση, ο 98C₁ (HS)-I (GR-OP-322/7), είχε λιγότερη χλωροφύλλη κατά 3,225 μονάδες spad ή κατά 6,76 % .

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Σε ότι αφορά το υβρίδιο ELEONORA, ο πληθυσμός 98 C1 (HS)-II (GR-OP-322/8) περιείχε στα φύλλα του περισσότερη χλωροφύλλη από αυτό κατά 3,05 μονάδες spad ή κατά 6,46 %. Ακόμη, ο δεύτερος C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) φάνηκε να έχει κατά 2,8 μονάδες spad ή κατά 5,95 % μεγαλύτερη περιεκτικότητα ενώ ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) κατά 0,925 μονάδες spad ή 2,09 % λιγότερη χλωροφύλλη.

Ο 98 C1 (HS)-II (GR-OP-322/8) φάνηκε να έχει σε σύγκριση με το COSTANZA, 2,825 μονάδες spad ή 6,36 % περισσότερη χλωροφύλλη και ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5), 2,575 μονάδες spad ή 5,47 %. Αντιθέτως, ο C1 (2)-S1/TC (GR-OP-322/3) είχε 1,15 μονάδες spad ή 2,59 % λιγότερη χλωροφύλλη.

Πίνακας 7b: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό περιεκτικότητα χλωροφύλλης σε μονάδες SPAD για το 2^ο στάδιο της άνθησης

Περιεκτικότητα των Φύλλων σε Χλωροφύλλη (22 / 7)	
SPAD	
1. GR-OP-322	44,925 ± 5,549
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	40,875 ± 6,601
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	41,800 ± 3,257
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	40,250 ± 5,187
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	44,275 ± 2,588
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	43,800 ± 2,436
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	41,625 ± 5,017
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	41,250 ± 3,110
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	38,525 ± 4,239
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	42,650 ± 2,368
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	43,850 ± 7,075
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	41,750 ± 3,955
13. COM-1 LAB/Εν-HI TEM (35 ⁰ C) (GR-OP-322/12)	42,325 ± 5,877
14. COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14 ⁰ C) (GR-OP-322/13)	42,475 ± 5,071
15. ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA	40,575 ± 5,681
16. ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA	40,675 ± 5,765

Γενικός Μέσος Όρος	41,977
CV	10,11%
F test	ns
ΕΣΔ	-

Για το παραγωγικό χαρακτηριστικό της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη κατά την περίοδο της άνθησης, η ανάλυση της παραλλακτικότητας δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των θυγατρικών πληθυσμών και του μητρικού GR-OP-322 ή μεταξύ των θυγατρικών και των δυο εμπορικών υβριδίων. Εντούτοις, παρατηρήθηκαν τα εξής:

i) Σύγκριση με Co : Παρατηρήθηκε ότι ο βασικός πληθυσμός είναι εκείνος ο οποίος προηγούταν ολόκληρου του συνόλου, σε περιεκτικότητα χλωροφύλλης, σε αυτό το συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Οι πληθυσμοί οι οποίοι πλησίαζαν τα μεγέθη της χλωροφύλλης του μητρικού είναι από την μια ο πληθυσμός 98C1 (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) με διαφορά 0,65 μονάδων spad ή για ποσοστό του 1,45% και από την άλλη ο C1- HET (I) (GR-OP-322/5) κατά 1,075 μονάδες spad ή κατά 2,39 %. Αντιθέτως, ο θυγατρικός C1 (2)-S1/TC (GR-OP-322/3) είχε την μεγαλύτερη απόκλιση από τον Co κατά 6,4 μονάδες ή κατά 14,25% .

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Συγκρίνοντας τον μεγαλύτερο σε σύσταση χλωροφύλλης, θυγατρικό 98C1 (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) με το ELEONORA, διαπιστώθηκε ότι η χλωροφύλλη του ήταν κατά 3,7 μονάδες spad ή 9,12% σε υψηλότερα επίπεδα από αυτή του υβριδίου. Ο C1- HET (I) (GR-OP-322/5) είχε περισσότερη χλωροφύλλη 3,275 μονάδων spad ή 8,07%. Τέλος, ο μικρότερος σε χλωροφύλλη C1 (2)-S1/TC (GR-OP-322/3) διέθετε 2,05 μονάδες spad ή κατά ποσοστό 5,05% μικρότερη ποσότητα.

Ο 98C1 (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) είχε επίσης κατά 3,6 μονάδες spad ή κατά ποσοστό 8,85% περισσότερη ποσότητα χλωροφύλλης σε σχέση με το υβρίδιο COSTANZA ενώ ο C1- HET (I) (GR-OP-322/5) είχε 3,175 μονάδες spad ή 7,81% , επίσης μεγαλύτερη περιεκτικότητα. Ο C1 (2)-S1/TC (GR-OP-322/3) περιείχε στα φύλλα του 2,15 μονάδες spad ή 5,29% λιγότερη χλωροφύλλη απ' ότι το COSTANZA.

Πίνακας 7c: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό περιεκτικότητα χλωροφύλλης σε μονάδες SPAD για το 3^ο στάδιο της έναρξης του γεμίσματος του κόκκου

Περιεκτικότητα των Φύλλων σε Χλωροφύλλη (5 / 8)	
SPAD	
1. GR-OP-322	43,350 ± 6,475
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	42,175 ± 5,952
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	42,350 ± 3,971
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	41,125 ± 6,105
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	44,950 ± 2,089
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	46,200 ± 1,706
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	41,775 ± 3,451
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	41,075 ± 2,379
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	39,350 ± 3,411
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	42,700 ± 3,433
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	45,850 ± 7,170
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	43,800 ± 3,328
13. COM-1 LAB/Ev-HI TEM (35 ^o C) (GR-OP-322/12)	41,525 ± 6,377
14. COM-2 LAB/Ev-LOW TEM (14 ^o C) (GR-OP-322/13)	43,850 ± 4,694
15. YBPIΔIO ELEONORA	38,925 ± 7,324
16. YBPIΔIO COSTANZA	39,925 ± 6,108

Γενικός Μέσος Όρος	42,433
CV	9,90%
F test	ns
ΕΣΔ	-

Πραγματοποιώντας ανάλυση παραλλακτικότητας για το παραγωγικό χαρακτηριστικό της περιεκτικότητας των φύλλων των φυτικών πληθυσμών σε χλωροφύλλη κατά την περίοδο του γεμίσματος του κόκκου, δεν έγιναν φανερές στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Παρόλα αυτά γίνονται τα εξής σχόλια:

i) Σύγκριση με Co : Οι δυο θυγατρικοί με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη βρεθήκαν να είναι οι 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) και C₁- HET (I) (GR-OP-322/5). Αν και δεν εμφάνισαν ποσότητες χλωροφύλλης οι οποίες να ήταν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερες για $p = 0.05$ από τον μητρικό πληθυσμό Co, ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) ήταν για 2,850 μονάδες spad ή για 6,17% με περισσότερη ποσότητα στα φύλλα του. Ακόμη, ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) είχε 2,500 μονάδες spad ή κατά ποσοστό 5,45% παραπάνω χλωροφύλλη. Αντιθέτως, τα φυτά του C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) , τα οποία είχαν την λιγότερη χλωροφύλλη από το σύνολο των προκύψαντων από τον μητρικό πληθυσμών, σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης, διέθεταν επίσης 4 μονάδες spad ή 9,23% πιο λίγη χλωροφύλλη από ότι ο Co.

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) φάνηκε ότι ήταν κατά 7,275 μονάδες spad ή κατά ποσοστό 15,75% με περισσότερη χλωροφύλλη και ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) κατά 6,925 μονάδες spad ή κατά 15,10% με μεγαλύτερη περιεκτικότητα από το υβρίδιο ELEONORA. Ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) διέθετε επίσης πιο πολλή χλωροφύλλη κατά 0,425 μονάδες spad ή κατά ποσοστό 1,08%.

Επιπλέον, ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) είχε 6,275 μονάδες spad ή 13,58% ενώ ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) 5,925 μονάδες spad ή 12,92% παραπάνω χλωροφύλλη στα φύλλα τους σε σύγκριση με το εμπορικό υβρίδιο COSTANZA. Από την άλλη, ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) ήταν κατά 0,575 μονάδες spad ή 1,44% με λιγότερη χλωροφύλλη.

Πίνακας 7d: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό περιεκτικότητα χλωροφύλλης σε μονάδες spad για το 4^ο στάδιο του πλήρους γεμίσματος του κόκκου

Περιεκτικότητα των Φύλλων σε Χλωροφύλλη (25 / 8)	
SPAD	
1. GR-OP-322	42,175 ± 4,997
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	40,625 ± 5,729
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	40,475 ± 4,161
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	37,925 ± 6,821
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	42,575 ± 3,760
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	43,900 ± 2,941
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	38,625 ± 3,464
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	38,500 ± 1,856
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	36,100 ± 6,386
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	39,125 ± 5,213
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	41,925 ± 8,503
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	41,250 ± 6,384
13. COM-1 LAB/Ev-HI TEM (35 ^o C) (GR-OP-322/12)	40,100 ± 6,175
14. COM-2 LAB/Ev-LOW TEM (14 ^o C) (GR-OP-322/13)	40,500 ± 7,503
15. YBPIΔIO ELEONORA	34,200 ± 7,954
16. YBPIΔIO COSTANZA	32,525 ± 7,109

Γενικός Μέσος Όρος	39,408
CV	11,66%
F test	ns
ΕΣΔ	-

Οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές ήταν επίσης απύσες και για το παραγωγικό χαρακτηριστικό της περιεκτικότητας της χλωροφύλλης κατά την περίοδο του γεμίσματος του κόκκου, για πιθανότητα σφάλματος $p = 0.05$ σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης της παραλλακτικότητας. Αν και δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα 95 % ότι οι περιεκτικότητες χλωροφύλλης, για αυτό το στάδιο ανάπτυξης, διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους, σημειώνεται ότι παρατηρήθηκαν διαφορές για βεβαιότητα της τάξεως του 93 % περίπου. Το γεγονός αυτό φανερώνει ότι είναι αρκετά πιθανή μια ενδεχομένη ύπαρξη διαφορών σε στατιστικώς σημαντικό επίπεδο μεταξύ των θυγατρικών και του μητρικού ή των θυγατρικών και των δυο υβριδίων, αν το πείραμα πραγματοποιηθεί σε διαφορετικό τόπο και χρόνο, υπό διαφορετικές συνθήκες ή με άλλες προϋποθέσεις (π.χ. περιορισμός του ανθρώπινου σφάλματος κ.τ.λ.).

i) Σύγκριση με Co : Οι πληθυσμοί 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) και 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) ήταν σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης του φυτού οι δυο μεγαλύτεροι σε επίπεδο περιεκτικότητας χλωροφύλλης από το σύνολο των θυγατρικών. Επίσης, ήταν και οι μόνοι πληθυσμοί με περισσότερη χλωροφύλλη από τον GR-OP-322. Πιο συγκεκριμένα, ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) είχε 1,725 μονάδες spad ή κατά 3,93 % πιο πολλή χλωροφύλλη στα φύλλα του ενώ ο 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) είχε αντίστοιχα 0,4 μονάδες spad ή 0,94 % παραπάνω. Από την άλλη, ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3), ο μικρότερος σε περιεκτικότητα από το σύνολο των θυγατρικών, διέθετε σε σχέση με τον Co λιγότερη χλωροφύλλη για 6,075 μονάδες spad ή για ποσοστό 14,40 %.

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Εν συγκρίσει με το ELEONORA, ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) είχε στα φύλλα του περισσότερη χλωροφύλλη κατά 9,7 μονάδες spad ή κατά 22,10 % και ακόμη ο 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) διέθετε μεγαλύτερη ποσότητα για 8,375 μονάδες spad ή για ποσοστό 19,67 %. Ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) ήταν επίσης μεγαλύτερος σε περιεκτικότητα από το ELEONORA κατά 1,9 μονάδες ή 5,26 %.

Σε ό,τι αφορά το COSTANZA, ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) φάνηκε να διαθέτει στα φύλλα του μεγαλύτερη περιεκτικότητα κατά 14,375 μονάδες spad ή κατά 32,74 % και αντιστοίχως ο 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) κατά 10,05 μονάδες spad ή κατά 23,61 %. Επιπλέον, ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) ήταν πιο μεγάλος σε επίπεδα χλωροφύλλης από το υβρίδιο κατά 3,575 μονάδες spad ή 9,90 %.

Για το κάθε ένα πειραματικό τεμάχιο, οι αριθμοί των φυτών δεν ήταν ίδιοι μεταξύ τους και σε αρκετές περιπτώσεις τα πειραματικά τεμάχια δεν είχαν τον ιδανικό αριθμό / τεμάχιο δηλ. τα 50 φυτά / τεμάχιο. Έτσι, μετρήθηκε και ο αριθμός των φυτών σε κάθε πειραματικό τεμάχιο προκειμένου να γίνει μετέπειτα η απαραίτητη διόρθωση έτσι ώστε οι υπόλοιπες μετρήσεις όπως απόδοση, χλωροφύλλη κ.τ.λ. να αναφέρονται στον ίδιο αριθμό για να είναι δυνατή η σωστή σύγκριση τους και συνυπολογισμός τους. Τα αποτελέσματα αυτά τα οποία αφορούσαν τον πραγματικό αριθμό των φυτικών μονάδων ανά πειραματικό τεμάχιο αναλυθήκαν στη συνέχεια και μέσω της στατιστικής για ενδεχομένη ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών ανάμεσα στους 13 θυγατρικούς πληθυσμούς και τον μητρικό τους αλλά και ανάμεσα στους θυγατρικούς και τα δυο εμπορικά υβρίδια. Επομένως, στον επόμενο πίνακα, τον πίνακα 8, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για το παραγωγικό χαρακτηριστικό αριθμός φυτών.

Πίνακας 8: Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις, Συντελεστές Παραλλακτικότητας, και Ε.Σ.Δ. μεταξύ των 16 πληθυσμών για το παραγωγικό χαρακτηριστικό αριθμός φυτών

Αριθμός Φυτών	
1. GR-OP-322	46,50 ± 2,69
2. 98C ₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10)	46,50 ± 2,69
3. 98C ₁ (HS)-III (GR-OP-322/9)	43,75 ± 2,59
4. 98C ₁ (HS)-I (GR-OP-322/7)	44,50 ± 2,60
5. 98C ₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11)	40,75 ± 3,56
6. 98C ₁ (HS)-II (GR-OP-322/8)	44,75 ± 3,96
7. C ₁ (3)-HS/TC (GR-OP-322/4)	45,00 ± 1,87
8. C ₁ (II)-HS/S ₁ (GR-OP-322/1)	45,00 ± 3,24
9. C ₁ (2)-S ₁ /TC (GR-OP-322/3)	45,25 ± 2,95
10. C ₁ (III)-HS/S ₁ /TC (GR-OP-322/2)	37,75 ± 2,77
11. C ₁ - HET (I) (GR-OP-322/5)	38,75 ± 6,02
12. C ₁ - HET (II) (GR-OP-322/6)	38,50 ± 4,92
13. COM-1 LAB/Ev-HI TEM (35 ⁰ C) (GR-OP-322/12)	44,25 ± 2,28
14. COM-2 LAB/Ev-LOW TEM (14 ⁰ C) (GR-OP-322/13)	42,00 ± 4,24
15. ΥΒΡΙΔΙΟ ELEONORA	49,50 ± 0,50
16. ΥΒΡΙΔΙΟ COSTANZA	50,00 ± 0,00

Γενικός Μέσος Όρος	43,922
CV	8,32%
F test	*
ΕΣΔ _{0,5}	± 5,225
H ²	0,42
GCV	7,07

Πραγματοποιώντας στατιστική επεξεργασία για το παραγωγικό χαρακτηριστικό του αριθμού των φυτικών μονάδων ανά πειραματικό τεμάχιο, έγινε διαπίστωση στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των εξεταζόμενων πληθυσμών.

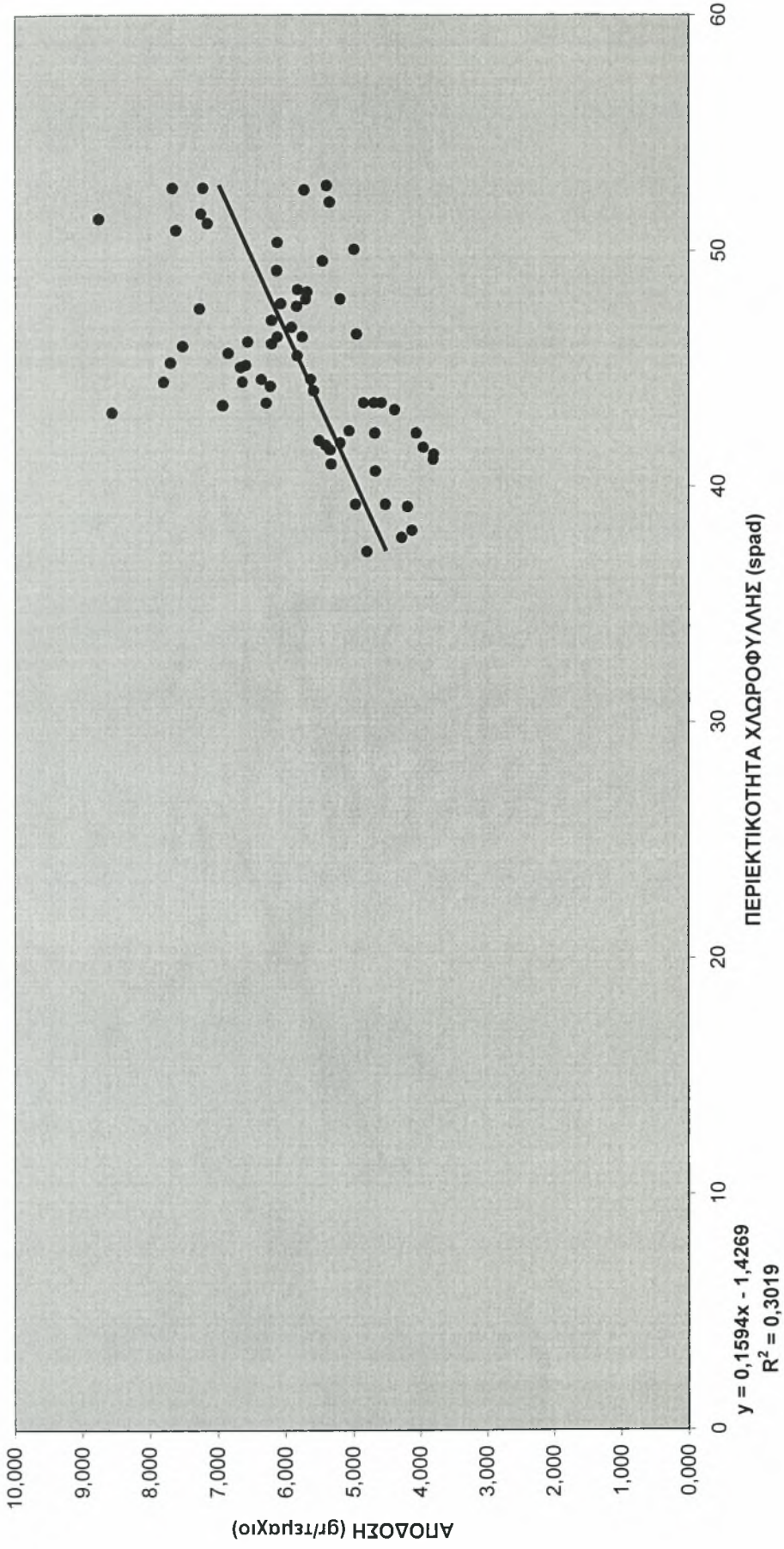
i) Σύγκριση με Co : Κανένας από τους θυγατρικούς δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικό μεγαλύτερο αριθμό φυτών/πειραματικό τεμάχιο από τον GR-OP-322. Αντιθέτως, υπήρχαν μόνο πληθυσμοί με στατιστικώς μικρότερο αριθμό όπως ο C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2) με διαφορά 8,75 φυτών/τεμάχιο ή ποσοστού της τάξεως του 18,82 % και ο C₁- HET (II) (GR-OP-322/6) με διαφορά 8 φυτών/τεμάχιο ή 17,20%. Ακόμη, ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) διέθετε μικρότερη ποσότητα φυτών/τεμάχιο κατά 7,75 ή αλλιώς κατά 16,67 % και τέλος ο 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) ήταν μικρότερος κατά 5,75 φυτά/τεμάχιο ή 12,37 % .

ii) Σύγκριση με Υβρίδια : Για το υβρίδιο ELEONORA δεν διαπιστώθηκε, όπως και στην περίπτωση του μητρικού, η ύπαρξη θυγατρικών που να είχαν στατιστικώς ανώτερο αριθμό φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο αλλά το αντίθετο. Επομένως, ο C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2) ήταν στατιστικώς μικρότερος σε πληθυσμό φυτών από το ELEONORA κατά 11,75 φυτά ή κατά 23,73 % ενώ ο C₁-HET (II) (GR-OP-322/6) είχε μικρότερο αριθμό φυτών κατά 11 φυτά/πειραματικό τεμάχιο ή κατά 22,22 %. Επίσης, άλλοι θυγατρικοί με στατιστικώς σημαντική διαφορά από το υβρίδιο ήταν ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) με 10,75 λιγότερα φυτά το πειραματικό τεμάχιο ή με 21,72 %, ο 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) με λιγότερα 8,75 φυτά/τεμάχιο ή για ποσοστό της τάξεως του 17,68 % και ο COM-2 LAB/Εν-LOW TEM (14⁰C) (GR-OP-322/13) με μικρότερο αριθμό φυτών/τεμάχιο κατά 7,50 ή κατά 15,15 %.

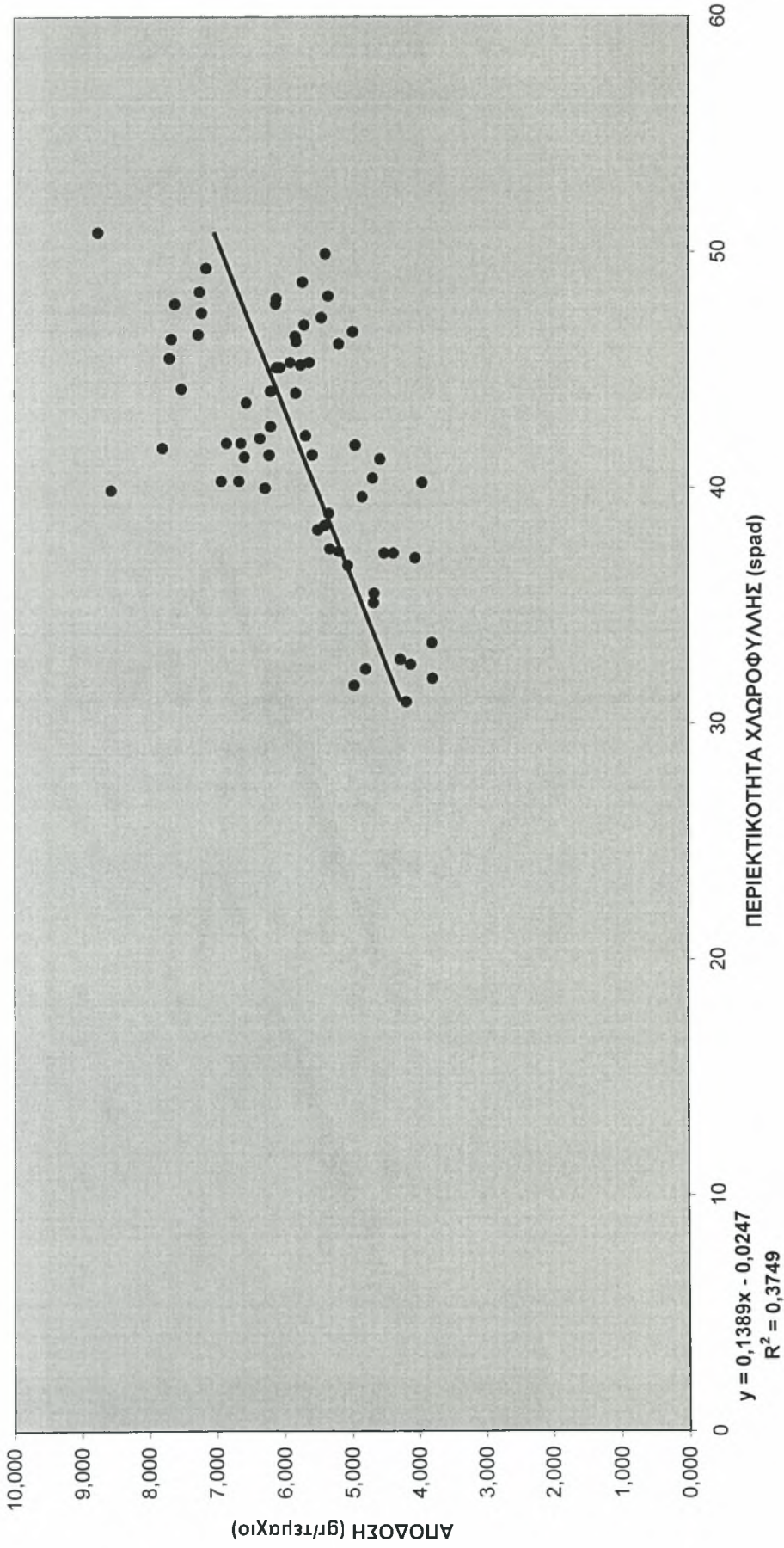
Εννέα θυγατρικοί πληθυσμοί παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με το εμπορικό υβρίδιο COSTANZA. Τονίζεται ότι κανένας από αυτούς δεν είχε μεγαλύτερο αριθμό φυτών ανά τεμάχιο σε σύγκριση με το υβρίδιο. Εξάλλου, το συγκεκριμένο υβρίδιο ήταν το μόνο από το σύνολο των προς εξέταση πληθυσμών καλαμποκιού το οποίο είχε το άριστο δηλαδή τα 50 φυτά/πειραματικό τεμάχιο κατά μέσο όρο. Έτσι, ο C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2) διέθετε 12,25 λιγότερα φυτά το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό 24,5 %. Επιπλέον, ο C₁- HET (II) (GR-OP-322/6) είχε 11,50 ή 23 % λιγότερα φυτά/τεμάχιο, ο C₁- HET (I) (GR-OP-322/5) διέθετε 11,25 ή 22,5 % μικρότερο αριθμό φυτών/τεμάχιο και ο 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) ήταν μικρότερος κατά 9,25 φυτά/τεμάχιο ή κατά 18,5 %. Ακόμη, ο COM-2 LAB/EN-LOW TEM (14⁰C) (GR-OP-322/13) διέφερε από το υβρίδιο για 8 φυτά/τεμάχιο ή για ποσοστό 16 %, ενώ οι θυγατρικοί 98C₁ (HS)-III (GR-OP-322/9) και COM-1 LAB/EN-HI TEM (35⁰C) (GR-OP-322/12) ήταν στατιστικώς μικρότεροι για 6,25 φυτά/τεμάχιο ή 12,5 % και για 5,75 φυτά/τεμάχιο ή 11,5 %. Τέλος, υπήρχαν οι 98C₁ (HS)-I (GR-OP-322/7) με 5,50 στατιστικώς λιγότερα φυτά/τεμάχιο ή με ποσοστό 11 % και 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) με 5,25 ή κατά 10,5 % λιγότερα φυτά/τεμάχιο.

3.2. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΣΕ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ

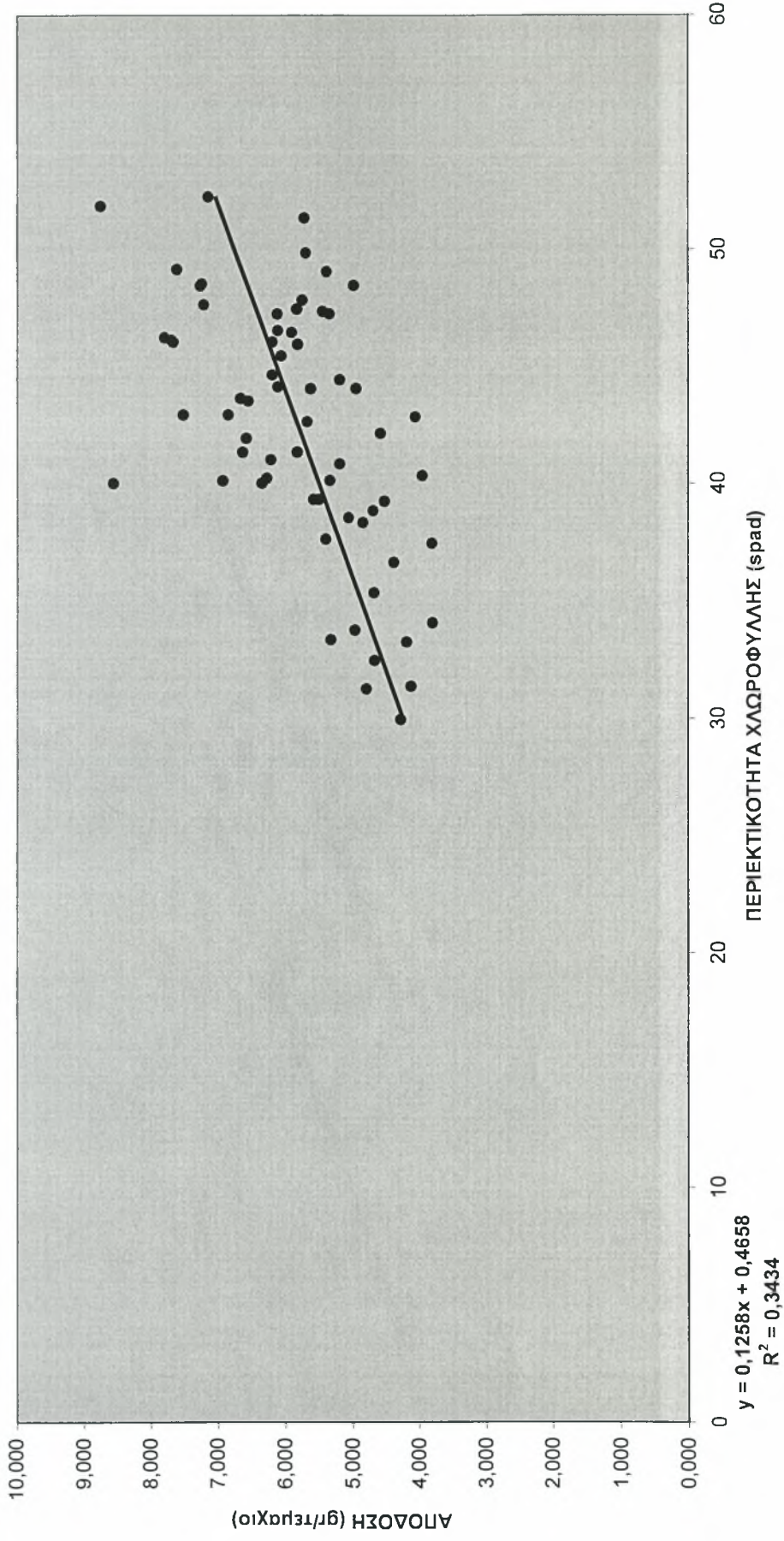
Η συσχέτιση των δυο χαρακτηριστικών αφορά τις τιμές των φυτών για και από κάθε πειραματικό τεμάχιο. Οι συσχετίσεις που έγιναν αποδόθηκαν με γραφήματα, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω, μαζί με τη συνάρτηση που δίνει την πιθανή σχέση και τον συντελεστή προσδιορισμού R^2 και r . Τα σχετικά γραφήματα IV(a), IV(b), IV(c), IV(d) παρουσιάζονται στις ακόλουθες σελίδες.



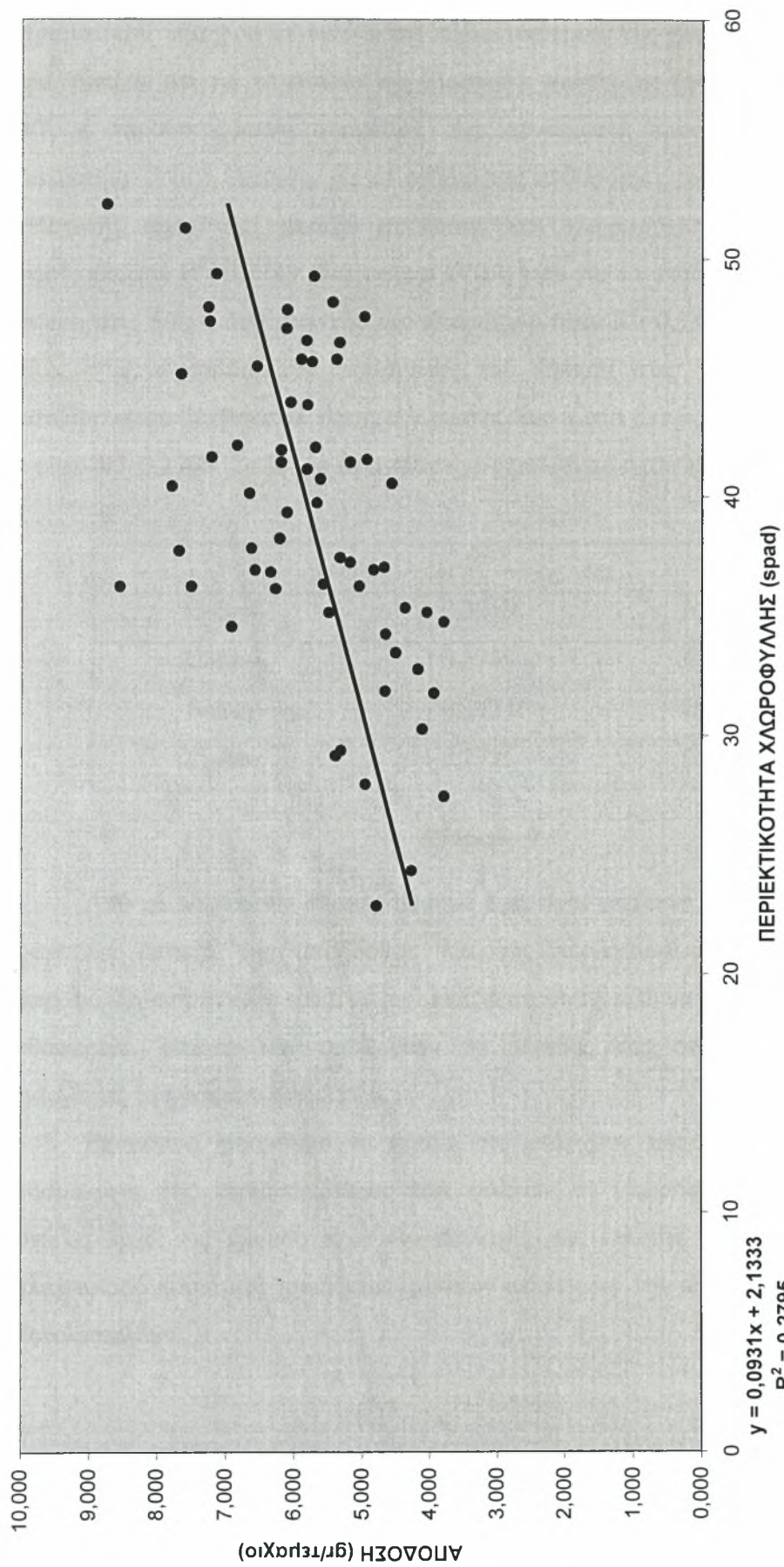
Διάγραμμα IV(a): Συσχέτιση της χλωροφύλλης των φύλλων (στάδιο 10 ημερών) και της απόδοσης των πειραματικών τεμαχίων



Διάγραμμα IV(b): Συσχέτιση της χλωροφύλλης των φύλλων (στάδιο πλήρους άνθησης) και της απόδοσης των πειραματικών τεμαχίων



Διάγραμμα IV(c): Συσχέτιση της χλωροφύλλης των φύλλων (στάδιο έναρξης γεμίσματος του κόκκου) και της απόδοσης των πειραματικών τεμαχίων



Διάγραμμα IV(d): Συσχέτιση της χλωροφύλλης των φύλλων (στάδιο πλήρους γεμίσματος του κόκκου) και της απόδοσης των πειραματικών τεμαχίων

Τα αποτελέσματα της συσχέτισης της απόδοσης των φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου με εκείνα της περιεκτικότητας της χλωροφύλλης σε μονάδες spad, έδειξαν ότι για το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης (στάδιο 10 φύλλων) στις 10/7, η παρουσιαζόμενη συσχέτιση είχε συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,3019$ (διάγραμμα IV(a)). Ακόμη, για το στάδιο της ανθοφορίας των φυτών, στις 22/7, η αντίστοιχη συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και χλωροφύλλης έδειξε συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,3749$ (διάγραμμα IV(b)) ενώ για το στάδιο του γεμίσματος του κόκκου στις 5/8, ο συντελεστής προσδιορισμού ήταν $R^2=0,3434$ (διάγραμμα IV(c)). Τέλος, για το στάδιο του γεμίσματος του κόκκου στις 25/8, ο συντελεστής προσδιορισμού βρέθηκε με βάση την εικονιζόμενη στο διάγραμμα IV(d) συνάρτηση να είναι $R^2=0,2795$. Τα R^2 με τα αντίστοιχα r φαίνονται στον πίνακα 9.

	R^2	r
10-Ιουλ	0,3019	0,549454
22-Ιουλ	0,3749	0,612291
5-Αυγ	0,3434	0,586003
25-Αυγ	0,2795	0,528678

Πίνακας 9

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως είναι υπαρκτή γενικότερα, μια μικρή συσχέτιση μεταξύ της αποδόσεως και της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη σε μονάδες spad, με την καλύτερη συσχέτιση να δίδεται στο στάδιο της ανθοφορίας. Έπεται των υπολοίπων το μέγεθος της συσχέτισης στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου στις 25 / 8.

Επομένως, μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν κάποιες ενδείξεις για την χρησιμότητα της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη, εκτιμώμενη σε μονάδες spad, ως έμμεσο κριτήριο επιλογής της τελικής απόδοσης πληθυσμών καλαμποκιού που όμως χρειάζεται επιπλέον μελέτη για την ασφαλή αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η στατιστική ανάλυση της απόδοσης των πληθυσμών με βάση το πειραματικό τεμάχιο έδειξε σημαντικότητα γύρω στο 90 %, γεγονός το οποίο αφήνει περιθώρια για παραπέρα εξέταση ως προς το κατά πόσο ήταν τυχαίες ή όχι οι διαφορές μεταξύ θυγατρικών – πληθυσμού έναρξης C₀ και θυγατρικών - υβριδίων. Όλοι σχεδόν οι πληθυσμοί είχαν μεγαλύτερη απόδοση από τον GR-OP-322 με κορυφαίο τον C₁ (III)-HS/S₁/TC (GR-OP-322/2). Ο ίδιος πληθυσμός επίσης, ήταν ο κορυφαίος και σε ό,τι αφορά τη σύγκριση με τα ELEONORA και COSTANZA.

Γενικότερα, εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών για την ημερομηνία της άνθησης του 50 % των θηλυκών ταξιανθιών. Όμως δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για το ζεύγος θυγατρικοί – μητρικός. Από την άλλη πλευρά, η ανάλυση της παραλλακτικότητας απεκάλυψε σημαντικές διαφορές μόνο ως προς την πρωιμότητα με τον πλέον όψιμο θυγατρικό πληθυσμό που ήταν ο C₁ (II)-HS/S₁ (GR-OP-322/1).

Σύμφωνα με τα δεδομένα όσον αφορά το χρονικό μεσοδιάστημα ανθήσεως του 50 % των αρσενικών και του 50 % των θηλυκών ταξιανθιών (ASI), οι παρατηρηθείσες διαφορές μεταξύ θυγατρικών – C₀ βρέθηκαν σημαντικές με τους 98C₁ (HS-TC)-V (GR-OP-322/11) και 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) που διέθεταν εξίσου το ίδιο μικρότερο ASI. Εν συγκρίσει με τα δυο υβρίδια - μάρτυρες, κανένας πληθυσμός δεν είχε στατιστικώς μικρότερο ASI. Αντίθετα, το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα το εμφάνισε ο 98C₁ (TC)-IV (GR-OP-322/10). Η τιμή του συντελεστή γενετικής παραλλακτικότητας GCV=25,33 σημαίνει διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα ικανοποιητική για γενετική πρόοδο λόγω επιλογής.

Σχετικά με την εκτίμηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες των εξεταζόμενων πληθυσμών, θυγατρικοί – μητρικός και θυγατρικοί – υβρίδια, στην περίοδο του σταδίου των 10 φύλλων, της ανθοφορίας και του αρχικού γεμίσματος του κόκκου. Αντίθετα παρατηρήθηκαν διαφορές στις επόμενες μετρήσεις στην περίοδο του τελικού γεμίσματος του κόκκου σε επίπεδο σημαντικότητας της τάξεως του 93 %. Αυτό το επίπεδο βεβαιότητας παρέχει αρκετή πιθανότητα ευρέσεως στατιστικώς σημαντικών διαφορών σε μια ενδεχόμενη επανεξέταση για το αναφερθέν χαρακτηριστικό. Σε αυτό λοιπόν το επίπεδο σημαντικότητας, ο 98C₁ (HS)-II (GR-OP-

322/8) ήταν εκείνος ο οποίος είχε την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα φύλλα σε μονάδες spad σε σχέση με τον πληθυσμό έναρξης ενώ από την άλλη ο C₁ (2)-S₁/TC (GR-OP-322/3) ήταν αυτός με την μικρότερη τιμή. Κανένας από το σύνολο των θυγατρικών πληθυσμών δεν είχε λιγότερη χλωροφύλλη στα φύλλα του απ' ότι τα υβρίδια. Ο πληθυσμός 98C₁ (HS)-II (GR-OP-322/8) και στην περίπτωση της σύγκρισης με τα εμπορικά υβρίδια ήταν αυτός με την περισσότερη χλωροφύλλη στα φύλλα του.

Τα καλύτερα αποτελέσματα από τη συσχέτιση της περιεκτικότητας των φύλλων του καλαμποκιού σε χλωροφύλλη, εκτιμώμενη σε μονάδες spad με την απόδοση των φυτών βάσει πειραματικού τεμαχίου, προκύπτουν όταν η μέτρηση του χαρακτηριστικού γίνεται στο στάδιο της ανθοφορίας (10 / 7) και λιγότερο στο τελικό στάδιο γεμίσματος του κόκκου (25 / 8).

Συμπερασματικά η μέτρηση της περιεκτικότητας της χλωροφύλλης των φύλλων του αραβοσίτου με τη χρήση του χλωροφυλλόμετρου SPAD – 502 για την εκτίμηση έμμεσα της τελικής απόδοσης των φυτών επιβεβαιώνεται σημαντικά με την συγκεκριμένη εργασία.

5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της παραγωγικής συμπεριφοράς μεταξύ 13 θυγατρικών πληθυσμών καλαμποκιού και του μητρικού πληθυσμού GR-OP-322 από τον οποίο προέκυψαν αλλά και ανάμεσα σε αυτούς τους 13 πληθυσμούς και σε δυο γνωστά εμπορικά απλά υβρίδια – μάρτυρες (ELEONORA και COSTANZA). Η καλλιέργεια των παραπάνω πληθυσμών αραβοσίτου πραγματοποιήθηκε σε μια εποχή σποράς και η αξιολόγηση τους έγινε σε πείραμα που εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Π.Θ. (Βελεστίνο) κατά την καλλιεργητική περίοδο 2002. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCBD) με 4 επαναλήψεις και 64 Μεταχειρίσεις (16 πληθυσμοί X 4 επαναλήψεις). Τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν : η φυτρωτική ικανότητα, η ημερομηνία άνθησης του 50 % των φυτών, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων σε τέσσερα στάδια του βιολογικού κύκλου των φυτών (1^ο στάδιο των 10 φύλλων, 2^ο στάδιο της πλήρους άνθησης, 3^ο στάδιο έναρξης γεμίσματος του κόκκου, 4^ο στάδιο πλήρους γεμίσματος του κόκκου) και η απόδοση σε σπόρο (kg / τεμάχιο).

Σύμφωνα με τα δεδομένα και όσον αφορά την απόδοση, τα συγκρινόμενα ζεύγη θυγατρικοί – μητρικός πληθυσμός και θυγατρικοί – εμπορικά υβρίδια δεν εμφάνισαν διαφορές για πιθανότητα σφάλματος $p = 0.05$. Όμως οι διαφορές μεταξύ των συγκρινόμενων πληθυσμών ήταν στατιστικώς σημαντικές για πιθανότητα $p = 0.10$.

Σχετικά με την εκτίμηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των εξεταζόμενων πληθυσμών, στην περίοδο του σταδίου των 10 φύλλων, της ανθοφορίας και του αρχικού γεμίσματος του κόκκου. Αντιθέτως, παρατηρήθηκαν διαφορές στις επόμενες μετρήσεις, δηλαδή κατά την τελική περίοδο γεμίσματος του κόκκου.

Συμπερασματικά, υπήρξε διαφοροποίηση της παραγωγικής συμπεριφοράς για τους θυγατρικούς πληθυσμούς σε σχέση με τον πληθυσμό έναρξης αλλά και για τους θυγατρικούς σε σχέση με τα εμπορικά υβρίδια, γεγονός το οποίο αφήνει περιθώρια για επιλογή εντός των εξεταζόμενων πληθυσμών.

Βιβλιογραφία

Ahmad Irfan S., F. J. Reid, N. Noburu and C. A. Hansen 1999. Nitrogen sensing for precision agriculture using chlorophyll maps. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting. Paper no. 993035

Adamsen F. J., P. J. Pinter, Jr., E. M. Barnes, R. L. LaMorte, G. W. Wall, S. W. Leavitt, and B. A. Kimball. 1999. Crop Ecology, Production & Management. Measuring wheat senescence with a digital camera. Crop Science 39: 719-724

Bullock D. G., and D. S. Anderson. 1998. Evaluation of the minolta spad-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. Journal of Plant Nutrition, 21 : 741-755

Coffman F.A. 1923. The minimum temperature of germination of seeds. American Society of Agronomy. Journal, Madison, 15 : 257-270

Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ. 1998. Ειδική Γεωργία Ι. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1998.

Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ. 1998. Γενική Γεωργία. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1998.

Γούλας Χ. Κ., Δ. Δεληπορανίδου, Α. Γκέρτσης, Ν.Κατσαντώνης, Ι. Σφακιανάκης, Χ. Καραμαλίγκας, Ε. Μπλέτσος και Ν. Κατράνης. 1996. Συνδυασμένη επιλογή HS, S1 και TC οικογενειών σε πληθυσμό καλαμποκιού για μειωμένες απαιτήσεις αζώτου. Ελληνική Εταιρεία Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο, Φλώρινα. Πρακτικά, p. 45-56

Γούλας Χ. Κ., Α. Κορκόβελος, Β. Μελλίδης, Χ. Καραμαλίγκας, Ε. Μπλέτσος, Ε. Λαζάρου, Α. Αγοραστός και Γ. Ευγενίδης. 1998. Μεθοδολογία επιλογής για δημιουργία γενετικού υλικού καλαμποκιού με ανεκτικότητα σε καταπονήσεις λόγω οριακών θερμοκρασιών. Έργο 95 ΕΔ 116 (ΓΓΕΤ) p. 73, Παράρτημα p. 146

Γούλας X. 1998. Στοιχεία Στατιστικής Μεθοδολογίας και Εφαρμογές τους στον Πειραματισμό. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1999.

Cavalieri A. J. and O. S. Smith. 1985. Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930 to 1982. *Crop Science* 25: 856-860

Daynard T. B., J. W. Tanner and W.G. Duncan. 1971. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn, *Zea mays* L. *Crop Science* 11: 45-48

D'Croz-Mason N. E. and M.V. Lindauer. 1997. Visual and chlorophyll meter comparisons for stay green maize genotypes. *Agronom. Abstract American Soc. Agronom., Madison WI*, p. 79

Earl H. J. and M. Tollenar. 1997. Maize leaf absorptance of photosynthetically active radiation and its estimation using a chlorophyll meter. *Crop Science* 37: 436-440.

Edmeades G. O. and T. B. Daynard. 1979. The relationship between final yield and photosynthesis at flowering in individual plants. *Canadian Journal of Plant Science* 59: 585-601

Guilin W., M. S. Kang and O. Moreno. 1999. Genetic analyses of grainfilling rate and duration in maize. *Field Crops Research* 61: 211-222

Hageman R. H. and R. J. Lambert. 1988. The use of physiological traits for corn improvement. In: Sprague G. F. and J. W. Dudley. "Corn and Corn Improvement". Third Edition. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, and Academic Press. Madison Wisconsin, USA, p. 431-461

Hallauer A. R., W. A. Russel and K.R. Lamkey. 1988. Corn Breeding. In: Sprague G. F. and J. W. Dudley. "Corn and Corn Improvement". Third Edition. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, and Academic Press. Madison Wisconsin, USA p. 463-564

Johnson D. R. and J. W. Tanner 1972. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* l.). Crop Science 12: 485-486

Nooden L. 1980. Senescence in the whole plant. In: Thimann K, ed. *Senescence in plants*. Boca Raton, FL: CRC Press, 219-258.

Peng S., F.V. Garcia, R. C. Laza, A. L. Sanico, R. M. Visperas, K. G. Gassman. 1996. Increased nitrogen-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. Field Crops Research 47: 243-252

Poorter H. and J. R. Evans. 1998. Photosynthetic nitrogen-use efficiency of species that differ inherently in specific leaf area. Oecologia 116: 26-37

Rajcan I. L.M. Dwyer, and M. Tollenaar. 1999. Note on relationship between leaf soluble carbohydrate and chlorophyll concentrations in maize during leaf senescence. Field Crops Research. 63: 13-17

Ruskin F.R., 1988. "Quality-Protein Maize", National Academy Press, Washington, D.C.

Russel W. A. and A. R. Hallauer.1980. Corn. In: Walter R. F. and H. H. Hadley, Hybridization of Crop Plants. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Publishers, Madison, Wisconsin, USA p. 299-312

Shaw R. H. 1988. Climate Requirement. In: Sprague G. F. and J. W. Dudley. "Corn and Corn Improvement". Third Edition. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, and Academic Press. Madison Wisconsin, USA p. 609-638

Φασούλας A. K. 1979. Στοιχεία πειραματικής στατιστικής. Θεσσαλονίκη.

Wallace H.A., and E.N. Bressman. 1937. Corn and Corn Growing. John Wiley and Sons, New York.

Wonsunk L., W. S. Stephen, and K. Takashi. 1999. Assessing nitrogen stress in corn varieties of varying color. ASAE Annual International Meeting. no. 99-3034

Wood C.W., D.W. Reeves, R.R. Duffield, and K.L. Edmisten. 1992. Field chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. Journal of Plant Nutrition 14: 487-500.

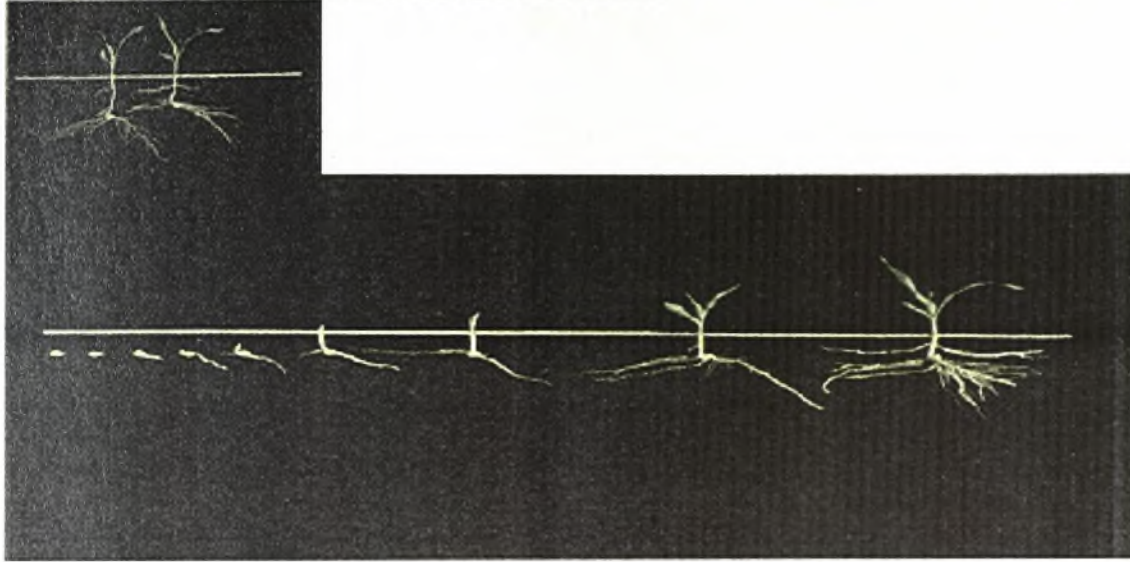
Wych R.D. Production of hybrid seed corn. 1988. In: G.F. Sprague, J.W. Dudley. "Corn and Corn Improvement" Third Edition, American Society of Agronomy, Madison, WI, p. 565-607

Άλλες πηγές

<http://maize.agron.iastate.edu>

Παράρτημα

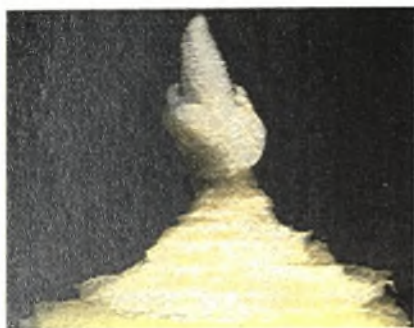
- **Germination and Emergence (VE)**



V3 Stage



V6 Stage



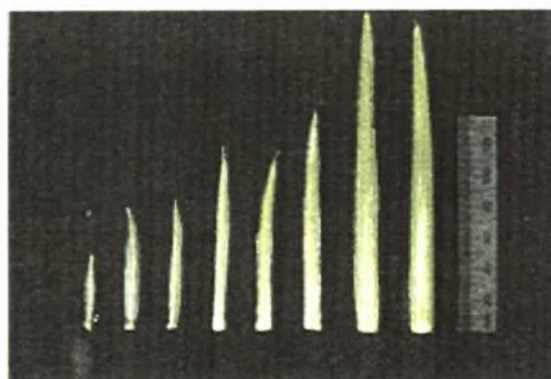
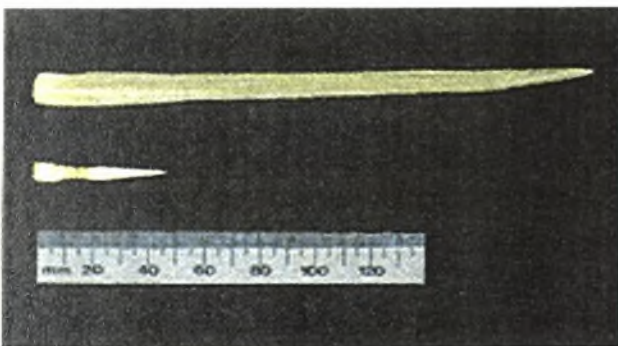
V9 Stage



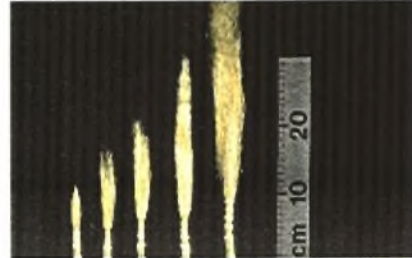
V12 Stage



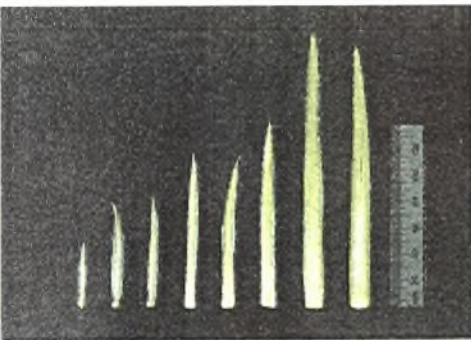
V15 Stage



V18 Stage



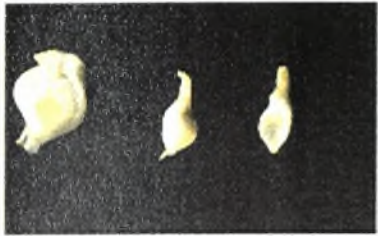
VT



TASSEL GROWTH

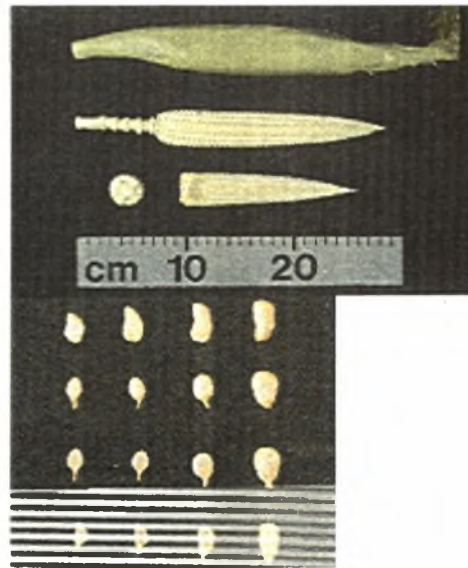


R1 Stage – Silking



R2 Stage – Blister

(10-14 days after silking)



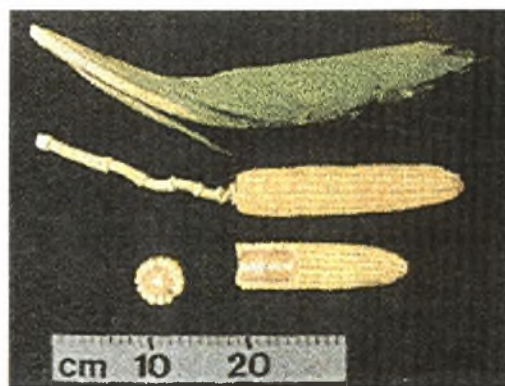
R3 Stage – Milk

(18-22 days after silking)



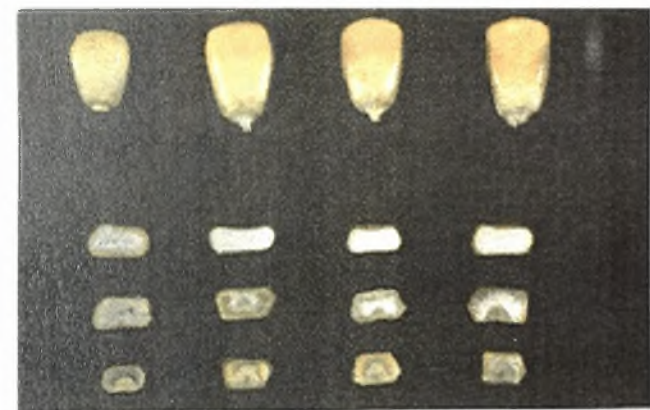
R4 Stage – Dough

(24-28 days after silking)



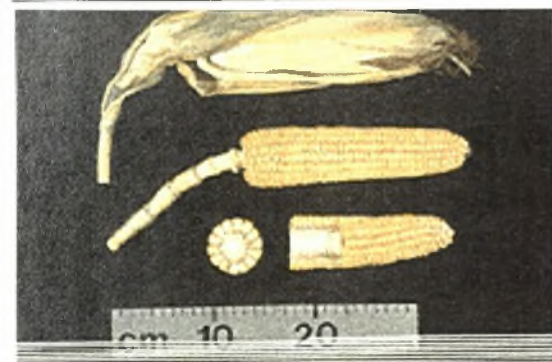
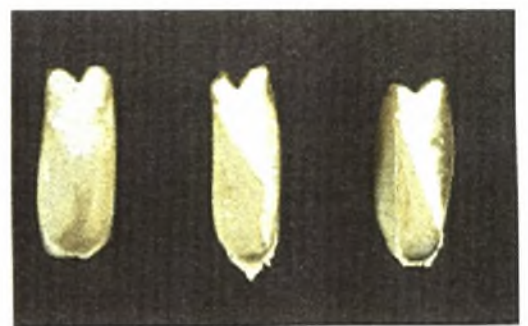
R5 Stage – Dent

(35–42 days after silking)

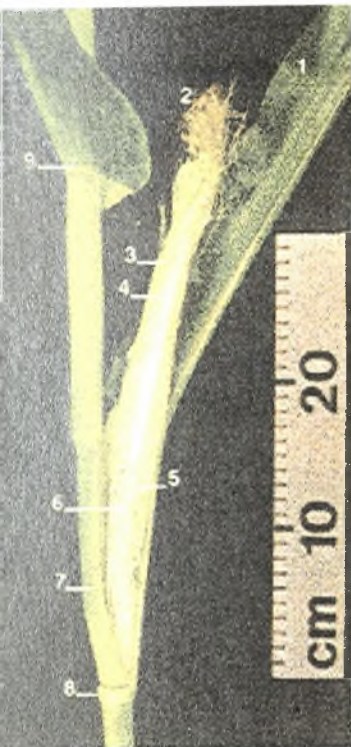


R6 Stage – Physiological Maturity

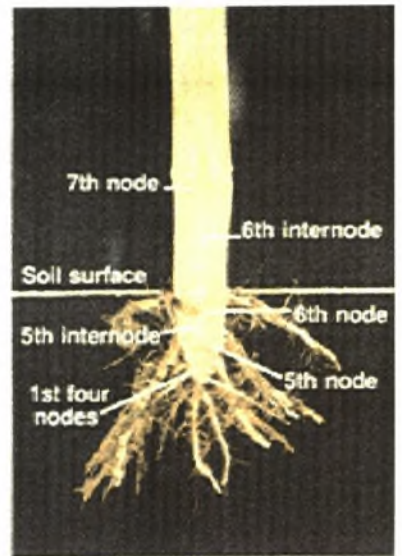
(55-65 days after silking)



1. Ear Leaf
2. Silks
3. Kernels
4. Cob
5. Husks



6. Shank
7. Stem
8. Ear Node
9. Leaf collar



Data file:
 THEODORO□
 Title: proptixiako

Function: ANOVA-2
 Data case 1 to 64

Two-way Analysis of Variance over
 variable 1 (epanalhpseis) with values from 1 to 4 and over
 variable 2 (plithismoi) with values from 1 to 16.

Variable 4: arsen

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	9.69	3.229	0.66	0.5794
plithismoi	15	84.94	5.663	1.16	0.3345
Error	45	219.31	4.874		
Non-additivity	1	0.49	0.495	0.10	
Residual	44	218.82	4.973		
Total	63	313.94			

Grand Mean= 20.031 Grand Sum= 1282.000 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 11.02%

Means for variable 4 (arsen)
 for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 4 Mean
1	19.938
2	19.438
3	20.313
4	20.438

Means for variable 4 (arsen)
 for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 4 Mean
1	18.500
2	18.500
3	22.000

4	20.000
5	18.750
6	19.000
7	20.250
8	22.250
9	20.750
10	20.250
11	20.500
12	21.500
13	19.750
14	20.250
15	19.500
16	18.750

=====
 Variable 5: female

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	22.67	7.557	1.25	0.3045
plithismoi	15	239.86	15.991	2.64	0.0062
Error	45	273.08	6.068		
Non-additivity	1	4.71	4.707	0.77	
Residual	44	268.37	6.099		
Total	63	535.61			

Grand Mean= 24.578 Grand Sum= 1573.000 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 10.02%

Means for variable 5 (female)

for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 5 Mean
1	23.750
2	24.375
3	25.375
4	24.813

Means for variable 5 (female)
for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 5 Mean
1	24.750
2	25.750
3	26.000
4	25.500
5	21.750
6	22.000
7	26.750
8	28.000
9	25.500
10	23.750
11	25.500
12	24.750
13	24.250
14	26.000
15	22.250
16	20.750

Variable 6: asi

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	17.31	5.771	1.43	0.2456
plithismoi	15	139.44	9.296	2.31	0.0155
Error	45	181.19	4.026		
Non-additivity	1	18.39	18.385	4.97	
Residual	44	162.80	3.700		
Total	63	337.94			

Grand Mean= 4.531 Grand Sum= 290.000 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 44.28%

Means for variable 6 (asi)
for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 6 Mean
1	3.750
2	4.938
3	5.063
4	4.375

Means for variable 6 (asi)
for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 6 Mean
1	6.000
2	7.250
3	4.000
4	5.500
5	3.000
6	3.000
7	6.500
8	5.750
9	4.750
10	3.500
11	5.000
12	3.250
13	4.500
14	5.750
15	2.750
16	2.000

Variable 7: spad 1

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	363.71	121.236	9.65	0.0000
plithismoi	15	89.66	5.978	0.48	0.9407
Error	45	565.19	12.560		
Non-additivity	1	32.18	32.183	2.66	
Residual	44	533.00	12.114		
Total	63	1018.56			

Grand Mean= 45.375 Grand Sum= 2904.000 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 7.81%

Means for variable 7 (spad 1)
for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 7 Mean
1	49.238
2	45.456
3	43.525
4	43.281

Means for variable 7 (spad 1)
for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 7 Mean
1	47.675
2	44.825
3	45.450
4	44.450
5	46.800
6	47.275
7	45.025
8	44.725
9	43.300
10	45.225
11	47.025
12	45.525
13	45.375
14	44.650
15	44.225
16	44.450

Variable 8: spad 2

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	687.80	229.265	12.74	0.0000
plithismoi	15	168.54	11.236	0.62	0.8391
Error	45	809.74	17.994		
Non-additivity	1	30.26	30.259	1.71	
Residual	44	779.48	17.716		
Total	63	1666.07			

Grand Mean= 41.977 Grand Sum= 2686.500 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 10.11%

Means for variable 8 (spad 2)
for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 8 Mean
1	46.975
2	42.850
3	39.056
4	39.025

Means for variable 8 (spad 2)
for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 8 Mean
1	44.925
2	40.875
3	41.800
4	40.250
5	44.275
6	43.800
7	41.625
8	41.250
9	38.525
10	42.650
11	43.850
12	41.750
13	42.325
14	42.475
15	40.575
16	40.675

Variable 9: spad 3

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	784.70	261.565	14.81	0.0000
plithismoi	15	279.91	18.661	1.06	0.4202
Error	45	794.50	17.655		
Non-additivity	1	49.13	49.127	2.90	
Residual	44	745.37	16.940		
Total	63	1859.10			

Grand Mean= 42.433 Grand Sum= 2715.700 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 9.90%

Means for variable 9 (spad 3)
for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 9 Mean
1	47.756
2	43.206
3	38.512
4	40.256

Means for variable 9 (spad 3)
for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 9 Mean
1	43.350
2	42.175
3	42.350
4	41.125
5	44.950
6	46.200
7	41.775
8	41.075
9	39.350
10	42.700
11	45.850
12	43.800
13	41.525
14	43.850
15	38.925
16	39.925

Variable 10: spad 4

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	1245.68	415.226	19.65	0.0000
plithismoi	15	564.17	37.611	1.78	0.0687
Error	45	950.68	21.126		
Non-additivity	1	104.79	104.787	5.45	
Residual	44	845.89	19.225		
Total	63	2760.53			

Grand Mean= 39.408 Grand Sum= 2522.100 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 11.66%

Means for variable 10 (spad 4)
for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 10 Mean
1	46.500
2	39.687
3	35.331
4	36.112

Means for variable 10 (spad 4)
for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 10 Mean
1	42.175
2	40.625
3	40.475
4	37.925
5	42.575
6	43.900
7	38.625
8	38.500
9	36.100
10	39.125
11	41.925
12	41.250
13	40.100
14	40.500
15	34.200
16	32.525

Variable 11: apodosi

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	24.12	8.040	8.88	0.0001
plithismoi	15	20.82	1.388	1.53	0.1338
Error	45	40.74	0.905		
Non-additivity	1	0.01	0.014	0.02	
Residual	44	40.73	0.926		
Total	63	85.68			

Grand Mean= 5.804 Grand Sum= 371.461 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 16.39%

Means for variable 11 (apodosi)
for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 11 Mean
1	6.647
2	6.133
3	5.212
4	5.223

Means for variable 11 (apodosi)
for each level of variable 2 (plithismoi):

Var 2 Value	Var 11 Mean
1	5.348
2	5.163
3	5.350
4	4.945
5	6.656
6	5.941
7	5.334
8	5.267
9	5.534
10	6.785
11	5.820
12	6.773
13	5.850
14	5.621
15	6.245
16	6.235

Variable 13: fyta ana tem

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
epanalhpseis	3	80.80	26.932	2.02	0.1253
plithismoi	15	778.36	51.891	3.88	0.0002
Error	45	601.45	13.366		
Non-additivity	1	46.14	46.138	3.66	
Residual	44	555.31	12.621		
Total	63	1460.61			

Grand Mean= 43.922 Grand Sum= 2811.000 Total Count= 64

Coefficient of Variation= 8.32%

Means for variable 13 (fyta ana tem)
for each level of variable 1 (epanalhpseis):

Var 1 Value	Var 13 Mean
1	44.563
2	44.313
3	42.000
4	44.813

Means for variable 13 (fyta ana tem)
for each level of variable 2 (plithismoι):

Var 2 Value -----	Var 13 Mean -----
1	46.500
2	46.500
3	43.750
4	44.500
5	40.750
6	44.750
7	45.000
8	45.000
9	45.250
10	37.750
11	38.750
12	38.500
13	44.250
14	42.000
15	49.500
16	50.000



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074913