

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΕΜΑΧΙΚΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ
ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Δ. ΚΑΤΣΙΛΕΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ν. ΣΚΑΡΑΚΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ 2011

ΜΕΛΗ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

- ΣΚΑΡΑΚΗΣ Ν. ΓΕΩΡΓΙΟΣ *** Καθηγητής, Δ/της Εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών & Γεωργικού Πειραματισμού
- ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ ΠΑΝΙΑΓΙΩΤΗΣ** Καθηγητής, Εργαστήριο Γεωργίας, Γ.Π.Α.
- ΜΠΕΜΠΕΛΗ ΠΗΝΕΛΟΠΗ *** Καθηγήτρια, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών & Γεωργικού Πειραματισμού, Γ.Π.Α.
- ΚΑΤΣΙΩΤΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ *** Επ. Καθηγητής, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών & Γεωργικού Πειραματισμού, Γ.Π.Α.
- ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ** Επ. Καθηγητής, Εργαστήριο Μαθηματικών & Στατιστικής, Γ.Π.Α.
- ΣΥΜΙΛΛΙΔΗΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ** Λέκτορας, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών & Γεωργικού Πειραματισμού, Γ.Π.Α.
- ΜΕΝΕΞΕΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ** Λέκτορας, Εργαστήριο Γεωργίας, Α.Π.Θ.

* Συμβουλευτική Επιτροπή

Αφιερωμένο στην οικογένεια μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	i
Περίληψη	ii
Abstract	iii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Ο ρόλος της βελτίωσης των φυτών στη γεωργική ανάπτυξη	1
1.2 Η βελτίωση του σιταριού.....	3
1.3 Ο ρόλος του γεωργικού πειραματισμού στη βελτίωση των φυτών	4
1.4 Σκοπός της εργασίας.....	7
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	9
2.1 Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός στην συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσης γονοτύπων-ποικιλιών.....	10
2.1.1 Ο υπόγειος ανταγωνισμός.....	10
2.1.2 Ο υπέργειος ανταγωνισμός	11
2.1.2.1 Διατεμαχικός ανταγωνισμός για το φως.....	11
2.1.2.2 Διατεμαχικός ανταγωνισμός και κατεύθυνση των γραμμών	13
2.2 Μέθοδοι ελέγχου διατεμαχικού ανταγωνισμού.....	14
2.3 Σχέδια μελέτης του διατεμαχικού ανταγωνισμού	17
2.3.1 Διαλληλικά σχέδια	17
2.3.2 Συστηματικά σχέδια	18
2.4 Στατιστικές μέθοδοι ελέγχου του διατεμαχικού ανταγωνισμού.....	19
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	25
3.1 Γενετικό υλικό	25
3.2 Κατηγορίες πειραμάτων-μεταβλητές.....	25
3.2.1 Αξιολόγηση ανταγωνισμού σε σχέση με τον αριθμό των συνοριακών γραμμών	26

3.2.2	Αξιολόγηση του ανταγωνισμού μετά από ομαδοποίηση των ποικιλιών	28
3.2.3	Αξιολόγηση με σχέδιο διαλληλικού ανταγωνισμού	29
3.2.4	Αξιολόγηση της επίδρασης του ύψους σε σχέση με τον προσανατολισμό των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων	30
3.2.5	Διόρθωση μέσω ανάλυσης συνδιακύμανσης	32
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	33
4.1	Αξιολόγηση ανταγωνισμού σε σχέση με τον αριθμό των συνοριακών γραμμών	33
4.1.1	Καλλιεργητική περίοδος 2004-2005.....	33
4.1.2	Καλλιεργητική περίοδος 2005-2006.....	37
4.1.3	Διόρθωση μέσω ανάλυσης συνδιακύμανσης	41
4.2	Αξιολόγηση του ανταγωνισμού μετά από ομαδοποίηση των ποικιλιών	42
4.2.1	Καλλιεργητική περίοδος 2004-2005.....	42
4.2.2	Καλλιεργητική περίοδος 2005-2006.....	46
4.3	Αξιολόγηση διαλληλικού ανταγωνισμού	50
4.3.1	Διαλληλικός ανταγωνισμός – συστατικά διακύμανσης	50
4.3.2	Διόρθωση μέσω ανάλυσης συνδιακύμανσης	53
4.4	Αξιολόγηση της επίδρασης του ύψους σε σχέση με τον προσανατολισμό των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων	58
4.4.1	Καλλιεργητική περίοδος 2007-2008 – Σπάτα.....	58
4.4.2	Καλλιεργητική περίοδος 2007-2008 – Κωπαΐδα	61
5.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	65
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	77
7.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	85

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσης διδακτορικής διατριβής είναι το αποτέλεσμα μίας μακροχρόνιας, μεθοδικής αλλά και δημιουργικής προσπάθειας. Η πραγματοποίηση της έγινε εφικτή με την πολύτιμη υποστήριξη και συμπαράσταση πολλών και σημαντικών ανθρώπων.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διατριβής μου, Καθηγητή κ. Γεώργιο Σκαράκη, για την εποικοδομητική κριτική και την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας. Η ευρεία γνώση και ο τρόπος σκέψης του έπαιξαν ένα διαφωτιστικό αλλά και καθοριστικό ρόλο στην συγγραφή της διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ομότιμο Καθηγητή κ. Καλτσίκη Παντούση για την εμπιστοσύνη και την υποστήριξη που μου προσέφερε αναθέτοντάς μου το θέμα της παρούσης μελέτης, συμβάλλοντας καθοριστικά τόσο στην προσωπική όσο και στην επαγγελματική μου εξέλιξη.

Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα δύο μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, την Καθηγήτρια κα. Μπεμπέλη Πηνελόπη και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κατσιώτη Ανδρέα για την άριστη συνεργασία και τις ουσιαστικές υποδείξεις και διορθώσεις που έκαναν στη διατριβή μου.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Ευθυμιάδη Παναγιώτη για την συμπαράσταση και τις χρήσιμες υποδείξεις του, καθώς επίσης και τον Λέκτορα κ. Συμιλλίδη Γεράσιμο για την αμέριστη συμπαράσταση, καθοδήγηση και για τις γνώσεις που με ευχαρίστηση μου παρείχε. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Παπαδόπουλο Γεώργιο και τον Λέκτορα κ. Μενεξέ Γεώργιο για τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις τους, που συνέβαλλαν καθοριστικά στην ολοκλήρωση της μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον κ. Ευαγγελίδη Απόστολο και στο προσωπικό της Εταιρείας Αξιοποίησης των Αγροκτημάτων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την συνεισφορά τους στην επιτυχή διεξαγωγή των πειραμάτων.

Ευχαριστώ πολύ τον αδελφό μου Περικλή Κατσιλέρο, τον φίλο και συνάδελφο μου Πέτρο Φεβράνογλου και την σύντροφο μου Ευαγγελία Λαΐου για την πολύτιμη στήριξη και βοήθεια τους καθώς επίσης και τα μέλη του εργαστηρίου για την πολύτιμη βοήθεια τους. Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς, στους οποίους αφιερώνω την παρούσα εργασία, για την αμέριστη συμπαράσταση και τη στήριξη στην εκπλήρωση των στόχων μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της διατριβής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του ανταγωνισμού μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων σε πειράματα αξιολόγησης ποικιλιών σκληρού σιταριού (*Triticum turgidum* var *durum*), η κατανόηση των αιτιών της εμφάνισης του ανταγωνισμού αυτού καθώς και η διερεύνηση τρόπων διευθέτησης και ελέγχου του υπό τις ελληνικές συνθήκες. Στο πλαίσιο αυτό, μελετήθηκε το μέγεθος της επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού σε σχέση με τον αριθμό των συγκομιζόμενων γραμμών και τη διαφορά ύψους μεταξύ των γονοτύπων στα ανταγωνιζόμενα τεμάχια, καθώς και οι επιπτώσεις του ανταγωνισμού αυτού στην ακρίβεια της πειραματικής αξιολόγησης. Για την λεπτομερέστερη εκτίμηση της επίδρασης του ύψους, η παραπάνω μελέτη έγινε τόσο σε τυπικά πειράματα αξιολόγησης όπου συμμετείχαν όλοι οι γονότυποι ανεξάρτητα από το ύψος τους όσο και σε αντίστοιχα πειράματα όπου υπήρξε ομαδοποίηση των γονοτύπων με βάση το ύψος τους. Παράλληλα, μελετήθηκε και ο ρόλος του προσανατολισμού των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων στην εκδήλωση του ανταγωνισμού, δεδομένου ότι θεωρήθηκε πιθανή η διαφοροποίηση του σε σχέση με την γεωγραφική θέση διεξαγωγής της πειραματικής αξιολόγησης. Επίσης, σε εξειδικευμένα πειράματα διαλληλικού ανταγωνισμού, αξιολογήθηκε η ανταγωνιστική ικανότητα μιας ομάδας γονοτύπων, ενώ ταυτόχρονα εκτιμήθηκε το μέγεθος της συνεισφοράς των υπό αξιολόγηση γονοτύπων, των ανταγωνιστών γονοτύπων, του περιβάλλοντος καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους στα συστατικά της διακύμανσης που σχετίζεται με τον ανταγωνισμό. Τέλος, με βάση δεδομένα τόσο των τυπικών πειραμάτων όσο και αυτών του διαλληλικού ανταγωνισμού, μελετήθηκε η δυνατότητα βελτίωσης της πειραματικής ακρίβειας με διόρθωση των μετρήσεων που βασίσθηκε στη διαφορά του ύψους των γειτονικών τεμαχίων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο διατεμαχικός ανταγωνισμός αποτελεί σημαντικό παράγοντα που υπεισέρχεται στη διαμόρφωση της ακρίβειας των

πειραμάτων συγκριτικής αξιολόγησης ποικιλιών σκληρού σίτου στη χώρα μας. Με δεδομένη την μικρότερη ομοιογένεια των πειραματικών μας αγρών σε σχέση με άλλες χώρες (πχ. Β. Αμερική και Β. Ευρώπη) και επομένως τους εγγενώς υψηλότερους συντελεστές παραλλακτικότητας, πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για τον έλεγχο και απομάκρυνση των δυσμενών του επιπτώσεων κατά την παραπάνω αξιολόγηση υπό τα ελληνικές καλλιεργητικές συνθήκες. Ο διατεμαχικός αυτός ανταγωνισμός κατά την συγκριτική αξιολόγηση διάφορων γονοτύπων οφείλεται στην διαφορετική ανταγωνιστική τους ικανότητα, που με τη σειρά της εξαρτάται σε σημαντικότατο βαθμό από το ύψος του κάθε γονότυπου.

Η διαφορετική ανταγωνιστική ικανότητα κάθε γονοτύπου επηρεάζει σημαντικά την απόδοση των γειτονικών-συνοριακών γραμμών και κατ' επέκταση την απόδοση ολόκληρου του πειραματικού τεμαχίου. Το αποτέλεσμα είναι η υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση των υπό αξιολόγηση γονοτύπων. Η απομάκρυνση επομένως των δυσμενών επιπτώσεων του ανταγωνισμού στην ακρίβεια της συγκριτικής αξιολόγησης των γονοτύπων μπορεί να επιτευχθεί με την εξαίρεση των συνοριακών γραμμών των πειραματικών τεμαχίων από την στατιστική ανάλυση. Σε συνάρτηση με το μέγεθος των διαφορών στο ύψος, η απομάκρυνση των δύο τουλάχιστον συνοριακών γραμμών, για τεμάχια των επτά ή και των πέντε γραμμών, φαίνεται ότι μπορεί να μειώσει ικανοποιητικά την επίδραση του ανταγωνισμού. Το ίδιο θα μπορούσε κατ αρχάς να υποστηριχθεί και για πειραματικά τεμάχια των τριών γραμμών, όπου η αξιολόγηση μόνο της κεντρικής γραμμής θα ήταν ελεύθερη των επιπτώσεων του ανταγωνισμού. Στην περίπτωση αυτή όμως, η τόσο μικρή αξιολογούμενη έκταση αυτή καθεαυτή μπορεί να οδηγήσει στην εξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων και ενδεχομένως η συγκομιδή και των τριών γραμμών μπορεί να δώσει καλύτερα αποτελέσματα

Όταν οι υπό αξιολόγηση γονότυποι έχουν αποκτήσει την ταυτότητά τους, όπως πχ. σε προχωρημένο στάδιο της διαδικασίας δημιουργίας νέων ποικιλιών ή σε συγκριτικά πειράματα προεμπορικών και εμπορικών ποικιλιών, η ομαδοποίησή τους με βάση το ύψος έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική απομάκρυνση της επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού. Σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η απομάκρυνση συνοριακών γραμμών χωρίς συνακόλουθη αύξηση του πειραματικού

σφάλματος ή δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για την ομαδοποίηση των γονοτύπων (όπως πχ. σε πρώιμα βελτιωτικά στάδια), τότε μπορούμε να απομακρυνόμαστε την επίδραση του ανταγωνισμού κατά την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων διορθώνοντας τις αποδόσεις με ανάλυση συνδιακύμανσης χρησιμοποιώντας ως συμμεταβλητή την διαφορά του ύψους μεταξύ των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων.

Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός μπορεί να απομακρυνθεί επίσης σε σημαντικό βαθμό τοποθετώντας τις γραμμές των πειραματικών τεμαχίων με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο που, σε αντίθεση με αυτήν από Ανατολή προς Δύση, δεν ευνοεί τον ανταγωνισμό όταν υπάρχουν διαφορές στο ύψος μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων.

Τέλος, η εκτίμηση των συστατικών της διακύμανσης που σχετίζεται με τον διατεμαχικό ανταγωνισμό μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες για τον ορθολογικότερο σχεδιασμό μελλοντικών πειραμάτων αξιολόγησης γενετικού υλικού σκληρού σίτου υπό τις ελληνικές αγροκλιματικές συνθήκες.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of interplot competition in durum wheat (*Triticum turgidum* var *durum*) evaluation experiments, to understand the causes of the emergence of such competition and to explore ways to settle and control it under Greek conditions. In this context, we studied the extent of interplot competition with regard to the number of harvested rows and the height difference among the genotypes in the competing plots, as well as the impact of such competition on the accuracy of the experimental evaluation. For a more detailed assessment of the height impact, the current study included both typical experiments which involved evaluating all genotypes regardless of their height and respective experiments where there was grouping of genotypes based on their height. The role the orientation of lines in the experiment plots play in the event of competition was also studied, since it was possible to vary according to the geographical location the experimental evaluation was conducted. Also, through specific experiments of diallel competition the competitive ability of a group of genotypes was evaluated, and at the same time the contribution of the genotypes under evaluation, the competing genotypes, the environment and their interaction to components of variance which are associated with competition were assessed. Finally, using data from both the typical experiments and those of diallel competition, the possibility of improving the experimental accuracy by correcting the measurements based on the height difference of neighboring units was studied.

The results showed that interplot competition is an important factor used in the configuration of precision in benchmark durum wheat experiments in our country. Given the lower homogeneity of our experimental fields compared to other countries (e.g. North America and Northern Europe) and therefore, the inherently higher coefficients of variability, special care should be taken in checking and removing the adverse effects during comparative evaluation in the Greek farming conditions. This interplot competition during benchmarking different genotypes is

due to their different competitive ability, which in turn depends greatly on the height of each genotype.

The different competitive ability of each genotype affects significantly the performance of its neighboring border-lines and hence the performance of the entire experimental plot. The result is an overestimation or underestimation of the genotypes under evaluation. Consequently, the removal of adverse effects of competition on the accuracy of the benchmarking of genotypes can be achieved with the exception of border rows of experimental plots from the statistical analysis. Depending on the size of the differences in height, the removal of at least two border lines for blocks of seven, or five lines, appears to reduce the impact of competition sufficiently. The same could be said for three-line plots, where only the assessment of the central line would be free of the competition effects. In this case, however, the so small evaluated area itself can lead to erroneous conclusions while the harvesting of all three lines can possibly give better results.

When the genotypes under evaluation have gained their identity, for example, in an advanced stage of development of new varieties, or in comparative experiments of pre-commercial and commercial varieties, their grouping based on height results in significant removal of the interplot competition effects. In cases when it is not possible to remove border lines without an accompanying increase in experimental error, or there is not enough information for grouping of genotypes (e.g. in early improvement stages), we can remove the effects of competition in the statistical analysis correcting the odds with an analysis of covariance using as covariate the difference in height between adjacent plots.

Interplot competition can also be removed to a considerable extent by placing the lines of experiment plots with direction from north to south, which, in contrast with that from East to West, is not conducive to competition when there are differences in height between the experimental units.

Finally, the estimation of variance components associated with interplot competition can provide important information for more rational designing of future trials evaluating durum wheat gene in the Greek agro-climatic conditions.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ο ρόλος της βελτίωσης των φυτών στη γεωργική ανάπτυξη

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο αγροτικός τομέας καλείται να παρουσιάσει ιδιαίτερα μεγάλη και στοχευμένη ανάπτυξη στον αιώνα που διανύουμε. Με αφετηρία το γεγονός ότι 800 εκατομμύρια άνθρωποι ήδη υποσιτίζονται ενώ άλλα 2 δισεκατομμύρια βιώνουν την διατροφική ανασφάλεια, η αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού στα 9-10 δισεκατομμύρια τα επόμενα 50 χρόνια επιτάσσει την σημαντική αύξηση της συνολικής γεωργικής παραγωγής κατά το ίδιο διάστημα. Η απαιτούμενη αυτή αύξηση θα πρέπει να προκύψει από την βελτίωση της παραγωγικότητας ανά μονάδα επιφάνειας και όχι από επιπρόσθετη εκμετάλλευση γης για γεωργική χρήση, το μεγαλύτερο τμήμα της οποίας εξάλλου ήδη αξιοποιείται και φυσικά είναι περισσότερο από ποτέ φανερό η περιβαλλοντική υποβάθμιση. Η απαιτούμενη αύξηση της παραγωγικότητας και της παραγωγής θα πρέπει επίσης να συνοδεύεται από ικανοποιητική σταθερότητα, παρά τις προς το δυσμενέστερο κλιματικές αλλαγές και την πιθανή αύξηση των προβλημάτων από νέους εχθρούς και ασθένειες των καλλιεργειών. Παράλληλα, η στροφή των καταναλωτικών προτιμήσεων προς πλέον ασφαλή και μεγαλύτερης θρεπτικής αξίας τρόφιμα (όπως πχ. ζωικά προϊόντα, λειτουργικά τρόφιμα κ.α.), επιβάλλει τον αναπροσανατολισμό και την προσαρμογή της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων στα νέα αυτά διατροφικά πρότυπα.

Η δραστική μείωση των μη-ανανεώσιμων πηγών επίσης, έχει ήδη δημιουργήσει την ανάγκη ώστε η μελλοντική γεωργική παραγωγή να περιλαμβάνει καλλιέργειες και για μη-διατροφικές χρήσεις στα πλαίσια της βιο-οικονομίας, δηλαδή της οικονομίας που βασίζει την ενεργειακή και βιομηχανική της ανάπτυξη σε πρώτες ύλες και βασικά δομικά συστατικά που προέρχονται από βιολογικούς και επομένως ανανεώσιμους πόρους. Έτσι, η ανάπτυξη του αγροτικού τομέα θα πρέπει να σχεδιασθεί ώστε να μπορεί να ικανοποιεί την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση τέτοιων βιο-βασισμένων προϊόντων και ενεργειακών πηγών, και μάλιστα με τρόπο που δεν θα ανταγωνίζεται σημαντικά την διατροφική χρήση. Είναι περισσότερο από

βέβαιο ότι προς την κατεύθυνση προσαρμογής στις νέες αυτές συνθήκες, θα απαιτηθεί η αξιοποίηση της μεγάλης γενετικής ποικιλότητας των καλλιεργειών.

Η έκρηξη της παραγωγικότητας και της συνολικής γεωργικής παραγωγής στο παρελθόν, βασίστηκε σε ένα μεγάλο βαθμό στην εντατική αξιοποίηση διαφόρων εισροών, όπως οι αρδεύσεις και λιπάνσεις, η χημική φυτοπροστασία και η εκμηχάνιση. Ωστόσο, η μεγαλύτερη συμμετοχή στην αύξηση προήλθε από την αντικατάσταση των παραδοσιακών καλλιεργούμενων ποικιλιών με νέες ποικιλίες, αποτέλεσμα σχετικών βελτιωτικών προγραμμάτων, που μπορούσαν να αξιοποιήσουν τις παραπάνω αυξημένες εισροές. Η εντατικοποίηση βέβαια αυτή της γεωργικής παραγωγής που απέτρεψε το φάσμα της πείνας όπως προέβλεπαν πολλοί την δεκαετία του '60, είχε και αρνητικές συνέπειες όπως την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και τη μείωση της βιοποικιλότητας. Η συνειδητοποίηση των συνεπειών αυτών οδήγησε σταδιακά κατά την τελευταία ιδιαίτερα δεκαετία στην επιβολή περιορισμών στην ποσότητα των επιτρεπόμενων εισροών, όπως πχ. τα λιπάσματα και τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, γεγονός που με τη σειρά του είχε ως αποτέλεσμα να παρατηρηθεί μια στασιμότητα στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής. Παράλληλα, παρουσιάστηκε και μικρή μείωση του ρυθμού αύξησης της παραγωγικότητας των ποικιλιών ως αποτέλεσμα της βελτιωτικής διαδικασίας.

Συμπερασματικά, για την επίτευξη των στόχων που αναφέρθηκαν παραπάνω, γίνεται σαφές ότι η βελτίωση των φυτών του 21^{ου} αιώνα καλείται να επαναλάβει και να υπερβεί τα επιτεύγματα της 'Πράσινης Επανάστασης', που συνετέλεσαν κατά 50% τουλάχιστον στην παγκόσμια αύξηση της φυτικής παραγωγής κατά την τελευταία πενήνταετία. Όμως, το βασικό πλαίσιο της προσπάθειας πλέον θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από τον συνεπή σεβασμό της αειφορίας και της φιλικότητας προς το περιβάλλον με κυριότατη προτεραιότητα την διατήρηση της βιοποικιλότητας που αποτελεί και το τελικό 'καταφύγιο' του βελτιωτή. Πολύτιμο σύμμαχο της στην προσπάθεια αυτή έχει πλέον και ένα ευρύ φάσμα νέων μεθόδων και τεχνικών που αναπτύχθηκαν και εμπλουτίζονται συνεχώς, και που έχουν τις βάσεις τους στην ραγδαία εξέλιξη στους επιστημονικούς τομείς κυρίως της μοριακής βιολογίας και γενετικής καθώς και της βιοπληροφορικής.

1.2 Η βελτίωση του σιταριού

Το σιτάρι είναι το πρώτο σε έκταση και παραγωγή καλλιεργούμενο φυτό σε παγκόσμια κλίμακα. Καλλιεργείται παγκοσμίως σε έκταση 225 εκ. εκταρίων, με συνολική παραγωγή 681 εκατ. τόνων και μέση απόδοση 302 χλγ/στρέμμα. Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε έκταση 6,9 εκατ. στρεμμάτων, ενώ η παραγωγή είναι 1,8 εκατ. τόνοι και η μέση απόδοση τα 262 χλγ/στρέμμα (FAO, Yearbook Production, 2009).

Η πλειοψηφία των καλλιεργούμενων ποικιλιών σιταριού ανήκει στα δύο κύρια είδη του γένους *Triticum*, το εξαπλοειδές μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum*), το οποίο είναι αρτοποιήσιμο σιτάρι και το τετραπλοειδές σκληρό σιτάρι (*Triticum turgidum* var. *durum*) που χρησιμοποιείται κυρίως στην παρασκευή ζυμαρικών. Το σκληρό σιτάρι καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά στις παραμεσόγειες χώρες της Μέσης Ανατολής, Β. Αφρικής και Νοτιοανατολικής Ευρώπης και στη συνέχεια εξαπλώθηκε ευρέως. Το μεγαλύτερο μέρος όμως της καλλιέργειας του εντοπίζεται στις χώρες της Μεσογείου. Το σκληρό σιτάρι έχει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην ξηρασία από τα αρτοποιήσιμα μαλακά σιτάρια. Προσαρμόζεται καλύτερα σε ημιξηρικές περιοχές, όχι πολύ ψυχρές και χωράφια ημιγόνιμα και γόνιμα. Το μειονέκτημα αυτών των περιοχών είναι ότι οι βροχοπτώσεις είναι ακανόνιστες και έχουν σα συνέπεια μεγάλες διακυμάνσεις τόσο στην απόδοση όσο και στην ποιότητα.

Το σκληρό σιτάρι αποτελεί μία σημαντική βασική τροφή, καθώς παρουσιάζει υψηλότερη θρεπτική αξία από τα αρτοποιήσιμα σιτάρια. Αν και περιέχει λιγότερο άμυλο, περιέχει περισσότερες πρωτεΐνες, αμινοξέα, βιταμίνες και λιπαρά οξέα. Σε παγκόσμια κλίμακα και ειδικότερα σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες αυξάνει συνεχώς η κατανάλωση προϊόντων σκληρού σιταριού, τα οποία αποτελούν σημαντικό μέρος μιας ισορροπημένης και θρεπτικής διατροφής (Elias and Manthey, 2005). Όσον αφορά τα βελτιωτικά προγράμματα του σκληρού σιταριού, ο αντικειμενικός σκοπός μέχρι πρόσφατα, ήταν η δημιουργία υψηλά αποδοτικών ποικιλιών. Η συνεχόμενη αύξηση της απόδοσης στο παρελθόν όμως, είχε αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του σπόρου, σε σχέση με τη συγκέντρωση αζώτου και φωσφόρου (Slafer et al., 1990; Calderini et al., 1995; Ortiz-Monasterio et al., 1997) και τη συγκέντρωση μικροστοιχείων (Ortiz-Monasterio and Graham, 2000). Συνεπώς, τα μελλοντικά βελτιωτικά προγράμματα θα πρέπει

να εστιάσουν στη δημιουργία αποδοτικών ποικιλιών με υψηλότερη περιεκτικότητα σε μικροστοιχεία, όπως σίδηρο και ψευδάργυρο (Bouis, 2000), στη δημιουργία ποικιλιών με αποτελεσματικότερη χρήση του νερού (Araus et al., 2002; Condon et al., 2002), με ανθεκτικότητα σε υψηλά επίπεδα αλατότητας (Munns and James, 2003), με ανθεκτικότητα στις ασθένειες (Oliver, 2008), στις προσβολές εντόμων (McIntosh, 1998) και στις χαμηλές θερμοκρασίες (Fowler et al., 1999).

Εξάλλου, την τελευταία δεκαετία, η διαθεσιμότητα νέων μοριακών τεχνικών και το ενδιαφέρον στην βιοποικιλότητα έχει οδηγήσει στην εντατική μελέτη της γενετικής ποικιλομορφίας των εμπορικών ποικιλιών. Τα επίπεδα της ποικιλομορφίας σύμφωνα με διάφορες έρευνες παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση (Christiansen et al., 2002; Tian et al. 2005; White et al. 2008). Η μελέτη των ίδιων ποικιλιών στις ίδιες περιοχές παρουσιάζουν συχνά αντικρουόμενα αποτελέσματα (Huang et al., 2007) καθώς παρατηρούνται ταυτόχρονα αυξήσεις αλλά και μειώσεις στην ποικιλομορφία (Hazen et al., 2002; Fu, 2006; Hysing et al., 2008), γεγονός που επιβάλλει ίσως την περαιτέρω συνδυαστική αξιολόγηση των πληροφοριών από τα διάφορα πειράματα ώστε να εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα (Van de Wouw et al., 2010).

Όπως και σε όλα τα καλλιεργούμενα είδη, η μεγιστοποίηση της γενετικής προόδου στα βελτιωτικά προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών σίτου θα προέλθει και από την αξιοποίηση των πλέον κατάλληλων μεθόδων αξιολόγησης των γονοτύπων. Στο πλαίσιο αυτό, είναι απαραίτητη μια ολοκληρωμένη προσέγγιση του πειραματικού σχεδιασμού και της ανάλυσης των δεδομένων σε όλα τα στάδια των βελτιωτικών προγραμμάτων, με ιδιαίτερη προσοχή στην μελέτη της αλληλεπίδρασης τους με το περιβάλλον.

1.3 Ο ρόλος του γεωργικού πειραματισμού στη βελτίωση των φυτών

Η επιτυχία ενός βελτιωτικού προγράμματος εξαρτάται όλο και περισσότερο από την ικανότητα των βελτιωτών να χειριστούν ένα μεγάλο αριθμό γονοτύπων. Η αξιολόγηση του μεγάλου αυτού αριθμού γονοτύπων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στις καλλιεργητικές τεχνικές και στη διαχείριση των δεδομένων. Η εκμηχάνιση των καλλιεργητικών χειρισμών (σπορά, συγκομιδή κ.α.) και η ευρεία χρήση εξειδικευμένου λογισμικού έχουν μεγάλο αντίκτυπο στο αριθμό των γονοτύπων που χρησιμοποιούνται στα βελτιωτικά προγράμματα.

Ο πειραματικός αγρός που χρησιμοποιούν οι βελτιωτές είναι ένα περιβάλλον που χαρακτηρίζεται ως ασταθές, απρόβλεπτο και ανομοιογενές. Μία από τις σημαντικότερες πηγές παραλλακτικότητας είναι η ετερογένεια του, η οποία επιδρά στην ορθότερη εκτίμηση των διαφορών των επεμβάσεων-γονοτύπων λόγω αύξησης του πειραματικού σφάλματος. Η ετερογένεια του εδάφους επηρεάζεται από τη σύσταση, τη τοπογραφία του εδάφους, την εδαφική υγρασία και από το είδος των προηγούμενων πειραματικών-καλλιεργητικών επεμβάσεων και υπολειμμάτων. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται α) με το σωστό σχεδιασμό και διάταξη των πειραμάτων, όπως στηρίζεται στις τρεις βασικές αρχές οι οποίες διατυπώθηκαν από το Sir Ronald A. Fisher (1925) δηλαδή την τυχαιοποίηση, την επανάληψη και τον τοπικό έλεγχο και β) με την χρήση της κατάλληλης στατιστικής μεθοδολογίας στις αναλύσεις των πειραμάτων. Με την τυχαιοποίηση διασφαλίζεται ότι κάθε πειραματική μονάδα έχει την ίδια πιθανότητα να δεχθεί οποιαδήποτε πειραματική επέμβαση. Η επανάληψη βοηθάει στην αξιόπιστη εκτίμηση και μείωση του πειραματικού σφάλματος. Με τον τοπικό έλεγχο το πειραματικό σφάλμα ελέγχεται και εκτιμάται καλύτερα με τη διαίρεση του αγρού σε τεμάχια που είναι ομοιογενή και εντός των οποίων τοποθετούνται οι πειραματικές επεμβάσεις με τυχαιοποίηση (Gomez and Gomez, 1984).

Πολλά είδη στατιστικών σχεδίων έχουν γενικά αξιοποιηθεί στην βελτίωση των φυτών και παραγωγή ποικιλιών, όπως το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, οι τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες, υποδιαιρεμένα τεμάχια, υποδιαιρεμένες ομάδες, το λατινικό τετράγωνο, τα σχέδια Youden, καθώς και σχέδια που είναι κατάλληλα για ένα μεγάλο αριθμό επεμβάσεων όπως συμβαίνει κατά την αξιολόγηση γονοτύπων σε πρώιμα στάδια της βελτιωτικής

διαδικασίας και την προαξιολόγηση πειραματικών διασταυρώσεων ή σειρών. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα μη πλήρη σχέδια, τα δικτυωτά, τα άλφα-σχέδια κλπ. Τα τελευταία αποδεικνύονται ιδιαίτερα χρήσιμα χάρη στην ευελιξία τους να χειριστούν οποιοδήποτε αριθμό γονοτύπων σε οποιοδήποτε αριθμό επαναλήψεων και να μπορούν να έχουν μη πλήρεις ομάδες διαφορετικών μεγεθών (Patterson and Williams, 1976).

Στις περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατή η διαπίστωση συστηματικής παραλλακτικότητας που μπορεί να απομακρυνθεί με τον κατάλληλο τοπικό έλεγχο και πειραματικό σχέδιο, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για την 'διόρθωση' των μετρήσεων των πειραματικών τεμαχίων, συνήθως δια μέσου τεχνικών της συνδιακύμανσης. Στα ίδια αυτά πλαίσια χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι που ανήκουν στην κατηγορία των εγγύτερων γειτόνων (spatial or nearest neighbor) όπως πχ. ο κινούμενος μέσος (Townley-Smith and Hurd, 1973), η μέθοδος Παπαδάκη (Papadakis, 1937; 1940), τα κυψελωτά σχέδια στην περίπτωση αξιολόγησης ατομικών φυτών (Fasoulas, 1973; Fasoulas and Fasoula, 1995), κλπ. Οι μέθοδοι εγγύτερων γειτόνων χρησιμοποιούν πληροφορίες από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια για να μειώσουν ή να απομακρύνουν την ανεπιθύμητη επίδραση της παραλλακτικότητας και κατά συνέπεια να βελτιώσουν την εκτίμηση των πειραματικών επεμβάσεων (Dixon, 2001).

Μία άλλη σημαντική πηγή παραλλακτικότητας που παρουσιάζεται συνήθως στην αξιολόγηση γονοτύπων και μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην επιτυχία ενός βελτιωτικού προγράμματος, είναι ο διατεμαχικός ανταγωνισμός ή παρεμβολή (interplot competition or interference). Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός συμβαίνει όταν οι επεμβάσεις των πειραματικών τεμαχίων επηρεάζονται από τις επεμβάσεις των γειτονικών τους τεμαχίων (Cox, 1958) και επιδρά είτε σε όλο το τεμάχιο ή μόνο στις ακραίες γραμμές. Η παραλλακτικότητα που δημιουργεί η διατεμαχική παρεμβολή, οδηγεί σε ένα συστηματικό σφάλμα που μπορεί να επηρεάσει τις συγκρίσεις των γονοτύπων, την κατάταξή τους και τελικά την επιλογή.

1.4 Σκοπός της εργασίας

Η πλειονότητα των πειραμάτων αξιολόγησης του διατεμαχικού ανταγωνισμού που αναφέρονται στην διεθνή βιβλιογραφία, αφορούν κυρίως στο μαλακό σιτάρι και έχουν διεξαχθεί σε περιοχές της Αμερικής και της Βόρειας Ευρώπης. Με δεδομένο ότι η περιοχή της Μεσογείου είναι από τους κυριότερους χώρους καλλιέργειας σκληρού σιταριού, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του ανταγωνισμού μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων σε πειράματα αξιολόγησης ποικιλιών σκληρού σιταριού (*Triticum turgidum* var *durum*), η κατανόηση των αιτιών της εμφάνισης του ανταγωνισμού αυτού καθώς και η διερεύνηση τρόπων διευθέτησης και ελέγχου του υπό τις ελληνικές συνθήκες.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού, πραγματοποιήθηκε μια σειρά πειραμάτων στον αγρό του Εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού στην περιοχή του Βοτανικού στην Αττική και στα Αγροκτήματα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στις περιοχές της Κωπαϊδίας στη Βοιωτία και των Σπάτων στην Αττική κατά τη διάρκεια των ετών 2004-2008. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού σε σχέση με τον αριθμό των συγκομιζόμενων γραμμών του πειραματικού τεμαχίου, η επίδραση της ομαδοποίησης των ποικιλιών με βάση το ύψος τους στον παραπάνω ανταγωνισμό, και η επίδραση του προσανατολισμού των γραμμών του πειραματικού τεμαχίου στο μέγεθος του ανταγωνισμού. Τέλος, αξιοποιήθηκε ένα διαλληλικό σχέδιο ανταγωνισμού (ισορροπημένων γειτόνων) για τη μελέτη των διαφόρων συστατικών της διακύμανσης σε ατομικά πειράματα και το συνδυασμό τους καθώς και για τη μελέτη της δυνατότητας βελτίωσης της πειραματικής ακρίβειας με την απομάκρυνση της επίδρασης του ανταγωνισμού μέσω διόρθωσης βασισμένης στη διαφορά του ύψους γειτονικών τεμαχίων.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η διατεμαχική παρεμβολή παρατηρείται συχνά κυρίως α) σε πειράματα φυτοπροστασίας αλλά και β) σε συγκριτικά πειράματα ποικιλιών λόγω του ανταγωνισμού των φυτών για τους απαραίτητους για την ανάπτυξη των πόρους. Όσον αφορά στην πρώτη κατηγορία, η διατεμαχική επίδραση μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα σε πειράματα αξιολόγησης της ανθεκτικότητας ποικιλιών σε εχθρούς και ασθένειες όπου υπάρχει μεταφορά και διασπορά μολύσματος και παθογόνων από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια, φαινόμενο που ορίζεται ως μη αμερόληπτη αντιπροσωπευτικότητα (van der Plank, 1963). Στα πειράματα αυτά, ένας ιδιαίτερα ευαίσθητος γονότυπος μπορεί να δρα ως μια δευτερεύουσα πηγή μόλυνσης για τους υπόλοιπους γονοτύπους, με συνέπεια την υποεκτίμηση της αποτελεσματικότητας των ανθεκτικότερων ποικιλιών. Βεβαίως η σημαντικότητα της παρεμβολής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και δεν είναι πάντοτε μονοσήμαντη. Σε πειράματα αξιολόγησης πχ. δύο ποικιλιών κριθαριού για ανθεκτικότητα στη σκωρίαση, με διαφορετικές διαστάσεις των πειραματικών τεμαχίων, βρέθηκε πολύ μεγάλη διατεμαχική παρεμβολή σε σχέση με τα πλήρως απομονωμένα τεμάχια (Parlevliet and Van Ommeren, 1984). Σε πειράματα κριθαριού, με επεμβάσεις διαφορετικά επίπεδα μόλυνσης από ωϊδίο (*Erysiphe graminis*), η διατεμαχική παρεμβολή παρουσιάστηκε σημαντική (Jenkyn et al., 1979). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε παρόμοια σημαντικότητα σε πειράματα ελέγχου της σκωρίασης του βλαστού (*Puccini graminis*) στο σκληρό σιτάρι (Broers and Lopez-Atilano, 1995) και της κίτρινης σκωρίασης (*Puccini striiformis*) στο μαλακό σιτάρι (Danial et al., 1993). Με διαδικασίες προσομοιώσεων, οι Deardon et al., (2004; 2006) μελέτησαν διάφορα πειραματικά σχέδια και πρότειναν την αξιοποίηση σχεδίων όπως 'ατελών στηλών' ή κυρίως 'ατελών ομάδων' με την προϋπόθεση ότι αυτή η μείωση δεν θα ήταν σε βάρος του μεγέθους του πειραματικού σφάλματος λόγω της περιορισμένης τυχαιοποίησης των σχεδίων αυτών ενώ ταυτόχρονα τόνισαν και το όφελος από την αξιολόγηση μόνο των κεντρικών γραμμών των πειραματικών τεμαχίων.

Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός που εμφανίζεται σε πειράματα αξιολόγησης απόδοσης ποικιλιών μπορεί να είναι και να αφορά στον ανταγωνισμό των φυτών κάτω από το έδαφος

(υπόγειος ανταγωνισμός) για θρεπτικά συστατικά και εδαφική υγρασία (Casper and Jackson, 1997) ή πάνω από το έδαφος (υπέργειος ανταγωνισμός) για το φως (Kempton et al. 1986).

2.1 Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός στην συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσης γονοτύπων-ποικιλιών

Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός εμφανίζεται όταν διαφορετικοί γονότυποι από γειτονικά πειραματικά τεμάχια ανταγωνίζονται για τις διαθέσιμες πηγές ενέργειας και θρεπτικών συστατικών που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη τους. Σε γενικές γραμμές, η απόδοση των πιο ανταγωνιστικών γονοτύπων αυξάνεται σε σχέση με την απόδοση που θα είχαν σε πραγματική καλλιέργεια, με συνέπεια τα αποτελέσματα των συγκρίσεων των αποδόσεων των υπό δοκιμασία γονοτύπων να είναι παραπλανητικά και τα συμπεράσματα που εξάγονται να είναι λανθασμένα. Το γεγονός αυτό αποτελεί μείζον πρόβλημα για τους βελτιωτές που βασίζουν τις επιλογές τους, ιδιαίτερα στα πρώιμα στάδια της διαδικασίας δημιουργίας ποικιλιών, σε πειράματα όπου συμμετέχει ένας μεγάλος αριθμός γονοτύπων σε μικρά πειραματικά τεμάχια.

Στο πλαίσιο ελέγχου του, έχει βρεθεί ότι η επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού δεν μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την τυχαιοποίηση και την επανάληψη διότι αυτή ενδέχεται να παραμείνει παρά την αφαίρεση της επίδρασης π.χ. των ομάδων (Kempton et al., 1986). Η επίδραση του ανταγωνισμού μπορεί να ελεγχθεί με πειράματα ειδικού σχεδιασμού ή λαμβάνοντας υπόψη διάφορους δείκτες ανταγωνιστικής ικανότητας. Οι δείκτες αυτοί περιλαμβάνουν εκτιμήσεις μορφολογικών γνωρισμάτων των φυτών που σχετίζονται με την επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού.

2.1.1 Ο υπόγειος ανταγωνισμός

Με βάση τον ορισμό του Goldberg (1990), υπόγειος ανταγωνισμός εμφανίζεται όταν ένα φυτό επιδρά αρνητικά στην διαθεσιμότητα ενός υπόγειου πόρου ο οποίος επηρεάζει θετικά την ανάπτυξη, επιβίωση ή αναπαραγωγή ενός άλλου φυτού. Ο ανταγωνισμός αυτός

αφορά σε μία ποικιλία εδαφικών πόρων, συμπεριλαμβανομένου του νερού και τουλάχιστον 20 βασικών μεταλλικών θρεπτικών συστατικών με διαφορετικά χαρακτηριστικά κινητικότητας στο έδαφος. Ο υπόγειος ανταγωνισμός είναι έντονος κυρίως σε άγονες και ξηρές περιοχές. Η ικανότητα υπόγειου ανταγωνισμού ενός φυτού συσχετίζεται με ιδιότητες όπως η πυκνότητα της ρίζας, η συνολική επιφάνειά της και η πλαστικότητα είτε στην ανάπτυξη της ρίζας, είτε στις ιδιότητες των ενζύμων που αναμειγνύονται στην λήψη θρεπτικών συστατικών. Σύμφωνα με τον ίδιο ερευνητή, η ικανότητα ενός φυτού να λαμβάνει πόρους από το έδαφος και η ανταγωνιστική του ικανότητα δεν σχετίζονται απαραίτητα. Για παράδειγμα, ένα φυτό μπορεί να βελτιώσει την λήψη νερού με το να σχηματίσει βαθύτερο σύστημα ριζών και να διεισδύσει εκεί που δεν μπορούν γειτονικά φυτά με πιο ρηχές ρίζες. Σε αυτήν την περίπτωση, μπορεί να μην υπάρχει ανταγωνισμός για το νερό, αλλά να αυξηθεί ο ανταγωνισμός για θρεπτικά συστατικά ή το φως, ως συνέπεια μίας μεγαλύτερης ανάπτυξης των φυτών.

Παρά το γεγονός ότι στα σιτηρά δεν θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικός ο υπόγειος ανταγωνισμός (Fischer and Laing, 1976), διάφοροι ερευνητές έχουν αναφέρει την ύπαρξή του Lee, 1960; Aastveit et al., 1989).

2.1.2 Ο υπέργειος ανταγωνισμός

Ο υπέργειος ανταγωνισμός είναι κυριότατα το αποτέλεσμα του ανταγωνισμού των φυτών για το φως. Ο ανταγωνισμός αυτός μπορεί να οφείλεται στην διαφορά του ύψους των γειτονικών φυτών, στην διαφορά της χρονικής περιόδου απόκτησης του τελικού τους ύψους, στο σχήμα και το συνολικό μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας ή και σε συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων.

2.1.2.1 Διατεμαχικός Ανταγωνισμός για το φώς

Όταν τα πειραματικά τεμάχια περιλαμβάνουν μη ισοϋψείς γονοτύπους-ποικιλίες, ο διατεμαχικός ανταγωνισμός για το φώς διαφοροποιεί την απόδοσή μιας ποικιλίας σε σχέση με την απόδοση της σε απουσία του ανταγωνισμού αυτού. Εκτός από την κύρια αυτή αιτία

σκίασης, ανταγωνισμός για την ηλιακή ακτινοβολία μπορεί προέλθει και από την διαφορετική πυκνότητα της φυλλικής επιφάνειας δύο γειτονικών πειραματικών τεμαχίων.

Η πλειονότητα των πειραμάτων αξιολόγησης του διατεμαχικού ανταγωνισμού για την ηλιακή ακτινοβολία, έχει πραγματοποιηθεί στα μικρά σιτηρά και ιδιαίτερα στο μαλακό σιτάρι. Αρνητική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και ύψους γειτονικών τεμαχίων πλάτους 1,5 μ ανέφερε ο Fisher (1978), εκτιμώντας τη μεταβολή της απόδοσης κατά 1,5% για κάθε 10 εκατοστά διαφοράς ύψους από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια. Σε πειραματικά τεμάχια των τριών γραμμών με μαλακό σιτάρι, οι Austin et al. (1977) αναφέρουν μεταβολή της απόδοσης κατά 2,7% για κάθε 10 εκατοστά διαφοράς ύψους. Παρόμοια αποτελέσματα δόθηκαν από τους Austin and Blackwell (1980) για ποικιλίες μαλακού σιταριού διαφορετικού ύψους όπου διαφορά 0,70 μ μείωσε την απόδοση των χαμηλών ποικιλιών από 10% έως 12%. Σε σύγκριση ποικιλιών μαλακού σίτου με πειραματικά τεμάχια μιας γραμμής και πλάτους 0,23 μ, οι Goldringer et al. (1994) ανέφεραν μείωση της απόδοσης 1% για κάθε εκατοστό διαφοράς του μέσου ύψους από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια. Σε αντίστοιχα πειράματα, η επίδραση του ανταγωνισμού για το φως (και δευτερευόντως ο ανταγωνισμός των ριζών) μειώθηκαν σημαντικά όταν, στο στάδιο εμφάνισης του κορυφαίου φύλλου, αφαιρέθηκαν ή κάμφθηκαν προς τα πίσω τα γειτονικά φυτά. Στην πρώτη περίπτωση αυξήθηκε η απόδοση κατά 25% και στην δεύτερη κατά 40% (Reynolds et al., 1994). Οι Talbot et al. (1995) σε πειράματα σιταριού με πειραματικά τεμάχια πλάτους 1,8 μ, αναφέρουν ότι ο διατεμαχικός ανταγωνισμός μετέβαλλε έως και 4% την απόδοση των ποικιλιών. Οι Clarke et al. (1998) σε πειράματα μαλακού σιταριού, ανέφεραν μεταβολή της απόδοσης κατά 0,34% για κάθε εκατοστό διαφοράς ύψους από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια.

Όσον αφορά σε άλλα σιτηρά, ο Gomez (1972) στο ρύζι, παρατήρησε ότι η απόδοση μπορεί να μειωθεί από το πλάγιασμα των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων, καθώς επίσης και από την σκίαση που προκαλούν. Οι Aastveit et al. (1989), σε πειράματα βρώμης και κριθαριού πειραματικών τεμαχίων πλάτους 1,5 μ, βρήκαν ότι για κάθε εκατοστό διαφοράς ύψους των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων η απόδοση μεταβάλλεται κατά 1 έως 2 χλγ/στρ. Οι Baker and Rossnagel (1988), αξιολόγησαν σε ξεχωριστά οκτώ πειράματα τρεις ποικιλίες κριθαριού και τρεις μαλακού σιταριού, οι οποίες διέφεραν στο ύψος. Παρατηρήθηκε

σημαντικός διατεμαχικός ανταγωνισμός σε τρία από τα οκτώ πειράματα, με αποτέλεσμα η απόδοση των κοντύτερων ποικιλιών να είναι σημαντικά μικρότερη ενώ η απόδοση των υψηλότερων ποικιλιών αυξημένη σε σχέση με την πραγματική. Οι David et al. (2001) σε πειράματα αξιολόγησης καλαμποκιού, ανέφεραν μεταβολή της απόδοσης κατά 16 έως 30 χλγ/στρ. για κάθε 10 εκατοστά διαφοράς ύψους από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια.

Παρόμοια αποτελέσματα έδειξαν και σχετικές μελέτες με πειράματα όπου συμμετείχαν περισσότερα του ενός είδη σιτηρών. Οι Kempton et al. (1986) πχ, συνέκριναν ποικιλίες χειμερινών σιτηρών και τριτικάλε σε τεμάχια πλάτους 1,5 μ, και ανέφεραν ομοίως αρνητική σχέση μεταξύ της απόδοσης τους και της μέσης διαφοράς ύψους των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων. Η απόδοση των κεντρικών τεμαχίων μειώθηκε κατά 0,2% σε σχέση με τη πραγματική τους απόδοση, για κάθε εκατοστό μεγαλύτερου ύψους της γειτονική ποικιλίας. Κατ' αναλογία, η απόδοση αυξήθηκε όταν το ύψος των γειτονικών τεμαχίων μειώθηκε.

2.1.2.2 Διατεμαχικός ανταγωνισμός και κατεύθυνση των γραμμών

Στα περισσότερα πειράματα που μελετήθηκε ο διατεμαχικός ανταγωνισμός, ήταν εντονότερος όταν οι γραμμές των πειραματικών τεμαχίων ήταν στην κατεύθυνση βορράς-νότος. Οι Baker and Rossnagel (1988) αναφέρουν διατεμαχικό ανταγωνισμό στην κατεύθυνση βορράς-νότος σε τρία από τέσσερα πειράματα, δύο με σιτηρά και ένα με κριθάρι και καθόλου σε τέσσερα άλλα πειράματα, με γραμμές κατεύθυνσης ανατολή-δύση. Ο Clarke et al., (2000) αναφέρουν ότι ο διατεμαχικός ανταγωνισμός σε πειράματα με κατεύθυνση βορράς-νότος μείωσε την απόδοση της κοντότερης ποικιλίας κατά 12%, η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την μείωση κατά 7% στην κατεύθυνση ανατολή-δύση.

Οι Kempton et al. (1986) εκτίμησαν τη μεταβολή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε πειραματικά τεμάχια μήκους 5μ και πλάτους 1,5, με διαφορά ύψους: τα τεμάχια με κατεύθυνση γραμμών βορρά-νότου είχαν κατά 0,7% απώλεια ή κέρδος σε ακτινοβολία για κάθε εκατοστό που ήταν χαμηλότερα ή υψηλότερα αντίστοιχα από τα γειτονικά τεμάχια. Σε γραμμές με κατεύθυνση ανατολή-δύση, η απώλεια στην ακτινοβολία στις χαμηλότερες ποικιλίες ήταν 0,5%, ενώ το κέρδος στην ακτινοβολία για υψηλότερες ποικιλίες ήταν 0,6%.

2.2 Μέθοδοι ελέγχου διατεμαχικού ανταγωνισμού

Επειδή ο διατεμαχικός ανταγωνισμός μπορεί να οδηγήσει σε μεροληπτική σύγκριση του παραγωγικού δυναμικού των γονοτύπων κατά τη διάρκεια της βελτίωσης ή στα πειράματα αξιολόγησης των ποικιλιών, είναι απαραίτητο να απομακρύνονται όσο το δυνατό περισσότερο οι δυσμενείς επιδράσεις από τον παραπάνω ανταγωνισμό. Για το σκοπό αυτό, έχουν προταθεί διάφορες εναλλακτικές ή συμπληρωματικές μέθοδοι ελέγχου του που αξιοποιούνται από τους ερευνητές γενικότερα και τους βελτιωτές ειδικότερα. Σε αυτές περιλαμβάνονται: η συγκομιδή μόνο των κεντρικών γραμμών του τεμαχίου, η χρήση περιθωριακών γραμμών από μία κοινή ποικιλία, τα μεγαλύτερα περιθωριακά κενά μεταξύ των τεμαχίων, η επιλογή του μεγέθους του πειραματικού τεμαχίου, η ομαδοποίηση των ποικιλιών ώστε σε κάθε πείραμα να περιέχονται γονότυποι με παρόμοια χαρακτηριστικά (όπως πχ. ο τρόπος ανάπτυξης και ο χρόνος ωρίμανσης) που θα εξασφαλίζουν ισοδύναμη επίδραση του ανταγωνισμού, καθώς και η υιοθέτηση εξειδικευμένων στατιστικών διαδικασιών ανάλυσης των πειραματικών δεδομένων.

Η ανεπιθύμητη επίδραση-αποτέλεσμα του διαγονοτυπικού ανταγωνισμού περιορίζεται συνήθως στη εξωτερική γραμμή γειτονικών τεμαχίων, αν και μικρότερη αλλά σημαντική επίδραση υφίσταται συχνά και στην δεύτερη εξωτερική γραμμή όπως έχει παρατηρηθεί στο ρύζι (Gomez, 1972), στο σιτάρι (Rich, 1973) και στα κουκιά (Kempton and Lockwood, 1984). Μια κοινή πρακτική για την αποφυγή των σφαλμάτων εκτίμησης που οφείλονται στον διατεμαχικό ανταγωνισμό, αφορά στην εξαίρεση των εξωτερικών γραμμών του πειραματικού τεμαχίου από τον υπολογισμό της απόδοσης της ποικιλίας, εφόσον αναμένεται ότι οι κεντρικές γραμμές αντιπροσωπεύουν πιστότερα το πραγματικό της παραγωγικό δυναμικό. Ο Fisher (1978) ανέφερε ότι σε τέσσερις ποικιλίες μαλακού σιταριού, η κατάταξη με βάση τη συνολική απόδοση όλου του τεμαχίου ήταν διαφορετική από ότι η κατάταξη που βασίσθηκε στην απόδοση των δύο κεντρικών γραμμών. Στο ίδιο πλαίσιο, αν και με σαφή υπερεκτίμηση λόγω των μεγάλων περιθωρίων (35 εκ.) μεταξύ των τεμαχίων, οι Austin and Blackwell (1980) ανέφεραν ότι σε πειράματα μαλακού σιταριού με πειραματικό τεμάχιο των επτά γραμμών, η εκτίμηση της απόδοσης με βάση τις δύο εξωτερικές γραμμές ήταν 62% μεγαλύτερη από αυτή με βάση μόνο την κεντρική γραμμή. Οι Romani et al. (1993) ανέφεραν

σε πειράματα μαλακού σιταριού και κριθαριού, με πειραματικά τεμάχια των οκτώ γραμμών, ότι η εκτίμηση της απόδοσης με βάση τις δύο εξωτερικές γραμμές ήταν 40% μεγαλύτερη από αυτή των δύο κεντρικών γραμμών. Η συγκομιδή των κεντρικών μόνο γραμμών εμπεριέχει και πρακτική δυσκολία με αποτέλεσμα να προτιμάται ενίοτε η συγκομιδή όλου του τεμαχίου ώστε να υπάρχει και εξοικονόμηση εργατωρών. Στον αντίποδα θα πρέπει να αναφερθεί ότι και τα πολύ μεγάλα τεμάχια (πολλές συνοριακές-μη συγκομιζόμενες γραμμές) μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την διόγκωση του πειραματικού σφάλματος λόγω αύξησης της συνολικής επιφάνειας του πειράματος.

Όταν λόγω μεγάλου αριθμού πειραματικών ποικιλιών ή μικρής ποσότητας διαθέσιμου σπόρου ή για διάφορους λόγους όπως προαναφέρθηκαν υφίσταται ανάγκη περιορισμού στο ελάχιστο ή και αποφυγής συνοριακών-μη συγκομιζόμενων γραμμών, τότε αξιοποιούνται άλλες τεχνικές. Μια τέτοια τεχνική είναι ο διαχωρισμός των πειραματικών τεμαχίων, με συνηθέστερους τρόπους αυτό της σποράς μίας κοινής ποικιλίας ή την διαμόρφωση ενός κενού χώρου (περιθωρίου) μεταξύ τους. Οι May and Morrison (1986) αξιολόγησαν την επίδραση τεσσάρων μεθόδων διαχωρισμού των τεμαχίων σε πειράματα απόδοσης κριθαριού και σίτου (μία γραμμή κενό-περιθώριο, μία μη συγκομιζόμενη γραμμή από την ίδια ποικιλία, μια γραμμή κοινής ποικιλίας κριθαριού στα πειράματα σίτου και σίτου σε πειράματα κριθής) και κατέληξαν ότι εφόσον η κοινή ποικιλία δεν είναι πιο ανταγωνιστική από τις υπό αξιολόγηση ποικιλίες, η μέθοδος διαχωρισμού δεν επηρεάζει την κατάταξη των ποικιλιών. Όπως ήταν αναμενόμενο, η απόδοση των ποικιλιών ήταν κατά 25% περίπου μεγαλύτερη στην περίπτωση κενού περιθωρίου.

Ένας άλλος τρόπος που έχει προταθεί για την μείωση του διατεμαχικού ανταγωνισμού είναι η ομαδοποίηση των ποικιλιών με παρόμοιο ανταγωνιστικό δυναμικό (Kempton, 1997). Αν η ομαδοποίηση αυτή γίνει με αποτελεσματικό τρόπο, τότε ουσιαστικά δεν θα υφίσταται ανταγωνισμός μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων που φιλοξενούν ποικιλίες της ίδιας ομάδας. Η ομαδοποίηση γονοτύπων σε πρώιμα στάδια της βελτιωτικής διαδικασίας, όπου δεν υφίστανται επαρκείς πληροφορίες για την ανταγωνιστικότητά τους, μπορεί να γίνει με βάση την προέλευσή τους, δηλαδή να ομαδοποιηθούν οι γονότυποι που προέκυψαν από την ίδια διασταύρωση (Kempton and Lockwood, 1984). Εναλλακτικά, η ομαδοποίηση των γονοτύπων

μπορεί να βασισθεί στο μέγεθος του σπόρου, καθώς αυτό μπορεί να επηρεάσει την ευρωστία τους στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κατά συνέπεια την ανταγωνιστική τους ικανότητα (Kaufmann and McFadden, 1960). Για προχωρημένο βελτιωτικό υλικό, όπου υπάρχουν περισσότερες πληροφορίες, η ομαδοποίηση μπορεί να βασισθεί σε άλλα χαρακτηριστικά που αναμένεται να επηρεάζουν το ανταγωνιστικό τους δυναμικό όπως το ύψος, ο χρόνος ωρίμανσης ή η αντίδραση σε ασθένειες (Austin et al. 1977).

Μια άλλη μέθοδος για την μείωση του διατεμαχικού ανταγωνισμού και επομένως τη βελτίωση της αξιοπιστίας της πειραματικής αξιολόγησης των γονοτύπων-ποικιλιών, αφορά στην αύξηση του μεγέθους του πειραματικού τεμαχίου. Το μέγεθος των πειραματικών τεμαχίων όμως για την αξιολόγηση γονοτύπων είναι εξ ανάγκης μικρό επειδή οι βελτιωτές, ιδιαίτερα σε πρώιμα στάδια ενός βελτιωτικού προγράμματος, έχουν να συγκρίνουν μεγάλο αριθμό γονοτύπων, με περιορισμούς στην διαθέσιμη ποσότητα σπόρου, σε χώρο και σε εργατικό δυναμικό. Οι Talbot and England (1984) σε πειράματα συγκρίσεως ποικιλιών διαπίστωσαν ότι οι υψηλότερες ποικιλίες απέδωσαν καλύτερα στα μικρά πειραματικά τεμάχια.

Όσον αφορά στο πλάτος του πειραματικού τεμαχίου, τα στενότερα πειραματικά τεμάχια είναι πιο ευάλωτα στην επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού από ότι τα πλατύτερα. Οι Strand and Gullord (1991) ανέφεραν ότι η επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού είναι διπλάσια σε πειραματικά τεμάχια πλάτους 0,75 μέτρων, σε σχέση με τεμάχια πλάτους 1,5 μέτρων. Οι Goldringer et al. (1994) δεν αναφέρουν διατεμαχικό ανταγωνισμό σε πειραματικά τεμάχια σιταριού έξι γραμμών πλάτους 1,4 μέτρων αλλά σε πειραματικά τεμάχια μονής γραμμής. Οι David et al. (2001) ανέφεραν ότι ο διατεμαχικός ανταγωνισμός σε πειραματικά τεμάχια δύο γραμμών στο καλαμπόκι ήταν εντονότερος σε σχέση με πειραματικά τεμάχια τεσσάρων γραμμών.

2.3 Σχέδια μελέτης του διατεμαχικού ανταγωνισμού

Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός μπορεί να ερευνηθεί και να μελετηθεί με διαλληλικά και συστηματικά πειραματικά σχέδια τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα εκτίμησης του ανταγωνισμού αυτού και τον ακριβέστερο υπολογισμό της αξίας κάθε γονοτύπου.

2.3.1 Διαλληλικά σχέδια

Ο όρος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην βελτίωση φυτών στην δεκαετία του '50. Η τοποθέτηση των επεμβάσεων σε διαλληλικά σχέδια μπορεί να γίνει προς διάφορες κατευθύνσεις. Ένα κοινό χαρακτηριστικό των σχεδίων αυτών είναι η χρήση τριπλών τεμαχίων όπου το κεντρικό τεμάχιο, το μοναδικό τεμάχιο που συγκομίζεται, συνορεύει και από τις δύο πλευρές με την ίδια ή κάποια ομάδα γονοτύπων και έτσι ένα ολοκληρωμένο διαλληλικό σχέδιο έχει τον κάθε γονότυπο να ανταγωνίζεται κάθε άλλο γονότυπο και τον εαυτό του (Kempton and Lockwood, 1984; Bradshaw and Kempton, 1991). Αν n είναι οι γονότυποι, τότε δημιουργούνται n^2 οικογένειες που αποτελούν το πλήρες διαλληλικό σχέδιο (Jinks and Hayman 1953; Crumpacker and Allard, 1962). Μία παραλλαγή είναι η προσθήκη μίας μόνο φοράς από κάθε πλευρά του τεμαχίου όλων των άλλων γονοτύπων σε συνδυασμούς ζευγαριών, ενώ μία άλλη παραλλαγή είναι ο συνυπολογισμός ζευγαριών συνδυασμών από την αντίθετη πλευρά (Bradshaw and Kempton, 1991). Οι επεμβάσεις μπορεί να έχουν την μορφή ενός σχεδίου τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων ή μη πλήρων ομάδων, έτσι ώστε οι επιδράσεις των ομάδων να μπορούν να αφαιρεθούν. Τα διαλληλικά σχέδια διατεμαχικού ανταγωνισμού έχουν συνήθως μεγάλα μεγέθη και απαιτούν μεγάλες ποσότητες εισροών, καθώς ο αριθμός τεμαχίων για κάθε επανάληψη είναι τριπλάσιος από τον αριθμό των επεμβάσεων.

Δύο παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν σχεδιάζεται η αξιοποίηση τέτοιων πειραμάτων. Πρώτον ότι ο αριθμός των συνδυασμών για μελέτη του ανταγωνισμού, αυξάνεται ραγδαία καθώς αυξάνεται και ο αριθμός των πειραματικών ποικιλιών. Υποθέτοντας ότι διατεμαχικός ανταγωνισμός συμβαίνει μόνο ανάμεσα στο πειραματικό τεμάχιο και τα άμεσα γειτονικά του τεμάχια και από τις δύο πλευρές και ότι οι συνοριακές επιδράσεις είναι ίδιες και από τις δύο πλευρές, τότε ο συνολικός αριθμός για μεταχειρίσεις ανταγωνισμού για 3, 4, και 5

ποικιλίες είναι 18, 40 και 75 πειραματικά τεμάχια αντίστοιχα. Εφόσον κάθε μεταχείριση αποτελείται από τρία τεμάχια (ένα πειραματικό συν τα δυο τα γειτονικά τεμάχια), αν χρησιμοποιηθεί ο σχεδιασμός πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων, ο συνολικός αριθμός τεμαχίων που απαιτείται για κάθε επανάληψη είναι τρεις φορές μεγαλύτερος από τους παραπάνω αριθμούς. Αυτό όμως οδηγεί σε σπατάλη πόρων (2/3 των τεμαχίων θα απορριφθεί). Επίσης δεν είναι πρακτικά λόγω του ότι είναι δύσκολο να βρεθούν τόσο μεγάλα ομοιογενή χωράφια για τόσο μεγάλο αριθμό επεμβάσεων.

Δεύτερο, τα διαλληλικά σχέδια στοχεύουν στο να μελετήσουν τον ανταγωνισμό συγκεκριμένων ομάδων γονοτύπων μόνο και δεν αποτελούν σχέδια φυσικής απομάκρυνσης του ανταγωνισμού αυτού. Επομένως, θα πρέπει να προστεθούν στο στατιστικό πρότυπο ανάλυσης και συγκεκριμένοι όροι που θα λαμβάνουν υπόψη τις συνοριακές επιδράσεις, ώστε να προκύπτουν αμερόληπτες κατά το δυνατόν εκτιμήσεις (Lin et al., 1985; Kempton, 1997).

2.3.2 Συστηματικά σχέδια

Τα συστηματικά σχέδια επεμβάσεων αποσκοπούν στην πλέον αποτελεσματική χρήση των πόρων. Οι γονότυποι τοποθετούνται έτσι ώστε κάθε τεμάχιο μπορεί να θεωρείται το κεντρικό τεμάχιο μίας ομάδας τριών τεμαχίων που κινείται κατά μήκος της σειράς των τεμαχίων και με τον τρόπο αυτό, κάθε γονότυπος συνορεύει με κάθε έναν από τους άλλους γονοτύπους μια φορά, συγκομίζονται όλα τα τεμάχια, εκτός από τα ακραία (Clarke, 1996). Το ημι-ισορροπημένο αυτό συστηματικό σχέδιο περιορίζεται στην περίπτωση αξιολόγησης μονού αριθμού γονοτύπων (Kempton, 1985). Σε μία παραλλαγή αυτού του σχεδίου, κάθε γονότυπος ελέγχεται και σε συνδυασμό με τον εαυτό του (Kempton, 1982). Η ισορροπία επιτυγχάνεται όταν κάθε γονότυπος έχει από μία φορά σε κάθε του πλευρά, κάθε έναν από τους υπόλοιπους γονοτύπους-ανταγωνιστές (Kempton, 1985). Τα ισορροπημένα συστηματικά σχέδια είναι κατάλληλα όταν υπάρχει λόγος να αναμένεται μεγαλύτερος διατεμαχικός ανταγωνισμός από την μία πλευρά του τεμαχίου, όπως στην περίπτωση διαφοροποίησης ως προς την κατεύθυνση της σκίασης. Το πλήρως ισορροπημένο σχέδιο είναι το πιο απαιτητικό, επειδή ο αριθμός των σετ των επεμβάσεων ισούται με τον αριθμό των γονοτύπων ($r = n$) (Clarke, 1996).

Τα ημι-ισορροπημένα σχέδια είναι λιγότερο απαιτητικά καθώς ο αριθμός των συνόλων των επεμβάσεων είναι $\frac{1}{2}(n-1)$ (Kempton, 1985).

Ένα πρόβλημα που δημιουργείται με τα συστηματικά σχέδια επεμβάσεων είναι ότι απόδοση κάθε γονοτύπου υπολογίζεται χωρίς να έχει εκτιμηθεί ποτέ ο ανταγωνισμός του γονοτύπου με τον εαυτό του (Clarke, 1996). Οι Lin et al. (1985) αντιμετώπισαν αυτό το πρόβλημα συμπεριλαμβάνοντας πειράματα αξιολόγησης της πραγματικής απόδοσης των ποικιλιών, κάτι το οποίο υφίσταται στα διαλληλικά σχέδια.

2.4 Στατιστικές μέθοδοι ελέγχου του διατεμαχικού ανταγωνισμού

Όταν δεν μπορούμε με φυσικό τρόπο να αφαιρέσουμε τον διατεμαχικό ανταγωνισμό μέσω της κατάλληλης τοποθέτησης των επεμβάσεων στον πειραματικό αγρό, τότε η επίδρασή του δύναται να εκτιμηθεί και ελεγχθεί με την προσθήκη επί πλέον όρων στο πρότυπο της στατιστικής ανάλυσης του πειράματος.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εισάγουμε, στο πρότυπο της στατιστικής ανάλυσης, τον διατεμαχικό ανταγωνισμό. Ένας τρόπος είναι να εισαχθούν, στο πρότυπο που περιγράφει την απόδοση (ή κάποια άλλη μέτρηση) του τεμαχίου, όροι που εξαρτώνται από τους γονοτύπους των γειτονικών τεμαχίων. Αυτή την μέθοδο εφάρμοσαν πχ. οι Jenkyn et al., (1979; 1983) όπως και οι Kempton and Lockwood (1984), εισάγοντας έναν όρο αλληλεπίδρασης μεταξύ του γονοτύπου σε ένα τεμάχιο και των γονοτύπων των γειτονικών τεμαχίων. Ένας άλλος τρόπος είναι η χρήση προτύπων αυτό-παλινδρόμησης, όπως αυτό που προσθέτει σε ένα κλασσικό πρότυπο επιδράσεων επεμβάσεων και ομάδων έναν όρο ανάλογο του μέσου όρου των γειτονικών τεμαχίων (Kempton, 1982). Ο μέσος αυτός διορθώνεται ως προς τον μέσο όρο των επαναλήψεων. Ο συντελεστής αυτού του όρου μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τις διαφορετικές επεμβάσεις. Σύμφωνα με τους Besag and Kempton (1986), τέτοιου είδους πρότυπα έμμεσα δέχονται, ότι ο διατεμαχικός ανταγωνισμός είναι τοπικά πιο σημαντικός από τη παραλλακτικότητα της εδαφικής γονιμότητας. Έναν τρίτο τρόπο αποτελεί η εισαγωγή, πλέον της κύριας υπό εκτίμηση μεταβλητής (πχ. απόδοσης), και άλλων μεταβλητών

στο πρότυπο ανάλυσης. Αυτό γίνεται με την προσθήκη σε ένα κλασσικό πρότυπο επιδράσεων επεμβάσεων και ομάδων, μιας συμμεταβλητής που ισούται με την διαφορά της τιμής του πειραματικού τεμαχίου και από τον μέσο όρο των δύο τιμών των δύο γειτονικών τεμαχίων.

Ένα κλασσικό παράδειγμα του πρώτου τρόπου δίδεται στην εργασία των Kempton and Lockwood (1984) όπου μελετήθηκε σε ένα διαλληλικό σχέδιο η επίδραση που έχουν οι γονότυποι στα γειτονικά τεμάχια πάνω στη εκτίμηση ενός γονοτύπου κατά την αξιολόγηση 4 γονοτύπων φασολιών. Κάθε τεμάχιο αποτελούνταν από 3 υποτεμάχια των 4 γραμμών, το κεντρικό συγκομιζόμενο υποτεμάχιο με τον γονότυπο (A) και τα δύο γειτονικά υποτεμάχια με τον γονότυπο-ανταγωνιστή (A,B,C ή D). Χρησιμοποιήθηκαν 4 επαναλήψεις για κάθε ένα από τους 16 συνδυασμούς γονοτύπων. Η απόδοση του κεντρικού υποτεμαχίου με τον γονότυπο A που έχει γείτονα τον ανταγωνιστή - γονότυπο B δίδεται ως εξής:

$$\text{Απόδοση A} = \text{Μέσος όρος} + \text{Άμεση επανάληψης} + \text{Άμεση επίδραση A} + \text{Διατεμαχική επίδραση B} + \text{Αλληλεπίδραση A με B} + \text{Σφάλμα}$$

Όπου η άμεση επίδραση ενός γονοτύπου, είναι η επίδρασή του στην απόδοση του τεμαχίου και η διατεμαχική επίδραση είναι η επίδραση του στα γειτονικά υποτεμάχια, όπως αυτή προκύπτει ως μέσος όρος όλων των γειτονικών γονοτύπων.

Η εξίσωση αυτή μπορεί να επεκταθεί σε πειράματα όπου το κάθε τεμάχιο έχει αρκετούς διαφορετικούς γονοτύπους ως γείτονες. Εάν η άμεση επίδραση ενός γονοτύπου i είναι g_i και η διατεμαχική επίδραση ενός γειτονικού γονοτύπου k στον γονότυπο i είναι Φ_{ki} , τότε η απόδοση του i γονοτύπου στο κάθε j τεμάχιο μπορεί να γραφεί ως (Kempton, 1985):

$$y_{ij} = \mu + b_j + g_i + \sum_{ki} \Phi_{ki} w_{jk} + e_{ij}$$

όπου μ είναι ο μέσος όρος του πειράματος, b_j είναι η επίδραση της ομάδας που αντιστοιχεί στο j τεμάχιο και w_{jk} είναι ο αριθμός των περιπτώσεων που ο γονότυπος k αποτελεί γειτονικό τεμάχιο του γονοτύπου j . Όταν η διατεμαχική επίδραση περιορίζεται σε διπλανά τεμάχια προς μία κατεύθυνση, $w_{jk} = 1$ αν ο γονότυπος k βρίσκεται στο τεμάχιο $j-1$ ή $j+1$, διαφορετικά $w_{jk} = 0$.

Η παραπάνω εξίσωση παρέχει εκτιμήσεις των επιδράσεων των γονοτύπων που έχουν διορθωθεί για την μεροληψία λόγω της διατεμαχικής επίδρασης. Η παραμετροποίηση του προτύπου γίνεται με τρόπον ώστε να τυποποιείται η διατεμαχική επίδραση που δέχεται κάθε γονότυπος ως προς την αναμενόμενη από τον εαυτό του.

$$y_{ij} = \mu + b_j + g_i^* + \sum_{ki} \Phi_{ki}^* w_{jk} + e_{ij}$$

όπου g_i^* είναι η πραγματική επίδραση του γονοτύπου i (δηλ. όταν γεινιάζει με τον εαυτό του) και Φ_{ki}^* είναι η μέση διαφορά σε απόκρισης με γείτονα τον γονότυπο k παρά με τον γονότυπο i . Αν υφίσταται αθροιστικότητα άμεσων και γειτονικών επιδράσεων, τότε: $\Phi_{ki}^* = \Phi_k - \Phi_i$. Στην περίπτωση αυτή, αν κάθε τεμάχιο έχει m γείτονες με ίση βαρύτητα, η πραγματική επίδραση του γονοτύπου i είναι $g_i^* = g_i + m \Phi_i$. Η παραπάνω εξίσωση μπορεί να προσαρμοσθεί σε δεδομένα με χρήση των ελάχιστων τετραγώνων ώστε να εκτιμηθούν οι πραγματικές αποδόσεις των γονοτύπων και τα τυπικά τους σφάλματα. Όταν χρησιμοποιούνται μη πλήρεις ομάδες, οι πληροφορίες για τις άμεσες και τις διατεμαχικές επιδράσεις εντός της ομάδας είναι σημαντικές (Brown and Kempton, 1994).

Όταν ο αριθμός των επαναλήψεων είναι μικρός ωστόσο, οι μέσες διατεμαχικές επιδράσεις Φ_k δεν εκτιμώνται με ακρίβεια και κατά συνέπεια οι εκτιμήσεις για τις επιδράσεις της πραγματικής απόδοσης των γονοτύπων g^* έχουν μεγάλα τυπικά σφάλματα. Στην περίπτωση αυτή, μεταξύ άλλων, μπορούμε να μειώσουμε τον αριθμό των παραμέτρων του διατεμαχικού ανταγωνισμού με την ομαδοποίηση των ανταγωνιστών όπως έχει ήδη αναφερθεί προηγουμένως. Περαιτέρω μείωση μπορεί να επιτευχθεί όταν υφίσταται σχέση ανταγωνισμοί και κάποιου γνωρίσματος. Ειδικότερα, αν ο διατεμαχικός ανταγωνισμός σχετίζεται γραμμικά με τον μέση τιμή X για ένα χαρακτηριστικό ενός γονοτύπου (π.χ. του ύψους) τότε $\Phi_{ki}^* = \beta(X_k - X_i)$ και ο ανταγωνισμός μπορεί να προτυποποιηθεί με μία γραμμική συμμεταβλητή, με συντελεστή παλινδρόμησης β . Σε μια άλλη παραλλαγή, η συμμεταβλητή X μπορεί να προέρχεται από την παρατηρούμενη τιμή του γνωρίσματος στο γειτονικό τεμάχιο παρά από την μέση τιμή του γονοτύπου. Η απόκριση του τεμαχίου j μπορεί να αποδοθεί ως εξής:

$$y_{ij} = \mu + b_j + g_i^* + m\beta(X_{N(j)} - X_j) + e_{ij}$$

Όπου $X_{N(j)}$ είναι ο μέσος όρος της απόδοσης των m γειτόνων του τεμαχίου j .

Τα δεδομένα του τεμαχίου επομένως μπορούν να διορθωθούν λαμβάνοντας υπόψη μία συµµεταβλητή, από τα γειτονικά του τεμάχια, που βασίζεται σε κάποιο χαρακτηριστικό σχετιζόµενο µε την απόδοση (Fisher, 1978; Kempton, 1982; Bradshaw, 1986; Kempton et al., 1986). Αν χρησιµοποιηθεί µία συµµεταβλητή βασισµένη πχ. το ύψος, τα δεδοµένα και από µία µόνο επανάληψη είναι αρκετά. Τα χαρακτηριστικά των φυτών που επιλέγονται ως συµµεταβλητές πρέπει να έχουν αρνητική συσχέτιση µε την απόδοση που πρόκειται να διορθωθεί (Goldringer et al., 1994).

Η έρευνα στα σιτηρά έχει εστιασθεί στην χρήση του ύψους των γειτονικών τεμαχίων ως συµµεταβλητής. Οι Austin et al. (1977) χρησιµοποίησαν τον μέσο όρο της διαφοράς του ύψους µε τα γειτονικά τεμάχια ως συµµεταβλητή για την διόρθωση της απόδοσης, του συνολικού βάρους του φυτού και της περιεκτικότητας αζώτου ανά φυτό στο χειμερινό σιτάρι. Οι Bradshaw and Kempton (1991), ανέφεραν ότι µια διόρθωση µε ανάλυση συνδιακύµανσης γενικά µειώνει την απόδοση των υψηλών και αυξάνει την απόδοση των χαμηλών ποικιλιών. Σε σχετικά πειράµατα, η κατάταξη άλλαξε για τέσσερις από τις έντεκα ποικιλίες που αξιολογήθηκαν και βελτιώθηκε για µία χαµηλή ποικιλία. Οι Clarke et al. (1999) χρησιµοποίησαν τον μέσο όρο της διαφοράς του ύψους µε τα γειτονικά τεμάχια ως συµµεταβλητή για την διόρθωση της απόδοσης σε πειράµατα µαλακού σιταριού.

Άλλοι ερευνητές χρησιµοποιούν την απόδοση των γειτονικών τεμαχίων ως συµµεταβλητή (Kempton, 1985; Bradshaw and Kempton, 1991; Goldringer et al., 1994). Σε τέτοιες αξιολογήσεις, η χρήση της απόδοσης των γειτονικών τεμαχίων ως συµµεταβλητής έχει το πλεονέκτηµα ότι το χαρακτηριστικό αυτό είναι το µετρούµενο και έτσι δεν απαιτείται επιπλέον εργασία ενώ ενδείκνυται όταν η πηγή του διατεµαχικού ανταγωνισµού είναι άγνωστη. Οι Goldringer et al. (1994) δοκίµασαν µία τέτοια διόρθωση σε πειράµατα απόδοσης χειμερινού µαλακού σιταριού, η οποία όµως αποδείχθηκε αναποτελεσµατική παρά το γεγονός ότι µειώθηκε το πειραµατικό σφάλµα. Η µέθοδος έχει αποδειχτεί αποτελεσµατική σε

καλλιέργειες που ενδιαφερόμαστε για το υπόγειο τμήμα τους (Kempton, 1985; Besag and Kempton, 1986; Bradshaw, 1989; Bradshaw and Kempton, 1991).

Δύο συμμεταβλητές διόρθωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν η απόκριση στον διατεμαχικό ανταγωνισμό ανάμεσα στα ζευγάρια γονοτύπων δεν είναι αντιστρόφως ταυτόσημη (Jensen and Federer, 1964; Austin and Blackwell, 1980; Kempton et al., 1986). Άλλη περίπτωση όπου δύο συμμεταβλητές θα ήταν πλέον κατάλληλες, είναι όταν υπεισέρχονται δύο παράγοντες που σχετίζονται με τον ανταγωνισμό (Bradshaw and Kempton, 1991).

Οι Goldringer et al., (1994) σύγκριναν αρκετές συμμεταβλητές για την αποτελεσματική διόρθωση διατεμαχικού ανταγωνισμού της απόδοσης: τον μέσο όρο διαφοράς ύψους ανάμεσα στα κεντρικά και γειτονικά τεμάχια, το ύψος κατά την ημερομηνία ξεσταχυάσματος, το ύψος κατά την ημερομηνία ανθήσεως κ.α. Η χρήση της μέσης διαφοράς του ύψους ως συμμεταβλητής μπορεί να μην είχε ως αποτέλεσμα την μεγαλύτερη μείωση του πειραματικού σφάλματος, έδωσε όμως την μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ της διορθωμένης και της πραγματικής απόδοσης.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τη μελέτη και τον έλεγχο του διατεμαχικού ανταγωνισμού πραγματοποιήθηκαν μία σειρά πειραμάτων κατά τη χρονική περίοδο 2004 – 2008, στο πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού στο Βοτανικό (37° 59' 08 Β και 23° 42' 23 Α) και στα αγροκτήματα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στις περιοχές της Κωπαΐδας (38° 23' 51 Β και 23° 05' 41 Α) και των Σπάτων (37° 58' 47 Β και 23° 54' 48 Α).

3.1 Γενετικό υλικό

Στα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν έξι ποικιλίες σκληρού σιταριού (*Turgidum durum* var *durum*). Οι ποικιλίες Άθως, Καλλιθέα, Παπαδάκης, Πόντος και Σίφνος, οι οποίες προέρχονται από το Ινστιτούτο Σιτηρών του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας και η ιταλική εμπορική ποικιλία Pietrafitta. Οι ποικιλίες επιλέχτηκαν λόγω του ύψους τους, από δεδομένα που προέρχονται από προηγούμενα πειράματα αξιολόγησης ποικιλιών. Τα πειράματα αυτά είχαν πραγματοποιηθεί στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού στην περιοχή του Βοτανικού κατά τη χρονική περίοδο 2000-2003.

3.2 Κατηγορίες πειραμάτων-μεταβλητές

Για τη μελέτη και τον έλεγχο του διατεμαχικού ανταγωνισμού πραγματοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες πειραμάτων. Στην πρώτη κατηγορία, η επίδραση του ανταγωνισμού μελετήθηκε σε σχέση με τον αριθμό των γραμμών του πειραματικού τεμαχίου. Η δεύτερη κατηγορία περιελάμβανε πειράματα αξιολόγησης του ανταγωνισμού αφού προηγουμένως οι ποικιλίες ομαδοποιήθηκαν με βάση το ύψος τους. Στην τρίτη κατηγορία πειραμάτων, αξιοποιήθηκε ένα εξειδικευμένο σχέδιο, αυτό των ισορροπημένων γειτόνων, για τη αναλυτικότερη εκτίμηση των συστατικών της διακύμανσης των παραγωγικών παραμέτρων των ποικιλιών σε σχέση με τον ανταγωνισμό. Τέλος η τέταρτη

κατηγορία αφορούσε στο έλεγχο της επίδρασης του ανταγωνισμού σε σχέση με τον προσανατολισμό των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων.

Τα δεδομένα τα οποία μελετηθήκαν κατά την διάρκεια των πειραμάτων ήταν το ύψος των φυτών κατά την διάρκεια της καλλιέργειας και οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης του ξεσταχυάσματος και ανθήσεως. Κατά την διάρκεια της συγκομιδής μετρήθηκε το βάρος, το τελικό ύψος και ο αριθμός των αδελφιών σε ατομικά φυτά. Στη συνέχεια, μετά από σύντομη αποθήκευση των στάχων καταγράφηκαν οι εξής μετρήσεις: μήκος και βάρος κεντρικού στάχου, αριθμός σταχυδίων και σπόρων ανά στάχου, βάρος σπόρων ανά στάχου, βάρος χιλίων κόκκων και υγρασία των σπόρων.

Κάθε πείραμα αναλύθηκε ξεχωριστά ανά έτος/περιβάλλον ενώ έγινε και συνδυασμένη ανάλυση όπου ήταν απαραίτητη. Αρχικά έγινε έλεγχος της κανονικότητας των δεδομένων με τη δοκιμασία Shapiro-Wilk, της ομοσκεδαστικότητας (ομοιογένειας διακυμάνσεων) των πληθυσμών με τη δοκιμασία F_{max} , της αθροιστικότητας με την δοκιμασία Tukey και τέλος της ανεξαρτησίας των σφαλμάτων με την δοκιμασία του χ^2 . Σε περιπτώσεις απουσίας κανονικότητας η/και ομοσκεδαστικότητας πραγματοποιήθηκαν μετατροπές, όπως αυτές της τετραγωνικής ρίζας, της Box-Cox, της λογαριθμικής μετατροπής και της μετατροπής $X^{0.2}$. Για την απομάκρυνση των ακραίων τιμών χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία του Dixon.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με βάση τα κατά περίπτωση κατάλληλες GLM διαδικασίες του στατιστικού λογισμικού JMP 8.

3.2.1 Αξιολόγηση ανταγωνισμού σε σχέση με τον αριθμό των συνοριακών γραμμών

Τα πειράματα στα οποία συμμετείχαν οι έξι ποικιλίες σκληρού σιταριού, πραγματοποιήθηκαν σε δύο περιβάλλοντα: το πρώτο στην περιοχή του Βοτανικού την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005 και το δεύτερο στην περιοχή της Κωπαΐδας την καλλιεργητική περίοδο 2005-2006. Οι πειραματικές επεμβάσεις διατάχθηκαν κατά το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πληρών Ομάδων, με τρεις επαναλήψεις (Σχήμα 7.3). Κάθε πειραματικό τεμάχιο περιλάμβανε επτά γραμμές μήκους έξι μέτρων, με απόσταση μεταξύ των γραμμών είκοσι εκατοστά. Οι σπορές έγιναν στις

11 - 17/12/2004 και 07/ 12/2005, ενώ οι συγκομιδές έγιναν στις 10 - 14/6/2005 και 13 - 15/6/2006, για την πρώτη και την δεύτερη χρονιά αντίστοιχα.

Για τον έλεγχο τις επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού στα πειραματικά τεμάχια πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις χρησιμοποιώντας σε κάθε μια διαφορετικό αριθμό γραμμών: και τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου, τις πέντε εσωτερικές γραμμές, τις τρεις εσωτερικές γραμμές, τις τέσσερις συνοριακές (εξωτερικές) γραμμές, και τέλος τις δύο συνοριακές γραμμές.

Το γραμμικό πρότυπο για την ανάλυση ήταν: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$, όπου

μ = ο μέσος όρος του πληθυσμού

τ_i = η επίδραση της i -στής της ποικιλίας

β_j = η επίδραση της j -στής ομάδας

ε_{ij} = τυχαίο σφάλμα

Για τις συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Για την σύγκριση της αποτελεσματών των στατιστικών αναλύσεων χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 και ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV%.

Για τον έλεγχο των μεταβλητών που συνδέονται με το διατεμαχικό ανταγωνισμό πραγματοποιήθηκε σταδιακή πολλαπλή παλινδρόμηση (stepwise regression). Εξαρτημένη μεταβλητή Y ήταν η διαφορά της απόδοση μιας ποικιλίας σε ένα πειραματικό τεμάχιο (και οι επτά γραμμές) από τη μέση πραγματική απόδοσή της συγκεκριμένης ποικιλίας όπως αυτή εκτιμήθηκε από τις τρεις εσωτερικές γραμμές όλων των πειραματικών της τεμαχίων. Ανεξάρτητες μεταβλητές X ήταν οι διαφορές των τιμών ενός χαρακτήρα (πχ. ύψος, απόδοση κλπ.) του συγκεκριμένου πειραματικού τεμαχίου από τον μέσο όρο των αντίστοιχων τιμών των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων.

3.2.2 Αξιολόγηση του ανταγωνισμού μετά από ομαδοποίηση των ποικιλιών

Τα πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν οι έξι ποικιλίες σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκαν σε δύο περιβάλλοντα: στην περιοχή του Βοτανικού την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005 και στην περιοχή της Κωπαΐδας την καλλιεργητική περίοδο 2005-2006. Οι πειραματικές επεμβάσεις ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με τη μεταβλητή του ύψους σε δύο υποομάδες, όπου η πρώτη υποομάδα περιλάμβανε τις τρεις υψηλότερες (Άθως, Καλλιθέα και Pietrafitta) και η δεύτερη υποομάδα τις τρεις χαμηλότερες ποικιλίες (Παπαδάκης, Πόντος και Σίφνος). Το πείραμα έγινε σύμφωνα με το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Σχήμα 7.4) με τρεις επαναλήψεις και κάθε πειραματικό τεμάχιο περιλάμβανε επτά γραμμές μήκους έξι μέτρων, με απόσταση μεταξύ των γραμμών είκοσι εκατοστά.

Οι σπορές έγιναν στις 11 - 17/12/2004 και 07/ 12/2005, ενώ οι συγκομιδές έγιναν στις 10 - 14/6/2005 και 13 - 15/6/2006 για την πρώτη και την δεύτερη χρονιά αντίστοιχα.

Η στατιστική ανάλυση του πειράματος πραγματοποιήθηκε σε δεδομένα για διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου και συγκεκριμένα για τις : δύο και τέσσερις συνοριακές γραμμές, επτά γραμμές, πέντε και τρεις εσωτερικές γραμμές.

Το γραμμικό πρότυπο για την ανάλυση ήταν $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$ όπου

μ = ο μέσος όρος του πληθυσμού

τ_i = η επίδραση της i-στής ποικιλίας

β_j = η επίδραση της j-στής ομάδας

ε_{ij} = τυχαίο σφάλμα

Για τις συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Για τον έλεγχο των μεταβλητών που συνδέονται με το διατεμαχικό ανταγωνισμό πραγματοποιήθηκε, όπως αναφέρθηκε και στην πρώτη κατηγορία, σταδιακή πολλαπλή παλινδρόμηση.

3.2.3 Αξιολόγηση με σχέδιο διαλληλικού ανταγωνισμού

Τα πειράματα στα οποία χρησιμοποιήθηκαν οι έξι ποικιλίες σκληρού σιταριού, πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της Κωπαΐδας κατά τις καλλιεργητική περίοδο 2006-2007 και την καλλιεργητική περίοδο 2007-2008. Οι σπορές έγιναν στις 29/11/2006 και 23/11/2007, ενώ οι συγκομιδές έγιναν στις 16-17/6/2007 και 4- 6/6/2008 για την πρώτη και την δεύτερη χρονιά αντίστοιχα.

Υιοθετήθηκε ένα σχέδιο διαλληλικού ανταγωνισμού (Kempton and Lockwood 1984; Bradshaw, 1994) όπου κάθε ποικιλία γειτνιάζε και από τις δύο πλευρές με όλες τις άλλες ποικιλίες και με τον εαυτό της ('ισορροπημένοι γείτονες') όπως φαίνεται στο σχήμα 7.5. Το διπαραγοντικό αυτό πείραμα (παράγοντες: ποικιλίες-ανταγωνιστές, ποικιλίες) έγινε σύμφωνα με το σχέδιο τυχαιοποιημένων πληρών ομάδων με δύο επαναλήψεις και σε διάταξη υποδιαιρεμένων τεμαχίων με κύρια τεμάχια τις έξι ποικιλίες- ανταγωνιστές και υποτεμάχια τις έξι ποικιλίες. Κάθε πειραματικό τεμάχιο περιλάμβανε επτά γραμμές μήκους έξι μέτρων, με απόσταση μεταξύ των γραμμών 20 εκατοστά.

Το πείραμα αναλύθηκε για κάθε χρονιά ξεχωριστά με βάση το ακόλουθο γραμμικό πρότυπο

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk} \text{ όπου}$$

μ : ο μέσος του πληθυσμού

ρ_i : οι επαναλήψεις i

α_j : η επίδραση του j επιπέδου του κυρίου τεμαχίου (ανταγωνιστής)

δ_{ij} : η αλληλεπίδραση του i επιπέδου της ομάδας με το j επίπεδο του κυρίου τεμαχίου

β_k : η επίδραση του k επιπέδου του υποτεμαχίου (ποικιλίες)

$(\alpha\beta)_{jk}$: η αλληλεπίδραση του j επιπέδου του πρώτου παράγοντα με το k επίπεδο του δευτέρου παράγοντα

ε_{ijk} : η απόκλιση της Y_{ijk} από τον πληθυσμιακό μέσο του ij πληθυσμού

Για τις συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε συνδυασμένη ανάλυση των δεδομένων από τα δύο περιβάλλοντα εφόσον υπήρχε ομοιογένεια των διακυμάνσεων όπως διαπιστώθηκε από την δοκιμασία του Fmax.

Το γραμμικό πρότυπο της συνδυασμένης ανάλυσης έχει ως εξής:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \pi_k + (\alpha\pi)_{ik} + \rho_{kl} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + (\beta\pi)_{jk} + (\alpha\beta\pi)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

μ : ο μέσος του πληθυσμού

α_i : η επίδραση του i επιπέδου του ανταγωνιστή (κύριο τεμάχιο)

π_k : η επίδραση του k επιπέδου του περιβάλλοντος

ρ_{kl} : η επίδραση της επανάληψης l στο περιβάλλον k

σ_{ikl} : το σφάλμα κυρίου τεμαχίου του ανταγωνιστή i της επανάληψης l στο περιβάλλον k

β_j : η επίδραση του j επιπέδου της ποικιλίας (υποτεμάχιο)

$(\alpha\pi)_{ik}$, $(\alpha\beta)_{ij}$, $(\beta\pi)_{jk}$ και $(\alpha\beta\pi)_{ijk}$: οι επιδράσεις των αλληλεπιδράσεων

ε_{ijkl} : το σφάλμα των υποτεμαχίων (υπόλοιπο)

Για τον έλεγχο σημαντικότητας της επίδρασης κάθε παράγοντα αυτού του προτύπου, ο παρονομαστής της δοκιμασίας του F βασίσθηκε στη θεωρητική σύσταση των μέσων τετραγώνων, θεωρώντας σταθερούς παράγοντες την ποικιλία και τον ανταγωνιστή και τυχαίο παράγοντα το περιβάλλον (Πιν. 7.25). Για την εκτίμηση των επί μέρους συστατικών της διακύμανσης, τα θεωρητικά μέσα τετράγωνα προέκυψαν θεωρώντας και τους τρεις παραπάνω παράγοντες τυχαίους.

Για τον έλεγχο των μεταβλητών που συνδέονται με το διατεμαχικό ανταγωνισμό πραγματοποιήθηκε σταδιακή πολλαπλή παλινδρόμηση.

3.2.4 Αξιολόγηση της επίδρασης του ύψους σε σχέση με τον προσανατολισμό των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν την καλλιεργητική περίοδο 2007-2008 σε δύο τοποθεσίες, στην περιοχή της Κωπαΐδας και στην περιοχή των Σπάτων, και συμμετείχαν τρεις ποικιλίες σκληρού σιταριού (Άθως, Pietrafitta και Παπαδάκης) με τις γραμμές των πειραματικών τεμαχίων να έχουν προσανατολισμούς α) Βορρά-

Νότου και β) Ανατολής-Δύσης. Οι τρεις ποικιλίες τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να υπάρχουν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί των ποικιλιών μεταξύ τους αλλά και κάθε ποικιλία να συναντά μία άλλη ποικιλία εκατέρωθεν (Σχήμα 7.6). Κάθε πείραμα είχε τρεις επαναλήψεις και κάθε πειραματικό τεμάχιο περιλάμβανε πέντε γραμμές μήκους τεσσάρων μέτρων, με απόσταση μεταξύ των γραμμών είκοσι εκατοστά.

Οι σπορές έγιναν στις 23/11/2007 και 30/11/2007 και οι συγκομιδές στις 6/6/2008 και 7/6/2008 στη Κωπαΐδα και τα Σπάτα αντίστοιχα.

Το πείραμα αναλύθηκε ως διπαραγοντικό που ακολουθεί το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Ο πρώτος παράγοντας ήταν ο προσανατολισμός των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων (Βορράς – Νότος και Ανατολή – Δύση) και ο δεύτερος παράγοντας οι τρεις ποικιλίες.

Το γραμμικό πρότυπο έχει ως εξής:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{όπου}$$

μ : ο μέσος των ab επεμβάσεων

ρ_i : επαναλήψεις όπου $i=1,\dots,r$

α_j : η επίδραση του j επιπέδου του πρώτου παράγοντα (προσανατολισμός)

β_k : η επίδραση του k επιπέδου του δεύτερου παράγοντα (ποικιλίες)

$(\alpha\beta)_{jk}$: η αλληλεπίδραση του j επιπέδου του πρώτου παράγοντα με το k επίπεδο του δεύτερου παράγοντα

ε_{ijk} : η απόκλιση της Y_{ijk} από τον πληθυσμιακό μέσο του ij πληθυσμού

Επιπλέον για την μελέτη της επίδρασης του ύψους στον ανταγωνισμό σε σχέση με τον προσανατολισμό, έγιναν συγκρίσεις (δοκιμασία του t) της πραγματικής απόδοσης μιας ποικιλίας με την απόδοσή της με βάση τις τέσσερις γραμμές που γειτνιάζουν με μία άλλη ποικιλία-ανταγωνιστή η οποία ευρίσκεται στη μία ή την άλλη πλευρά του πειραματικού τεμαχίου.

3.2.5 Διόρθωση μέσω ανάλυσης συνδιακύμανσης

Η διόρθωση των δεδομένων από την επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού πραγματοποιήθηκε με βάση την ανάλυση της συνδιακύμανσης. Ως συμμεταβλητή χρησιμοποιήθηκε η διαφορά του ύψους του πειραματικού τεμαχίου με το μέσο όρο του ύψους των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων.

Το γραμμικό πρότυπο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση μιας τιμής Y_{ij} , για p επεμβάσεις ($i= 1, \dots, p$) και n παρατηρήσεις κάθε επέμβασης ($j= 1, \dots, n_i$) είναι

$$Y_{ij} = \mu_Y + a_i + b(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{ij} \text{ όπου}$$

μ_Y : ο μέσος της μεταβλητής Y (απόδοση)

μ_X : ο μέσος της μεταβλητής X (διαφορά ύψους)

a_i : η επίδραση της επέμβασης i

b : ο συντελεστής της παλινδρόμησης

X_{ij} : η τιμή X που αντιστοιχεί στην τιμή Y_{ij}

$\bar{X}_{..}$: ο γενικός μέσος της X

ε_{ij} : το υπόλοιπο ή το τυχαίο σφάλμα που αντιστοιχεί στην Y_{ij}

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις στατιστικές αναλύσεις των δεδομένων των πειραμάτων. Κάθε πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα (χρονιά ή τοποθεσία) και η στατιστική ανάλυση έγινε χωριστά για κάθε περιβάλλον, με εξαίρεση το πείραμα διαλληλικού ανταγωνισμού όπου έγινε και συνδυασμένη ανάλυση. Τα χαρακτηριστικά που αναλύθηκαν ήταν τα εξής: ύψος φυτού (εκ.), βάρος στελέχους (γρ.), αριθμός αδελφιών, βάρος στάχων (γρ.), αριθμός σταχυδίων, μήκος στάχυ (εκ.), αριθμός σπόρων και βάρος σπόρων (γρ.) ανά στάχυ, βάρος χιλίων κόκκων (γρ.) και τελική απόδοση (κιλά/στρέμμα).

4.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΣΥΝΟΡΙΑΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Στο πείραμα οι ποικιλίες τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια σύμφωνα με το κλασικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων, μην λαμβάνοντας υπόψη το ύψος των ποικιλιών. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δύο περιβάλλοντα, στην περιοχή του Βοτανικού την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005 και στην περιοχή της Κωπαΐδας την καλλιεργητική περίοδο 2005-2006. Η επεξεργασία των δεδομένων για κάθε περιβάλλον και ο έλεγχος των μεταβλητών που σχετίζονται με τον ανταγωνισμό πραγματοποιήθηκε όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο Υλικά και Μέθοδοι. Τα αναλυτικά αποτελέσματα του πειράματος δίδονται στους πίνακες 7.1 – 7.8 του Παραρτήματος

4.1.1 Καλλιεργητική περίοδος 2004-2005

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση δεδομένων όπως προκύπτουν λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό αριθμό γραμμών από το πειραματικό τεμάχιο (περιοχή του Βοτανικού).

Για όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Το ύψος των ποικιλιών κυμάνθηκε από 84,5 μέχρι 112,6 εκ., με υψηλότερες ποικιλίες την Άθως και Καλλιθέα και χαμηλότερες την Παπαδάκης και Πόντος. Η τελική απόδοση των ποικιλιών κυμάνθηκε από 134,9 μέχρι 162,0 κιλά/στρέμμα, με την μεγαλύτερη απόδοση να εμφανίζουν οι ποικιλίες Παπαδάκης και Πόντος και την μικρότερη οι ποικιλίες Άθως και η Καλλιθέα.

Πίνακας 4.1 Οι συντελεστές παραλλακτικότητας και προσδιορισμού λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου.

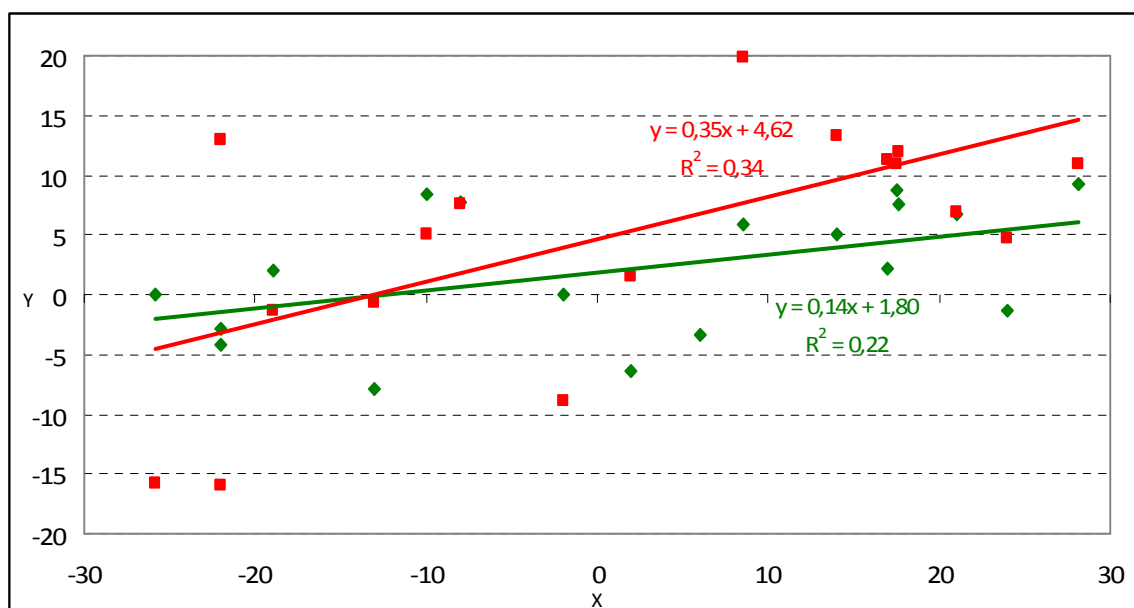
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	2 συνοριακές γραμμές		4 συνοριακές γραμμές		7 γραμμές		5 κεντρικές γραμμές		3 κεντρικές γραμμές	
	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	0,46	12,0	0,44	12,2	0,46	12,7	0,47	12,9	0,48	13,2
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	0,14	12,6	0,19	11,5	0,26	10,8	0,36	9,7	0,41	9,5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	0,09	20,2	0,07	19,3	0,11	19,0	0,12	18,4	0,16	18,4
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	0,17	11,0	0,24	9,9	0,33	9,0	0,48	7,3	0,54	7,1
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	0,55	10,7	0,52	10,6	0,52	10,8	0,51	10,9	0,51	11,0
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,38	18,7	0,34	18,5	0,33	18,9	0,32	18,9	0,33	19,4
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,14	12,6	0,19	11,5	0,27	10,8	0,36	9,8	0,41	9,5
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	0,24	10,9	0,36	9,7	0,47	8,8	0,62	7,3	0,68	6,7
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	0,33	9,8	0,30	9,8	0,30	9,8	0,41	7,7	0,55	6,8
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	0,20	11,6	0,32	10,3	0,42	9,5	0,57	8,0	0,62	7,7

Αξιολογώντας το ποσοστό της παραλλακτικότητας που εξηγεί το πρότυπο της στατιστικής ανάλυσης (συντελεστές προσδιορισμού-R²) καθώς και τους συντελεστές παραλλακτικότητας (CV%), παρατηρείται ότι η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών από την ανάλυση έχει ως αποτέλεσμα την διαφοροποίησή των παραπάνω συντελεστών για διαφορετικό αριθμό γραμμών όσον αφορά στα χαρακτηριστικά βάρος φυτού, βάρος στάχυ, αριθμός σπόρων και βάρος σπόρων ανά στάχυ, βάρος χιλίων κόκκων και απόδοση. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στην απόδοση, υπάρχει σταδιακή αύξηση του συντελεστή προσδιορισμού από το 0,42 στο 0,57 και στο 0,62 και μια σταδιακή μείωση του συντελεστή παραλλακτικότητας από το 9,5 στο 8,0 και στο 7,7 για τις αναλύσεις που βασίζονται σε δεδομένα από

επτά, πέντε και τρεις γραμμές αντίστοιχα. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη στην ανάλυση μόνο τις τέσσερις ή τις δύο συνοριακές γραμμές ο συντελεστής προσδιορισμού μειώνεται στο 0,32 και 0,20 αντίστοιχα ενώ ο συντελεστής παραλλακτικότητας αυξάνεται στο 10,3 και 11,6 αντίστοιχα. Παρόμοιου μεγέθους μεταβολές παρατηρήθηκαν και για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν. Για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, δηλαδή ύψος φυτού, αριθμός αδελφιών, αριθμός σταχυδίων και μήκος στάχewος δεν εμφανίσθηκαν αντίστοιχες μεταβολές στην ακρίβεια υπολογισμού τους.

Η ανάλυση της σταδιακής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή Y τη διαφορά της απόδοσης μιας ποικιλίας σε ένα συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο από την πραγματική απόδοση της ποικιλίας αυτής (όπως εκτιμάται από τον μέσο όρο των τριών κεντρικών γραμμών κάθε επανάληψής της) και ανεξάρτητες μεταβλητές X , τις ανάλογες διαφορές για μια σειρά γνωρισμάτων στα γειτονικά πειραματικά τεμάχια, έδειξε ότι σημαντικότερη επίδραση λόγω ανταγωνισμού προήλθε από τη διαφορά ύψους ενός τεμαχίου σε σχέση με τα γειτονικά του. Προχωρώντας σε απλή ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.1) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), υπολογίστηκε ο συντελεστής παλινδρόμησης $b = 0,15$ ο οποίος είναι στατιστικά σημαντικός ($\text{Prob} > F 0,049$) με $R^2 = 0,22$. Η ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.1) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y), που προκύπτει από την διαφορά της μέσης απόδοσης των δύο συνοριακών γραμμών από την μέση απόδοση των τριών κεντρικών γραμμών, με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), έδωσε στατιστικά σημαντικό ($\text{Prob} > F 0,01$) συντελεστή παλινδρόμησης $b = 0,35$ με $R^2 = 0,34$. Από τη σύγκριση των δύο συντελεστών παλινδρόμησης, προέκυψε σημαντικά μεγαλύτερη επίδραση του ανταγωνισμού στις δύο ακραίες συνοριακές γραμμές ($t = 2,30$ και $\text{Prob} > t 0,013$).

Σχήμα 4.1 Η διαφορά της απόδοσης (χλγ/στρ.) μιας ποικιλίας (Y) σε ένα π.τ. από την πραγματική απόδοση της (---) και η διαφορά της απόδοσής της με βάση τις δύο συνοριακές γραμμές ενός τεμαχίου από την πραγματική της απόδοση (---) σε σχέση με την διαφορά ύψους (εκ.) του π.τ. από το μέσο ύψος των γειτονικών π.τ. (X).



Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των επτά γραμμών του πειραματικών τεμαχίων. Οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας (4ης) γραμμής με την πρώτη και την έβδομη συνοριακή γραμμή είναι χαμηλοί (0,42 και 0,45 αντίστοιχα) και στατιστικά μη σημαντικοί. Οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας γραμμής με τις υπόλοιπες γραμμές κυμαίνονται από 0,87 έως 0,94, όλοι υψηλά στατιστικώς σημαντικοί.

Πίνακας 4.2 Οι συντελεστές συσχέτισης (Pearson's r) μεταξύ των γραμμών ως προς την απόδοση¹ (n = 18).

	1 ^η γραμμή	2 ^η γραμμή	3 ^η γραμμή	5 ^η γραμμή	6 ^η γραμμή	7 ^η γραμμή
1 ^η γραμμή	-					
2 ^η γραμμή	0,62 **	-				
3 ^η γραμμή	0,49 *	0,93 **	-			
5 ^η γραμμή	0,56 *	0,90 **	0,92 **	-		
6 ^η γραμμή	0,46 ^{ns}	0,85 **	0,91 **	0,90 **	-	
7 ^η γραμμή	0,10 ^{ns}	0,53 *	0,54 *	0,57 *	0,64 **	-
4 ^η γραμμή	0,42^{ns}	0,87 **	0,94 **	0,94 **	0,90 **	0,45^{ns}

¹ * σημαντικό σε επίπεδο 0,05, ** σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι αποδόσεις των ποικιλιών, όπως αυτή διαφοροποιείται όταν υπολογίζεται από διαφορετικό αριθμό γραμμών. Η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης των

χαμηλών σε ύψος ποικιλιών ενώ το αντίθετο συμβαίνει για τις υψηλές ποικιλίες. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου με βάση τις τρεις εσωτερικές γραμμές (που θεωρείται η πραγματική απόδοση) και της απόδοσης με βάση διαφορετικό αριθμό γραμμών.

Πίνακας 4.3 Οι αποδόσεις¹ (χλγ/στρ.) για διαφορετικό αριθμό γραμμών και οι συσχετίσεις² τους με την πραγματική απόδοση.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	3 γραμμές	5 γραμμές	7 γραμμές	7 γραμμές ³	4 συνοριακές γραμμές	2 συνοριακές γραμμές
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	167,0 a	166,0 a	162,0 a	164,2 a	161,2 a	159,0 a
ΠΟΝΤΟΣ	166,0 a	165,0 a	163,8 a	165,7 a	164,5 a	164,0 a
ΣΙΦΝΟΣ	148,7 b	148,3 b	147,7 b	149,1 b	147,0 bc	146,4 bc
ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	148,3 b	150,7 b	152,6 b	150,1 b	155,9 ab	157,4 ab
ΑΘΩΣ	131,2 c	132,3 c	134,9 c	133,1 c	137,8 c	141,7 c
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	129,7 c	131,5 c	135,2 c	133,5 c	139,3 c	144,3 bc
Συσχετίσεις με πραγματική απόδοση	1,00	0,99**	0,97**	0,98 **	0,89**	0,79**

¹ Ίδιο γράμμα σημαίνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

² * σημαντικό σε επίπεδο 0,05, ** σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

³ μετά τη διόρθωση με συνδιακύμανση

4.1.2 Καλλιεργητική περίοδος 2005-2006

Στον πίνακα 4.4 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων με διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου, στο πείραμα της περιοχής του Βοτανικού.

Για όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Το ύψος των ποικιλιών κυμάνθηκε από 96,0 μέχρι 124,5 εκ., με υψηλότερες ποικιλίες Άθως και Καλλιθέα και χαμηλότερες την Παπαδάκης και Πόντος. Η τελική απόδοση των ποικιλιών κυμάνθηκε από 149,8 μέχρι 200,2 κιλιά/στρέμμα, με την μεγαλύτερη απόδοση να εμφανίζουν οι ποικιλίες Παπαδάκης και Πόντος και την μικρότερη οι ποικιλίες Άθως και η Καλλιθέα.

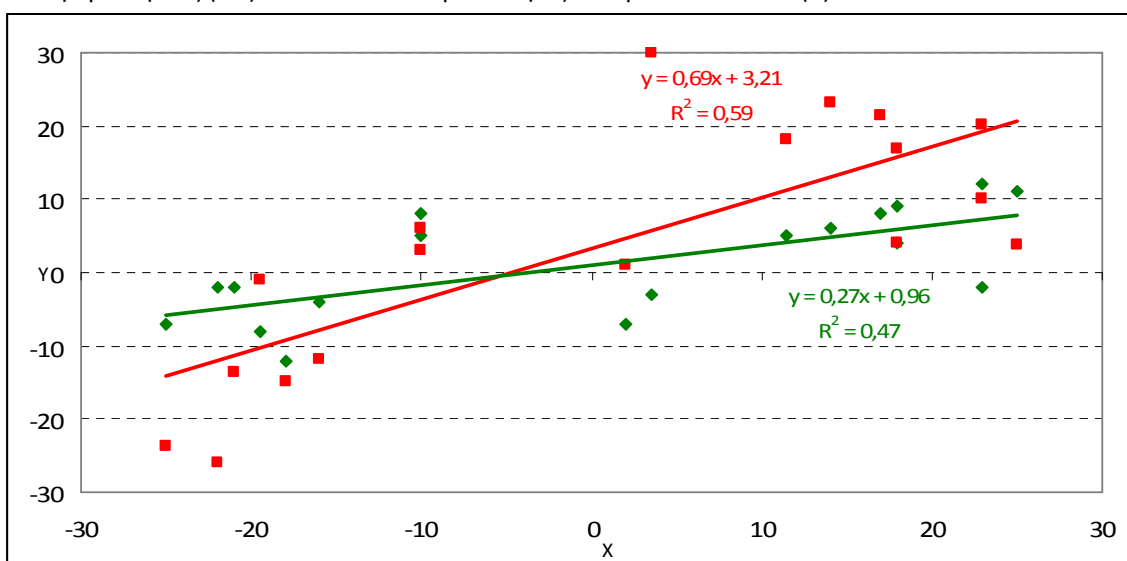
Πίνακας 4.4 Οι συντελεστές παραλλακτικότητας και προσδιορισμού λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	2 συνοριακές γραμμές		4 συνοριακές γραμμές		7 γραμμές		5 κεντρικές γραμμές		3 κεντρικές γραμμές	
	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	0,40	0,13	0,43	11,8	0,44	12,5	0,46	12,3	0,45	12,5
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	0,16	10,8	0,25	9,83	0,36	9,07	0,56	7,30	0,60	7,12
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	0,12	19,5	0,06	19,1	0,12	18,2	0,18	17,3	0,20	16,2
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	0,22	9,4	0,33	7,80	0,48	6,80	0,80	3,93	0,85	3,52
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	0,55	10,4	0,53	10,3	0,52	10,4	0,52	10,5	0,51	10,5
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,27	19,1	0,26	19,2	0,29	19,0	0,30	19,0	0,32	18,9
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,21	12,3	0,21	11,8	0,28	11,1	0,41	9,7	0,45	9,6
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	0,22	9,2	0,45	7,7	0,62	6,7	0,88	3,5	0,92	3,2
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	0,21	9,3	0,24	9,5	0,28	9,4	0,35	7,9	0,36	6,7
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	0,17	10,1	0,38	8,7	0,54	7,7	0,79	5,2	0,82	4,9

Όπως και στην προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο,, παρατηρείται ότι η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών από την ανάλυση έχει ως αποτέλεσμα την διαφοροποίησή των συντελεστών R² και CV% για διαφορετικό αριθμό γραμμών όσον αφορά στα χαρακτηριστικά απόδοση, βάρος φυτού, βάρος στάχυ, αριθμός σπόρων και βάρος σπόρων ανά στάχυ και βάρος χιλίων κόκκων. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στην απόδοση, υπάρχει σταδιακή αύξηση του συντελεστή προσδιορισμού από το 0,54 στο 0,79 και στο 0,82 και μια σταδιακή μείωση του συντελεστή παραλλακτικότητας από το 7,7 στο 5,2 και στο 4,9 για τις αναλύσεις που βασίζονται σε δεδομένα από επτά, πέντε και τρεις γραμμές αντίστοιχα. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη στην ανάλυση μόνο τις τέσσερις ή τις δύο συνοριακές γραμμές ο συντελεστής προσδιορισμού μειώνεται στο 0,38 και 0,17 αντίστοιχα ενώ ο συντελεστής παραλλακτικότητας αυξάνεται στο 8,7 και 10,1 αντίστοιχα. Παρόμοιου μεγέθους μεταβολές παρατηρήθηκαν και για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν. Για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, δηλαδή ύψος φυτού, αριθμός αδελφιών, αριθμός σταχυδίων και μήκος στάχews δεν εμφανίσθηκαν αντίστοιχες μεταβολές στην ακρίβεια υπολογισμού τους.

Η ανάλυση της σταδιακής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή Y τη διαφορά της απόδοσης μιας ποικιλίας σε ένα συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο από την πραγματική απόδοση της ποικιλίας αυτής (όπως εκτιμάται από τον μέσο όρο των τριών κεντρικών γραμμών κάθε επανάληψής της) και ανεξάρτητες μεταβλητές X , τις ανάλογες διαφορές για μια σειρά γνωρισμάτων στα γειτονικά πειραματικά τεμάχια, έδειξε ότι σημαντικότερη επίδραση λόγω ανταγωνισμού προήλθε από τη διαφορά ύψους ενός τεμαχίου σε σχέση με τα γειτονικά του. Προχωρώντας σε απλή ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.2) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), υπολογίστηκε ο συντελεστής παλινδρόμησης $b = 0,27$ ο οποίος είναι στατιστικά σημαντικός ($\text{Prob} > F$ 0,001) με $R^2 = 0,47$. Η ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.2) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y), που προκύπτει από την διαφορά της μέσης απόδοσης των δύο συνοριακών γραμμών από την μέση απόδοση των τριών κεντρικών γραμμών, με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), έδωσε στατιστικά σημαντικό ($\text{Prob} > F$ 0,000) συντελεστή παλινδρόμησης $b = 0,68$ με $R^2 = 0,59$. Από τη σύγκριση των δύο συντελεστών παλινδρόμησης, φαίνεται σαφώς η σημαντικά μεγαλύτερη επίδραση του ανταγωνισμού στις δύο συνοριακές γραμμές ($t = 2,98$ και $\text{Prob} > t$ 0,0026).

Σχήμα 4.2 Η διαφορά της απόδοσης (χλγ/στρ.) μιας ποικιλίας (Y) σε ένα πειραματικό τεμάχιο από την πραγματική απόδοσή της (---) και η διαφορά της απόδοσής της με βάση τις δύο συνοριακές γραμμές ενός τεμαχίου από την πραγματική της απόδοση (---) σε σχέση με την διαφορά ύψους (εκ.) του π.τ. από το μέσο ύψος των γειτονικών π.τ. (X).



Στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης των αποδόσεων μεταξύ των επτά γραμμών του πειραματικών τεμαχίων. Οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας (4ης) γραμμής με την πρώτη και την έβδομη συνοριακή γραμμή είναι χαμηλοί (0,34 και 0,38 αντίστοιχα) και στατιστικά μη σημαντικοί. Οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας γραμμής με τις υπόλοιπες γραμμές κυμαίνονται από 0,91 έως 0,99, όλοι υψηλά στατιστικώς σημαντικοί.

Πίνακας 4.5 Οι συντελεστές συσχέτισης (Pearson's r) μεταξύ των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων ως προς την απόδοση¹ (n = 18).

	1 ^η γραμμή	2 ^η γραμμή	3 ^η γραμμή	5 ^η γραμμή	6 ^η γραμμή	7 ^η γραμμή
1 ^η γραμμή	-					
2 ^η γραμμή	0,65 **	-				
3 ^η γραμμή	0,36 ^{ns}	0,91 **	-			
5 ^η γραμμή	0,38 ^{ns}	0,91 **	0,98 **	-		
6 ^η γραμμή	0,38 ^{ns}	0,92 **	0,99 **	0,97 **	-	
7 ^η γραμμή	-0,05 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-
4 ^η γραμμή	0,34^{ns}	0,91 **	0,98 **	0,98 **	0,99 **	0,38^{ns}

¹* σημαντικό σε επίπεδο 0,05, ** σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

Στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζονται οι αποδόσεις των ποικιλιών, όπως αυτή διαφοροποιείται όταν υπολογίζεται από διαφορετικό αριθμό γραμμών. Η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης των χαμηλών σε ύψος ποικιλιών ενώ το αντίθετο συμβαίνει για τις υψηλές ποικιλίες. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου με βάση τις τρεις εσωτερικές γραμμές (που θεωρείται η πραγματική απόδοση) και της απόδοσης με βάση διαφορετικό αριθμό γραμμών.

Πίνακας 4.6 Οι αποδόσεις¹ (χλγ/στρ.) για διαφορετικό αριθμό γραμμών και οι συσχετίσεις² τους με την πραγματική απόδοση.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	3 γραμμές	5 γραμμές	7 γραμμές	7 γραμμές ³	4 συνοριακές γραμμές	2 συνοριακές γραμμές
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	200,2 a	199,1 a	195,7 a	202,0 a	192,4 a	187,3 a
ΠΟΝΤΟΣ	194,4 a	194,8 a	192,4 a	197,8 a	190,9 a	186,0 a
ΣΙΦΝΟΣ	177,0 b	175,5 b	174,3 b	178,1 b	172,3 c	171,4 b
ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	173,7 b	175,5 b	177,9 b	174,2 b	181,2 b	184,0 a
ΑΘΩΣ	157,3 c	157,9 c	162,4 c	156,6 c	166,2 cd	173,5 b
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	149,8 c	151,4 c	157,4 c	151,7 c	163,1 cd	172,6 b
Συσχετίσεις με πραγματική απόδοση	1,00	0,99**	0,97 **	0,98 **	0,88 **	0,52 *

¹ ίδιο γράμμα σημαίνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

² * σημαντικό σε επίπεδο 0,05, ** σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

³ μετά τη διόρθωση με συνδιακύμανση

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο περιβαλλόντων του πρώτου πειράματος, παρατηρούμε ότι στην περιοχή της Κωπαΐδας, οι ποικιλίες υπερέχουν σε όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν σε σχέση με την περιοχή του Βοτανικού. Επίσης οι συντελεστές προσδιορισμού R^2 και παραλλακτικότητας CV% παρουσιάζουν να έχουν μεγαλύτερο εύρος τιμών στην περιοχή της Κωπαΐδας, στις στατιστικές αναλύσεις που γίνονταν με διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου. Και στις δύο περιοχές η σταδιακή ανάλυση παλινδρόμησης έδωσε ως σημαντικότερη μεταβλητή που επηρεάζει την απόδοση των τεμαχίων την διαφορά του ύψους μεταξύ των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων. Η μεγαλύτερη επίδραση της διαφοράς του ύψους στην απόδοση του γειτονικού τεμαχίου παρουσιάστηκε στην Κωπαΐδα ($b= 0,27$ και $R^2= 0,47$) και λιγότερο έντονη στην περιοχή του Βοτανικού ($b= 0,15$ και $R^2= 0,22$).

Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις τρεις εσωτερικές γραμμές ή και τις πέντε εσωτερικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου, απομακρύνεται η επίδραση του ανταγωνισμού, βελτιώνοντας έτσι σημαντικά την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

4.1.3 Διόρθωση μέσω ανάλυσης συνδιακύμανσης

Η δυνατότητα διόρθωσης της απόδοσης του όλου πειραματικού τεμαχίου (7 γραμμές), μελετήθηκε και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους, με βάση την συνδιακύμανσή της με την διαφορά του ύψους από τους αντίπλευρα γειτονικούς γονότυπους. Οι διορθωμένες τιμές από την συνδιακύμανση για την περίοδο 2004-5 ($b= -0,4$; $r= -0,6$), όπως φαίνονται στον πίνακα 4.3, πλησίασαν περισσότερο τις αποδόσεις που υπολογίζονται εάν αφαιρεθούν οι δύο συνοριακές γραμμές κάθε πειραματικού τεμαχίου. Οι αντίστοιχες διορθωμένες τιμές από την συνδιακύμανση για την περίοδο 2005-6 ($b= -0,6$; $r= -0,7$), όπως φαίνονται στον πίνακα 4.6, πλησίασαν ιδιαίτερα πολύ τις πραγματικές αποδόσεις όπως θεωρούνται αυτές που υπολογίζονται μόνο από τις τρεις κεντρικές γραμμές.

4.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Στο πείραμα οι ποικιλίες τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια σε δύο υποομάδες λαμβάνοντας υπόψη το διαφορετικό ύψος των ποικιλιών. Στην πρώτη υποομάδα τοποθετήθηκαν οι ψηλόσωμες ποικιλίες Άθως, Καλλιθέα και Pietrafitta ενώ στη δεύτερη υποομάδα οι χαμηλόσωμες ποικιλίες Παπαδάκης, Πόντος και Σίφνος. Όπως και για την προηγούμενη αξιολόγηση, το πείραμα αυτό πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα και συγκεκριμένα την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005 στην περιοχή του Βοτανικού και την καλλιεργητική περίοδο 2005-2006 στην περιοχή της Κωπαΐδας. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε σύμφωνα με το σχέδιο ΤΠΟ για κάθε περιβάλλον χωριστά. Τα δεδομένα προήλθαν από διαφορετικό αριθμό γραμμών: α) και τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου, β) τις πέντε και τις τρεις εσωτερικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και γ) τις δύο και τις τέσσερις συνοριακές γραμμές. Τα αναλυτικά δεδομένα του πειράματος δίδονται στους πίνακες 7.9 – 7.18 του Παραρτήματος

4.2.1 Καλλιεργητική περίοδος 2004-2005

Στον πίνακα 4.7 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση δεδομένων όπως προκύπτουν λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό αριθμό γραμμών από το πειραματικό τεμάχιο (περιοχή του Βοτανικού).

Για όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Το ύψος των ποικιλιών κυμάνθηκε από 89,7 μέχρι 118,2 εκ., με υψηλότερες ποικιλίες την Άθως και Καλλιθέα και χαμηλότερες την Παπαδάκης και Πόντος. Η τελική απόδοση των ποικιλιών κυμάνθηκε από 136,34 μέχρι 176,6 κιλά/στρέμμα, με την μεγαλύτερη απόδοση να εμφανίζουν οι ποικιλίες Παπαδάκης και Πόντος και την μικρότερη οι ποικιλίες Άθως και η Καλλιθέα.

Πίνακας 4.7 Οι συντελεστές παραλλακτικότητας και προσδιορισμού λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου.

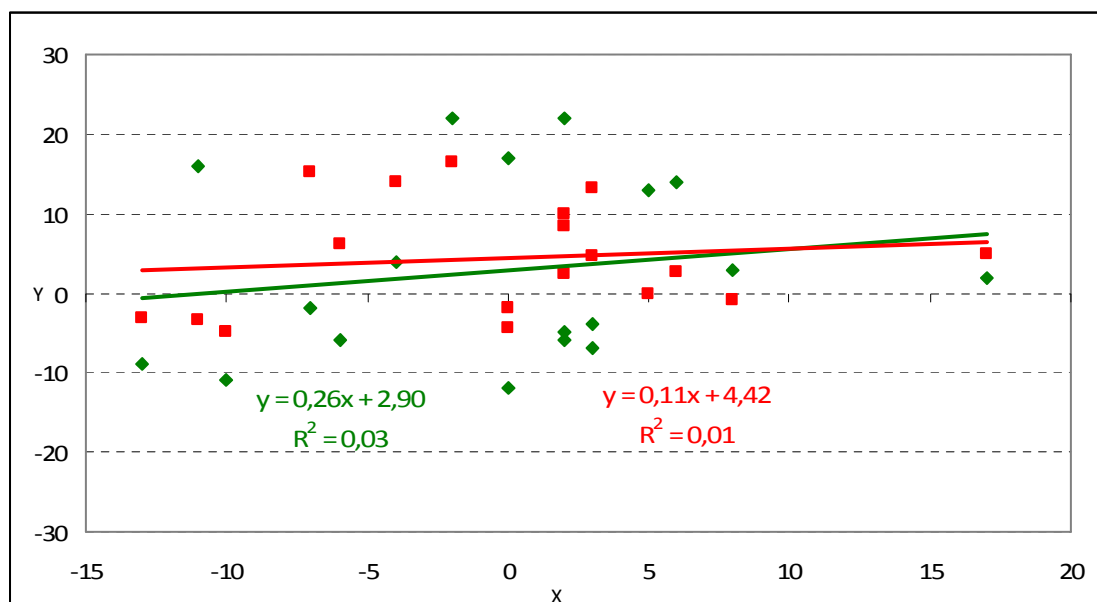
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	2 συνοριακές γραμμές		4 συνοριακές γραμμές		7 γραμμές		5 κεντρικές γραμμές		3 κεντρικές γραμμές	
	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	0,58	11,6	0,56	12,1	0,55	12,0	0,54	12,2	0,54	11,9
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	0,32	12,9	0,39	11,7	0,45	10,8	0,53	9,7	0,58	9,5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΩΝ	0,18	19,3	0,20	19,1	0,22	18,4	0,25	17,9	0,27	17,1
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	0,37	10,8	0,45	9,7	0,54	8,5	0,63	7,4	0,71	6,3
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	0,56	10,7	0,59	10,5	0,59	10,5	0,60	10,3	0,59	10,5
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,36	19,4	0,37	19,3	0,35	19,2	0,34	19,1	0,32	19,1
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,32	12,8	0,39	11,7	0,45	10,6	0,53	9,4	0,57	8,7
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	0,48	10,5	0,56	9,9	0,69	9,3	0,72	7,9	0,77	6,0
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	0,39	10,5	0,44	9,9	0,46	9,5	0,49	9,1	0,50	9,1
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	0,45	11,4	0,53	10,3	0,60	9,2	0,68	8,0	0,74	7,1

Αξιολογώντας συντελεστές προσδιορισμού (R²) και παραλλακτικότητας (CV%), παρατηρείται ότι η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών από την ανάλυση έχει ως αποτέλεσμα την διαφοροποίησή των παραπάνω συντελεστών για διαφορετικό αριθμό γραμμών όσον αφορά στα χαρακτηριστικά απόδοση, βάρος φυτού, βάρος στάχυ, αριθμός σπόρων και βάρος σπόρων ανά στάχυ και βάρος χιλίων κόκκων. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στην απόδοση, υπάρχει σταδιακή αύξηση του συντελεστή προσδιορισμού από το 0,60 στο 0,68 και στο 0,74 και μια σταδιακή μείωση του συντελεστή παραλλακτικότητας από το 9,2 στο 8,0 και στο 7,1 για τις αναλύσεις που βασίζονται σε δεδομένα από επτά, πέντε και τρεις γραμμές αντίστοιχα. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη στην ανάλυση μόνο τις τέσσερις ή τις δύο συνοριακές γραμμές ο συντελεστής προσδιορισμού μειώνεται στο 0,53 και 0,45 αντίστοιχα ενώ ο συντελεστής παραλλακτικότητας αυξάνεται στο 10,3 και 11,4 αντίστοιχα. Παρόμοιου μεγέθους μεταβολές παρατηρήθηκαν και για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν. Για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, δηλαδή ύψος φυτού, αριθμός αδελφιών, αριθμός σταχυδίων και μήκος στάχως δεν εμφανίστηκαν αντίστοιχες μεταβολές στην ακρίβεια υπολογισμού τους.

Η ανάλυση της σταδιακής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή Y τη διαφορά της απόδοσης μιας ποικιλίας σε ένα συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο

από την πραγματική απόδοση της ποικιλίας αυτής και ανεξάρτητες μεταβλητές X, τις ανάλογες διαφορές για μια σειρά γνωρισμάτων στα γειτονικά πειραματικά τεμάχια, δεν έδειξε καμία μεταβλητή να επιδρά σημαντικά στην μεταβολή της απόδοσης. Προχωρώντας σε ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.3) μεταξύ της μεταβολής της τελικής απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), υπολογίστηκε ο συντελεστής παλινδρόμησης $b = 0,27$, ο οποίος όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικός (Prob>F 0,4950) και μόνο το 3% της παραλλακτικότητας της μεταβλητή X να οφείλεται στη διαφορά του ύψους. Η ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.3) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y), που προκύπτει από την διαφορά της μέσης απόδοσης των δύο συνοριακών γραμμών από την μέση απόδοση των τριών κεντρικών γραμμών, με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), έδωσε στατιστικά μη σημαντικό (Prob>F 0,6473) συντελεστή παλινδρόμησης $b=0,11$ με $R^2=0,01$.

Σχήμα 4.3 Η διαφορά της απόδοσης (χλγ/στρ.) μιας ποικιλίας (Y) σε ένα πειραματικό τεμάχιο από την πραγματική απόδοση της (----) και η διαφορά της απόδοσής της με βάση τις δύο συνοριακές γραμμές ενός τεμαχίου από την πραγματική της απόδοση (----) σε σχέση με την διαφορά ύψους (εκ.) του π.τ. από το μέσο ύψος των γειτονικών π.τ. (X).



Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης (Pearson's r) μεταξύ των επτά γραμμών του πειραματικών τεμαχίων. Οι συντελεστές συσχέτισης

της μεσαίας (4^{ης}) γραμμής με την πρώτη και την έβδομη συνοριακή γραμμή είναι υψηλοί (0,75 και 0,87 αντίστοιχα) και στατιστικά σημαντικοί. Οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας γραμμής με τις υπόλοιπες γραμμές κυμαίνονται από 0,95 έως 0,98, όλοι στατιστικώς σημαντικοί.

Πίνακας 4.8 Οι συντελεστές συσχέτισης (Pearson's r) μεταξύ των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων ως προς την απόδοση.

	1 ^η γραμμή	2 ^η γραμμή	3 ^η γραμμή	5 ^η γραμμή	6 ^η γραμμή	7 ^η γραμμή
1 ^η γραμμή	-					
2 ^η γραμμή	0,77 **	-				
3 ^η γραμμή	0,80 **	0,97 **	-			
5 ^η γραμμή	0,75 **	0,97 **	0,98 **	-		
6 ^η γραμμή	0,70 **	0,96 **	0,96 **	0,98 **	-	
7 ^η γραμμή	0,58 *	0,86 **	0,85 **	0,88 **	0,91 **	-
4 ^η γραμμή	0,75 **	0,97 **	0,97 **	0,98 **	0,95 **	0,87 **

¹* σημαντικό σε επίπεδο 0,05, * σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται οι αποδόσεις των ποικιλιών, όπως αυτή διαφοροποιείται όταν υπολογίζεται από διαφορετικό αριθμό γραμμών. Η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης των χαμηλών σε ύψος ποικιλιών ενώ το αντίθετο συμβαίνει για τις υψηλές ποικιλίες. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου με βάση τις τρεις εσωτερικές γραμμές και της απόδοσης με βάση διαφορετικό αριθμό γραμμών.

Πίνακας 4.9 Οι αποδόσεις¹ (χλγ/στρ.) για διαφορετικό αριθμό γραμμών και οι συσχετίσεις² τους με την πραγματική απόδοση.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	3 γραμμές	5 γραμμές	7 γραμμές	4 συνοριακές γραμμές	2 συνοριακές γραμμές
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	176,6 a	176,1 a	174,3 a	178,4 a	178,0 a
ΠΟΝΤΟΣ	174,5 a	174,0 a	173,0 a	175,7 a	176,0 a
ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	159,5 b	159,7 b	161,1 b	162,2 b	164,5 b
ΣΙΦΝΟΣ	158,5 b	157,7 b	155,6 b	160,7 b	160,5 b
ΑΘΩΣ	136,6 c	139,0 c	140,9 c	144,1 c	145,8 c
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	136,3 c	137,4 c	139,6 c	142,0 c	144,9 c
Συσχετίσεις με πραγματική απόδοση	1,00	0,99 **	0,97 **	0,97**	0,93 **

¹ Ίδιο γράμμα σημαίνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

² * σημαντικό σε επίπεδο 0,05, ** σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

4.2.2 Καλλιεργητική περίοδος 2005-2006

Στον πίνακα 4.10 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση δεδομένων όπως προκύπτουν λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό αριθμό γραμμών από το πειραματικό τεμάχιο (περιοχή του Βοτανικού).

Για όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Το ύψος των ποικιλιών κυμάνθηκε από 93,5 μέχρι 121,6 εκ., με υψηλότερες ποικιλίες την Άθως και Καλλιθέα και χαμηλότερες την Παπαδάκης και Πόντος. Η τελική απόδοση των ποικιλιών κυμάνθηκε από 149,0 μέχρι 196,8 κιλά/στρέμμα, με την μεγαλύτερη απόδοση να εμφανίζουν οι ποικιλίες Παπαδάκης και Πόντος και την μικρότερη οι ποικιλίες Άθως και η Καλλιθέα.

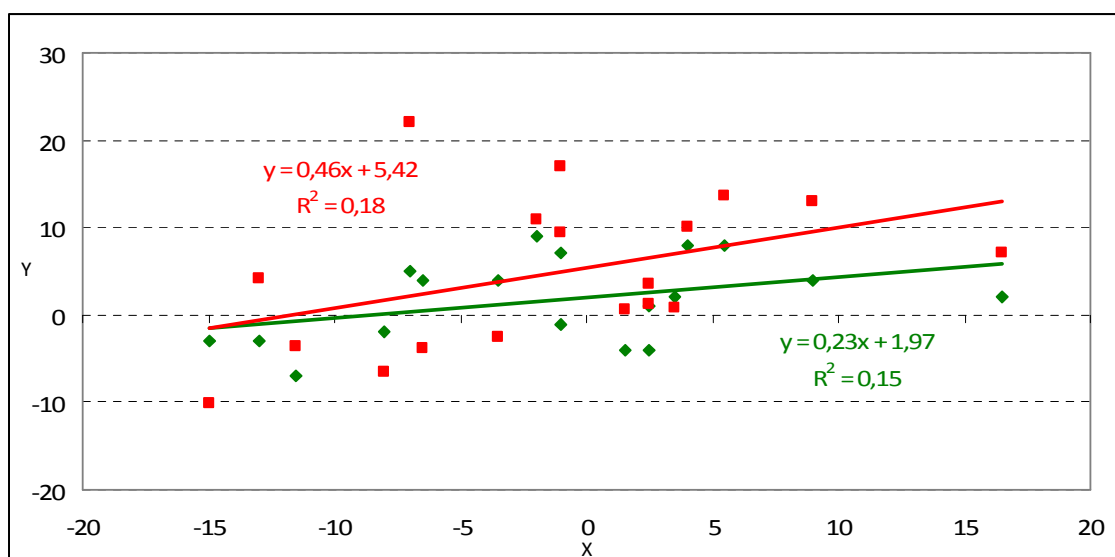
Πίνακας 4.10 Οι συντελεστές παραλλακτικότητας και προσδιορισμού λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	2 συνοριακές γραμμές		4 συνοριακές γραμμές		7 γραμμές		5 κεντρικές γραμμές		3 κεντρικές γραμμές	
	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	0,47	12,2	0,47	11,8	0,45	11,9	0,45	11,8	0,44	12,0
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	0,21	10,1	0,33	9,0	0,40	8,2	0,53	7,0	0,56	6,8
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	0,06	18,5	0,11	17,0	0,12	16,6	0,15	15,8	0,15	15,5
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	0,35	8,0	0,49	6,6	0,60	5,63	0,78	3,99	0,83	3,36
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	0,48	10,3	0,51	10,2	0,51	10,0	0,53	9,9	0,53	9,9
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,30	18,9	0,31	18,3	0,30	18,1	0,31	17,5	0,30	17,8
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	0,18	13,0	0,37	11,4	0,30	10,6	0,39	9,2	0,39	9,1
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	0,54	7,7	0,69	6,4	0,75	5,4	0,88	3,5	0,91	3,0
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	0,18	10,2	0,23	9,4	0,26	9,1	0,30	8,7	0,31	8,8
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	0,49	8,7	0,61	7,4	0,69	6,4	0,80	5,0	0,83	4,0

Όπως και στην προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο, παρατηρείται ότι η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών από την ανάλυση έχει ως αποτέλεσμα την διαφοροποίησή των συντελεστών R² και CV% για διαφορετικό αριθμό γραμμών όσον αφορά στα χαρακτηριστικά απόδοση, βάρος ολικό βάρος φυτού, βάρος στάχυ, αριθμός σπόρων και βάρος σπόρων ανά στάχυ και βάρος χιλίων κόκκων. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στην απόδοση, υπάρχει σταδιακή αύξηση του συντελεστή προσδιορισμού από το 0,69 στο 0,80 και στο 0,83 και μια σταδιακή

μείωση του συντελεστή παραλλακτικότητας από το 6,4 στο 5,0 και στο 4,0 για τις αναλύσεις που βασίζονται σε δεδομένα από επτά, πέντε και τρεις γραμμές αντίστοιχα. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη στην ανάλυση μόνο τις τέσσερις ή τις δύο συνοριακές γραμμές ο συντελεστής προσδιορισμού μειώνεται στο 0,61 και 0,49 αντίστοιχα ενώ ο συντελεστής παραλλακτικότητας αυξάνεται στο 7,4 και 8,7 αντίστοιχα. Παρόμοιου μεγέθους μεταβολές παρατηρήθηκαν και για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν. Για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, δηλαδή ύψος φυτού, αριθμός αδελφιών, αριθμός σταχυδίων και μήκος στάχews δεν εμφανίσθηκαν αντίστοιχες μεταβολές στην ακρίβεια υπολογισμού τους.

Σχήμα 4.4 Η διαφορά της απόδοσης (χλγ/στρ.) μιας ποικιλίας (Y) σε ένα πειραματικό τεμάχιο από την πραγματική απόδοση της (---) και η διαφορά της απόδοσής της με βάση τις δύο συνοριακές γραμμές ενός τεμαχίου από την πραγματική της απόδοση (----) σε σχέση με την διαφορά ύψους (εκ.) του π.τ. από το μέσο ύψος των γειτονικών π.τ. (X).



Η ανάλυση της σταδιακής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή Y τη διαφορά της απόδοσης μιας ποικιλίας σε ένα συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο από την πραγματική απόδοση της ποικιλίας αυτής και ανεξάρτητες μεταβλητές X, τις ανάλογες διαφορές για μια σειρά γνωρισμάτων στα γειτονικά πειραματικά τεμάχια, δεν έδειξε καμία μεταβλητή να επιδρά σημαντικά στην μεταβολή της απόδοσης. Προχωρώντας σε ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.4) μεταξύ της μεταβολής της τελικής απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), υπολογίστηκε ο συντελεστής

παλινδρόμησης $b = 0,46$, ο οποίος όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικός ($\text{Prob}>F$ 0,105) και μόνο το 15% της παραλλακτικότητας της μεταβλητή X να οφείλεται στη διαφορά του ύψους. Η ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.4) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y), που προκύπτει από την διαφορά της μέσης απόδοσης των δύο συνοριακών γραμμών από την μέση απόδοση των τριών κεντρικών γραμμών, με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), έδωσε στατιστικά μη σημαντικό ($\text{Prob}>F$ 0,078) συντελεστή παλινδρόμησης $b = 0,23$ με $R^2 = 0,15$.

Στον Πίνακα 4.11 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης (Pearson's r) μεταξύ των επτά γραμμών του πειραματικών τεμαχίων. Οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας (4ης) γραμμής με την πρώτη και την έβδομη συνοριακή γραμμή είναι υψηλοί (0,70 και 0,90 αντίστοιχα) και στατιστικά σημαντικοί. Οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας γραμμής με τις υπόλοιπες γραμμές κυμαίνονται από 0,96 έως 0,98, όλοι υψηλά στατιστικώς σημαντικοί.

Πίνακας 4.11 Οι συντελεστές συσχέτισης (Pearson's r) μεταξύ των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων ως προς την απόδοση.

	1 ^η γραμμή	2 ^η γραμμή	3 ^η γραμμή	5 ^η γραμμή	6 ^η γραμμή	7 ^η γραμμή
1 ^η γραμμή	-					
2 ^η γραμμή	0,77 **	-				
3 ^η γραμμή	0,72 **	0,97 **	-			
5 ^η γραμμή	0,68 **	0,98 **	0,98 **	-		
6 ^η γραμμή	0,68 **	0,96 **	0,99 **	0,97 **	-	
7 ^η γραμμή	0,67 **	0,84 **	0,90 **	0,84 **	0,88 **	-
4 ^η γραμμή	0,70 **	0,96 **	0,98 **	0,97 **	0,97 **	0,90 **

¹* σημαντικό σε επίπεδο 0,05, ** σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

Στον Πίνακα 4.12 παρουσιάζονται οι αποδόσεις των ποικιλιών, όπως αυτή διαφοροποιείται όταν υπολογίζεται από διαφορετικό αριθμό γραμμών. Η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης των χαμηλών σε ύψος ποικιλιών ενώ το αντίθετο συμβαίνει για τις υψηλές ποικιλίες. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου με βάση τις τρεις εσωτερικές γραμμές και της απόδοσης με βάση διαφορετικό αριθμό γραμμών.

Πίνακας 4.12 Οι αποδόσεις¹ (χλγ/στρ.) για διαφορετικό αριθμό γραμμών και οι συσχετίσεις² τους με την πραγματική απόδοση.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	3 γραμμές	5 γραμμές	7 γραμμές	4 συνοριακές γραμμές	2 συνοριακές γραμμές
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	196,7 a	197,3 a	198,0 a	199,7 a	201,3 a
ΠΟΝΤΟΣ	192,7 a	192,3 a	192,1 a	191,7 a	191,6 a
ΣΙΦΝΟΣ	173,7 b	174,4 b	174,9 b	175,9 b	176,2 b
ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	173,1 b	174,0 b	175,3 b	176,9 b	178,5 b
ΑΘΩΣ	154,1 c	154,8 c	156,0 c	158,6 c	161,3 c
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	149,0 c	149,9 c	152,6 c	155,2 c	159,1 c
Συσχετίσεις με πραγματική απόδοση	1,00	0,99**	0,98**	0,96**	0,88**

¹ Ίδιο γράμμα σημαίνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

² * σημαντικό σε επίπεδο 0,05, ** σημαντικό σε επίπεδο 0,01, ns : μη σημαντικό

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο περιβαλλόντων του δεύτερου πειράματος, παρατηρούμε ότι στην περιοχή της Κωπαΐδας, οι ποικιλίες υπερέχουν σε όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν σε σχέση με την περιοχή του Βοτανικού. Οι συντελεστές προσδιορισμού R^2 και παραλλακτικότητας CV% παρουσιάζουν περίπου το ίδιο εύρος τιμών και στις δύο περιοχές, στις στατιστικές αναλύσεις που γίνονταν με διαφορετικό αριθμό γραμμών του πειραματικού τεμαχίου. Επίσης και στις δύο περιοχές η σταδιακή ανάλυση παλινδρόμησης δεν έδωσε καμία σημαντική μεταβλητή που να επηρεάζει την απόδοση των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων.

4.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΛΛΗΛΙΚΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

Στόχος στα πειράματα αυτά ήταν η ποσοτικοποίηση της επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού στην αξιολόγηση των συγκεκριμένων ποικιλιών και η μελέτη πιθανών περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων. Χρησιμοποιήθηκαν έξι ποικιλίες σκληρού σιταριού που τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια σύμφωνα με ένα ισορροπημένο σχέδιο γειτόνων, όπου κάθε ποικιλία γειτνιάζε και από τις δύο πλευρές τόσο με όλες τις άλλες ποικιλίες όσο και με τον εαυτό της. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της Κωπαΐδας σε δύο καλλιεργητικές περιόδους. Τα δεδομένα αναλύθηκαν χωριστά για κάθε χρονιά και ακολούθησε συνδυασμένη ανάλυση.

Παράλληλα, με βάση τα δεδομένα από τα συγκεκριμένα πειράματα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης και συνδιακύμανσης, όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 'Υλικά και Μέθοδοι', με σκοπό την αξιολόγηση της δυνατότητας διόρθωσης των τιμών.

Τα αναλυτικά δεδομένα των πειραμάτων δίδονται στους πίνακες 7.19 – 7.26 του Παραρτήματος.

4.3.1 Διαλληλικός ανταγωνισμός – Συστατικά διακύμανσης

Τα παραγοντικά πειράματα, που διεξάχθηκαν στην περιοχή της Κωπαΐδας τα έτη 2006-7 και 2007-8, ακολούθησαν την διάταξη των υποδιαιρεμένων τεμαχίων, με τις ποικιλίες-ανταγωνιστές στα κύρια τεμάχια και τις ποικιλίες στα υποτεμάχια.

Τα αποτελέσματα των επί μέρους αναλύσεων για τα πειράματα των περιόδων 2007-07 και 2007-08 δίδονται στους πίνακες 7.20 και 7.24 και σχήματα 7.5 και 7.6 του Παραρτήματος.

Τα συμπεράσματα που πρόεκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων ήταν παρόμοια για τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Συγκεκριμένα, η επίδραση των ανταγωνιστών έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές για το συνολικό βάρος φυτού, το βάρος στάχυ, τον αριθμό σπόρων και το βάρος σπόρων ανά στάχυ, το

βάρος χιλίων κόκκων και την απόδοση. Ταυτόχρονα, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ποικιλίας-ανταγωνιστή και ποικιλίας για κανένα χαρακτηριστικό, υποδηλώνοντας την ομοιόμορφη ανταγωνιστική επίδραση κάθε ποικιλίας-ανταγωνιστή σε σχέση με τις ποικιλίες που ανταγωνίστηκε. Όπως ήταν αναμενόμενο, προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών για όλα τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν.

Από τη συνδυασμένη ανάλυση (Πίνακας 4.17), παρατηρήθηκε στατιστικώς υψηλά σημαντική επίδραση του περιβάλλοντος, των ανταγωνιστών και των ποικιλιών, καθώς και σχετικά μικρή αλλά στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος με την ποικιλία σε όλες τις μεταβλητές. Οι αλληλεπιδράσεις του ανταγωνιστή με το περιβάλλον και την ποικιλία, όπως και η τριπλή αλληλεπίδραση περιβάλλοντος-ανταγωνιστή-ποικιλίας ήταν μη σημαντικές.

Η εκτίμηση των συστατικών της διακύμανσης για την απόδοση έδωσε την μεγαλύτερη τιμή για την ποικιλία (54%), ακολούθως για το περιβάλλον (22%) και τέλος για τον γείτονα-ανταγωνιστή (3%). Τα συστατικά διακύμανσης των άλλων πηγών παραλλακτικότητας υπήρξαν ουσιαστικά αμελητέα.

Πίνακας 4.17 Η συνδυασμένη ανάλυση διακύμανσης (τιμές F) και η σημαντικότητα τους ($\alpha = 0,05$).

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	Βάρος Στάχυ	Αριθμός Σπόρων	Βάρος Σπόρων	Βάρος 1000 κ.	Απόδοση (χλγ/στρ)	Συστατικά Διακύμανσης Απόδοσης	%
Μ.Ο.		4,64	60,4	3,59	59,4	170,6		
Περιβάλλον	1	166***	528***	149***	154***	133***	100	21,9
Ανταγωνιστής	5	16,6**	11,9**	16,9**	16,1**	20,2**	13,6	2,9
Ποικιλία	5	114***	85,5***	151***	121***	142***	248	54,2
Περιβ. Χ Ποικ.	5	2,9 *	2,6 *	3,2 *	2,6 *	3,4 *	2,5	0,5
Περιβ. Χ Ανταγ.	5	14,0 ^{ns}	3,9 ^{ns}	11,8 ^{ns}	2,5 ^{ns}	23,5 ^{ns}	1,4	0,3
Ανταγ. Χ Ποικ.	25	0,8 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,5	0,1
Περιβ. Χ Ανταγ. Χ Ποικ.	25	0,9 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,9 ^{ns}	-0,4	-0,1
Επανάληψη (Περιβ.)	2						0,2	0,05
Επαν. Χ Ανταγ. (Περιβ.)	10						-1,9	-0,4
Υπόλοιπο	60						92,8	20,2
Σύνολο	143							100

*, **, *** = σημαντικότητα για $\alpha = 0,05, 0,01, 0,001$, ns = μη σημαντικότητα

Πίνακας 4.18 Οι αποδόσεις των ποικιλιών (χλγ/στρ) σε σχέση με διαφορετικό ανταγωνιστή.

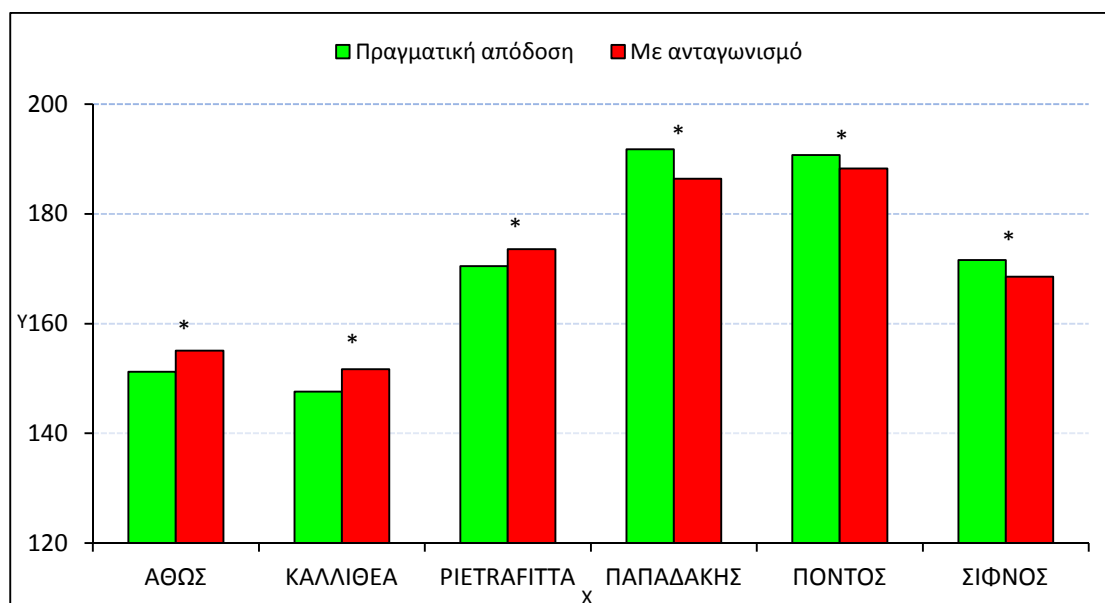
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΗΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ						Μέσος Όρος
	Άθως	Καλλιθέα	Pietrafitta	Παπαδάκης	Πόντος	Σίφνος	
Άθως (Υ)	151,2⁴	150,3	166,3	181,4	183,6	162,2	165,8
Καλλιθέα (Υ)	151,6	147,6	172,1	183,5	183,3	164,8	167,1
Pietrafitta (Υ)	153,2	148,4	170,4	184,1	187,4	168,7	168,7
Παπαδάκης (Χ)	158,0	152,1	178,1	191,7	193,6	175,9	174,9
Πόντος (Χ)	154,7	151,3	176,5	189,7	190,7	171,1	172,3
Σίφνος (Χ)	157,7	156,1	174,6	193,1	193,4	171,6	174,4
Μέσος Όρος ¹	154,4	151,0	173,0	187,3	188,7	169,0	170,6
Μέσος Όρος ²	155,0	151,6	173,5	186,4	187,7	168,5	
Διαφορά ³	- 3,8	- 4,1	- 3,1	+ 4,4	+ 3,0	+ 3,1	

¹ = Ο μέσος όρος της ποικιλίας με όλους τους ανταγωνιστές (και την ίδια), ² = Ο μέσος όρος της ποικιλίας μόνο με τους άλλους ανταγωνιστές, ³ = Η διαφορά μεταξύ πραγματικής απόδοσης ⁴ (η διαγώνιος του πίνακα) και του μέσου όρου ποικιλίας με τους άλλους ανταγωνιστές

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας έδειξε ότι οι γείτονες-ανταγωνιστές διέφεραν σημαντικά ως προς την ανταγωνιστική τους ικανότητα. Υπήρξαν "ισχυροί" και "ασθενείς" ανταγωνιστές. Για παράδειγμα, η μέση απόδοση των τεμαχίων που είχαν γείτονα-ανταγωνιστή την ποικιλία Άθως ήταν 166 χλγ/στρ ενώ η μέση απόδοση των τεμαχίων που είχαν γείτονα-ανταγωνιστή την ποικιλία Παπαδάκης ήταν 175 χλγ/στρ (Πίνακας 4.18)

Οι διαφορές σε ανταγωνιστική ικανότητα προκάλεσαν επίσης διαφορές μεταξύ της πραγματικής απόδοσης και της μέσης απόδοσης καθώς και με τη μέση απόδοση της ποικιλίας μόνο με διαφορετικούς γείτονες-ανταγωνιστές. Τρεις ποικιλίες ήταν τόσο ισχυροί ανταγωνιστές ώστε η απόδοσή τους σε τεμάχια που είχαν ως γείτονες διαφορετικές ποικιλίες ήταν σημαντικά υψηλότερη από την πραγματική τους απόδοση. Αντίθετα, οι άλλες τρεις ποικιλίες που ήταν ασθενείς ανταγωνιστές είχαν υψηλότερη πραγματική απόδοση. Η υπερεκτίμηση της απόδοσης πχ. για την ποικιλία Καλλιθέα ήταν 4,1 χλγ/στρ ή 2,8% ενώ η υποεκτίμηση για την ποικιλία Παπαδάκης ήταν 4,4 χλγ/στρ ή 2,3% (Σχήμα 4.5).

Σχήμα 4.5 Οι αποδόσεις των ποικιλιών (χλγ/στρ) χωρίς ανταγωνισμό (πραγματική απόδοση) και με παρουσία ανταγωνισμού (εξαιρείται η απόδοσή τους με ανταγωνισμό τον εαυτό τους).



(* = σημαντικότητα διαφοράς κατά ζεύγη)

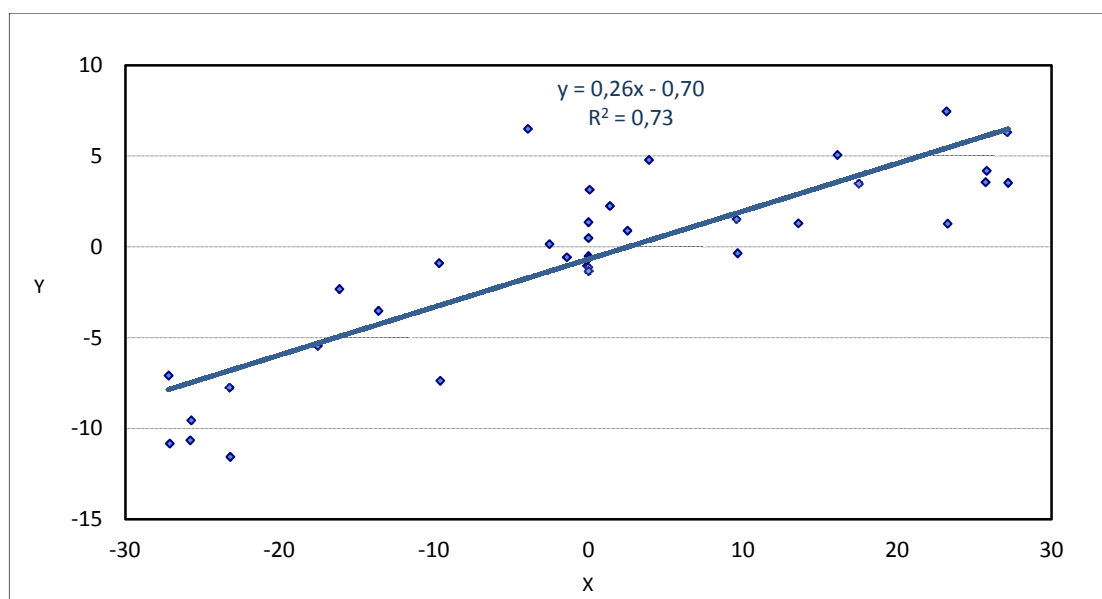
4.3.2 Διόρθωση μέσω ανάλυσης συνδιακύμανσης

Η ανάλυση της σταδιακής παλινδρόμησης, όπου εξαρτημένη μεταβλητή Y ήταν η διαφορά της απόδοση μιας ποικιλίας υπό ανταγωνισμό σε ένα πειραματικό τεμάχιο από την πραγματική της απόδοση (που εκτιμήθηκε χωρίς ανταγωνισμό, δηλαδή ανταγωνιστής ήταν η ίδια ποικιλία) και ανεξάρτητες μεταβλητές X_i , ήταν οι διαφορές του πειραματικού τεμαχίου από τις μέσες τιμές των γειτονικών τεμαχίων, έδειξε ότι η σημαντικότερη επίδραση στην διαφοροποίηση της απόδοσης προήλθε από τη διαφορά ύψους του τεμαχίου αυτού από τα γειτονικά του.

Περίοδος 2006-07

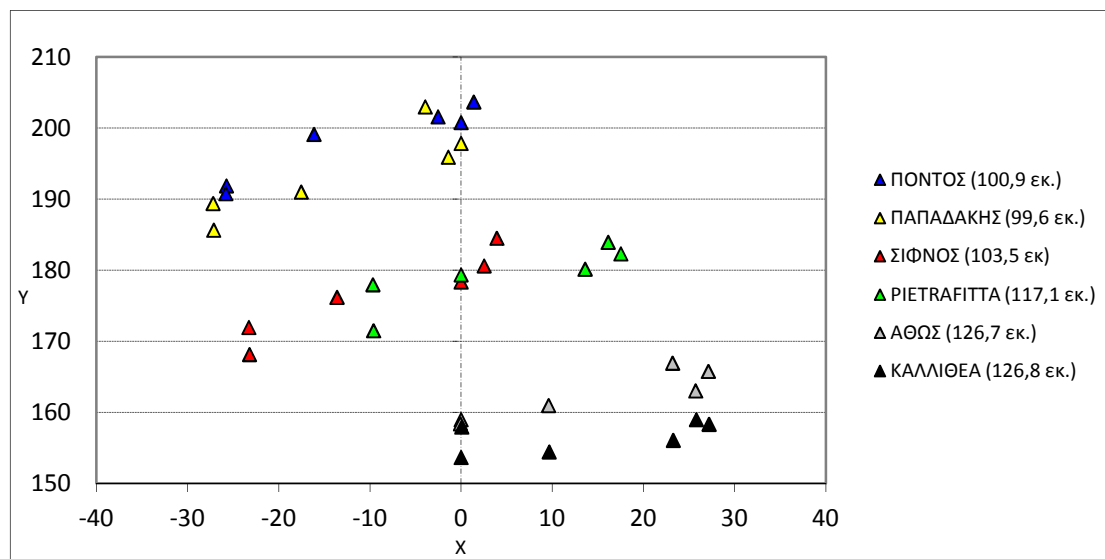
Η ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.6) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) και της διαφοράς ύψους από τον ανταγωνιστή (X), έδωσε στατιστικά σημαντικό συντελεστή παλινδρόμησης $b = 0,26$ ($\text{Prob} > F$ 0,0001) και $R^2 = 0,73$

Σχήμα 4.6 Η διαφορά της απόδοσης (χλγ/στρ.) μιας ποικιλίας (Y) σε ένα π.τ. από την πραγματική της απόδοση σε σχέση με την διαφορά του ύψους (εκ.) της ποικιλίας από το ύψος του ανταγωνιστή (X).



Για την διόρθωση των τιμών της απόδοσης των ποικιλιών, πραγματοποιήθηκε ανάλυση της συνδιακύμανσης, χρησιμοποιώντας ως συμμεταβλητή τη διαφορά του ύψους της ποικιλίας από τις γειτονικές ποικιλίες. Στο Σχήμα 4.7 παρουσιάζεται η απόδοση των ποικιλιών σε σχέση με το ύψος των γειτονικών ποικιλιών. Στον Πίνακα 4.14 παρουσιάζονται οι μέσοι και οι συγκρίσεις των μέσων πριν και μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης και οι μέσοι που προέρχονται χωρίς ανταγωνισμό. Η διόρθωση των τιμών της τελικής απόδοσης άλλαξε την τελική κατάταξη των ποικιλιών Pietrafitta και Σίφνος οι οποίες όμως και πάλι δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Οι διορθωμένες τελικές αποδόσεις πλησίασαν σημαντικά στις τιμές που προέρχονται από τα πειραματικά τεμάχια στα οποία έχουν απομακρυνθεί οι ακριανές γραμμές.

Σχήμα 4.7 Η απόδοση (χλγ/στρ.) των ποικιλιών (Y) σε σχέση με τη διαφορά ύψους(εκ.) με τη ποικιλία-ανταγωνιστή (X).



Πίνακας 4.14 Οι μέσοι της απόδοσης (χλγ/στρ.) και οι συγκρίσεις των μέσων (ΕΣΔ, $\alpha = 0,05$).

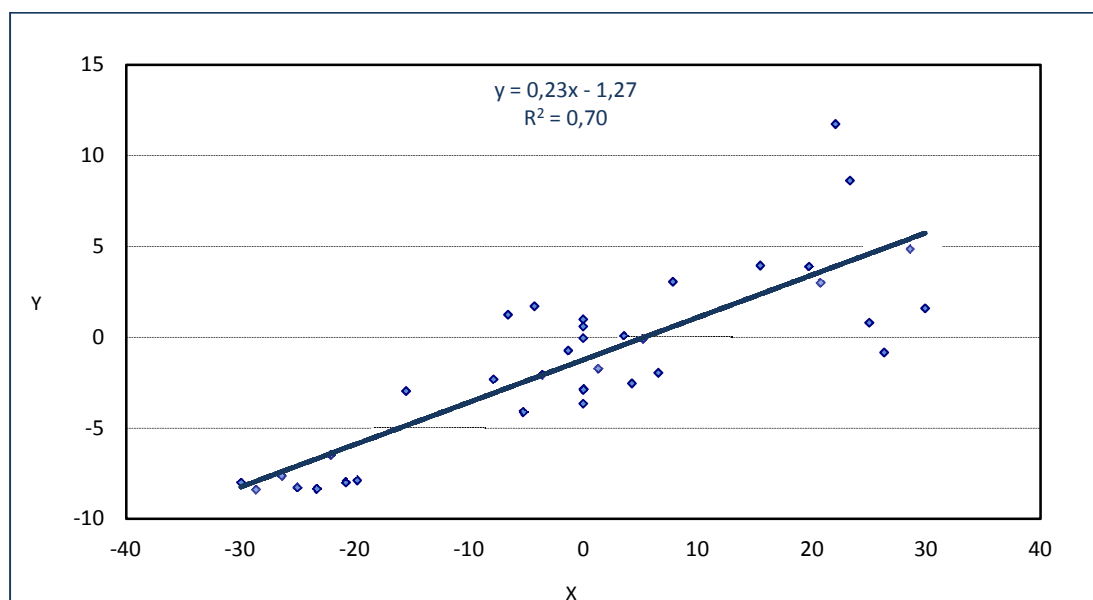
Ανάλυση με ανταγωνισμό ¹		Ανάλυση πραγματικής απόδοσης		Ανάλυση μετά τη διόρθωση	
ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Μέσος όρος	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Μέσος όρος	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Μέσος όρος
ΠΟΝΤΟΣ	197,4 a	ΠΟΝΤΟΣ	200,7 a	ΠΟΝΤΟΣ	201,6 a
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	192,9 b	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	197,8 a	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	197,8 b
ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	179,1 c	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	179,3 b	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	177,7 c
ΣΙΦΝΟΣ	176,3 c	ΣΙΦΝΟΣ	178,3 b	ΣΙΦΝΟΣ	179,4 c
ΑΘΩΣ	163,0 d	ΑΘΩΣ	158,9 c	ΑΘΩΣ	157,8 d
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	157,2 e	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	153,6 c	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	152,0 e

¹ = Ο μέσος όρος της ποικιλίας μόνο με τους άλλους ανταγωνιστές

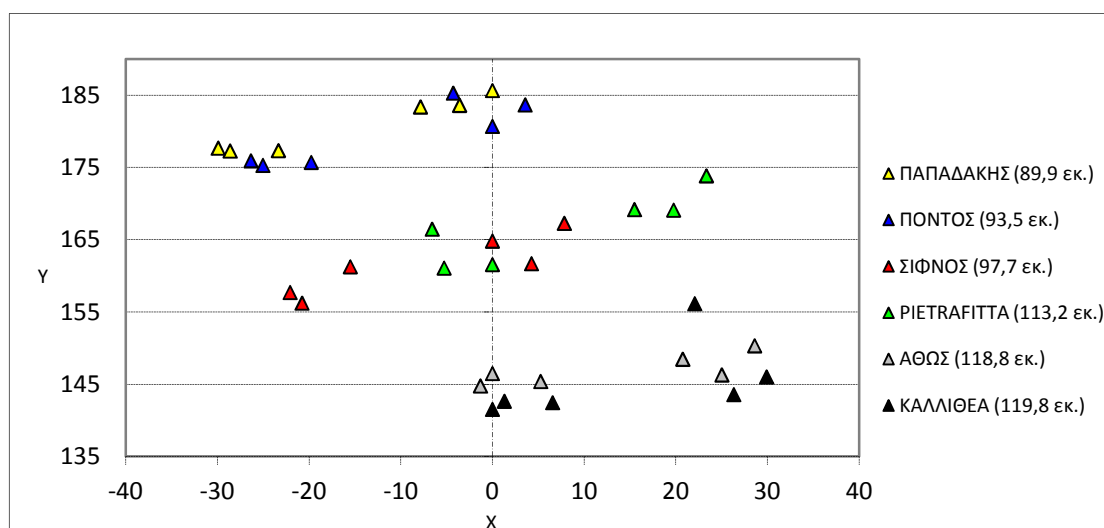
Περίοδος 2007-2008

Όπως και την προηγούμενη περίοδο, η ανάλυση της σταδιακής παλινδρόμησης, έδειξε ότι η σημαντικότερη επίδραση στην διαφοροποίηση της απόδοσης προήλθε από τη διαφορά ύψους του τεμαχίου αυτού από τα γειτονικά του. Η ανάλυση παλινδρόμησης (Σχήμα 4.8) μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) και της διαφοράς ύψους από τα γειτονικά τεμάχια (X), έδωσε στατιστικά σημαντικό συντελεστής παλινδρόμησης $b = 0,23$ ($\text{Prob} > F$ 0,0001) και $R^2 = 0,70$.

Σχήμα 4.8 Η διαφορά της απόδοσης (χλγ/στρ.) μιας ποικιλίας (Y) σε ένα π.τ. από την πραγματική της απόδοση σε σχέση με την διαφορά του ύψους (εκ.) της ποικιλίας από το ύψος του ανταγωνιστή (X).



Σχήμα 4.9 Η απόδοση (χλγ/στρ.) των ποικιλιών (Y) σε σχέση με το ύψος (εκ.) των γειτονικών ποικιλιών (X).



Η διόρθωση των τιμών της απόδοσης των ποικιλιών, πραγματοποιήθηκε όπως και προηγουμένως με ανάλυση της συνδιακύμανσης, χρησιμοποιώντας ως συμμεταβλητή τη διαφορά του ύψους της ποικιλίας από τις γειτονικές ποικιλίες. Στο Σχήμα 4.9 παρουσιάζεται η απόδοση των ποικιλιών σε σχέση με το ύψος των

γειτονικών ποικιλιών. Στον Πίνακα 4.16 παρουσιάζονται οι μέσοι και οι συγκρίσεις των μέσων πριν και μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης και οι μέσοι που προέρχονται χωρίς ανταγωνισμό. Η διόρθωση των τιμών της τελικής απόδοσης άλλαξε την τελική κατάταξη των ποικιλιών Pietrafitta και Σίφνος οι οποίες τελικά δεν διαφέρουν σημαντικά. Οι διορθωμένες τελικές αποδόσεις πλησίασαν σημαντικά στις τιμές που προέρχονται από τα πειραματικά τεμάχια στα οποία έχουν απομακρυνθεί οι ακριανές γραμμές.

Πίνακας 4.16 Οι μέσοι της απόδοσης (χλγ/στρ.) και οι συγκρίσεις των μέσων με την μέθοδο ΕΣΔ ($\alpha=0,05$).

Ανάλυση με ανταγωνισμό ¹			Ανάλυση πραγματικής απόδοσης			Ανάλυση μετά τη διόρθωση		
ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Μέσος όρος		ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Μέσος όρος		ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Μέσος όρος	
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	179,8	a	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	185,6	a	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	184,7	a
ΠΟΝΤΟΣ	179,1	a	ΠΟΝΤΟΣ	180,7	b	ΠΟΝΤΟΣ	182,4	a
ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	167,9	b	ΣΙΦΝΟΣ	164,8	c	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	164,9	b
ΣΙΦΝΟΣ	160,8	c	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΤΑ	161,5	c	ΣΙΦΝΟΣ	163,4	b
ΑΘΩΣ	147,1	d	ΑΘΩΣ	143,5	d	ΑΘΩΣ	143,7	c
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	146,2	d	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	141,5	e	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	141,8	c

¹ = Ο μέσος όρος της ποικιλίας μόνο με τους άλλους ανταγωνιστές

4.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Για την αξιολόγηση της αλληλεπίδρασης του ύψους των ποικιλιών με τον προσανατολισμό των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων, μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά τριών ποικιλιών σκληρού σιταριού (Άθως, Pietrafitta και Παπαδάκης) σε δύο προσανατολισμούς: Βορρά-Νότου (B-A) και Ανατολής-Δύσης (A-Δ). Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν την καλλιεργητική περίοδο 2007-2008 σε δύο τοποθεσίες, στην περιοχή της Κωπαΐδας και στην περιοχή των Σπάτων. Η στατιστική ανάλυση έγινε για κάθε τοποθεσία χωριστά ως διπαραγοντικό, με πρώτο παράγοντα τον προσανατολισμό και δεύτερο παράγοντα τις ποικιλίες.

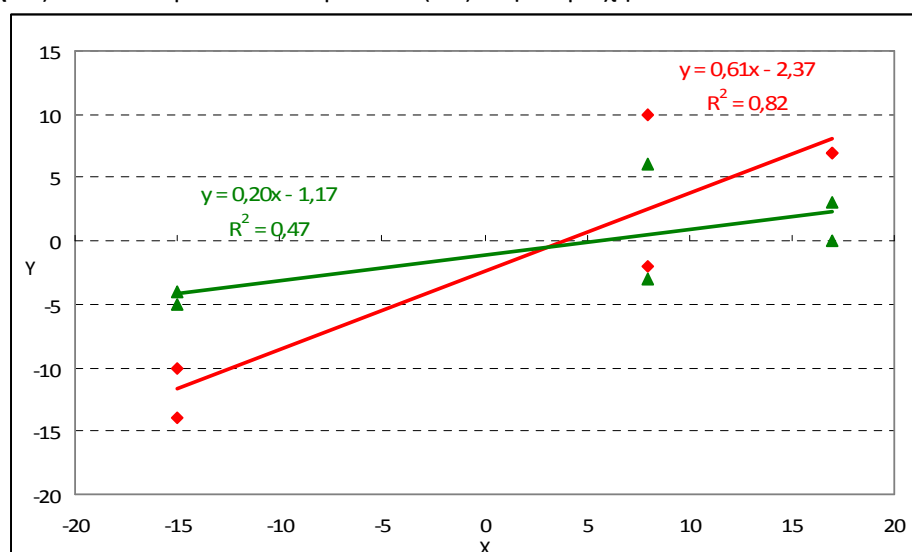
4.4.1 Καλλιεργητική περίοδος 2007-2008 - Σπάτα

Στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και προσανατολισμού παρατηρήθηκε στα χαρακτηριστικά του βάρους στάχυ, του βάρους σπορών ανά στάχυ, του βάρους χιλίων σπορών και στην τελική απόδοση. Η ποικιλία Άθως, η οποία ήταν η υψηλότερη (118,8 εκ), ευνοήθηκε κατά τον προσανατολισμό A-Δ σε όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά, έχοντας αυξήσει την απόδοσή της κατά 3%, το βάρος στάχυ κατά 3,4 % και το βάρος σπόρων ανά στάχυ κατά 2,5%. Η ποικιλία Pietrafitta η οποία είχε ενδιάμεσο ύψος (112,9 εκ) δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την διαφοροποίηση του προσανατολισμού. Η ποικιλία Παπαδάκης, η οποία ήταν η χαμηλότερη σε ύψος (90,4 εκ), ευνοήθηκε κατά τον προσανατολισμό B – N, έχοντας αυξήσει την απόδοσή της κατά 2,6%, το βάρος χιλίων κόκκων κατά 4%, το βάρος στάχυ κατά 2,7% και το βάρος σπόρων ανά στάχυ κατά 3,3%. Για τα λοιπά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν δεν υπήρξε αλληλεπίδραση προσανατολισμού-ύψους (Πίνακας 4.19).

Πίνακας 4.19 Η αλληλεπίδραση προσανατολισμού-ύψους στον διατεμαχικό ανταγωνισμό.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ	ΑΘΩΣ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	R ²	CV%
ΑΠΟΔΟΣΗ (Κιλά/Στρέμμα)	A - Δ	151,84 c	167,51 b	172,77 b	0,24	11,5
	B - N	147,29 d	165,98 b	177,44 a		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	149,56	166,74	175,10		
ΒΑΡ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (γρ)	A - Δ	3,19 d	3,51 c	3,62 b	0,26	12,7
	B - N	3,11 e	3,48 c	3,74 a		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	3,15	3,50	3,68		
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (γρ)	A - Δ	4,94 a	4,64 c	4,10 e	0,23	11,6
	B - N	4,77 b	4,60 c	4,21 d		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	4,86	4,62	4,16		
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (γρ)	A - Δ	55,22 c	57,26 b	56,91 b	0,16	5,9
	B - N	54,73 c	57,35 b	59,31 a		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	54,98	57,31	58,11		
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (γρ)	A - Δ	42,25	46,48	49,22	0,24	12,1
	B - N	41,08	46,06	49,45		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	41,66 c	46,27 b	49,34 a		
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	A - Δ	57,73	60,64	62,46	0,21	7,4
	B - N	56,81	60,66	63,12		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	57,27 c	60,65 b	62,79 a		
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	A - Δ	15,14	22,20	18,33	0,36	21,3
	B - N	14,99	22,51	18,31		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	15,07 c	22,35 a	18,32 b		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	A - Δ	6,76	6,77	7,05	0,29	19,2
	B - N	6,74	6,82	7,05		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	6,75	6,80	7,05		
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (εκ)	A - Δ	6,76	8,33	8,08	0,29	14,3
	B - N	6,73	8,45	8,10		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	6,75 b	8,39 a	8,09 a		
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (εκ)	A - Δ	118,71	113,04	90,08	0,59	9,54
	B - N	118,95	112,88	90,24		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	118,83 a	112,96 b	90,16 c		

Σχήμα 4.10 Η μεταβολής της απόδοσης (χλγ/στρ.) ενός πειραματικού τεμαχίου (Y) σε σχέση με την διαφορά του σε ύψος (εκ.) με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), στον προσανατολισμό A- Δ (---) και στον προσανατολισμό B- N (---) στην περιοχή των Σπάτων.



Η απλή ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) με τη διαφορά ύψους από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X) στον προσανατολισμό Α–Δ, έδωσε συντελεστή παλινδρόμησης $b = 0,61$, ο οποίος είναι στατιστικά σημαντικός ($\text{Prob} > F$ 0,01) και $R^2 = 0,82$, ενώ στον προσανατολισμό Β–Ν, ο συντελεστής παλινδρόμησης ήταν $b = 0,20$, ο οποίος δεν είναι στατιστικά σημαντικός ($\text{Prob} > F$ 0,09) με $R^2 = 0,47$ (Σχήμα 4.10).

Όπως αναφέρθηκε στα 'Υλικά και Μέθοδοι' για την περαιτέρω μελέτη της επίδρασης του ύψους στον ανταγωνισμό σε σχέση με τον προσανατολισμό, έγιναν συγκρίσεις (δοκιμασία του t) της πραγματικής απόδοσης μιας ποικιλίας με την απόδοσή της με βάση τις τέσσερις γραμμές που γειτνιάζουν με μία άλλη ποικιλία-ανταγωνιστή η οποία ευρίσκεται στη μία ή την άλλη πλευρά του πειραματικού τεμαχίου. Ο έλεγχος αυτός έδειξε ότι όταν οι γραμμές έχουν προσανατολισμό Ανατολή – Δύση υπάρχει σημαντική αύξηση της απόδοσης έως και 6,6% της υψηλής ποικιλίας Άθως, όταν αυτή συνορεύει με τις χαμηλού ύψους ποικιλίες Pietrafitta και Παπαδάκης. Αντίθετα, η απόδοση της χαμηλότερης ποικιλίας Παπαδάκης μειώνεται όταν συνορεύει με υψηλές ποικιλίες έως και 6,72%. Η μετρίου ύψους ποικιλία Pietrafitta δεν επηρεάστηκε από τις άλλες ποικιλίες εκτός από την ποικιλία Άθως όταν αυτή ευρίσκεται προς Νότο (Πίνακας 4.20).

Πίνακας 4.20 Οι ποσοστιαίες μεταβολές της απόδοσης των ποικιλιών όταν η ανταγωνιστική ποικιλία είναι από Βορρά ή Νότο και ο έλεγχος της σημαντικότητας με τη δοκιμασία του t ($\alpha = 0,05$).

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή : Βορράς		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	+ 3,81% *	+ 5,07% *
Pietrafitta	+ 1,01% ns	-	+ 1,00% ns
Παπαδάκης	- 3,58% *	- 4,10% *	-

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή : Νότος		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	+ 2,30% ns	+ 6,61% *
Pietrafitta	- 3,38% *	-	+ 5,54% ns
Παπαδάκης	- 6,72% *	- 5,84% *	-

* = σημαντικό, ns = μη σημαντικό

Όταν οι γραμμές έχουν προσανατολισμό Βορρά – Νότο δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές μεταβολές (Πίνακας 4.21).

Πίνακας 4.21 Οι ποσοστιαίες μεταβολές της απόδοσης των ποικιλιών όταν η ανταγωνιστική ποικιλία είναι από Ανατολή ή Δύση και ο έλεγχος της σημαντικότητας με τη δοκιμασία του t ($\alpha = 0,05$).

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή: Δύση		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	+ 1,53% ns	+ 0,76% ns
Pietrafitta	- 0,89% ns	-	+ 0,49% ns
Παπαδάκης	- 0,15% ns	- 0,10% ns	-

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή: Ανατολή		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	- 0,04% ns	+ 2,01% ns
Pietrafitta	- 2,84% ns	-	- 1,10% ns
Παπαδάκης	- 2,56% ns	- 2,17% ns	-

* = σημαντικό, ns = μη σημαντικό

4.4.2 Καλλιεργητική περίοδος 2007-2008- Κωπαΐδα

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων του πειράματος στην περιοχή των Κωπαΐδας, έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές μεταξύ των ποικιλιών στα χαρακτηριστικά του ύψους φυτού, στο βάρος φυτού, στον αριθμό αδελφιών, στο μήκος στάχυ, στον αριθμό σταχυδίων ανά στάχυ και στον αριθμό σπόρων ανά στάχυ.

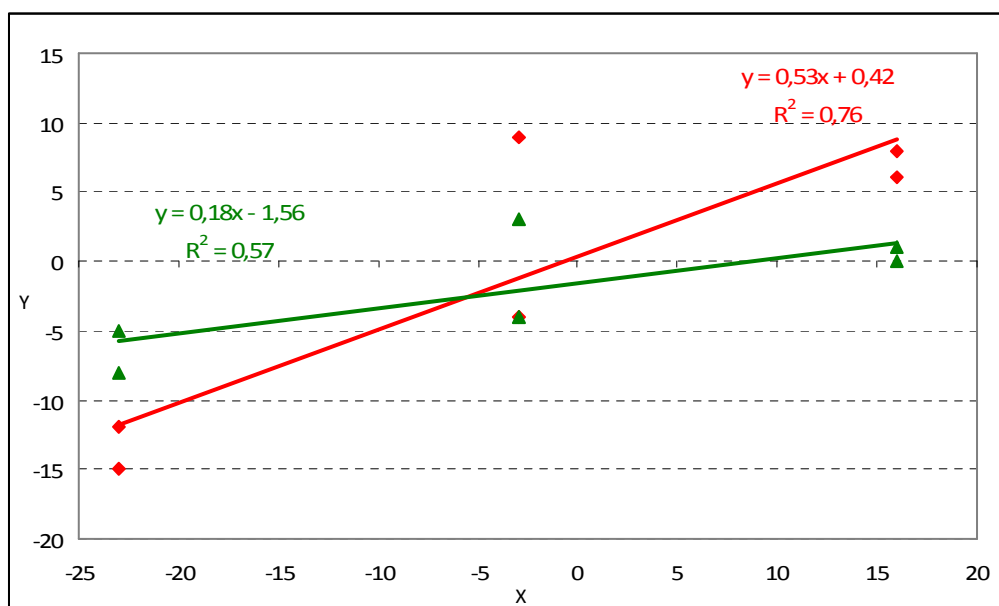
Στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και προσανατολισμού παρατηρήθηκε στα χαρακτηριστικά του βάρους στάχυ, του βάρους σπορών ανά στάχυ, στο βάρος χιλίων σπορών και στην τελική απόδοση. Η απόδοση της ποικιλίας Άθως, η οποία ήταν η υψηλότερη (107,1 εκ), υπερείχε κατά τον προσανατολισμό Ανατολή – Δύση κατά 2,7%. Επίσης αυξήθηκαν το βάρος στάχυ και το βάρος σπόρων ανά στάχυ κατά 2,4%, και 2,1% αντίστοιχα. Η ποικιλία Pietrafitta η οποία είχε ενδιάμεσο ύψος (101,6 εκ) δεν παρουσίασε πάλι σημαντικές μεταβολές. Η ποικιλία Παπαδάκης, με το χαμηλότερο ύψος (81,3 εκ), ευνοήθηκε κατά τον προσανατολισμό Βορράς – Νότος, αυξάνοντας το βάρος χιλίων κόκκων κατά 4,1%, το βάρος στάχυ κατά 4,4%, το βάρος σπόρων ανά στάχυ κατά 3,2% και την απόδοσή της κατά 2,6% (Πίνακας 4.22).

Πίνακας 4.22 Οι μέσοι των επεμβάσεων και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο ΕΣΔ ($\alpha = 0,05$).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ	ΑΘΩΣ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	R ²	CV%
ΑΠΟΔΟΣΗ (Κιλά/Στρέμμα)	A - Δ	159,88 a	149,53 b	132,42 d	0,24	11,5
	B - N	155,67 b	150,89 b	136,52 c		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	157,78	150,21	134,47		
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (γρ.)	A - Δ	3,79 d	4,18 c	4,29 b		
	B - N	3,70 e	4,12 c	4,44 a		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	3,75	4,15	4,37		
ΒΑΡ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (γρ.)	A - Δ	2,86 d	3,15 c	3,26 b	0,25	10,9
	B - N	2,80 e	3,13 c	3,37 a		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	2,83	3,14	3,32		
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (γρ.)	A - Δ	49,64 c	51,57 b	51,20 b	0,14	6,3
	B - N	49,42 c	51,58 b	53,36 a		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	49,53	51,58	52,28		
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (γρ.)	A - Δ	37,94	41,90	44,30	0,24	12,4
	B - N	37,01	41,43	44,45		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	37,47 c	41,66 b	44,37 a		
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	A - Δ	51,94	54,48	56,03	0,18	7,9
	B - N	51,01	54,43	56,82		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	51,48 c	54,45 b	56,42 a		
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (εκ.)	A - Δ	6,41	7,92	7,70	0,29	14,5
	B - N	6,39	8,03	7,68		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	6,40 b	7,98 a	7,69 a		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	A - Δ	6,41	6,43	6,66	0,21	19,4
	B - N	6,38	6,51	6,71		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	6,39 b	6,47 b	6,69 a		
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	A - Δ	14,36	21,03	17,41	0,35	21,5
	B - N	14,24	21,41	17,37		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	14,30 c	21,22 a	17,39 b		
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (εκ.)	A - Δ	107,02	101,85	81,29	0,57	9,8
	B - N	107,10	101,46	81,33		
	Μ.Ο. ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	107,06 a	101,65 b	81,31 c		

Η ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ της μεταβολής της απόδοσης του πειραματικού τεμαχίου (Y) με τη διαφορά ύψους με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X) στον προσανατολισμό Ανατολή – Δύση, έδωσε συντελεστή παλινδρόμησης $b = 0,53$, ο οποίος είναι στατιστικά σημαντικός ($\text{Prob} > F 0,02$) και $R^2 = 0,76$, ενώ στον προσανατολισμό Βορρά – Νότο, ο συντελεστής παλινδρόμησης είναι $b = 0,18$, ο οποίος όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικός ($\text{Prob} > F 0,08$) με $R^2 = 0,57$ (Σχήμα 4.11).

Σχήμα 4.11 Η μεταβολής της απόδοσης (χλγ/στρ.) ενός πειραματικού τεμαχίου (Y) σε σχέση με την διαφορά του σε ύψος (εκ.) με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια (X), στον προσανατολισμό Ανατολή–Δύση (----) και στον προσανατολισμό Βορράς–Νότος (----) στην περιοχή της Κωπαΐδας.



Ο έλεγχος με την δοκιμασία του t όλων των συνδυασμών των ποικιλιών ανά ζεύγη έδειξε ότι όταν οι γραμμές έχουν προσανατολισμό Ανατολή – Δύση (Πίνακας 4.23) υπάρχει σημαντική αύξηση της απόδοσης της υψηλής ποικιλία Άθως όταν συνορεύει με τις κοντύτερες ποικιλίες Pietrafitta και Παπαδάκης έως και 6,12%. Η απόδοση της κοντύτερης ποικιλίας Παπαδάκης μειώνεται έως και 7,59% όταν συνορεύει με τις υψηλότερες Pietrafitta και Άθως.

Πίνακας 4.23 Οι ποσοστιαίες μεταβολές της απόδοσης των ποικιλιών όταν η ανταγωνιστική ποικιλία είναι από Βορρά ή Νότο και ο έλεγχος της σημαντικότητας με τη δοκιμασία του t ($\alpha = 0,05$).

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή: Βορράς		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	+ 3,61% *	+ 5,13% *
Pietrafitta	- 0,77% ns	-	+ 0,10% ns
Παπαδάκης	- 4,06% *	- 5,14% *	-

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή: Νότος		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	+ 3,15% *	+ 6,12% *
Pietrafitta	- 2,81% ns	-	+ 4,92% ns
Παπαδάκης	- 7,59% *	- 5,75% *	-

* = σημαντικό, ns = μη σημαντικό

Όταν οι γραμμές έχουν προσανατολισμό Βορρά – Νότο δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές μεταβολές μεταξύ των ζευγών των ποικιλιών (Πίνακας 4.24).

Πίνακας 4.24 Οι ποσοστιαίες μεταβολές της απόδοσης των ποικιλιών όταν η ανταγωνιστική ποικιλία είναι από Ανατολή ή Δύση και ο έλεγχος της σημαντικότητας με τη δοκιμασία του t ($\alpha = 0,05$).

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή: Δύση		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	+ 1,43% ns	+ 1,77% ns
Pietrafitta	- 0,77% ns	-	+ 0,42% ns
Παπαδάκης	- 1,85% ns	- 1,70% ns	-

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κατεύθυνση ανταγωνιστή: Ανατολή		
	Άθως	Pietrafitta	Παπαδάκης
Άθως	-	+ 0,62% ns	+ 1,77% ns
Pietrafitta	- 2,83% ns	-	+ 2,53% ns
Παπαδάκης	- 3,11% ns	- 2,13% ns	-

* = σημαντικό, ns = μη σημαντικό

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο περιβαλλόντων του πειράματος προσανατολισμού των γραμμών, παρατηρούμε ότι στην περιοχή της Κωπαΐδας οι ποικιλίες να υπερέχουν σε όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, σε σχέση με την περιοχή των Σπάτων. Η ανάλυση των δεδομένων και στις δύο περιοχές, έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και προσανατολισμού στα χαρακτηριστικά του βάρους στάχυ, του βάρους σπορών ανά στάχυ, στο βάρος χιλίων σπορών και στην τελική απόδοση. Η υψηλή ποικιλία Άθως εμφανίζει μια υπεροχή στην τελική απόδοση στο προσανατολισμό Ανατολή – Δύση, ενώ αντίθετα η χαμηλή ποικιλία Παπαδάκης πλεονεκτεί ως προς την απόδοση στον προσανατολισμό Βορρά – Νότο.

Επίσης και στις δύο περιοχές η ανάλυση της παλινδρόμησης έδειξε ότι όταν ο προσανατολισμός είναι Ανατολή – Δύση, υπάρχει σημαντική επίδραση στην απόδοση, λόγω της διαφοράς του ύψους που έχει το πειραματικό τεμάχιο από τα γειτονικά, ενώ δεν υπάρχει σημαντική επίδραση όταν ο προσανατολισμός είναι Βορράς – Νότος.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ορθότητα των συμπερασμάτων του πειραματισμού που στοχεύει στη συγκριτική αξιολόγηση της επίδρασης ενός αριθμού επεμβάσεων, εξαρτάται από τον κατά το δυνατόν πληρέστερο έλεγχο της μεταξύ των πειραματικών μονάδων παραλλακτικότητας που δεν σχετίζεται με την επίδραση των επεμβάσεων αυτών καθεαυτών. Η θεμελιώδης αυτή προϋπόθεση εμφανίζεται εναργέστατα στην βασικότερη δραστηριότητα των προγραμμάτων δημιουργίας ποικιλιών φυτών, δηλαδή στην επιλογή των επιθυμητών γονοτύπων όπως αυτή διεξάγεται στα διάφορα στάδια της βελτιωτικής διαδικασίας.

Όπως είναι γνωστό, στη διαμόρφωση του φαινοτύπου υπεισέρχεται η επίδραση του γονοτύπου G , η επίδραση του περιβάλλοντος E και η αλληλεπίδραση γονοτύπου και περιβάλλοντος ($G \times E$) ή όπως γενικά συμβολίζεται $P = G + E + (G \times E)$. Η επιτυχημένη επομένως επιλογή ενός επιθυμητού γονοτύπου με βάση την πειραματική αξιολόγηση αγρού, εξαρτάται από τον βαθμό στον οποίο αντικατοπτρίζεται ο γονότυπος αυτός στον αξιολογούμενο φαινότυπο, δηλαδή από τον συντελεστή κληρονομικότητας. Κύριος λοιπόν στόχος του βελτιωτή-πειραματιστή είναι η μείωση της συνεισφοράς του περιβάλλοντος και της αλληλεπίδρασης γονοτύπου και περιβάλλοντος στην φαινοτυπική τιμή. Όσον αφορά μεν στην αλληλεπίδραση γονοτύπου και περιβάλλοντος, η τυπικά ακολουθούμενη διαδικασία είναι αυτή της αξιολόγησης των διάφορων γονοτύπων σε περισσότερα του ενός περιβάλλοντα, συνήθως μέσω διατοπικού και διαχρονικού πειραματισμού. Σε ένα μεμονωμένο όμως πείραμα, στόχος είναι η απομάκρυνση της επίδρασης του περιβάλλοντος που βρίσκεται ενσωματωμένη στο πειραματικό σφάλμα το οποίο και μεγεθύνει.

Οι μέθοδοι πειραματικού σχεδιασμού και ανάλυσης αποσκοπούν στη βελτίωση της ακρίβειας με την οποία συγκρίνονται οι διάφοροι γονότυποι, και το επιτυγχάνουν ελέγχοντας την ανεπιθύμητη περιβαλλοντική παραλλακτικότητα που αφορά κυρίως στην ετερογένεια του πειραματικού αγρού. Πέραν όμως της ετερογένειας αυτής, μια δυνητικά πρόσθετη πηγή πειραματικού σφάλματος αποτελεί ο διατεμαχικός ανταγωνισμός (ή άλλο-ανταγωνισμός), δηλαδή το φαινόμενο κατά το οποίο η απόδοση ενός πειραματικού τεμαχίου δεν καθορίζεται μόνο από τον γονότυπο που βρίσκεται στο τεμάχιο αυτό αλλά

και από τους γονοτύπους των γειτονικών τεμαχίων που ανταγωνίζονται για τις διαθέσιμες πηγές ενέργειας και θρεπτικών συστατικών. Σε αντίθεση με το πειραματικό σφάλμα που οφείλεται στην ετερογένεια του αγρού, τα σφάλματα λόγω διατεμαχικού ανταγωνισμού μπορούν να οδηγήσουν σε συστηματική μεροληπτική εκτίμηση των γονοτυπικών επιδράσεων, εκτίμηση που διατηρείται στα διάφορα πειράματα και δεν μειώνεται με την τυχαιοποίηση και την επανάληψη.

Η ελαχιστοποίηση ή και απομάκρυνση του σφάλματος λόγω διατεμαχικού ανταγωνισμού καθίσταται ιδιαίτερα αναγκαία τόσο κατά την επιλογή γονοτύπων σε πρώιμα στάδια του βελτιωτικού προγράμματος, όπου η ενυπάρχουσα ετεροζυγωτία και η μικρή διαθεσιμότητα σπόρου (επομένως δυνατότητα τεμαχίων μιας μόνο γραμμής), περιπλέκουν περαιτέρω σημαντικά την όλη διαδικασία, όσον και κατά την συγκριτική αξιολόγηση των τελικών προϊόντων-υποψηφίων εμπορικών ποικιλιών του προγράμματος. Το ίδιο ισχύει και κατά τον πειραματισμό που διεξάγεται από τις αρμόδιες υπηρεσίες των διαφόρων κρατών για την εγγραφή νέων ποικιλιών στους εθνικούς τους καταλόγους και την σύνταξη των καταλόγων συνιστώμενων εμπορικών ποικιλιών: ο ανταγωνισμός μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη κατάταξη των υπό κρίση ποικιλιών.

Οι διάφορες μελέτες-προτάσεις που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία για την μείωση ή αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων που επιφέρει ο διατεμαχικός ανταγωνισμός στην αποτελεσματικότητα της πειραματικής αξιολόγησης των γονοτύπων, περιλαμβάνουν α) τη χρήση πειραματικών τεμαχίων πολλών γραμμών, β) την λήψη μετρήσεων μόνο από την ή τις κεντρικές γραμμές, γ) την υιοθέτηση μεγάλης απόστασης μεταξύ των τεμαχίων, δ) την αξιολόγηση με βάση πειραματικά τεμάχια της μιας γραμμής που εναλλάσσονται με όμοια πειραματικά τεμάχια που περιέχουν ένα κοινό γονότυπο, ε) την ομαδοποίηση των γονοτύπων με βάση κάποιο χαρακτηριστικό που σχετίζεται στενά με την ανταγωνιστική τους ικανότητα, στ) την ύπαρξη ίδιου αριθμού φυτών ανά τεμάχιο και ζ) την αξιοποίηση ειδικών μεθόδων στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων. Ο μεγαλύτερος αριθμός των μελετών για τις επιπτώσεις του διατεμαχικού ανταγωνισμού στην αποτελεσματικότητα της πειραματικής αξιολόγησης γονοτύπων σίτου, αφορούν κυρίως στο μαλακό σιτάρι και έχουν πραγματοποιηθεί σε περιοχές της Αμερικής και της Βόρειας Ευρώπης.

Επειδή η περιοχή της Μεσογείου αποτελεί μια από τις βασικότερες ζώνες καλλιέργειας σκληρού σιταριού, το αντικείμενο της διατριβής αυτής αποσκοπεί ακριβώς στην εμπειρισταωμένη μελέτη της επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού σε πειράματα αξιολόγησης ποικιλιών σκληρού σιταριού και η διερεύνηση τρόπων ελέγχου του υπό τις ελληνικές συνθήκες. Στο πλαίσιο αυτό, μελετήθηκε το μέγεθος της επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού σε σχέση με τον αριθμό των συγκομιζόμενων γραμμών και τη διαφορά ύψους μεταξύ των γονοτύπων στα ανταγωνιζόμενα τεμάχια, καθώς και οι επιπτώσεις του ανταγωνισμού αυτού στην ακρίβεια της πειραματικής αξιολόγησης. Για την λεπτομερέστερη εκτίμηση της επίδρασης του ύψους, η παραπάνω μελέτη έγινε τόσο σε τυπικά πειράματα αξιολόγησης όπου συμμετείχαν όλοι οι γονότυποι ανεξάρτητα από το ύψος τους όσο και σε αντίστοιχα πειράματα όπου υπήρξε ομαδοποίηση των γονοτύπων με βάση το ύψος τους. Παράλληλα, μελετήθηκε και ο ρόλος του προσανατολισμού των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων στην εκδήλωση του ανταγωνισμού, δεδομένου ότι θεωρήθηκε πιθανή ή διαφοροποίηση του σε σχέση με την γεωγραφική θέση διεξαγωγής της πειραματικής αξιολόγησης. Επίσης, σε εξειδικευμένα πειράματα διαλληλικού ανταγωνισμού, αξιολογήθηκε η ανταγωνιστική ικανότητα μιας ομάδας γονοτύπων, ενώ ταυτόχρονα εκτιμήθηκε το μέγεθος της συνεισφοράς των υπό αξιολόγηση γονοτύπων, των ανταγωνιστών γονοτύπων, του περιβάλλοντος καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους στα συστατικά της διακύμανσης που σχετίζεται με τον ανταγωνισμό. Τέλος, με βάση δεδομένα τόσο των τυπικών πειραμάτων όσο και αυτών του διαλληλικού ανταγωνισμού, μελετήθηκε η δυνατότητα βελτίωσης της πειραματικής ακρίβειας με διόρθωση των μετρήσεων που βασίσθηκε στη διαφορά του ύψους των γειτονικών τεμαχίων.

Η αξιολόγηση των επιπτώσεων του διατεμαχικού ανταγωνισμού στην πειραματική ακρίβεια και επομένως στην ακρίβεια εκτίμησης των αποδόσεων σε σχέση με τον αριθμό των γραμμών του πειραματικού τεμαχίου, βασίσθηκε στους συντελεστές προσδιορισμού (R^2) και παραλλακτικότητας (CV%), όπως προέκυψαν από την ανάλυση διαφορετικού αριθμού γραμμών από το πειραματικό τεμάχιο (Πιν. 4.1 & 4.4). Και στα δύο περιβάλλοντα όπου πραγματοποιήθηκαν τα τυπικά πειράματα, υπήρξε σημαντική διαφοροποίησή των παραπάνω συντελεστών για την απόδοση: παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση του συντελεστή προσδιορισμού και σταδιακή μείωση του συντελεστή παραλλακτικότητας όταν η ανάλυση περιλάμβανε διαδοχικά και τις επτά, μόνο τις πέντε κεντρικές και μόνο τις τρεις

κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου. Παρόμοια αποτελέσματα, ενδεικτικά της βελτίωσης της ακρίβειας της αξιολόγησης, παρατηρήθηκαν και για τον αριθμό των σπόρων, καθώς και για το βάρος φυτού, στάχυ, σπόρων ανά στάχυ και χιλίων κόκκων. Οι παραπάνω συντελεστές εμφανίζουν μεγαλύτερες μεταβολές τιμών στο πείραμα της Κωπαΐδας (2005-06), και αυτό αποδίδεται στο καλύτερο παραγωγικό δυναμικό της περιοχής σε σχέση με τον Βοτανικό (2004-05), γεγονός που συνετέλεσε σε εντονότερο ανταγωνισμό μεταξύ των γονοτύπων και επομένως σε μεγαλύτερη συνεισφορά του στο πειραματικό σφάλμα. Τα μεγέθη των συντελεστών αυτών όταν η απόδοση εκτιμάται μόνο από τις δύο ή τις τέσσερις συνοριακές γραμμές σε σχέση με αυτή από τις επτά, πέντε ή τρεις κεντρικές γραμμές φανερώνουν την επίδραση του ανταγωνισμού κυρίως στις συνοριακές γραμμές.

Γίνεται σαφές επομένως ότι η απομάκρυνση των δυσμενών επιπτώσεων του ανταγωνισμού στην ακρίβεια της συγκριτικής αξιολόγησης των γονοτύπων μπορεί να επιτευχθεί με την εξαίρεση από την ανάλυση των συνοριακών γραμμών των πειραματικών τεμαχίων. Πέραν από τη σύγκριση των δεικτών πειραματικής ακρίβειας όπως προαναφέρθηκε, ο αριθμός των αναγκαιών προς εξαίρεση γραμμών προκύπτει από δύο επί μέρους αποτελέσματα: α) τη συσχέτιση της απόδοσης της απόλυτα "προστατευμένης" από επιδράσεις ανταγωνισμού κεντρικής γραμμής με τις αποδόσεις των εκατέρωθεν γραμμών και β) τη συσχέτιση της απόδοσης των τριών κεντρικών γραμμών με τις αποδόσεις των πέντε ή και των επτά γραμμών του πειραματικού τεμαχίου. Υπενθυμίζεται ότι η απόδοση των τριών κεντρικών γραμμών θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει καλύτερα την πραγματική απόδοση του γονοτύπου στο συγκεκριμένο τεμάχιο, δεδομένου ότι η χρήση μετρήσεων της μίας μόνο κεντρικής γραμμής οδηγεί σε αύξηση του πειραματικού σφάλματος.

Από τις συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων γραμμών (Πιν. 4.2 & 4.5) βρέθηκε ότι στα συγκεκριμένα πειράματα η επίδραση του ανταγωνισμού στην αξιολόγηση της απόδοσης περιορίζεται ουσιαστικά μόνο στις δύο ακριανές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου. Και στα δύο πειράματα, οι συντελεστές συσχέτισης της μεσαίας γραμμής (4η) με τις δύο ακριανές συνοριακές γραμμές (1η και 7η) είναι ιδιαίτερα χαμηλοί και στατιστικά μη σημαντικοί, ενώ με τις υπόλοιπες γραμμές του πειραματικού τεμαχίου υψηλά στατιστικώς σημαντικοί, αν και με τις δευτερεύουσες συνοριακές γραμμές (2η και 6η) χαμηλότεροι από

τις τριτεύουσες συνοριακές γραμμές (3η και 5η). Αυτό αντικατοπτρίζεται και στους εκτιμώμενους μέσους όρους απόδοσης των γονοτύπων όταν συγκρίνονται με την πραγματική τους απόδοση (Πιν. 4.3 & 4.6): αν και η αξιολόγηση με βάση τις επτά ή τις πέντε γραμμές είναι στατιστικά παρόμοια, υπάρχει η τάση για ακριβέστερη εκτίμηση με βάση τις πέντε κεντρικές γραμμές. Παράλληλα, οι συντελεστές συσχέτισης της απόδοσης των τριών κεντρικών γραμμών (πραγματική απόδοση) με την απόδοση των τεσσάρων και των δύο συνοριακών γραμμών, αν και στατιστικά σημαντικές λόγω του μεγάλου αριθμού ζευγών παρατηρήσεων, έβαιναν μειούμενοι. Εξάλλου, και η σύγκριση των μέσων αποδόσεων των γονοτύπων με βάση μόνο τις συνοριακές γραμμές διαφοροποιήθηκε σημαντικά από αυτή με βάση την πραγματική απόδοση. Τα παραπάνω, σε συμφωνία και με τους δείκτες της πειραματικής ακρίβειας, υποδεικνύουν την χρησιμότητα εξαίρεσης των δύο τουλάχιστον ακραίων συνοριακών γραμμών από τον υπολογισμό της απόδοσης κάθε πειραματικού τεμαχίου.

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των γονοτύπων που συνδέονται με την εμφάνιση του διατεμαχικού ανταγωνισμού και τις επιπτώσεις του στην απόδοση, η ανάλυση της πολλαπλής σταδιακής παλινδρόμησης έδειξε ότι ο μόνος σημαντικός παράγοντας ήταν η διαφορά ύψους του γονοτύπου ενός τεμαχίου από αυτό των γονοτύπων των γειτονικών τεμαχίων. Παρά το διαφορετικό παραγωγικό δυναμικό των γονοτύπων, οι διαφοροποιήσεις στην απόδοση μεταξύ των γειτονικών γονοτύπων δεν συνεισέφερε σημαντικά στη διαμόρφωση των επιπτώσεων του διατεμαχικού ανταγωνισμού. Επίσης, και οι διαφορές μεταξύ των γειτονικών γονοτύπων για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, δεν συμμετείχαν στην εκδήλωση του ανταγωνισμού. Παρόμοιες μελέτες για την σχεδόν αποκλειστική επίδραση της διαφοράς του ύψους έχουν αναφερθεί στο σιτάρι και από άλλους ερευνητές (πχ. Jensen and Federer, 1964; Hamblin and Donald, 1974; Kempton, 1984; Clarke et al., 1998).

Από την παλινδρόμηση των αποκλίσεων της πραγματικής απόδοσης από αυτή με βάση α) όλο το πειραματικό τεμάχιο ή β) μόνο από τις δύο συνοριακές γραμμές με τη διαφορά στο ύψος, επιβεβαιώθηκε το συμπέρασμα ότι η επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού αφορά κυρίως στις συνοριακές αυτές γραμμές (Σχ. 4.1 και 4.2). Ταυτόχρονα, έγινε μια πρώτη ποσοτικοποίηση της σχετικής συμβολής της διαφοράς του ύψους των γονοτύπων στον ανταγωνισμό αυτό. Όπως αναφέρθηκε και σε σχέση με την

επίπτωση του διατεμαχικού ανταγωνισμού στην ακρίβεια των δύο πειραμάτων, η επίδραση της διαφοράς του ύψους στην απόδοση του γειτονικού τεμαχίου παρουσιάστηκε εντονότερα στην Κωπαΐδα λόγω μεγαλύτερου παραγωγικού δυναμικού σε σχέση με τον Βοτανικό. Ο εντονότερος ανταγωνισμός σε περιβάλλοντα υψηλού παραγωγικού δυναμικού έχει αναφερθεί από διάφορους ερευνητές (Gomez, 1972; Austin and Blackwell, 1980; Bradshaw, 1986; Kempton, 1986). Στη μελέτη αυτή, η μεταβολή στην απόδοση ολόκληρου του πειραματικού τεμαχίου από την απόδοση των τριών κεντρικών γραμμών είναι της τάξης του 0,15% και 0,10 % για κάθε εκατοστό διαφοράς ύψους στην Κωπαΐδα και το Βοτανικό αντίστοιχα. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με αντίστοιχα σε άλλα σιτηρά όπως στα Triticale (Kempton et al., 1986), βρώμη και κριθάρι (Aastveit et al., 1989). Λαμβάνοντας υπόψη μόνο την απόδοση των δύο εξωτερικών συνοριακών γραμμών, η μεταβολή αυξάνεται σημαντικά στο 0,39% και 0,22% για κάθε εκατοστό διαφοράς ύψους στην Κωπαΐδα και το Βοτανικό αντίστοιχα.

Η δυνατότητα απομάκρυνσης του διατεμαχικού ανταγωνισμού με βάση την ομαδοποίηση ποικιλιών παρόμοιου ανταγωνιστικού δυναμικού (Austin et al., 1977; Kempton, 1997; Büchse, 2003), μελετήθηκε σε μια δεύτερη κατηγορία πειραμάτων, όπου οι προς αξιολόγηση ποικιλίες κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο ομοιογενείς ως προς το ύψος τους υποομάδες και πραγματοποιήθηκαν οι ίδιες αναλύσεις όπως περιγράφηκαν στην ενότητα των τυπικών πειραμάτων. Η αφαίρεση των συνοριακών γραμμών συνοδεύθηκε από σταδιακή αύξηση του συντελεστή προσδιορισμού και σταδιακή μείωση του συντελεστή παραλλακτικότητας για την απόδοση και τα συστατικά της όταν η ανάλυση περιλάμβανε διαδοχικά και τις επτά, μόνο τις πέντε κεντρικές και μόνο τις τρεις κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου (Πιν. 4.7 & 4.10). Στην περίπτωση της ομαδοποίησης όμως, οι μεταβολές αυτές ήταν μικρότερες από αυτές των πειραμάτων χωρίς ομαδοποίηση (τυπικά πειράματα), υποδεικνύοντας την βελτίωση της ακρίβειας της συγκριτικής αξιολόγησης των γονότυπων δια μέσου της μείωσης των επιπτώσεων του διατεμαχικού ανταγωνισμού. Η βελτίωση αυτή γίνεται σαφέστερη από την σύγκριση μεταξύ των τυπικών και των πειραμάτων ομαδοποίησης για τις απόλυτες τιμές των δεικτών πειραματικής ακρίβειας που αφορούν στις αποδόσεις με βάση μόνο τις δύο ή τέσσερις συνοριακές γραμμές : με την ομαδοποίηση, οι συντελεστές προσδιορισμού σχεδόν διπλασιάστηκαν (από 0,18 σε 0,49 και από 0,33 σε 0,57 κ.μ.ο. για τις δύο και τέσσερις γραμμές αντίστοιχα) ενώ υπήρξε

μείωση και στους συντελεστές παραλλακτικότητας (από 10,95 σε 10,05 και από 9,40 σε 8,85 % κ.μ.ο. για τις δύο και τέσσερις γραμμές αντίστοιχα).

Η δυνατότητα μείωσης της επίδρασης του ανταγωνισμού με την ομαδοποίηση των γονοτύπων με βάση το ύψος τους, επιβεβαιώθηκε και από τη σύγκριση των συσχετίσεων της κεντρικής (4^{ης}) γραμμής των πειραματικών τεμαχίων με τις δύο συνοριακές γραμμές: σε αντίθεση με τα τυπικά πειράματα όπου οι συσχετίσεις ήταν μικρές και μη σημαντικές (Πιν. 4.2 & 4.5), στην περίπτωση της ομαδοποίησης ήταν μεγάλες και σημαντικές (Πιν.4.8 & 4.11). Παράλληλα, η αποτελεσματικότητα της ομαδοποίησης φάνηκε και από τη συσχέτιση της πραγματικής απόδοσης με αυτή που εκτιμούν οι συνοριακές γραμμές: σε αντίθεση με τα τυπικά πειράματα, όπου υπήρξε ιδιαίτερα εμφανής τάση μείωσης των σχετικών συντελεστών που στην περίπτωση των δύο ακραίων συνοριακών γραμμών και μεταφράσθηκε και σε ελάττωση του επιπέδου σημαντικότητας του συντελεστή συσχέτισης, στην ομαδοποίηση όλοι οι συντελεστές ήταν υψηλά σημαντικού (Πιν. 4.9 & 4.12). Επίσης, σε αντίθεση με τα τυπικά πειράματα, δεν υπήρξε διαφοροποίηση της κατάταξης των γονοτύπων με βάση την πραγματική εκτίμηση και αυτή με βάση μόνο τις συνοριακές γραμμές. Σε συμφωνία με τα προηγούμενα ευρήματα, και η ανάλυση της παλινδρόμησης απόδοσης-ύψους δεν ήταν σημαντική και κατέδειξε την απομάκρυνση του διατεμαχικού ανταγωνισμού ως αποτέλεσμα της ομαδοποίησης των γονοτύπων με βάση το ύψος τους (Σχ. 4.3 & 4.4).

Η περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού στην αξιολόγηση των γονοτύπων καθώς και η εκτίμηση- ποσοτικοποίηση της ανταγωνιστικής τους ικανότητας, βασίσθηκε σε μια επί πλέον κατηγορία πειραμάτων όπου μελετήθηκε ο διαλληλικός ανταγωνισμός μέσω ενός σχεδίου 'ισορροπημένων γειτόνων' (Kempton and Lockwood 1984; Bradshaw, 1994). Ο εξειδικευμένος αυτός σχεδιασμός επέτρεψε την εκτίμηση των συστατικών της διακύμανσης και ποσοτικοποίησε τη συνεισφορά των παραγόντων που σχετίζονται με τον διατεμαχικό ανταγωνισμό, δηλαδή της υπό ανταγωνισμό ποικιλίας, της ποικιλίας-ανταγωνιστή, του περιβάλλοντος καθώς και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Τα αποτελέσματα (Πιν. 4.17) υποδεικνύουν την σημαντική επίδραση των ανταγωνιστών στην διαμόρφωση της απόδοσης και των άμεσα σχετιζόμενων συστατικών της (αριθμό και βάρος σπόρων ανά στάχυ, βάρος χιλίων κόκκων). Η σημασία της επίδρασης αυτής φαίνεται και από το ποσοστό συμμετοχής των ανταγωνιστών στα

συστατικά της διακύμανσης όπως εκτιμήθηκαν για την απόδοση : αν και μικρή ως απόλυτη τιμή (3%), η συμμετοχή αυτή είναι στατιστικά υψηλά σημαντική. Όπως ήταν αναμενόμενο, ιδιαίτερα σημαντική υπήρξε η συμμετοχή των υπό ανταγωνισμό ποικιλιών καθώς και του περιβάλλοντος. Η σχέση μεγέθους μεταξύ των τιμών των σημαντικών συστατικών στα συγκεκριμένα πειράματα οφείλεται στο γεγονός ότι η επίδραση του ανταγωνιστή, όπως τεκμηριώθηκε και από τα άλλα τμήματα της μελέτης, παρουσιάζεται ιδιαίτερα μεγάλη μόνο στις συνοριακές γραμμές των γειτονικών τεμαχίων. Έτσι όταν η απόδοση υπολογίζεται από ολόκληρο το τεμάχιο (7 γραμμές) η επίδραση του ανταγωνιστή μειώνεται αισθητά. Εάν τα πειραματικά τεμάχια ήταν των 5 γραμμών τότε η συνεισφορά της διακύμανσης των ποικιλιών-ανταγωνιστών αναμένεται σαφώς μεγαλύτερη, και ακόμα μεγαλύτερη εάν το τεμάχιο είχε μόνο τρεις γραμμές. Το συμπέρασμα αυτό υποστηρίζεται και από αποτελέσματα σε άλλα φυτά όπως πχ. στο ζαχαρότευτλο (Buchse, 2002)

Ως προς την ανταγωνιστική τους ικανότητα, υπήρξε σαφής διαφοροποίηση μεταξύ ισχυρών και ασθενών ποικιλιών-ανταγωνιστών, διαφοροποίηση που είναι σταθερή όπως έδειξε η απουσία σημαντικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των υπό ανταγωνισμό ποικιλιών και των ποικιλιών-ανταγωνιστών. Για τις συγκεκριμένες ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν, το ποσοστό υπερεκτίμησης ή υποεκτίμησης μιας ποικιλίας ανάλογα με το εάν γειτνιάζε με ασθενή ή ισχυρό ανταγωνιστή αντίστοιχα, κυμάνθηκε περί το 3%. Εάν το πειραματικό τεμάχιο ήταν των 5 ή 3 γραμμών, για τον ίδιο λόγο που προαναφέρθηκε, το ποσοστό αυτό θα ήταν μεγαλύτερο. Παρόμοια συμπεριφορά αναμένεται και στην περίπτωση μεγαλύτερης διαφοράς στην ανταγωνιστική ικανότητα των ποικιλιών.

Όπως και στις προηγούμενες κατηγορίες πειραμάτων, η διαφορά ύψους μεταξύ των γονοτύπων αποτέλεσε τον σημαντικότερο παράγοντα που διαμορφώνει την επίδραση του διατεμαχικού ανταγωνισμού στην απόδοση. Για τις συνθήκες της μελέτης αυτής, η μεταβολή στην απόδοση μιας ποικιλίας λόγω ανταγωνισμού είναι της τάξης του 0,14%-0,15% για κάθε εκατοστό διαφοράς ύψους με την γειτονική ποικιλία-ανταγωνιστή. Σε παρόμοια πειράματα διαλληλικού ανταγωνισμού σε μαλακό σιτάρι, έχει αναφερθεί μέση μεταβολή στην απόδοση των ποικιλιών της τάξης του 0,34% (Clarke et al., 1998), αποτέλεσμα ανάλογο εφόσον τα πειραματικά τεμάχια ήταν των τεσσάρων γραμμών.

Με δεδομένη την επίδραση της διαφοράς του ύψους στην διαμόρφωση του διατεμαχικού ανταγωνισμού, σε μια άλλη κατηγορία πειραμάτων κρίθηκε απαραίτητη η ταυτόχρονη αξιολόγηση της επίδρασης του προσανατολισμού των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων ώστε να μελετηθεί τυχόν αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων. Πράγματι, και στις δύο περιοχές που πραγματοποιήθηκε το πείραμα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και προσανατολισμού στην τελική απόδοση καθώς και σε συστατικά της (βάρος στάχυ, βάρος σπορών ανά στάχυ, βάρος χιλίων κόκκων). Συγκεκριμένα, η μεταβολή στην απόδοση του πειραματικού τεμαχίου, κατά τον προσανατολισμό Ανατολή-Δύση, υπήρξε στατιστικά σημαντική και είναι της τάξης του 0,35-0,37% για κάθε εκατοστό διαφοράς ύψους από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια, ενώ στον προσανατολισμό Βορράς-Νότος η μεταβολή αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στο σύνολο σχεδόν των πειραμάτων όπου έχει μελετηθεί και τεκμηριωθεί η σημαντικότητα της διαφοράς ύψους μεταξύ γειτονικών τεμαχίων για την εμφάνιση διατεμαχικού ανταγωνισμού οι γραμμές των πειραματικών τεμαχίων είχαν τον προσανατολισμό από Βορρά προς Νότο (i.e. Austin et al., 1977; Austin and Blackwell, 1980; Kempton and Lockwood, 1980; Kempton et al., 1986; Baker and Rossnagel, 1988; Clarke et al., 1998, 2000). Τα αποτελέσματα από αυτή τη μελέτη, που δίνουν σημαντικό διατεμαχικό ανταγωνισμό μόνο στον προσανατολισμό Ανατολή-Δύση, πιθανότατα οφείλονται στο διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος όπου έγιναν τα προαναφερθέντα πειράματα (Β. Ευρώπη και Β. Αμερική) καθώς επίσης και στην διαφορετική καλλιεργητική περίοδο που πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα αυτά (ανοιξιάτικη καλλιέργεια).

Τέλος, για τις περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατή η υιοθέτηση διάφορων τεχνικών ή πρακτικών όπως περιγράφηκαν προηγουμένως, στο πλαίσιο της μελέτης αυτής διερευνήθηκε η δυνατότητα διόρθωσης των ανεπιθύμητων επιπτώσεων του διατεμαχικού ανταγωνισμού με τεχνικές συνδιακύμανσης χρησιμοποιώντας ως συμμεταβλητή τη διαφορά του ύψους μιας ποικιλίας από τις γειτονικές της ποικιλίες. Τόσο στα τυπικά πειράματα (Πιν. 4.3 & 4.6) όσο και στα πειράματα διαλληλικού ανταγωνισμού (Πιν. 4.14 & 4.16), η διόρθωση των τιμών υπήρξε επιτυχής, αφού αύξησε την απόδοση των ασθενών(χαμηλών) ανταγωνιστών και μείωσε αυτή των ισχυρών (υψηλών) ανταγωνιστών κατατείνοντας σε ικανοποιητική προσέγγιση των πραγματικών τιμών. Για την ομάδα των

ποικιλιών που συμμετείχε στα σχετικά πειράματα, η πρακτική αυτή εμφανίζεται ισοδύναμη με αυτή της αφαίρεσης των δύο συνοριακών γραμμών και η χρησιμότητά της αναμένεται μεγαλύτερη όσο μειώνεται από τις επτά στις πέντε ο αριθμός γραμμών του πειραματικού τεμαχίου. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες των Austin et al., (1977) Bradshaw and Kempton (1991) και Clarke et al., (1999).

Συμπεράσματα - Προτάσεις

Από την συνεκτίμηση των αποτελεσμάτων όλων των παραπάνω πειραμάτων, προκύπτουν τα ακόλουθα αναφορικά με την αξιολόγηση γονοτύπων σκληρού σιταριού στη χώρα μας:

- Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός αποτελεί σημαντικό παράγοντα που υπεισέρχεται στη διαμόρφωση της ακρίβειας των πειραμάτων συγκριτικής αξιολόγησης ποικιλιών σκληρού σίτου στη χώρα μας. Με δεδομένη την μικρότερη ομοιογένεια των πειραματικών μας αγρών σε σχέση με άλλες χώρες (πχ. Β. Αμερική και Β. Ευρώπη) και επομένως τους εγγενώς υψηλότερους συντελεστές παραλλακτικότητας, πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για τον έλεγχο και απομάκρυνση των δυσμενών του επιπτώσεων κατά την παραπάνω αξιολόγηση υπό τα ελληνικές καλλιεργητικές συνθήκες.
- Ο διατεμαχικός αυτός ανταγωνισμός κατά την συγκριτική αξιολόγηση διάφορων γονοτύπων οφείλεται στην διαφορετική ανταγωνιστική τους ικανότητα, που με τη σειρά της εξαρτάται σε σημαντικότατο βαθμό από το ύψος του κάθε γονότυπου.
- Η διαφορετική ανταγωνιστική ικανότητα κάθε γονότυπου επηρεάζει σημαντικά την απόδοση των γειτονικών-συνοριακών γραμμών και κατ' επέκταση την απόδοση ολόκληρου του πειραματικού τεμαχίου. Το αποτέλεσμα είναι η υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση των υπό αξιολόγηση γονοτύπων.
- Η απομάκρυνση των δυσμενών επιπτώσεων του ανταγωνισμού στην ακρίβεια της συγκριτικής αξιολόγησης των γονοτύπων μπορεί να επιτευχθεί με την εξαίρεση των συνοριακών γραμμών των πειραματικών τεμαχίων από την στατιστική ανάλυση. Σε συνάρτηση με το μέγεθος των διαφορών στο ύψος, η απομάκρυνση των δύο τουλάχιστον συνοριακών γραμμών, για τεμάχια των επτά ή και των πέντε γραμμών, φαίνεται ότι μπορεί να μειώσει ικανοποιητικά την επίδραση του

ανταγωνισμού. Το ίδιο θα μπορούσε κατ' αρχάς να υποστηριχθεί και για πειραματικά τεμάχια των τριών γραμμών, όπου η αξιολόγηση μόνο της κεντρικής γραμμής θα ήταν ελεύθερη των επιπτώσεων του ανταγωνισμού. Στην περίπτωση αυτή όμως, η τόσο μικρή αξιολογούμενη έκταση αυτή καθαυτή μπορεί να οδηγήσει στην εξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων και ενδεχομένως η συγκομιδή και των τριών γραμμών μπορεί να δώσει καλύτερα αποτελέσματα

- Όταν οι υπό αξιολόγηση γονότυποι έχουν αποκτήσει την ταυτότητά τους, όπως πχ. σε προχωρημένο στάδιο της διαδικασίας δημιουργίας νέων ποικιλιών, η ομαδοποίησή τους με βάση το ύψος έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική απομάκρυνση της επίδρασης του διατεμαχικού ανταγωνισμού. Πειράματα σε διάταξη υποδιαιρεμένων τεμαχίων αποτελούν πολύ καλή πρακτική προς την κατεύθυνση αυτή. Στην περίπτωση πολλών προς αξιολόγηση γονοτύπων, ισορροπημένα σχέδια ατελών ομάδων μπορούν να αποβούν εξίσου αποτελεσματικά.
- Σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η απομάκρυνση συνοριακών γραμμών χωρίς συνακόλουθη αύξηση του πειραματικού σφάλματος ή δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για την ομαδοποίηση των γονοτύπων (όπως πχ. σε πρώιμα βελτιωτικά στάδια), τότε μπορούμε να απομακρύνουμε την επίδραση του ανταγωνισμού κατά την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων διορθώνοντας τις αποδόσεις με ανάλυση συνδιακύμανσης χρησιμοποιώντας ως συμμεταβλητή την διαφορά του ύψους μεταξύ των γειτονικών πειραματικών τεμαχίων.
- Ο διατεμαχικός ανταγωνισμός μπορεί να απομακρυνθεί σε σημαντικό βαθμό τοποθετώντας τις γραμμές των πειραματικών τεμαχίων με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο που, σε αντίθεση με αυτήν από Ανατολή προς Δύση, δεν ευνοεί τον ανταγωνισμό όταν υπάρχουν διαφορές στο ύψος μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων.
- Τέλος, η εκτίμηση των συστατικών της διακύμανσης που σχετίζεται με τον διατεμαχικό ανταγωνισμό παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τον ορθολογικότερο σχεδιασμό μελλοντικών πειραμάτων αξιολόγησης γενετικού υλικού σκληρού σίτου υπό τις ελληνικές αγροκλιματικές συνθήκες.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aastveit, A.H., Buraas, T. & Gullord, M. (1989). Interplot competition in oats and barley variety trials. *Acta Agric. Scand.* 39:159-168.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds M.P., & Royo, C. (2002). Plant Breeding and drought in C3 cereals: what to breed for? *Ann Bot* 89:925-940.
- Austin, R.B. & Blackwell, R.D. (1980). Edge and neighbor effects in cereal yield trials. *J.Agric. Sci. Cambridge* 94:731-734.
- Austin, R.B., Ford, M.A., Edrich, J.A., & Blackwell, R.D. (1977). The Nitrogen Economy of winter wheat. *J. Agric. Sci. Cambridge* 88:159-167.
- Baker, R.J. & Rossnagel, B.G. (1988). Interplot competition between wheat or barley cultivars of differing heights. *Can. J. Plant Sci.* 68:1129-1132.
- Besag, J. & Kempton, R.A. (1986). Statistical analysis of field experiments using neighbouring plots. *Biometrics* 42:231–251.
- Bouis, H. (2000). The role of biotechnology for food consumers in developing countries. Qaim, M. Krattiger, A. F. von Braun, J. eds. *Agricultural Biotechnology in Developing Countries: Towards Optimizing the Benefits for the Poor* 2000:189-213 Kluwer Academic Boston, MA.
- Bradshaw, J.E. (1986). Competition between cultivars of fodder kale (*Brassica oleracea L.*) in yield trials with single-row plots. *Euphytica* 35:433-439.
- Bradshaw, J.E. & Kempton, R.A. (1991). Interplot competition in plant breeding trials. *Proceedings of the Eighth Meeting of the Eucarpia Section 'Biometrics in Plant Breeding'*, Brno, Czechoslovakia, 101-111.
- Broers, L.H.M. & Lopez-Atilano, R.M. (1995). Effect of interplot interference on the assessment of partial resistance to stem rust in durum wheat. *Phytopathology*, 85: 233-237.
- Brown, H.K. and Kempton, R.A. (1994). The application of REML in clinical trials. 13:1601–1617.

- Büchse, A. (2002) Effect of interplot interference on yield performance in sugar beet variety trials. Sugar Beet Variety Trials – Methodology and Design. Advance in Sugar Beet Research IIRB vol. 2:73-86.
- Büchse, A. (2003) Reduction of interplot interference in variety trials by grouping of similar genotypes. 49th Biometric Conference of the German Region of the International Biometric Society at Wuppertal, March 2003 p. 42.
- Calderini, D.F., Torres Leon, S. & Slafer, G.A. (1995). Consequences of wheat breeding on nitrogen and phosphorus yield, grain nitrogen and phosphorus concentration and associated traits. *An. Bot.*, 76:315-322.
- Casper, B. B. & Jackson, R. B. (1997). Plant competition under-ground. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1997. 28:545–70.
- Christiansen, M.J., Andersen, S.B. & Ortiz, R. (2002). Diversity changes in an intensively bred wheat germplasm during the 20th century. *Mol Breed* 9:1-11.
- Clarke, F.R. (1996). Interplot competition in spring wheat. Ph.D Thesis. University of Saskatchewan.
- Clarke, F.R., Baker, R.J. and DePauw, R.M. (1998). Interplot interference distorts yield estimates in spring wheat. *Crop Science* 38:62-66.
- Clarke, F.R., Baker, R.J. and DePauw, R.M. (1999). Using height to adjust to interplot interference in spring wheat yield trials. *Canadian Journal of Plant Science.* 79:169-174
- Clarke, F.R., Baker, R.J. and DePauw, R.M. (2000). Plot Direction and Spacing Effects on Interplot Interference in Spring Wheat Cultivar Trials. *Crop Science* 41:655-658
- Coldringer, I., Brabant, P. & Kempton, R.A. (1994). Adjustment for competition between genotypes in single-row plot trials of winter wheat (*Triticum aestivum*). *Plant Breeding Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung* 112:294-300).
- Condon, A. G., Richards, R. A., Rebetzke, G. J. and Farquhar, G. D. (2002). Improving intrinsic water-use efficiency and crop yield. *Crop Sci.* 42:122–131
- Cox, D.R. (1958). *Planning of experiments*. New York: Wiley.
- Crumpacker, D.W. & Allard, R.W. (1962). A diallel cross analysis of heading date in wheat. *Hilgardia*, 32:275-318.

- Danial, D., Parleviet, J., Almekinders, C. & Thiele G. (1983). Farmers' participation and breeding for durable disease resistance in the Andean region. *Euphytica* 153, 3:385-396.
- David, O., Monod, H., Lorgeou, J., and G. Philippeau. (2001). Control of Interplot Interference in Grain Maize: A Multi-Site Comparison. *Crop Science*. 41: 406–414
- Deardon, R., Gilmour, S., Butler, N., Phelps, K. & Kennedy, R. (2006). Designing field experiments which are subject to representation bias. *Journal of Applied Statistics* 33 (7), 663 - 678 (0266-4763).
- Deardon, R., Gilmour, S.G., Butler, N.A., Phelps, K. & Kennedy, R. (2004). A model for ascertaining and controlling representation bias in field trials for airborne plant pathogens. *Journal of Applied Statistics*, 31, pp. 329–343.
- Dixon, P.M. (2001). [Nearest neighbour methods](http://www.stat.iastate.edu/preprint/articles/2001-19.pdf). Iowa State University.
<http://www.stat.iastate.edu/preprint/articles/2001-19.pdf>
- Elias, E.M. & Manthley F.A. (2005). End products: Present and future uses. p.63-86. In C. Royo, M. Nachit, N. Di Fonzo, J.L. Araus, W.H. Pfeiffer, and G.A. Slafer (ed.) *Durum wheat breeding*. Haworth Press, Binghamton. NY.
- FAO, (2009). [Yearbook Production 2009](#)
- Fasoulas A. C. (1973). A new approach to breeding superior yielding varieties. Pub 3. Dept.
- Fasoulas A.C., V.A. Fasoula. (1995). Honeycomb selection designs. *Plant Breeding Reviews* 13:87–139.
- Fisher, R.A. (1925). Theory of statistical estimation. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 22: 700–725.
- Fischer, R.A. and Laing, D.R., (1976). Yield potential in a dwarf spring wheat and response to crop thinning. *L Agric. Sci. Camb.*, 87:113-122.
- Fisher, R.A. (1978). Are your results confounded by intergenotypic competition? pp. 767-777. *Proceedings of the 5th International Wheat Genetics Symposium*. New Delhi.
- Ford, M.A., Austin, R.B., Gregory, R.S. & Morgan, C.L. (1984). A comparison of the grain and biomass yields of winter wheat, rye and triticale. *J. Agric. Sci. Cambridge* 103:395-403.

- Fowler, D.B., Limin, A.E. & Ritchie, J.T. (1999). Low-temperature Tolerance in Cereals: Model and Genetic Interpretation. *Crop Science*, 39: 626-633.
- Fu, Y.B. (2006). Impact of plant breeding on genetic diversity of agricultural crops: searching for molecular evidence. *Plant Genet Resour Charact Util* 4:71–78.
- Goldberg, D. E. (1990). Components of resource competition in plant communities. Pages 27-49 in J. B. Grace and D. Tilman, editors. *Perspectives in plant competition*. Academic Press, New York, New York, USA.
- Gomez, K.A. (1972). Border effects in rice experimental plots. II. Varietal competition. *Expl. Agric.* 8:295-298.
- Gomez, K.A. & Gomez, A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research, 2nd Edn*, New York: John Wiley.
- Hamblin, J. & Donald, C.M. (1974). The relationships between plant form, competitive ability and grain yield in a barley cross. *Euphytica* 23:535-542.
- Hazen, S.P., Zhu, L., Kim, H.S., Tang, G. & Ward, R.W. (2002). Genetic diversity of winter wheat in Shaanxi Province, China, and other common wheat germplasm pools. *Genet Resour Crop Evol* 49:437–445.
- Huang, X.Q., Wolf, M., Ganai, M.W., Orford, S., Koebner, R.M.D. & Roder, M.S. (2007). Did modern plant breeding lead to genetic erosion in European winter wheat varieties? *Crop Sci* 47:343-349.
- Hysing, S-C., Sa'ill, T., Nybom, H., Liljeroth, E., Merker, A., Orford, S. & Koebner, R.M.D. (2008). Temporal diversity changes among 198 Nordic bread wheat landraces and cultivars detected by retrotransposon - based S-SAP analysis. *Plant Genet Resour Charact Util* 6:113–125.
- Jenkyn, J. F., Dyke, G. V. & Todd, A. D. (1983). Effects of fungicide movement between plots in field experiments. *Plant Pathology*, 32, pp. 311–324.
- Jenkyn, J.F., Bainbridge, A., Dyke, G.V. & Todd, A.D. (1979). An investigation into inter-plot interactions, in experiments with mildew on barley, using balanced designs. *Annals of Applied Biology* 92, 11-28.
- Jensen, N.F. & Federer, W.T. (1964). Adjacent row competition in wheat. *Crop Science* 5:449-452.
- Jink, J.L. & Hayman, B.I. (1953). The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Coop. Newsletter* 27:48-54.

- Kaufmann, M.L. & McFadden, A.D. (1960). The competitive interaction between barley plants grown from large and small seeds. *Can. J. Plant Sci.* 40:623–629.
- Kempton, R.A. (1997). Interference between plots. In *Statistical Methods for Plant Variety Evaluation* (R.A. Kempton and P.N. Fox, eds.), Chapman & Hall, London, 101-116.
- Kempton, R.A., Gregory, R.S., Hughes, W.G. & Stoehr, P.J. (1986). The effect of interplot competition on yield assessment in triticale trials. *Euphytica* 35:257-265.
- Kempton, R.A. (1985). Statistical models for interplot competition. *Aspects of Applied Biology* 10: 111-120.
- Kempton, R.A. & Lockwood G. (1984). Inter-plot competition in variety trials of field beans (*Vicia faba* L.) *J. Agric. Sci. Cambridge* 103:293-302.
- Kempton, R.A. (1982). Adjustment for competition between varieties in plant breeding trials. *J. Agric. Sci. Cambridge* 98: 599-611.
- Lee, J.A. (1960). A study of plant competition in relation to development. *Evolution*, Lancaster Pa 14, 18.
- Lin, C.S., Poushinsky, G. & Voldeng, H. D. (1985). Design and model for investigating competition effects from neighbouring test plots. *Can. J. Plant Sci.* 65: 1073-1077.
- May, K.W. & Morrison, R.J. (1986). Effect of different plot borders on grain yields in barley and wheat. *Can. J. Plant Sci.* 66:45-51.
- McIntosh, R.A. (1998). Breeding wheat for resistance to biotic stresses. In H.J. Braun *et al.*, eds. *Wheat prospects for global improvement*, p. 71-86. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Press.
- Munns, R. & James, R.A. (2003). Screening methods for salt tolerance: A case study with tetraploid wheat. *Plant Soil*, 253: 239-250.
- Oliver, R.P. (2008). Plant breeding for disease resistance in the age of effectors. *Phytoparasitica* 37:1-5.
- Ortiz-Monasterio, I. & Graham, R. D. (2000). Breeding for trace minerals in wheat. *Food Nutr. Bull.* 21, 392—396.
- Ortiz-Monasterio, J.I., Pena, R.J., Sayre, K.D. & Rajaram S. (1997). Cimmyt's genetic

- progress in wheat grain quality under four nitrogen rates. *Crop Sci.*, 37:892-898.
- Papadakis, J. S., 1937. Methode statistique pour des experiences sur champ. Bull. Inst. Amel. Plantes a Salonique, 23.
- Papadakis, J. S., 1940. Comparaison de diferentes methodos d'experimentation phytotechnique. *Revesta Argentina de Agronomia* 7, 297-362
- Parlevliet, J.E. & Van Ommeren, A. (1984). Interplot interference and the assessment of barley cultivars for partial resistance to leaf rust, *Puccinia hordei*. *Euphytica* 33:685-697.
- Patterson, H.D. & Williams, E.R. (1976). A new class of resolvable incomplete block designs. *Biometrika* 63, 83-92.
- Reynolds, M.P., Acevedo, E., Sayre, R.A. & Fisher R.A. (1994). Yield potential in modern wheat varieties: its association with a less competitive ideotype. *Field Crops Res.* 37:149-160.
- Rich, P.A. (1973). Influence of cultivar, row spacing and number of rows on yield of wheat plots. *Agron. J.* 65:331-333.
- Robinson, D.L., Kershaw, C.D. & Ellis, R.P. (1988). An investigation of two-dimensional yield variability in breeders' small plot barley trials. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 111: 419-426.
- Romani, M., Borghi, B., Alberici, R., Delogu, G., Hesselbach, J. & E. Salamini. (1993). Intergenotypic competition and border effect in bread wheat and barley. *Euphytica* 69 : 19-31.
- Slafer, G.A., Andrade, F.H. & Satorre E.H. (1990). Genetic improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain-yield. *Field Crops Res.*, 23:255-263.
- Smith, O.D. & Stuthman, D.D. (1970). Competition among oat varieties grown in hill plots. *Crop Sci.* 10:381-384.
- Spitters, C.J.T. (1979). Competition and its consequences for selection in barley breeding. *Agricultural Research Reports* 893. Wageningen. Pp.268.
- Strand, E. & Gullord, M. (1991). Neighbour-effects in oat cultivar yield trials. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 5:357-363.

- Talbot, M. & England, F.J.W. (1984). A comparison of cereal variety performance in national list and plant breeders trials. *J. Nath. Inst. Agric. Bot.* 16: 499-505.
- Talbot, M., Milner, A.D., Nutkins, M.A.E. & Law, J.R. (1995). Effect of interference between plots on yield performance in crop variety trials. *J. Agric. Sci. Cambridge* 124:335-342.
- Tian, Q.Z., Zhou, R.H. & Jia, J.Z. (2005). Genetic diversity trend of common wheat (*Triticum aestivum* L.) in China revealed with AFLP markers. *Genet. Resour. Crop Evol.* 52:325–331.
- Townley-Smith, T. F. and E. A. Hurd, (1973). Use of moving mean in wheat yield trials. *Can. J. Plant Sci.* 53:447-450.
- Van der Plank, J. E. (1963). Plant diseases: epidemics and control. *Academic Press*, New York.
- Van de Wouw, M., Hintum, T., Kik, C., Teuren, R. & Visser B. (2010). Genetic diversity trends in twentieth century crop cultivars: a meta analysis. *Theor. Appl. Genet.* 120:1241-1252.
- White, J., Law, J.R., MacKay, I., Chalmers, K.J., Smith, J.S.C., Kilian, A. & Powell, W. (2008). The genetic diversity of UK, US and Australian cultivars of *Triticum aestivum* measured by DArT markers and considered by genome. *Theor. Appl. Genet.* 116:439–453.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 7.1 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή του Βοτανικού (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	108,00	112,61	104,61	84,49	87,16	89,52	7,7	0,46	12,7
	ab	a	b	c	c	c			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	39,06	37,26	43,85	42,64	43,07	40,21	2,74	0,26	10,8
	bc	c	a	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,10	6,50	6,70	6,76	7,34	6,57	0,78	0,11	19,0
	b	b	ab	ab	a	ab			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	3,89	3,75	4,36	4,28	4,33	4,03	0,22	0,33	9,0
	bc	c	a	a	a	b			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,09	6,31	7,71	7,90	7,95	7,87	0,48	0,52	10,8
	b	b	a	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	13,66	20,65	20,54	17,78	17,76	17,96	2,11	0,33	18,9
	c	a	a	b	b	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	48,86	46,56	54,85	53,30	53,80	50,28	3,39	0,27	10,8
	bc	c	a	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	2,84	2,85	3,23	3,43	3,46	3,10	0,48	0,47	8,8
	b	b	a	a	a	ab			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	54,33	55,70	60,95	64,38	62,35	55,96	3,58	0,30	9,8
	c	c	b	a	ab	c			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	134,99	135,21	152,68	162,01	163,88	147,77	8,66	0,42	9,5
	c	c	b	a	a	b			

Πίνακας 7.2 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τέσσερις συνοριακές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή του Βοτανικού (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	106,97	113,16	103,67	85,88	87,69	89,94	9,85	0,44	12,2
	a	a	a	b	b	b			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	39,82	38,31	44,29	42,47	42,90	40,02	3,84	0,19	11,5
	bc	c	a	ab	ab	bc			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,28	6,79	6,50	6,75	7,38	6,65	1,05	0,07	19,3
	b	ab	ab	ab	a	ab			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	3,98	3,85	4,43	4,25	4,32	4,00	0,32	0,24	9,9
	c	c	a	ab	ab	bc			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,08	6,33	7,67	7,93	7,97	7,91	0,60	0,52	10,6
	b	b	a	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	13,59	20,74	20,33	17,83	17,90	18,15	2,72	0,34	18,5
	c	a	ab	b	b	ab			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	49,83	47,87	55,41	53,12	53,60	50,04	4,80	0,19	11,5
	bc	c	a	ab	ab	ab			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	2,90	2,92	3,28	3,40	3,47	3,08	0,22	0,36	9,7
	c	c	ab	a	a	bc			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	54,48	55,77	61,44	63,55	62,03	55,63	4,73	0,30	9,8
	b	b	a	a	a	b			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	137,81	139,31	155,90	161,28	164,52	147,03	12,73	0,32	10,3
	c	c	ab	a	a	bc			

Πίνακας 7.3 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις πέντε κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή του Βοτανικού (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	108,90 a	112,61 a	105,39 a	83,99 b	87,12 b	89,16 b	9,3	0,47	12,9
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	38,43 bc	36,28 c	43,42 a	42,80 ab	43,14 ab	40,31 b	2,90	0,36	9,7
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,01 b	6,50 ab	6,63 ab	6,88 ab	7,27 a	6,51 ab	0,89	0,12	18,4
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	3,81 bc	3,66 c	4,31 a	4,34 a	4,41 a	4,05 b	0,19	0,48	7,3
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,13 b	6,29 b	7,74 a	7,91 a	7,92 a	7,84 a	0,58	0,51	10,9
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	13,83 c	20,55 a	20,63 a	17,90 b	17,60 b	17,80 b	2,49	0,32	18,9
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	48,05 cd	45,34 d	54,31 a	53,48 ab	53,88 ab	50,40 bc	3,65	0,36	9,8
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	2,78 c	2,77 c	3,19 b	3,51 a	3,53 a	3,18 b	0,17	0,62	7,3
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	53,90 c	55,20 c	60,50 b	65,90 a	62,80 ab	56,30 c	3,32	0,41	7,7
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	132,30 c	131,55 c	150,77 b	166,00 a	165,00 a	148,30 b	8,70	0,57	8,0

Πίνακας 7.4 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τρεις κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή του Βοτανικού (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	109,36 a	111,88 a	105,87 a	82,62 b	86,46 b	88,97 b	12,1	0,48	13,2
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	38,05 bc	35,85 c	43,27 a	42,85 a	43,29 a	40,46 ab	3,64	0,41	9,5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	5,84 b	6,59 ab	6,51 ab	6,76 ab	7,29 a	6,46 ab	1,14	0,16	18,4
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	3,77 c	3,62 c	4,27 ab	4,42 a	4,45 a	4,10 b	0,27	0,54	7,1
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,11 b	6,27 b	7,76 a	7,84 a	7,91 a	7,82 a	0,75	0,51	11,0
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	13,74 b	20,53 a	20,81 a	17,70 a	17,56 a	17,69 a	3,29	0,33	19,4
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	47,57 bc	44,80 c	54,09 a	53,53 a	54,08 a	50,60 a	4,56	0,41	9,5
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	2,75 c	2,75 c	3,15 b	3,52 a	3,56 a	3,22 b	0,20	0,68	6,7
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	52,15 c	53,62 c	58,91 b	66,16 a	63,79 a	57,39 b	3,79	0,55	6,8
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	131,21 c	129,73 c	148,38 b	167,00 a	166,00 a	148,76 b	8,26	0,62	7,7

Πίνακας 7.5 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	122,40	124,34	115,00	99,01	96,90	99,53	8,50	0,44	12,58
	a	a	b	c	c	c			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	47,13	44,48	51,96	52,87	52,06	48,29	2,77	0,36	9,07
	d	e	b	a	ab	c			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,50	7,61	7,40	8,06	8,58	7,62	0,87	0,12	18,2
	b	b	b	a	a	c			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,67	4,36	5,08	5,18	5,08	4,74	0,20	0,48	6,80
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	7,15	7,01	8,72	9,06	8,73	8,92	0,53	0,52	10,4
	c	c	b	a	a	b			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	16,32	22,86	23,24	20,55	19,55	20,34	2,41	0,29	19,0
	d	a	a	b	c	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	61,05	56,39	65,91	68,07	62,34	62,37	4,3	0,28	11,1
	c	d	b	a	c	c			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,41	3,31	3,76	4,14	4,07	3,65	0,15	0,62	6,7
	e	f	c	a	b	d			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	58,81	61,78	60,14	63,98	68,72	61,59	3,63	0,28	9,4
	c	bc	c	b	a	bc			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	162,41	157,49	177,99	195,76	192,43	174,36	8,4	0,54	7,7
	c	c	b	a	a	b			

Πίνακας 7.6 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τέσσερις συνοριακές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	123,50	124,22	114,35	99,47	97,43	99,55	8,35	0,43	11,84
	a	a	b	c	c	c			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	48,53	45,91	52,75	51,89	51,53	47,79	2,51	0,25	9,83
	b	c	a	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,70	7,89	7,55	7,97	8,54	7,60	0,81	0,06	19,1
	b	ab	b	ab	a	b			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,79	4,50	5,17	5,07	5,02	4,69	0,19	0,33	7,80
	b	c	a	a	a	bc			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	7,16	6,98	8,98	9,09	8,75	8,98	0,49	0,53	10,3
	b	b	a	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	16,45	22,70	23,05	20,75	19,76	20,59	2,35	0,26	19,2
	d	a	a	b	c	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	63,02	58,01	66,80	67,12	62,06	62,11	4,11	0,21	11,8
	c	d	b	a	c	c			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,50	3,42	3,82	4,06	4,02	3,61	0,19	0,45	7,7
	c	c	b	a	a	c			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	58,38	62,00	60,33	63,67	68,37	61,17	3,80	0,24	9,5
	c	bc	c	b	a	bc			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	166,23	163,18	181,20	192,42	190,91	172,37	8,7	0,38	8,7
	d	d	b	a	a	c			

Πίνακας 7.7 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις πέντε κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	121,84 a	124,08 a	115,67 b	98,27 c	96,04 c	98,92 c	9,84	0,46	12,35
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	45,84 e	42,73 f	51,32 c	53,61 a	52,71 b	48,69 d	2,62	0,56	7,30
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,23 d	7,29 d	7,29 d	8,11 b	8,61 a	7,61 c	0,94	0,18	17,3
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,54	4,20	5,02	5,26	5,15	4,78	0,14	0,80	3,93
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	7,13 c	7,00 c	8,79 b	9,04 a	8,70 b	8,87 ab	0,62	0,52	10,5
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	16,19 d	22,91 a	23,48 a	20,41 b	19,34 c	20,12 bc	2,84	0,30	19,0
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	59,00	54,52	65,14	68,89	62,78	62,59	4,43	0,41	9,7
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,31 d	3,19 e	3,71 c	4,20 a	4,12 b	3,68 c	0,09	0,88	3,5
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	57,50 d	60,61 cd	59,99 cd	64,98 b	69,07 a	62,84 bc	3,64	0,35	7,9
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	157,97 c	151,43 c	175,57 b	199,14 a	194,98 a	175,53 b	6,6	0,79	5,2

Πίνακας 7.8 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τρεις κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο τυπικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2004-05)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	120,92 a	124,50 a	115,86 b	98,38 c	96,18 c	99,52 c	12,9	0,45	12,59
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	45,26 e	42,57 f	50,90 c	54,18 a	52,77 b	48,96 d	3,29	0,60	7,12
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,23 d	7,24 d	7,22 d	8,18 b	8,64 a	7,64 c	1,17	0,20	16,2
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,51	4,17	4,97	5,32	5,16	4,81	0,16	0,85	3,52
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	7,14 c	7,04 c	8,77 ab	9,01 a	8,70 b	8,85 ab	0,82	0,51	10,5
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	16,16 c	23,06 a	23,50 a	20,28 b	19,26 b	20,01 b	3,64	0,32	18,9
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	58,42 d	54,22 e	64,73 b	69,34 a	62,71 c	62,71 c	5,6	0,45	9,6
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,29 d	3,17 e	3,68 c	4,24 a	4,12 b	3,70 c	0,11	0,92	3,2
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	56,37 c	59,49 c	57,87 c	65,39 b	70,18 a	63,14 b	3,95	0,36	6,7
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	157,31 c	149,89 c	173,70 b	200,20 a	194,44 a	177,02 b	8,1	0,82	4,9

Πίνακας 7.9 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στο Βοτανικό (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	116,36 ab	118,25 a	110,46 b	89,62 c	92,45 c	94,17 c	7,61	0,55	12,0
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	40,44 b	38,61 b	45,72 a	45,58 a	45,37 a	43,03 a	2,81	0,45	10,8
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,40 b	6,80 b	6,61 b	7,17 ab	7,87 a	7,10 ab	0,78	0,22	18,4
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,06 c	3,89 c	4,58 a	4,59 a	4,54 a	4,28 b	0,22	0,54	8,5
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,54 b	6,62 b	8,14 a	8,27 a	8,39 a	8,29 a	0,49	0,59	10,5
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	14,76 c	21,36 a	21,64 a	18,39 b	18,61 b	18,86 b	2,22	0,35	19,2
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	50,58 c	48,25 c	57,16 ab	57,83 a	57,30 ab	54,27 b	3,51	0,45	10,6
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	2,96 c	2,95 c	3,39 b	3,66 a	3,64 a	3,29 b	0,17	0,69	9,3
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	57,36 d	60,24 c	64,61 b	68,05 a	66,93 ab	59,39 cd	3,66	0,46	9,5
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	140,97 c	139,60 c	161,13 b	174,34 a	173,03 a	155,63 b	8,94	0,60	9,2

Πίνακας 7.10 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τέσσερις συνοριακές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στο Βοτανικό (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	115,75 ab	118,35 a	109,68 b	89,38 c	91,42 c	93,07 c	7,72	0,56	12,1
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	41,13 bc	39,40 c	45,84 a	46,81 a	46,14 a	43,68 b	2,89	0,39	11,7
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,59 c	7,02 bc	6,61 c	7,34 ab	7,90 a	7,22 abc	0,72	0,20	19,1
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,14 c	3,96 c	4,61 ab	4,69 a	4,61 ab	4,38 b	0,30	0,45	9,7
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,55 b	6,68 b	8,22 a	8,30 a	8,33 a	8,25 a	0,50	0,59	10,5
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	14,75 c	21,57 a	21,79 a	18,50 b	18,41 b	18,83 b	2,22	0,37	19,3
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	51,45 cd	49,21 d	57,31 ab	58,53 a	57,70 ab	54,60 bc	3,60	0,39	11,7
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,02 c	3,00 c	3,41 b	3,74 a	3,70 a	3,37 b	0,20	0,56	9,9
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	57,37 b	60,15 b	64,76 a	67,85 a	66,99 a	59,19 b	3,71	0,44	9,9
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	144,17 c	142,05 c	162,29 b	178,40 a	175,76 a	160,79 b	9,02	0,53	10,3

Πίνακας 7.11 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις πέντε κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στο Βοτανικό (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	116,46 a	118,25 a	110,21 a	89,79 b	92,27 b	94,81 b	9,27	0,54	12,2
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	40,02 b	38,13 b	45,55 a	46,00 a	45,39 a	43,27 a	2,95	0,53	9,7
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,27 b	6,65 b	6,58 b	7,13 ab	7,89 a	6,99 ab	0,90	0,25	17,9
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,01 c	3,84 c	4,54 ab	4,63 a	4,56 a	4,32 b	0,23	0,63	7,4
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,52 b	6,57 b	8,12 a	8,26 a	8,46 a	8,31 a	0,58	0,60	10,3
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	14,69 c	21,23 a	21,51 a	18,30 b	18,83 b	18,87 b	2,64	0,34	19,1
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	50,05 b	47,68 b	56,95 a	57,45 a	56,77 a	54,15 a	3,70	0,53	9,4
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	2,93 c	2,91 c	3,36 b	3,70 a	3,66 a	3,32 b	0,17	0,72	7,9
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	57,46 b	60,12 b	64,84 a	68,44 a	66,82 a	59,63 b	4,21	0,49	9,1
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	139,03 c	137,48 c	159,77 b	176,11 a	174,00 a	157,79 b	9,25	0,68	8,0

Πίνακας 7.12 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τρεις κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στο Βοτανικό (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	117,18 a	118,11 a	111,49 a	89,93 b	93,81 b	95,63 b	11,71	0,54	11,9
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	39,52 b	37,55 b	45,54 a	46,29 a	45,81 a	43,40 a	3,49	0,58	9,5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,16 b	6,49 b	6,61 b	6,94 ab	7,82 a	6,92 ab	1,09	0,27	17,1
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	3,95 c	3,79 c	4,52 ab	4,65 a	4,58 ab	4,34 b	0,25	0,71	6,3
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,50 b	6,53 b	8,03 a	8,24 a	8,47 a	8,33 a	0,76	0,59	10,5
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	14,78 b	21,07 a	21,44 a	18,24 a	18,88 a	18,89 a	3,40	0,32	19,1
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	49,41 b	46,97 b	56,96 a	56,90 a	56,77 a	53,83 a	4,39	0,57	8,7
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	2,89 c	2,88 c	3,35 b	3,71 a	3,67 a	3,34 b	0,18	0,77	6,0
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	57,36 c	60,34 bc	64,42 ab	68,32 a	66,85 a	59,65 bc	5,41	0,50	9,1
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	136,69 c	136,34 c	159,58 b	176,66 a	174,59 a	158,58 b	10,47	0,74	7,1

Πίνακας 7.13 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στην περιοχή της Κωπαΐδας (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	119,44	121,54	112,16	96,07	93,59	97,54	7,77	0,45	11,9
	a	a	a	b	b	b			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	47,76	44,90	52,25	54,69	53,27	50,34	2,53	0,40	8,2
	c	d	ab	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,32	7,55	7,36	8,17	8,56	7,82	0,79	0,12	16,6
	c	bc	c	ab	a	abc			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,53	4,25	4,99	5,20	5,04	4,79	0,17	0,60	5,63
	c	d	b	a	ab	c			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,92	6,88	8,54	8,82	8,51	8,67	0,49	0,51	10,0
	b	d	a	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,68	22,35	22,54	19,81	18,89	19,70	2,18	0,30	18,1
	c	a	a	b	b	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	58,72	54,93	64,21	67,83	61,29	62,83	3,98	0,30	10,6
	cd	d	ab	a	bc	b			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,30	3,23	3,69	4,17	4,04	3,69	0,12	0,75	5,4
	d	d	c	a	b	c			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	58,22	60,79	59,41	63,24	67,89	60,40	3,45	0,26	9,1
	c	bc	c	b	a	bc			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	156,70	152,61	175,34	198,50	192,16	174,99	6,93	0,69	6,4
	c	c	b	a	a	b			

Πίνακας 7.14 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τέσσερις συνοριακές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στην περιοχή της Κωπαΐδας (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	119,61	121,51	112,38	95,16	93,66	98,49	10,20	0,47	11,8
	a	a	a	b	b	b			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	48,33	45,68	52,75	54,74	53,07	50,75	3,48	0,33	9,0
	c	c	ab	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,40	7,69	7,43	8,22	8,52	7,86	0,82	0,11	17,0
	c	bc	c	ab	a	abc			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,57	4,32	5,03	5,23	5,03	4,80	0,24	0,49	6,6
	c	d	ab	a	ab	b			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,93	6,90	8,51	8,75	8,51	8,66	0,52	0,51	10,2
	b	d	a	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,69	22,49	22,42	19,63	18,85	19,69	2,21	0,31	18,3
	c	a	a	b	b	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	59,32	56,09	64,77	68,18	61,17	63,13	5,76	0,37	11,4
	cd	d	ab	a	bc	abc			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,33	3,28	3,72	4,19	4,03	3,69	0,18	0,69	6,4
	d	d	c	a	b	c			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	58,39	60,83	60,18	63,24	67,85	60,18	3,61	0,23	9,4
	c	bc	c	b	a	bc			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	158,63	155,29	176,98	199,77	191,71	175,94	7,14	0,61	7,4
	c	c	b	a	a	b			

Πίνακας 7.15 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις πέντε κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στην περιοχή της Κωπαΐδας (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	119,43 a	121,79 a	112,18 a	96,55 b	93,68 b	97,47 b	9,19	0,45	11,8
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	47,02 d	44,13 e	51,79 bc	54,73 a	53,36 ab	50,03 c	2,59	0,53	7,0
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,24 c	7,44 bc	7,32 bc	8,15 ab	8,62 a	7,78 abc	0,89	0,15	15,8
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,47 d	4,18 e	4,95 b	5,17 a	5,04 ab	4,77 c	0,14	0,78	3,99
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,91 b	6,86 b	8,57 a	8,86 a	8,56 a	8,70 a	0,58	0,53	9,9
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,69 c	22,29 ab	22,71 a	19,96 b	19,02 b	19,74 b	2,57	0,31	17,5
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	58,05 c	53,89 d	63,83 ab	67,60 a	61,34 bc	62,45 b	4,14	0,39	9,2
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,26 d	3,17 d	3,66 c	4,15 a	4,04 b	3,67 c	0,09	0,88	3,5
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	57,94 c	60,65 bc	59,06 c	63,23 b	67,93 a	60,65 bc	3,75	0,30	8,7
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	154,85 c	149,93 c	174,05 b	197,37 a	192,36 a	174,47 b	6,38	0,80	5,0

Πίνακας 7.16 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τρεις κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ.($\alpha = 0,05$) στο πείραμα ομαδοποίησης στην περιοχή της Κωπαΐδας (2005-06)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	119,19 a	121,58 a	111,86 a	97,27 b	93,49 b	96,27 b	12,06	0,44	12,0
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	46,99 b	43,85 c	51,58 a	54,62 a	53,53 a	49,79 b	3,19	0,56	6,8
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	7,21 b	7,36 b	7,26 b	8,10 ab	8,61 a	7,76 ab	1,17	0,15	15,5
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,46 d	4,14 e	4,92 bc	5,16 a	5,05 ab	4,77 c	0,15	0,83	3,36
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,91 b	6,83 b	8,57 a	8,90 a	8,52 a	8,69 a	0,75	0,53	9,9
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,67 c	22,17 ab	22,69 a	20,04 ab	18,93 b	19,70 ab	3,32	0,30	17,8
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	57,91 cd	53,38 d	63,45 ab	67,36 a	61,43 bc	62,42 abc	5,26	0,39	9,1
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,26 c	3,15 d	3,64 b	4,13 a	4,05 a	3,67 b	0,10	0,91	3,0
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	57,99 c	60,74 bc	59,15 bc	63,24 ab	67,94 a	60,69 bc	5,11	0,31	8,8
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	154,12 c	149,04 c	173,14 b	196,79 a	192,76 a	173,72 b	7,50	0,83	4,0

Πίνακας 7.17 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ. ($\alpha = 0,05$) στο διαλληλικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2006-07)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	127,32	126,89	116,96	98,67	101,90	103,74	3,86	0,63	7,9
	a	a	b	d	cd	c			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	48,66	44,11	52,82	53,14	53,88	48,07	2,48	0,26	11,3
	b	c	a	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,65	7,59	7,11	7,39	8,12	7,76	0,59	0,10	18,7
	c	abc	c	bc	a	ab			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,69	4,25	5,11	5,11	5,21	4,65	0,20	0,34	9,8
	b	c	a	a	a	b			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,82	6,77	8,40	8,32	8,35	8,33	0,43	0,34	13,0
	b	b	a	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,27	21,49	22,27	18,64	18,65	18,97	1,72	0,24	20,8
	c	a	a	b	b	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	62,06	58,87	65,03	65,09	65,75	61,58	1,96	0,22	7,2
	b	c	a	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,42	3,31	3,78	4,08	4,17	3,72	0,16	0,43	9,7
	c	c	b	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	55,19	56,10	58,04	62,79	63,44	60,37	1,68	0,39	6,6
	d	d	c	a	a	b			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	162,38	156,61	179,22	193,81	197,98	176,65	7,87	0,40	10,3
	c	c	b	a	a	b			

Πίνακας 7.18 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις πέντε κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ. ($\alpha = 0,05$) στο διαλληλικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2006-07)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	127,38	127,01	117,07	99,14	101,28	103,74	4,56	0,63	7,9
	a	a	b	c	c	c			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	47,86	43,62	52,37	53,57	54,68	48,58	2,81	0,32	11,0
	b	c	a	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,64	7,63	7,17	7,49	8,24	7,91	0,70	0,12	18,3
	d	bc	cd	bc	a	ab			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,62	4,20	5,06	5,16	5,27	4,70	0,22	0,41	9,1
	b	c	a	a	a	b			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,88	6,79	8,46	8,30	8,37	8,34	0,52	0,33	12,9
	b	b	a	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,44	21,68	22,50	18,65	18,78	19,05	2,06	0,24	20,8
	c	a	a	b	b	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	61,51	58,46	64,65	65,38	66,34	61,97	2,22	0,30	6,9
	b	c	a	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,37	3,27	3,74	4,12	4,22	3,76	0,17	0,52	8,9
	c	c	b	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	54,88	55,81	57,83	63,10	63,68	60,71	1,95	0,44	6,4
	d	cd	c	ab	a	b			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	159,67	154,79	177,39	195,24	200,40	178,75	8,78	0,49	9,7
	c	c	b	a	a	b			

Πίνακας 7.19 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τρεις κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ. ($\alpha = 0,05$) στο διαλλαγικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2006-07)

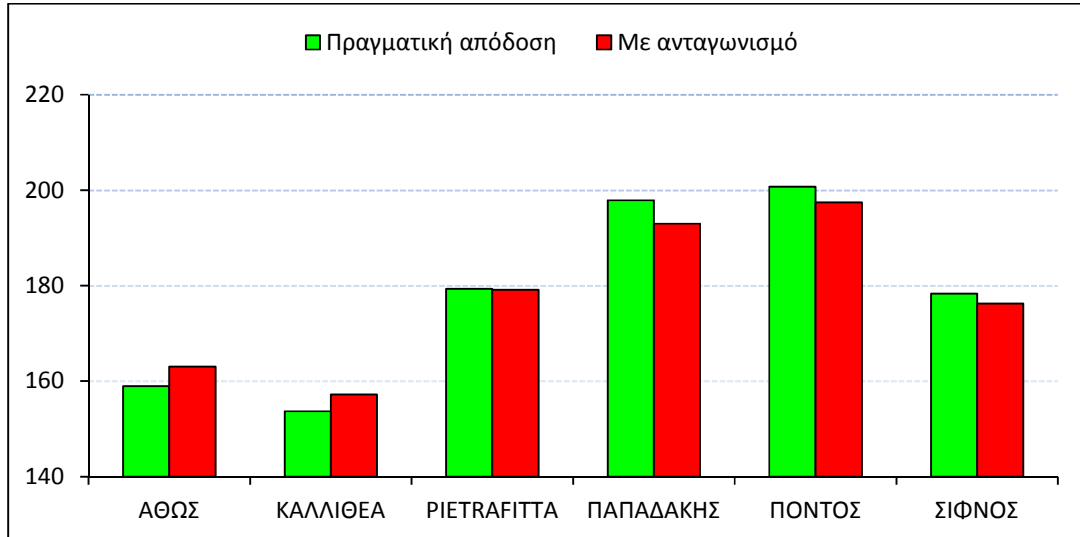
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	126,72 a	126,79 a	117,12 b	99,60 c	100,99 c	103,52 c	5,91	0,62	7,9
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	47,81 b	43,35 c	52,67 a	54,00 a	55,08 a	48,89 b	3,61	0,35	10,8
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,59 c	7,82 ab	7,12 bc	7,53 ab	8,26 a	7,92 ab	0,92	0,13	18,5
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,61 b	4,19 c	5,09 a	5,19 a	5,30 a	4,72 b	0,28	0,44	8,9
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,93 bb	6,68 b	8,42 a	8,36 a	8,34 a	8,31 a	0,67	0,34	12,7
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,61 c	21,14 a	22,27 a	18,82 b	18,68 b	18,88 b	2,65	0,22	20,9
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	61,54 c	58,23 d	64,82 ab	65,66 a	66,53 a	62,19 bc	2,88	0,28	6,9
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,37	3,26	3,77	4,15	4,24	3,78	0,22	0,55	8,7
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	54,81 d	56,01 cd	58,11 c	63,28 ab	63,83 a	60,85 b	2,47	0,46	6,3
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	159,51 c	154,83 c	178,88 b	196,49 a	201,44 a	179,74 b	11,24	0,51	9,5

Πίνακας 7.20 Οι αποδόσεις των ποικιλιών (χλγ/στρ) σε σχέση με διαφορετικό ανταγωνιστή στην περιοχή της Κωπαΐδας (2006-07)

ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΗΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ						Μέσος Όρος
	Άθως	Καλλιθέα	Pietrafitta	Παπαδάκης	Πόντος	Σίφνος	
Άθως (Υ)	159,0	157,9	171,5	185,6	191,8	168,1	172,3 c
Καλλιθέα (Υ)	158,4	153,7	177,8	189,4	190,7	171,9	173,6 c
Pietrafitta (Υ)	161,0	154,4	179,3	191,0	199,1	176,2	176,8 b
Παπαδάκης (Χ)	165,8	158,3	182,3	197,8	203,6	184,5	182,0 a
Πόντος (Χ)	163,0	159,0	183,9	195,9	200,7	180,6	180,5 a
Σίφνος (Χ)	166,9	156,1	180,1	202,9	201,5	178,4⁴	181,0 a
Μέσος Όρος ¹	162,3	156,6	179,1	193,8	197,9	176,6	177,7
Μέσος Όρος ²	163,0	157,1	179,1	193,0	197,4	176,3	
Διαφορά ³	- 4,0	- 3,4	+ 0,2	+ 4,8	+ 3,3	+ 2,1	

¹ = Ο μέσος όρος της ποικιλίας με όλους τους ανταγωνιστές (και την ίδια), ² = Ο μέσος όρος της ποικιλίας μόνο με τους άλλους ανταγωνιστές, ³ = Η διαφορά μεταξύ πραγματικής απόδοσης ⁴ (η διαγώνιος του πίνακα) και του μέσου όρου ποικιλίας με τους άλλους ανταγωνιστές

Σχήμα 7.1 Οι αποδόσεις των ποικιλιών χωρίς ανταγωνισμό (πραγματική απόδοση) και με παρουσία ανταγωνισμού (εξαιρείται η απόδοσή τους με ανταγωνισμό τον εαυτό τους) στην Κωπαΐδα (2006-07)



Πίνακας 7.21 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις επτά γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ. ($\alpha = 0,05$) στο διαλληλικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2007-08)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	118,81	113,37	119,61	89,91	94,09	97,91	4,01	0,63	8,8
	a	b	a	d	cd	c			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	43,26	48,35	40,26	48,92	48,18	43,45	2,26	0,28	11,6
	b	a	c	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,92	6,99	7,14	6,97	7,47	7,93	0,59	0,43	20,8
	b	b	b	b	ab	a			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,24	4,75	3,94	4,76	4,72	4,25	0,19	0,34	9,9
	b	a	c	a	a	b			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,80	8,40	6,27	8,14	8,19	7,98	0,45	0,37	13,6
	c	a	c	ab	ab	b			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,26	22,23	19,80	18,27	18,15	17,90	1,69	0,22	21,2
	d	a	b	bc	bc	c			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	56,29	59,75	54,31	60,22	59,74	56,53	1,81	0,22	7,3
	b	a	c	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,10	3,51	3,07	3,81	3,78	3,39	0,15	0,43	9,8
	c	b	c	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	55,11	58,66	56,49	63,39	63,36	60,12	1,71	0,38	6,7
	c	b	c	a	a	b			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	146,98	166,90	145,41	180,84	179,45	161,52	7,26	0,41	10,3
	c	b	c	a	a	b			

Πίνακας 7.22 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις πέντε κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ. ($\alpha = 0,05$) στο διαλληλικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2007-08)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	118,80	113,72	120,14	89,77	94,15	97,82	4,76	0,63	8,8
	a	b	a	d	cd	c			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	42,88	47,93	39,89	49,64	48,98	43,69	2,55	0,34	11,0
	b	a	c	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,94	6,97	7,13	7,11	7,56	8,01	0,69	0,43	20,5
	b	b	b	b	ab	a			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,20	4,71	3,91	4,84	4,79	4,27	0,21	0,41	9,3
	b	a	c	a	a	b			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,83	8,45	6,23	8,19	8,20	8,06	0,53	0,39	13,5
	b	a	b	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,35	22,39	19,70	18,48	18,28	18,14	2,02	0,22	21,1
	c	a	b	b	b	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	56,10	59,47	54,06	60,76	60,30	56,79	2,08	0,26	7,0
	b	a	c	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,07	3,47	3,05	3,87	3,84	3,42	0,16	0,52	9,1
	c	b	c	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	54,78	58,32	56,31	63,78	63,72	60,23	2,00	0,44	6,6
	c	b	c	a	a	b			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	145,89	165,02	144,36	183,56	181,85	162,57	8,07	0,49	9,7
	c	b	c	a	a	b			

Πίνακας 7.23 Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών ανά ποικιλία που περιλαμβάνει τις τρεις κεντρικές γραμμές του πειραματικού τεμαχίου και οι συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ε.Σ.Δ. ($\alpha = 0,05$) στο διαλληλικό πείραμα στην περιοχή της Κωπαΐδας (2007-08)

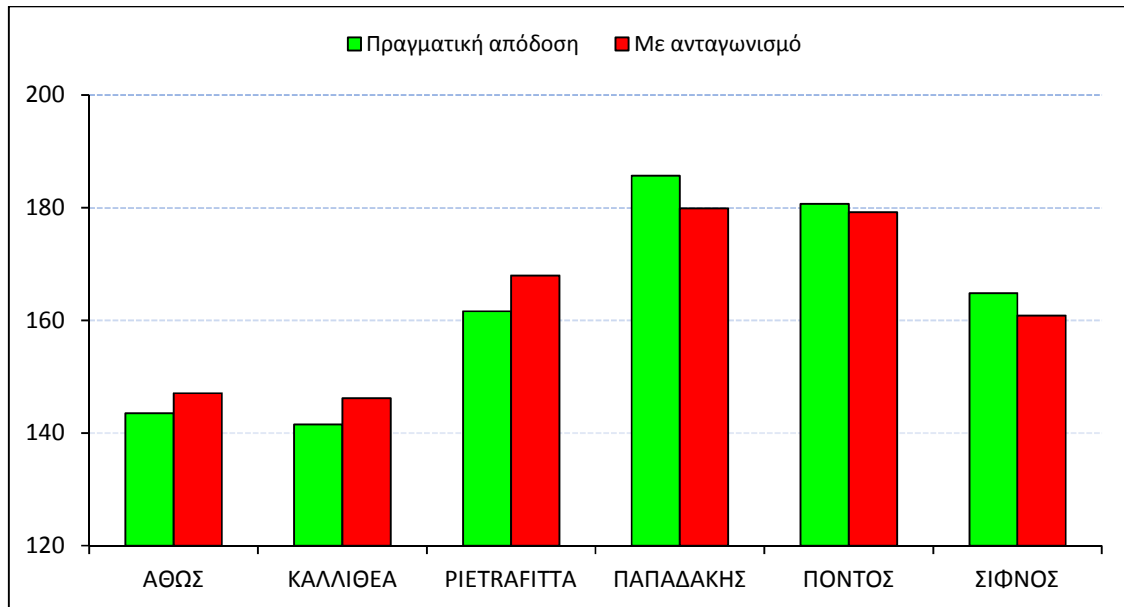
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΑΘΩΣ	ΡΙΕΤΡΑΦΙΤΑ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	ΠΟΝΤΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	ΕΣΔ	R ²	CV%
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)	118,53	113,26	119,83	89,92	93,49	97,76	6,10	0,63	8,8
	a	a	a	c	bc	b			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ (g)	43,05	48,15	39,88	50,11	49,42	43,99	3,23	0,37	10,7
	bc	a	c	a	a	b			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΙΩΝ	6,98	6,83	7,15	7,23	7,59	8,08	0,89	0,43	20,4
	b	b	ab	ab	ab	a			
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΥ (g)	4,20	4,72	3,90	4,89	4,83	4,31	0,27	0,45	9,0
	b	a	c	a	a	b			
ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥ (cm)	6,81	8,52	6,18	8,22	8,24	8,05	0,67	0,42	13,3
	b	a	b	a	a	a			
ΑΡΙΘ. ΣΤΑΧΥΔΙΩΝ/ΣΤΑΧΥ	15,31	22,77	19,51	18,54	18,40	18,09	2,58	0,24	20,9
	c	a	b	b	b	b			
ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ	56,24	59,50	53,99	61,09	60,58	57,18	2,67	0,28	7,0
	c	ab	d	a	a	bc			
ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΣΤΑΧΥ (g)	3,06	3,48	3,05	3,91	3,87	3,45	0,20	0,55	8,9
	c	b	c	a	a	b			
ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)	54,55	58,49	56,35	64,12	63,97	60,48	2,61	0,45	6,6
	d	bc	cd	a	a	b			
ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/Στρέμμα)	145,52	165,24	144,43	185,72	183,61	164,24	10,30	0,52	9,5
	c	b	c	a	a	b			

Πίνακας 7.24 Οι αποδόσεις των ποικιλιών (χλγ/στρ) σε σχέση με διαφορετικό ανταγωνιστή στην περιοχή της Κωπαΐδας (2007-08)

ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΗΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ						Μέσος Όρος
	Άθως	Καλλιθέα	Pietrafitta	Παπαδάκης	Πόντος	Σίφνος	
Άθως (Υ)	143,5	142,6	161,1	177,3	175,3	156,2	159,3 c
Καλλιθέα (Υ)	144,7	141,5	166,4	177,7	175,9	157,7	160,7 c
Pietrafitta (Υ)	145,4	142,4	161,5	177,3	175,7	161,2	160,6 c
Παπαδάκης (Χ)	150,3	146,0	173,8	185,6	183,6	167,3	167,8 a
Πόντος (Χ)	146,3	143,5	169,1	183,6	180,7	161,7	164,1 b
Σίφνος (Χ)	148,4	156,1	169,1	183,4	185,3	164,8⁴	167,9 a
Μέσος Όρος *	146,4 d	145,4	166,8	180,8	179,4	161,5	163,4
Μέσος Όρος **	147,0	146,1	167,9	179,8	179,2	160,8	
Διαφορά ***	- 3,5	- 4,6	- 6,3	+ 5,7	+ 1,5	+ 3,9	

¹ = Ο μέσος όρος της ποικιλίας με όλους τους ανταγωνιστές (και την ίδια), ² = Ο μέσος όρος της ποικιλίας μόνο με τους άλλους ανταγωνιστές, ³ = Η διαφορά μεταξύ πραγματικής απόδοσης ⁴ (η διαγώνιος του πίνακα) και του μέσου όρου ποικιλίας με τους άλλους ανταγωνιστές

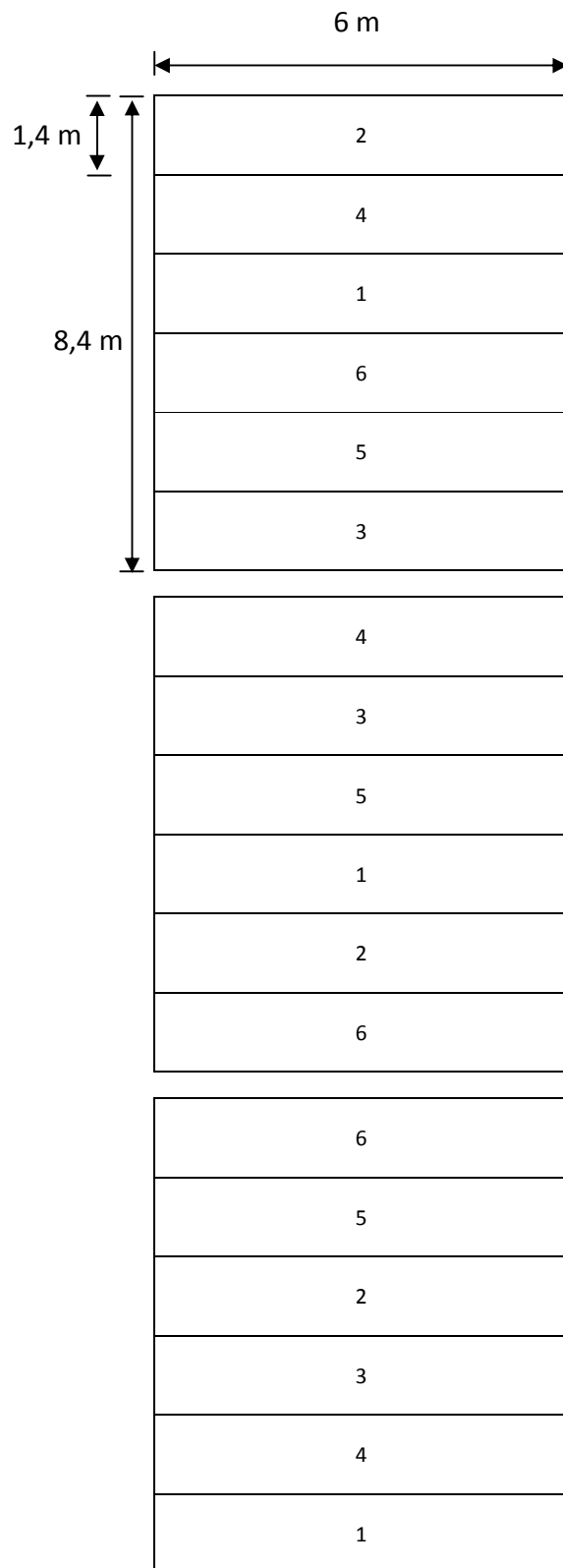
Σχήμα 7.2 Οι αποδόσεις των ποικιλιών χωρίς ανταγωνισμό (πραγματική απόδοση) και με παρουσία ανταγωνισμού (εξαιρείται η απόδοσή τους με ανταγωνισμό τον εαυτό τους) στην Κωπαΐδα (2007-08)



Πίνακας 7.25 Η δοκιμασία του F στην συνδυασμένη ανάλυση (αριστερή στήλη – αριθμητής και δεξιά στήλη – παρονομαστής)

Περιβάλλον	Επανάληψη (Περιβάλλον)
Ανταγωνιστής	Ανταγωνιστής X Περιβάλλον
Περιβάλλον X Ανταγωνιστής	Ανταγωνιστής X Επανάληψη (Περιβάλλον)
Ποικιλία	Ποικιλία X Ανταγωνιστής
Ανταγωνιστής X Ποικιλία	Ανταγωνιστής X Ποικιλία X Περιβάλλον
Περιβάλλον X Ποικιλία	Υπόλοιπο
Ανταγωνιστής X Ποικιλία X Περιβάλλον	Υπόλοιπο

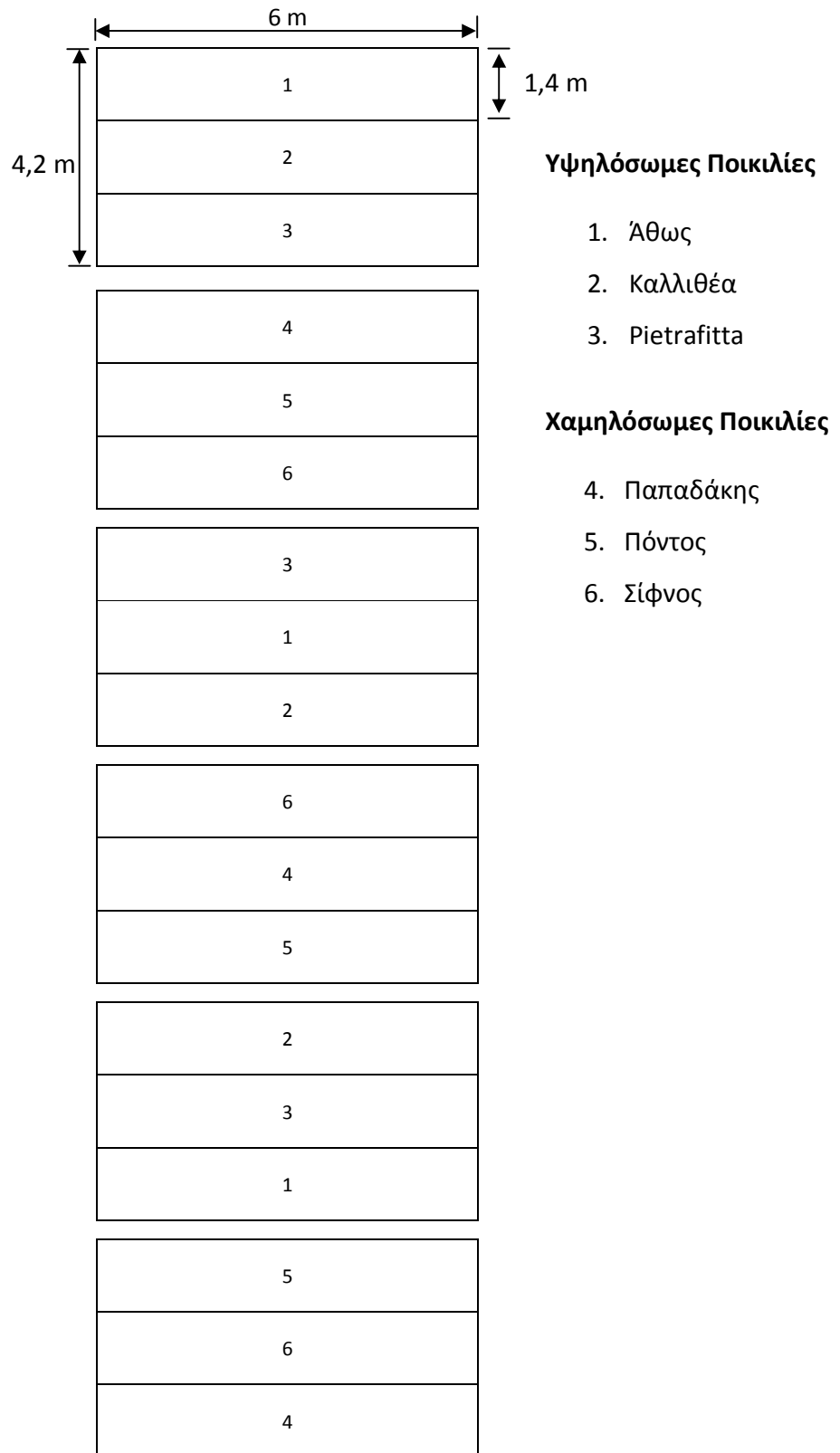
Σχήμα 7.3 Σχέδιο αγρού για το πείραμα αξιολόγησης του ανταγωνισμού σε σχέση με τον αριθμό των συνοριακών γραμμών



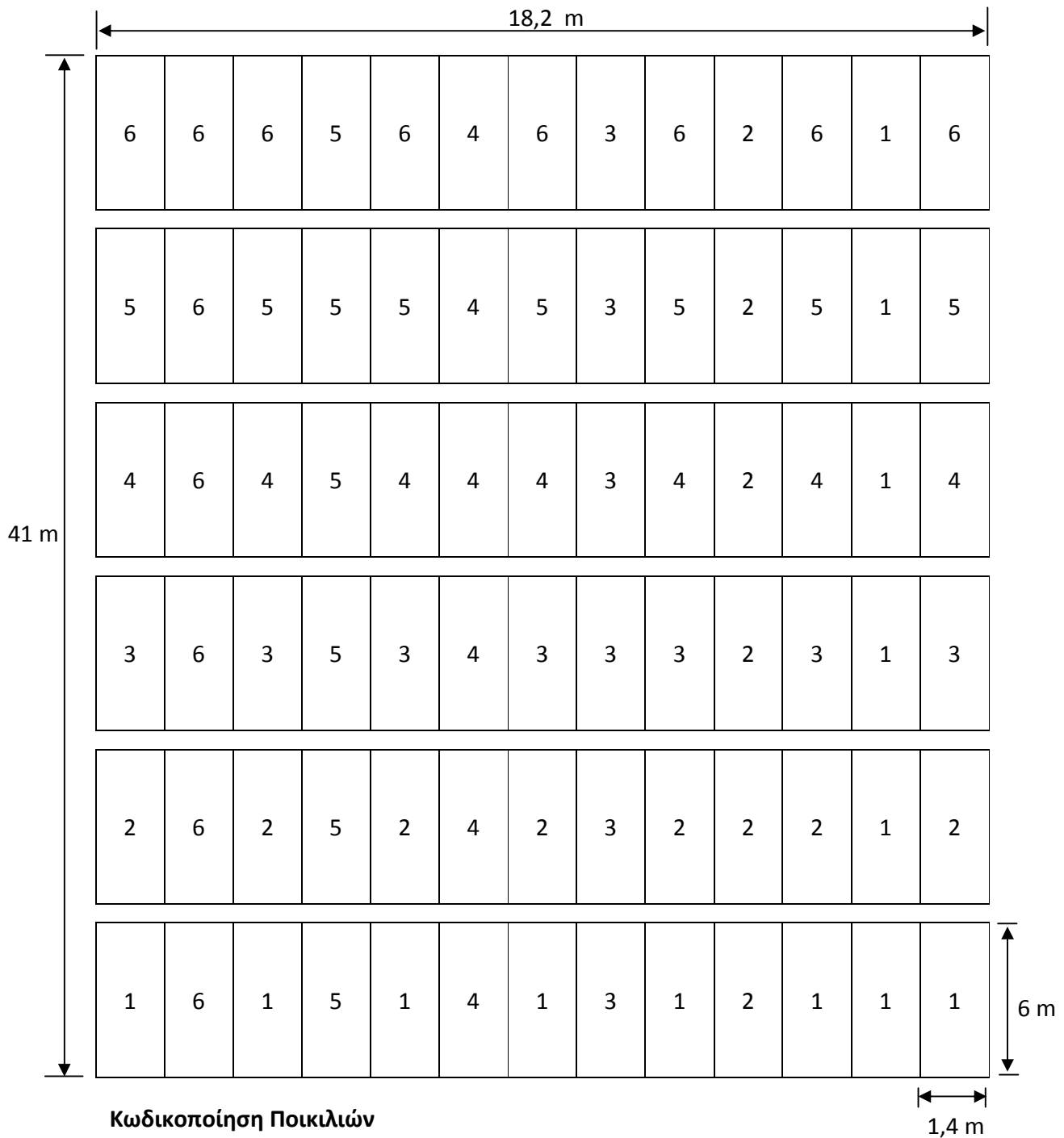
Κωδικοποίηση Ποικιλιών

1. Άθως
2. Καλλιθέα
3. Pietrafitta
4. Παπαδάκης
5. Πόντος
6. Σίφνος

Σχήμα 7.4 Σχέδιο αγρού για το πείραμα αξιολόγησης του ανταγωνισμού μετά από ομαδοποίηση των ποικιλιών

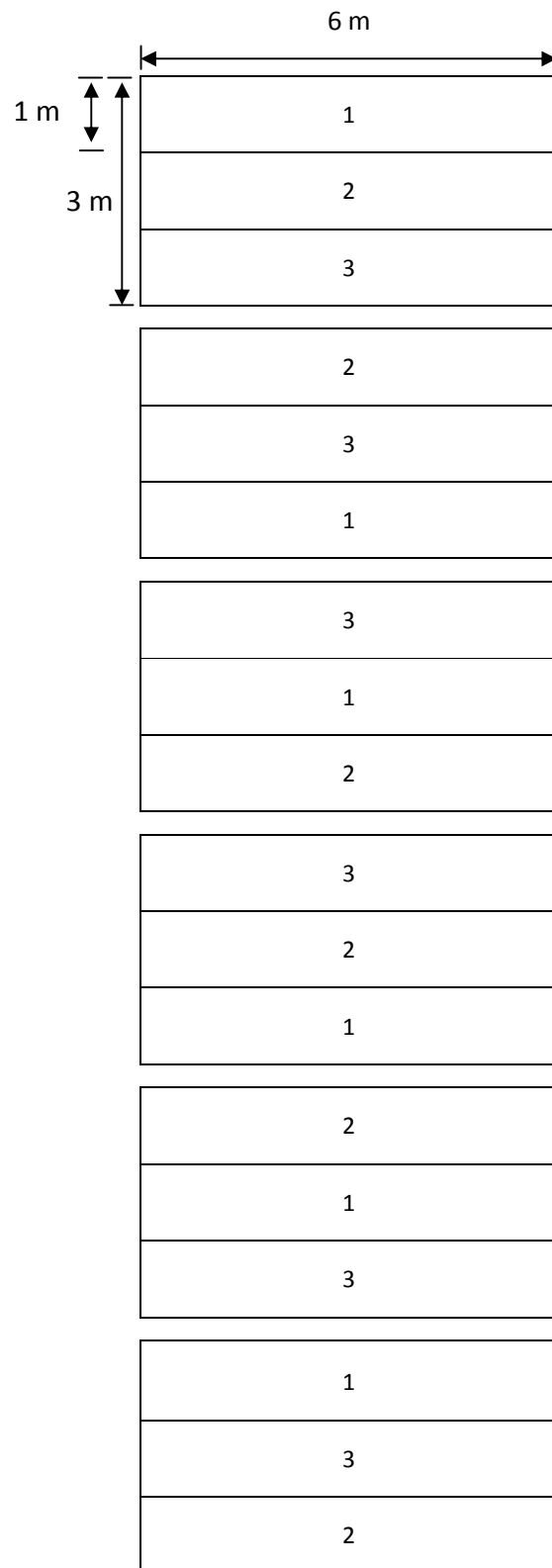


Σχήμα 7.5 Σχέδιο αγρού για το πείραμα ισορροπημένων γειτόνων



1. Άθως
2. Καλλιθέα
3. Pietrafitta
4. Παπαδάκης
5. Πόντος
6. Σίφνος

Σχήμα 7.6 Σχέδιο αγρού για το πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης του ύψους σε σχέση με τον προσανατολισμό των πειραματικών τεμαχίων



Κωδικοποίηση Ποικιλιών

1. Άθως
2. Pietrafitta
3. Παπαδάκης



Εικόνα 7.1 Ο πειραματικός αγρός στην περιοχή του Βοτανικού 2004-2005



Εικόνα 7.2 Ο πειραματικός αγρός στην περιοχή της Κωπαΐδας 2005-2006



Εικόνα 7.3 Ο πειραματικός αγρός στην περιοχή της Κωπαΐδας 2006-2007



Εικόνα 7.4 Ο πειραματικός αγρός στην περιοχή της Κωπαΐδας 2007-2008