

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος
Τμήμα Γεωπονίας Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου Περιβάλλοντος

**Χρόνος και πυκνότητα σποράς πέντε υβριδίων καλαμποκιού
και φυσιολογία αύξησης τους**

Θ. Σ. Χρυσόχου

ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2006

Χρόνος και πυκνότητα σποράς πέντε υβριδίων καλαμποκιού και φυσιολογία αύξησης τους

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και του Τμήματος Γεωπονίας Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου Περιβάλλοντος ως μερική υποχρέωση για την λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην κατεύθυνση **«Βελτίωση φυτών και Σύγχρονες Καλλιέργειες»**

Τριμελής Συμβουλευτική επιτροπή

Επιβλέπων

Λόλας Πέτρος
Καθηγητής Ζιζανιολογίας
και Φυσιολογίας Π.Θ.

Μέλος

Τζώρτζιος Στέργιος
Καθηγητής Βιομετρίας
Π.Θ.

Μέλος

Μαυρομάτης Αθανάσιος
Λέκτορας Γενετικής και
Βελτίωσης φυτών Π.Θ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συνεχής γενετική βελτίωση των γενοτύπων του καλαμποκιού έχει οδηγήσει στην παραγωγή υβριδίων που αντέχουν την καταπόνηση που προκαλείται από την υψηλή πυκνότητα σποράς. Επίσης τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα λόγω των περιορισμένων βροχοπτώσεων, προτείνεται από πολλούς η μετάβαση σε πιο πρώιμες ημερομηνίες σποράς, με σκοπό τη μείωση των αρδεύσεων, αλλά και την πιο γρήγορη εγκατάσταση των φυτών στον αγρό, ώστε να μπορούν να εκμεταλλευτούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τις ευνοϊκές για την ανάπτυξή τους συνθήκες της άνοιξης. Για τους λόγους αυτούς κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η συμπεριφορά των σύγχρονων υβριδίων καλαμποκιού, όταν καλλιεργούνται κάτω από διαφορετικές συνθήκες χρόνου και πυκνότητας σποράς.

Δοκιμάστηκαν πέντε υβρίδια καλαμποκιού, τα οποία σπάρθηκαν σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες, στις 7 Μαρτίου (πρώιμη σπορά), στις 31 Μαρτίου (κανονική σπορά) και στις 18 Απριλίου (όψιμη σπορά). Σε κάθε εποχή σποράς, το κάθε υβρίδιο σπάρθηκε σε δύο διαφορετικές πυκνότητες σποράς. Αυτό έγινε τροποποιώντας την απόσταση μεταξύ των θέσεων σποράς, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν η συνηθισμένη, τα 75 cm. Χρησιμοποιήθηκε μια κανονική πυκνότητα σποράς με απόσταση μεταξύ των θέσεων σποράς 16 cm (83330 φυτών/ha) και μια πιο υψηλή πυκνότητα, με απόσταση μεταξύ των θέσεων σποράς 12 cm (111110 φυτών/ha). Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB, Randomized Complete Block) με τρεις επαναλήψεις.

Τα φυσιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών που μετρήθηκαν ήταν: ο χρόνος και το ποσοστό φυτρώματος, η βιομάζα (χλωρό και ξηρό υπέργειο και υπόγειο βάρος), το ύψος των φυτών, η απόδοση, η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (με το spad), η ειδική φυλλική επιφάνεια, η σχετική υγρασία, το ύψος έκφυσης του σπάρικα, ο αριθμός σειρών σπόρων του σπάρικα και το ποσοστό γεμίσματος αυτού.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές οφειλόμενες στην διαφορετική πυκνότητα σποράς μετρήθηκαν στην περίπτωση του υπέργειου χλωρού βάρους, της απόδοσης και της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη. Η απόδοση επηρεάστηκε θετικά από την αύξηση της πυκνότητας σποράς, ενώ η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη, αρνητικά. Παρά την απουσία ύπαρξης σημαντικών διαφορών στις υπόλοιπες μετρήσεις, φαίνεται ότι ναι μεν η υψηλή πυκνότητα σποράς επηρέασε αρνητικά τα περισσότερα από τα

μετρούμενα χαρακτηριστικά (εξαιρέση το ύψος των φυτών, ο αριθμός σειρών και το ποσοστό γεμίσματος του σπάδικα), η αρνητική αυτή επίδραση όμως αντισταθμίστηκε σε όλες τις περιπτώσεις πλην του υβριδίου E, από τον αυξημένο πληθυσμό φυτών. Έτσι τα υβρίδια A, B, Γ, και Δ επιτυγχάνουν υψηλότερη απόδοση κατά την πυκνή σπορά, ενώ το υβρίδιο E κατά την κανονική πυκνότητα σποράς, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα την υψηλότερη απόδοση του πειράματος.

Όσον αφορά τα υβρίδια αυτά καθαυτά, ως προς την απόδοση κατά την πρώιμη και κανονική εποχή σποράς ξεχώρισαν τα B και E, ενώ στην όψιμη σπορά τα A και Δ. Ξεχώρισε επίσης με την σταθερότητά του το υβρίδιο Γ, το οποίο έδωσε την τρίτη καλύτερη απόδοση σε όλες τις εποχές σποράς. Το υβρίδιο που εμφάνισε την μεγαλύτερη ρώμη και τη μικρότερη ειδική φυλλική επιφάνεια ήταν το E. Τα υβρίδια B και Γ ξεχώρισαν επίσης σε πολλές μετρήσεις.

Η εποχή σποράς επηρέασε πολλά από τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν. Η επίδραση διέφερε από χαρακτηριστικό σε χαρακτηριστικό, ενώ κάποιες φορές για το ίδιο χαρακτηριστικό η επίδραση ήταν διαφορετική σε κάθε πυκνότητα σποράς. Την πιο ισορροπημένη εικόνα έδωσε η κανονική εποχή σποράς. Αν και σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αναμενόταν τα καλύτερα αποτελέσματα να προέλθουν από την πρώιμη σπορά, αυτό δεν συνέβη, πιθανόν εξαιτίας του ότι η σπορά δεν έγινε κάτω από καλές συνθήκες. Η όψιμη σπορά υπερερούσε των άλλων δύο κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών, καθώς τα νερά φυτά αναπτύσσονταν κάτω από ευνοϊκές συνθήκες (θερμοκρασίας κυρίως). Στα επόμενα στάδια όμως υστέρησε σε σχέση με αυτές, με συνέπεια τις μικρότερες αποδόσεις. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι καθώς εξελίσσεται η καλλιέργεια, η πρώιμη και η κανονική σπορά εκμεταλλεύονται καλύτερα τους πόρους ενέργειας, υγρασίας και θερμοκρασίας και υπερκαλύπτουν τη διαφορά.

Πρέπει επίσης να σχολιαστεί ότι στην κανονική σπορά που παρουσίασε τις καλύτερες συνθήκες για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών παρατηρήθηκαν οι λιγότερες διαφορές μεταξύ των γενοτύπων, σε αντίθεση με την πρώιμη και όψιμη σπορά, όπου οι συνθήκες καταπόνησης που αντιμετώπισαν τα φυτά βοήθησαν στην εμφάνιση διαφορών μεταξύ τους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Λόλα Πέτρο για την υπόδειξη του θέματος και για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της πραγματοποίησης του πειράματος και συγγραφής της διατριβής.

Ευχαριστώ επίσης τους κ.κ. Τζώρτζιο Στέργιο, Καθηγητή Βιομετρίας του Π.Θ. και Μαυρομάτη Αθανάσιο, Λέκτορα Γενετικής και Βελτίωσης φυτών του Π.Θ. μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, για τις χρήσιμες υποδείξεις και διορθώσεις της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής κατά την ανάγνωση και εξέτασή της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία Monsanto Hellas για την παροχή του πολλαπλασιαστικού υλικού, καθώς και τους συναδέλφους κυρίου Λεωνιδάκη Δημήτριο και Φτάρα Γεώργιο για τις υποδείξεις τους.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται και στον αγαπητό συνάδελφο κ. Νταφόπουλο Απόστολο για τις πολύτιμες ιδέες του.

Ευχαριστώ επίσης τον κ. Σουίπα Σπύρο, υπεύθυνο γεωπόνο του Αγροκτήματος του Π.Θ. για τη βοήθειά του στη διεξαγωγή του πειράματος και τη χρήση του στατιστικού πακέτου M-STAT για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων.

Τέλος δεν πρέπει να ξεχάσω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους υπόλοιπους δικούς μου ανθρώπους για τη συμπαράσταση και την ανοχή που μου έδειξαν σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΣΗΜΑΣΙΑ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΑΣ	3
3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	5
3.1 Αύξηση και ανάπτυξη καλαμποκιού	5
3.1.1 Γενικά	5
3.1.2 Στάδια αύξησης και ανάπτυξης.....	5
3.1.3 Χαρακτηριστικά και απαιτήσεις σε κάθε στάδιο	6
3.1.3.1 Φύτρωμα (VE).....	6
3.1.3.2 Στάδια 3 – 6 φύλλων (V3-V6).....	6
3.1.3.3 Στάδια 6 – 9 φύλλων (V6-V9).....	7
3.1.3.4 Στάδια 9 – 12 φύλλων (V9-V12).....	7
3.1.3.5 Στάδιο 13 φύλλων (V13).....	7
3.1.3.6 Άνθιση γονιμοποίηση (R1).....	7
3.1.3.7 Ανάπτυξη καρπών (R2-R6).....	8
3.2 Πυκνότητα σποράς	9
3.2.1 Πυκνότητα και βιομάζα.....	9
3.2.2 Πυκνότητα και δείκτης φυλλικής επιφάνειας.....	13
3.2.3 Προσδιορισμός της ιδανικής πυκνότητας σποράς.....	14
3.2.4 Απόσταση γραμμών σποράς.....	20
3.3 Εποχή σποράς.....	22
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
4.1 Γενικά	29
4.2 Καλλιεργητικές εργασίες.....	29
4.3 Μετρήσεις.....	31
4.4. Στατιστική ανάλυση	34

	Σελ.
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	35
5.1 Γενικά	35
5.2 Χρόνος και ποσοστό φυτρώματος.....	36
5.3 Μετρήσεις βιομάζας.....	38
5.3.1 Υπέργειο χλωρό βάρος.....	38
5.3.2 Υπέργειο ξηρό βάρος	45
5.3.3 Υπόγειο χλωρό βάρος	46
5.3.4 Υπόγειο ξηρό βάρος	52
5.4 Ύψος φυτού.....	59
5.5 Απόδοση	61
5.6 Σχετική υγρασία	64
5.7 Ειδική φυλλική επιφάνεια	65
5.8 Χλωροφύλλη	68
5.9 Ύψος έκφυσης σπάδικα.....	71
5.10 Αριθμός σειρών σπόρων ανά σπάδικα	72
5.11 Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα.....	73
5.12 Μελέτη του βαθμού συσχέτισης των μεταβλητών.....	74
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	79
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82
7.1 Ελληνική βιβλιογραφία	82
7.2 Ξένη βιβλιογραφία	82
7.3 Ηλεκτρονική βιβλιογραφία	86
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	87

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την εποχή του ησιόδειου άροτρου μέχρι σήμερα, η γεωργία δεν έχει πάψει να εξελίσσεται και να εκσυγχρονίζεται. Η εξέλιξη αφορά την προσαρμογή της γεωργίας στα νέα κάθε φορά δεδομένα είτε αυτά αφορούν το περιβάλλον είτε τους διαθέσιμους πόρους (έδαφος, εξοπλισμός, εισροές κ.α.), ενώ ο εκσυγχρονισμός αφορά τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών. Πολλές νέες ιδέες προκύπτουν κατά καιρούς και δεν εφαρμόζονται γιατί η υφιστάμενη τεχνολογία της εποχής δεν το επιτρέπει. Μερικές από αυτές βρίσκουν το δρόμο προς την εφαρμογή αργότερα, όταν νέες τεχνολογίες δίνουν λύσεις που τους επιτρέπουν να εφαρμοστούν σωστά. Σύμφωνα με μία άποψη, καμιά νέα ιδέα δεν είναι πραγματικά νέα, αλλά βασίζεται σε μια παλιά ιδέα που δεν είχε καταφέρει να εφαρμοστεί σωστά και να βρει το δρόμο προς την παραγωγή.

Η απόδοση του καλαμποκιού συγκριτικά με τα υπόλοιπα σιτηρά επηρεάζεται περισσότερο από μεταβολές στην πυκνότητα σποράς του. Η καμπύλη της απόδοσης του καλαμποκιού σε σχέση με την πυκνότητα σποράς, είναι λογαριθμική και αυξάνεται μέχρι το σημείο όπου επιτυγχάνεται ο ιδανικός για συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες πληθυσμός (Echarte et al., 2000). Η χρήση πληθυσμών μικρότερων του ιδανικού καθυστερεί το κλείσιμο της φυτοστοιβάδας και μειώνει την συνολική ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δεσμεύεται σε όλη την καλλιεργητική περίοδο και κατά συνέπεια τη συνολική φωτοσύνθεση και παραγωγή βιομάζας. Στον αντίποδα η χρήση πυκνοτήτων σποράς μεγαλύτερων της ιδανικής, αυξάνει τον ανταγωνισμό των φυτών για υγρασία, θρεπτικά στοιχεία και φως, ιδιαίτερα την κρίσιμη περίοδο πριν και μετά την εμφάνιση της θηλυκής ταξιανθίας (στάδιο «μεταξιού» ή silking). Επίσης προκαλεί εντονότερη εμφάνιση του φαινομένου της πρωτανδρίας και μειώνει το ποσοστό γεμίσματος των σπαδικών (Westgate et al., 2004).

Η απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας του καλαμποκιού έχει αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία 50 χρόνια. Η αύξηση αυτή αποδίδεται στη γενετική βελτίωση των ποικιλιών, στις κλιματικές αλλαγές και στις αλλαγές στις καλλιεργητικές τεχνικές. Ειδικότερα, όσον αφορά τη γενετική βελτίωση, σημαντική ήταν η δημιουργία υβριδίων με αντοχές στις συνθήκες καταπόνησης που υφίστανται στον αγρό, λόγω μειωμένης υγρασίας, παρουσίας ζιζανίων και υψηλών πυκνοτήτων σποράς.

Τα υβρίδια του καλαμποκιού διαφέρουν ως προς την αντίδραση τους στον υψηλό πληθυσμό φυτών. Η αντίδραση αυτή συνοδεύεται από μεταβολές στο ύψος του φυτού, τον αριθμό των φύλλων, τη φυλλική επιφάνεια, την κατανομή της βιομάζας, τη γωνία έκφυσης των φύλλων. Η ανοχή των υψηλών πληθυσμών πολλές φορές συνοδεύεται με μείωση του ύψους των φυτών, του αριθμού των φύλλων, της φυλλικής επιφάνειας και αύξησης της πρωιμότητας και της γωνίας έκφυσης των φύλλων (Sangoi et al., 2002 ; Maddoni et al., 2001).

Πολλές από τις έρευνες που γίνονται σχετικά με το καλαμπόκι τα τελευταία χρόνια στις Η.Π.Α. έχουν ως αντικείμενο την εύρεση της ιδανικής ημερομηνίας σποράς για κάθε περιοχή. Ο βαθύτερος σκοπός των ερευνών αυτών είναι η μεγιστοποίηση της διαθέσιμης για την καλλιέργεια βλαστικής περιόδου, χωρίς όμως προβλήματα κατά το φύτεμα και τη συγκομιδή, με σκοπό την αύξηση των αποδόσεων και την εξοικονόμηση πόρων.

Η εποχή και η πυκνότητα σποράς είναι καλλιεργητικές τεχνικές που δεν είναι δύσκολο να τροποποιηθούν, αν και η δεύτερη μπορεί να απαιτήσει κάποιες φορές τροποποιήσεις στα μηχανήματα σποράς, συγκομιδής και καλλιέργειας του εδάφους. Οι τροποποιήσεις αυτές γίνονται ώστε να προσαρμόζονται οι τεχνικές αυτές στα σύγχρονα δεδομένα σε ότι αφορά τις δυνατότητες και τις απαιτήσεις των νέων ποικιλιών, αλλά και στα προβλήματα και ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής. Οι έρευνες πάνω σε αυτό το θέμα στην Ελλάδα, είναι ελάχιστες και για αυτό αποφασίστηκε να γίνει αυτό το πείραμα. Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί η επίδραση της εποχής και της πυκνότητας σποράς στην καλλιέργεια των σύγχρονων ποικιλιών του καλαμποκιού, καθώς και να μελετηθεί η αντίδραση κάθε ποικιλίας στη μεταβολή των παραπάνω ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορετικές συμπεριφορές μεταξύ των γενοτύπων. Χρησιμοποιήθηκαν πέντε υβρίδια καλαμποκιού. Τα τέσσερα από αυτά είναι νέα και μόνο δύο κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, και επιλέχθηκαν ως ένα δείγμα σύγχρονου γενετικού υλικού. Το πέμπτο είναι μια ποικιλία καλλιεργούμενη χρόνια στην Ελλάδα με υψηλές και σταθερές αποδόσεις και επιλέχθηκε ως μάρτυρας σύγκρισης. Χρησιμοποιήθηκαν δύο πυκνότητες σποράς, μία ευρέως διαδεδομένη και μία πιο πυκνή, χρησιμοποιούμενη ως τώρα σε καλλιέργειες που προορίζονται για ενσίρωση. Για τις εποχές σποράς χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο η συνήθης ημερομηνία σποράς στην περιοχή της Θεσσαλίας οπότε και σπάρθηκε η κανονική σπορά, ενώ η πρόωπη και κανονική σπορά σπάρθηκαν ένα εικοσαήμερο πριν και μετά αντίστοιχα.

2. ΣΗΜΑΣΙΑ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΑΣ

Ο καθορισμός της κατάλληλης εποχής σποράς του καλαμποκιού έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης εδώ και πάρα πολλά χρόνια για πολλούς ερευνητές σε όλα τα μέρη του κόσμου (Hicks and Thomison, 2004 ; Marton et al., 1997). Η έρευνα αυτή συνεχίζεται και σήμερα καθώς οι κλιματολογικές συνθήκες αλλάζουν, ενώ παράλληλα αλλάζουν και τα χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων υβριδίων με αποτέλεσμα να απαιτείται έλεγχος για τυχόν αναθεώρηση των υπάρχόντων δεδομένων. Το ίδιο περίπου συμβαίνει και με την πυκνότητα σποράς. Κατά την αέναη προσπάθεια που γίνεται σε κάθε καλλιέργεια για μεγιστοποίηση της παραγωγής, δοκιμάζονται διάφορες τροποποιήσεις στις πρακτικές της καλλιέργειας με σκοπό την επίτευξη μεγαλύτερων αποδόσεων. Το ίδιο συμβαίνει και στο καλαμπόκι. Η πυκνότητα σποράς γενικότερα είτε ως αριθμός φυτών ανά μονάδα επιφάνειας είτε ως χωροθέτηση των φυτών στην επιφάνεια του εδάφους είτε και ως συνδυασμός των δύο είναι μια καλλιεργητική πρακτική πάνω στην οποία έχουν πειραματιστεί αρκετοί τα τελευταία 40 χρόνια (Westgate et al., 1997 ; Turgut et al., 2005 ; Widdicombe and Thelen, 2002).

Κατά τον προσδιορισμό της κατάλληλης εποχής σποράς γίνεται προσπάθεια να συγκεραστούν αντικρουόμενες απαιτήσεις. Από τη μία πρέπει να μεγιστοποιηθεί η διαθέσιμη για την καλλιέργεια βλαστική περίοδος και από την άλλη επιδιώκεται τα φυτά να αναπτυχθούν την άνοιξη κάτω από ικανοποιητικές τουλάχιστον συνθήκες, ώστε να μην υπάρχουν απώλειες ή και αποτυχία στη σπορά. Πρέπει όμως και το φθινόπωρο να έχουν το χρόνο να ωριμάσουν οι καρποί τους και να μειωθεί η υγρασία αυτών, ώστε να μη χρειαστούν ξήρανση κατά τη συγκομιδή. Επίσης, επιθυμητό είναι να δοθεί στην καλλιέργεια ο χρόνος να εκμεταλλευτεί όσο γίνεται περισσότερο τις ευνοϊκές συνθήκες της άνοιξης. Ένας τρόπος να επιτευχθεί αυτό είναι οι πρώιμες σπορές. Το πόσο πρώιμα μπορεί να γίνει η σπορά σε κάθε περιοχή χωρίς αρνητικές συνέπειες στην καλλιέργεια, καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε εποχής σποράς (πρώιμη, κανονική, όψιμη) αποτελεί το αντικείμενο των ερευνών που γίνονται. Πολλές έρευνες δείχνουν ότι οι πρώιμες σπορές αποδίδουν καλύτερα όταν συνδυάζονται με αυξημένους πληθυσμούς φυτών. Οι ιδανικές ημερομηνίες σποράς αλλάζουν από περιοχή σε περιοχή και σχετίζονται με το γεωγραφικό πλάτος αυτών. Στις Η.Π.Α. για παράδειγμα, η περιοχή του Τέξας που βρίσκεται σε

γεωγραφικό πλάτος ίδιο με αυτό της Αιγύπτου προτείνεται η σπορά του καλαμποκιού να γίνεται προς τα μέσα του Φεβρουαρίου, ενώ στις βόρειες πολιτείες όπως η Βόρεια Ντακότα, η Μινεσότα, το Ουισκόνσιν και το Μίσιγκαν που βρίσκονται σε γεωγραφικό πλάτος ίδιο με αυτό της Ρουμανίας και της Ουγγαρίας προτείνεται να γίνεται στο τέλος του Απριλίου. Υπάρχει μια απόκλιση δηλαδή 45 ημερών (Hicks and Thomison, 2004). Οι έρευνες αυτές διεξάγονται συχνά με υβρίδια διαφορετικού μήκους βιολογικού κύκλου ώστε να φαίνεται και η επίδραση αυτού του παράγοντα στην τελική απόδοση. Στην Ελλάδα η εποχή σποράς για το καλαμπόκι ξεκινάει από τις 15 Φεβρουαρίου-αρχές Μαρτίου για τις πιο πρώιμες σπορές, και ολοκληρώνεται στα τέλη Απριλίου όπου γίνονται οι πιο όψιμες σπορές. Στη Θεσσαλία οι πρώιμες σπορές γίνονται στο 1^ο δεκαήμερο του Μαρτίου, οι κανονικές σπορές στο τελευταίο δεκαήμερο του Μαρτίου και οι όψιμες σπορές στο 2^ο δεκαήμερο του Απριλίου ή και αργότερα.

Η πυκνότητα σποράς είναι η συνισταμένη της απόστασης μεταξύ των γραμμών σποράς και του αριθμού των φυτών επί της γραμμής. Η πλέον διαδεδομένη απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς είναι αυτή των 75 cm, ενώ η απόσταση των φυτών επί της γραμμής είναι συνήθως 16-18 cm.

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μια τάση αύξησης των χρησιμοποιούμενων πληθυσμών φυτών, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απόδοσης ανά μονάδα επιφάνειας και ενώ κάποτε τα 50000 φυτά/ha (25 cm απόσταση επί της γραμμής σποράς) ήταν ένας μεγάλος αριθμός φυτών, σήμερα δεν χρησιμοποιείται πλέον. Ο συνήθης αριθμός φυτών είναι τα 78000 φυτά/ha περίπου (17 cm απόσταση επί της γραμμής σποράς) ενώ χρησιμοποιούνται και πληθυσμοί φυτών από 83000 έως 89000 φυτά/ha ή και 102000 φυτά /ha (16, 15 και 13 cm απόσταση επί της γραμμής σποράς, αντίστοιχα). Η αύξηση αυτή των χρησιμοποιούμενων πληθυσμών φυτών συνδυάστηκε με τη βελτίωση των υβριδίων καλαμποκιού που μπορούν να ανέχονται την καταπόνηση του μεγάλου αριθμού φυτών χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοσή τους και στην αντοχή τους στο πλάγιασμα. Επίσης, έχουν δοκιμαστεί και διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς, κυρίως μικρότερες (56 και 38 cm), οι οποίες έχουν σαν στόχο να εκμεταλλευτούν την πιο ομοιόμορφη κατανομή των φυτών στο χωράφι ώστε να μεγιστοποιηθεί η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, αλλά και μεγαλύτερες (102 cm).

3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

3.1 Αύξηση και ανάπτυξη καλαμποκιού

3.1.1 Γενικά

Το καλαμπόκι είναι μια από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες παγκοσμίως τόσο όσον αφορά την έκταση που καλλιεργείται αλλά και όσον αφορά την ποικιλία περιβαλλόντων καλλιέργειας. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη γενετική του παραλλακτικότητα και την προσαρμοστικότητα που εμφανίζει, καθώς και την υψηλή αποδοχή των προϊόντων του. Έτσι είναι ένα από τα είδη που έχουν μελετηθεί αρκετά και έχει βελτιωθεί σημαντικά, ιδιαίτερα τα τελευταία 50 χρόνια, προς τις κατευθύνσεις που απαιτεί η σύγχρονη γεωργία.

3.1.2 Στάδια αύξησης και ανάπτυξης

Η αύξηση του καλαμποκιού διακρίνεται σε δύο στάδια, το βλαστικό και το αναπαραγωγικό. Το βλαστικό στάδιο αρχίζει από το φύτευμα και συνεχίζεται μέχρι την εμφάνιση της αρσενικής ταξιανθίας, όπου το φυτό εισέρχεται πλέον στο αναπαραγωγικό στάδιο. Κατά τη διάρκεια του βλαστικού σταδίου αναπτύσσονται και αυξάνονται τα φύλλα, το στέλεχος και το ριζικό σύστημα, ενώ αρχίζουν να σχηματίζονται και τα αναπαραγωγικά όργανα του φυτού, η θηλυκή ταξιανθία (μετάξι) και η αρσενική ταξιανθία (φόβη). Το αναπαραγωγικό στάδιο του φυτού τελειώνει με την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του σπόρου. Κατά τη διάρκειά του γίνεται η γονιμοποίηση των ανθιδίων, σχηματίζονται οι σπόροι στον σπάδικα και αναπτύσσονται μέχρι το στάδιο της φυσιολογικής τους ωρίμανσης όπου έχουν υγρασία 30% περίπου (Hicks and Thomison, 2004).

Τα επιμέρους στάδια της βλαστικής ανάπτυξης του καλαμποκιού καθορίζονται από τον αριθμό των φύλλων που έχουν πλήρως εκπτυχθεί (διακρίνεται ο κολεός τους).

Τα στάδια αυτά είναι:

VE: Φύτευμα (έξοδος του νεαρού φυτού από το έδαφος)

V1: 1^ο φύλλο

V2: 2^ο φύλλο και συνεχίζεται έτσι (V3 κτλ.) μέχρι το στάδιο

VT: Σχηματισμός της φόβης (Tasseling)

Μετά την εμφάνιση της αρσενικής ταξιανθίας όπου τα φυτά εισέρχονται πλέον στην αναπαραγωγική περίοδο, τα επιμέρους στάδια ανάπτυξης καθορίζονται από την ανάπτυξη του καρπού και είναι:

R1: Στάδιο «μεταξιού» (εμφάνιση των στύλων του σπάδικα που ονομάζονται και μετάξια)

R2: Φούσκωμα καρπού

R3: Γάλα

R4: Ζύμη

R5: Σχηματισμός κοιλότητας στο πάνω μέρος των καρπών

R6: Φυσιολογική ωρίμανση (δημιουργία του **black layer**, ενός λεπτού μαύρου στρώματος που σχεδόν διακόπτει την επικοινωνία του καρπού με το φυτό)

3.1.3 Χαρακτηριστικά και απαιτήσεις σε κάθε στάδιο

3.1.3.1 Φύτρωμα (VE)

Κάτω από άριστες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, το φύτρωμα ολοκληρώνεται 4-5 ημέρες μετά την σπορά. Αν επικρατούν αντίξοες συνθήκες (ξηρασία, χαμηλές θερμοκρασίες) μπορεί να καθυστερήσει μέχρι και τρεις εβδομάδες μετά τη σπορά, ενώ είναι πιθανόν να έχουμε και μεγαλύτερα ποσοστά σπόρων που δεν κατάφεραν να φυτρώσουν (Lauer et al., 1999). Όσο περνά ο χρόνος και ανεβαίνουν οι θερμοκρασίες, ο κυριότερος παράγοντας που περιορίζει το φύτρωμα είναι η υγρασία του εδάφους. Για το λόγο αυτό, η σπορά γίνεται βαθύτερα όσο προχωράμε σε ημερομηνίες όψιμων σπορών. Αντίθετα, στην πρόιμη σπορά συνιστάται μικρότερο βάθος σποράς για να εκμεταλλευτούμε την υψηλότερη θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους (Pioneer Hi-Bred Hellas, 2003).

3.1.3.2 Στάδια 3 – 6 φύλλων (V3-V6)

Τα όργανα του φυτού που θα αναπτυχθούν αργότερα υπάρχουν σε εμβρυακή μορφή στο φυτό στο **σημείο αύξησης (growing point)** το οποίο βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους γεγονός που το προστατεύει από τυχόν παγετό, χαλάζι ή ανεμοθύελλες (Hicks and Thomison, 2004). Στα στάδια αυτά τα φυτά κινδυνεύουν

κυρίως από πλημμύρες, που σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή τους (Nafziger, site 5).

3.1.3.3 Στάδια 6 – 9 φύλλων (V6-V9)

Το σημείο αύξησης βρίσκεται πλέον πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και ανεβαίνει σταδιακά καθώς το φυτό αναπτύσσεται. Το ριζικό σύστημα επεκτείνεται και γίνεται πιο πυκνό. Στο στάδιο αυτό μπορεί να παρουσιαστεί και εμφάνιση «αδελφιών», γεγονός που επιβεβαιώνει ότι τα φυτά αναπτύσσονται σε άριστες συνθήκες (υγρασία, θρέψη, ηλιακή ακτινοβολία). Το φαινόμενο αυτό δεν έχει επίδραση στη στρεμματική απόδοση. Κάποια υβρίδια έχουν την τάση να αδελφώνουν περισσότερο από άλλα. Προσοχή χρειάζεται στην εμφάνιση τροφοπενιών και εντομολογικών προσβολών. Επίσης στο στάδιο αυτό ολοκληρώνεται η ζωή των δύο κατώτερων φύλλων (Pioneer Hi-Bred Hellas, 2003).

3.1.3.4 Στάδια 9 – 12 φύλλων (V9-V12)

Το φυτό βρίσκεται σε συνεχή και εντατική αύξηση. Οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία είναι οι μεγαλύτερες δυνατές. Αυξημένες είναι και οι απαιτήσεις σε υγρασία. Την περίοδο αυτή προσδιορίζεται ο αριθμός των σειρών του σπάδικα και ξεκινά ο προσδιορισμός του αριθμού των καρπών της κάθε σειράς (Hicks and Thomison, 2004).

3.1.3.5 Στάδιο 13 φύλλων (V13)

Το διάστημα των δύο εβδομάδων πριν και μετά την γονιμοποίηση είναι το πιο κρίσιμο για τη στρεμματική απόδοση. Υδατική καταπόνηση, έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, πολύ υψηλές θερμοκρασίες και οποιοδήποτε άλλο αρνητικοί παράγοντες την περίοδο αυτή επηρεάζουν σημαντικά την πολυδυμία, των αριθμό των καρπών και κατ' επέκταση την τελική απόδοση της καλλιέργειας (Hicks and Thomison, 2004).

3.1.3.6 Ανθιση γονιμοποίηση (R1)

Η γύρη ελευθερώνεται από την φόβη και γονιμοποιεί τους στύλους (μετάξια) οι οποίοι έχουν εξέλθει από το σπάδικα. Η διασπορά της γύρης διαρκεί 7-15 ημέρες. Τα μετάξια του ίδιου σπάδικα γονιμοποιούνται μέσα σε 2-3 ημέρες συνήθως. Στο στάδιο αυτό προσδιορίζεται οριστικά ο αριθμός των σπόρων κάθε σειράς του σπάδικα. Υδατική καταπόνηση, έλλειψη N και P, πολύ υψηλές θερμοκρασίες την περίοδο αυτή

μειώνουν σημαντικά την τελική απόδοση της καλλιέργειας (Hicks and Thomison, 2004 ; Pioneer Hi-Bred Hellas, 2003).

Το καλαμπόκι εμφανίζει το φαινόμενο της **πρωτανδρίας (protandry)** κατά το οποίο η αρσενική ταξιανθία αρχίζει να απελευθερώνει τη γύρη πριν οι στύλοι του σπάδικα εξέλθουν. Αν αυτό το διάστημα είναι μεγάλο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα το μειωμένο ποσοστό γονιμοποίησης ιδιαίτερα στο 2^ο σπάδικα, αν υπάρχει. Το χρονικό διάστημα αυτό ονομάστηκε **διάστημα άνθησης-μεταξώματος (anthesis-silking interval (ASI))** (Bolanos and Edmeades, 1993). Όταν το διάστημα αυτό είναι μικρό, είναι πολύ πιθανό όλα τα φυτά να δεχθούν γόνιμη γύρη (Hall et al., 1982). Συνήθως το διάστημα αυτό αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας σποράς και του συνολικού πληθυσμού των φυτών. Το ιδανικό είναι το διάστημα αυτό να περιορίζεται σε μία ημέρα. Αν ξεπερνά τις 7 ημέρες μειώνεται ο αριθμός των ανθιδίων του σπάδικα που γονιμοποιούνται με αποτέλεσμα ο σπάδικας να εμφανίζει κενό στην κορυφή του (Bolanos and Edmeades, 1993). Η επιμήκυνση των στύλων ξεκινά 7-10 ημέρες πριν την έξοδό τους από το σπάδικα. Κάθε ωθήκη αναπτύσσει το δικό της στύλο. Ένας καλά ανεπτυγμένος σπάδικας διαθέτει 750-1000 ωάρια, αλλά κάτω από καλές συνθήκες μόνο 400-600 από αυτά θα γονιμοποιηθούν ώστε να δώσουν σπόρο. Οι στύλοι των ανθιδίων στο κάτω μέρος του σπάδικα αναπτύσσονται πριν από αυτούς του πάνω μέρους και εξέρχονται νωρίτερα από αυτόν. Κάτω από καλές συνθήκες όλοι οι στύλοι θα εμφανισθούν και θα είναι έτοιμοι για γονιμοποίηση σε 3-5 ημέρες, περίοδος που φθάνει για επιτυχημένη γονιμοποίηση. Πολύ σπάνια η γύρη κάποιου φυτού θα γονιμοποιήσει τα στίγματα του ίδιου φυτού.

3.1.3.7 Ανάπτυξη καρπών (R2-R6)

Η περίοδος αυτή διαρκεί 55-65 ημέρες. Οι νεαροί σπόροι αναπτύσσονται με εντατικό ρυθμό. Απορροφούν νερό και θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος που παρέχονται από το ριζικό σύστημα του φυτού, αλλά και θρεπτικές ουσίες που παράγονται από τα φωτοσυνθέτοντα φύλλα του φυτού. Η υγρασία τους ξεκινάει από 90% περίπου, μειώνεται καθώς ωριμάζουν, ενώ φθάνει στο 30-32 % όταν ολοκληρωθεί η φυσιολογική τους ωρίμανση. Μετά τη φυσιολογική ωρίμανση οι καρποί σχηματίζουν ένα λεπτό μαύρο στρώμα (**black layer**) που αποκόπτει την επικοινωνία με το φυτό. Οι συντελεστές της απόδοσης (αριθμός σπαδικών, αριθμός σπόρων ανά σπάδικα και μέσο βάρος σπόρου) έχουν ολοκληρώσει την ανάπτυξή τους και όταν η υγρασία των σπόρων μειωθεί στο 14 % περίπου, ακολουθεί η συγκομιδή.

Υδατική καταπόνηση και έλλειψη θρεπτικών στοιχείων κατά την περίοδο αυτή μειώνει το μέσο βάρος και το μέγεθος των καρπών με ανάλογες επιπτώσεις στην απόδοση. Οι επιπτώσεις όμως δεν είναι τόσο σημαντικές όσο στο διάστημα των δύο εβδομάδων πριν και μετά τη γονιμοποίηση.

3.2 Πυκνότητα σποράς

Τα ερευνητικά αποτελέσματα που αναφέρονται παρακάτω αφορούν διαφορετικές πυκνότητες φυτών και κατά συνέπεια διαφορετικούς πληθυσμούς φυτών ανά στρέμμα, που επιτυγχάνονται μέσω μεταβολής της απόστασης σποράς εντός των γραμμών, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών διατηρείται στα 75 cm, εκτός αν κάπου αναφέρεται κάτι διαφορετικό.

3.2.1 Πυκνότητα και βιομάζα

Η απόδοση σε σπόρο του καλαμποκιού, είναι το ποσοστό της παραγόμενης από το φυτό βιομάζας, το οποίο συγκομίζεται. Το ποσοστό αυτό συνήθως αναφέρεται ως **δείκτης συγκομιδής (harvest index - HI)** και είναι ιδιαίτερα σταθερό όταν η αύξηση και η ανάπτυξη του φυτού δεν περιορίζονται από έλλειψη υγρασίας ή θρεπτικών στοιχείων (Sinclair et al., 1990, Otegui et al., 1995). Η σταθερότητα αυτή φανερώνει τη σπουδαιότητα της παραγωγής βιομάζας κατά την καλλιεργητική περίοδο στην επίτευξη της μέγιστης δυνατής απόδοσης.

Η βιομάζα που παράγεται από μια καλλιέργεια είναι το αποτέλεσμα του CO₂ που δεσμεύεται κατά τη φωτοσύνθεση μείον το CO₂ που χάνεται κατά την αναπνοή (και τη φωτοαναπνοή στα C3 φυτά). Η αναλογία αυτή είναι σχετικά σταθερή οπότε η παραγόμενη βιομάζα εξαρτάται από το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δεσμεύεται. Με βάση τα παραπάνω, η βιομάζα που παράγεται μπορεί να εκφραστεί ως το προϊόν τριών συντελεστών: της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (IPAR – Incident Photosynthetically Active Radiation), της ικανότητας της φυτοστοιβάδας (canopy) να δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία (e_i - efficiency of interception), καθώς

και της ικανότητας του φυτού να μετατρέπει την απορροφούμενη ακτινοβολία σε βιομάζα (RUE – radiation use efficiency) (Westgate et al., 2004).

$$\text{BIOMAZA} = \text{IPAR} \times e_i \times \text{RUE}$$

Από τους συντελεστές αυτούς, η προσπίπτουσα ακτινοβολία (IPAR) διαφέρει μεταξύ περιοχών, ετών και ημερών και δεν είναι κάτι που μπορεί να ελεγχθεί κατά την καλλιέργεια, ενώ η ικανότητα του φυτού να μετατρέπει την απορροφούμενη ακτινοβολία σε βιομάζα (RUE) είναι θέμα γενοτύπου και επίσης δεν μπορεί να ελεγχθεί κατά την καλλιέργεια. Το μόνο που μπορεί να ελεγχθεί και να τροποποιηθεί είναι η ικανότητα της φυτοστοιβάδας να δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία (e_i) μέσω των διαφόρων αγρονομικών πρακτικών (Cirilo and Andrade, 1994; Otegui et al., 1995). Σχετίζεται με τη γεωμετρία και τη διεύθυνση των φύλλων μέσα στη φυτοστοιβάδα, δηλαδή την αρχιτεκτονική της φυτοστοιβάδας. Οι φωτοσυνθετικοί ρυθμοί φύλλων καλαμποκιού που τοποθετούνται κάθετα στις ακτίνες του ήλιου αυξάνονται όταν αυξάνεται η ένταση της ακτινοβολίας και φθάνουν σε ένα σημείο κορεσμού όταν η ένταση της ακτινοβολίας φτάσει αυτή μιας τυπικής καλοκαιρινής ημέρας (Gardner et al., 1985). Τα φύλλα της φυτοστοιβάδας όμως έχουν την επιφάνειά τους εκτεθειμένη στο φως κάτω από διάφορες γωνίες και πολλά από αυτά σκιάζονται μερικώς από άλλα. Έτσι η φυτοστοιβάδα ως σύνολο σπάνια φθάνει σε σημείο κορεσμού από την ηλιακή ακτινοβολία και η βιομάζα που παράγεται από αυτή είναι σε γενικές γραμμές ανάλογη της ακτινοβολίας (IPAR) που δέχεται (Andrade et al., 1996).

Το καλαμπόκι όπως και όλες οι ετήσιες καλλιέργειες δεν εκμεταλλεύεται όλη τη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Σε γενικές γραμμές δεσμεύει από 59 έως 79% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (Otegui et al., 1995) γεγονός που έχει να κάνει με τα πρώτα στάδια ανάπτυξης όπου η καλλιέργεια δεν έχει αρκετή φυλλική επιφάνεια για να δεσμεύσει αρκετή ακτινοβολία. Αυτό είναι κάτι που μπορεί να αντιμετωπιστεί επιλέγοντας υβρίδια με μεγάλη επιφάνεια φύλλων, αυξάνοντας την πυκνότητα σποράς, μειώνοντας την απόσταση των γραμμών σποράς μεταξύ τους ή με συνδυασμό των παραπάνω ώστε η φυτοστοιβάδα να κλείσει γρηγορότερα και να αυξηθεί το ποσό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας που δεσμεύεται. Οι Williams et al. (1968) αναφέρουν πως η φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα και η αύξηση στο καλαμπόκι σχετίζονται ισχυρά με την αρχιτεκτονική της φυτοστοιβάδας και την κατακόρυφη κατανομή του φωτός μέσα σε

αυτή. Η ακτινοβολία διαδίδεται μεταξύ και μέσω των φύλλων και η έντασή της και φασματική της σύσταση αλλάζουν συνεχώς όσο αυξάνεται το βάθος της (Gardner et al., 1985)

Κατά τα πρώτα στάδια αύξησης και ανάπτυξης του καλαμποκιού τα φυτά διαθέτουν μεγάλο ποσό των φυσικών πόρων που απορροφούν για την ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας. Μέχρι την άνθιση η φυλλική επιφάνεια που αναπτύσσουν οι φυτοστοιβάδες του καλαμποκιού είναι 3-5 φορές μεγαλύτερη από την επιφάνεια εδάφους που καταλαμβάνουν, μία αναλογία που είναι γνωστή με τον όρο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (Δ.Φ.Ε. ή LAI - Leaf Area Index). Απουσία καταπόνησης ο ρυθμός ανάπτυξης της καλλιέργειας (CGR – Crop Growth Rate) αυξάνεται με την αύξηση της ικανότητας της φυτοστοιβάδας να δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία (e_i) και φθάνει στο μέγιστο όταν έχουμε $e_i = 95\%$. Η τιμή του Δ.Φ.Ε. στην οποία επιτυγχάνεται αυτό ονομάζεται κρίσιμος Δ.Φ.Ε. (critical LAI ή LAI_c). Στο καλαμπόκι η τιμή του Δ.Φ.Ε. στην οποία συμβαίνει αυτό είναι γύρω στο 3 (Δ.Φ.Ε. ≥ 3). Η ικανότητα της φυτοστοιβάδας να δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία (e_i) αυξάνεται εκθετικά με την αύξηση του Δ.Φ.Ε. Από τη στιγμή που η καλλιέργεια φθάσει τον κρίσιμο Δ.Φ.Ε. αυτό που πρέπει να γίνει είναι αυτός να διατηρηθεί σε αυτό το επίπεδο μέχρι την φυσιολογική ωρίμανση των καρπών ώστε να εξασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή βιομάζας. Οι Pearce et al., υποστήριζαν από το 1965 ότι η απορρόφηση φωτός από τη φυτοστοιβάδα και η φωτοσύνθεση είναι στενά συνδεδεμένα με το Δ.Φ.Ε. και ότι υπάρχει μία κρίσιμη τιμή αυτού στην οποία δεσμεύεται το 95% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Σε έρευνα που έγινε από τους Echarte et al. (2000) δοκιμάστηκαν διάφορα υβρίδια καλαμποκιού (παλαιά και νέα) σε πυκνότητες σποράς από 30000 ως 180000 φυτά/ha Βρέθηκε ότι η σχέση μεταξύ απόδοσης και πυκνότητας σποράς είναι καμπυλόγραμμη. Ο ρυθμός αύξησης φυτού (PGR - Plant Growth Rate) και ο αριθμός σπόρων ανά φυτό (KNP – Kernel Number per Plant) μειώνονταν όσο αυξάνονταν η πυκνότητα σποράς. Ο ρυθμός αύξησης φυτού (PGR) ήταν παρόμοιος μεταξύ των υβριδίων, αλλά ο αριθμός των σπόρων ανά φυτό (KNP) για κάθε μονάδα του ρυθμού αύξησης φυτού ήταν μεγαλύτερος στα νεότερα υβρίδια γεγονός που δείχνει πως η γενετική βελτίωση των υβριδίων τους έχει επιτρέψει να λειτουργούν πιο αποδοτικά κάτω από συνθήκες αυξημένης πυκνότητας φυτών.

Οι Nowatzki et al. (2002) σε πειράματά τους που χρησιμοποιούσαν δύο διαφορετικές πυκνότητες σποράς (64500 και 79600 φυτά/ha.) βρήκαν μεταξύ άλλων ότι το ξηρό βάρος των ριζών μειώθηκε κατά 16% στην πυκνή σπορά.

Είναι διαπιστωμένο ότι ο αριθμός των σπόρων που αναπτύσσει ένα φυτό καλαμποκιού καθορίζεται από την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δεσμεύει στο διάστημα των 2-3 εβδομάδων πριν και μετά το στάδιο του μεταξώματος. Η σχέση μεταξύ τους είναι καμπύλη (περίπου λογαριθμική). Υπάρχει ένα ελάχιστο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας που πρέπει να απορροφά καθημερινά ένα φυτό ώστε να μπορέσει να παράγει σπόρους και ένα ανώτερο όριο που του επιτρέπει να παράγει σπόρους και σε 2^ο σπάδικα (πολυδυμία). Τα παραπάνω εξηγούν γιατί σε υψηλές πυκνότητες φυτών αυξάνονται οι γυμνοί σπάδικες ενώ σε χαμηλές πυκνότητες εμφανίζονται φαινόμενα πολυδυμίας (Andrade et al., 2000).

Η αυξημένη πυκνότητα σποράς τροποποιεί την κατανομή της βιομάζας μεταξύ βλαστού και ριζικού συστήματος, γεγονός που οδηγεί σε πιο συχνά φαινόμενα πλαγιάσματος (Hébert et al., 2001). Μελετήθηκαν οι επιδράσεις του διαθέσιμου φωτός στην έκπτυξη και τη βιομάζα των ριζών. Χρησιμοποιήθηκαν απομονωμένα φυτά διαφορετικού βιολογικού κύκλου και αντίστασης στο πλάγιασμα τα οποία καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες σε εξωτερικές συνθήκες, σε πλήρη ηλιακή ακτινοβολία και κάτω από τεχνητή σκίαση που δέσμευε το 61% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (για να προσομοιωθεί η αλληλοσκίαση των πυκνών πληθυσμών). Τα φυτά μετρήθηκαν σε τέσσερις ημερομηνίες για τον προσδιορισμό της ξηράς ουσίας του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος και της αρχιτεκτονικής του ριζικού συστήματος. Η κατανομή της βιομάζας μεταξύ υπέργειου και υπόγειου τμήματος του φυτού διέφερε μεταξύ των διαφορετικών γενοτύπων, ενώ επηρεάστηκε από την αλλαγή στην ηλιακή ακτινοβολία. Κάποιοι γενότυποι φάνηκαν πιο ικανοί στο να διατηρήσουν την κατανομή της βιομάζας στο βλαστό χωρίς σοβαρές συνέπειες στη μορφολογία των ριζών ενώ άλλοι όχι. Στο στάδιο του μεταξώματος ο τελικός αριθμός ριζών που είχαν εκπτυχθεί από τους πρώτους έξι κόμβους (internodes) ήταν ίδιος ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Στους υπόλοιπους κόμβους ο αριθμός των ριζών ήταν μικρότερος στα σκιαζόμενα φυτά (8-26 %) αλλά η μείωση εξαρτώνταν από το γενότυπο και το βιολογικό κύκλο. Επιπρόσθετα, με παρόμοια βιομάζα στο υπόγειο τμήμα τους παρουσίαζαν υψηλή παραλλακτικότητα στη δομή του ριζικού τους συστήματος. Οι σχέσεις μεταξύ της βιομάζας του ριζικού συστήματος και του αριθμού των ριζών

δείχνουν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ γενοτύπων και σκίασης με πιθανές συνέπειες στην αντοχή στο πλάγιασμα στο χωράφι (Hébert et al., 2001).

Οι Francis et al. (1978) σε πειράματα που έκαναν για τη μελέτη των επιδράσεων του ανταγωνισμού στην απόδοση και την κατανομή της ξηράς ουσίας στο καλαμπόκι βρήκαν πως ο ανταγωνισμός μεταξύ των υβριδίων είναι μεγαλύτερος από ότι μεταξύ των καθαρών σειρών ιδιαίτερα στις υψηλές πυκνότητες σποράς. Ο ενδοειδικός ανταγωνισμός ξεκινούσε έξι εβδομάδες μετά τη σπορά, ενώ το ύψος των φυτών μειωνόταν όσο αυξανόταν ο ανταγωνισμός. Παράλληλα η απόδοση αυξάνονταν μέχρι την πυκνότητα των 80000 φυτών/ha ενώ δεν υπήρξαν διαφορές στην κατανομή της ξηράς ουσίας.

3.2.2 Πυκνότητα σποράς και δείκτης φυλλικής επιφάνειας

Η πυκνότητα σποράς είναι το χαρακτηριστικό που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στο Δ.Φ.Ε., ένα χαρακτηριστικό ιδιαίτερα σημαντικό για μια καλλιέργεια, καθώς καθορίζει πόσο αποτελεσματική είναι η καλλιέργεια στο να καλύψει με βλάστηση όλο το χώρο που έχει στη διάθεση της ώστε να μπορέσει να απορροφήσει όσο το δυνατόν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία και ενέργεια κατ' επέκταση, την οποία θα μετατρέψει σε βιομάζα.

Στην καλλιέργεια του καλαμποκιού ο Δ.Φ.Ε. μειώνεται σημαντικά όταν μειώνεται η πυκνότητα σποράς, γιατί παρά το ότι μειώνεται ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών και αυξάνονται οι διαθέσιμοι πόροι για καθένα από αυτά, η φυλλική επιφάνεια του κάθε φυτού δεν αυξάνεται σημαντικά. Αυτό συμβαίνει γιατί το καλαμπόκι έχει ένα σταθερό μέγεθος φύλλου ενώ και ο αριθμός των φύλλων του δεν μεταβάλλεται σημαντικά. Έτσι η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δεσμεύεται είναι ευαίσθητη στις μεταβολές της πυκνότητας σποράς. Με 25% μικρότερο αριθμό φυτών ανά στρέμμα από τον κανονικό η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από την καλλιέργεια μειώνεται κατά 50% γεγονός που δε συμβαίνει σε άλλες καλλιέργειες όπως η σόγια, το σιτάρι και ο ηλίανθος (Vega et al., 2000).

Σε κανονικές και υψηλές πυκνότητες σποράς μια πιο ομοιόμορφη κατανομή των φυτών εντός της γραμμής σποράς, δηλαδή όταν η απόσταση σποράς είναι αυτή που πρέπει να είναι (π.χ. 16cm) και δεν μεταβάλλεται τότε προς τα πάνω και τότε προς τα κάτω λόγω των ανοχών ή της κακής ρύθμισης της σπαρτικής μηχανής, συντελεί στη μείωση του ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών και στην αύξηση της

δεσμευόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και της παραγόμενης βιομάζας (Bullock et al., 1988). Οι Westgate et al. (1997) βρήκαν πως αυξάνοντας την πυκνότητα σποράς στα 15 cm (πληθυσμός φυτών \approx 90000 φυτά/ha) η μέγιστη τιμή του LAI αυξάνεται κατά πολύ και το ίδιο συμβαίνει με την δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη συνολική φωτοσύνθεση της καλλιέργειας.

Κατά τους Westgate et al. (2004) οι καλλιέργειες των οποίων η φυτοστοιβάδα μπορεί να δεσμεύσει το 95% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας όταν τα φυτά έχουν αναπτύξει τη μέγιστη φυλλική επιφάνεια, επιτυγχάνουν κορυφαίες αποδόσεις ανεξάρτητα από την πυκνότητα σποράς.

3.2.3 Προσδιορισμός της ιδανικής πυκνότητας σποράς

Έχουν γίνει στο παρελθόν και συνεχίζουν να γίνονται διεθνώς έρευνες στις οποίες καταβάλλεται προσπάθεια να προσδιοριστεί η ιδανική πυκνότητα σποράς για τις συνθήκες της κάθε περιοχής. Οι περισσότερες από αυτές γίνονται στις περιοχές που καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις το καλαμπόκι όπως η βόρειος και νότιος Αμερική.

Στις Η.Π.Α στις βόρειες περιοχές της ζώνης καλλιέργειας του καλαμποκιού ο ιδανικός αριθμός φυτών ανά στρέμμα **κατά τη συγκομιδή** για αρδευόμενες εκτάσεις έχει βρεθεί ότι είναι μεταξύ των 80000 και 90000 φυτών. Καθώς από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή διάφορες αιτίες συμβάλλουν στο να υπάρχουν απώλειες φυτών, ο αριθμός των φυτών που σπέρνονται είναι αυξημένος κατά 10% για τις κανονικές σπορές και 15% για τις πρώιμες σπορές που είναι πιθανόν να αντιμετωπίσουν πιο αντίξοες συνθήκες στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Έτσι οι αντίστοιχοι πληθυσμοί σποράς είναι 88000 έως 99000 φυτά/ha για τις κανονικές σπορές και 92000 έως 103500 για τις πρώιμες σπορές. Αντίθετα ο πληθυσμός των φυτών και η πυκνότητα σποράς αντίστοιχα, μειώνεται στις όψιμες σπορές (Hicks and Thomison, 2004).

Σύμφωνα με τον Ohio Agronomy Guide (site 16) οι υψηλές πυκνότητες σποράς ενδείκνυνται για τις περιοχές που δίνουν υψηλές αποδόσεις όπου απαιτούνται πληθυσμοί φυτών κατά τη συγκομιδή που φτάνουν τα 75000 φυτά/ha (82500-86250 φυτά/ha κατά τη σπορά), ενώ ακόμα και κάτω από συνθήκες υδατικής καταπόνησης δεν παρατηρείται σημαντική μείωση της παραγωγής. Σε έρευνα που έγινε από το

Πανεπιστήμιο της Iowa κατά τα έτη 1997-2002 οι Pecinofsky et al. (site 15) δοκίμασαν εναλλακτικές πυκνότητες σποράς (50000, 70000, 90000 και 110000 φυτά/ha) και βρήκαν πως η απόδοση του καλαμποκιού αυξάνεται μέχρι τον αριθμό των 90000 φυτών/ha. Επίσης αναφέρεται πως η απόδοση κάποιων υβριδίων καλαμποκιού στην υψηλή πυκνότητα σποράς μπορεί να περιοριστεί από φαινόμενα πλαγιάσματος του στελέχους (stalk lodging) που εμφανίζονται πιο έντονα στις πυκνές σπορές. Το πλάγιασμα μειώνει τις αποδόσεις και δυσχεραίνει τη συγκομιδή. Για το λόγο αυτό στις πυκνές σπορές προτιμώνται υβρίδια με αντοχή στο πλάγιασμα. Επίσης, η υψηλή πυκνότητα σποράς μπορεί να έχει ως συνέπεια αυξημένες προσβολές από άνθρακα και φουζάριο και Gibberella. Ένα πλεονέκτημα που εμφανίζουν οι υψηλές πυκνότητες σποράς είναι η υψηλότερη ομοιομορφία στην απόσταση των φυτών εντός της γραμμής σποράς, γεγονός που αποτελεί πρόβλημα για τις πιο αραιές πυκνότητες σποράς καθώς τα ανομοιόμορφα κενά μειώνουν την απόδοση.

Κάποιες εταιρίες υποστηρίζουν πως ο αριθμός και το μέγεθος των σπαδικών κάθε φυτού παίζουν σημαντικό ρόλο στο δυναμικό απόδοσης των υβριδίων σε διαφορετικές πυκνότητες σποράς. Τα υβρίδια που δεν παρουσιάζουν τάσεις πολυδυμίας παράγουν ένα σπάδικα καθορισμένου μεγέθους και είναι πιο εύκολο να δώσουν μικρότερη παραγωγή όταν η πυκνότητα σποράς είναι μικρότερη από την ιδανική ή όταν διάφοροι παράγοντες οδηγήσουν σε απώλειες φυτών. Αντίθετα τα υβρίδια που έχουν τάσεις πολυδυμίας μπορούν να αντισταθμίσουν τις τυχόν αποκλίσεις της πυκνότητας σποράς από την ιδανική παράγοντας περισσότερους από έναν σπάδικες ανά φυτό. Οι Thomison και Jordan (1995) βρήκαν πως η ύπαρξη ή όχι τάσεων πολυδυμίας έχει περιορισμένη σημασία στον προσδιορισμό της βέλτιστης πυκνότητας σποράς για τα εμπορικά υβρίδια καλαμποκιού.

Οι Thomison et al. (2005) διεξήγαγαν από το 2002 ως το 2004 στην ανατολική ζώνη καλλιέργειας καλαμποκιού στις Η.Π.Α. πειράματα όπου τέσσερα υβρίδια καλαμποκιού με διαφορές στην ωριμότητα και στην ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα καλλιεργήθηκαν σε τέσσερις πυκνότητες σποράς (59000, 74000, 89000, και 104000 φυτά/ha) και συγκομίζονταν σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες (πρώιμα, κανονικά, όψιμα). Οι διαφορές στην απόδοση ήταν μικρές όταν τα φυτά συγκομίζονταν πρώιμα, αλλά στις επόμενες ημερομηνίες συγκομιδής άρχισαν να εμφανίζονται μειώσεις στην απόδοση, ειδικά στην πυκνότητα των 104000 φυτών/ha λόγω του αυξημένου ποσοστού πλαγιάσματος. Η υγρασία συγκομιδής ήταν 23-25% κατά την πρώιμη

συγκομιδή, 17-19 % κατά την κανονική και 16 % και παρακάτω κατά την όψιμη συγκομιδή (site 7).

Οι Borrás, et al. (2003) μελέτησαν την επίδραση της πυκνότητας σποράς στη γήρανση των φύλλων, και τη συγκέντρωση πρωτεϊνών στους καρπούς. Χρησιμοποίησαν τέσσερα υβρίδια σε τέσσερις πυκνότητες σποράς (30000, 90000, 100000 και 120000 φυτά/ha). Η αύξηση της πυκνότητας προκαλούσε αύξηση του ρυθμού γήρανσης των φύλλων καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου σε όλα τα υβρίδια, αλλά τα οντογενετικά στάδια δεν επηρεάστηκαν ποτέ. Η ποσότητα φωτός στη φυτοστοιβάδα μειώνονταν καθώς αυξανόταν η πυκνότητα σποράς, παρουσιάστηκε αυξημένη αναλογία πηγής-δεξαμενής στις υψηλές πυκνότητες σποράς (11,6 cm² φυλλικής επιφάνειας ανά κόκκο στις πυκνότητες των 90000 και 120000 φυτών/ha, αντί 8,3 cm² ανά κόκκο στην πυκνότητα των 30000 φυτών/ha. Η συγκέντρωση πρωτεΐνης μειώνονταν όσο αυξάνονταν η πυκνότητα σποράς. Διαπιστώθηκε πως η διαδικασία γήρανσης των φύλλων επιταχύνονταν από την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στις υψηλές πυκνότητες ανεξάρτητα από την φυλλική επιφάνεια ανά κόκκο που είχαν επιτύχει.

Ένα άλλο ενδιαφέρον πείραμα έγινε από τους Hashemi et al. κατά τα έτη 1986-1987 και 1998-2000. Τρία υβρίδια μονού σπάδικα καλλιεργήθηκαν σε έξι διαφορετικές πυκνότητες σποράς (2500, 30000, 45000, 60000, 90000 και 120000 φυτά/ha) σε δύο τοποθεσίες με εντελώς διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες. Η υψηλότερη απόδοση επιτεύχθηκε στην πυκνότητα των 90000 φυτών/ha, ενώ η υψηλότερη βιομάζα θα μπορούσε να επιτευχθεί με πυκνότητα σποράς μεταξύ των 90000 και 120000 φυτών/ha καθώς η καμπύλη της μεγιστοποιούνταν ανάμεσα στις δύο αυτές πυκνότητες. Όλα τα συστατικά της απόδοσης παρουσίασαν γραμμική μείωση καθώς αυξάνονταν ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών. Η μείωση στην παραγωγή σπόρων αποδόθηκε κυρίως στη μείωση του αριθμού των σπόρων σε κάθε γραμμή του σπάδικα. (Hashemi et al., 2005).

Σύμφωνα με τον Singer (2003) τα σύγχρονα υβρίδια καλαμποκιού έχουν υψηλότερες βέλτιστες πυκνότητες σποράς γιατί ανέχονται τις διάφορες καταπονήσεις καλύτερα από τα παλαιότερα. Ο Cox (1997) αναφέρει σε έρευνά του πως οι βέλτιστες πυκνότητες σποράς στη Νέα Υόρκη ξεπερνούν τις συνιστώμενες κατά 12500 φυτά/ha και κατέληξε πως πρέπει να γίνονται περιοδικές εκτιμήσεις της συμπεριφοράς των νέων υβριδίων στην πυκνότητα σποράς ώστε να αναπροσαρμόζονται οι συνιστώμενες αποστάσεις σποράς στα νέα δεδομένα. Οι Modarres et al. (1998) σύγκριναν 21

καθαρές σειρές καλαμποκιού για δύο χρόνια σε δύο διαφορετικές πυκνότητες σποράς (65000 και 90000 φυτά/ha) και μεταξύ άλλων βρήκαν πως η απόδοση ανά φυτό ήταν μικρότερη στη χαμηλή πυκνότητα σποράς.

Παρόμοιες απόψεις εκφράζουν και οι Tokatlidis και Koutroubas (2003), κατά τους οποίους η αυξημένη απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας των σύγχρονων υβριδίων καλαμποκιού οφείλεται κύρια στην αύξηση του βέλτιστου πληθυσμού φυτών παρά στην αυξημένη απόδοση ανά φυτό. Χαρακτηριστικά όπως η ανοχή υψηλού πληθυσμού φυτών και η αποτελεσματικότητα στη δέσμευση και χρήση των φυσικών πόρων έχουν κάνει τα σύγχρονα υβρίδια πιο αποδοτικά. Αυτό έχει όμως ως συνέπεια το γεγονός πως μπορούν να επιτύχουν αυτές τις αποδόσεις σε ένα στενό φάσμα πυκνοτήτων σποράς, καθώς τυχόν απώλειες φυτών και ανομοιομορφία στη βλάστηση προκαλούν μειώσεις στην απόδοση αφού οι απώλειες από τα κατεστραμμένα φυτά και από τα φυτά που υστερούν στην ανάπτυξή τους δεν μπορούν να αντισταθμιστούν από τα γειτονικά φυτά. Επίσης σε υψηλότερες πυκνότητες σποράς μπορεί να προκύψει μείωση της απόδοσης και από αυξημένο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την απελευθέρωση της γύρης από την φόβη μέχρι την εμφάνιση των στύλων του σπάδικα (των μεταξιών) (ASI – Anthesis-Silking Interval). Η επιμήκυνση του διαστήματος αυτού παρατηρήθηκε και από τους Uribe-larrea et al. (2002) σε πείραμα που έγινε συγκρίνοντας τέσσερα υβρίδια καλαμποκιού σε πυκνότητες σποράς από 2500 έως 125000 φυτά/ha.

Οι Zsubori et al. (2003) υποστηρίζουν πως η πυκνότητα σποράς επηρεάζει πολλά μη ποιοτικά χαρακτηριστικά του καλαμποκιού όπως είναι η παραγωγή χλωρής και ξηρής ουσίας καθώς και τις συσχετίσεις μεταξύ ύψους φυτού και απόδοσης για ενσίρωση, ύψους φυτού και ξηρής βιομάζας, ύψους φυτού και απόδοσης σε σπόρο. Το ύψος των φυτών και το ύψος πρόσφυσης του σπάδικα μπορεί να αυξηθούν καθώς τα φυτά ανταγωνίζονται για το φως. Το ύψος των φυτών συσχετίζεται θετικά με την παραγωγή βιομάζας. Ψηλότερα υβρίδια παράγουν περισσότερη ξηρή βιομάζα (site 8).

Σε δημοσίευσή τους οι Sangoi et al. (2002) αναφέρουν ότι τα υβρίδια καλαμποκιού διαφέρουν ως προς την αντίδρασή τους στην πυκνότητα σποράς. Οι αυξήσεις στην ανοχή υψηλών πληθυσμών επιτεύχθηκαν παγκοσμίως ως αποτέλεσμα επιλογής των αποδοτικότερων υβριδίων σε υψηλές πυκνότητες σποράς και σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα. Η κατανόηση όμως των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών που καθορίζουν την αντοχή του καλαμποκιού στην καταπόνηση του υψηλού πληθυσμού φυτών δεν είναι ακόμη πλήρης. Για το λόγο αυτό

πειραματίστηκαν με υβρίδια διαφορετικών εποχών που καλλιεργούνταν εκτενώς στη Βραζιλία για να μελετήσουν την αντίδρασή τους στην αύξηση της πυκνότητας σποράς και να ταυτοποιήσουν αγρονομικά χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στη διαφορετική ανοχή τους σε αυτή. Το πείραμα έγινε κατά τα έτη 1999-2001. Χρησιμοποιήθηκαν δύο διπλά υβρίδια που καλλιεργούνταν τη δεκαετία του '70 και του '80 και ένα απλό υβρίδιο που καλλιεργούνταν τη δεκαετία του '90. Εφαρμόστηκαν πυκνότητες των 25000, 50000, 75000 και 100000 φυτών/ha. Τελικά στα αποτελέσματα τους βρήκαν τα εξής: Η αύξηση της πυκνότητας σποράς μείωνε την πολυδυμία, αύξανε το διάστημα μεταξύ της εμφάνισης της φόβης και της αρσενικής ταξιανθίας (ASI – Anthesis-Silking Interval) και προκαλούσε μείωση στο ποσοστό γεμίματος των σπαδικών, ιδιαίτερα για τα παλαιότερα υβρίδια, με αποτέλεσμα την αύξηση της διαφοράς στην απόδοση με το νεότερο υβρίδιο. Η καλύτερη συμπεριφορά των νεότερων υβριδίων σε υψηλές πυκνότητες σποράς οφείλεται: α) στη μικρότερη κατανομή ξηράς ουσίας στη φόβη γεγονός που δείχνει μια πιο ισορροπημένη σχέση μεταξύ αρσενικής και θηλυκής ανθοφορίας, β) σε μια πιο συμπαγή αρχιτεκτονική της φυτοστοιβάδας με κοντύτερα φυτά και λιγότερα και με μικρότερη γωνία έκφυσης φύλλα που αυξάνουν την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και γ) σε χαμηλότερο ύψος έκφυσης του σπάδικα, γεγονός που βοηθά στην αντίσταση στο πλάγιασμα (Sangoi et al., 2002).

Μια πολυετής έρευνα που αφορά τις επιδράσεις του πληθυσμού φυτών σε μικρού βιολογικού κύκλου υβρίδια (FAO 100-400) στο Δ.Φ.Ε., στα χαρακτηριστικά του σπάδικα και την απόδοση έγινε από τους Bavec και Bavec (2001). Η αύξηση της πυκνότητας σποράς από 45000 σε 135000 φυτά/ha δεν επηρέασε το Δ.Φ.Ε τεσσάρων παλαιότερων ποικιλιών καλαμποκιού μέχρι το στάδιο των 7-9 φύλλων, αλλά εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ υβριδίων και πυκνοτήτων σποράς κατά το στάδιο της ανθοφορίας. Σε αυτό το στάδιο εμφανίστηκε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του Δ.Φ.Ε και της απόδοσης. Η πυκνότητα σποράς εξήγησε το 93-99% της παραλλακτικότητας στην απόδοση ανάλογα με την ποικιλία. Σε κάποιες ποικιλίες κάποια χρόνια υπήρξαν φαινόμενα πλαγιασματος στην πυκνότερη σπορά. Σε ένα άλλο πείραμα των ίδιων δοκιμάστηκαν 11 σύγχρονες ποικιλίες καλαμποκιού οι οποίες εμφάνισαν μια μικρή αύξηση στην απόδοσή τους όταν η πυκνότητα σποράς αυξήθηκε από τα 70000 στα 130000 φυτά/ha Στην υψηλή πυκνότητα σποράς τα φυτά δεν επιβίωναν μετά το φύτερωμα έφθαναν το 27 % μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Από τα παραπάνω συμπεραίνουν πως η γνώση του κατάλληλου πληθυσμού

φυτών για κάθε ποικιλία καλαμποκιού είναι από τους σημαντικούς παράγοντες για το σχεδιασμό της καλλιέργειας (Bavec και Bavec, 2001).

Οι Gerakis και Parakosta-Tasoroulou (1980) προσομοίασαν τις επιπτώσεις της μεγάλης πυκνότητας σποράς με τεχνητή σκίαση σε 5 υβρίδια καλαμποκιού διαφορετικού βιολογικού κύκλου και τα συνέκριναν με αντίστοιχες καλλιέργειες στον αγρό. Χρησιμοποίησαν πυκνότητες σποράς 50000 φυτά/ha με και χωρίς σκίαση και 100000 φυτά/ha. Τα σκιαζόμενα φυτά δέχονταν το 50% της ηλιακής ακτινοβολίας σε σύγκριση με τα μη σκιαζόμενα. Μελετήθηκαν επίσης η ευαισθησία των φυτών στην έλλειψη φωτός στα διάφορα στάδια ανάπτυξης και η δυνατότητα μείωσης των συνεπειών της έλλειψης φωτός μέσω μεταβολής της γωνίας κλίσης των φύλλων. Τελικά βρέθηκε ότι η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά 50 % στην αραιή σπορά είχε την ίδια επίδραση στην απόδοση ανά φυτό με την σπορά πυκνότητας 125000 φυτών/ha. Δε βρέθηκε καμία σχέση μεταξύ υβριδίων και αντίδρασης στην έλλειψη φωτός ούτε στην αντίδραση των φυτών στην τεχνητή σκίαση και τη σκίαση μεταξύ τους που προκύπτει από την πυκνή σπορά. Τα φυτά των οποίων τα φύλλα συγκρατούνταν τεχνητά σε γωνία 10 μοιρών από το στέλεχος παρουσίασαν μια μικρή αύξηση στην απόδοση στην πυκνή σπορά κάτω από άριστες εδαφολογικές συνθήκες (κυρίως υγρασίας).

Οι Maddoni et al. (2001) ασχολήθηκαν με τις επιδράσεις της πυκνότητας σποράς και των γενοτύπων στην αρχιτεκτονική της φυτοστοιβάδας του καλαμποκιού και τη μείωση του φωτός σε αυτή. Αναφέρουν ότι η μείωση του φωτός σε μια γραμμική καλλιέργεια όπως το καλαμπόκι επηρεάζεται από την αρχιτεκτονική της φυτοστοιβάδας η οποία προσδιορίζεται με βάση το μέγεθος, το σχήμα και τον προσανατολισμό των συστατικών του βλαστού. Προσπάθησαν λοιπόν α) να προσδιορίσουν τη φύση και το χρόνο των αποκρίσεων της αύξησης και ανάπτυξης των φύλλων στον πληθυσμό των φυτών και β) να αναλύσουν τη μείωση του φωτός σε πλήρως ανεπτυγμένες φυτοστοιβάδες. Για το λόγο αυτό πειραματίστηκαν με τέσσερα διαφορετικού τύπου φυτού υβρίδια καλαμποκιού και τρεις πυκνότητες σποράς (30000, 90000 και 120000 φυτά/ha). Ο πληθυσμός των φυτών προκάλεσε αλλαγές στα μέρη του βλαστού. Από τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του καλαμποκιού η αύξηση των φύλλων (V6-V8) και ο προσανατολισμός τους ως προς το στέλεχος (V10-V11) επηρεάστηκαν από τις μεταχειρίσεις. Οι μεταβολές στο μέγεθος του βλαστού και στον προσανατολισμό των φύλλων συνιστούν αντιδράσεις αποφυγής που πιθανόν διεγείρονται από μείωση στην αναλογία ερυθρού-υπέρυθρου φωτός μέσα στη

φυτοστοιβάδα. Ένα υβρίδιο έδειξε σταθερότητα στη γωνία προσανατολισμού των φύλλων του σε σχέση με τον πληθυσμό των φυτών και χαρακτηρίστηκε ως *σταθερό*. Τα υπόλοιπα παρουσίασαν μεταβολές στη γωνία προσανατολισμού των φύλλων τους και χαρακτηρίστηκαν ως *ελαστικά*. Από τη στιγμή που επιτεύχθηκε ο μέγιστος Δ.Φ.Ε. η μείωση του φωτός δεν διέφερε μεταξύ των υβριδίων σε πληθυσμούς φυτών από 90000 φυτά/ha και πάνω (Maddoni et al., 2001).

Κατά τα έτη 2002-2003 σε πειράματα που έγιναν από τους Turgut et al. στην Τουρκία ελέγχθηκε μεταξύ άλλων η επίδραση εναλλακτικών πυκνοτήτων σποράς σε διάφορα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά τριών υβριδίων καλαμποκιού. Η απόσταση των γραμμών σποράς ήταν λίγο μικρότερη από τη συνηθισμένη 65 αντί για 75 cm. Τελικά βρέθηκε ότι το ύψος των φυτών δεν επηρεάστηκε από τις διαφορές στην πυκνότητα, ενώ η διάμετρος του στελέχους αυξανόταν όσο αυξανόταν η πυκνότητα σποράς, παρατήρηση διαφορετική από αυτά που αναγράφονται στη βιβλιογραφία. Επίσης ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό αυξήθηκε ελαφρά με την αύξηση της πυκνότητας, ενώ η πολυδυμία δεν παρουσίασε διαφορές στατιστικά σημαντικές (Turgut et al., 2005).

3.2.4 Απόσταση γραμμών σποράς

Τα τελευταία χρόνια κατά την προσπάθεια που καταβάλλεται για τον προσδιορισμό του ιδανικού πληθυσμού φυτών για μεγιστοποίηση της παραγωγής εκτός από την τροποποίηση της πυκνότητας σποράς εντός των γραμμών κάποιοι πειραματίστηκαν και με την απόσταση των γραμμών σποράς μεταξύ τους. Σκοπός ήταν η γρηγορότερη αύξηση της φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης όταν ο Δ.Φ.Ε. είναι μικρότερος από 3 και η μείωση του ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών καθώς οι μικρότερες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς πετυχαίνουν μια πιο ομοιόμορφη κατανομή των φυτών στο χωράφι. Δοκιμάστηκαν αποστάσεις γραμμών σποράς διαφορετικές από την κλασική των 76 cm, τόσο μικρότερες (38 και 56 cm), αλλά και μεγαλύτερες 102 cm), η έμφαση όμως δόθηκε στις μικρότερες.

Στις Η.Π.Α. έγιναν πολλές μελέτες πάνω σε αυτό το θέμα τα τελευταία χρόνια και σε πολλές τοποθεσίες. Τα αποτελέσματα είναι πολλά και συχνά αντικρουόμενα. Οι αυξήσεις στην απόδοση κυμαίνονται από 8 % στις βόρειες περιοχές της ζώνης καλλιέργειας του καλαμποκιού ως καμία αύξηση στις νότιες περιοχές. Η αντίδραση

στη μικρότερη απόσταση των γραμμών σποράς ήταν η ίδια για όλα τα υβρίδια που δοκιμάστηκαν, ενώ ίδιοι ήταν και οι ιδανικοί πληθυσμοί φυτών. Η υγεία των φυτών όμως φαίνεται καλύτερη. Η απόδοση αυξάνεται σταθερά ($\approx 7\%$) μόνο στην περίπτωση που η καλλιέργεια συγκομίζεται για ενσίρωση (Hicks and Thomison, 2004).

Οι Widdicombe και Thelen (2002) πειραματίστηκαν με διάφορες πυκνότητες σποράς και τρεις αποστάσεις γραμμών : 76, 56 και 38 cm. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η απόδοση του καλαμποκιού αυξήθηκε κατά 2 και 4 % κατά τη μετάβαση από τα 76 cm στα 56 και 38 cm αντίστοιχα, ενώ η μέγιστη απόδοση επιτεύχθηκε στην πυκνότερη σπορά (90000 φυτά/ha) ανεξαρτήτως της απόστασης των γραμμών σποράς. Στον Ohio Agronomy Guide (site 16) αναφέρεται πως η έρευνα σε ολόκληρες τις Η.Π.Α. έχει δείξει μέσες αυξήσεις στην απόδοση από 3 έως 5 % όταν η απόσταση των γραμμών σποράς είναι μικρότερη (38 ή 56 cm) της κανονικής. Στην έρευνα που έγινε από τους Borrás et al. (2003) σχετικά με την επίδραση της πυκνότητας σποράς στη γήρανση των φύλλων, μελετήθηκαν και εναλλακτικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς (35, 70, και 100 cm). Η διαφορετική απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς επηρέασε την αναλογία ερυθρού-υπέρυθρου στα κατώτερα φύλλα της φυτοστοιβάδας στις υψηλές πυκνότητες σποράς, αλλά δεν είχε καμία επίδραση στη διαδικασία της γήρανσης των φύλλων. Ο Farnham (2000) αναφέρει ότι σε πειράματα που έγιναν από το 1997 έως το 1999 στις Η.Π.Α. στη βόρεια ζώνη καλλιέργειας του καλαμποκιού με διαφορετικές πυκνότητες σποράς και δύο αποστάσεις γραμμών σποράς (76 και 38 cm), η κλασική απόσταση είχε στο μέσο όρο των ετών και των επεμβάσεων απόδοση 5 % υψηλότερη από την απόσταση των 38 cm. Σε πυκνότητες άνω των 80000 φυτών/ha όμως φαίνεται μια υπεροχή της τάξης του 2 % υπέρ της απόστασης των 38 cm (site 2). Οι Pecinofsky et al.(site 15) δοκίμασαν, σε πειράματα που έγιναν από το 1997 ως το 2002 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου της Iowa, εναλλακτικές πυκνότητες σποράς (από 50000 έως 100000 φυτά/ha) και δύο αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς (76 και 38 cm) και δεν βρήκαν διαφορές στη απόδοση μεταξύ των διαφορετικών αποστάσεων των γραμμών σποράς (site 15). Οι Maddoni et al. (2001) σε μελέτη που έκαναν για τις επιδράσεις της πυκνότητας σποράς, των αποστάσεων των γραμμών σποράς και των γενοτύπων στην αρχιτεκτονική της φυτοστοιβάδας του καλαμποκιού και τη μείωση του φωτός σε αυτή βρήκαν πως η μεταβολή της πυκνότητας σποράς επηρεάζει περισσότερο την αρχιτεκτονική της φυτοστοιβάδας σε σχέση με τη μεταβολή της απόστασης των

γραμμών σποράς μεταξύ τους. Οι Turgut et al. (2005) σε πειράματα που έκαναν κατά τα έτη 2002-2003 βρήκαν πως οι στενότερες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς (40 και 25 cm) επηρέασαν διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά του καλαμποκιού, ενώ αύξησαν και την απόδοση.

Μια έρευνα των Westgate et al. (1997) ίσως εξηγεί όλα τα παραπάνω. Στο πείραμά τους οι ερευνητές χρησιμοποίησαν αυξανόμενες πυκνότητες σποράς μέχρι του πληθυσμού των 90000 φυτών/ha. Η αυξανόμενη πυκνότητα σποράς είχε μεγάλη επίδραση στο μέγιστο Δ.Φ.Ε. και τη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από τη φυτοστοιβάδα και κατά συνέπεια στο σύνολο της φωτοσύνθεσης της φυτοστοιβάδας καθ'όλη την καλλιεργητική περίοδο. Η μείωση της απόστασης μεταξύ των γραμμών σποράς αύξησε την απορροφούμενη από τη φυτοστοιβάδα ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο μεταξύ των γραμμών σποράς, τη μείωσε όμως εντός των γραμμών σποράς, όπου τα φυτά τοποθετούνται σε μεγαλύτερες αποστάσεις για τον ίδιο πληθυσμό φυτών. Εκείνο που είναι σημαντικό είναι η συνολική φυλλική επιφάνεια και όχι το πώς αυτή διατάσσεται μέσα στο χώρο. Κατά τους ερευνητές αυτούς, φυτοστοιβάδες που απορροφούν το 95 % της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας όταν έχουν αναπτύξει τη μέγιστη φυλλική επιφάνεια πετυχαίνουν εξαιρετικές αποδόσεις ανεξάρτητα από την απόσταση των γραμμών σποράς ή τον πληθυσμό των φυτών.

3.3 Εποχή σποράς

Σαν οδηγός για τον προσδιορισμό της κατάλληλης εποχής σποράς χρησιμοποιείται συνήθως η θερμοκρασία του εδάφους, αν και για τις βόρειες περιοχές είναι καλύτερα αυτή να προσδιορίζεται ημερολογιακά. Είναι γενικώς αποδεκτό πως για να γίνει σπορά καλαμποκιού πρέπει η θερμοκρασία εδάφους να σταθεροποιηθεί στους 10 °C (Hicks and Thomison, 2004) καθώς κάτω από αυτή τη θερμοκρασία ελάχιστη μεταβολική δραστηριότητα παρατηρείται. Το όριο για ανιχνεύσιμη αύξηση και ανάπτυξη στο καλαμπόκι σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του είναι οι 8 °C (Ritchie and NeSmith, 1991). Πάντως οι Ferenc et al. (site 9) σε έρευνά τους στην Ουγγαρία αναφέρουν πως η θερμοκρασία εδάφους κατά την οποία προτείνεται να σπέρνεται το καλαμπόκι πρέπει να αναθεωρηθεί και να κατεβεί στους 6-8 °C, γιατί οι νέοι γενότυποι έχουν προσαρμοστεί στην εύκρατη ζώνη και έχουν χαμηλότερα όρια

θερμοκρασίας όσον αφορά τη βλάστησή τους. Οι Hicks and Thomison (2004) προτείνουν πάντως οι παραγωγοί να σπέρνουν τα χωράφια τους και λίγο πριν την ιδανική ημερομηνία όπως και αν προσδιορίζεται αυτή (βάση θερμοκρασίας εδάφους ή ημερολογιακά) αν οι συνθήκες του εδάφους είναι κατάλληλες. Στη θερμοκρασία των 10 °C το καλαμπόκι βλαστάνει αργά και η διαδικασία μπορεί να διαρκέσει 2 - 3 εβδομάδες ή και παραπάνω. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος των πολύ πρώιμων σπορών είναι η ανεπαρκής βλάστηση αν επικρατήσουν θερμοκρασίες κάτω του κανονικού (Lauer et al., 1999) και υπερβολικές βροχοπτώσεις που έχουν ως αποτέλεσμα τον κορεσμό του εδάφους με νερό. Οι σπόροι του καλαμποκιού, σύμφωνα με τον Nafziger (site 5) μπορούν να επιβιώσουν για επτά ημέρες μέσα στο νερό. Το σημείο αύξησης του φυτού (growing point) βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το στάδιο των 6 φύλλων και είναι προστατευμένο από χαμηλές θερμοκρασίες και παγετό. Όταν αυτό βγαίνει στην επιφάνεια του εδάφους τα φυτά έχουν 5-6 φύλλα και ο κίνδυνος ζημιάς από παγετό έχει ελαχιστοποιηθεί. Η αντοχή των διάφορων ποικιλιών καλαμποκιού στο ψύχος κατά τη διαδικασία της βλάστησης διαφέρει. Κάποιες παρουσιάζουν έντονο ρυθμό αύξησης ακόμα και κάτω από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά για περιορισμένο χρονικό διάστημα, ενώ άλλες παρουσιάζουν αργό ρυθμό αύξησης, αλλά μπορούν να ανεχθούν μεγάλα διαστήματα χαμηλών θερμοκρασιών (Marton et al., 1997).

Οι διαφορετικές εποχές σποράς έχουν η καθεμία τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Οι περισσότερες έρευνες σχετικά με το καλαμπόκι έχουν γίνει στις Η.Π.Α., αλλά σε ότι αφορά την εποχή σποράς ο στόχος των ερευνών είναι να προσδιορίσουν την ιδανική εποχή σποράς και όχι την πιο πρώιμη ημερομηνία που μπορεί να γίνει η σπορά. Έτσι, οι προσεγγίσεις τους σε ότι αφορά τις ημερομηνίες είναι μάλλον συντηρητικές. Ο στόχος είναι κάθε φορά να υπάρχει επιτυχημένο φύτευμα, ευνοϊκές συνθήκες για αύξηση και ανάπτυξη και μεγάλη βλαστική περίοδο ώστε τα φυτά να ολοκληρώσουν με άνεση το βιολογικό τους κύκλο και να δώσουν τη μέγιστη δυνατή παραγωγή, που καλό είναι να συνδυαστεί με άνετη και με χαμηλή υγρασία σπόρων συγκομιδή.

Οι κανονικές και όψιμες εποχές σποράς γίνονται σε θερμοκρασίες που το φύτευμα των σπόρων είναι πιο εύκολο και γρήγορο με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν σημαντικές απώλειες φυτών. Από την άλλη τα φυτά που σπέρνονται σε αυτές τις ημερομηνίες έχουν στη διάθεση τους δύο ή τέσσερις εβδομάδες λιγότερες, αντίστοιχα για να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο. Επίσης η εδαφική υγρασία πιθανόν να

είναι περιορισμένη με αποτέλεσμα να χρειαστεί να γίνουν αρδεύσεις από πολύ νωρίς (ακόμα και για να φυτρώσουν), αυξάνοντας έτσι και την εργασία και το κόστος της καλλιέργειας. Επίσης, αν η συγκομιδή τους καθυστερήσει είναι πιθανόν να υπάρξουν απώλειες παραγωγής λόγω πλαγιάσματος κάτω από την επίδραση δυνατών ανέμων που τείνουν να εμφανίζονται προς το τέλος Οκτωβρίου στην Ελλάδα. Επίσης παρουσιάζουν αυξημένα ποσοστά προσβολής από λεπιδόπτερα (*Sesamia nonagrioides* και *Ostrinia nubilalis*), αλλά και από μυκητολογικές ασθένειες (site 12)

Οι πρώιμες σπορές γίνονται σε θερμοκρασίες που το φύτεμα του σπόρου γίνεται με αργό ρυθμό. Η Pioneer Hi-Bred Hellas (2003) συμφωνώντας με τους Hicks and Thomison (2004) προτείνει η πρώτη σπορά να γίνεται όταν η θερμοκρασία του εδάφους στο βάθος σποράς (2-2,5 cm) έχει σταθεροποιηθεί πάνω από τους 7 °C. Τυχόν αντίξοες συνθήκες της άνοιξης μπορεί να καθυστερήσουν το φύτεμα μέχρι και τρεις εβδομάδες ή και παραπάνω. Επειδή οι αντίξοες συνθήκες μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα μειωμένα ποσοστά φυτρώματος οι πρώιμες σπορές γίνονται με πληθυσμούς φυτών αυξημένους κατά 10-15 % (Hicks and Thomison, 2004 και Pioneer Hi-Bred Hellas, 2003). Από τη στιγμή όμως που τα φυτά θα φυτρώσουν θα έχουν στη διάθεσή τους ευνοϊκές συνθήκες για αύξηση και ανάπτυξη.

Αναλυτικότερα:

- i.** Έχουν στη διάθεση τους ηλιακή ακτινοβολία υψηλής έντασης και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σχέση με τις μεταγενέστερες σπορές (μεγάλη διάρκεια ημέρας + μεγαλύτερη βλαστική περίοδος) γεγονός που σημαίνει αυξημένη φωτοσύνθεση και παραγωγή βιομάζας.
- ii.** Η θερμοκρασία είναι πλέον ικανοποιητική και η ανάπτυξή τους γίνεται με γρήγορους ρυθμούς.
- iii.** Υπάρχει επαρκής εδαφική υγρασία που συνεπάγεται μείωση των αρδεύσεων, του κόστους που αυτές συνεπάγονται και εξοικονόμηση νερού γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για μια χώρα σαν την Ελλάδα που οι υδατικοί πόροι είναι περιορισμένοι. Η γρηγορότερη ωρίμανση της καλλιέργειας συντελεί στη μείωση των αρδεύσεων στο τέλος του καλοκαιριού, γεγονός που είναι σημαντικό, καθώς σε κάποιες περιοχές της χώρας οι υδατικοί πόροι στερεύουν την περίοδο αυτή. Όλα αυτά συντελούν στο να αναπτύσσεται γρήγορα η φυτοστοιβάδα και να φθάνει επίσης γρήγορα ο Δ.Φ.Ε. στην κρίσιμη τιμή του

εξασφαλίζοντας έτσι τη μέγιστη παραγωγή βιομάζας για την υπόλοιπη καλλιεργητική περίοδο, εφόσον διατηρηθεί σταθερός (Pearce et al., 1965 και Hicks and Thomison, 2004).

- iv.** Η γονιμοποίηση γίνεται πριν την περίοδο των υψηλών θερμοκρασιών που είναι δυνατόν να προκαλέσουν μειωμένη γονιμοποίηση.
- v.** Η γρήγορη ανάπτυξη της φυτοστοιβάδας βοηθά στην αποφυγή του ανταγωνισμού από τα ζιζάνια της άνοιξης, καθώς όταν αυτά φυτρώνουν η καλλιέργεια έχει πλέον αναπτυχθεί και είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική (Λόλας, προσωπική επικοινωνία).
- vi.** Η συγκομιδή γίνεται με χαμηλά ποσοστά υγρασίας σπόρου που σημαίνει αποφυγή ή μείωση των δαπανών για ξήρανση.
- vii.** Η γρηγορότερη ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου των πρώιμων καλλιεργειών βοηθά στο να αποφύγουν τυχόν σοβαρές ζημιές από εντομολογικές προσβολές λεπιδοπτέρων.

Σύμφωνα με τον Norwood (2001a) οι πρώιμες σπορές με τα κατάλληλα υβρίδια αποδίδουν καλύτερα με υψηλούς πληθυσμούς φυτών, ενώ οι αποδόσεις αυξάνονται όσο αυξάνεται το μήκος του βιολογικού κύκλου των υβριδίων. Αυτό είναι λογικό καθώς τα μεγάλα βιολογικού κύκλου υβρίδια έχουν περισσότερο χρόνο στη διάθεσή τους για φωτοσύνθεση και παραγωγή βιομάζας, ενώ είναι και αυτά που σπέρνονται συνήθως πρώιμα ώστε να προλάβουν να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο μέσα στη διαθέσιμη βλαστική περίοδο κάθε περιοχής. Αν δεν προλάβουν να τον ολοκληρώσουν τότε εκτίθενται στις χαμηλές θερμοκρασίες του φθινοπώρου και ανάλογα με την περιοχή δεν προλαβαίνουν να φτάσουν στο στάδιο φυσιολογικής ωρίμανσης (Nielsen et al., 2002), εμφανίζουν μειωμένη απόδοση, συγκομίζονται με υψηλά ποσοστά υγρασίας σπόρου Lauer et al., (1999) και εμφανίζουν φαινόμενα πλαγιάσματος. Σε άλλη έρευνά του ο Norwood (2001b) παρατήρησε ότι τα μεγαλύτερου βιολογικού κύκλου υβρίδια που χρησιμοποιούνται στις πρώιμες σπορές απαιτούν μεγαλύτερες ποσότητες νερού από το έδαφος και σε συνδυασμό με τις υψηλές πυκνότητες σποράς που εφαρμόζονται κατά την πρώιμη σπορά οι απαιτήσεις για εδαφική υγρασία γίνονται ακόμη μεγαλύτερες.

Σε έρευνα που έγινε από τους Lauer et al., (1999) δοκιμάστηκαν στη βόρεια ζώνη καλλιέργειας του καλαμποκιού των Η.Π.Α. τρία υβρίδια καλαμποκιού διαφορετικού βιολογικού κύκλου στο διάστημα από 19 Απριλίου ως 22 Ιουνίου από το

έτος 1991 έως το 1994. Βρέθηκε μία περίοδος 7 ημερών η οποία θεωρήθηκε η ιδανική για την σπορά και η οποία ξεκινούσε 11 ημέρες μετά την πιο πρόωμη ημερομηνία σποράς. Για τις σπορές που έγιναν μετά το τέλος της ιδανικής περιόδου υπήρχε απώλεια στην τελική απόδοση από 0,5 ως 1,1 % για κάθε ημέρα καθυστέρησης, που όταν η καθυστέρηση ξεπερνούσε τις δύο εβδομάδες οι απώλειες αυξανόταν σε 1,3 με 1,9 % ανά ημέρα καθυστέρησης, ενώ όταν ξεπερνούσε τον ένα μήνα η μείωση στην απόδοση κυμαινόταν μεταξύ 2,0 και 2,8 % για κάθε ημέρα καθυστέρησης. Κατά τους Lauer et al., (1999) η απόφαση για τη σπορά του καλαμποκιού πρέπει να βασίζεται στη θερμοκρασία και την κατάσταση του εδάφους. Οι ίδιοι ερευνητές βρήκαν επίσης πως η απόδοση μειώνεται όσο η ημερομηνία σποράς γίνεται οψιμότερη, ενώ η υγρασία των σπόρων κατά τη συγκομιδή αυξάνεται.

Οι Berg et al. (2001) αναφέρουν ότι σε μελέτη που έγινε για την αντίδραση του καλαμποκιού σε διάφορες ημερομηνίες σποράς με υβρίδια καλαμποκιού διαφορετικής πρωιμότητας (101 – 118 RM) για 14 χρόνια (από το 1986 ως το 2001 με εξαίρεση τα έτη 1995 και 2000) βρέθηκε ότι κατά την περίοδο των πρώτων τριών εβδομάδων σποράς (17 Απριλίου – 7 Μαΐου) οι αποδόσεις είναι υψηλές και παρόμοιες, ενώ μετά το διάστημα αυτό αρχίζουν και μειώνονται. Οι Hall and Kirby (2001) έκαναν το ίδιο το 2001 στην ίδια περιοχή με υβρίδια μικρού βιολογικού κύκλου με πρώτη ημερομηνία σποράς την τελευταία ημερομηνία των Berg et al που εντάσσεται στην περίοδο υψηλών αποδόσεων (7 Μαΐου) και επαλήθευσαν ουσιαστικά το γεγονός καθώς αυτή η ημερομηνία σποράς έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα ενώ στις μεταγενέστερες σπορές οι αποδόσεις παρουσίαζαν σημαντική μείωση.

Οι Bessin et al. (2002) πειραματίστηκαν στο Πανεπιστήμιο του Κεντάκι με υβρίδια καλαμποκιού που έφεραν το γονίδιο bt και τα αντίστοιχα χωρίς το γονίδιο bt υβρίδια τα οποία σπάρθηκαν σε πέντε ημερομηνίες σποράς από το 1999 ως το 2002. Τα υβρίδια bt δεν εμφάνισαν κάποια σημαντική διαφορά στην απόδοση κατά τις πρώτες ημερομηνίες σποράς, αλλά κατά τις τελευταίες παρουσίασαν αύξηση στην απόδοση της τάξης των 252 kg/στρ, λόγω της μη προσβολής τους από λεπιδόπτερα (*Ostrinia nubilalis* και *Diatraea grandiosella*) (site 10).

Η εταιρία παραγωγής σπόρων BECK σε έρευνα που έκανε κατά το 2001 με δύο υβρίδια καλαμποκιού και έξι ημερομηνίες σποράς (23 Μαρτίου – 9 Ιουνίου) στις Η.Π.Α. διαπίστωσε πως οι πρώτες τρεις ημερομηνίες σποράς (23 Μαρτίου, 5 και 19 Απριλίου) δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στην απόδοση, ενώ από

εκεί και μετά η μείωση στην απόδοση ήταν φανερή και αυξανόταν σε κάθε μεταγενέστερη σπορά (site 11).

Σε έρευνα που έγινε για την επίδραση της ημερομηνίας σποράς στο ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας δύο υβριδίων καλαμποκιού στο Ουισκόνσιν από τον Lauer, από το 2000 ως το 2004, βρέθηκε ότι στις σπορές του Απριλίου το ποσοστό φυτρώματος ήταν κατά μέσο όρο 79 % (65 – 95%), στις σπορές που έγιναν από 1 έως 15 Μαΐου ήταν κατά μέσο όρο 83 % (62 – 92%), από 16 έως 31 Μαΐου ήταν 88 % (80 – 96%) και για τις σπορές του Ιουνίου ήταν 92 % (84 – 98%). Διαπιστώνεται ότι στις σπορές του Απριλίου έχουμε τις περισσότερες απώλειες κατά μέσο όρο, αλλά παρατηρώντας το εύρος των τιμών προκύπτει ότι και κατά το 1^ο δεκαπενθήμερο του Μαΐου μπορεί να προκύψουν οι ίδιες ή και μεγαλύτερες απώλειες. Αναφέρεται ότι το 2004 οι μεγαλύτερες απώλειες παρατηρήθηκαν σε σπορές που έγιναν στις 20 Μαΐου. Στα τρία από τα πέντε χρόνια που διήρκησε το πείραμα υπήρχαν διαφορές μεταξύ των υβριδίων σε ότι αφορά το ποσοστό φυτρώματος. Επίσης βρέθηκαν και αλληλεπιδράσεις μεταξύ υβριδίων και εποχής σποράς σε δύο από τις πέντε χρονιές του πειράματος ως προς το ποσοστό φυτρώματος, καθώς κάποια υβρίδια εμφάνιζαν υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος όταν σπέρνονταν σε συγκεκριμένη εποχή σποράς (site 6).

Κατά τους Ramsel et al. σε μελέτη που έγινε στην Iowa τα έτη 1999 και 2000 προκύπτει ότι η καθυστερημένη σπορά ή η επανασπορά καλαμποκιού μπορεί να έχει ως συνέπεια σημαντική μείωση στις αποδόσεις. Η μείωση αυτή ήταν 3 % για σπορές στα μέσα του Μαΐου σε σχέση με τις σπορές στα τέλη Απριλίου και 20-30 % για σπορές που έγιναν τον Ιούνιο σε σχέση με αυτές του Απριλίου ξανά. Η μείωση αυτή αποδίδεται στην αυξημένη βλαστική ανάπτυξη του φυτού την περίοδο εκείνη λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών που επικρατούν που μειώνουν την ποσότητα των θρεπτικών ουσιών που αποθηκεύει το φυτό (site 14).

Σύμφωνα με τον Nafziger (site 1) η υπερπρώιμη σπορά καλαμποκιού εμπεριέχει κάποιο ρίσκο και συχνά αποδίδει λιγότερο από σπορές που γίνονται λίγο αργότερα ακόμα και αν ο τελικός αριθμός φυτών είναι ο ίδιος, γεγονός που αποδίδεται σε κάποια φυσιολογική επίδραση που μπορεί να έχουν οι χαμηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν κατά κρίσιμα στάδια της ανάπτυξης του σπάρικα. Επίσης τα φύλλα των φυτών τείνουν να είναι λίγο μικρότερα. Υποστηρίζει πως μια υπερπρώιμη σπορά δεν μπορεί να αποδώσει περισσότερο από μια σπορά φυσιολογικά πρώιμη. Πρέπει

πάντως με κάθε τρόπο να αποφεύγεται να γίνονται σπορές όταν τα εδάφη είναι υγρά και μπορεί να προκληθεί συμπίεσή τους κατά την κατεργασία και τη σπορά.

Οι McClure et al. σε ερευνά τους κατά τα έτη 2000 και 2001 για την επίδραση της εποχής σποράς σε καλαμπόκι με υψηλή περιεκτικότητα ελαίων συμπέρανε πως η πρόωμη σπορά αυξάνει την απόδοση, χωρίς να μειώνει τη περιεκτικότητα σε έλαια, οπότε πρέπει να προτιμάται (site 3). Ο Coffman (site 4) σε μελέτη του για την πρόωμη σπορά καλαμποκιού στο Τέξας επισημαίνει πως η πρόωμη σπορά είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Το πείραμα επαναλήφθηκε για τέσσερις χρονιές και περιλάμβανε τρία υβρίδια καλαμποκιού διαφορετικής πρωιμότητας. Κατά την έρευνα η σπορά έγινε 10 ημέρες πριν την ημερομηνία που προτείνεται ως η ιδανική για σπορά. Σε κάθε περίπτωση η πρόωμη σπορά έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Ο Hicks (site 13) αναφερόμενος στην περιοχή της Μινεσότα λέει πως η πρόωμη σπορά καλαμποκιού προσφέρει μεγαλύτερες αποδόσεις και μεγαλύτερα κέρδη στον παραγωγό. Επισημαίνει επίσης πως η απόδοση μιας πρόωμης καλλιέργειας ακόμα και με μειωμένο ποσοστό φυτρώματος είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή μιας καλλιέργειας πιο όψιμης, παρόλο που η δεύτερη θα έχει μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος και μεγαλύτερη ομοιομορφία στην απόσταση των φυτών μεταξύ τους και στο ύψος τους.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Γενικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το έτος 2005 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Αφορούσε την αξιολόγηση πέντε υβριδίων καλαμποκιού σε τρεις εποχές σποράς, πρώιμη, κανονική και όψιμη. Η κάθε εποχή σποράς μελετήθηκε ξεχωριστά. Σε κάθε εποχή σποράς χρησιμοποιήθηκαν δύο πυκνότητες σποράς επί της γραμμής, 16 cm (83330 φυτά/ha) και 12 cm (111110 φυτά/ha). Τα υβρίδια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα:

1. **DKc6842** (118 RM \approx 700 FAO) = Υβρίδιο **A**
2. **DKc6203** (112 RM \approx 600 FAO) = Υβρίδιο **B**
3. **DKc6418** (114 RM \approx 650 FAO) = Υβρίδιο **Γ**
4. **DKc6818** (118 RM \approx 700 FAO) = Υβρίδιο **Δ**
5. **Costanza** (115 RM = 650 FAO) = Υβρίδιο **E**

Το πειραματικό σχέδιο σε κάθε εποχή σποράς ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB, Randomized Complete Block) με τρεις επαναλήψεις για κάθε μία από τις 10 επεμβάσεις. Οι 10 επεμβάσεις αποτελούνταν από τα 5 υβρίδια σπαρμένα στις δύο διαφορετικές αποστάσεις σποράς το καθένα. Τα πειραματικά τεμάχια ήταν μεγέθους 3 × 4 m. Κάθε πειραματικό τεμάχιο περιλάμβανε 5 γραμμές σποράς οι οποίες απείχαν μεταξύ τους 75 cm. Παρατηρήσεις συλλέχθηκαν μόνο από τις τρεις μεσαίες γραμμές κάθε τεμαχίου.

4.2 Καλλιεργητικές εργασίες

Η πρώιμη σπορά έγινε στις 7 Μαρτίου, η κανονική σπορά στις 31 Μαρτίου και η όψιμη σπορά στις 18 Απριλίου. Πριν από κάθε σπορά προηγήθηκε βασική λίπανση N-P-K 10-10-10 + 2 MgO. Χρησιμοποιήθηκε λίπασμα 20-20-0 της Hydro και 0-0-50 της Βελεστίνο. Ακολούθησε η ενσωμάτωση του λιπάσματος με ελαφρύ καλλιεργητή και σβάρνα. Κατά την πρώιμη σπορά το έδαφος ήταν σχετικά υγρό και όχι στο ρώγο του με αποτέλεσμα να προκληθεί ελαφρά συμπίεση του εδάφους. Εκτός από τη βασική λίπανση

έγινε και επιφανειακή, σε δύο στάδια, στο στάδιο του γονάτου και μετά την ανθοφορία, με 10 μονάδες N η καθεμία με λίπασμα Superstart της εταιρίας Hydro που περιείχε 33 μονάδες N (6,5% N-NO₃ και 26,5 % N-NH₂) και 11 μονάδες CaO.

Η σπορά έγινε με το χέρι και χρησιμοποιήθηκαν δύο σπόροι ανά θέση σποράς. Στη συνέχεια, τα φυτά αραιώθηκαν λίγο πριν το στάδιο των τριών φύλλων (V3) με κόψιμο στο σημείο αύξησης του φυτού (growing point). Μετά την σπορά ακολούθησε προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με εφαρμογή Lasso-AT και δόση 6 L/ha, ενώ χρησιμοποιήθηκαν 50 L ψεκαστικού υγρού ανά στρέμμα. Στο στάδιο των έξι φύλλων (V6) πραγματοποιήθηκε σκάλισμα για έλεγχο των ζιζανίων που δεν αντιμετώπισαν τα ζιζανιοκτόνα. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα γίνονταν μετρήσεις της θερμοκρασίας του αέρα (2 cm πάνω από τη γραμμή σποράς) και του εδάφους (πάνω στη γραμμή σποράς σε βάθος 5 cm). Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους (Μήτσιος κ.α., 2000) σε βάθος 0-30 cm ήταν οι εξής:

Κοκκομετρική συσταση: άμμος 47 %, ιλύς 32 %, άργιλος 21 %

Υφή: Πηλώδες (L – Loamy)

Οργανική ουσία: 1,5 g/100g εδάφους

CaCO₃: 3.1 %

PH: 7.9

SLC (μονάδες meq/100 g εδάφους) : 27,3

Μέχρι το στάδιο των 6 φύλλων (V6) έγιναν μερικές αρδεύσεις με καταιωνισμό όταν αυτό κρινόταν απαραίτητο. Από το στάδιο αυτό και μετά, ακολουθήθηκε η μέθοδος της στάγδην άρδευσης η οποία επαναλαμβάνονταν σε διαστήματα 6-7 ημερών. Οι αρδεύσεις διακόπηκαν μετά τη φυσιολογική ωρίμανση σε κάθε εποχή σποράς.

4.3 Μετρήσεις

Χρόνος και ποσοστό φυτρώματος. Ελήφθησαν παρατηρήσεις τόσο του ποσοστού των θέσεων σποράς που καλύφθηκαν, όσο και του ποσοστού φυτρώματος επί του συνόλου των σπαρθέντων σπόρων. Οι παρατηρήσεις γίνονταν κάθε 3-4 ημέρες και μέχρι να καλυφθεί το 85 % των θέσεων σε όλα τα πειραματικά τεμάχια.

Ύψος φυτού. Μέτρηση του ύψους έγινε στα στάδια:

- i. **(V3)** στάδιο 3 φύλλων (39, 26 και 25 ημέρες μετά την σπορά για πρώιμη, κανονική και όψιμη εποχή σποράς, αντίστοιχα)
- ii. **(V6)** στάδιο 6 φύλλων (65, 48, και 39 ημέρες μετά την σπορά, αντίστοιχα),
- iii. **(V12)** στάδιο 12 φύλλων (95, 79, 105 ημέρες μετά την σπορά, αντίστοιχα)
- iv. **(R1)** στάδιο άνθισης της θηλυκής ταξιανθίας (στάδιο μεταξιού) (110, 93, και 82 μέρες μετά την σπορά, αντίστοιχα)

Στα στάδια V3 και V6 το ύψος μετρήθηκε από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το σημείο που έφτανε το 3ο ή 6ο φύλλο, αντίστοιχα όταν αυτό ήταν τεντωμένο και πλήρως εκπτυγμένο, διακρίνονταν δηλαδή ο κολεός του. Στο στάδιο V12 το ύψος μετρήθηκε μέχρι το ύψος του κολεού, ενώ στο R1 από τη βάση του στελέχους μέχρι την κορυφή της αρσενικής ταξιανθίας (της φόβης). Οι μετρήσεις γινόταν δειγματοληπτικά σε 5 τυχαία φυτά, τα οποία προέρχονταν από τις τρεις μεσαίες, εκ των πέντε, γραμμές του πειραματικού τεμαχίου.

Χλωρό βάρος υπέργειου και υπόγειου τμήματος. Λήφθηκαν παρατηρήσεις στα στάδια των 6 φύλλων (**V6**) (65, 48, και 39 ημέρες μετά την σπορά για πρώιμη, κανονική και όψιμη εποχή σποράς, αντίστοιχα), των 12 φύλλων (**V12**) (95, 79, 65 ημέρες μετά την σπορά) και στο στάδιο του μεταξιού (**R1**) (110, 93 και 82 ημέρες μετά την σπορά). Τα φυτά έβγαιναν από το έδαφος με τη χρήση ειδικού φτυαριού με μπάλα χώματος και με πολύ προσοχή ώστε να μην κοπούν οι ρίζες τους. Μεταφέρονταν σε δοχεία με νερό ώστε να μαλακώσει το χώμα και στη συνέχεια πλένονταν προσεκτικά ώστε να απομακρυνθεί το χώμα και να μείνουν μόνο οι ρίζες. Στη συνέχεια κόβονταν στο σημείο που ξεχώριζε η ρίζα από το υπέργειο τμήμα και κάθε τμήμα ζυγίζόταν χωριστά. Χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά με ακρίβεια εκατοστού του γραμμαρίου όταν τα βάρη ήταν μικρά, και ζυγαριά με ακρίβεια 10 g όταν τα βάρη ήταν πιο μεγάλα (πάνω

από 500 g). Οι μετρήσεις γινόταν δειγματοληπτικά σε 5 τυχαία φυτά, τα οποία προέρχονταν από τις τρεις μεσαίες, εκ των πέντε, γραμμές του πειραματικού τεμαχίου.

Ξηρό βάρος υπέργειου και υπόγειου τμήματος. Το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος μετρήθηκε μία φορά στο στάδιο των 6 φύλλων (**V6**) (65, 48, και 39 ημέρες μετά την σπορά για πρώιμη, κανονική και όψιμη εποχή σποράς, αντίστοιχα).

Το ξηρό βάρος του υπόγειου τμήματος, μετρήθηκε όπως και το χλωρό βάρος στα στάδια των 6 και 12 φύλλων και στο στάδιο του μεταξιού (**V6, V12, R1**) στις ίδιες ημερομηνίες και ημέρες μετά την σπορά με το χλωρό βάρος. Αφού ολοκληρώνονταν η μέτρηση του χλωρού βάρους με τη διαδικασία που περιγράφηκε, τα τμήματα των φυτών τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες ώστε να μπορεί να απομακρυνθεί η υγρασία. Στη συνέχεια τα τμήματα αυτά τοποθετούνταν σε κλίβανο με αερισμό σε θερμοκρασία 80 °C για 48 h και ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας με ακρίβεια εκατοστού του γραμμαρίου). Οι μετρήσεις γινόταν δειγματοληπτικά σε 5 τυχαία φυτά, τα οποία προέρχονταν από τις τρεις μεσαίες, εκ των πέντε, γραμμές του πειραματικού τεμαχίου.

Ύψος έκφυσης σπάδικα. Το ύψος έκφυσης του σπάδικα μετρήθηκε στο τέλος του Αυγούστου για τις τρεις εποχές σποράς (160, 184 και 202 ημέρες μετά την σπορά για πρώιμη, κανονική και όψιμη εποχή σποράς, αντίστοιχα). Η μέτρηση αφορούσε την απόσταση από το έδαφος μέχρι τον κόμβο έκφυσης του σπάδικα. Οι μετρήσεις γινόταν δειγματοληπτικά σε 5 τυχαία φυτά, τα οποία προέρχονταν από τις τρεις μεσαίες, εκ των πέντε, γραμμές του πειραματικού τεμαχίου.

Αριθμός σειρών σπόρων ανά σπάδικα και ποσοστό γεμίσματος του σπάδικα. Η συγκομιδή έγινε με το χέρι, σε συνεχόμενα φυτά επί της γραμμής σε μήκος ενός μέτρου και αφορούσε τις τρεις μεσαίες γραμμές σποράς κάθε πειραματικού τεμαχίου. Μετά τη συγκομιδή, επιλέχθηκαν 5 τυχαίοι σπάδικες από κάθε πειραματικό τεμάχιο και μετρήθηκε ο αριθμός των σειρών σπόρων που είχαν, καθώς και το ποσοστό γεμίσματος αυτών, εκφρασμένο ως αναλογία του μήκους στο οποίο έφεραν σπόρους προς το συνολικό μήκος του σπάδικα. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε 184 ημέρες μετά την σπορά για την πρώιμη εποχή, 169 ημέρες μετά την σπορά για την κανονική εποχή και 160 ημέρες μετά την σπορά για την όψιμη εποχή σποράς.

Απόδοση. Μετά τη συγκομιδή που έγινε όπως περιγράφηκε παραπάνω, μετρήθηκε το συνολικό βάρος των σπαδικών που συγκομίστηκαν. Στη συνέχεια επιλέχθηκαν τυχαία 5 σπάδικες, οι οποίοι αφού ζυγίστηκαν, στη συνέχεια μετρήθηκε το συνολικό βάρος των σπόρων αυτών. Διαιρώντας το βάρος των σπόρων των 5 σπαδικών με το συνολικό τους βάρος πριν αλωνιστούν, προέκυψε η αναλογία βάρους

σπόρου/σπάδικα. Με βάση την αναλογία αυτή και το συνολικό βάρος των συγκομισθέντων σπαδικών, υπολογίστηκε η απόδοση στη συγκομισθείσα επιφάνεια κάθε πειραματικού τεμαχίου, ή οποία στη συνέχεια ανάχθηκε στην απόδοση ανά εκτάριο. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο μετρήθηκε η υγρασία των σπαδικών που επιλέχθηκαν, και η απόδοση ανάχθηκε σε επίπεδο υγρασίας ύψους 15,5 %.

Μέτρηση χλωροφύλλης. Η χλωροφύλλη μετρήθηκε στα στάδια των 9 φύλλων (V9) (81, 63, και 56 ημέρες μετά την σπορά για πρόμη, κανονική και όψιμη εποχή σποράς, αντίστοιχα) και του γάλακτος (R3) (135, 116 και 100 ημέρες μετά την σπορά). Η μέτρηση έγινε με το όργανο SPAD 502 της εταιρίας Minolta (μονάδες spad). Το όργανο εκτιμά την ένταση του πράσινου χρώματος του φύλλου που σχετίζεται με την περιεκτικότητα του φύλλου σε χλωροφύλλη καθώς και με την αζωτούχο θρεπτική κατάσταση του φυτού (Blackmer et al., 1994). Μετρήσεις έγιναν σε 5 τυχαία φυτά από κάθε πειραματικό τεμάχιο ενώ σε κάθε φύλλο πάρθηκαν 3 μετρήσεις. Στο στάδιο των 9 φύλλων, η μέτρηση έγινε στο 9^ο πλήρως εκπτυγμένο φύλλο, ενώ στο στάδιο του γάλακτος η μέτρηση αφορούσε το πρώτο φύλλο που βρίσκονταν αμέσως επάνω από τον σπάδικα.

Μέτρηση σχετικής υγρασίας φύλλου (RWC – Relative Water Content) και ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA – Specific Leaf Area). Και οι δύο μετρήσεις έγιναν στο στάδιο εμφάνισης της θηλυκής ταξιανθίας (R1) (115, 97, και 84 ημέρες μετά την σπορά). Η μέτρηση έγινε ως εξής: αφαιρέθηκε το φύλλο που βρίσκεται πάνω από το σπάδικα σε 5 τυχαία φυτά από κάθε πειραματικό τεμάχιο. Κάθε φύλλο που κόβονταν, τοποθετούνταν σε πλαστικό κάλυμμα για να ελαχιστοποιηθεί η απώλεια υγρασίας και τοποθετούνταν σε φορητό ψυγείο (4 °C). Στη συνέχεια τα φύλλα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για να γίνουν οι μετρήσεις. Από κάθε φύλλο αφαιρούνταν με τη βοήθεια ειδικού διατρητή 10 δίσκοι διαμέτρου 16 mm. Αυτοί ζυγίζονταν ως προς το συνολικό χλωρό βάρος τους, σε ζυγό ακριβείας τρίτου δεκαδικού. Στη συνέχεια τοποθετούνταν σε τριβλία Petri γεμάτα με απεσταγμένο νερό και παρέμεναν σε αυτά για 24 ώρες ώστε να κορεστούν με νερό. Μετά την πάροδο των 24 ωρών, απομακρύνονταν από τα τριβλία, τοποθετούνταν προσεκτικά ανάμεσα σε διηθητικό χαρτί ώστε να μην υπάρχουν σταγόνες νερού πάνω τους και ξαναζυγίζονταν ώστε να προσδιοριστεί εκ νέου το συνολικό τους βάρος. Έπειτα τοποθετούνταν σε χάρτινα σακουλάκια και μετά σε κλίβανο για 48 h με θερμοκρασία 80 °C, ώστε να αφαιρεθεί η υγρασία και να μετρηθεί το ξηρό τους βάρος. Με τις μετρήσεις του χλωρού, κορεσμένου με νερό και ξηρού βάρους και τη χρήση του κατάλληλου μαθηματικού τύπου ($RWC = (W_i - W_d) / (W_t - W_d)$) υπολογίστηκε η σχετική

υγρασία (RWC) των φύλλων, όπου W_i και W_t το βάρος των δίσκων πριν και μετά την ενυδάτωση, αντίστοιχα και W_d το ξηρό βάρος των δίσκων, ενώ με τη χρήση του ξηρού βάρους και της επιφάνειας των δίσκων που κόπηκαν από τα φύλλα υπολογίστηκε η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) αυτών.

4.4 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων αφορούσε ανάλυση παραλλακτικότητας για εκτίμηση των διαφορών στα μετρούμενα χαρακτηριστικά. Ακολούθησε η μεθοδολογία της ANOVA δύο κατευθύνσεων με βάση το πειραματικό σχέδιο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων. Στις περιπτώσεις όπου βάσει του F κριτηρίου οι διαφορές βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές, ακολούθησε σύγκριση των μέσων όρων με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 % (Least Significant Difference – $LSD_{0.05}$). Επίσης υπολογίστηκε ο συντελεστής παραλλακτικότητας για κάθε μέτρηση του πειράματος. Υπολογίστηκε ακόμη ο συντελεστής συσχέτισης (r) μεταξύ των χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν. Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την στατιστική επεξεργασία ήταν τα MSTAT-C και Excel.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

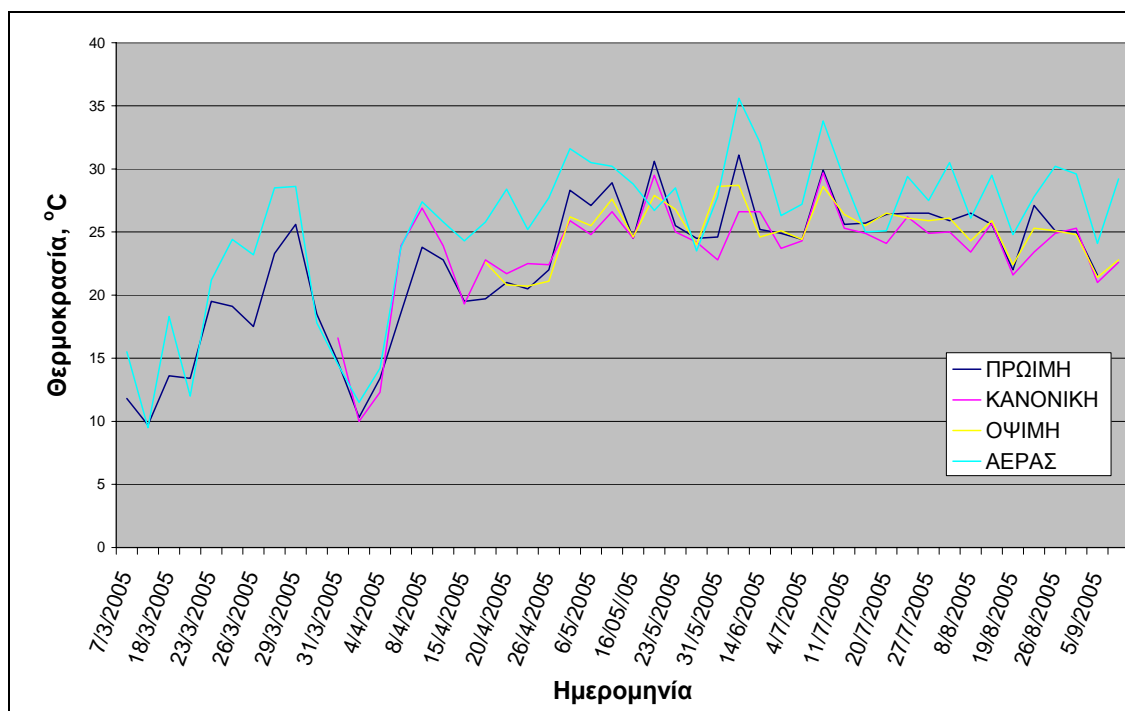
5.1 Γενικά

Το διάστημα των 20 ημερών περίπου που μεσολάβησε ανάμεσα στις τρεις εποχές σποράς είχε ως αποτέλεσμα οι καλλιέργειες να αναπτυχθούν κάτω από διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας. Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η μέση θερμοκρασία εδάφους (βάθος μέτρησης 5 cm) και στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η εξέλιξη της θερμοκρασίας εδάφους και αέρος καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και για κάθε εποχή σποράς.

Πίνακας 1. Μέση θερμοκρασία εδάφους ανά 10ήμερο και εποχή σποράς για το διάστημα των 30 πρώτων ημερών μετά την σπορά.

Περίοδος	Θερμοκρασία, °C		
	Πρώιμη σπορά	Κανονική σπορά	Όψιμη σπορά
1ο 10ήμερο	11,7	17,9	21,3
2ο 10ήμερο	18,6	22	26,4
3ο 10ήμερο	17,8	23,1	26,2

Οι διαφορές στη θερμοκρασία του εδάφους ήταν σχετικά μεγάλες, κυμαινόμενες από 4 έως και 10 °C. Οι μεγαλύτερες διαφορές (3,5 έως 6 °C) παρατηρήθηκαν μεταξύ πρώιμης και κανονικής σποράς. Είναι χαρακτηριστικό επίσης ότι στην πρώιμη σπορά χρειάστηκε σχεδόν ο διπλάσιος χρόνος από την κανονική για να καλυφθεί το 85 % των θέσεων σποράς (πιν. 2). Η πρώιμη και η κανονική σπορά δεν χρειάστηκαν άρδευση για το φύτευμα καθώς υπήρξαν επαρκείς βροχοπτώσεις. Αντίθετα, στην όψιμη σπορά έγιναν δύο αρδεύσεις με καταιονισμό μέχρι να επιτευχθεί η κάλυψη του 85 % των θέσεων σποράς παρά το ότι η θερμοκρασία εδάφους και αέρα ήταν ευνοϊκή για το γρήγορο φύτευμα των σπόρων. Οι συνθήκες έλλειψης υγρασίας αρχικά και ο σχηματισμός κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους λόγω της πηλώδους δομής του, καθυστέρησαν τελικά το φύτευμα. Σε μερικές περιπτώσεις χρειάστηκε και ένα ελαφρύ σκάλισμα πάνω στη γραμμή σποράς ώστε να διευκολυνθεί το φύτευμα. Από το στάδιο αυτό και μετά, η καλλιέργεια εξελίχθηκε χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Μόνο στην πρώιμη σπορά ανάμεσα στα στάδια των 3 και 6 φύλλων εμφανίστηκαν συμπτώματα έλλειψης φωσφόρου (το χαρακτηριστικό «μελάνιασμα» των φύλλων) λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικράτησαν εκείνη την περίοδο.



Σχήμα 1. Μεταβολή της θερμοκρασίας εδάφους (βάθος μέτρησης 5 cm) και αέρος κατά την καλλιεργητική περίοδο για κάθε εποχή σποράς.

5.2 Χρόνος και ποσοστό φυτρώματος

Η μέτρηση αφορούσε το χρονικό διάστημα στο οποίο καλύφθηκε το 85 % των θέσεων σποράς. Τα δεδομένα παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 2. Τα πέντε υβρίδια χαρακτηρίζονται ως Α, Β, Γ, Δ, Ε. Όσα συνοδεύονται από τον αριθμό 1 (π.χ. Α1) αναφέρονται στην κανονική πυκνότητα σποράς (16cm), ενώ όσα συνοδεύονται από τον αριθμό 2 (π.χ. Α2) αναφέρονται στην υψηλή πυκνότητα σποράς (12cm).

Διαφορές στατιστικά σημαντικές παρατηρήθηκαν μόνο στην πρώιμη σπορά, πιθανόν λόγω των αντίξοων συνθηκών που επηρέασαν περισσότερο κάποια υβρίδια. Διαφορές μεταξύ πυκνοτήτων σποράς εμφανίζονται στην περίπτωση των υβριδίων Β (23 και 30 μέρες σε κανονική και πυκνή σπορά, αντίστοιχα) και Ε (23 και 29 μέρες) στην πρώιμη σπορά. Οι διαφορές αυτές δεν μπορεί να οφείλονται στην πυκνότητα σποράς, καθώς δεν υπάρχει ανταγωνισμός σε αυτό το στάδιο, αλλά πιθανότατα στις αρκετά διαφορετικές συνθήκες που αναπτυχθήκαν τα φυτά, αφού η σπορά δεν έγινε κάτω από ιδανικές συνθήκες με αποτέλεσμα το περιβάλλον να είναι αρκετά διαφορετικό ιδιαίτερα σε αυτή την πρώτη φάση ανάπτυξής τους. Επίσης, σε κάποιες περιπτώσεις υπήρξαν απώλειες σπόρων, οι οποίοι φαγώθηκαν από ποντικούς, γεγονός που είναι επίσης πιθανόν να επηρέασε το αποτέλεσμα της μέτρησης. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από το

γεγονός ότι στις άλλες δύο εποχές σποράς τα συγκεκριμένα υβρίδια εμφάνισαν σχεδόν πανομοιότυπη συμπεριφορά μεταξύ των δύο πυκνοτήτων σποράς.

Πίνακας 2. Ημέρες που απαιτήθηκαν για την κάλυψη του 85 % των θέσεων σποράς ανά εποχή σποράς, υβρίδιο και πυκνότητα σποράς.

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ημέρες ως την κάλυψη του 85 % των θέσεων σποράς		
	Πρώιμη σπορά	Κανονική σπορά	Όψιμη σπορά
A1	29	16	22
B1	23	14	22
Γ1	31	15	24
Δ1	27	15	20
E1	23	14	18
A2	30	17	21
B2	30	14	24
Γ2	29	16	20
Δ2	26	12	22
E2	29	13	19
LSD_{0,05}	5	NS	NS
CV %	11	20	20

Όσον αφορά τις διαφορές μεταξύ υβριδίων, εκείνο που φαίνεται να ξεχωρίζει είναι το υβρίδιο E το οποίο έδειξε την καλύτερη συμπεριφορά σε όλες τις περιπτώσεις πλην μίας, γεγονός που δείχνει ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη ρώμη σε σχέση με υπόλοιπα υβρίδια και μπορεί να ανταπεξέρχεται καλύτερα στις συνθήκες καταπόνησης που δημιουργεί η πρώιμη σπορά. Μεταξύ των υπολοίπων υβριδίων δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς το χρόνο και το ποσοστό φυτρώματός τους.

Επίσης παρατηρείται ότι κατά την πρώιμη σπορά απαιτήθηκε περισσότερος χρόνος (περίπου 15 ημέρες) για να ολοκληρωθεί το φύτεμα σε σχέση με την κανονική σπορά, γεγονός που συμφωνεί με τα όσα αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Hicks and Thomison, 2004; Lauer et al.,1999). Το ότι η όψιμη σπορά για να φυτρώσει χρειάστηκε και αυτή περισσότερο χρόνο (περίπου 7 ημέρες) από την κανονική σπορά πιθανόν να οφείλεται σε έλλειψη υγρασίας, η οποία αντιμετωπίστηκε με άρδευση και στη δημιουργία σκληρής κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους η οποία έκανε πιο δύσκολο το να βγουν τα νεαρά φυτά από αυτό.

5.3 Μετρήσεις βιομάζας

Οι μετρήσεις βιομάζας έγιναν στα στάδια των 6 και 12 φύλλων (V6, V12) καθώς και στο στάδιο της ταξιανθίας (R1) ή αλλιώς στάδιο του «μεταξιού» (silking). Μετρήθηκαν το χλωρό και το ξηρό βάρος του υπέργειου (βλαστοί, φύλλα, σπάδικας) και του υπόγειου τμήματος (ριζικό σύστημα) των φυτών.

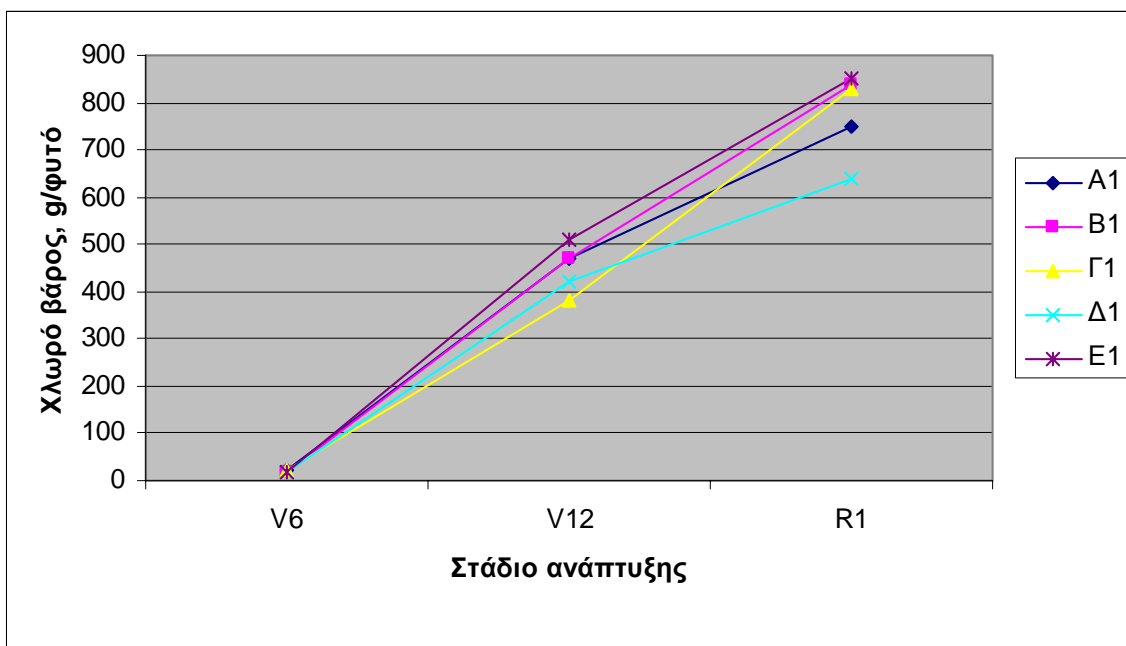
5.3.1 Υπέργειο χλωρό βάρος

Το υπέργειο χλωρό βάρος μετρήθηκε στα στάδια V6, V12 και R1. Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν στο στάδιο V6 στην κανονική και όψιμη σπορά και στο στάδιο R1 στην πρόιμη σπορά (Πιν.3). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν και μεταξύ των υβριδίων και μεταξύ πυκνοτήτων σποράς. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων όμως, τα σπαρμένα σε κανονική πυκνότητα υβρίδια εμφανίζουν αυξημένο βάρος σε σχέση με αυτά που σπάρθηκαν σε πυκνή σπορά, όχι όμως πάντα. Η υπεροχή των καλλιεργούμενων σε κανονική πυκνότητα υβριδίων και η διαφορά βάρους, βρέθηκε ότι αυξάνεται στα πιο ώριμα στάδια (V12 και κυρίως R1).

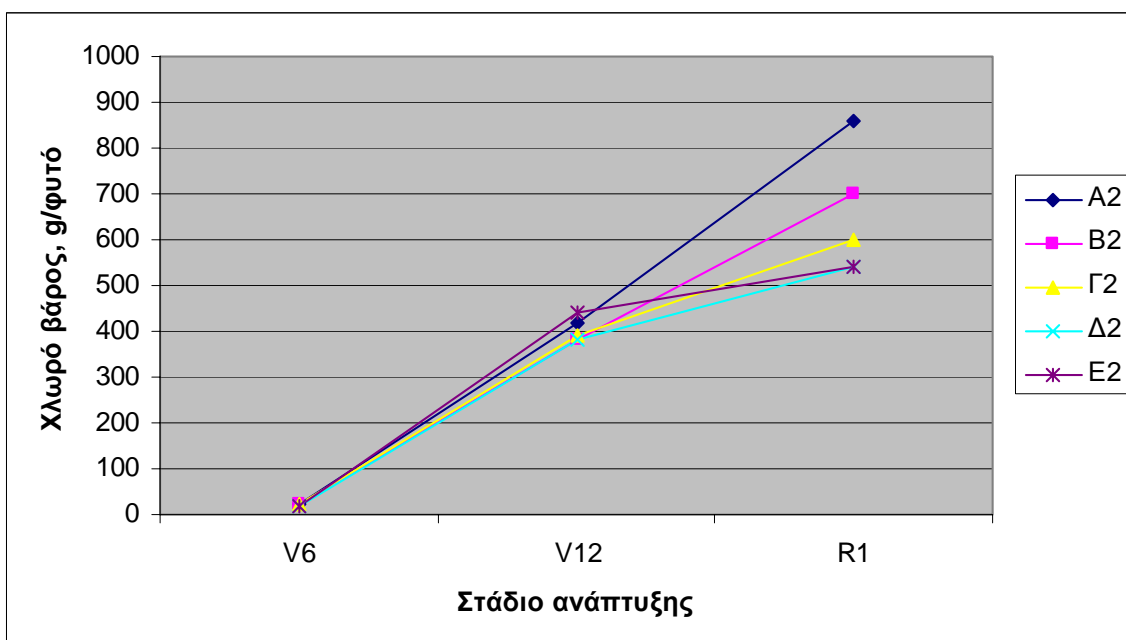
Πίνακας 3. Υπέργειο χλωρό βάρος, ανά φυτό, ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υπέργειο χλωρό βάρος, g/φυτό									
Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Πρόιμη σπορά			Κανονική σπορά			Όψιμη σπορά		
Στάδιο	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12	R1
A1	20,63	470	750	40,12	580	940	79,22	580	970
B1	18,33	470	840	35,26	500	750	57,35	600	880
Γ1	23,40	380	830	49,99	510	740	85,62	580	000
Δ1	19,30	420	640	37,54	570	760	64,93	550	880
E1	16,42	510	850	41,59	540	910	53,99	570	820
A2	23,33	420	860	37,21	490	730	75,47	550	670
B2	21,91	380	700	33,42	430	680	60,75	480	660
Γ2	22,01	390	600	44,77	540	780	87,46	440	750
Δ2	17,59	380	540	31,35	460	750	65,25	480	710
E2	19,87	440	540	40,24	440	670	60,64	440	700
LSD _{0,05}	NS	NS	300	10,62	NS	NS	21,19	NS	NS
CV %	17	12	22	16	18	15	18	14	21

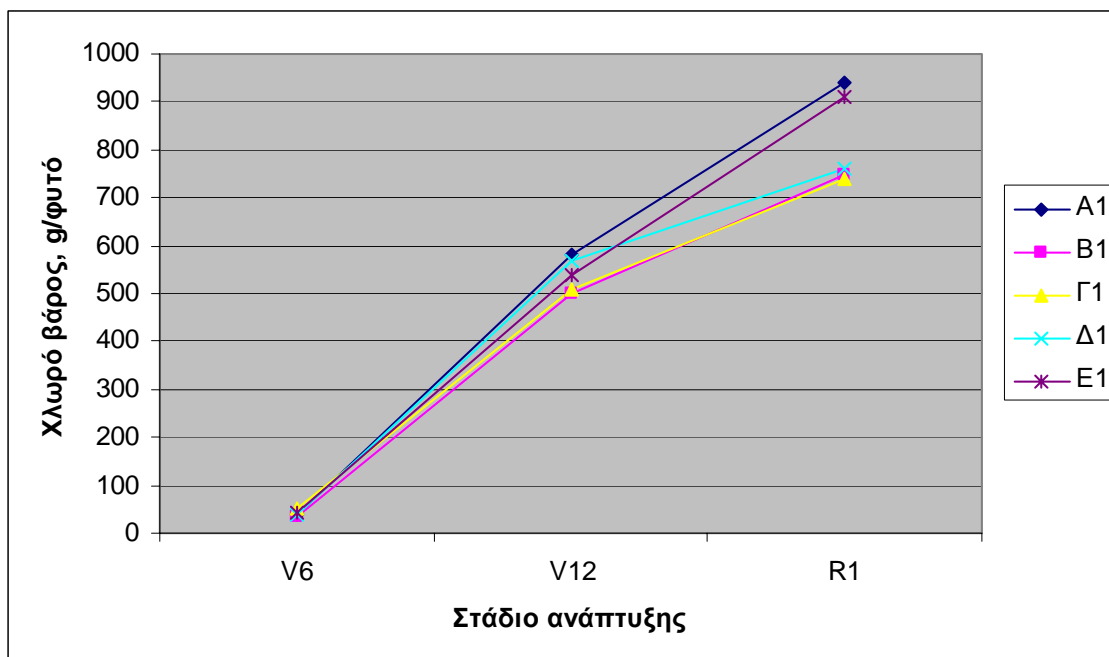
Στο στάδιο V6 τα υβρίδια που ξεχώρισαν ως προς το χλωρό βάρος ανά φυτό ήταν είναι τα Γ (23,4, 49,99 και 87,46 g σε πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα) και Α (23,33, 40,12, και 79,22 g), στο στάδιο V12 ξεχώρισε ξανά το Α (0,47, 0,58 και 0,58 kg) ακολουθούμενο από το Ε στην κανονική πυκνότητα σποράς και πίσω από το Γ στην υψηλή πυκνότητα. Στο στάδιο R1 ξεχώρισαν και πάλι τα υβρίδια Α (0,86, 0,94 και 0,97 kg σε πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα) και Γ (0,83, 0,78 και 1,0 kg). Στα σχήματα 2-3, 4-5 και 6-7 (για την πρώιμη, κανονική και όψιμη εποχή σποράς, αντίστοιχα), παρουσιάζεται η εξέλιξη του υπέργειου χλωρού βάρους ανά υβρίδιο, πυκνότητα σποράς και στάδιο ανάπτυξης. Παρατηρείται διαφορά στη μορφή των καμπυλών και οι οποίες παρουσιάζουν κάμψη στο ρυθμό αύξησης μετά το στάδιο V12. Η κλίση της καμπύλης, άρα και ο ρυθμός αύξησης είναι μικρότερος στην πυκνή σπορά, ενώ και η κάμψη της καμπύλης μετά το στάδιο V12 (με εξαίρεση το υβρίδιο Α2 που δε φαίνεται να επηρεάζεται) είναι πιο έντονη, ένδειξη του ανταγωνισμού που γίνεται πιο έντονος όσο αυξάνονται τα φυτά.



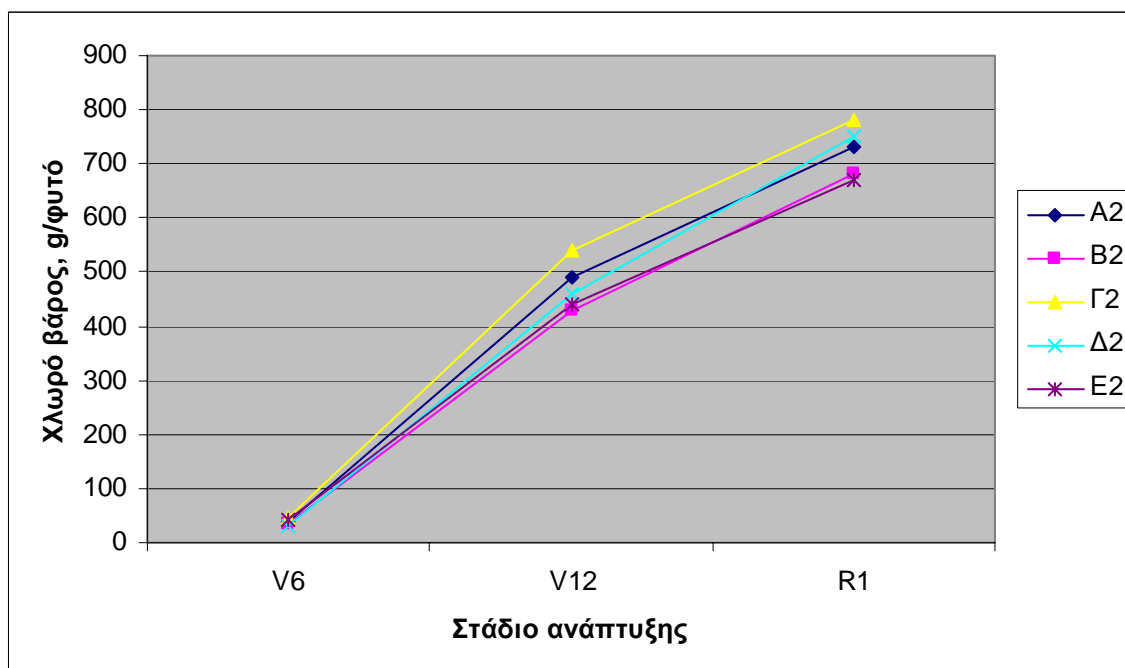
Σχήμα 2. Μεταβολή χλωρού βάρους υπέργειου τμήματος, ανά φυτό, σε κανονική πυκνότητα, κατά την πρώιμη εποχή σποράς.



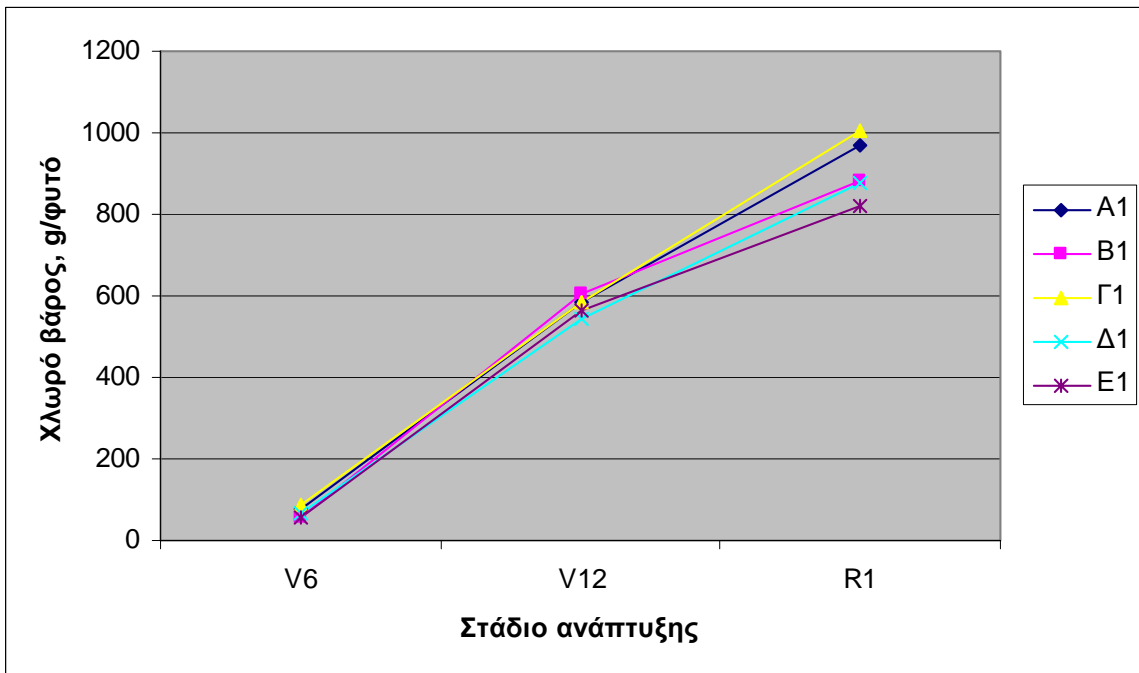
Σχήμα 3. Μεταβολή χλωρού βάρους υπέργειου τμήματος, ανά φυτό, σε πυκνή σπορά, κατά την πρώιμη εποχή σποράς.



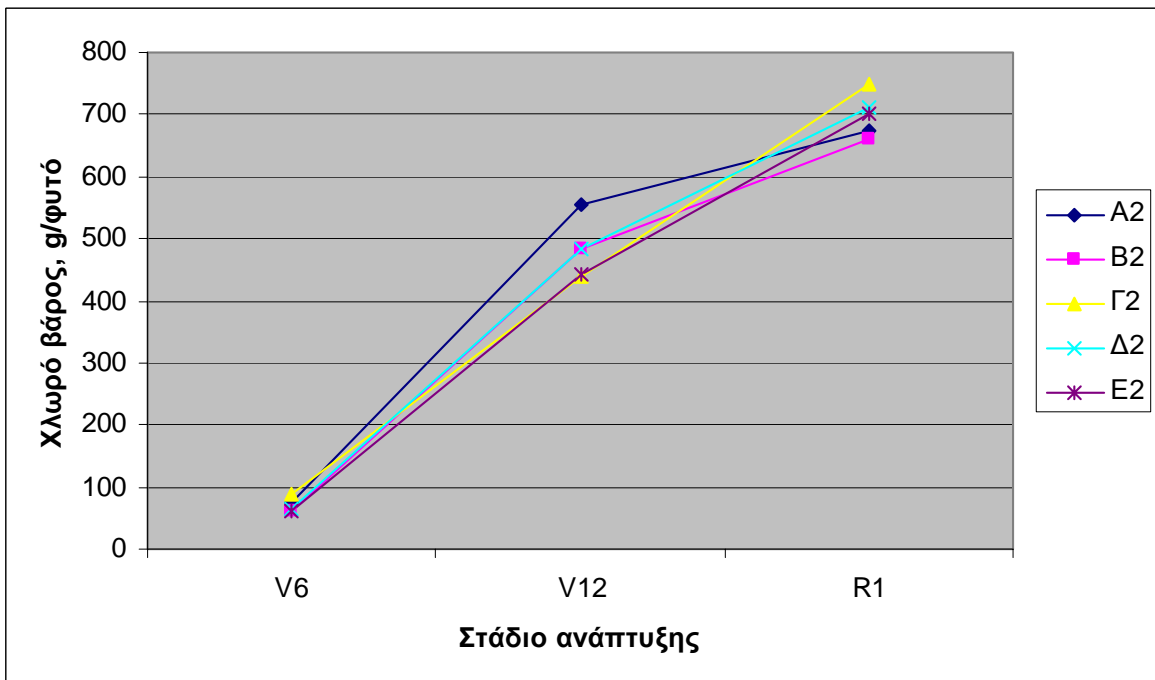
Σχήμα 4. Μεταβολή χλωρού βάρους υπέργειου τμήματος, ανά φυτό σε κανονική πυκνότητα, κατά την κανονική εποχή σποράς.



Σχήμα 5. Μεταβολή χλωρού βάρους υπέργειου τμήματος, ανά φυτό, σε πυκνή σπορά, κατά την κανονική εποχή σποράς.

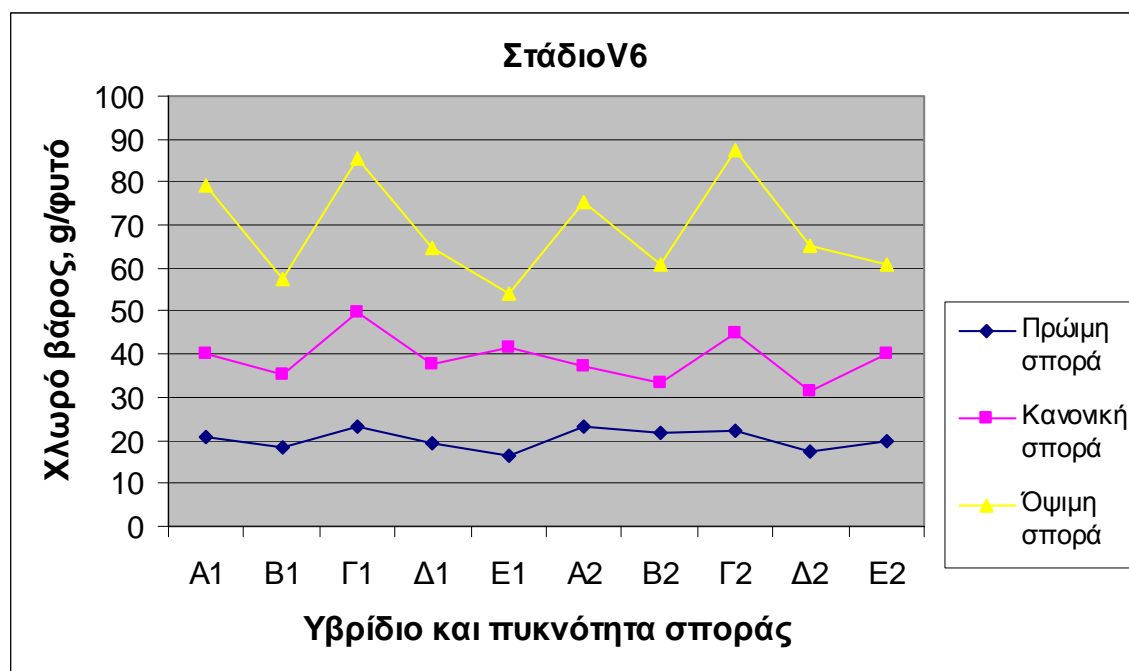


Σχήμα 6. Μεταβολή χλωρού βάρους υπέργειου τμήματος, ανά φυτό, σε κανονική πυκνότητα σποράς, κατά την όψιμη εποχή σποράς.

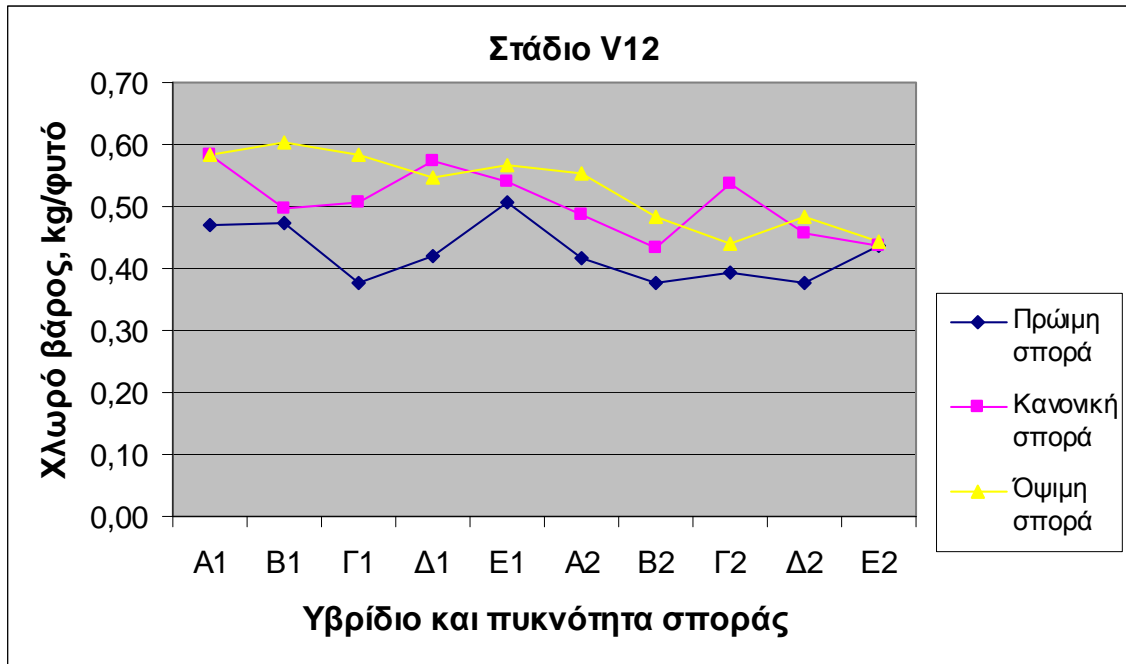


Σχήμα 7. Μεταβολή χλωρού βάρους υπέργειου τμήματος, ανά φυτό, σε πυκνή σπορά, κατά την όψιμη εποχή σποράς.

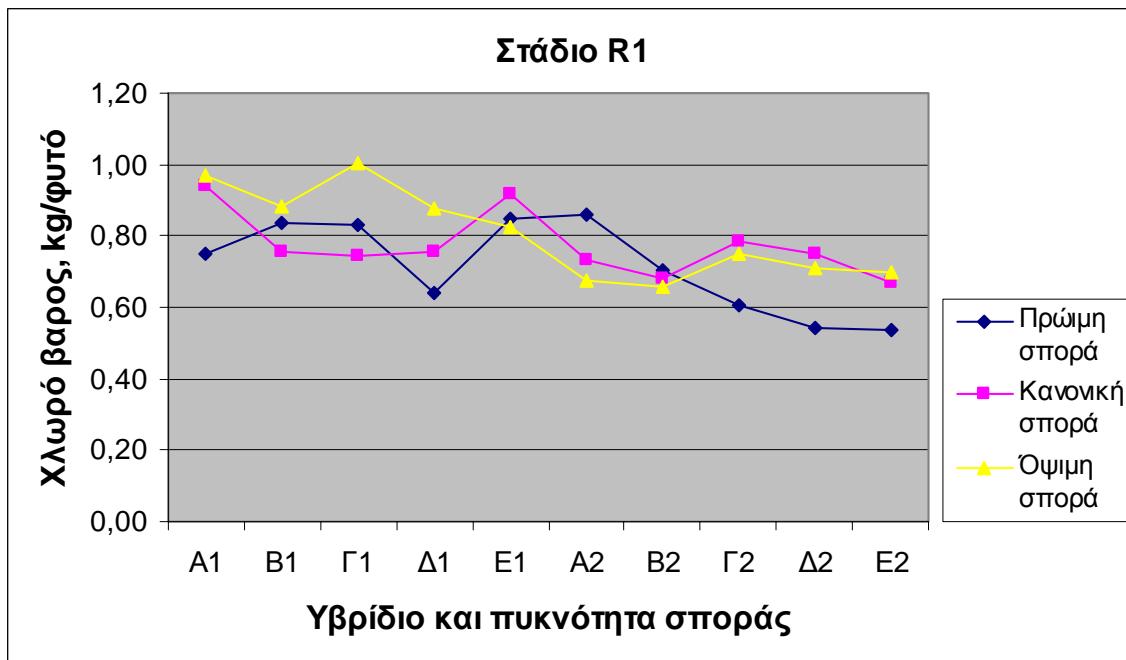
Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η επίδραση της εποχής σποράς. Παρατηρώντας τα σχήματα 8,9,10 φαίνεται ότι στο στάδιο των 6 φύλλων, οι καμπύλες των εποχών σποράς διαχωρίζονται καλά μεταξύ τους με την όψιμη σπορά να εμφανίζει το μεγαλύτερο υπέργειο χλωρό βάρος, την πρόιμη το μικρότερο, ενώ ενδιάμεσες τιμές έχουν τα φυτά της κανονικής σποράς. Στο στάδιο V12 η όψιμη σπορά συνεχίζει να υπερτερεί, αλλά η κανονική σπορά την έχει πλέον πλησιάσει σε τιμές ή και ξεπεράσει σε κάποιες περιπτώσεις, ενώ η πρόιμη σπορά συνεχίζει να υστερεί αλλά σε μικρότερο βαθμό. Στο στάδιο R1 η διαφορά μειώνεται πλέον περισσότερο, δεν υπάρχει ξεκάθαρη υπεροχή της όψιμης ή κανονικής σποράς, ενώ και η πρόιμη σπορά δίνει τιμές αντίστοιχες. Η εξέλιξη αυτή του υπέργειου χλωρού βάρους μεταξύ των διάφορων σταδίων ανάπτυξης συμβαίνει πιθανότατα, γιατί τα φυτά κατά την όψιμη σπορά κυρίως και κατά την κανονική σπορά δευτερευόντως, αναπτύσσονται στα πρώτα στάδια σε ευνοϊκότερες συνθήκες θερμοκρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας. Καθώς όμως εξελίσσεται η καλλιέργεια, η πρόιμη σπορά εκμεταλλεύεται καλύτερα τους πόρους ενέργειας, υγρασίας και θερμοκρασίας και καλύπτει τη διαφορά. Θα είχε ενδιαφέρον η ύπαρξη μεταγενέστερων παρατηρήσεων για να διαπιστωθεί αν αλλάζει η εικόνα αυτή όσο συνεχίζεται η εξέλιξη των καλλιεργειών.



Σχήμα 8. Χλωρό βάρος υπέργειου τμήματος, στο στάδιο V6, ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς, σε τρεις εποχές σποράς.



Σχήμα 9. Χλωρό βάρος υπέργειου τμήματος, στο στάδιο V12, ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς, σε τρεις εποχές σποράς.



Σχήμα 10. Χλωρό βάρος υπέργειου τμήματος, στο στάδιο R1, ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς, σε τρεις εποχές σποράς.

5.3.2 Υπέργειο ξηρό βάρος

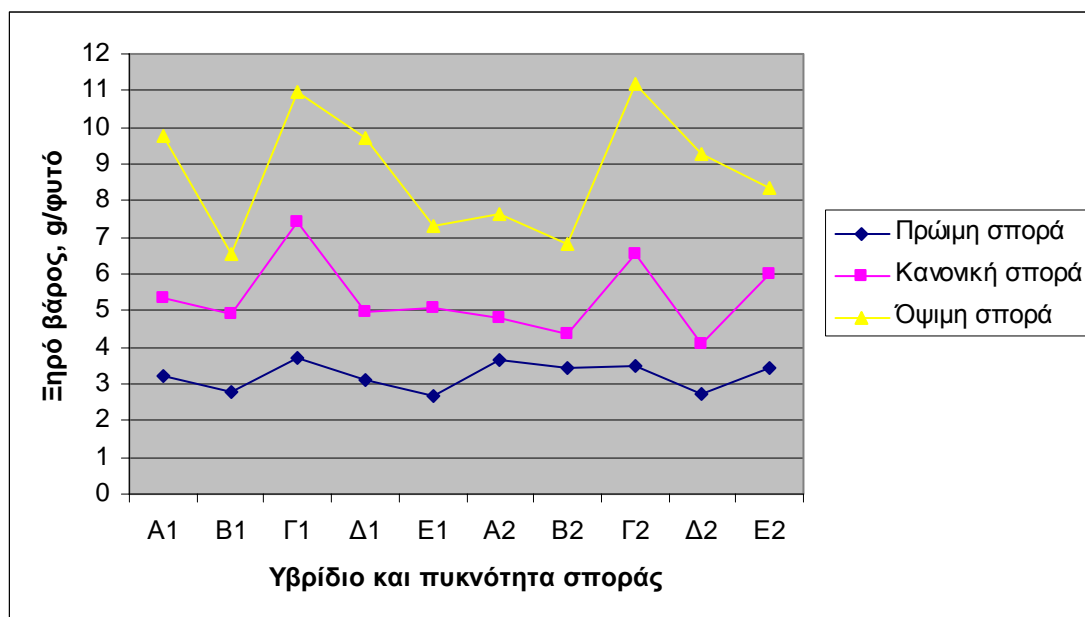
Το υπέργειο ξηρό βάρος μετρήθηκε μόνο στο στάδιο των 6 φύλλων (V6) (Πίν.4). Αντίθετα με τη μέτρηση του χλωρού βάρους, όπου βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στις αντίστοιχες μετρήσεις της κανονικής και όψιμης εποχής σποράς, στη περίπτωση του ξηρού βάρους δεν παρατηρήθηκε κάτι τέτοιο. Παρά την απουσία στατιστικώς σημαντικών διαφορών το υβρίδιο που ξεχωρίζει έχοντας σε όλες τις περιπτώσεις πλην μίας, το υψηλότερο ξηρό βάρος, ήταν το Γ (3,72, 7,42 και 11,17 g σε πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα), όπως και κατά τη μέτρηση του χλωρού βάρους.

Όσον αφορά την πυκνότητα σποράς δεν υπήρξε σαφής επίδραση, αφού μεταξύ ίδιων υβριδίων υπήρξαν αντιφατικά αποτελέσματα. Μόνο το υβρίδιο E είχε σε όλες τις εποχές σποράς, υψηλότερο ξηρό βάρος κατά την πυκνή σπορά. (Πιν.4).

Πίνακας 4. Υπέργειο ξηρό βάρος στο στάδιο των 6 φύλλων (V6), ανά φυτό, ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Υπέργειο ξηρό βάρος, g/φυτό		
	Πρώιμη σπορά	Κανονική σπορά	Όψιμη σπορά
A1	3,23	5,33	9,77
B1	2,80	4,90	6,57
Γ1	3,72	7,42	10,98
Δ1	3,09	4,95	9,72
E1	2,68	5,09	7,29
A2	3,67	4,83	7,64
B2	3,43	4,35	6,81
Γ2	3,51	6,53	11,17
Δ2	2,74	4,07	9,26
E2	3,43	6,02	8,33
LSD _{0,05}	NS	NS	NS
CV %	15	24	24

Επίσης παρατηρήθηκε ότι το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος ήταν υψηλότερο στις πιο όψιμες ημερομηνίες σποράς (Σχήμα 11). Αυτό πιθανόν να συμβαίνει γιατί τα φυτά κατά την πρώτη φάση της ανάπτυξής τους, στην όψιμη σπορά αναπτύσσονται σε ευνοϊκότερες συνθήκες θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας. Επίσης, παρατηρώντας τη συμπεριφορά του υβριδίου Γ γίνεται φανερό η ικανότητά του να εκμεταλλεύεται καλύτερα από τα υπόλοιπα υβρίδια τις ευνοϊκότερες συνθήκες που επικρατούν κατά την όψιμη σπορά, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών (Πιν. 4).



Σχήμα 11. Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος, στο στάδιο των 6 φύλλων (V6), ανά φυτό, ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

5.3.3 Υπόγειο χλωρό βάρος

Το χλωρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών, μετρήθηκε όπως και το υπέργειο χλωρό βάρος στα στάδια V6, V12 και R1. Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν στην πρώιμη σπορά στα στάδια V6 και R1, ενώ στην όψιμη σπορά εμφανίστηκαν μόνο στο στάδιο V12. Δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων στην κανονική σπορά (Πίν. 5). Αυτό σημαίνει πως κάτω από ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης όπως αυτές που επικράτησαν στην κανονική σπορά όλα τα υβρίδια αναπτύσσονται παρόμοια, ενώ ακόμα και οι διαφορές στην πυκνότητα σποράς δεν τα επηρεάζουν σημαντικά, ενώ κάτω από πιο αντίξοες συνθήκες όπως στη πρώιμη σπορά (ψύχος, αργό φύτερωμα, συμπιεσμένο έδαφος) ή την όψιμη σπορά (δυσκολία των νεαρών φυτών να βγουν στην επιφάνεια) αρχίζουν να φαίνονται οι διαφορές μεταξύ των γενοτύπων και η επίδραση των διαφορετικών πυκνοτήτων σποράς σε καθένα από αυτούς. Εναλλακτικά, μπορεί να σημαίνει ότι το πείραμα δεν κατάφερε να αποκαλύψει τις διαφορές, κάτι ωστόσο όχι ιδιαίτερα πιθανό, καθώς οι συντελεστές παραλλακτικότητας (C.V. %) που εμφανίζονται είναι από ικανοποιητικοί. έως καλοί (Πίν. 5).

Στην πρώιμη σπορά οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν κυρίως μεταξύ γενοτύπων και λιγότερο μεταξύ πυκνοτήτων σποράς. Από την πυκνότητα σποράς επηρεάστηκαν τα υβρίδια Β και Ε, τα οποία εμφάνισαν σημαντικά μικρότερο υπόγειο

χλωρό βάρος κατά τη πυκνή σπορά στα στάδια V12 και R1 όπου ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών είναι πλέον έντονος. Η ανακολουθία που εμφανίζεται στο στάδιο V6 όπου το υβρίδιο B εμφανίζεται να έχει υψηλότερο υπόγειο χλωρό βάρος ριζικού συστήματος στην υψηλή πυκνότητα σποράς, πρέπει να οφείλεται μάλλον σε σφάλμα κατά τη μέτρηση. Πάντως η υψηλή πυκνότητα σποράς στην πλειονότητα των περιπτώσεων συνδυάζεται με μειωμένο υπόγειο χλωρό βάρος σε σχέση με την κανονική πυκνότητα σποράς, χωρίς οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές (Πιν. 5). Μεταξύ υβριδίων, εκείνα που ξεχώρισαν ήταν το B που είχε το υψηλότερο βάρος και στις δύο πυκνότητες σποράς, και το E που παρουσίασε σταθερά καλή συμπεριφορά, στην περίπτωση της κανονικής πυκνότητας.

Στην κανονική σπορά δεν φαίνεται κάποιο υβρίδιο να υπερείχε ξεκάθαρα, ενώ η κανονική πυκνότητα σποράς παρουσιάζει στην πλειοψηφία των υβριδίων μια ελαφρά υπεροχή έναντι της υψηλής πυκνότητας σποράς.

Πίνακας 5. Υπόγειο χλωρό βάρος, ανά φυτό, ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υπόγειο χλωρό βάρος, g/φυτό									
Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Πρώιμη σπορά			Κανονική σπορά			Όψιμη σπορά		
	Στάδιο	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12
A1	5,18	91,48	126,04	6,30	68,89	97,44	9,15	64,03	94,86
B1	3,93	101,65	149,36	6,45	62,21	102,50	8,24	78,75	102,11
Γ1	6,73	88,86	111,63	8,16	63,97	83,50	11,53	59,69	121,56
Δ1	4,44	59,07	58,23	5,54	65,23	73,63	7,00	44,44	74,96
E1	5,68	114,60	124,97	7,39	54,79	108,97	8,21	58,54	79,91
A2	6,42	58,33	97,85	5,74	50,91	97,41	8,67	55,93	69,10
B2	6,02	74,68	100,19	5,52	56,28	96,90	7,67	48,44	86,55
Γ2	6,86	85,64	92,24	6,95	68,75	85,52	9,55	42,41	74,25
Δ2	4,33	67,27	75,51	5,08	40,03	100,08	6,73	43,02	67,41
E2	6,08	76,62	79,63	6,75	51,60	88,08	9,82	48,54	78,23
LSD_{0,05}	1,67	NS	40,18	NS	NS	NS	NS	21,45	NS
CV %	18	26	23	18	21	18	28	23	23

Στην όψιμη σπορά παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στο στάδιο V12 και αφορούν την υπεροχή του υβριδίου B στο υπόγειο χλωρό βάρος τόσο έναντι των άλλων υβριδίων, όσο και έναντι του ίδιου υβριδίου σπαρμένου σε υψηλή πυκνότητα σποράς. Έκπληξη αποτελεί η συμπεριφορά του υβριδίου E, που ενώ στις άλλες εποχές σποράς έδειξε να επηρεάστηκε έντονα από τις διαφορετικές πυκνότητες σποράς, εδώ εμφάνισε σχεδόν πανομοιότυπη συμπεριφορά. Σε όλες τις άλλες

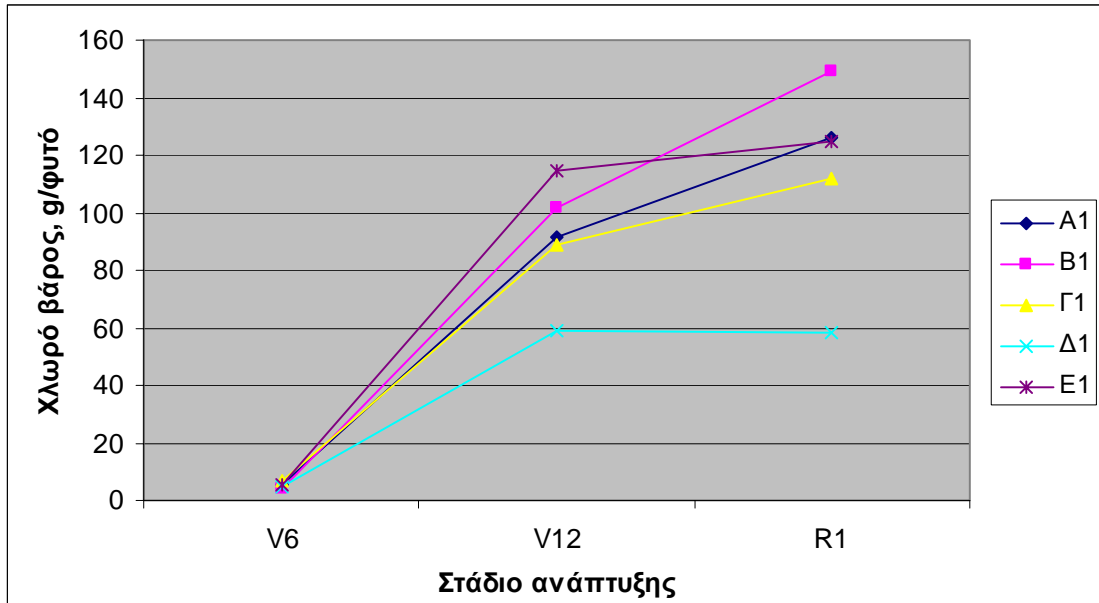
περιπτώσεις όμως, η κανονική πυκνότητα σποράς εμφάνισε τιμές μεγαλύτερες από την υψηλή πυκνότητα (Πιν. 5).

Πίνακας 6. Σύγκριση και κατάταξη υβριδίων κατά φθίνουσα σειρά υπόγειου χλωρού βάρους, ανά εποχή και πυκνότητα σποράς.

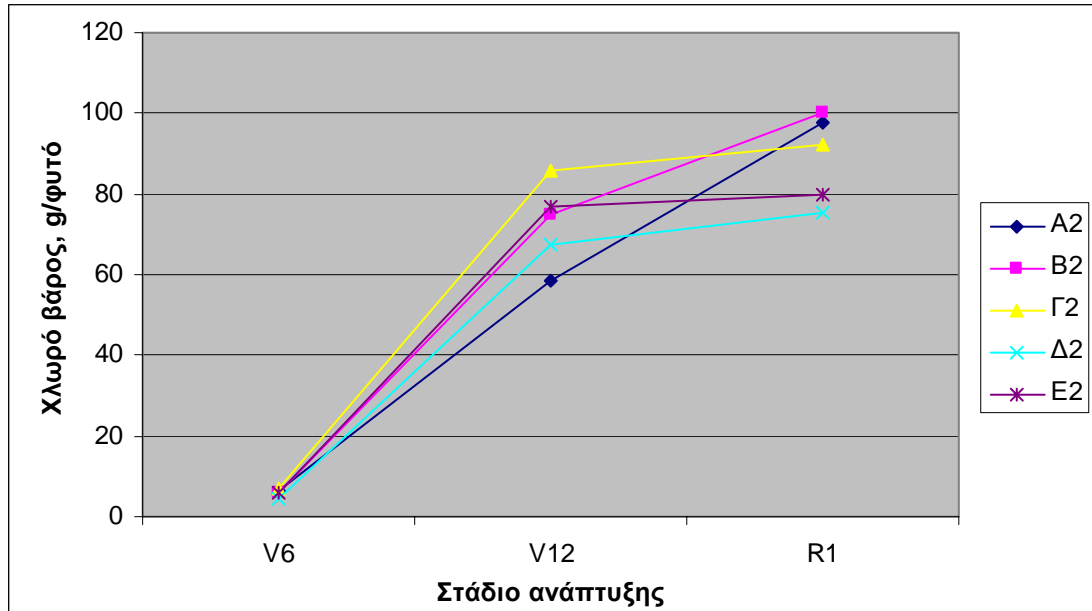
Υπόγειο χλωρό βάρος στο στάδιο της ταξιανθίας (R1), g/φυτό					
Πρώιμη σπορά		Κανονική σπορά		Όψιμη σπορά	
B1	149,36	E1	108,97	Γ1	121,56
A1	126,04	B1	102,50	B1	102,11
E1	124,97	Δ2	100,08	A1	94,86
Γ1	111,63	A1	97,44	B2	86,55
B2	100,19	A2	97,41	E1	79,91
A2	97,85	B2	96,90	E2	78,23
Γ2	92,24	E2	88,08	Δ1	74,96
E2	79,63	Γ2	85,52	Γ2	74,25
Δ2	75,51	Γ1	83,50	A2	69,10
Δ1	58,23	Δ1	73,63	Δ2	67,41

Αν συγκριθούν όλα τα υβρίδια, οι πυκνότητες και οι εποχές σποράς στο στάδιο της ταξιανθίας (R1), που είναι ένα στάδιο κρίσιμο για την απόδοση του φυτού, παρατηρείται πως τα υβρίδια που ξεχωρίζουν είναι τα Β και Γ, σε όλες τις εποχές και πυκνότητες σποράς (Πίν. 6).

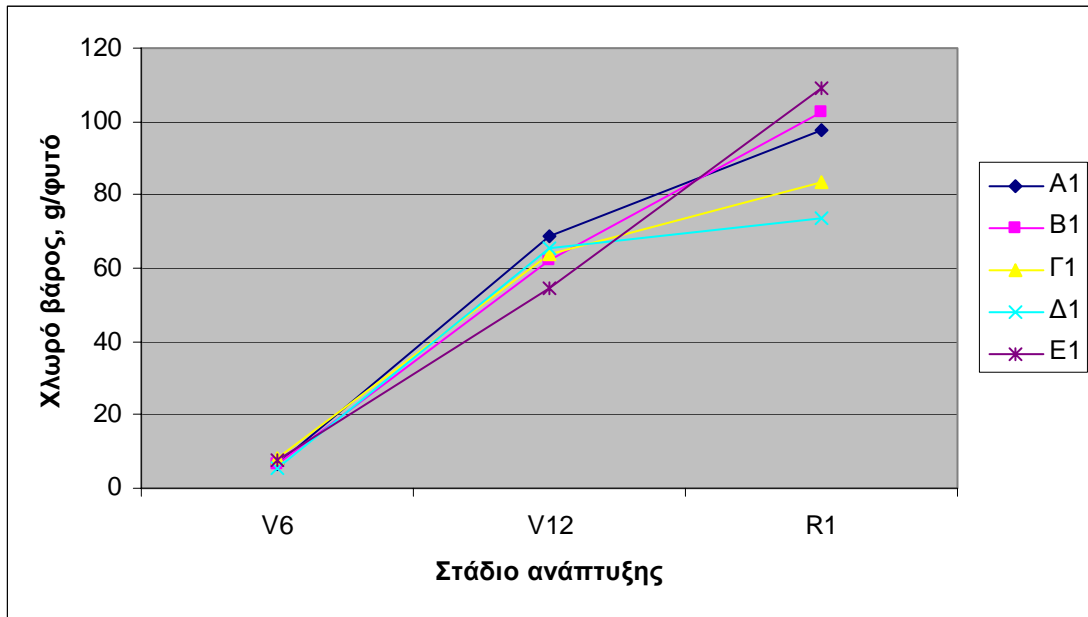
Στα σχήματα 12-13, 14,15 και 16,17 παρουσιάζεται η εξέλιξη του υπόγειου χλωρού βάρους ανά υβρίδιο, πυκνότητα σποράς και στάδιο ανάπτυξης, κατά την πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα. Τα υβρίδια κατά την πρώιμη σπορά παρουσίασαν παρόμοιο ρυθμό ανάπτυξης και στις δύο πυκνότητες σποράς, γεγονός που φαίνεται από την κλίση που παίρνουν οι γραμμές που συνδέουν τα στάδια ανάπτυξης μεταξύ τους, ενώ η διαφορετική κατάταξη μαρτυρά πόσο επηρεάστηκε το καθένα από την διαφορετική πυκνότητα σποράς (Σχ. 12, 13). Η κάμψη του ρυθμού ανάπτυξης μετά το στάδιο V12, οφείλεται πιθανόν στην αύξηση του ανταγωνισμού και ίσως και στη μετάβαση των φυτών από το στάδιο της νεανικότητας σε ένα πιο ώριμο στάδιο. Παρόμοια ήταν η κατάσταση και στις άλλες δύο εποχές σποράς. Αξίζει να σχολιαστεί η συμπεριφορά των υβριδίων Ε και Β στην κανονική σπορά (Σχ. 14, 15) και των υβριδίων Γ και Δ στην όψιμη σπορά (Σχ. 16, 17) στα οποία δεν παρουσιάστηκε μείωση του ρυθμού ανάπτυξης μετά το στάδιο V12, αντίθετα με ότι συνέβη στις υπόλοιπες περιπτώσεις. Σε κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις όπως το υβρίδιο Δ στην κανονική εποχή και σε πυκνή σπορά, καθώς και το υβρίδιο Γ στην όψιμη εποχή και σε κανονική πυκνότητα σποράς, εμφανίστηκε αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης μετά το στάδιο V12.



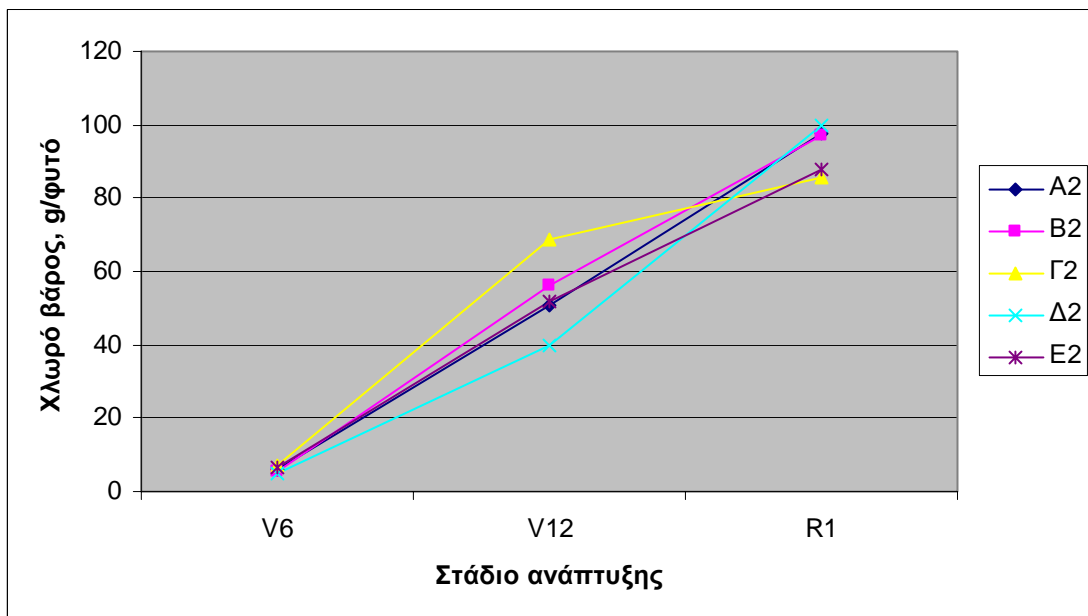
Σχήμα 12. Μεταβολή χλωρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην κανονική πυκνότητα σποράς, κατά την πρώιμη εποχή σποράς.



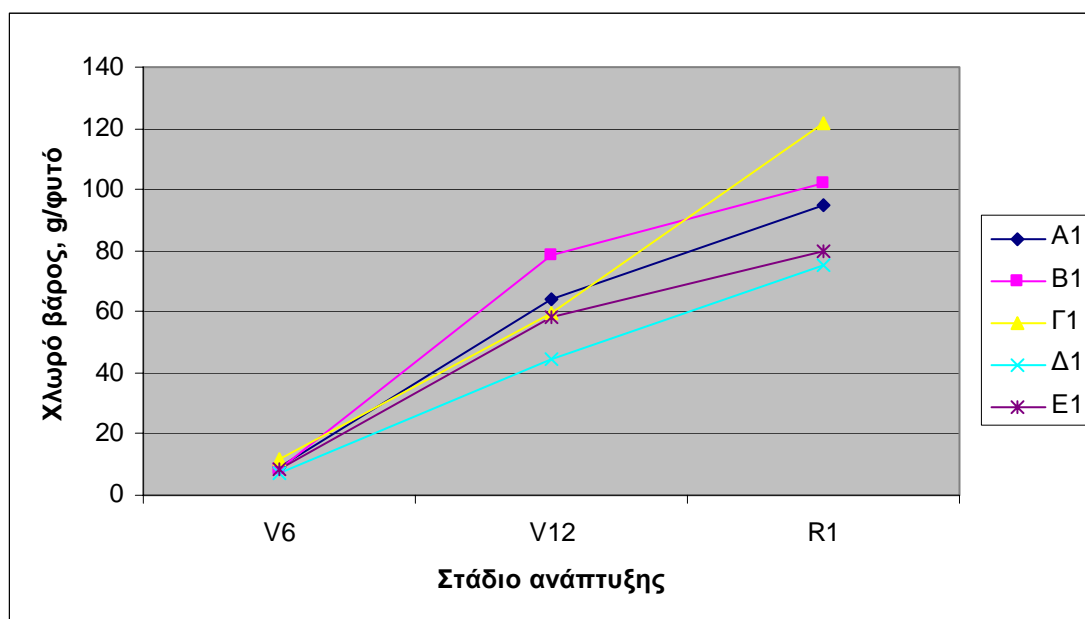
Σχήμα 13. Μεταβολή χλωρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην πυκνή σπορά, κατά την πρώιμη εποχή σποράς.



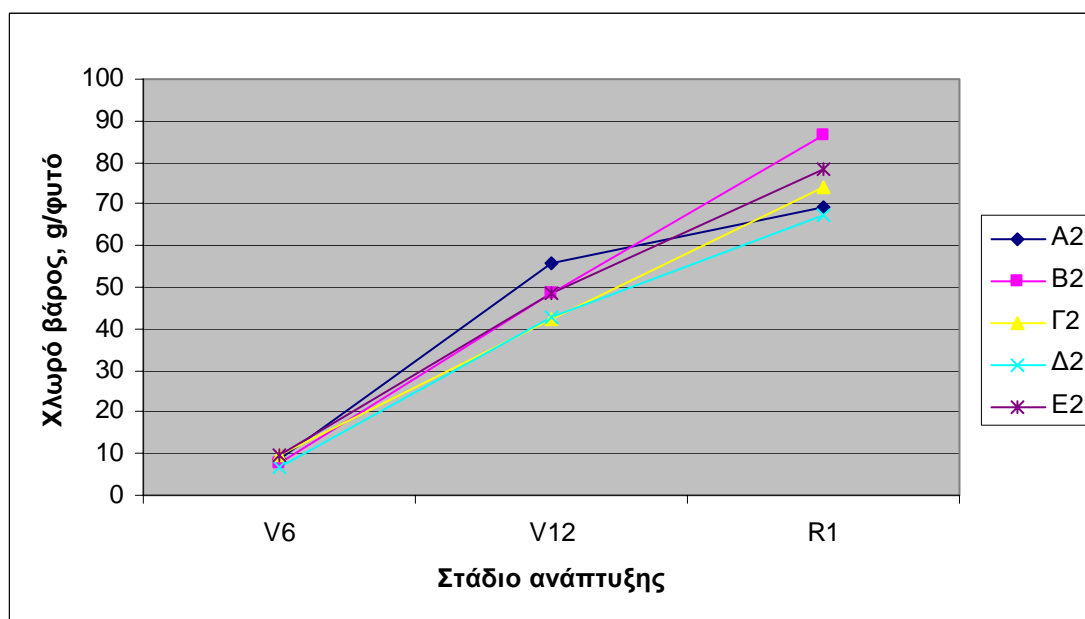
Σχήμα 14. Μεταβολή χλωρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην κανονική πυκνότητα σποράς, κατά την κανονική εποχή σποράς.



Σχήμα 15. Μεταβολή χλωρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην πυκνή σπορά, κατά την κανονική εποχή σποράς.



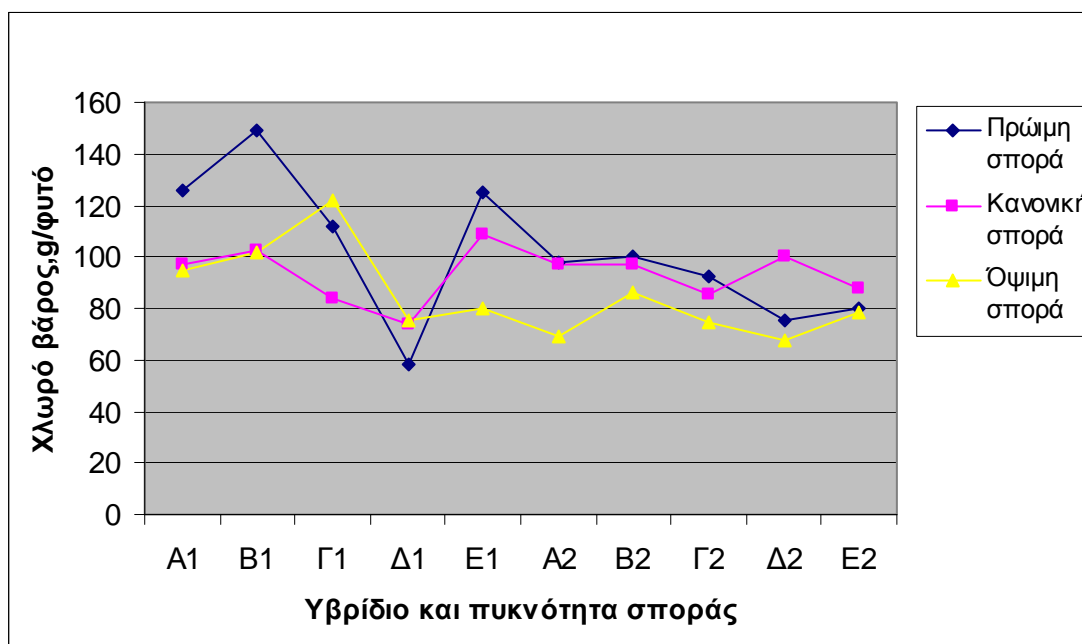
Σχήμα 16. Μεταβολή χλωρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην κανονική πυκνότητα σποράς, κατά την όψιμη εποχή σποράς.



Σχήμα 17. Μεταβολή χλωρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην πυκνή σπορά, κατά την όψιμη εποχή σποράς.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η επίδραση της εποχής σποράς στο χλωρό βάρος του υπογείου τμήματος των φυτών, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 18, Στο σχεδιάγραμμα παρατηρείται ότι οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στην πρώιμη και την κανονική σπορά, κατάσταση αντίθετη με αυτή που παρατηρείται κατά τη μέτρηση του υπέργειου χλωρού βάρους στο ίδιο στάδιο, και που ίσως σημαίνει ότι η όψιμη σπορά λόγω περισσότερο ευνοϊκών συνθηκών ανάπτυξης κατευθύνει την αύξηση προς τα βλαστικά μέρη του φυτού, σε αντίθεση με τις άλλες δύο εποχές σποράς που

αναπτύσσουν το ριζικό τους σύστημα ώστε να ανταπεξέλθουν στις αντιξοότητες που συναντούν.



Σχήμα 18. Επίδραση της εποχής σποράς στο υπόγειο χλωρό βάρος, ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς, κατά το στάδιο της ταξιανθίας (R1).

5.3.4 Υπόγειο ξηρό βάρος

Το υπόγειο ξηρό βάρος, όπως και το αντίστοιχο χλωρό, μετρήθηκε στα στάδια V6, V12 και R1. Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν στην πρώιμη σπορά στα στάδια V6 και V12, όχι όμως στην κανονική και όψιμη σπορά. Στην αντίστοιχη μέτρηση του χλωρού βάρους είχαν εμφανιστεί διαφορές και σε άλλα στάδια της πρώιμης σποράς, αλλά και στην όψιμη σπορά. Αυτό σημαίνει πως ίσως κάποιες από τις διαφορές που μετρήθηκαν στο χλωρό βάρος, να οφείλονταν στην περίσσεια υγρασίας που συγκρατούσαν κάποια υβρίδια στους ιστούς τους. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εποχή σποράς, πυκνότητα σποράς και υβρίδιο παρουσιάζονται στον πίνακα 7.

Οι διαφορές που αποκαλύπτονται στο στάδιο V6 της πρώιμης σποράς είναι μεταξύ υβριδίων και αφορούν τις διαφορές εκείνων με το μεγαλύτερο και με το μικρότερο υπόγειο ξηρό βάρος. Διαφορές στατιστικά σημαντικές μεταξύ των δύο πυκνοτήτων σποράς δεν παρατηρήθηκαν σε αυτό το στάδιο. Στα επόμενα στάδια ανάπτυξης (V12, R1) το υβρίδιο που ξεχώρισε θετικά είναι το B (και στις δύο πυκνότητες σποράς) ενώ το υβρίδιο E ξεχώρισε μόνο στη κανονική πυκνότητα

σποράς, καθώς στην πυκνή φαίνεται να επηρεάστηκε έντονα από τον ανταγωνισμό. Τα ίδια υβρίδια ξεχώρισαν και κατά τη μέτρηση του χλωρού υπόγειου βάρους, γεγονός που δείχνει πως η υγρασία των ιστών δεν επηρέασε τα αποτελέσματα. Τα υβρίδια σε πυκνή σπορά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων υστερούν έναντι των ίδιων υβριδίων που έχουν σπαρθεί σε κανονική πυκνότητα σποράς. Το μόνο υβρίδιο που δεν ακολούθησε αυτή την τάση ήταν το Δ, που εμφάνισε μεγαλύτερες τιμές υπόγειου ξηρού βάρους στην πυκνή σπορά. Την ίδια συμπεριφορά είχε και στην περίπτωση του χλωρού υπόγειου βάρους.

Πίνακας 7. Υπόγειο ξηρό βάρος ανά φυτό, ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υπόγειο ξηρό βάρος, g/φυτό									
Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Πρώιμη σπορά			Κανονική σπορά			Όψιμη σπορά		
	Στάδιο	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12
A1	1,12	28,97	38,83	1,11	12,49	22,69	1,51	12,04	23,43
B1	0,77	36,01	34,54	1,22	12,35	21,03	1,48	16,10	25,34
Γ1	1,60	29,20	29,45	1,52	11,42	18,69	2,12	10,83	28,72
Δ1	1,03	14,32	17,19	1,00	14,42	15,05	1,21	8,95	15,77
E1	1,37	34,32	32,86	1,31	10,47	24,14	1,48	11,59	17,69
A2	1,32	17,96	22,39	1,02	9,39	20,55	1,57	10,82	16,70
B2	1,20	24,28	26,31	1,08	10,24	19,75	1,31	8,98	19,51
Γ2	1,56	28,60	22,51	1,34	13,76	18,49	2,06	7,68	14,82
Δ2	0,91	18,30	19,45	0,98	7,89	22,84	1,29	8,11	14,67
E2	1,38	20,89	17,25	1,31	9,37	17,57	1,78	9,20	17,91
LSD _{0,05}	0,49	18,04	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	23	36	36	18	22	23	27	30	28

Στην κανονική εποχή σποράς δεν ξεχώρισε κάποιο υβρίδιο ή πυκνότητα σποράς. Η κανονική πυκνότητα υπερέχει σε αρκετές περιπτώσεις αλλά ελάχιστα της υψηλής πυκνότητας, ενώ υπάρχουν και αρκετές περιπτώσεις υβριδίων σε υψηλή πυκνότητα σποράς που υπερέχουν των αντίστοιχων σε κανονική πυκνότητα.

Στην όψιμη εποχή σποράς το μόνο υβρίδιο που διαφοροποιήθηκε ήταν το B και αυτό παρατηρήθηκε και στις δύο πυκνότητες σποράς, όπως και κατά τη μέτρηση του χλωρού βάρους, ενώ η κανονική πυκνότητα σποράς εμφανίζεται να υπερέχει σε γενικές γραμμές της πυκνής.

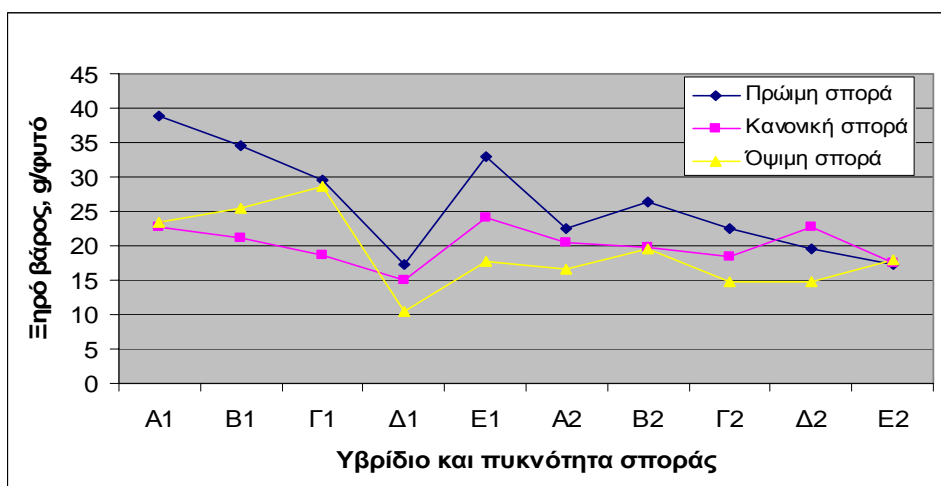
Η ελαφρά υπεροχή της κανονικής πυκνότητας σποράς που παρατηρείται σε όλες τις εποχές σποράς, μπορεί να μην είναι σημαντική στατιστικά, η τάση όμως αυτή συμφωνεί με τη βιβλιογραφία (Nowatzki et al., 2002). Το μόνο υβρίδιο που δεν

ακολούθησε αυτή την τάση ήταν το Δ, το οποίο εμφάνισε υψηλότερα βάρη κατά την πυκνή σπορά, σε όλες τις εποχές σποράς.

Αν όπως στην περίπτωση του χλωρού υπόγειου βάρους συγκριθούν όλα τα υβρίδια, οι πυκνότητες και οι εποχές σποράς στο στάδιο της ταξιανθίας (R1), που είναι ένα στάδιο κρίσιμο για την απόδοση του φυτού, παρατηρείται ότι τα υβρίδια που ξεχώρισαν ήταν τα Α και Β και στις δύο πυκνότητες σποράς, χωρίς όμως κάποιο να υπερτερεί ξεκάθαρα του άλλου (Πίν. 8). Στην περίπτωση του χλωρού βάρους ήταν τα Β και Γ τα υβρίδια που είχαν ξεχωρίσει, γεγονός που δείχνει πως η υπεροχή του Γ ήταν μάλλον αποτέλεσμα συσσώρευσης υγρασίας στους ιστούς του φυτού. Στο σχήμα 19 παρουσιάζεται το υπόγειο ξηρό βάρος στο στάδιο εμφάνισης της θηλυκής ταξιανθίας (R1), ανά εποχή σποράς, υβρίδιο και πυκνότητα σποράς. Παρατηρείται ότι η πρώιμη σπορά παρά τις αντίξοες συνθήκες ανάπτυξης κατά τα πρώτα στάδια και τη συμπίεση του εδάφους έχει υψηλότερες τιμές από τις άλλες δύο, ενώ η όψιμη σπορά υστερεί της κανονικής στις περισσότερες περιπτώσεις.

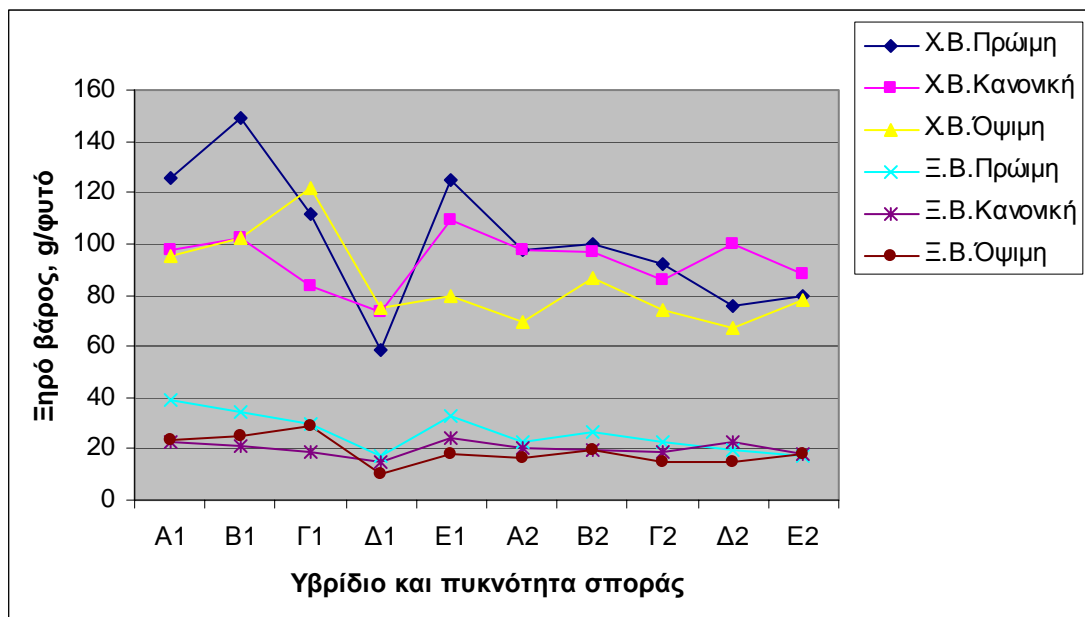
Πίνακας 8. Σύγκριση και κατάταξη υβριδίων κατά φθίνουσα σειρά υπόγειου ξηρού βάρους, ανά εποχή και πυκνότητα σποράς.

Υπόγειο ξηρό βάρος στο στάδιο της ταξιανθίας (R1)					
Πρώιμη σπορά		Κανονική σπορά		Όψιμη σπορά	
A1	38,83	E1	24,14	Γ1	28,72
B1	34,54	Δ2	22,84	B1	25,34
E1	32,86	A1	22,69	A1	23,43
Γ1	29,45	B1	21,03	B2	19,51
B2	26,31	A2	20,55	E2	17,91
Γ2	22,51	B2	19,75	E1	17,69
A2	22,39	Γ1	18,69	A2	16,70
Δ2	19,45	Γ2	18,49	Γ2	14,82
E2	17,25	E2	17,57	Δ2	14,67
Δ1	17,19	Δ1	15,05	Δ1	10,51

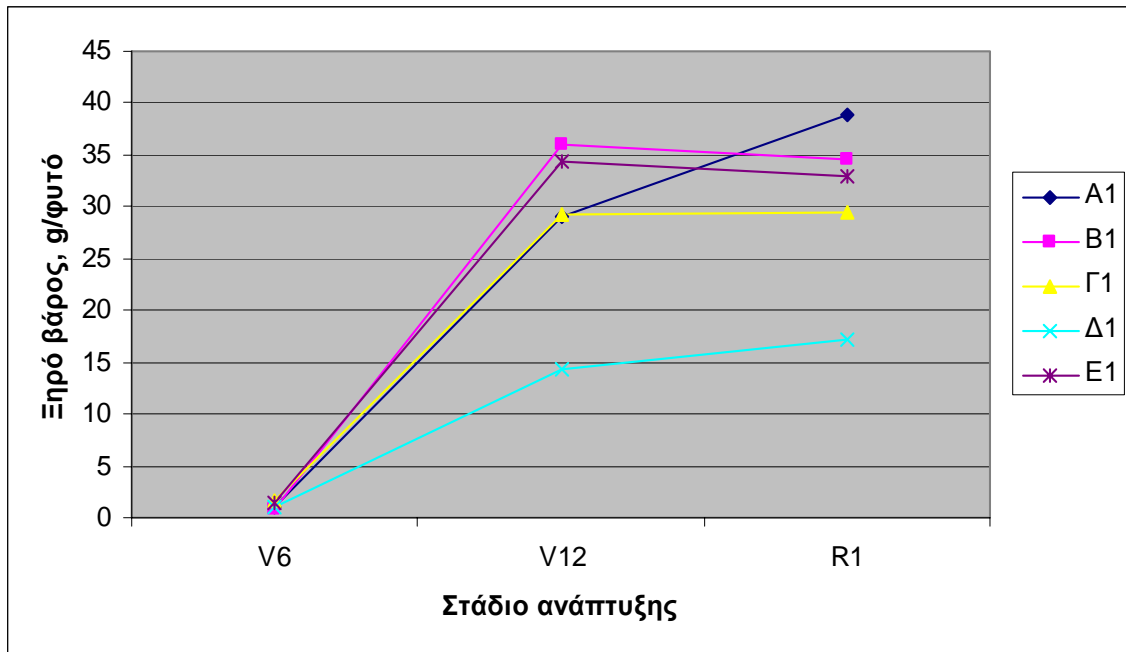


Σχήμα 19. Ξηρό βάρος υπόγειου τμήματος στο στάδιο R1, ανά εποχή σποράς, υβρίδιο και πυκνότητα σποράς.

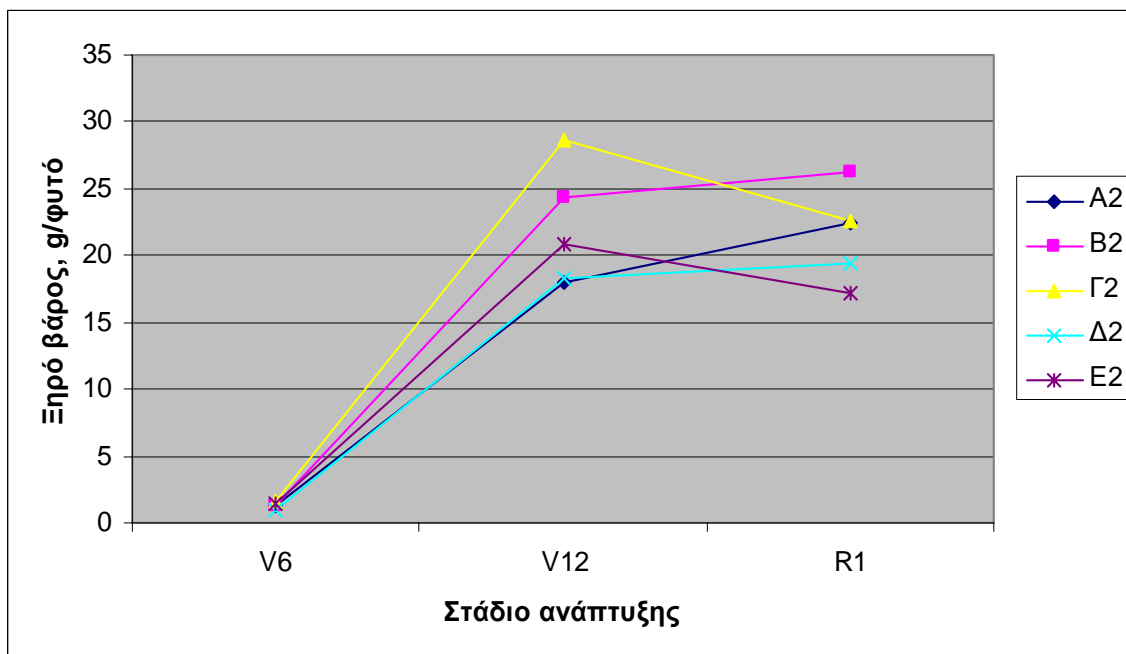
Στο σχήμα 20 παρουσιάζονται το χλωρό και ξηρό υπόγειο βάρος στο στάδιο έκπτυξης της θηλυκής ταξιανθίας (R1) ανά εποχή σποράς, πυκνότητα σποράς και υβρίδιο. Είναι ευδιάκριτη η διαφορά μεταξύ χλωρού και ξηρού βάρους και η παρόμοια σε γενικές γραμμές κατάταξη των υβριδίων. Στα σχήματα 21-22, 23-24 και 25-26, παρουσιάζεται η καμπύλη εξέλιξης του υπόγειου χλωρού βάρους ανά υβρίδιο, πυκνότητα σποράς και στάδιο ανάπτυξης, κατά την πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι ο ρυθμός αύξησης του υπόγειου ξηρού βάρους μειώνεται κατά πολύ στην πρώιμη σπορά μετά το στάδιο V12 (Σχ.21,22), ενώ στις άλλες δύο εποχές σποράς παρατηρείται το φαινόμενο που είχε επισημανθεί και κατά τη μελέτη του υπόγειου χλωρού βάρους. Στην περίπτωση αυτή, σε κάποια υβρίδια ο ρυθμός αύξησης δεν μειώνεται μετά το στάδιο V12, αλλά αυξάνεται, και αυτό συμβαίνει πλέον στις περισσότερες περιπτώσεις, ενώ δεν επηρεάζεται από τη διαφορετική πυκνότητα σποράς.



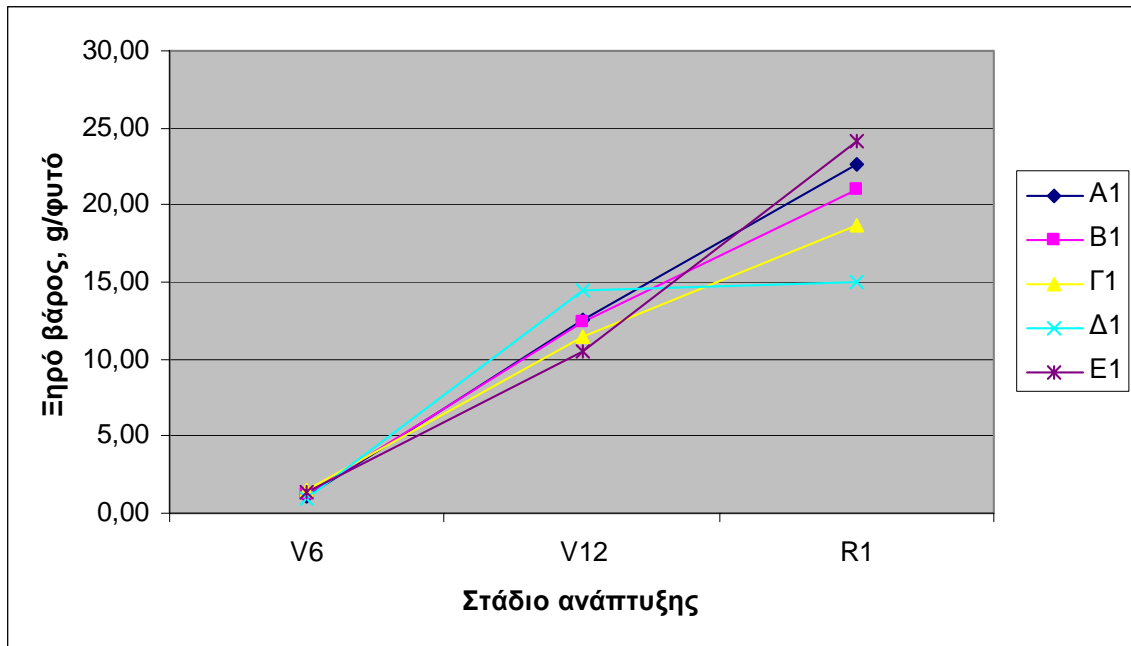
Σχήμα 20. Χλωρό και ξηρό βάρος υπόγειου τμήματος, ανά υβρίδιο, εποχή και πυκνότητα σποράς.



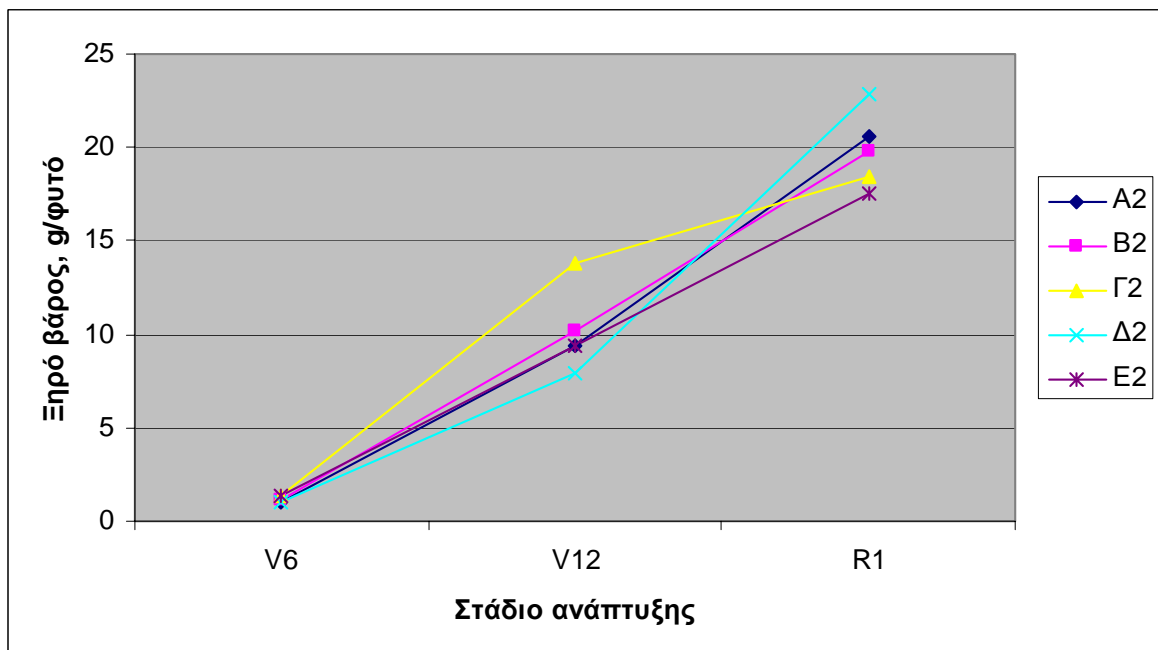
Σχήμα 21. Μεταβολή ξηρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην κανονική πυκνότητα σποράς, κατά την πρώιμη εποχή σποράς.



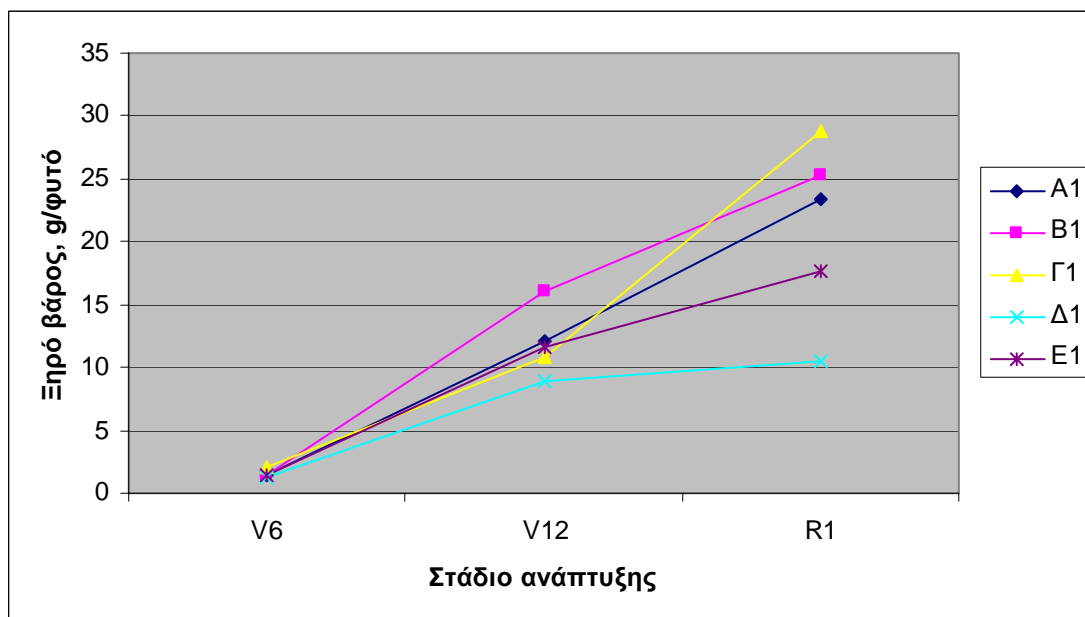
Σχήμα 22. Μεταβολή ξηρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην πυκνή σπορά, κατά την πρώιμη εποχή σποράς.



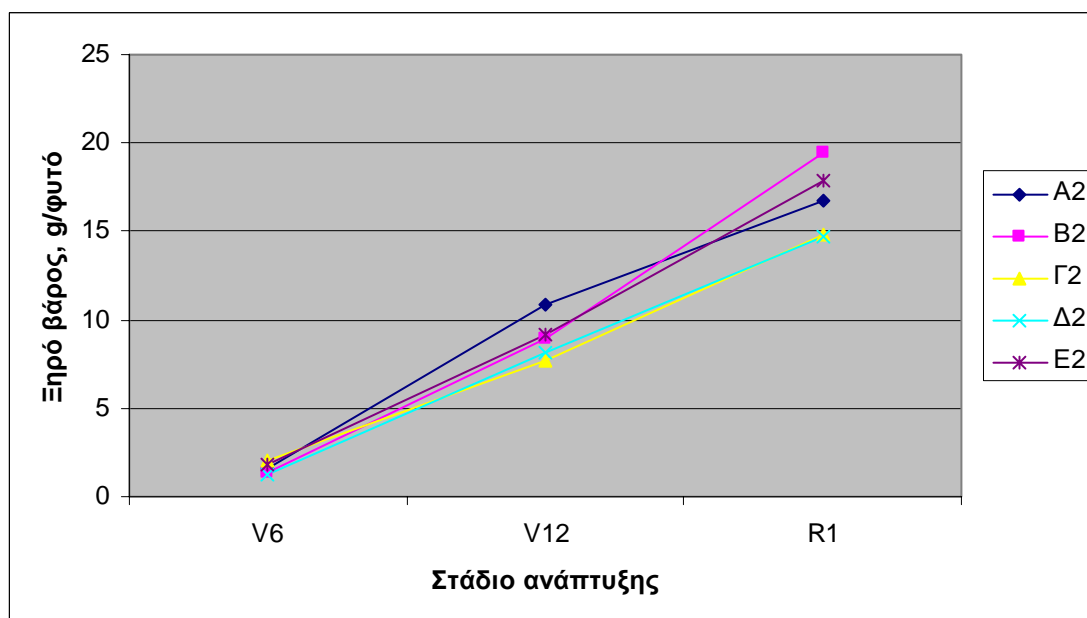
Σχήμα 23. Μεταβολή ξηρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην κανονική πυκνότητα σποράς, κατά την κανονική εποχή σποράς.



Σχήμα 24. Μεταβολή ξηρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην πυκνή σπορά, κατά την κανονική εποχή σποράς.



Σχήμα 25. Μεταβολή ξηρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην κανονική πυκνότητα σποράς, κατά την όψιμη εποχή σποράς.



Σχήμα 26. Μεταβολή ξηρού βάρους υπόγειου τμήματος, στην πυκνή σπορά, κατά την όψιμη εποχή σποράς.

5.4 Ύψος φυτού

Το ύψος των φυτών μετρήθηκε σε τέσσερα στάδια ανάπτυξης. Συγκεκριμένα στα στάδια των 3, 6, 12 φύλλων (V3, V6, V12) και στο στάδιο της εμφάνισης των στύλων της θηλυκής ταξιανθίας ή αλλιώς στάδιο του «μεταξιού» (R1). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν στα στάδια V3 και V6 σε όλες τις εποχές σποράς, ενώ στα στάδια V12 και R1 σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν μόνο στην κανονική και όψιμη εποχή σποράς αντίστοιχα. (πίνακας 9).

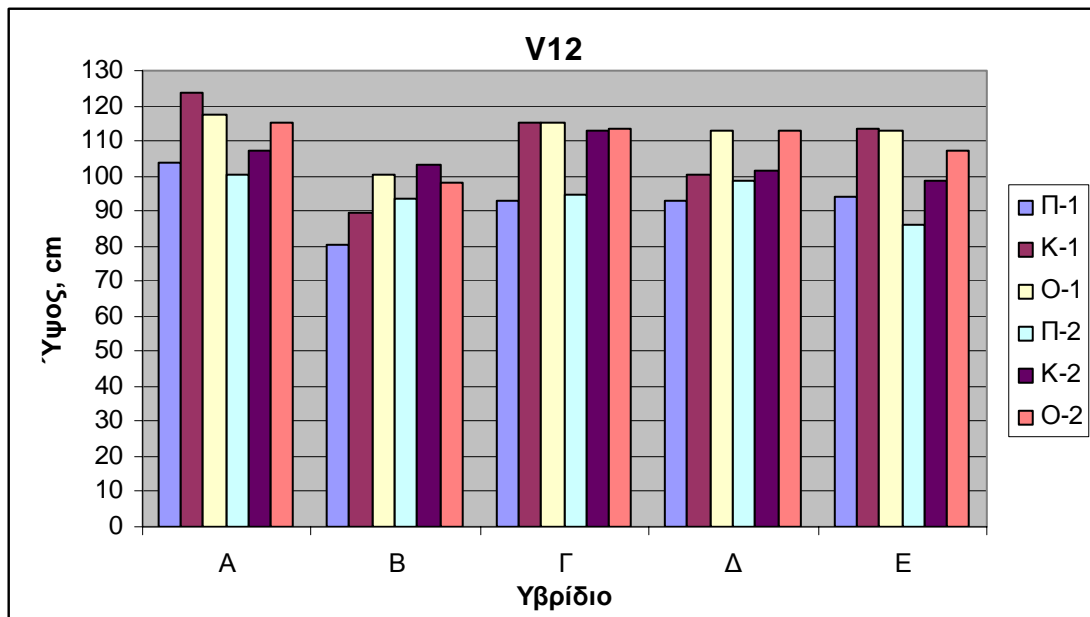
Τα υβρίδια που ξεχώρισαν στο ύψος ήταν τα Α και Γ (Πιν. 9), ανεξαρτήτως πυκνότητας σποράς. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα, το ύψος των υβριδίων ήταν σχεδόν ταυτόσημο και στις δύο πυκνότητες σποράς, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις το ύψος των φυτών στην πυκνή σπορά ήταν ψηλότερο από ότι στην κανονική πυκνότητα σποράς. Παρατηρώντας το ύψος των φυτών ιδιαίτερα κατά τα στάδια V12 (Σχ. 27) και R1 (Σχ. 28) όπου ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών ήταν πλέον έντονος σε όλες τις εποχές σποράς, συμπεραίνεται ότι δεν έχει επηρεαστεί από τη διαφορετική πυκνότητα σποράς. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, θα έπρεπε τα καλλιεργούμενα σε υψηλή πυκνότητα σποράς φυτά να έχουν μεγαλύτερο ύψος λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ τους για την ηλιακή ακτινοβολία. Κάτι τέτοιο ωστόσο δεν παρατηρείται. Έχουν αναφερθεί όμως και άλλες περιπτώσεις που το ύψος των φυτών δεν επηρεάστηκε από την πυκνότητα σποράς (Peixoto et al., 1997; Turgut et al., 2005).

Πίνακας 9. Ύψος φυτού ανά υβρίδιο, στάδιο ανάπτυξης, εποχή και πυκνότητα σποράς.

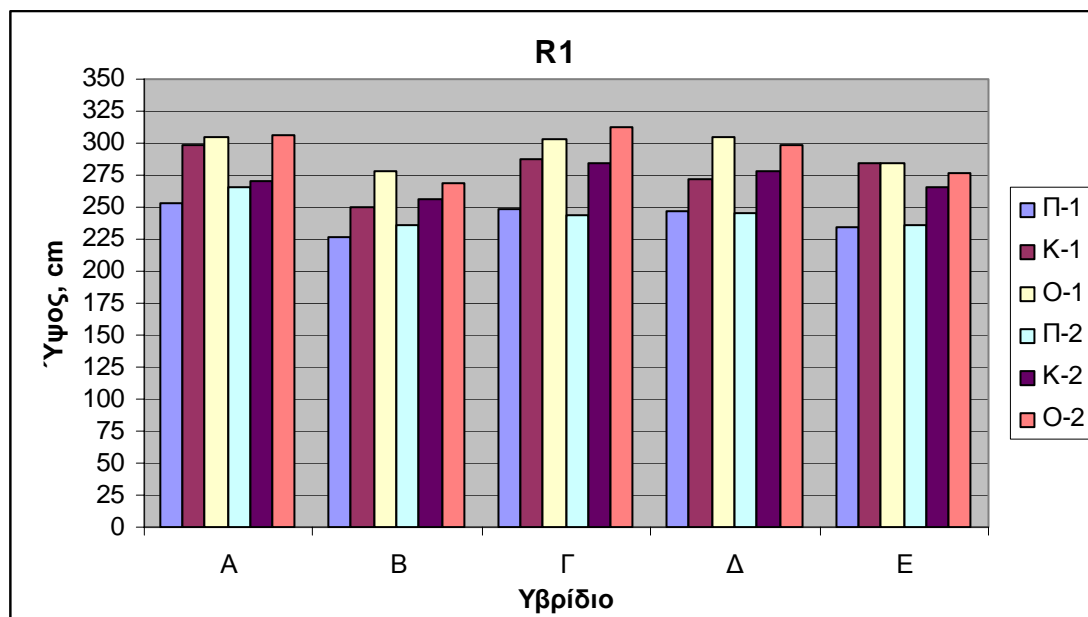
Ύψος φυτών, cm												
Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Πρώιμη σπορά				Κανονική σπορά				Όψιμη σπορά			
	Στάδιο	V3	V6	V12	R1	V3	V6	V12	R1	V3	V6	V12
A1	17,5	49,7	103,6	253,5	18,7	58,6	123,6	298,6	21,3	75,1	117,5	305,2
B1	15,8	41,8	80,2	226,4	16,8	50,1	89,7	250,4	18,7	63,1	100,1	278,0
Γ1	16,9	52,5	93,0	248,6	17,2	61,6	115,0	287,0	20,2	79,9	115,0	302,9
Δ1	17,0	44,4	93,1	247,5	16,8	53,6	100,4	272,1	21,4	69,8	112,8	304,1
Ε1	16,4	39,0	94,1	234,5	17,5	50,9	113,4	285,1	19,4	70,6	112,7	284,1
A2	17,7	51,7	100,5	266,3	18,8	60,5	107,0	270,0	21,0	76,3	115,0	305,9
B2	15,7	45,7	93,7	236,3	16,3	51,5	103,2	256,7	19,3	64,2	97,8	268,8
Γ2	15,9	49,0	94,7	243,6	17,5	66,5	113,1	284,9	21,5	85,6	113,3	313,2
Δ2	16,3	44,5	98,8	246,0	17,1	54,7	101,7	277,7	20,4	69,7	113,0	298,5
Ε2	16,3	46,5	86,0	235,8	17,6	53,7	98,7	265,1	19,3	71,1	107,3	276,1
LSD_{0,05}	1,2	7,4	NS	NS	1,2	6,4	13,8	NS	1,8	8,4	NS	18,6
CV %	4	9	9	6	4	7	8	5	5	7	8	4

Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ υβριδίων του ίδιου τύπου καλλιεργημένα σε διαφορετικές πυκνότητες σποράς παρατηρήθηκαν μόνο στη κανονική σπορά στο στάδιο V12 για την περίπτωση των υβριδίων Α και Ε, όπου το μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε κανονική πυκνότητα.

Όσον αφορά την επίδραση της εποχής σποράς παρατηρείται ότι τα φυτά κατά την κανονική και όψιμη σπορά έχουν παρόμοιο ύψος, ενώ κατά την πρόιμη σπορά το ύψος τους είναι χαμηλότερο (Σχ. 27, 28).



Σχήμα 27. Ύψος υβριδίων ανά πυκνότητα και εποχή σποράς στο στάδιο των 12 φύλλων (V12). (Π=Πρόιμη σπορά, Κ=Κανονικη σπορά, Ο=Όψιμη σπορά, 1 = Κανονική πυκνότητα σποράς, 2 = Υψηλή πυκνότητα σποράς).

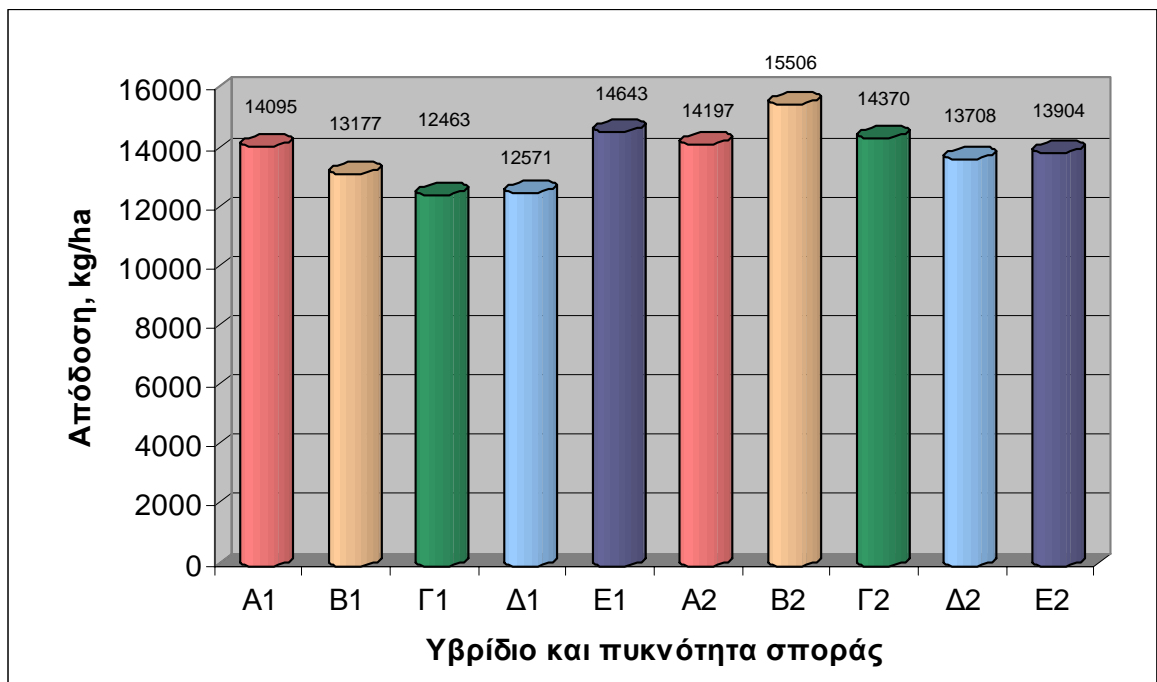


Σχήμα 28. Ύψος υβριδίων ανά πυκνότητα και εποχή σποράς στο στάδιο της ταξιανθίας (R1). (Π=Πρόιμη σπορά, Κ=Κανονικη σπορά, Ο=Όψιμη σπορά, 1 = Κανονική πυκνότητα σποράς, 2 = Υψηλή πυκνότητα σποράς).

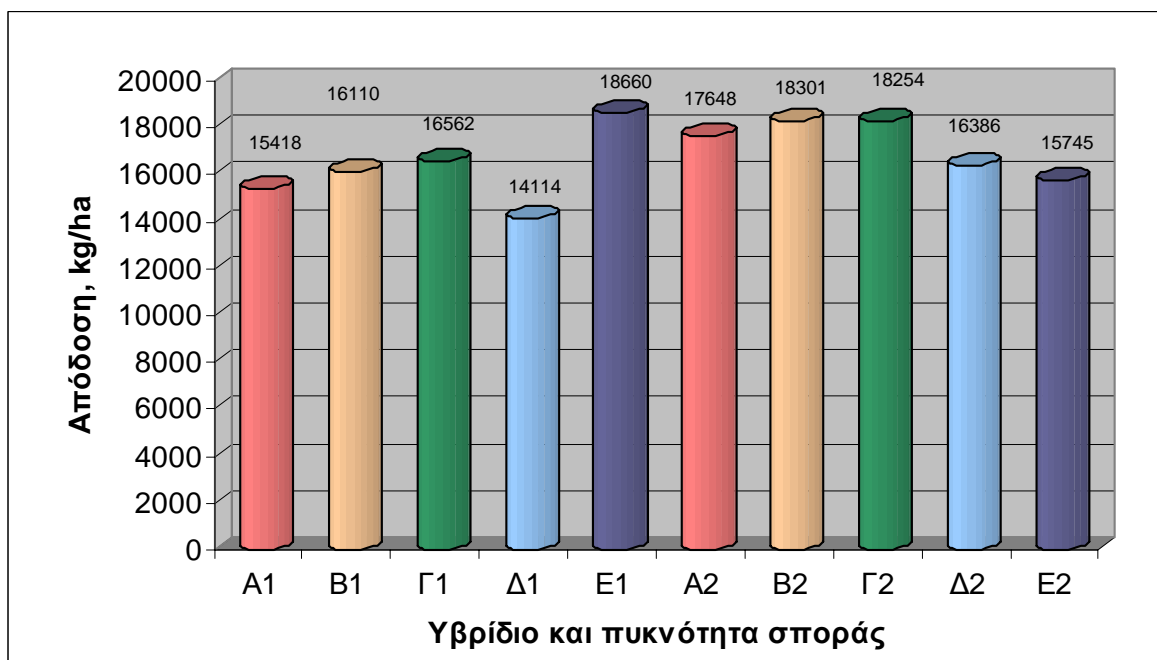
5.5 Απόδοση

Στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση παρατηρήθηκαν μόνο στην περίπτωση της όψιμης σποράς (Σχ. 31). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν 11%, 12%, και 9% για την πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα. Οι διαφορές ήταν μεταξύ υβριδίων (υβρίδια Β και Γ), αλλά και μεταξύ πυκνοτήτων σποράς όπου τα συγκεκριμένα υβρίδια απέδωσαν καλύτερα όταν καλλιεργήθηκαν στην πυκνή σπορά (14285 έναντι 12186 kg/ha για το Β σε πυκνή και κανονική πυκνότητα, αντίστοιχα και 15094 έναντι 12091 kg/ha για το Γ). Αυτό ίσχυσε και για τα υπόλοιπα υβρίδια έστω και χωρίς την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών. Η ίδια εικόνα επαναλαμβάνεται και στις άλλες δύο εποχές σποράς για όλα τα υβρίδια με εξαίρεση το υβρίδιο Ε, το οποίο απέδωσε καλύτερα στην κανονική πυκνότητα σποράς με εξαίρεση την όψιμη σπορά όπου είχε παρόμοια απόδοση και στις δύο πυκνότητες (14643 έναντι 13904, 18660 έναντι 15745 και 12339 έναντι 12976 kg/ha σε κανονική και πυκνή σπορά, αντίστοιχα) (Σχ. 29, 30 και 31). Μπορεί οι διαφορές που μετρήθηκαν να μην ήταν στατιστικά σημαντικές, αλλά διαφαίνεται μια τάση αύξησης της απόδοσης με την αύξηση της πυκνότητας σποράς. Το ότι το υβρίδιο Ε δεν ακολουθεί αυτή την τάση οφείλεται πιθανόν στο ότι δεν είναι ορθόφυλλο, με αποτέλεσμα στην υψηλή πυκνότητα σποράς να περιορίζεται η ηλιακή ακτινοβολία η οποία φτάνει στα κατώτερα στρώματα της φυτοστοιβάδας (Gardner et al., 1985; Maddoni et al., 2001). Αυτό μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική προέλευσή του (διαφορετική εταιρία) οπότε είναι πολύ πιθανόν η γενετική του βάση να είναι αρκετά διαφορετική από των υπολοίπων, τα οποία είναι όλα προϊόντα της ίδιας εταιρίας.

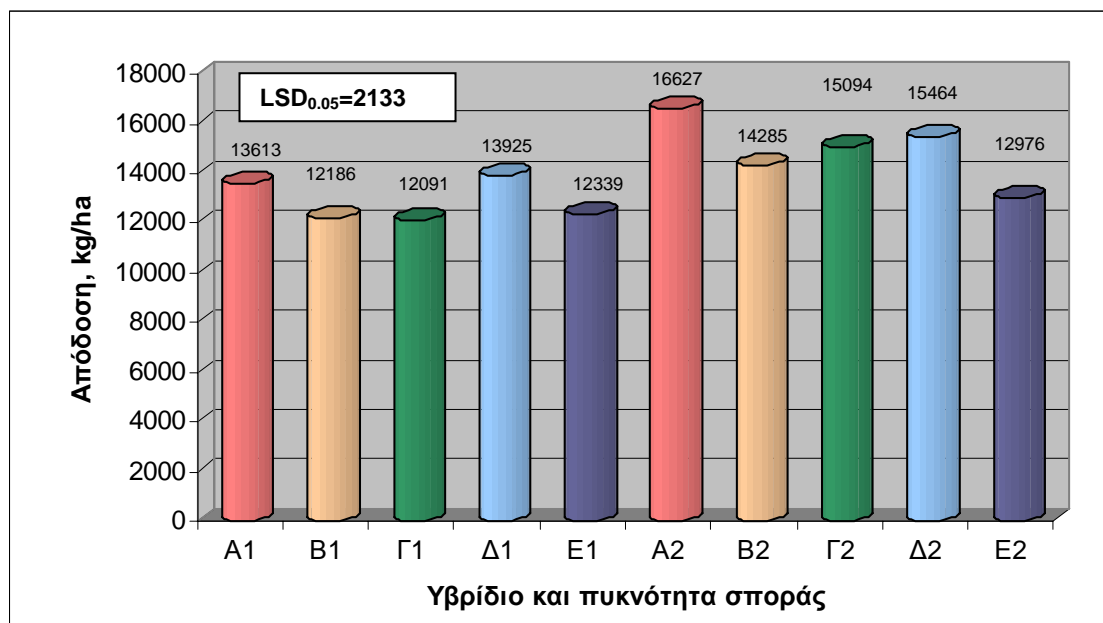
Στην πρώιμη και την κανονική σπορά τα υβρίδια που ξεχώρισαν ήταν τα Β (σε πυκνή σπορά) και Ε (σε κανονική σπορά), με αποδόσεις 18301 και 18660 kg/ha, αντίστοιχα. Στην όψιμη σπορά η κατάσταση διαφοροποιήθηκε και τα υβρίδια που ξεχώρισαν με την απόδοσή τους ήταν τα Α και Δ, με αποδόσεις 16627 και 15464 kg/ha, αντίστοιχα (στην πυκνή σπορά). Εκείνο που πρέπει να σχολιαστεί, είναι η σταθερότητα του υβριδίου Γ στην πυκνή σπορά όπου ακολουθεί τα δύο πρώτα υβρίδια σε όλες τις εποχές σποράς, καθώς επίσης και το ότι το υβρίδιο Ε παρόλο που δεν προσαρμόζεται στην πυκνή σπορά, πετυχαίνει κορυφαίες αποδόσεις με κανονική πυκνότητα σποράς ξεπερνώντας όλα τα υπόλοιπα και δίνοντας την υψηλότερη απόδοση του πειράματος.



Σχήμα 29. Απόδοση ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς στην πρόωμη σπορά.

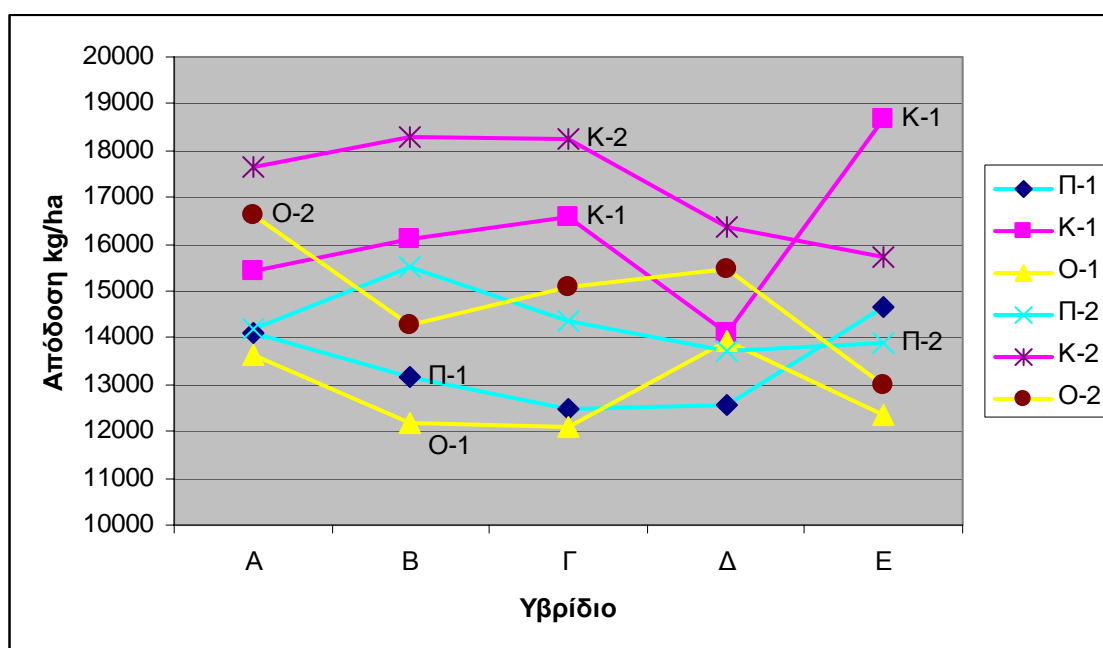


Σχήμα 30. Απόδοση ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς στην κανονική σπορά.



Σχήμα 31. Απόδοση ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς στην όψιμη σπορά.

Η υπεροχή της υψηλής πυκνότητας σποράς φαίνεται καθαρά στο σχήμα 32 όπου παρουσιάζεται η απόδοση των εποχών και των πυκνοτήτων σποράς ανά υβρίδιο. Όσον αφορά τις εποχές σποράς, η υψηλότερη απόδοση επιτεύχθηκε κατά την κανονική σπορά. Η όψιμη σπορά υπερτερεί της πρώιμης σε απόδοση κατά την πυκνή σπορά, ενώ η κατάσταση αντιστρέφεται στην περίπτωση της κανονικής πυκνότητας σποράς



Σχήμα 32. Απόδοση ανά εποχή, πυκνότητα σποράς και υβρίδιο. (Π=Πρώιμη σπορά, Κ = Κανονική σπορά, Ο = Όψιμη σπορά, 1 = Κανονική πυκνότητα σποράς, 2 = Υψηλή πυκνότητα σποράς).

5.6 Σχετική υγρασία (RWC-Relative Water Content)

Η σχετική υγρασία των φύλλων μετρήθηκε και στις τρεις εποχές σποράς στο στάδιο της ταξιανθίας (R1). Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο κατά την πρώιμη και όψιμη σπορά (πίνακας 10). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν τόσο μεταξύ υβριδίων (Α και Δ) όσο και μεταξύ πυκνοτήτων σποράς. Όσον αφορά την επίδραση της πυκνότητας σποράς, τα υβρίδια Α, Β, και Γ παρουσιάζουν υψηλότερη σχετική υγρασία κατά την πυκνή σπορά, όπου και αποδίδουν καλύτερα, ενώ τα Δ και Ε κατά την κανονική σπορά.

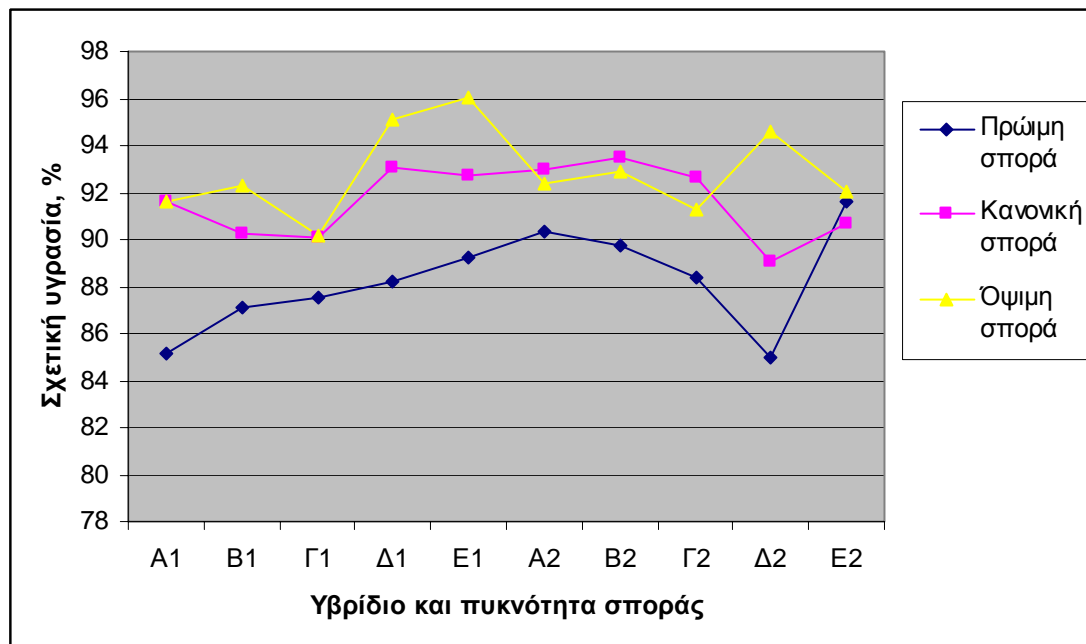
Τα υβρίδια που ξεχωρίζουν στην πρώιμη σπορά είναι τα Ε και Γ ανεξαρτήτως πυκνότητας σποράς (89,3 και 91,6 % για το Ε και 87,5 και 88,3 % για το Γ σε κανονική και πυκνή σπορά, αντίστοιχα). Στην κανονική σπορά δεν ξεχώρισε κάποιο υβρίδιο συνολικά, καθώς άλλα παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά σχετικής υγρασίας στην κανονική πυκνότητα σποράς και άλλα στην πυκνή. Το μόνο που αξίζει να σχολιαστεί είναι η σταθερότητα του υβριδίου Α που δεν συνδυάζεται όμως με κορυφαίες τιμές. Στην όψιμη σπορά ξεχώρισαν για τη σταθερότητά τους τα υβρίδια Ε και Β, όπου το Ε τη συνδυάζει και με κορυφαίες τιμές σχετικής υγρασίας (96 και 92 % σε κανονική και πυκνή σπορά, αντίστοιχα).

Πίνακας 10. Σχετική υγρασία φύλλων ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	RWC, %		
	Πρώιμη σπορά	Κανονική σπορά	Όψιμη σπορά
Στάδιο	R1	R1	R1
A1	85,2	91,6	91,6
B1	87,1	90,2	92,3
Γ1	87,5	90,1	90,1
Δ1	88,3	93,0	95,1
E1	89,3	92,7	96,0
A2	90,4	93,0	92,4
B2	89,7	93,5	92,9
Γ2	88,3	92,7	91,2
Δ2	85,0	89,1	94,6
E2	91,6	90,7	92,0
LSD _{0,05}	3,0	NS	3,4
CV %	2	3	2

Η κατάσταση πάντως συνολικά ήταν συγκεχυμένη, αφού δεν ξεχώρισαν κάποια υβρίδια σε συγκεκριμένη πυκνότητα σε όλες τις εποχές σποράς. Όσον αφορά την εποχή σποράς όπως φαίνεται στο σχήμα 33, επηρέασε αρκετά τη σχετική υγρασία

των φύλλων. Οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στην όψιμη σπορά, ενώ ακολούθησαν διαδοχικά, η κανονική σπορά με λίγο μικρότερες τιμές και η πρώιμη σπορά με τις τιμές της σχετικής υγρασίας των φύλλων να είναι χαμηλότερες έναντι των άλλων δύο.



Σχήμα 33. Επίδραση της εποχής σποράς στη σχετική υγρασία των φύλλων.

5.7 Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA – Specific Leaf Area)

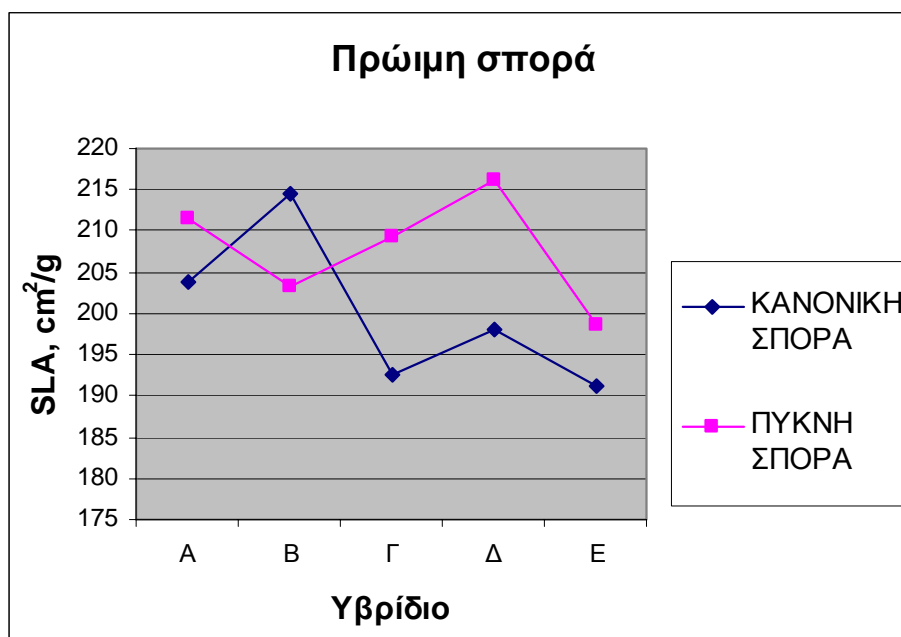
Η ειδική φυλλική επιφάνεια μετρήθηκε όπως και η σχετική υγρασία στο στάδιο της ταξιανθίας (R1) σε όλες τις εποχές σποράς (Πιν. 11). Η ειδική φυλλική επιφάνεια συνδέεται με την ανάπτυξη δευτερογενών μηχανισμών αντοχής στην ξηρασία. Όσο μικρότερη είναι η τιμή της, τόσο πιο χοντρό είναι το φύλλο. Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν σε καμία εποχή σποράς. Μελετώντας όμως τις τάσεις προκύπτει πως σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις (δεν συμβαίνει στην περίπτωση του υβριδίου B στην πρώιμη και κανονική εποχή σποράς) τα καλλιεργούμενα σε υψηλή πυκνότητα πληθυσμού υβρίδια, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ειδική φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τα αντίστοιχα καλλιεργούμενα σε κανονικούς πληθυσμούς, (σχήματα 34, 35, 36).

Σε ότι αφορά τα υβρίδια, εκείνο που ξεχώρισε θετικά είναι το E, παρουσιάζοντας την μικρότερη ειδική φυλλική επιφάνεια σε όλους τους συνδυασμούς εποχών και πυκνοτήτων σποράς (191,24, 183,04, και 182,38 cm²/g για πρώιμη,

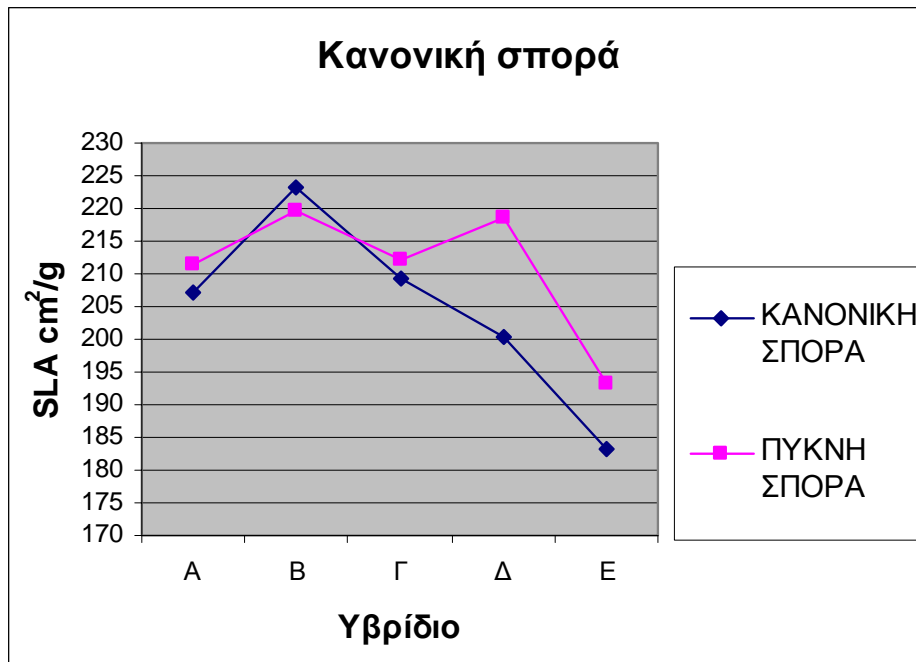
κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα). Στον αντίποδα βρίσκονται τα υβρίδια Β και Δ που παρουσιάζουν σε όλες τις περιπτώσεις τις υψηλότερες τιμές (εκτός από την πρώιμη σπορά στην περίπτωση της πυκνής σποράς για το Β) όπως φαίνεται στα σχήματα 31, 32 και 33. Η εποχή σποράς φαίνεται ότι είχε επίδραση στην ειδική φυλλική επιφάνεια (σχήμα 37). Η πρώιμη και η κανονική σπορά έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα, ενώ η όψιμη σπορά ελαφρώς καλύτερα.

Πίνακας 11. Ειδική φυλλική επιφάνεια ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

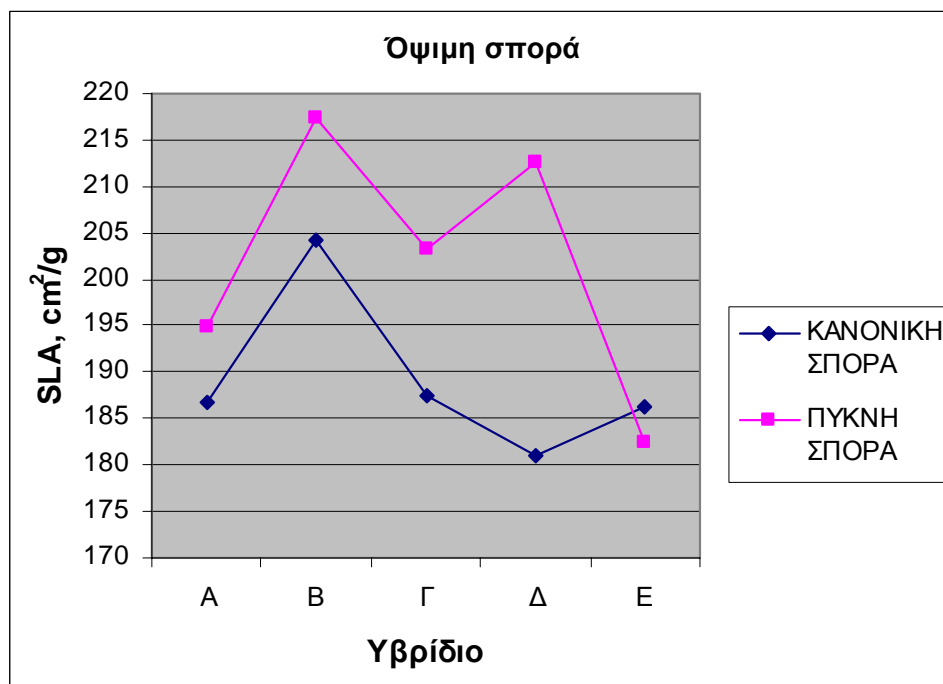
Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	SLA, cm ² /g		
	Πρώιμη σπορά	Κανονική σπορά	Όψιμη σπορά
Στάδιο	R1	R1	R1
A1	203,94	207,02	186,81
B1	214,43	223,18	204,21
Γ1	192,60	209,17	187,41
Δ1	197,97	200,49	181,09
E1	191,24	183,04	186,18
A2	211,52	211,50	194,91
B2	203,21	219,73	217,46
Γ2	209,39	212,25	203,14
Δ2	216,28	218,69	212,59
E2	198,49	193,32	182,38
LSD _{0,05}	NS	NS	NS
CV %	7	8	10



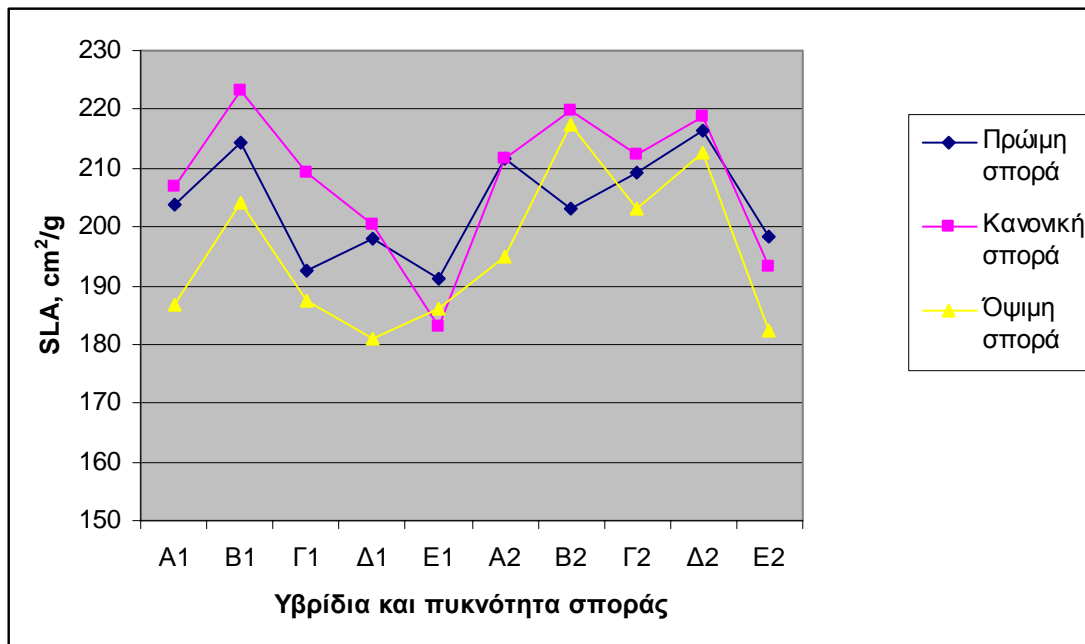
Σχήμα 34. SLA, ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς, στην πρώιμη σπορά.



Σχήμα 35. SLA, ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς, στην κανονική σπορά.



Σχήμα 36. SLA, ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς, στην όψιμη σπορά.



Σχήμα 37. Επίδραση της εποχής σποράς στην ειδική φυλλική επιφάνεια.

5.8 Χλωροφύλλη

Η περιεχόμενη χλωροφύλλη των φύλλων μετρήθηκε στο στάδιο των 9 φύλλων (V9) και στο στάδιο του γάλακτος (R3). Διαφορές στατιστικά σημαντικές προέκυψαν σε όλες τις εποχές σποράς και στάδια ανάπτυξης εκτός από το στάδιο V9 της πρώιμης σποράς (Πιν. 12). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν κυρίως διαφορές μεταξύ υβριδίων και όχι διαφορές μεταξύ των διαφορετικών πυκνοτήτων σποράς. Διαφορές λόγω πυκνότητας σποράς προέκυψαν μόνο στην περίπτωση του υβριδίου E στην κανονική εποχή σποράς και στα δύο στάδια (V9 και R3) που πραγματοποιήθηκε η μέτρηση. Σε όλες τις περιπτώσεις οι τιμές στις διαφορετικές πυκνότητες ήταν παρόμοιες. Παρατηρήθηκε μια πολύ ελαφρά υπεροχή της κανονικής πυκνότητας στο στάδιο V9 κυρίως.

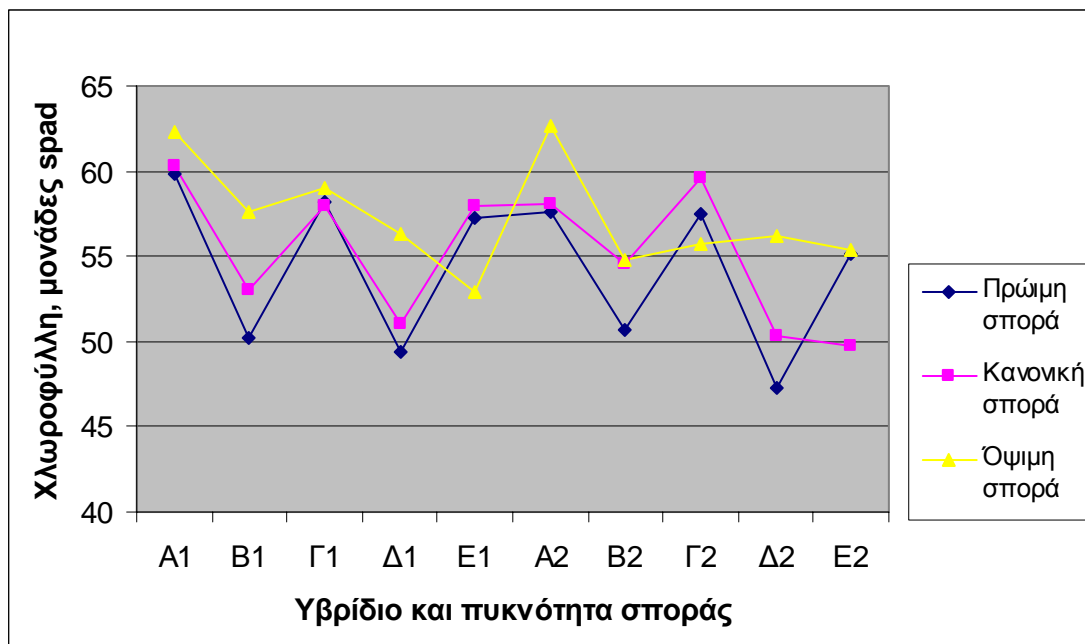
Όσον αφορά τα υβρίδια, στο στάδιο R3 η κατάσταση ήταν αρκετά ξεκάθαρη και εκείνα που φάνηκε να υπερέχουν ήταν τα Γ και Α ανεξαρτήτως πυκνότητας σποράς και με αυτή την κατάταξη (Πιν. 12). Στο στάδιο V9 η κατάσταση είναι πιο συγκεχυμένη, αλλά συνολικά, παρατηρώντας όλες τις εποχές σποράς τα υβρίδια Γ και Α ήταν πάλι αυτά που ξεχώρισαν, αλλά με την σταθερότητά τους αυτή τη φορά και την ικανότητα να

εμφανίζουν τιμές κοντά στις κορυφαίες, έστω και αν υποσκελίστηκαν κάποιες φορές πότε από το Ε και πότε από το Δ (Πιν. 12).

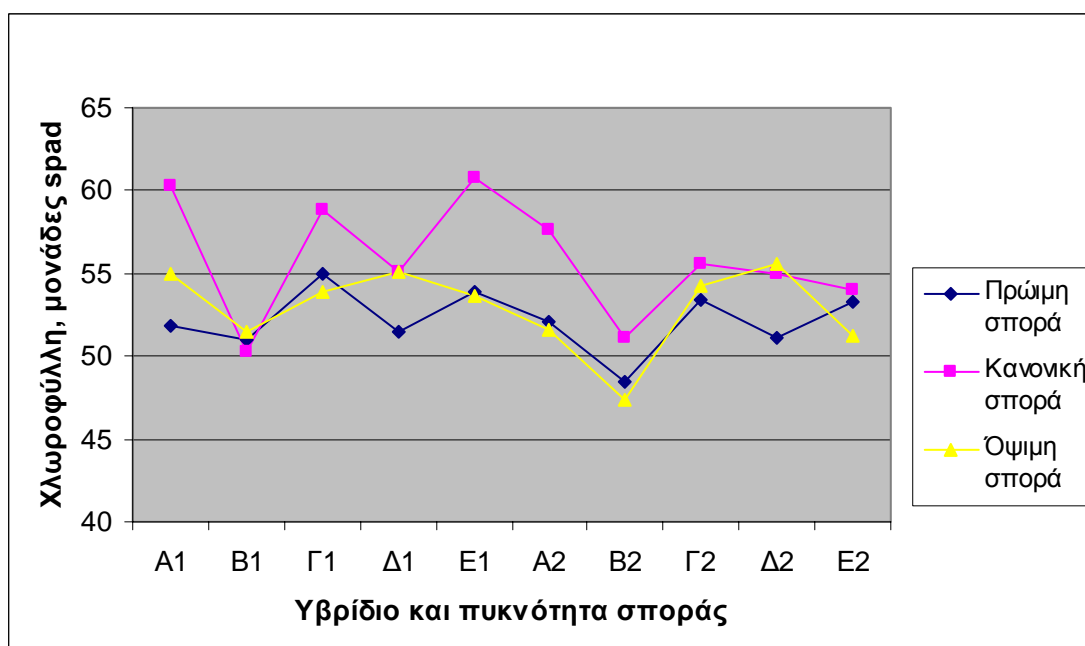
Πίνακας 12. Χλωροφύλλη ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Μονάδες spad					
	Πρώιμη σπορά		Κανονική σπορά		Όψιμη σπορά	
	V9	R3	V9	R3	V9	R3
A1	51,8	59,8	60,3	60,3	54,9	62,3
B1	51,0	50,2	50,2	53,1	51,4	57,6
Γ1	55,0	58,2	58,8	58,0	53,9	59,0
Δ1	51,5	49,4	55,1	51,1	55,1	56,3
Ε1	53,9	57,3	60,7	58,0	53,7	52,9
A2	52,0	57,6	57,6	58,1	51,6	62,7
B2	48,4	50,6	51,1	54,6	47,4	54,8
Γ2	53,4	57,5	55,6	59,6	54,2	55,8
Δ2	51,1	47,2	55,0	50,3	55,5	56,2
Ε2	53,3	55,2	54,0	49,7	51,2	55,4
LSD_{0,05}	NS	7,4	4,6	5,1	4,0	5,6
CV %	5	8	5	5	4	6

Παρατηρώντας τα σχήματα 38 και 39 φαίνεται καθαρά από την πορεία των γραμμών ότι οι διαφορές που παρατηρούνται ήταν μεταξύ υβριδίων. Η διαφορετική εποχή σποράς και οι διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες στις οποίες εκτέθηκαν τα φυτά είχαν επίσης επίδραση στην ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα. Στο στάδιο R3 η όψιμη εποχή σποράς έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές spad, ενώ πρώιμη και κανονική σπορά έδωσαν χαμηλότερες και παρόμοιες τιμές με ελαφρά υπεροχή της κανονικής σποράς. Στο στάδιο V9 οι υψηλότερες τιμές spad βρέθηκαν στην κανονική σπορά, ενώ στην πρώιμη και στην κανονική σπορά μετρήθηκαν χαμηλότερες τιμές χωρίς κάποια να υπερτερεί φανερά έναντι της άλλης.



Σχήμα 38. Επίδραση των εποχών σποράς στη χλωροφύλλη κατά το στάδιο R3.



Σχήμα 39. Επίδραση των εποχών σποράς στη χλωροφύλλη κατά το στάδιο V9.

5.9 Ύψος έκφυσης σπάδικα

Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις εποχές σποράς. Οι διαφορές ήταν μεταξύ των υβριδίων και όχι μεταξύ των πυκνοτήτων σποράς. Αν γίνει κατάταξη των υβριδίων κατά φθίνουσα σειρά ύψους παρατηρείται πως οι επεμβάσεις στρωματώνονται κατά υβρίδιο (Πιν. 13).

Πίνακας 13. Κατάταξη υβριδίων κατά ύψος ανά εποχή και πυκνότητα σποράς.

Πρώιμη σπορά		Κανονική σπορά		Όψιμη σπορά	
Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ύψος πρόσδεσης σπάδικα	Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ύψος πρόσδεσης σπάδικα	Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ύψος πρόσδεσης σπάδικα
	cm		cm		cm
A2	90,69	A2	117,00	A2	116,80
A1	89,29	A1	106,27	A1	110,80
Δ1	88,28	Γ1	103,57	Γ2	109,67
Δ2	87,54	Δ2	103,20	Δ1	109,23
E2	86,64	E2	102,47	Γ1	107,20
Γ2	85,19	Γ2	101,93	E2	107,13
B2	85,14	E1	101,87	Δ2	105,27
B1	80,84	Δ1	98,62	E1	99,33
Γ1	77,23	B2	95,43	B2	97,67
E1	69,73	B1	91,20	B1	92,73
LSD _{0,05}	12,2	LSD _{0,05}	11,5	LSD _{0,05}	11,1
CV %	8	CV %	7	CV %	6

Το μεγαλύτερο ύψος έκφυσης του σπάδικα παρουσίασε το υβρίδιο A σε όλες τις εποχές σποράς (90,69, 117, και 116,8 cm σε πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα), ενώ το χαμηλότερο ύψος στην κανονική και όψιμη σπορά το παρουσίασε το υβρίδιο B (91,2 και 92,73 cm σε κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα). Στην πρώιμη σπορά το χαμηλότερο ύψος σπάδικα το εμφάνισε το υβρίδιο E (69,73 cm) και ακολούθως από τα υβρίδια Γ (77,23 cm) και B (80,74 cm). Παρατηρώντας συνολικά τις εποχές σποράς μπορεί να λεχθεί ότι τα υβρίδια Γ και E ήταν αυτά που εμφάνισαν σταθερά το χαμηλότερο ύψος σπάδικα. Το χαμηλό ύψος έκφυσης του σπάδικα είναι ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό, καθώς συνδέεται με μικρότερο ποσοστό πλαγιάσματος των φυτών.

Όσον αφορά την επίδραση της πυκνότητας σποράς, στην πλειονότητα των περιπτώσεων σε όλες τις εποχές σποράς, η υψηλή πυκνότητα συνδυάζεται με αύξηση στο ύψος πρόσδεσης του σπάδικα, έστω και αν οι διαφορές αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Επίσης η κανονική και όψιμη σπορά εμφάνισαν παρόμοια ύψη πρόσδεσης

του σπάδικα, ενώ στην πρώιμη σπορά τα ύψη αυτά ήταν πάντα αρκετά πιο χαμηλά. Πιθανόν αυτό να συνέβη λόγω του χαμηλότερου ύψους που είχαν τα φυτά κατά την πρώιμη σπορά. Ίσως η έκφραση του ύψους έκφυσης του σπάδικα ως ποσοστό του συνολικού ύψους των φυτών να έδινε μια πιο ξεκάθαρη απάντηση σε αυτό το θέμα.

5.10 Αριθμός σειρών σπόρων ανά σπάδικα

Κατά τη μέτρηση του αριθμού σειρών σπόρων των σπαδικών παρατηρήθηκαν διαφορές στατιστικά σημαντικές στις περιπτώσεις της κανονικής και όψιμης εποχής σποράς, όχι όμως στην περίπτωση της πρώιμης (Πιν. 14). Από τη μελέτη των στοιχείων μπορεί να λεχθεί πως το χαρακτηριστικό αυτό ελέγχεται ισχυρά από το γενότυπο, καθώς δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση της πυκνότητας σποράς.

Πίνακας 14. Αριθμός σειρών σπάδικα ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υβρίδια και πυκνότητα σποράς	Σειρές σπάδικα		
	Πρώιμη σπορά	Κανονική σπορά	Όψιμη σπορά
A1	16	16	16
B1	16	18	18
Γ1	14	14	14
Δ1	16	16	16
E1	16	16	16
A2	14	16	16
B2	16	18	18
Γ2	14	14	14
Δ2	16	16	16
E2	16	16	16
LSD_{0,05}	NS	1	1
CV %	7	4	4,37

Από τα πέντε υβρίδια, το B είναι αυτό που ξεχώρισε θετικά, αφού με εξαίρεση την πρώιμη σπορά ήταν αυτό που εμφάνισε το μεγαλύτερο αριθμό σειρών σπόρων ανά σπάδικα (18 σειρές), σε αντίθεση με το υβρίδιο Γ που εμφάνισε το μικρότερο αριθμό (14 σειρές). Πάντως το χαρακτηριστικό αυτό δε φαίνεται να σχετίζεται άμεσα με την απόδοση, καθώς ναι μεν το υβρίδιο B ήταν κορυφαίο σε απόδοση, αλλά και το Γ παρουσίασε αποδόσεις κοντά σε αυτές του B και ήταν ιδιαίτερα σταθερό σε όλες τις εποχές σποράς.

5.11 Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα

Ως προς το ποσοστό γεμίσματος του σπάδικα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις εποχές σποράς (Πιν. 15). Οι διαφορές ήταν μεταξύ υβριδίων κυρίως και όχι μεταξύ πυκνοτήτων σποράς. Σημαντικές διαφορές μεταξύ πυκνοτήτων σποράς παρατηρήθηκαν μόνο στην περίπτωση του υβριδίου Ε τόσο στην κανονική όσο και στην όψιμη σπορά (90,3 με 80 % και 83,9 με 77,3 % σε κανονική και πυκνή σπορά, στη κανονική και όψιμη σπορά, αντίστοιχα). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, οι τιμές της κανονικής και υψηλής πυκνότητας σποράς ήταν πολύ κοντά μεταξύ τους, με μια ελαφρά υπεροχή της κανονικής σποράς (καλύτερο γέμισμα σπάδικα) γεγονός που συμφωνεί με τα αναφερόμενα στη βιβλιογραφία (Andrade et al.,2000). Σε ότι αφορά την επίδραση των εποχών σποράς, η πρόιμη σπορά επηρέασε αρνητικά το ποσοστό γεμίσματος των σπαδικών, ενώ η κανονική και η όψιμη σπορά είχαν παρόμοια αποτελέσματα.

Πίνακας 15. Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα ανά υβρίδιο, σε δύο πυκνότητες και τρεις εποχές σποράς.

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ποσοστό (%) γεμίσματος σπάδικα		
	Πρόιμη σπορά	Κανονική σπορά	Όψιμη σπορά
A1	88,0	91,6	88,1
B1	94,3	96,5	94,9
Γ1	93,1	95,4	95,6
Δ1	80,7	88,2	90,0
Ε1	85,7	90,3	83,9
A2	88,0	89,9	84,9
B2	91,2	94,3	97,8
Γ2	90,8	93,3	94,8
Δ2	76,7	84,8	87,2
Ε2	79,2	80,0	77,3
LSD_{0,05}	6,9	4,4	3,3
CV %	5	3	2,17

Το υβρίδιο που είχε το καλύτερο ποσοστό γεμίσματος των σπαδικών ήταν το Β (από 91,2 έως 97,8 %) ακολουθούμενο σε πολύ μικρή απόσταση από το Γ (90,8 έως 95,6 %). Το υβρίδιο με τα μικρότερα ποσοστά γεμίσματος ήταν το Ε και μάλιστα στην υψηλή πυκνότητα σποράς (77,3 έως 90,3 %). Η σταθερότητα στην σειρά κατάταξης των υβριδίων δείχνει πως πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό που εξαρτάται σημαντικά από το γενότυπο. Στον πίνακα 16, όπου παρουσιάζεται η κατάταξη των υβριδίων κατά φθίνουσα σειρά ποσοστού γεμίσματος του σπάδικα, παρατηρείται ότι αυτά στρωματώνονται ανά

υβρίδιο, αλλά και ανά πυκνότητα σποράς, γεγονός που δείχνει ότι η επίδραση της πυκνότητας σποράς όσο κι αν δεν είναι στατιστικά σημαντική στο όριο του 5 %, δεν παύει να υπάρχει.

Πίνακας 16. Κατάταξη υβριδίων κατά φθίνουσα σειρά ποσοστού γεμίσματος σπάδικα ανά εποχή και πυκνότητα σποράς.

Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα					
Πρώιμη σπορά		Κανονική σπορά		Όψιμη σπορά	
Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	%	Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	%	Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	%
B1	94,3	B1	96,5	B2	97,8
Γ1	93,1	Γ1	95,4	Γ1	95,6
B2	91,2	B2	94,3	B1	94,9
Γ2	90,8	Γ2	93,3	Γ2	94,8
A2	88,0	A1	91,6	Δ1	90,0
A1	88,0	E1	90,3	A1	88,1
E1	85,7	A2	89,9	Δ2	87,2
Δ1	80,7	Δ1	88,2	A2	84,9
E2	79,2	Δ2	84,8	E1	83,9
Δ2	76,7	E2	80,0	E2	77,3

5.12 Βαθμός συσχέτισης των μεταβλητών

Από τους συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών και στις τρεις εποχές σποράς (Πιν. 17, 18, 19), προέκυψαν ορισμένα συμπεράσματα, αναμενόμενα και μη. Αναμενόμενες μπορούν να χαρακτηριστούν οι υψηλές τιμές του συντελεστή συσχέτισης που παρατηρήθηκαν μεταξύ :

- Χλωρού και ξηρού βάρους (τιμές r από 0.56 έως 0.96)
- Υπέργειου και υπόγειου βάρους (τιμές r από 0.57 έως 0.80)
- Χλωρού και ξηρού βάρους με το ύψος του φυτού, στην όψιμη εποχή σποράς κυρίως (τιμές r από 0.51 έως 0.91)
- Του ύψους σε ένα στάδιο ανάπτυξης του φυτού, με το ύψος στα επόμενα στάδια (τιμές r από 0.53 έως 0.85)

Ως μη αναμενόμενο αποτέλεσμα μπορεί να χαρακτηριστεί το ότι δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση σε ότι αφορά το βάρος του φυτού στα διάφορα στάδια ανάπτυξης, (Πιν. 17, 18, 19).

Όσον αφορά την απόδοση παρατηρήθηκε συσχέτιση αυτής με:

- Το ύψος των φυτών, στην κανονική και όψιμη εποχή σποράς (τιμές r από 0.56 έως 0.91)
- Το ύψος έκφυσης του σπάρδικα (κάτι αντίθετο με τα αναγραφόμενα στη βιβλιογραφία, όπου το υψηλό ύψος σπάρδικα συνδυάζεται με αυξημένο ποσοστό πλαγιάσματος και μείωση της απόδοσης) (τιμές r από 0.51 έως 0.59)
- Την ποσότητα της χλωροφύλλης, στην κανονική εποχή σποράς (τιμές r από 0.81 έως 0.85)

Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση της απόδοσης με τον αριθμό σειρών σπόρων του σπάρδικα και το ποσοστό γεμίσματος αυτού.

Πρέπει να σχολιαστεί πως πολύ συχνά τα αποτελέσματα δεν επαναλήφθηκαν μεταξύ των εποχών σποράς, οπότε κάποιες υψηλές τιμές του συντελεστή συσχέτισης που παρατηρήθηκαν, πιθανόν να ήταν τυχαίες και να μην οφείλονταν σε αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταβλητών. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολη την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τις περιπτώσεις αυτές.

Πίνακας 17. Συντελεστές συσχέτισης (r) μεταξύ των χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν, κατά την πρόβλη εποχή σποράς

Χαρακτηριστικά	Χ.Β.Υπέργιο (V6)	Χ.Β.Υπέργιο (V12)	Χ.Β.Υπέργιο (R1)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Σειρές σπάδικα	Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα
Χ.Β.Υπέργιο (V6)	1,00										
Χ.Β.Υπέργιο (V12)	-0,57	1,00									
Χ.Β.Υπέργιο (R1)	0,18	0,41	1,00								
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,71	-0,32	0,10	1,00							
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	-0,39	0,65	0,44	-0,01	1,00						
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	-0,09	0,57	0,73	-0,08	0,80	1,00					
Ξ.Β.Υπέργιο (V6)	0,96	-0,52	0,05	0,80	-0,39	-0,20	1,00				
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,56	-0,22	0,07	0,95	0,10	-0,11	0,68	1,00			
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	-0,19	0,52	0,53	0,04	0,95	0,90	-0,24	0,09	1,00		
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	-0,09	0,56	0,68	-0,11	0,77	0,92	-0,21	-0,11	0,82	1,00	
Σειρές σπάδικα	-0,76	0,43	-0,27	-0,73	0,16	0,03	-0,72	-0,68	0,00	0,12	1,00
Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα	0,48	0,04	0,68	0,32	0,45	0,72	0,35	0,21	0,68	0,63	-0,44
Υψος (V3)	0,32	0,12	0,35	0,10	-0,32	-0,09	0,30	0,13	-0,35	0,09	-0,28
Υψος (V6)	0,91	-0,53	0,06	0,61	-0,42	-0,15	0,88	0,51	-0,27	-0,09	-0,74
Υψος (V12)	0,26	-0,21	0,00	0,23	-0,31	-0,23	0,19	0,19	-0,34	0,05	-0,23
Υψος (R1)	0,57	-0,31	0,13	0,32	-0,58	-0,31	0,51	0,25	-0,53	-0,17	-0,55
85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	0,91	-0,67	-0,14	0,71	-0,51	-0,37	0,94	0,61	-0,39	-0,27	-0,59
RWC	0,24	0,04	0,02	0,53	-0,15	-0,21	0,42	0,47	-0,18	-0,41	-0,16
SLA	0,00	-0,22	-0,19	-0,36	-0,31	0,03	-0,15	-0,55	-0,14	-0,11	-0,05
Χλωροφύλλη (V9)	0,07	0,19	0,16	0,46	0,36	0,07	0,20	0,67	0,26	0,05	-0,50
Χλωροφύλλη (R3)	0,45	0,29	0,41	0,70	0,37	0,35	0,51	0,73	0,37	0,42	-0,53
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,37	-0,40	-0,46	-0,11	-0,81	-0,51	0,34	-0,27	-0,71	-0,44	-0,03
Απόδοση	0,01	0,06	-0,05	0,32	0,12	0,12	0,02	0,15	0,13	0,11	0,14

Χαρακτηριστικά	Υψος (V3)	Υψος (V6)	Υψος (V12)	Υψος (R1)	85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	RWC	SLA	Χλωροφύλλη (V9)	Χλωροφύλλη (R3)	Υψος πρόσδεσης σπάδικα	Απόδοση
Υψος (V3)	1,00										
Υψος (V6)	0,53	1,00									
Υψος (V12)	0,63	0,44	1,00								
Υψος (R1)	0,85	0,74	0,79	1,00							
85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	0,33	0,90	0,39	0,58	1,00						
RWC	-0,10	0,00	-0,33	-0,10	0,22	1,00					
SLA	-0,16	0,05	0,05	0,12	-0,14	-0,35	1,00				
Χλωροφύλλη (V9)	0,26	0,24	-0,01	0,14	0,09	0,10	-0,49	1,00			
Χλωροφύλλη (R3)	0,47	0,52	0,34	0,38	0,39	0,18	-0,40	0,65	1,00		
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,32	0,48	0,35	0,54	0,46	-0,07	0,56	-0,46	-0,19	1,00	
Απόδοση	-0,29	-0,15	0,27	-0,11	0,03	0,32	0,11	-0,40	0,14	0,01	1,00

Πίνακας 18. Συντελεστές συσχέτισης (r) μεταξύ των χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν, κατά την κανονική ελοχή σποράς

Χαρακτηριστικά	Χ.Β.Υπέργειο (V6)	Χ.Β.Υπέργειο (V12)	Χ.Β.Υπέργειο (R1)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξ.Β.ΥΠΕΡΓΕΙΟ (V6)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Σειρές σπάδικα	Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα
Χ.Β.Υπέργειο (V6)	1,00														
Χ.Β.Υπέργειο (V12)	0,39	1,00													
Χ.Β.Υπέργειο (R1)	0,23	0,77	1,00												
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,90	0,23	0,25	1,00											
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	0,56	0,71	0,36	0,43	1,00										
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	-0,38	-0,23	0,38	-0,06	-0,43	1,00									
Ξ.Β.Υπέργειο (V6)	0,95	0,22	0,00	0,85	0,53	-0,49	1,00								
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,85	0,04	0,04	0,96	0,37	-0,12	0,87	1,00							
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	0,38	0,76	0,30	0,22	0,92	-0,53	0,35	0,17	1,00						
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	-0,22	-0,02	0,59	0,01	-0,34	0,92	-0,37	-0,08	-0,47	1,00					
Σειρές σπάδικα	-0,79	-0,35	-0,17	-0,55	-0,26	0,48	-0,76	-0,52	-0,21	0,22	1,00				
Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα	0,25	0,29	0,22	0,30	0,59	0,12	0,18	0,27	0,47	0,14	0,07	1,00			
Υψος (V3)	0,24	0,31	0,45	0,10	0,03	0,18	0,14	-0,06	-0,12	0,32	-0,34	-0,20	1,00		
Υψος (V6)	0,60	0,28	0,08	0,30	0,36	-0,41	0,62	0,30	0,26	-0,20	-0,82	0,17	-0,20	1,00	
Υψος (V12)	0,58	0,53	0,67	0,41	0,38	0,01	0,41	0,27	0,16	0,30	-0,60	0,19	0,30	-0,60	1,00
Υψος (R1)	0,57	0,63	0,71	0,38	0,29	-0,09	0,41	0,24	0,18	0,26	-0,73	-0,01	0,26	-0,73	-0,01
85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	0,42	0,55	0,29	0,17	0,61	-0,23	0,31	0,03	0,51	-0,16	-0,33	0,45	-0,16	-0,33	0,45
RWC	0,01	0,27	0,12	-0,13	0,32	-0,11	-0,14	-0,21	0,35	-0,21	0,10	0,21	-0,21	0,10	0,21
SLA	-0,40	-0,31	-0,37	-0,42	-0,01	0,05	-0,23	-0,29	-0,02	0,01	0,29	0,46	-0,02	0,29	0,46
Χλωροφύλλη (V9)	0,56	0,57	0,71	0,43	0,14	0,08	0,33	0,23	0,01	0,35	-0,61	-0,06	0,01	-0,61	-0,06
Χλωροφύλλη (R3)	0,56	0,50	0,61	0,47	0,52	0,18	0,39	0,33	0,29	0,34	-0,41	0,59	0,29	-0,41	0,59
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,20	0,08	0,15	-0,02	-0,24	0,02	0,11	-0,14	-0,34	0,16	-0,46	-0,29	0,16	-0,46	-0,29
Απόδοση	0,58	0,53	0,67	0,41	0,38	0,01	0,41	0,27	0,16	0,30	-0,60	0,19	0,30	-0,60	0,19

Χαρακτηριστικά	Υψος (V3)	Υψος (V6)	Υψος (V12)	Υψος (R1)	85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	RWC	SLA	Χλωροφύλλη (V9)	Χλωροφύλλη (R3)	Υψος πρόσδεσης σπάδικα	Απόδοση
Υψος (V3)	1,00										
Υψος (V6)	0,48	1,00									
Υψος (V12)	0,56	0,59	1,00								
Υψος (R1)	0,54	0,57	0,91	1,00							
85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	0,58	0,64	0,51	0,33	1,00						
RWC	0,08	0,06	0,22	-0,03	0,57	1,00					
SLA	-0,27	0,14	-0,30	-0,38	0,03	-0,25	1,00				
Χλωροφύλλη (V9)	0,67	0,41	0,85	0,89	0,40	0,10	-0,58	1,00			
Χλωροφύλλη (R3)	0,54	0,61	0,81	0,61	0,76	0,38	-0,05	0,63	1,00		
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,85	0,56	0,51	0,48	0,52	0,13	-0,20	0,65	0,41	1,00	
Απόδοση	0,56	0,59	1,00	0,91	0,51	0,22	-0,30	0,85	0,81	0,51	1,00

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων του πειράματος προέκυψε ότι από τους τρεις παράγοντες που μελετήθηκαν (υβρίδιο, πυκνότητα σποράς και εποχή σποράς) τη μεγαλύτερη επίδραση στα χαρακτηριστικά των μετρήσεων είχε ο γενότυπος του κάθε υβριδίου. Η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικά τα μετρούμενα χαρακτηριστικά εκτός από τρεις περιπτώσεις. Οι περιπτώσεις αυτές αφορούσαν το υπέργειο χλωρό βάρος, την απόδοση και τη χλωροφύλλη. Η απόδοση επηρεάστηκε θετικά από την αύξηση της πυκνότητας σποράς, ενώ η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη, αρνητικά. Και στις δύο περιπτώσεις δεν επηρεάστηκαν όλοι οι γενότυποι αλλά κάποιοι συγκεκριμένοι, δηλαδή τα υβρίδια Β και Γ ως προς την απόδοση και το υβρίδιο Ε κατά τη μέτρηση του spad. Η περαιτέρω μελέτη της επίδρασης της πυκνότητας σποράς, πέρα από το αν οι παρατηρούμενες διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές ή όχι, έδειξε μια τάση σύμφωνα με την οποία η υψηλή πυκνότητα σποράς επηρεάζει αρνητικά το σύνολο σχεδόν των μετρούμενων χαρακτηριστικών. Χαρακτηριστικά που δεν επηρεάστηκαν αρνητικά ήταν το ύψος των φυτών, όπου δεν παρουσιάστηκε κάποια συγκεκριμένη τάση και ο αριθμός σειρών του σπάδικα καθώς και το ποσοστού γεμίσματος αυτού, χαρακτηριστικά που ελέγχονται κυρίως από το γενότυπο του φυτού. Παρόλα αυτά όμως οι υψηλότερες αποδόσεις σε όλα τα υβρίδια πλην του Ε, προέκυψαν όταν καλλιεργήθηκαν σε πυκνή σπορά, γεγονός που δείχνει πως ο αυξημένος αριθμός φυτών ανά μονάδα επιφάνειας υπερκάλυψε την αρνητική επίδραση στα επιμέρους χαρακτηριστικά των φυτών. Το υβρίδιο Ε ήταν το μόνο που έδωσε μεγαλύτερες αποδόσεις όταν καλλιεργήθηκε σε κανονική πυκνότητα σποράς, σε όλες τις εποχές σποράς. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι είναι παλαιότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα υβρίδια και στο ότι δεν είναι ορθόφυλλο, με αποτέλεσμα στην υψηλή πυκνότητα σποράς να περιορίζεται η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στα κατώτερα στρώματα της φυτοστοιβάδας. Επίσης μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική προέλευσή του (διαφορετική εταιρία) οπότε είναι πολύ πιθανόν η γενετική του βάση να είναι αρκετά διαφορετική από των υπολοίπων που είναι όλα προϊόντα μιας εταιρίας, με πιθανή συνέπεια την γενετική τους συγγένεια.

Το υβρίδιο Ε έδωσε την υψηλότερη απόδοση του πειράματος, καλλιεργούμενο στην κανονική πυκνότητα σποράς, τη στιγμή που τα υπόλοιπα υβρίδια για να πετύχουν παρόμοιες αποδόσεις χρειάστηκαν αυξημένο αριθμό φυτών ανά εκτάριο. Το γεγονός

αυτό προκαλεί ερωτηματικά για τη ανταγωνιστικότητα των υβριδίων αυτών σε κανονικές πυκνότητες σποράς, καθώς και για το βελτιωτικό προσανατολισμό των σύγχρονων ποικιλιών. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι οι διαφορές αυτές που παρατηρήθηκαν, όσο και αν κάνουν εντύπωση, στατιστικά δεν ήταν σημαντικές. Υψηλές αποδόσεις έδωσε και το υβρίδιο Β που μαζί με το Ε κατείχαν τις δύο πρώτες θέσεις στην σειρά απόδοσης, τόσο στην πρώιμη όσο και στην κανονική εποχή σποράς. Στην όψιμη σπορά η κατάσταση ανατρέπεται και τα υβρίδια που ξεχώρισαν ήταν τα Α και Δ. Πρέπει επίσης να γίνει αναφορά και στο υβρίδιο Γ, το οποίο έδωσε την τρίτη καλύτερη απόδοση σε όλες τις εποχές σποράς και ξεχώρισε με τη σταθερότητά του.

Σε ότι αφορά τις υπόλοιπες μετρήσεις, οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που παρατηρήθηκαν αφορούσαν διαφορές μεταξύ γενοτύπων. Δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ όλων των γενοτύπων αλλά συνήθως μεταξύ των καλύτερων και των χειρότερων σε κάθε μέτρηση. Πάντως τα υβρίδια Β και Γ ξεχώρισαν σε αρκετές μετρήσεις, ενώ το υβρίδιο Ε ξεχώρισε και στην ταχύτητα κάλυψης των θέσεων σποράς, παρουσιάζοντας τη μεγαλύτερη ρώμη από όλα τα υβρίδια που δοκιμάστηκαν.

Ένα ακόμη συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη των αποτελεσμάτων των μετρήσεων βιομάζας, είναι το ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών είναι περισσότερο έντονος στην υψηλή πυκνότητα σποράς. Επίσης πρέπει να σχολιαστεί ότι ο ανταγωνισμός στο υπόγειο τμήμα των φυτών είναι πιο έντονος από ότι στο υπέργειο. Σε ότι αφορά τη σχέση μεταξύ ανταγωνισμού και σταδίου ανάπτυξης των φυτών, ο ανταγωνισμός αυξάνεται όσο αναπτύσσονται τα φυτά και είναι ιδιαίτερα έντονος από το στάδιο των 12 φύλλων (V12) και μετά.

Όσον αφορά την επίδραση της εποχής σποράς, επηρέασε αρκετά χαρακτηριστικά και κάποιες φορές τα αποτελέσματα διέφεραν μεταξύ των δύο πυκνοτήτων σποράς. Την καλύτερη και πιο ισορροπημένη συνολικά εικόνα έδειξε η κανονική σπορά, που έδωσε και τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε κάθε περίπτωση. Η πρώιμη σπορά δεν έδωσε ικανοποιητική εικόνα, καθώς υστερούσε της κανονικής σποράς σε πολλές μετρήσεις. Πιθανότατα αυτό συνέβη γιατί η σπορά δεν έγινε κάτω από ιδανικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να προκληθεί ελαφρά συμπίεση του εδάφους, που είχε ως αποτέλεσμα (σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν) το αργό και ανομοιόμορφο φύτερωμα, και γενικότερα την υποβολή των φυτών σε συνθήκες καταπόνησης που άργησαν να τις ξεπεράσουν.

Το γεγονός αυτό όμως (οι συνθήκες καταπόνησης στις οποίες υποβλήθηκαν τα φυτά) έδωσε την ευκαιρία σε κάποιους γενότυπους να ξεχωρίσουν, κάτι που δεν έγινε

κατά τη κανονική σπορά όπου οι συνθήκες ήταν ευνοϊκότερες. Το ίδιο συνέβη και κατά την όψιμη σπορά, όπου και πάλι παρουσιάστηκαν περισσότερες διαφορές μεταξύ των γενοτύπων σε σχέση με την κανονική σπορά.

Η όψιμη σπορά έδωσε καλά δείγματα σε κάποιες μετρήσεις και υπερτερούσε των άλλων δύο κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών, καθώς τα νερά φυτά αναπτύσσονταν κάτω από ευνοϊκές συνθήκες (θερμοκρασίας κυρίως). Στα επόμενα στάδια όμως υστέρησε σε σχέση με αυτές, με συνέπεια τις μικρότερες αποδόσεις. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι καθώς εξελίσσεται η καλλιέργεια, η πρώιμη και η κανονική σπορά εκμεταλλεύονται καλύτερα τους πόρους ενέργειας, υγρασίας και θερμοκρασίας και υπερκαλύπτουν τη διαφορά.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1 Ελληνική βιβλιογραφία

1. Pioneer Hi-Bred Hellas. 2003. Καλαμπόκι: καλλιέργεια - χρήσιμες συμβουλές διαχείρισης - αντιμετώπιση προβλημάτων. Pioneer Hi-Bred Hellas A.E.
2. Μήτσιος, Ι. Κ., Μ. Γ. Τούλιος, Αθ. Χαρούλης, Φ. Γάτσιος, Στ. Φλωράς. 2000. Εδαφολογική μελέτη κ' εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα, σελ. 38.

7.2 Ξένη βιβλιογραφία

1. Andrade, F., A. G. Cirilo, S. A. Uhart, and M. E. Otegui. 1996. *Ecofisiologia del Cultivo de Maiz*. Editorial la Barrosa y Dekalb Press, 292 pp. Buenos Aires.
2. Andrade, F., H., A. G. Cirilo, and L. Echarte. 2000a. Factors affecting kernel number in maize. In M. E. Otegui and G. A. Slafer (eds.), *Physiological Bases for Maize Improvement*. Food Products Press, Haworth Press, Binghampton, NY, pp 59-74.
3. Andrade, F., H., M. E. Otegui, and C. Vega. 2000b . Intecepted radiation at flowering and kernel number in maize. *Agron. J.* **92**: 92-97.
4. Bavec, F., and M. Bavec. 2001. Effects of plant population on leaf area index, cob characteristics and grain yield of early maturing maize cultivars (FAO 100-400). *European Journal of Agronomy* **16**: 151-159.
5. Berg, R., D. DuBois, B. Jurgensen, R. Stevens, and G. Williamson. 2001. Date of planting corn. *SW South Dakota Experiment Farm Progress Report* **41**: 37-42.
6. Blackmer, T. M., and J.S. Schepers. 1995. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *J. Prod. Agric.* **8**: 56-60.
7. Bolanos, J., and G. O. Edmeades. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize: II. Response in reproductive behaviour. *Field Crops Res.* **31**: 253-268.
8. Borrás, L., G. A. Maddoni, and M. E. Otegui. 2003. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Res.* **82**: 13-26.
9. Bullock, D. G., R. L. Nielsen, and W. E. Nyquist. 1988. A growth analysis of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* **28**: 254-258.

10. Carter, P. R., and O. B. Hesterman. 1990. Handling corn damaged by autumn frost. NCH-57. Purdue Univ. Coop. Ext. Serv., West Lafayette, IN.
11. Cirilo A. G., and F. H. Andrade. 1994. Sowing date and maize productivity: I. Crop growth and dry matter partitioning. *Crop Sci.* **34**: 1039-1043.
12. Cox, W. J. 1997. Corn silage and grain yield responses to plant densities. *J. Prod. Agric.* **10**: 405-410.
13. Echarte. L., S. Luque, F.H. Andrade, V.O. Sadras, A. Cirilo, M.E. Otegui, and C.R.C. Vega. 2000. Response of maize kernel number to plant density in Argentinean hybrids released between 1965 and 1993. *Field Crops Res.***68**:1-8.
14. Francis, C. A., S. R. Temple, C. A. Flor, and C. O. Grogan. 1978. Effects of competition on yield and dry matter distribution in maize. *Field Crops Res.***1**: 51-63
15. Gardner, B. R., R. B.Pearce, and R. L. Mitcell. 1985. *Physiology of Crop Plants.* Iowa State University Press, Ames, IA. 327 pp.
16. Gerakis, P. A. and D. Papakosta-Tasopoulou. 1980. Effects of dense planting and artificial shading on five maize hybrids. *Agric. Meteor.* **21**: 129-137.
17. Hall, R. G., and K. K. Kirby. 2001. Corn date of planting at Brookings. Northeast Research Station Annual Progress Report. *Plant Science Pamphlet* **5**: 27-28.
18. Hall, A. J., F. Vilella, N. Trápani, and C. Chimenti. 1982. The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen-shedding in maize. *Field Crops Res.* **5**: 349-363.
19. Hashemi, A. M., Stephen J. H., and D. H. Putnam. 2005. Yield Response of Corn to Crowding Stress. *Agron. J.* **97**: 839-846.
20. Hébert, Y., E. Guingo, and O. Loudet. 2001. The response of root/shoot partitioning and root morphology to light reduction in maize genotypes. *Crop Sci.* **41**: 363-371.
21. Hicks, D. R., and Thomison P. R. 2004. Corn Management. In C. Wayne Smith, Javier Betrán, E.C.A. Runge (eds), *Corn: Origin, History, Technology, and Production.* John Wiley & sons Inc, New Jersey, pp. 481-522.
22. Imholte, A. A., and P. R. Carter, 1987. Planting date and tillage effects on corn following corn. *Agron. J.* **79**, 746-751.
23. Kasper, T. C., T. M. Crosbie, R. M. Cruse, D. C. Erbach, D. R. Thomons, and K. N. Potter. 1987. Growth and productivity of four corn hybrids as affected by tillage. *Agron. J.* **79**: 477-481.

24. Lauer, J. G., P. R. Carter, T. M. Wood, G. Diezel, D. W. Wiersma, R. E. Rand, and M. J. Mlynarek. 1999. Corn Hybrid response to planting date in the Northern corn Belt. *Agron. J.* **91**: 834-839.
25. Lauer, J. G. and M. Rankin. 2004. Corn Response to Within Row Plant Spacing Variation. *Agron. J.* **96**: 1464-1468.
26. Maddoni, G. A., M. E. Otegui, and A.G. Cirilo. 2001. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crops Res.* **71**: 183-193.
27. Marton, L. C., Szundy, T., and Nagy, E. 1997. A kukorica (*Zea mays L.*) fiatalkori hidegtűrésének értékelése hőmérsékleti gradiens kamrában. *Növénytermelés*: 549-557.
28. Modarres, A. M., R. I. Hamilton, M. Dijak, L. M. Dwyer, D. W. Stewart, D. E. Mather and D. L. Smith. 1998. Plant population density effects on maize inbred lines grown in short-season environments. *Crop Sci.* **38**: 104-108.
29. Nielsen, R. L., P.R. Thomison, G. A. Brown, A. L. Halter, J. Wells, and K. L. Wuethrich. 2002. Delayed Planting Effects on Flowering and Grain Maturation of Dent Corn. *Agron. J.* **94**: 549-558.
30. Nafziger, E. D. 1994. Corn planting date and plant population. *J. Prod. Agric.* **7**: 59-62.
31. Norwood, C. A., 2001a. Dryland corn in Western Kansas: effects of hybrid maturity, planting date, and plant population. *Agron. J.* **93**: 540-547.
32. Norwood, C. A. 2001b. Planting Date, Hybrid Maturity, and Plant Population Effects on Soil Water Depletion, Water Use, and Yield of Dryland Corn. *Agron J.* **93**: 1034-1042.
33. Nowatzki, T.M., J. J. Tollefson, and T. B. Bailey. 2002. Effects of row spacing and plant density on corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence and damage potential to corn. *J. Econ. Entomol.* **95**: 570-7.
34. Otegui, M. E., F. H. Andrade, and E.E. Suero. 1995a. Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. *Field Crops Res.* **40**: 87-94.
35. Otegui, M. E., M. G. Nicolini, R. A. Ruiz, and P. A. Dodds. 1995b. Sowing date effects on grain yield components of different maize genotypes. *Agon. J.* **87**: 29-33.
36. Pearce, R. B., R. H. Brown, and R. E. Blaser. 1965. Relationship between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchard grass. *Crop Sci.* **5**: 553-556.

37. Peixoto, C.M., P.R.F. Silva, F. Rezer, R. Carmona, 1997. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e da adubação. *Pesq. Agrop. Gau.* **3**: 63–71.
38. Ritchie, J. T., and D.S. NeSmith. 1991. Temperature and crop development. In J. Hanks and J. T. Ritchie (eds), *Modeling Plant and Soil Systems*. Agron. Monog. 31. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, pp. 5-29.
39. Sangoi, L., M.A. Gracietti, C. Rampazzo, and P. Bianchetti. 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. *Field Crops Res.* **79**: 39–51.
40. Sinclair, T. R., J. M. Bennett, and R. C. Muchow. 1990. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field-grown maize. *Crop Sci.* **30**: 690-693.
41. Singer, J. W., R. W. Taylor, and W. J. Bamka. 2003. Corn Yield Response of *Bt* and Near-Isolines to Plant Density. Online. *Crop Management* doi: 10.1094/CM-2003-0829-01-RS.
42. Thomison, P. R., and Jordan, D. M. 1995. Plant population effects on corn hybrids differing in ear growth habit and prolificacy. *J. Prod. Agric.* **8**: 394-400.
43. Tokatlidis, I.S., and S.D. Koutroubas. 2003. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Res.* **88**: 103–114.
44. Turgut, I., A. Duman, U. Bilgili, and E. Acikgoz. 2005. Alternate Row Spacing and Plant Density Effects on Forage and Dry Matter Yield of Corn Hybrids (*Zea mays* L.). *J. Agron. Crop Sci.* **191**: 146-151.
45. Upadhyaya, H. D. 2005. Variability for Drought Resistance Related Traits in the Mini Core Collection of Peanut. *Crop Sci.* **45**: 1432-1440
46. Uribelarrea M., J. Cárcova, M. E. Otegui, and M. E. Westgate. 2002. Pollen Production, Pollination Dynamics, and Kernel Set in Maize. *Crop Sci.* **42**: 1910–1918.
47. Vega, C. R. C., V. O. Sadras, F. H. Andrade, and S. A. Uhart. 2000. Reproductive allometry in soybean, maize and sunflower. *Ann. Bot. (London)* **85**: 461-468.
48. Westgate, M. E., F. Forcella, D. C. Reicosky, and J. Somsen. 1997. Rapid canopy closure for maize production in the northern US corn belt: radiation-use efficiency and grain yield. *Field Crops Res.* **49**: 249-258.

49. Westgate, M. E., M. E. Otegui, and F. H. Andrade. 2004. Physiology of the corn plant. In C. Wayne Smith, Javier Betrán, E.C.A. Runge (eds), *Corn: Origin, History, Technology, and Production*. John Wiley & sons Inc, New Jersey, pp. 235-271.
50. Widdicombe, W. D., and K. D. Thelen. 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the northern corn belt. *Agron. J.* **94**: 1020-1023.
51. Williams, W.A., R.S. Loomis, W.G. Duncan, A. Dovert, and F. Nunez. 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain of corn. *Crop Sci.* **8**:303-308.

7.3 Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

1. www.aces.uiuc.edu/news/stories/news895.html
2. www.ag.iastate.edu/farms/2000reports/n/RowWidthandPlantDensity.pdf
3. www.ag.iastate.edu/farms/2001reports/ne/PlantingDateEffects.pdf
4. www.agnews.tamu.edu/dailynews/stories/SOIL/Mar2201b.htm
5. www.ag.uiuc.edu/cespubs/pest/articles/v988q.html
6. www.corn.agronomy.wisc.edu/wcm/2005/w165.htm
7. <http://crops.confex.com/crops/2005am/techprogram/P6168.HTM>
8. www.date.hu/acta-agraria/2002-08i/zsubori.pdf
9. www.date.hu/acta-agraria/2003-11i/racz.pdf
10. http://www.esa.confex.com/esa/2002/techprogram/paper_7547.htm
11. www.google.com/search?q=cache:T7Zchh-_ujIJ:www.beckshybrids.com/prac_research/2001/planting.pdf+allintitle:+planting+date+corn&hl=el
12. www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2002/4-29-2002/plantdate.html
13. www.minnesotaagconnection.com/story-state.cfm?Id=345&yr=2003
14. www.ncteaching.iastate.edu/farms/2000reports/n/StarterFertilizer,Row%20Width.pdf
15. www.ncteaching.iastate.edu/farms/02reports/ne/CornRowSpacing.pdf
16. www.ohioline.osu.edu/b472/corn.html
17. www.teachageds.iastate.edu/farms/2000reports/ne/PlantingDateandHybridMa.pdf

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Αγρονομικά χαρακτηριστικά ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς στην πρόφιμη σπορά

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Χλωρό βάρος υπέργειο						Χλωρό βάρος υπόγειο						Ξηρό βάρος υπέργειο		Ξηρό βάρος υπόγειο				Σειρές σπάδικα		Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα						
	V6			V12			R1			V6			V12			R1		V6		V12		R1		V6		%	
	g	kg	g	kg	g	kg	g	kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
A1	20,63	0,47	0,75	5,18	91,48	126,04	3,23	1,12	28,97	38,83	16	88,0															
B1	18,33	0,47	0,84	3,93	101,65	149,36	2,80	0,77	36,01	34,54	16	94,3															
Γ1	23,40	0,38	0,83	6,73	88,86	111,63	3,72	1,60	29,20	29,45	14	93,1															
Δ1	19,30	0,42	0,64	4,44	59,07	58,23	3,09	1,03	14,32	17,19	16	80,7															
E1	16,42	0,51	0,85	5,68	114,60	124,97	2,68	1,37	34,32	32,86	16	85,7															
A2	23,33	0,42	0,86	6,42	58,33	97,85	3,67	1,32	17,96	22,39	14	88,0															
B2	21,91	0,38	0,70	6,02	74,68	100,19	3,43	1,20	24,28	26,31	16	91,2															
Γ2	22,01	0,39	0,60	6,86	85,64	92,24	3,51	1,56	28,60	22,51	14	90,8															
Δ2	17,59	0,38	0,54	4,33	67,27	75,51	2,74	0,91	18,30	19,45	16	76,7															
E2	19,87	0,44	0,54	6,08	76,62	79,63	3,43	1,38	20,89	17,25	16	79,2															
LSD_{0,05}	NS	NS	NS	1,67	NS	40,18	NS	0,49	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	6,9	
CV %	17	12	22	18	26	23	15	23	36	36	7	5	36	36	7	5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	5

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ύψος						85% Κάλυψη των θέσεων σποράς		RWC		SLA		Χλωροφύλλη		Ύψος πρόσδεσης σπάδικα		Απόδοση	
	V6			V12			R1		%		cm ² /g		Spad		cm		kg/ha	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
A1	17,5	49,7	103,6	253,5	29	85,2	203,94	51,8	59,8	14095								
B1	15,8	41,8	80,2	226,4	23	87,1	214,43	51,0	50,2	13177								
Γ1	16,9	52,5	93,0	248,6	31	87,5	192,60	55,0	58,2	12463								
Δ1	17,0	44,4	93,1	247,5	27	88,3	197,97	51,5	49,4	12571								
E1	16,4	39,0	94,1	234,5	23	89,3	191,24	53,9	57,3	14643								
A2	17,7	51,7	100,5	266,3	30	90,4	211,52	52,0	57,6	14197								
B2	15,7	45,7	93,7	236,3	30	89,7	203,21	48,4	50,6	15506								
Γ2	15,9	49,0	94,7	243,6	29	88,3	209,39	53,4	57,5	14370								
Δ2	16,3	44,5	98,8	246,0	26	85,0	216,28	51,1	47,2	13708								
E2	16,3	46,5	86,0	235,8	29	91,6	198,49	53,3	55,2	13904								
LSD_{0,05}	1,2	7,4	NS	NS	5	3,0	NS	NS	7,4	NS	NS	NS	NS	12,2	8	NS	NS	
CV %	4	9	9	6	11	2	7	5	8	8	8	8	8	8	8	11	11	

Πίνακας 2. Αγρονομικά χαρακτηριστικά ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς στην κανονική σπορά

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Χλωρό βάρος υπέργειο			Χλωρό βάρος υπογέιο			Ξηρό βάρος υπέργειο			Ξηρό βάρος υπογέιο			Σειρές σπάρδια	Ποσοστό γεμίσματος σπάρδια
	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12	R1		
	g	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g		
Α1	40,12	0,58	0,94	6,30	68,89	97,44	5,33	1,11	12,49	22,69	16	91,6		
Β1	35,26	0,50	0,75	6,45	62,21	102,50	4,90	1,22	12,35	21,03	18	96,5		
Γ1	49,99	0,51	0,74	8,16	63,97	83,50	7,42	1,52	11,42	18,69	14	95,4		
Δ1	37,54	0,57	0,76	5,54	65,23	73,63	4,95	1,00	14,42	15,05	16	88,2		
Ε1	41,59	0,54	0,91	7,39	54,79	108,97	5,09	1,31	10,47	24,14	16	90,3		
Α2	37,21	0,49	0,73	5,74	50,91	97,41	4,83	1,02	9,39	20,55	16	89,9		
Β2	33,42	0,43	0,68	5,52	56,28	96,90	4,35	1,08	10,24	19,75	18	94,3		
Γ2	44,77	0,54	0,78	6,95	68,75	85,52	6,53	1,34	13,76	18,49	14	93,3		
Δ2	31,35	0,46	0,75	5,08	40,03	100,08	4,07	0,98	7,89	22,84	16	84,8		
Ε2	40,24	0,44	0,67	6,75	51,60	88,08	6,02	1,31	9,37	17,57	16	80,0		
LSD _{0,05}	10,62	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	4,4		
CV %	16	18	15	18	21	18	24	18	22	23	4	3		

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ύψος			85% Κάλυψη των θέσεων σποράς		RWC	SLA	Χλωροφύλλη		Ύψος πρόσδεσης σπάρδια	Απόδοση
	V3	V6	V12	R1	R1			R3			
	cm	cm	cm	cm	cm ² /g			Spad	cm		
Α1	18,7	58,6	123,6	298,6	16	91,6	207,02	60,3	106,3	15418	
Β1	16,8	50,1	89,7	250,4	14	90,2	223,18	50,2	91,2	16110	
Γ1	17,2	61,6	115,0	287,0	15	90,1	209,17	58,8	103,6	16562	
Δ1	16,8	53,6	100,4	272,1	15	93,0	200,49	55,1	98,6	14114	
Ε1	17,5	50,9	113,4	285,1	14	92,7	183,04	60,7	101,9	18660	
Α2	18,8	60,5	107,0	270,0	17	93,0	211,50	57,6	117,0	17648	
Β2	16,3	51,5	103,2	256,7	14	93,5	219,73	51,1	95,4	18301	
Γ2	17,5	66,5	113,1	284,9	16	92,7	212,25	55,6	101,9	18254	
Δ2	17,1	54,7	101,7	277,7	12	89,1	218,69	55,0	103,2	16386	
Ε2	17,6	53,7	98,7	265,1	13	90,7	193,32	54,0	102,5	15745	
LSD _{0,05}	1,2	6,4	13,8	NS	NS	NS	NS	4,6	11,5	NS	
CV %	4	7	8	5	20	3	8	5	7	12	

Πίνακας 3. Αγρονομικά χαρακτηριστικά ανά υβρίδιο και πυκνότητα σποράς στην όψιμη σπορά

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Χλωρό βάρος υπέργειο			Χλωρό βάρος υπόγειο			Ξηρό βάρος υπέργειο			Ξηρό βάρος υπόγειο			Ξηρό βάρος σπάρια			Ποσοστό γεμίσματος σπάρια
	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12	R1	V6	V12	R1	
	g	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	
A1	79,22	0,58	0,97	9,15	64,03	94,86	9,77	12,04	23,43	1,51	16	16	1,51	12,04	23,43	88,1
B1	57,35	0,60	0,88	8,24	78,75	102,11	6,57	16,10	25,34	1,48	18	18	1,48	16,10	25,34	94,9
Γ1	85,62	0,58	1,00	11,53	59,69	121,56	10,98	10,83	28,72	2,12	14	14	2,12	10,83	28,72	95,6
Δ1	64,93	0,55	0,88	7,00	44,44	74,96	9,72	8,95	10,51	1,21	16	16	1,21	8,95	10,51	90,0
E1	53,99	0,57	0,82	8,21	58,54	79,91	7,29	11,59	17,69	1,48	16	16	1,48	11,59	17,69	83,9
A2	75,47	0,55	0,67	8,67	55,93	69,10	7,64	10,82	16,70	1,57	16	16	1,57	10,82	16,70	84,9
B2	60,75	0,48	0,66	7,67	48,44	86,55	6,81	8,98	19,51	1,31	18	18	1,31	8,98	19,51	97,8
Γ2	87,46	0,44	0,75	9,55	42,41	74,25	11,17	7,68	14,82	2,06	14	14	2,06	7,68	14,82	94,8
Δ2	65,25	0,48	0,71	6,73	43,02	67,41	9,26	8,11	14,67	1,29	16	16	1,29	8,11	14,67	87,2
E2	60,64	0,44	0,70	9,82	48,54	78,23	8,33	9,20	17,91	1,78	16	16	1,78	9,20	17,91	77,3
LSD	21,19	NS	NS	NS	21,45	NS	NS	NS	NS	NS	1	NS	NS	NS	NS	3,3
CV %	18	14	21	28	23	23	24	30	28	27	4	28	30	28	4	2

Υβρίδιο και πυκνότητα σποράς	Ύψος			85% Κάλυψη των θέσεων σποράς		RWC	SLA	ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ		Ύψος πρόσδεσης σπάρια	Απόδοση
	V3	V6	V12	R1	R3						
	cm	cm	cm	cm	Spad	R1	R3	cm	cm	kg/ha	
A1	21,3	75,1	117,5	305,2	22	91,6	186,81	54,9	62,3	110,8	13613
B1	18,7	63,1	100,1	278,0	22	92,3	204,21	51,4	57,6	92,7	12186
Γ1	20,2	79,9	115,0	302,9	24	90,1	187,41	53,9	59,0	107,2	12091
Δ1	21,4	69,8	112,8	304,1	20	95,1	181,09	55,1	56,3	109,2	13925
E1	19,4	70,6	112,7	284,1	18	96,0	186,18	53,7	52,9	99,3	12339
A2	21,0	76,3	115,0	305,9	21	92,4	194,91	51,6	62,7	116,8	16627
B2	19,3	64,2	97,8	268,8	24	92,9	217,46	47,4	54,8	97,7	14285
Γ2	21,5	85,6	113,3	313,2	20	91,2	203,14	54,2	55,8	109,7	15094
Δ2	20,4	69,7	113,0	298,5	22	94,6	212,59	55,5	56,2	105,3	15464
E2	19,3	71,1	107,3	276,1	19	92,0	182,38	51,2	55,4	107,1	12976
LSD	1,8	8,4	NS	18,6	NS	3,4	NS	4,0	5,6	11,1	2133
CV %	5	7	8	4	20	2	10	4	6	6	9

Πίνακας 4. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό της απόδοσης, στην όψιμη σπορά

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

EPEMBASH	9	630830.70	70092.300	4.53	0.0031
EPANALHPSH	2	562920.20	281460.100	18.20	0.0000
Error	18	278369.80	15464.989		
Non-additivity	1	16668.67	16668.673	1.08	
Residual	17	261701.13	15394.184		

Total	29	1472120.70			

Grand Mean=	1386.100	Grand Sum=	41583.000	Total Count=	30
Coefficient of Variation=			8.97%		

Πίνακας 5. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό της χλωροφύλλης στο στάδιο R3, στην όψιμη σπορά

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

EPEMBASEIS	9	273.30	30.367	2.86	0.0277
EPANALHPSEIS	2	56.17	28.087	2.64	0.0986
Error	18	191.35	10.631		
Non-additivity	1	7.60	7.596	0.70	
Residual	17	183.76	10.809		

Total	29	520.83			

Grand Mean=	57.290	Grand Sum=	1718.700	Total Count=	30
Coefficient of Variation=			5.69%		

Πίνακας 7. Συντελεστές προσδιορισμού (r²) μεταξύ των χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν, κατά την κανονική ελογή σποράς

Χαρακτηριστικά	Χ.Β.Υπέρναιο (V6)	Χ.Β.Υπέρναιο (V12)	Χ.Β.Υπέρναιο (R1)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξ.Β.Υπέρναιο (V6)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξερές σπάδικα	Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα
Χ.Β.Υπέρναιο (V6)	1,00												
Χ.Β.Υπέρναιο (V12)	0,16	1,00											
Χ.Β.Υπέρναιο (R1)	0,05	0,59	1,00										
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,82	0,05	0,06	1,00									
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	0,32	0,50	0,13	0,18	1,00								
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	0,15	0,05	0,14	0,00	0,18	1,00							
Ξ.Β.Υπέρναιο (V6)	0,90	0,05	0,00	0,73	0,24	0,28	1,00						
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,73	0,00	0,00	0,93	0,01	0,14	0,01	1,00					
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	0,15	0,58	0,09	0,05	0,28	0,85	0,03	0,03	1,00				
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	0,05	0,00	0,35	0,00	0,12	0,12	0,85	0,14	0,01	1,00			
Ξερές σπάδικα	0,62	0,13	0,03	0,30	0,23	0,07	0,23	0,58	0,27	0,04	0,05	1,00	
Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα	0,06	0,08	0,05	0,09	0,02	0,35	0,02	0,03	0,07	0,22	0,02	0,00	1,00
Υψος (V3)	0,06	0,10	0,21	0,01	0,03	0,00	0,03	0,02	0,00	0,02	0,10	0,11	0,04
Υψος (V6)	0,37	0,08	0,01	0,09	0,17	0,13	0,17	0,39	0,09	0,07	0,04	0,67	0,03
Υψος (V12)	0,34	0,28	0,45	0,16	0,14	0,14	0,00	0,17	0,07	0,02	0,09	0,36	0,04
Υψος (R1)	0,32	0,39	0,51	0,14	0,09	0,09	0,01	0,17	0,06	0,03	0,07	0,53	0,00
85% Κάλυψη των βέσεων σποράς	0,17	0,30	0,08	0,03	0,03	0,37	0,05	0,10	0,00	0,26	0,03	0,11	0,20
RWC	0,00	0,07	0,02	0,02	0,01	0,10	0,01	0,02	0,04	0,13	0,05	0,01	0,04
SLA	0,16	0,10	0,14	0,17	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,00	0,00	0,08	0,22
Χλωροφύλλη (V9)	0,31	0,32	0,51	0,19	0,02	0,02	0,01	0,11	0,05	0,00	0,12	0,37	0,00
Χλωροφύλλη (R3)	0,31	0,25	0,37	0,22	0,27	0,27	0,03	0,15	0,11	0,09	0,12	0,17	0,35
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,04	0,01	0,02	0,00	0,06	0,06	0,00	0,01	0,02	0,11	0,02	0,21	0,08
Απόδοση	0,34	0,28	0,45	0,16	0,14	0,14	0,00	0,17	0,07	0,02	0,09	0,36	0,04

Χαρακτηριστικά	Υψος (V3)	Υψος (V6)	Υψος (V12)	Υψος (R1)	85% Κάλυψη των βέσεων σποράς	RWC	SLA	Χλωροφύλλη (V9)	Χλωροφύλλη (R3)	Υψος πρόσδεσης σπάδικα	Απόδοση
Υψος (V3)	1,00										
Υψος (V6)	0,23	1,00									
Υψος (V12)	0,32	0,35	1,00								
Υψος (R1)	0,29	0,33	0,83	1,00							
85% Κάλυψη των βέσεων σποράς	0,33	0,41	0,26	0,11	1,00						
RWC	0,01	0,00	0,05	0,00	0,32	1,00					
SLA	0,07	0,02	0,09	0,14	0,00	0,06	1,00				
Χλωροφύλλη (V9)	0,45	0,17	0,72	0,79	0,16	0,01	0,34	1,00			
Χλωροφύλλη (R3)	0,29	0,37	0,66	0,37	0,58	0,14	0,00	0,39	1,00		
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,72	0,31	0,26	0,23	0,27	0,02	0,04	0,42	0,17	1,00	
Απόδοση	0,32	0,35	1,00	0,83	0,26	0,05	0,09	0,72	0,66	0,26	1,00

Πίνακας 8. Συντελεστές προσδιορισμού (r^2) μεταξύ των χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν, κατά την όψιμη εποχή σποράς

Χαρακτηριστικά	Χ.Β.Υπέργειο (V6)	Χ.Β.Υπέργειο (V12)	Χ.Β.Υπέργειο (R1)	Χ.Β.Υπέργειο (R1)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξ.Β.Υπέργειο (V6)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	Σειρές σπάδικα	Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα
Χ.Β.Υπέργειο (V6)	1,00														
Χ.Β.Υπέργειο (V12)	0,00	1,00													
Χ.Β.Υπέργειο (R1)	0,09	0,52	1,00												
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,37	0,01	0,17	1,00											
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	0,02	0,64	0,29	0,06	1,00										
Χ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	0,06	0,33	0,56	0,39	0,41	1,00									
Ξ.Β.Υπέργειο (V6)	0,65	0,03	0,17	0,19	0,16	0,16	1,00								
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V6)	0,46	0,02	0,05	0,85	0,00	0,00	0,18	1,00							
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (V12)	0,07	0,64	0,24	0,01	0,97	0,97	0,30	0,01	1,00						
Ξ.Β.ΥΠΟΓΕΙΟ (R1)	0,04	0,30	0,33	0,40	0,57	0,57	0,84	0,00	0,18	1,00					
Σειρές σπάδικα	0,58	0,03	0,08	0,36	0,13	0,13	0,00	0,00	0,54	0,20	1,00			1,00	
Ποσοστό γεμίσματος σπάδικα	0,10	0,03	0,07	0,00	0,02	0,02	0,24	0,02	0,01	0,01	0,01	1,00		0,00	1,00
Υψος (V3)	0,50	0,01	0,02	0,00	0,20	0,20	0,10	0,10	0,52	0,01	0,23	0,26	1,00	0,35	0,00
Υψος (V6)	0,78	0,04	0,03	0,39	0,09	0,09	0,00	0,00	0,63	0,01	0,15	0,00	0,00	0,86	0,00
Υψος (V12)	0,36	0,02	0,13	0,07	0,04	0,04	0,01	0,01	0,47	0,08	0,06	0,02	0,02	0,59	0,11
Υψος (R1)	0,64	0,01	0,10	0,04	0,06	0,06	0,01	0,01	0,62	0,10	0,08	0,04	0,04	0,56	0,00
85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	0,11	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,28	0,28	0,01	0,00	0,00	0,26	0,26	0,02	0,56
RWC	0,50	0,00	0,06	0,64	0,06	0,06	0,32	0,32	0,15	0,57	0,01	0,40	0,40	0,12	0,10
SLA	0,01	0,10	0,26	0,16	0,01	0,01	0,02	0,02	0,08	0,05	0,01	0,00	0,00	0,16	0,29
Χλωροφύλλη (V9)	0,14	0,03	0,25	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,47	0,01	0,02	0,04	0,04	0,38	0,03
Χλωροφύλλη (R3)	0,32	0,21	0,09	0,08	0,14	0,14	0,05	0,05	0,03	0,02	0,09	0,12	0,12	0,01	0,00
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,44	0,03	0,00	0,06	0,18	0,18	0,11	0,11	0,33	0,07	0,21	0,10	0,10	0,38	0,12
Απόδοση	0,09	0,18	0,41	0,14	0,30	0,30	0,52	0,52	0,01	0,04	0,28	0,35	0,35	0,01	0,01

Χαρακτηριστικά	Υψος (V3)	Υψος (V6)	Υψος (V12)	Υψος (R1)	85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	RWC	SLA	Χλωροφύλλη (V9)	Χλωροφύλλη (R3)	Υψος πρόσδεσης σπάδικα	Απόδοση
Υψος (V3)	1,00										
Υψος (V6)	0,45	1,00									
Υψος (V12)	0,56	0,52	1,00								
Υψος (R1)	0,82	0,62	0,73	1,00							
85% Κάλυψη των θέσεων σποράς	0,00	0,01	0,07	0,00	1,00						
RWC	0,01	0,25	0,00	0,04	0,22	1,00					
SLA	0,05	0,08	0,29	0,07	0,33	0,00	1,00				
Χλωροφύλλη (V9)	0,36	0,22	0,66	0,56	0,08	0,03	0,17	1,00			
Χλωροφύλλη (R3)	0,20	0,09	0,19	0,26	0,10	0,27	0,03	1,00			
Υψος πρόσδεσης σπάδικα	0,67	0,49	0,60	0,59	0,03	0,06	0,17	0,35	1,00		
Απόδοση	0,33	0,07	0,06	0,19	0,00	0,00	0,16	0,10	0,35	0,35	1,00