



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ,
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αξιολόγηση μορφολογικών αποδοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών
γονότυπου βυνοποιήσιμου κριθαριού στο ξηροθερμικό περιβάλλον
του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Δημήτρης Β. Γκίκας

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Γαρυφαλλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

**ΑΘΗΝΑ
2022**

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αξιολόγηση μορφολογικών αποδοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών
γονότυπου βυνοποιήσιμου κριθαριού στο ξηροθερμικό περιβάλλον
του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

“Evaluation of morphological efficiency and quality characteristics
of malting barley genotype in the dry heat environment
of the Agricultural University of Athens ”

Δημήτρης Β. Γκίκας

Εξεταστική Επιτροπή:

Γαρυφαλλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής Γ.Π.Α

Ηλίας Τραυλός, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α

Αξιολόγηση μορφολογικών αποδοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών γονότυπου βυνοποιήσιμου κριθαριού στο ξηροθερμικό περιβάλλον του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΠΜΣ: Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Ο προσδιορισμός του κριθαριού που χρησιμοποιείται για τη βυνοποίηση είναι ένα θέμα που ξεκίνησε παράλληλα με την επαγγελματική καλλιέργεια δημητριακών στην Ευρώπη. Η επιλογή του κατάλληλου κριθαριού για βυνοποίηση και κατ' επέκταση για τη δημιουργία μύρας, αφορά μία διαδικασία κατά την οποία συλλέγονται τύποι κριθαριού με προεπιλεγμένες και σαφείς ιδιότητες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες της ζυθοποιίας. Πρόκειται δηλαδή για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν την απόδοση του κριθαριού ζυθοποιίας. Χαρακτηριστικά όπως η παραγωγή σε βιομάζα, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, το μέγεθος των κόκκων, ο αριθμός των δευτερευόντων στελεχών, ο αριθμός των στάχων και ο αριθμός των καρπών ανά στάχυ. Σε αυτή τη μελέτη, μελετήθηκαν 13 γονότυποι βυνοποιήσιμου κριθαριού και μιας εμπορικής ποικιλίας, της Zhana. Για αυτές τους γονότυπους μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά, που είναι ενδεικτικά για την επιλογή κατάλληλου γενοτύπου κριθαριού για ζυθοποιία σε ξηροθερμικές συνθήκες.

Στόχος της παρούσας ερευνητικής μελέτης, ήταν η αξιολόγηση αποδοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών γονότυπου βυνοποιήσιμου κριθαριού στο ξηροθερμικό περιβάλλον του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης, μπόρεσε να αναδειχθεί ο γονότυπος που τα περισσότερα χαρακτηριστικά της αντιστοιχούν στα επιθυμητά χαρακτηριστικά.

Επιστημονική περιοχή: Γεωργία

Λέξεις κλειδιά: κριθάρι, γονότυποι, βυνοζυθοποιία, ποιοτικά χαρακτηριστικά, γονότυποι

Evaluation of morphological efficiency and quality characteristics of malting barley genotype in the dry heat environment of the Agricultural University of Athens

MSc: Innovative Applications in Sustainable Agriculture, Plant Improvement and Agrometeorology

Department of Plant Production Science

Faculty of Crop Science

A B S T R A C T

The identification of barley used for malting is a topic that started alongside the professional cultivation of cereals in Europe. The selection of suitable barley for malting and, by extension, for beer production involves a process in which barley types with preselected and clear properties that meet the needs of the brewing industry are harvested. In other words, they are specific characteristics which influence the performance of malting barley. Characteristics such as biomass yield, protein content, grain size, number of siblings, number of spikes. In this study, 13 malting barley improvement lines and one commercial variety (Zhana) were studied. For these improvement lines, the characteristics indicative for the selection of a suitable barley improvement line for malting under dry heat conditions were studied.

The aim of the present research study, was to evaluate efficient and qualitative characteristics of malting barley genotype in the dry heat environment of the Agricultural University of Athens.

Based on the results of the study, it was possible to identify the improvement line where most of its characteristics corresponded to the desired traits.

Scientific area: Agriculture

Keywords: barley, varieties, malting, improvement lines, quality traits, genotypes

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
1.1	Οικονομική διάσταση	1
1.2	Ταξινόμηση	2
1.3	Τύποι και γενότυποι κριθαριού	2
1.4	Μορφολογία	4
1.5	Προσαρμοστικότητα	7
1.6	Καλλιεργητική τεχνική	8
1.7	Λίπανση	8
1.8	Σπορά	9
1.9	Συγκαλλιέργεια κριθαριού με χειμερινό ψυχανθές	9
1.10	Τα προϊόντα και η ποιότητά τους	10
1.11	Κτηνοτροφικό κριθάρι	11
1.12	Κριθάρι ζυθοποιίας	11
1.13	Το κριθάρι στην ανθρώπινη διατροφή	12
1.14	Μηχανισμοί αντιμετώπισης της ξηρασίας από τα φυτά	13
1.15	Βυνοζυθοποιία	13
1.15.1	Επιθυμητά χαρακτηριστικά	13
1.16	Ποιοτικά χαρακτηριστικά και ποιοί παράγοντες τα επηρεάζουν	14
1.17	Καλλιέργεια κριθαριού	14
1.18	Σπορά κριθαριού	15
1.18.1	Εποχή σποράς	15
1.18.2	Πυκνότητα φύτευσης και ποσότητα σπόρων	16
1.18.3	Μέθοδος σποράς	16
1.19	Εφαρμογή λίπανσης στο κριθάρι	17
1.20	Άζωτο	17
1.21	Φώσφορος	18
1.22	Κάλιο	18
1.23	Άρδευση κριθαριού	18
1.24	Έλεγχος ζιζανίων στο κριθάρι	19
1.25	Συγκομιδή κριθαριού	19
1.26	Γενότυποι κριθαριού ζυθοποιίας	19

1.27	Η κλίμακα Zadoks	21
2	Υλικά και μέθοδοι	23
2.1	Γενικά.....	23
2.2	Επιλογή φυτικού υλικού	23
2.3	Πειραματικό σχέδιο	23
2.4	Εδαφοκατεργασία.....	24
2.5	Σπορά	24
2.6	Καταπολέμηση εχθρών - ζιζανίων και φυτοπαθογόνων	25
2.7	Λιπάνση	25
3	Παρατηρήσεις- Προσδιορισμοί	26
3.1	Διαφοροποίηση γενοτύπων βυνοποιήσιμου κριθαριού ως προς τα συστατικά της απόδοσης του κάθε γενοτύπου.....	26
3.1.1	Βιομάζα	26
3.1.2	Καρποί ανά στάχυ	26
3.1.3	Αριθμός στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο	26
3.1.4	Προσδιορισμός του βάρους χίλιων κόκκων	26
3.1.5	Δείκτης Συγκομιδής (Harvest Index)	26
3.2	Μορφολογικές και Φυσιολογικές Παράμετροι	26
3.2.1	Φυτρωτικότητα	27
3.2.2	Μέγεθος φύλλων.....	27
3.2.3	Χλωροφύλλη.....	28
3.3	Διαφοροποίηση γενοτύπων βυνοποιήσιμου κριθαριού ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά	29
3.3.1	Προσδιορισμός της πρωτεΐνης των καρπών	29
3.4	Στατιστική ανάλυση.....	29
4	Αποτελέσματα.....	30
4.1	Μετεωρολογικά	30
4.2	Διαφοροποίηση γενοτύπων ως προς τα μορφολογικά και φυσιολογικά τους χαρακτηριστικά.....	30
4.2.1	Φυτρωτικότητα	30
4.2.2	Χλωροφύλλη.....	31
4.2.3	Ύψος φυτού	32
4.2.4	Πορεία αύξησης του ύψους φυτού ανά γενότυπο.....	32
4.2.5	Δευτερεύοντα στελέχη	33

4.2.6	Μέγεθος φύλλων.....	35
4.2.7	Βιομάζα	36
4.2.8	Βάρος στάχων (kg/ m ²).....	37
4.2.9	Αριθμός στάχων / m ²	38
4.2.10	Βάρος σπόρων.....	39
4.2.11	Βάρος 1000 σπόρων.....	39
4.2.12	Εκατολιτρικό βάρος	40
4.2.13	Μήκος στάχυ.....	41
4.2.14	Καρποί/στάχυ.....	41
4.2.15	Πρωτεΐνη	42
4.2.16	Βυνοποιήσιμο άλεσμα.....	43
4.2.17	Ποσοστό κόκκων	43
4.2.18	Ζωτικότητα	44
4.2.19	Βλαστικότητα	45
5	Συζήτηση	46
6	Συμπέρασμα.....	53
7	Παράρτημα	55
8	Βιβλιογραφία.....	70

1 Εισαγωγή

1.1 Οικονομική διάσταση

Από το 3200 π.Χ., η μύρα και το ψωμί από κριθάρι αποτελούσαν τη βάση της ανθρώπινης διατροφής στην αρχαία Αίγυπτο. Το κριθάρι σπέρνεται σε μεγαλύτερα υψόμετρα, επειδή έχει παλαιότερους γονότυπους, αν και το σιτάρι είναι πιο ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Υπάρχουν επίσης γονότυποι που ωριμάζουν σε 60 έως 70 ημέρες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανοιξιιάτικη σπορά σε περιοχές με ξηρή ζέστη και σύντομη καλλιεργητική περίοδο. Σε άλλες περιοχές, όπως στα υψίπεδα της Ινδονησίας, το κριθάρι μπορεί να καλλιεργηθεί ακόμη και μέχρι τον ισημερινό. Καλλιεργείται επίσης σε αλατούχα εδάφη στην Αυστραλία και την Αίγυπτο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχει την υψηλότερη ανοχή στο αλάτι από όλα τα δημητριακά. Λόγω των κλιματικών συνθηκών, το κριθάρι καλλιεργείται σε μεγαλύτερες εκτάσεις από άλλα δημητριακά. Το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής κριθαριού καλλιεργείται σε περιοχές όπου το κλίμα είναι δυσμενές για άλλα δημητριακά. Το 2006 καλλιεργήθηκαν παγκοσμίως 550 εκατομμύρια εκτάρια κριθαριού, τα οποία παρήγαγαν 138 εκατομμύρια τόνους σιτηρών. Η μέση απόδοση παγκοσμίως ήταν 250 kg ανά εκτάριο. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των διαφόρων περιοχών καλλιέργειας κριθαριού, ανάλογα με τις εδαφικές συνθήκες και την ένταση της καλλιέργειας. Η μέση απόδοση στο Ιράν ήταν 60 kg/ha και στο Βέλγιο 750 kg/ha. Εκείνη την εποχή, η Ρωσία ήταν η κύρια παραγωγός χώρα, ακολουθούμενη από τη Γερμανία, την Ουγγαρία, τη Γαλλία, τον Καναδά, την Τουρκία και την Ισπανία. Αντίθετα, η Αγγλία, η Αυστραλία, η Δανία, το Ιράκ, η Πολωνία, η Κίνα και οι ΗΠΑ παρήγαγαν λιγότερους από 3 εκατομμύρια τόνους. Το κριθάρι είναι η δεύτερη πιο δημοφιλή καλλιέργεια τροφίμων στη χώρα μας μετά το σιτάρι. Ωστόσο, η έκταση που καλλιεργείται κριθάρι έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, από 1.790.000 εκτάρια το 1990 σε 1.013.000 εκτάρια το 2006 (FAOSTAT 2006). Καθώς τα καλύτερα χωράφια στη ζώνη του κριθαριού χρησιμοποιήθηκαν για την καλλιέργεια πιο κερδοφόρων καλλιεργειών, η μείωση αυτή δεν οδήγησε μόνο σε μείωση της συνολικής παραγωγής, αλλά σε κάποιο βαθμό και σε μείωση των αποδόσεων ανά εκτάριο. Διαπιστώθηκε ότι η καλλιέργεια κριθαριού έχει μετατοπιστεί σε πιο ορεινά και φτωχότερα χωράφια με σιτηρά. Η καλλιέργεια κριθαριού χρησιμοποιήθηκε μόνο ως ζωοτροφή το 2006 και η μέση απόδοση ήταν 250 kg/ha. Ένα μικρό μέρος χρησιμοποιείται σε σχέση με την υγιεινή διατροφή στη βιομηχανία τροφίμων και για νέα προϊόντα με βάση το κριθάρι. Η δεύτερη σημαντική χρήση του κριθαριού είναι η παραγωγή βύνης, η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών όπως η μύρα και το ουίσκι. Χρησιμοποιείται επίσης ως πρόσθετο γεύσης και αρώματος σε διάφορα τρόφιμα. Λόγω της πολυχρηστικότητας και των πολλών χρήσεών του, η παγκόσμια παραγωγή κριθαριού θα παραμείνει σημαντική και στο μέλλον. Έχει σημειωθεί ότι οι αποδόσεις ανά εκτάριο έχουν αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, αλλά όχι με τον ίδιο ρυθμό όπως το σιτάρι και ο αραβόσιτος. Για το μέλλον απαιτούνται μελέτες για την ανάπτυξη πιο παραγωγικών γονότυπων κριθαριού.

1.2 Ταξινόμηση

Το *Hordeum* είναι το γένος του κριθαριού. Υπάρχουν πολλά είδη κριθαριού που καλλιεργούνται. Όλα τα είδη ανήκουν στο *Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare* (Wiersema and Leon, 1999). (συν. *Hordeum distichon* L., *Hordeum hexastichon* L., *Hordeum irregulare* A.E. Aberg and Wiebe, *Hordeum sativum* Jess.). Τόσο τα καλλιεργούμενα όσο και τα άγρια είδη είναι διπλοειδή, πράγμα που σημαίνει ότι και τα δύο είδη έχουν $2n=24$ χρωμοσώματα. Το καλλιεργούμενο είδος είναι ετήσιο φυτό, αν και υπάρχουν πολλά είδη κριθαριού. Ωστόσο, το *Hordeum bulbosum* L. παρουσιάζει γενετικό ενδιαφέρον επειδή έχει χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή απλοειδών φυτών.

1.3 Τύποι και γενότυποι κριθαριού

Το σιτάρι έχει μεγαλύτερη παραλλακτικότητα τύπου από το κριθάρι. Ωστόσο, υπάρχουν μορφολογικές και αγρονομικές διαφορές καθώς και διαφορές στη χρήση των προϊόντων.

Τα ακόλουθα κριτήρια αποτελούν τη βάση για την ταξινόμηση:

1. Ο αριθμός των σειρών σπόρων ανά στάχυ.

Ο αριθμός των σειρών σπόρων σε μια ταξιανθία κριθαριού αναφέρεται σε στάχυα κριθαριού με τρεις στήμονες σε κάθε γόνατο του στάχου της ταξιανθίας. Κάθε στήμονας έχει ένα άνθος. Το κριθάρι ονομάζεται δισκοειδές όταν μόνο το μεσαίο στέλεχος είναι γόνιμο και σχηματίζει σπόρο. Και οι τρεις βλαστοί του εξαπλού κριθαριού είναι γόνιμοι σε κάθε σημείο.

2. Ύπαρξη αγάνων

Οι περισσότεροι γενότυποι έχουν σπόρους που ανοίγουν κατά τη συγκομιδή. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης γονότυποι που δεν έχουν άγανα.

3. Προσκόλληση των κόκκων/λεπύρων

Ο χιτώνας και τα λέπυρα των περισσότερων ποικιλιών είναι συνδεδεμένα με τον κόκκο, ένα πλεονεκτικό χαρακτηριστικό για τον κόκκο που προορίζεται για την παραγωγή μύρας. Τα λέπυρα λειτουργούν ως φίλτρο και προστατεύουν το σιτάρι κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ωρίμανσης. Οι λεγόμενοι «γυμνοί» γονότυποι καλλιεργούνται κυρίως σε περιοχές όπου χρησιμοποιείται κριθάρι. Καθώς θεωρούνται υψηλότερης απόδοσης και πιο θρεπτικοί, οι γονότυποι στους οποίους τα λέπυρα δεν διαχωρίζονται από τον κόκκο είναι συνήθως κατάλληλοι για ζωοτροφές.

4. Χρώμα αλευρόνης.

Το χρώμα του κόκκου μπορεί να είναι άχρωμο, λευκό, κίτρινο ή διάφορες αποχρώσεις.

5. Ανάπτυξη

Οι γενότυποι είναι χειμερινοί και εαρινοί τύποι. Οι αμιγώς χειμερινοί τύποι χρειάζονται δύο έως δέκα εβδομάδες για την ανάπτυξή τους την άνοιξη. Ο χρόνος αυτός μειώνεται σε θερμοκρασίες κάτω των 5 °C. Με τον χειμερινό τύπο επιτυγχάνεται υψηλότερη απόδοση. Καθώς ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα σε λίγους μήνες μετά τη σπορά, οι ανοιζιάτικοι τύποι μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιοχές με σύντομη περίοδο ανάπτυξης την άνοιξη. Ωστόσο, είναι λιγότερο ανθεκτικοί στο κρύο. Για υψηλότερες αποδόσεις σε περιοχές της χώρας μας με ήπιους χειμώνες, συνιστάται η φθινοπωρινή σπορά ανοιζιάτικων τύπων.

6. Η διάρκεια ενός βιολογικού κύκλου.

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών κάθε είδους όσον αφορά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου. Η απόδοση μεταξύ Μαΐου και Ιουνίου εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Οι πρώιμοι γενότυποι συνιστώνται κατά την περίοδο αυτή σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία για την αποφυγή ξηρασίας.

7. Χρήση προϊόντος

Οι γενότυποι μπορούν να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες, όπως κτηνοτροφία, ζυθοποιία ή διπλής χρήσης. (κτηνοτροφία και ζυθοποιία). Σε αντίθεση με τους γενότυπους ζωοτροφών, οι γενότυποι ζυθοποιίας παρέχουν σπόρους που μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφές. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δύο τύπων ποικιλιών παρατίθενται παρακάτω. Οι γενότυποι ζυθοποιίας τόσο στην Ευρώπη όσο και στη χώρα μας έχουν κυρίως δίστοιχες, ενώ στις ΗΠΑ είναι κυρίως εξάστοιχες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιείται κυρίως συνδυασμός σπόρων από δίστοιχες και εξάστοιχες ποικιλίες. Ωστόσο, οι δίστοιχες και οι εξάστοιχες ποικιλίες έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Πιστεύεται ότι οι εξάστοιχοι γενότυποι που δρουν ως τετράστοιχοι και αυτοί με γυμνούς σπόρους δεν είναι κατάλληλοι για την παραγωγή βύνης. Η ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες, η αλατότητα του εδάφους, το ύψος των φυτών, το πλάγιασμα κ.λπ. είναι άλλα χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στη διαφοροποίηση των ποικιλιών. Διαπιστώθηκε ότι οι γενότυποι κριθαριού που παρουσίαζαν μέση σταθερότητα ύψους υπό δυσμενείς και ευνοϊκές συνθήκες καλλιέργειας έδιναν τις υψηλότερες αποδόσεις. (Μπλαδενόπουλος 2002). Ο δείκτης απόδοσης των ποικιλιών αυξήθηκε σταδιακά και έφτασε σχεδόν το 0,50 σε ορισμένους γενότυπους τα τελευταία χρόνια. (Fageria et al. 1992). Έχουν αναπτυχθεί σύντομοι γενότυποι όπως στο σιτάρι, αλλά δεν χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω της έλλειψης ορισμένων επιθυμητών αγρονομικών χαρακτηριστικών. Τα κοντά είδη έχουν ταξιανθία που δεν αναδύεται πλήρως από το τελευταίο φύλλο, με αποτέλεσμα μη κανονική ανάπτυξη και χαμηλότερες αποδόσεις. Επιπλέον, οι κοντοί γενότυποι είναι πιο ευαίσθητοι στις ασθένειες και είναι πιο όψιμοι. (Stoskopf 1985). Κατά συνέπεια, οι περισσότεροι καλλιεργούμενοι γενότυποι έχουν συγκριτικά υψηλή ανάπτυξη, γεγονός που καθιστά δύσκολη την αποθήκευση του σιταριού, ιδίως σε εδάφη με υψηλή γονιμότητα.

1.4 Μορφολογία

Το κριθάρι παρουσιάζει την τυπική ανάπτυξη και αύξηση των χειμερινών σιτηρών.¹ Χαρακτηριστικό του κριθαριού, το οποίο το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα χειμερινά σιτηρά είναι τα μεγάλα ωτίδια στο σημείο που συνδέεται το έλασμα με τον κολεό (Εικόνα 1). Στο κριθάρι το ανώτερο φύλλο είναι μικρότερο από όλα τα άλλα, αντίθετα από το σιτάρι, ενώ σε μερικούς γενότυπους είναι συνεστραμμένο.



Εικόνα 1: Παρουσιάζονται τυπικά ωτίδια κριθαριού στη συμβολή μεταξύ μίσχου και στελέχους. Γεωργικές επιστήμες - Δημητριακά και όσπρια / Δέσποινα Παπακόστα - Τασοπούλου.

Η ταξιανθία αποτελείται από ένα στάχυ, ό οποίος έχει τρία σταχύδια σε κάθε άρθρωση της ράχης. Κάθε σταχύδιο έχει δύο εσωτερικά λέπυρα (χιτώνα, λεπίδα) και δύο τριχοειδή εξωτερικά λέπυρα τα οποία είτε διαχωρίζονται από τον σπόρο (γυμνά) είτε προσκολλώνται σε αυτόν κατά την ωρίμανση (Εικόνα 2). (ντυμένα). Όταν μόνο το μεσαίο σταχύδιο είναι γόνιμο σε οποιαδήποτε θέση, το κριθάρι ονομάζεται δισκοειδές. Όταν και τα τρία σταχύδια φέρουν γόνιμα άνθη, το κριθάρι ονομάζεται εξάστοιχο. (Εικόνα 2). Η ονομασία αυτή δόθηκε επειδή τα στελέχη είναι διατεταγμένα σε έξι ή δύο στήλες από πάνω προς τα κάτω. Σε ένα αραιό στάχυ, οι

¹

“[Http://Www.Gaiapedia.Gr/Gaiapedia/Index.Php/%CE%9A%CF%81%CE%B9%CE%B8%CE%AC%CF%81%CE%B9_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C](http://www.gaiapedia.gr/Gaiapedia/Index.Php/%CE%9A%CF%81%CE%B9%CE%B8%CE%AC%CF%81%CE%B9_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C),” n.d.

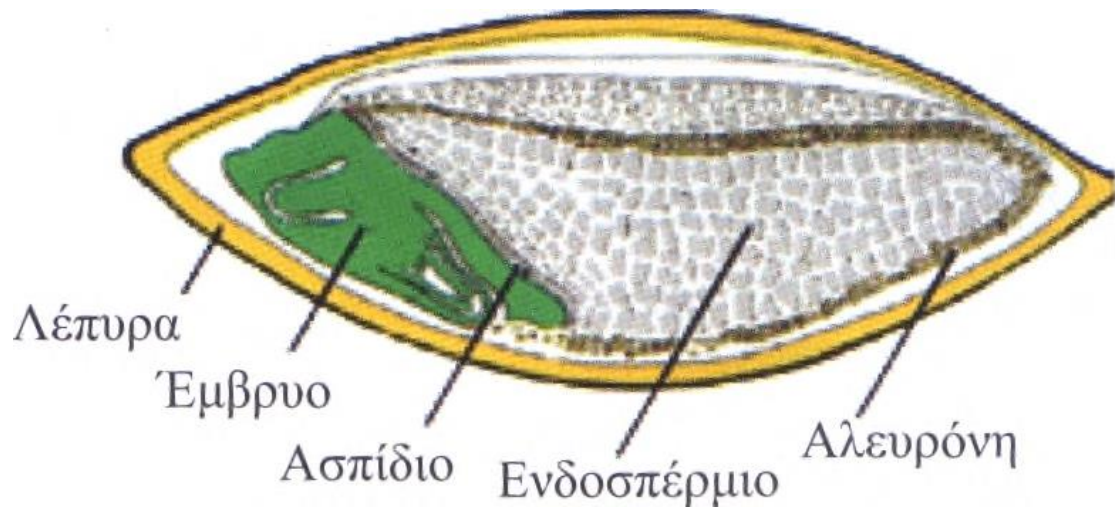
κόκκοι μπορούν να σχηματίσουν τέσσερις στήλες, εάν τα δύο εξωτερικά σταχύδια κάθε κόμβου καλύπτονται εν μέρει από εκείνα του επόμενου κόμβου. Ωστόσο, το τετράστοιχο κριθάρι είναι κατ' ουσίαν εξάστοιχο κριθάρι. Η πυκνότητα του στάχου του δίστοιχου κριθαριού είναι πρακτικά διαφορετική



Εικόνα 2: Μορφολογία του στάχους (α) και των σταχυδίων (β) κάθε άρθρωσης στο εξάστοιχο και (γ), (δ) στο δίστοιχο κριθάρι, αντίστοιχα. (Ειδική γεωργία- Σιτηρά και ψυχανθή /Δέσποινα Παπακώστα – Τασοπούλου)

Στους περισσότερους γενότυπους το άκρο του χιτώνα καταλήγει σε άγανο. Το άγανο σε ορισμένους γενότυπους έχει αντικατασταθεί από δισχιδές λοφίο. Οι αγανοφόροι γενότυποι έχουν μεγαλύτερη παραγωγή. Η ράχη στο κριθάρι έχει 10-30 κόμβους, στο δίστοιχο κριθάρι μπορεί να έχει 25-30 σπόρους και στο εξάστοιχο 25-60. Οι δίστοιχοι γενότυποι έχουν την τάση να σχηματίζουν περισσότερα παραγωγικά αδέρφια, έτσι οι αποδόσεις δίστοιχων και τετράστοιχων ποικιλιών τείνουν να είναι παρόμοιες. Το κριθάρι είναι αυστηρά αυτογονιμοποιούμενο φυτό. Στους περισσότερους γενότυπους, η επικονίαση λαμβάνει χώρα όταν ο στάχης δεν έχει εκπτυχθεί πλήρως από τον κολεό του τελευταίου φύλλου. Ειδικά σε ορισμένους γενότυπους κατά την ωρίμανση ένα μέρος του στάχου βρίσκεται ακόμη μέσα στον κολεό. Ο κόκκος (καρπός) είναι καρύοψη. Οι κόκκοι των δίστοιχων ποικιλιών μπορεί να είναι περισσότερο ομοιόμορφοι σε μέγεθος σε σχέση με εκείνους των εξάστοιχων. Αυτό συμβαίνει διότι, οι εξωτερικοί σπόροι στο εξάστοιχο τείνουν να συστρέφονται καθώς αναπτύσσονται. Έτσι με αυτή την συστροφή δημιουργούνται ανόμοιοι σπόροι ως

προς το μέγεθος. Στους γενότυπους έχει αντιμετωπισθεί αυτή η ανομοιομορφία . Ο κόκκος της γυμνοκριθής έχει κανονικό ατρακτοειδές σχήμα και το έμβρυο είναι τοποθετημένο προς την κοιλιακή πλευρά



Εικόνα 3: Μορφολογία του κόκκου στο κριθάρι (Ειδική γεωργία- Σιτηρά και ψυχανθή /Δέσποινα Παλακώστα – Τασοπούλου)

1.5 Προσαρμοστικότητα

Η βέλτιστη θερμοκρασία στην οποία φυτρώνει το κριθάρι είναι 20°C και η ελάχιστη 3-4°C. Το κριθάρι παρουσιάζει μικρότερη αντοχή στο κρύο σε σχέση με το σιτάρι. Θερμοκρασίες γύρω στους -8°C για μεγάλη χρονική περίοδο προκαλούν πάγωμα των φύλλων, ενώ χαμηλότερες από -12 έως -15°C καταστρέφουν ολόκληρο το φυτό. Αντίθετα κάτω από το χιόνι παρουσιάζει αντοχή μέχρι και -30°C.



Εικόνα 4: Η εμφάνιση καλλιεργειών εξάστοιχου και δίστοιχου κριθαριού στον αγρό στα στάδια της έναρξης του γεμίσματος του κόκκου και της ωρίμανσης για συγκομιδή (Ειδική γεωργία- Σιτηρά και ψυχανθή /Δέσποινα Παπακώστα – Τασοπούλου)

Οι ανοιξιάτικοι τύποι είναι πιο ευπαθείς στις χαμηλές θερμοκρασίες από τους φθινοπωρινούς. Στη χώρα μας, στην ανοιξιάτικη σπορά, οι θερμοκρασίες δεν είναι αρκετά χαμηλές, ώστε να προκαλέσουν την καταστροφή των φυτών. Σε περίπτωση που καταστραφούν τα φύλλα, γίνεται αναβλάστηση από τους οφθαλμούς της στεφάνης που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, εκεί όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες. Τα όρια θερμοκρασιών στα οποία αναπτύσσεται το κριθάρι έχουν ευρύ φάσμα. Σε γενικές γραμμές οι υψηλές θερμοκρασίες είναι λιγότερο επιζήμιες για το κριθάρι σε σχέση με το σιτάρι. Οι γενότυποι των θερμών κλιμάτων όταν πλησιάζουν το στάδιο ωρίμανσης μπορούν να αντέξουν σε θερμοκρασίες μέχρι 45°C, χωρίς σημαντική επίπτωση στην απόδοση. Αντίθετα σε υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια γεμίσματος του κόκκου, μειώνεται σημαντικά η απόδοση. Ωστόσο περισσότερο ευπαθείς είναι οι γενότυποι που η

προέλευσή τους είναι από βορειότερες περιοχές. Το κριθάρι αναπτύσσεται καλύτερα σε περιοχές με μέτριες βροχοπτώσεις σε σχέση με περιοχές με αφθονία βροχοπτώσεων και δεν αντέχει πολύ στην ξηρασία. Αυτή η ικανότητά του να αποδίδει σε ξηροθερμικές συνθήκες, οφείλεται στην αποφυγή της περιόδου ξηρασίας, λόγω της πρωιμότητάς του και όχι λόγω της αντοχής του στην ξηρασία. Η ιδιότητά του αυτή το καθιστά ιδανική επιλογή για τα ξηροθερμικά μεσογειακά κλίματα. Έλλειψη νερού κατά την περίοδο του αδελφώματος και του ξεσταχιάσματος, μειώνει τον αριθμό των κόκκων, αντίθετα μετά το ξεστάχιασμα μειώνει το βάρος των κόκκων. Σε περιοχές όμως που οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες το κριθάρι έχει έντονη αντίδραση στην άρδευση, με αποτέλεσμα μέχρι και το διπλασιασμό των αποδόσεων. Όσον αφορά το έδαφος, το κριθάρι προσαρμόζεται καλύτερα σε βαθιά, πηλώδη εδάφη, με καλή αποστράγγιση και με pH μεταξύ 6 και 8. Στην περίπτωση που το έδαφος χαρακτηρίζεται από μεγάλη γονιμότητα, είναι επιζήμιο για το κριθάρι, διότι προκαλεί πλάγιασμα των φυτών. Επίσης το κριθάρι είναι ευαίσθητο στην οξύτητα του εδάφους, όπως βέβαια και σχεδόν όλα τα χειμερινά σιτηρά. Όμως είναι το πιο ανθεκτικό στα άλατα και στην αλκαλικότητα του εδάφους. Παρατηρείται τοξικότητα αργιλίου σε όξινα εδάφη (Delorit κ.ά. 1984). Όσον αφορά το κριθάρι ζυθοποιίας για την παραγωγή καλής ποιότητας κριθαριού, χρειάζονται παρατεταμένες συνθήκες ανάπτυξης, όπως για παράδειγμα μέτριες θερμοκρασίες και αρκετή υγρασία στο έδαφος, κατά τη διάρκεια γεμίσιματος του κόκκου. Σε αυτές τις συνθήκες οι κόκκοι γίνονται μεγαλύτεροι με συνακόλουθη μείωση σε περιεκτικότητα πρωτεΐνης, ένα χαρακτηριστικό που είναι επιθυμητό για τη ζυθοποιία. Αντίθετα, αν την άνοιξη έχουμε ξηροθερμικές συνθήκες στις οποίες, η υγρασία του εδάφους μειώνεται προοδευτικά, ακολούθως μειώνεται η ποιότητα του κριθαριού και προορίζεται για ζωοτροφή. Αυτό συμβαίνει διότι αυξάνεται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Έχει παρατηρηθεί ότι σε ξηροθερμικές περιοχές, μπορεί να παραχθεί με άρδευση, κριθάρι καλής ποιότητας για ζυθοποιία.

1.6 Καλλιεργητική τεχνική

Σχετικά με την αμειψισπορά, την προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά, τον έλεγχο των ζιζανίων και την άρδευση, χρησιμοποιείται ο βασικός κανόνας που ισχύει στα σιτηρά. Ειδικά για το κριθάρι θα αναφερθούν παρακάτω πληροφορίες που αφορούν στην απαιτούμενη λίπανση και την εποχή και την πυκνότητα σποράς.

1.7 Λίπανση

Το άζωτο θεωρείται απαραίτητο ιδίως τα άγονα εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, στα οποία εφαρμόζεται η καλλιέργεια του κριθαριού. Η ποσότητα εφαρμογής αζωτούχου λιπάσματος, υπολογίζεται με γνώμονα τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και κυρίως της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας. Αυτό συμβαίνει διότι όσο αυξάνεται το ποσοστό υγρασίας που βρίσκεται στο έδαφος, τόσο αξιοποιείται το άζωτο από το φυτό.² Όμως πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική αζωτούχος λίπανση στα υγρά εδάφη, διότι δημιουργούνται προβλήματα πλάσματος. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι, περίσσεια αζώτου στα υγρά εδάφη αυξάνει την

² “Λίπανση Κριθαριού - GAIApedia,” n.d.

περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη, ένα ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό για το κριθάρι ζυθοποιίας, επιθυμητό όμως για το κτηνοτροφικό κριθάρι. Η αζωτούχος λίπανση στο κριθάρι ζυθοποιίας πρέπει να γίνεται μετά από προσεκτική εκτίμηση του διαθέσιμου στο έδαφος αζώτου (Bladenopoulos και Koutroubas 2003). Η υγρασία και το άζωτο καθώς και η επίδρασή και μεταξύ τους διαδραματίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στον καθορισμό της περιεκτικότητας των κόκκων του κριθαριού σε πρωτεΐνη (Bole και Pittman 1980). Αναφέρεται ότι χρειάζεται 1 kg N για να παραχθούν 34 kg σπόρων κριθαριού (Fageria κ.ά. 1991). Η λίπανση που συνίσταται στη χώρα μας είναι μικρότερη από εκείνη του σιταριού, διότι στο κριθάρι η απόδοση είναι μικρότερη και μεγαλύτερος ο κίνδυνος του πλάσματος. Οι καλλιεργούμενοι γενότυποι μπορούν να αξιοποιήσουν από 7 έως 11 kg N/στρ. και 3-5 P,O,/στρ. Οι μικρότερες ποσότητες συνιστώνται για τα εδάφη με περιορισμένη υγρασία (Οικονόμου-Θεουλάκη κ.ά. 1992). Ωστόσο συμπτώματα έλλειψης καλίου σε καλλιέργειες κριθαριού δεν παρατηρήθηκαν, ώστε να δικαιολογηθεί λίπανση με κάλιο. Όσον αφορά την εποχή που θα εφαρμοστεί η λίπανση ακολουθείται ο γενικός κανόνας των χειμερινών σιτηρών. Σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του κριθαριού για ζυθοποιία, διότι συμβάλλει στην αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη.

1.8 Σπορά

Στην Ελλάδα προτείνεται η σπορά να γίνεται κατά τους μήνες Νοέμβριο με Δεκέμβριο σε περιοχές με ήπιους χειμώνες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανοιζιάτικοι και χιμερινοί τύποι. Πρέπει όμως να αποφεύγεται η πολύ πρόωμη φθινοπωρινή σπορά, διότι τα φυτά αποκτούν μεγάλη ανάπτυξη, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος πλαγιάσματος. Αντίθετα σε ορεινές περιοχές, πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν νωρίτερα την άνοιξη, για να ευνοηθεί το αδελφωμα και να προλάβουν να αναπτυχθούν τα φυτά, όσο ακόμα υπάρχει διαθέσιμο νερό στο έδαφος. Επίσης πρέπει οι γενότυποι να είναι μικρού βιολογικού κύκλου και ανοιζιάτικου τύπου, για να προλάβουν να ωριμάσουν πριν από την περίοδο των υψηλών θερμοκρασιών που συνοδεύεται από έλλειμμα νερού. Σε περιοχές με πρόωμη σπορά και ημίξηρες, μπορεί να γίνει βόσκηση της καρποδοτικής καλλιέργειας του κριθαριού σε νεαρό στάδιο χωρίς να μειώνεται η απόδοση σε άχυρο και καρπό. Έτσι κερδίζεται μια ποσότητα ποιοτικού χόρτου για τη διατροφή των ζώων (Yau 2003). Ποσότητα σπόρου 15-20 kg/στρ. θεωρείται ικανοποιητική για τις συνθήκες της χώρας μας. Σε άλλες χώρες οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες είναι πολύ μικρότερες, 5,5 έως 13,0 kg/στρ. (Baldrige κ.ά. 1985). Όταν αναφερόμαστε σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση, τότε συνίσταται αραιότερη σπορά σε αντίθεση με τις περιοχές στις οποίες υπάρχει αρκετή υγρασία εδάφους για όλη την περίοδο ανάπτυξης των φυτών.

1.9 Συγκαλλιέργεια κριθαριού με χειμερινό ψυχανθές

Στην περίπτωση του κριθαριού, πέραν της βασικής καλλιέργειας, μπορεί να γίνει και συγκαλλιέργεια με ψυχανθές, κατά κύριο λόγο με βίκο (Εικόνα 5α), ή για την παραγωγή καρπού ή για χόρτο (σανός ή ενσίρωμα). Με γνώμονα τη γονιμότητα του εδάφους και το σκοπό για τον οποίον προορίζεται η καλλιέργεια, σπέρνονται τα δύο

είδη στις αντίστοιχες αναλογίες. Ο βίκος αναπτύσσεται ικανοποιητικά για την παραγωγή καρπού σε εδάφη γόνιμα και υγρά, για την Ελλάδα η αναλογία που συνιστάται είναι 60-70 % σπόρου βίκου και 30-40 % σπόρου κριθαριού (Ποδηματάς 1984). Αντίθετα σε εδάφη άγονα, στα οποία το κριθάρι είναι ισχυρός ανταγωνιστής του βίκου, έχουμε αντίστοιχα τις αναλογίες 80-85 % βίκος και 15-20 % κριθάρι. Η αναλογία του σιτηρού για την παραγωγή χόρτου μπορεί να κυμανθεί από 30-50%. Για παράδειγμα στο Αγρόκτημα του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης, για ενσίρωση χρησιμοποιούνται σε συγκαλλιέργεια 5-7 kg/στρ. κριθάρι και 8-10 kg/στρ. βίκος. Επίσης για την παραγωγή καλής ποιότητας χόρτου συνιστάται και η συγκαλλιέργεια κριθάρι-βρώμη-βίκος (Εικόνα 5β).



Εικόνα 5: Συγκαλλιέργεια:(α) βίκου-κριθαριού, (β) κριθαριού - βρώμης - βίκου. (Ειδική γεωργία- Σιτηρά και ψυχανθή /Δέσποινα Παπακώστα – Τασοπούλου)

Στη συγκαλλιέργεια η σπορά γίνεται:

- Στα πεταχτά, με το χέρι, επομένως σπέρνεται χωριστά το κάθε είδος
- Με σπαρτικές μηχανές, με τις οποίες τα δύο είδη σπέρνονται ταυτόχρονα σε χωριστές γραμμές.

Με την καλλιέργεια γίνεται ευκολότερη η μηχανική συγκομιδή του βίκου, διότι το κριθάρι προσφέρει στήριξη στο βίκο, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται το πρόβλημα του πλαγιάσματος. Ο καρπός που συγκομίζεται από τη συγκαλλιέργεια μπορεί είτε να δοθεί άμεσα ως ζωοτροφή, είτε να διαχωριστεί ο βίκος από το κριθάρι με τα σύγχρονα καθαριστήρια

1.10 Τα προϊόντα και η ποιότητά τους

Κατά κύριο λόγο ο καρπός του κριθαριού απορροφάται ως ζωοτροφή και κατά δεύτερο λόγο ως πρώτη ύλη στην ζυθοποιία. Επίσης σε μικρές ποσότητες χρησιμοποιείται και στη διατροφή του ανθρώπου. Στην Ελλάδα κατά μέσο όρο παράγονται περίπου τα τελευταία χρόνια 250 kg σπόρου/στρ., σε χωράφια όμως γόνιμα μπορεί να ξεπεράσει τα 400 kg/στρ. Μία ακόμα χρήση του κριθαριού που

πρέπει να αναφερθεί, είναι η δυνατότητα του να καλλιεργηθεί σαν χορτοδοτικό φυτό με σκοπό την απευθείας βόσκηση, είτε για ενσιρωμένη τροφή για τα ζώα, είτε μετά από κοπή σαν σανός. Η κοπή του κριθαριού για χόρτο ενδείκνυται στο στάδιο του γαλακτώδους καρπού και όχι πέραν του κηρώδους. Τα υποπροϊόντα της ζυθοποιίας και το άχυρο που μένει χρησιμοποιούνται επίσης στην κτηνοτροφία.

Σε περιοχές που δεν μπορούμε να καλλιεργήσουμε άλλα σιτηρά λόγω ξηρασίας, υψομέτρου ή αλκαλικού εδάφους, χρησιμοποιείται κριθάρι με προορισμό τη διατροφή του ανθρώπου. Μετά την αποφλοιώση, χρησιμοποιείται ο καρπός, είτε αλεσμένος σε διάφορο βαθμό είτε ολόκληρος. Ωστόσο οι γενότυποι που είναι γυμνόσπερμες, χρησιμοποιούνται σχεδόν πλήρως μόνο στη διατροφή του ανθρώπου. Επίσης στις ανεπτυγμένες χώρες, χρησιμοποιείται το κριθάρι σαν συστατικό στις παιδικές τροφές και σε διάφορες χρήσεις στη μαγειρική. Στην αρτοποιεία χρησιμοποιείται μείγμα από αλεύρι κριθαριού με αλεύρι σιταριού. Ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται το κριθάρι τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

1.11 Κτηνοτροφικό κριθάρι

Το κτηνοτροφικό κριθάρι συντελεί ως πηγή πρωτεΐνης και υδατανθράκων για τα ζώα. Ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, που κυμαίνεται 10-15%. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης έχει άμεση συσχέτιση, με την ποικιλία και τις κλιματικές συνθήκες στην περιοχή που εφαρμόστηκε το κριθάρι. Σε γενικές γραμμές τα επίπεδα της πρωτεΐνης είναι αντίστοιχα με εκείνα του σιταριού, που καλλιεργείται στις ίδιες συνθήκες και μεγαλύτερα από εκείνα του σόργου, του καλαμποκιού και του ρυζιού. Συνήθως μετά το σπάσιμο του κούκου ή το άλεσμα σε διάφορα μεγέθη, χορηγείται το κριθάρι ως ζωοτροφή. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης σε μεθειονίνη και κυστίνη είναι υψηλή, ενώ είναι φτωχή σε λυσίνη. Τα λέπυρα είναι ενωμένα με τον σπόρο για αυτό κι έχουν μικρή πεπτικότητα. Εξαιτίας αυτού, το καλαμπόκι και το σόργο έχουν μικρότερη θρεπτική αξία από το κριθάρι.

Πίνακας 1: Σχετική θρεπτική αξία των καρπών διαφόρων σιτηρών σε ολικά πεπτά συστατικά, χωρίς να έχει προηγηθεί κάποια επεξεργασία (Smith 1995)

Καρπός	Συνολικά πεπτά συστατικά	
	Βοοειδή	Χοίροι
Καλαμπόκι	100	100
Κριθάρι	91	88
Καρποδοτικό σόργο	88	96
Βρώμη	84	79
Σιτάρι	97	99

1.12 Κριθάρι ζυθοποιίας

Το κριθάρι αποτελεί το κυριότερο σιτηρό, το οποίο χρησιμοποιείται στην παρασκευή βύνης και κάτι επέκταση της μύρας. Από τη βύνη επίσης παράγονται και άλλα αλκοολούχα ποτά και άλλα προϊόντα όπως αλκοόλη, σιρόπι βύνης καθώς προστίθεται και σε διάφορα είδη διατροφής. Αν και υπάρχουν και άλλα σιτηρά που

μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη ζυθοποιία, όπως η σίκαλη και το σιτάρι, το κριθάρι έχει το πλεονέκτημα να έχει τα λέπυρα που προστατεύουν το έμβρυο κατά τη διάρκεια του φυτρώματος συμβάλλοντας ως φίλτρο σε διάφορους ουσίες. Στη βυνοποίηση μας ενδιαφέρει η δραστηριότητα της παραγωγής α- και β-αμυλασών, οι οποίες υδρολύουν το άμυλο σε δεξτρίνες και ζυμώσιμα ζάχαρα.

Με λίγα λόγια η παρασκευή της μύρας ακολουθεί την εξής διαδικασία:

Πρώτα καθαρίζονται οι σπασμένοι σπόροι από τις ξένες ύλες, αποθηκεύονται για ένα χρονικό διάστημα σε χώρο με υγρασία μικρότερη από 13,5%, προκειμένου να γίνει η διακοπή του λήθαργου. Η διαβροχή των σπόρων με νερό είναι το πρώτο στάδιο για την παραγωγή βύνης. Κατόπιν μεταφέρονται σε ειδικά βλαστητήρια, σε θερμοκρασία μικρότερη από 18°C, σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, ώστε να επέλθει το φύτρωμα των σπόρων. Όταν έχει βγει το ριζίδιο σταματά η διαδικασία του φυτρώματος. Σε αυτή τη φάση το κολεόπτιλο έχει μήκος ίσο με το 75 - 100% του μήκους του κόκκου. Παράγονται στο σπόρο κατά την περίοδο της βλάστησης η α-αμυλάση και η β-αμυλάση, οι οποίες τροποποιούν τη σύσταση του ενδοσπερμίου (το άμυλο υδρολύεται σε δεξτρίνες και ζυμώσιμα ζάχαρα). Στη συνέχεια ο σπόρος ξηραίνεται και απαλλάσσεται από τα ριζίδια. Μετά ακολουθεί το άλεσμα, η εκχύλιση με ζεστό νερό, η παραλαβή του βυνογλεύκου, η προσθήκη λυκίσκου και τέλος η θέρμανση για την καθίζηση των πρωτεϊνών και άλλων πεπτιδίων με τη συμβολή των δεψικών ουσιών του λυκίσκου. Κατόπιν το βυνογλεύκος (ζυθογλεύκος) ψύχεται και οδηγείται σε δεξαμενή όπου προστίθενται ειδικές ζύμες (*Saccharomyces spp.*) με τη βοήθεια των οποίων μετατρέπονται τα ζάχαρα σε αλκοόλη και CO₂, (Burger και LaBerge 1985). Το καλής ποιότητας κριθάρι έχει ομοιόμορφους και μεγάλου μεγέθους κόκκους, λεπτό φλοιό, μεγάλη βλαστική ικανότητα αλευρώδη εμφάνιση, υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο και σχετικά χαμηλή σε πρωτεΐνη. Τέτοιας ποιότητας κριθάρι απαιτείται για την διαδικασία παραγωγής ζυθογλεύκου. Η διαύγεια της μύρας είναι αντιστρόφως ανάλογη με την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης 1,3% θεωρείται ικανοποιητική περιεκτικότητα σε άζωτο.

1.13 Το κριθάρι στην ανθρώπινη διατροφή

Από πλευράς υγιεινής, σημαντικότερο συστατικό του κριθαριού είναι οι φυτικές ίνες και κυρίως οι διαλύτες όπως οι γλυκάνες και οι αραβινοξυλάνες. Η απορρόφηση της γλυκόζης επιβραδύνεται από τις διαλύτες φυτικές ίνες και διατηρεί το διαβήτη και τη χοληστερόλη σε χαμηλά επίπεδα στο αίμα. Επίσης οι αδιάλυτες φυτικές ίνες ενυδατώνουν το έντερο και συμβάλλουν στην καλή του λειτουργία.

1.14 Μηχανισμοί αντιμετώπισης της ξηρασίας από τα φυτά

Τα φυτά έχουν τρεις βασικούς τρόπους αντιμετώπισης της ξηρασίας: την αποφεύγουν, την ανέχονται διατηρώντας το υδατικό δυναμικό σε χαμηλά επίπεδα και αντιστέκονται διατηρώντας το υδατικό δυναμικό σε υψηλά επίπεδα. (Simpson, 1981-Boyer, 1996).

Πιο αναλυτικά:

α) Η αποφυγή της ξηρασίας.

Στην πρώτη περίπτωση, τα φυτά ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο πριν υπάρξει σοβαρή έλλειψη νερού στο έδαφος ή στο φυτό. Οι γονότυποι που αποτρέπουν την ξηρασία είναι πρώιμοι. Τα φυτά με ταχεία και ανεξέλεγκτη ανάπτυξη, καθώς και εκείνα με πλαστικότητα στην ανάπτυξή τους, είναι καλύτερα προσαρμοσμένα στην πρόληψη της ξηρασίας (Hale and Orcutt, 1987). (Nielsen und Orcutt, 1996). Είναι γνωστό ότι τα φυτά του μεσογειακού κλίματος έχουν την ικανότητα να ευδοκούν σε χαμηλές θερμοκρασίες, όταν το νερό δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Είναι επίσης γνωστό ότι η εφήμερη βλάστηση, μπορεί επίσης να αναπτυχθεί και να πολλαπλασιαστεί, ενώ παραμένει αδρανής κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας.

1.15 Βυνοζυθοποιία

1.15.1 Επιθυμητά χαρακτηριστικά

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού που είναι κατάλληλα για βυνοποίηση σχετίζονται κυρίως με την ικανότητα βλάστησης και την περιεκτικότητα του ενδοσπερμίου σε άμυλο και αζωτούχες ουσίες. Αναλυτικότερα, αυτές έχουν ως εξής:

1. Οι σπόροι πρέπει να έχουν υψηλή βλαστική ικανότητα και να μην παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε λήθαργο. Ο λήθαργος για μεγάλο χρονικό διάστημα ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων. Οι σπόροι που ληθαργούν, καθυστερούν να βλαστήσουν προκαλώντας έτσι ανομοιομορφία στην σπορά και κενά στον αγρό.
2. Το ενδοσπέρμιο πρέπει να είναι αλευρώδες και όχι υαλώδες. Το αλευρώδες ενδοσπέρμιο συνδέεται με ευκολότερη διάσπαση και υψηλότερη περιεκτικότητα σε άμυλο. Αντίθετα, ένα υαλώδες ενδοσπέρμιο αυξάνει τη διάρκεια βλάστησης και την αναλογία αζωτούχων ουσιών προς το άμυλο.
3. Δεν επιδιώκεται υψηλή περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο, καθώς οδηγεί σε μείωση της συνολικής ποσότητας υδατανθράκων και ταυτόχρονα αυξάνει την περιεκτικότητα του τελικού εκχυλίσματος σε ανεπιθύμητες αζωτούχες ουσίες.³ Η περιεκτικότητα σε άζωτο αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την αξία βυνοποίησης του κριθαριού (1,3% για ικανοποιητικά δείγματα και πάνω από 2% για δείγματα κακής ποιότητας).

³ DspacAua.Gr/Xmlui//Thomopoulos

4. Το μέγεθος των καρπών (βάρος 1000 καρπών) αποτελεί δείκτη της αποδοτικότητας σε βύνη. Οι μικρότεροι καρποί έχουν υψηλότερη αναλογία λεφυριδίων/ενδοσπερμίου, είναι λιγότερο καλά γεμισμένοι και συνεπώς έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε άμυλο (Καραμάνος, 2008).

1.16 Ποιοτικά χαρακτηριστικά και ποιοί παράγοντες τα επηρεάζουν

1. Ο καλλιεργούμενος γονότυπος.
Για τη βυνοποίηση χρησιμοποιείται κυρίως δίστιχο κριθάρι και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, ιδίως στη Βόρεια Αμερική, εξάστιχο κριθάρι. Υπάρχουν επίσης σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Είναι απαραίτητο να παρέχονται παρτίδες για βυνοποίηση από μία μόνο ποικιλία και όχι από μείγματα ποικιλιών, δεδομένου ότι στις τελευταίες περιπτώσεις η πιθανότητα ανομοιόμορφης βλάστησης (π.χ. λόγω διαφορετικού βαθμού ληθάργου) είναι υψηλή.
2. Η πορεία γεμίσματος των καρπών.
Το σταδιακό και παρατεταμένο γέμισμα σημαίνει υψηλή ποιότητα καρπών, λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητας σε άμυλο. Οι καρποί που έχουν ωριμάσει χαρακτηρίζονται από το πάχος τους, το καθαρό ανοιχτό χρώμα τους και την ελαφρά ρυτίδωση των λεφυριδίων τους.
3. Περιβαλλοντικοί και καλλιεργητικοί παράγοντες.
Για παράδειγμα, οι παράγοντες που οδηγούν σε πρόωρη διακοπή του γεμίσματος (υψηλές θερμοκρασίες, ξηρασία, λίβας, όψιμη σπορά) υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος μειώνοντας την ποσότητα των συσσωρευμένων υδατανθράκων. Επίσης, η υπερβολική ή όψιμη αζωτούχος λίπανση έχει το ίδιο αποτέλεσμα μειώνοντας την αναλογία υδατανθράκων-αζωτούχων ουσιών (Καραμάνος, 2008).

1.17 Καλλιέργεια κριθαριού

Το κριθάρι καλλιεργείται σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο. Η ευρεία διάδοσή του οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν διαφορετικοί τύποι που το καθιστούν το πιο ευπροσάρμοστο απ' όλα τα δημητριακά. Στην Ελλάδα κατατάσσεται τρίτο σε καλλιεργούμενες εκτάσεις μετά το μαλακό και το σκληρό. Η καλλιέργειά του εκτείνεται από τις βόρειες περιοχές της χώρας μας μέχρι τις νότιες περιοχές και τα νησιά της. Αυτή η προσαρμοστικότητα οφείλεται στις πρώιμοι γονότυποι του, που ωριμάζουν σχετικά νωρίς για να αποφύγουν εν μέρει, τις δυσάρεστες επιπτώσεις της απότομης αύξησης της θερμοκρασίας και της ξηρασίας στην απόδοση και την ποιότητα των καρπών.



Εικόνα 6: Σπόροι κριθαριού για σπορά Πηγή: <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia>

1.18 Σπορά κριθαριού

1.18.1 Εποχή σποράς

Κατά κανόνα, το κριθάρι σπέρνεται το φθινόπωρο, εκτός από εξαιρετικά βαρείς χειμώνες την άνοιξη. Εκτός από τους εξαιρετικά ψυχρούς χειμώνες, οι αποδόσεις μιας συγκεκριμένης ποικιλίας είναι υψηλότερες όταν σπέρνεται το φθινόπωρο παρά την άνοιξη.

Η φθινοπωρινή σπορά πρέπει να γίνεται 10-15 ημέρες νωρίτερα σε σχέση με το σιτάρι, λόγω της χαμηλότερης αντοχής του κριθαριού στο ψύχος. Τα πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι η πρόιμη σπορά είναι σαφώς ανώτερη από την όψιμη σπορά στο χειμερινό κριθάρι. Αυτό οφείλεται κυρίως στο μεγαλύτερο αριθμό γόνιμων στελεχών/φυτό που παρατηρούνται στις πρόιμες σπορές. Κατά μέσο όρο στην Ελλάδα, η σπορά θα πρέπει να γίνεται από τα μέσα έως τα τέλη Νοεμβρίου. Η ανοιξιάτικη σπορά γίνεται όσο το δυνατόν νωρίτερα (μετά τους παγετούς την άνοιξη) για να αποφευχθούν οι υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού, που μειώνουν τις αποδόσεις και υποβιβάζουν την ποιότητα. Επομένως, η συγκομιδή πρέπει να γίνεται μεταξύ τέλους Φεβρουαρίου και μέσων Μαρτίου, ανάλογα με την περιοχή.

Αν προορίζεται για βόσκηση, το κριθάρι σπέρνεται πολύ νωρίτερα (μέσα Αυγούστου-αρχές Σεπτεμβρίου).

1.18.2 Πυκνότητα φύτευσης και ποσότητα σπόρων

Όπως και το σιτάρι, το κριθάρι έχει μεγάλες δυνατότητες ρύθμισης της ανάπτυξης (αυτορρυθμιστική ικανότητα), οι οποίες εξαρτώνται από την πυκνότητα φύτευσης. Συνήθως δεν υπάρχει βέλτιστη πυκνότητα για την απόδοση σε καρπούς. Σε γενικές γραμμές, η υψηλότερη πυκνότητα οδηγεί σε σημαντική μείωση του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών, των καρπών/στάχυ και το μέσο βάρος των καρπών, ενώ αυξάνει σημαντικά τον αριθμό των στάξεων/επιφάνεια εδάφους.

Ανάλογα με την ποικιλία και την καλλιεργητική πρακτική, οι δόσεις σποράς, μπορεί να κυμαίνονται από 4 έως 17 kg/ha. Έτσι, τα ποσοστά σποράς είναι υψηλότερα όταν υπάρχουν κίνδυνοι από χαμηλές θερμοκρασίες σε γόνιμα και υγρά εδάφη, σε αγρούς με ζιζάνια ή όταν χρησιμοποιούνται μικρόσωμοι γενότυποι με ανορθωμένο φύλλωμα. Για τις μεσογειακές περιοχές, οι δόσεις θα πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ 10-12 kg/ha. Εάν ο στόχος είναι η παραγωγή βιομάζας, τα ποσοστά αυτά θα πρέπει να αυξηθούν κατά περίπου 50 %. Ωστόσο, είναι δυνατόν να επιτευχθούν αρκετά υψηλές αποδόσεις με 2,5-5 kg/στρέμμα, εφόσον ο αγρός είναι απαλλαγμένος από ζιζάνια.

1.18.3 Μέθοδος σποράς

Η γραμμική σπορά με σπαρτικές μικρών σιτηρών είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος. Η καλύτερη απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς είναι 16-18 cm, ενώ οι μεγαλύτερες αποστάσεις φαίνεται να μειώνουν την απόδοση. Είναι επίσης δυνατό να γίνει και σπορά χύδην, ιδίως αν το κριθάρι πρόκειται να καλλιεργηθεί μαζί με άλλη καλλιέργεια.



Εικόνα 7: Καλλιέργεια κριθαριού (<http://www.gaiapedia.gr>)

1.19 Εφαρμογή λίπανσης στο κριθάρι

Η μέγιστη περιεκτικότητα φυτειών ανοιξιάτικου κριθαριού στα κύρια μακροστοιχεία καθώς και η αντίστοιχη περιεκτικότητα των καρπών.		
Θρεπτικό στοιχείο	Περιεκτικότητα (kg/στρ.)	
	Ολική	Καρπών
Άζωτο	9-13.7	7-10.4
Φωσφόρος	1.8-2.2	1.4-1.7
Κάλι	15.6-17.4	2.2-2.9

Εικόνα 8: Οι ανάγκες του κριθαριού στα κύρια μακροστοιχεία

Τόσο το άζωτο όσο και ο φώσφορος απορροφώνται γρήγορα και συνεχώς μέχρι την ωρίμανση, ενώ η πρόσληψη καλίου σταματά λίγο μετά το ξεστάχυασμα για να περάσει τελικά στις γνωστές απώλειες κατά την ωρίμανση. Επιπλέον, παρατηρείται συσσώρευση αζώτου και φωσφόρου, αλλά στασιμότητα της περιεκτικότητας σε κάλιο στους στάχεις.

1.20 Άζωτο

Εάν η υγρασία του εδάφους δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, το κριθάρι ανταποκρίνεται θετικά στην προσθήκη αζώτου. Τα επαρκή επίπεδα αζώτου στο κριθάρι αυξάνουν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, το φύλλωμα, το ύψος των βλαστών και το μέγεθος των στάχυων. Τα υπερβολικά επίπεδα αζώτου προάγουν την ανάπτυξη του φυλλώματος και των βλαστών και οδηγούν σε πλάγιασμα και οψιμίζουν την καλλιέργεια. Η εισαγωγή νέων ποικιλιών με αυξημένη ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα κατέστησε δυνατή την εφαρμογή υψηλότερων δόσεων αζώτου, με αποτέλεσμα υψηλότερες αποδόσεις. Παρόλο που κατά τη διάρκεια γεμίσματος των καρπών παρατηρείται σημαντική διακίνηση αζώτου από τα βλαστικά όργανα προς τους στάχεις, η περίσσεια αζώτου στο έδαφος κατά την ίδια περίοδο αυξάνει σημαντικά την περιεκτικότητα των καρπών σε πρωτεΐνη. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ανεπιθύμητο όταν το κριθάρι καλλιεργείται για την παραγωγή βύνης, αλλά επιθυμητό όταν καλλιεργείται για την παραγωγή ζωοτροφών. Επομένως, στην πρώτη περίπτωση συνιστάται η πρώιμη εφαρμογή αζώτου (πριν ή κατά τη σπορά και μέχρι τα πρώτα στάδια του αδελφώματος), ενώ στη δεύτερη περίπτωση η δεύτερη

εφαρμογή αζώτου μπορεί ν' αναβληθεί μέχρι το τέλος του αδελφώματος. Η περιεκτικότητα των καρπών σε πρωτεΐνη αυξάνεται με την ποσότητα αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόζεται. Οι δόσεις αζωτούχων λιπασμάτων μπορεί να κυμαίνονται από 5 έως 15 kg N/στρέμμα ανάλογα με την περιοχή (γονιμότητα του εδάφους, υγρασία του εδάφους) και τον σκοπό για τον οποίο προορίζεται η καλλιέργεια.

1.21 Φώσφορος

Ο επαρκής φώσφορος εξασφαλίζει καλό γέμισμα των καρπών και συνδέεται με υψηλότερο εκχύλισμα βύνης. Ταυτόχρονα προωμίζει την καλλιέργεια και λειτουργεί συνεργιστικά με το άζωτο προς όφελος του φυτού. Οι συνιστώμενες ποσότητες κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 4-6 kg P₂O₅/στρέμμα. Ωστόσο, είναι πιθανό να μη χρειαστεί λύπανση με φώσφορο σε εδάφος όπου έχει λιπανθεί στο παρελθόν.

1.22 Κάλιο

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα πρώτα στάδια ανάπτυξης διότι σχετίζεται κυρίως με τον ομαλό μεταβολισμό των ζαχάρων και την ιοντική ισορροπία στους ιστούς. Το κριθάρι συνήθως δεν αντιδρά δραματικά στην προσθήκη καλίου. Σε εδάφη με ανεπάρκεια καλίου, συνιστάται 5-10 kg K₂O/στρέμμα.

1.23 Άρδευση κριθαριού

Σε γενικές γραμμές (χρήση νερού, απορρόφηση νερού, κρίσιμα στάδια), είναι οι ίδιες με αυτές της άρδευσης σιταριού. Ειδικές μελέτες για το κριθάρι έχουν δείξει ότι έχει υψηλό συντελεστή εκμετάλλευσης του εδαφικού νερού: χρησιμοποιεί 300-450 kg νερού για την παραγωγή 1 kg ξηράς ουσίας και είναι ανώτερο από το σιτάρι και τη βρώμη. Η ανεπάρκεια νερού στα πρώτα στάδια ανάπτυξης μειώνει το αδελφωμα και την καλή εγκατάσταση του ριζικού συστήματος. Η ιδιαίτερα κρίσιμη περίοδος ξεκινά από την αρχή της καλαμώματος έως την πλήρη άνθηση. Η έλλειψη νερού στο στάδιο της διαφοροποίησης οδηγεί σε στάχεις με μικρότερο αριθμό σταχυδίων, ενώ στο στάδιο της μείωσης των γυρεόκοκκων προκαλεί κακή γονιμοποίηση και μειωμένο αριθμό καρπών/στάχυ. Τέλος, η έλλειψη νερού μετά τη γονιμοποίηση οδηγεί σε μείωση του βάρους των καρπών, καθώς το γέμισμα των καρπών τερματίζεται πρόωρα. Το επαρκές υδατικό ισοζύγιο στο κριθάρι αυξάνει κυρίως τον αριθμό των γόνιμων στελεχών σε σχέση με όλους τους άλλους παράγοντες της τελικής απόδοσης. Ο βαθμός παροχής νερού επηρεάζει επίσης τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, σε μεγάλο βαθμό, όταν το κριθάρι προορίζεται για βυνοποίηση. Επιπλέον, εάν υπάρχει επαρκής ποσότητα νερού, το μέσο βάρος των καρπών αυξάνεται σημαντικά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Επιπλέον, η περιεκτικότητα των καρπών σε αζωτούχες ουσίες μειώνεται σταθερά, ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα αυξάνεται, κυρίως λόγω της αύξησης του Ca, του K και του P. Για όλους αυτούς τους λόγους, η έλλειψη νερού μειώνει σημαντικά την ποιότητα του κριθαριού βυνοποίησης. Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι για το χειμερινό κριθάρι είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται επαρκής παροχή νερού κατά την κρίσιμη περίοδο (καλάμωμα-τέλος άνθησης), καθώς υπό κανονικές συνθήκες οι χειμερινές βροχές εξασφαλίζουν καλή εγκατάσταση και πρώτη ανάπτυξη των φυτών. Άρδευση κατά τη περίοδο του γεμίματος θα πρέπει να γίνει μόνο κατά τη διάρκεια εξαιρετικά ξηρών περιόδων για

να εξασφαλίσει την ποιότητα του προϊόντος, αλλά με μεγάλη προσοχή για να αποφευχθεί ο κίνδυνος όψιμου πλαγιάσματος. Για τις ανοιξιάτικες καλλιέργειες, θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζεται η παροχή νερού στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του, σε συνθήκες ξηρασίας.

1.24 Έλεγχος ζιζανίων στο κριθάρι

Το κριθάρι μπορεί να ανταγωνιστεί καλύτερα τα ζιζάνια από το σιτάρι λόγω της ταχύτερης ανάπτυξής του. Ωστόσο, οι επιπτώσεις των ζιζανίων στην τελική απόδοση μπορεί να είναι σημαντικές και να οδηγήσουν σε απώλειες απόδοσης άνω του 60%. Για το λόγο αυτό, στα σιτηρά πρέπει να εφαρμόζονται τεχνικές καταπολέμησης των ζιζανίων

1.25 Συγκομιδή κριθαριού

Το κριθάρι ωριμάζει συνήθως νωρίτερα από το σιτάρι και επομένως συγκομίζεται νωρίτερα. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει όταν η υγρασία των σιτηρών αγγίζει το 13-14%, αλλά σε κάθε περίπτωση κάτω από 20%. Ωστόσο, επειδή υπάρχει σημαντική απώλεια καρπών όταν το κριθάρι βυνοποίησης συγκομίζεται σε αυτό το επίπεδο υγρασίας, συνιστάται η συγκομιδή των φυτών που έχουν περάσει από το στάδιο του κηρώδους καρπού, να ξηραίνονται κατά λωρίδες στον αγρό. Στο στάδιο αυτό ο στάχυς έχει συνήθως ζωνρό κίτρινο χρώμα, αλλά μπορεί να υπάρχει και διάσπαρτο πράσινο χρώμα στα στελέχη. Τα φυτά αλωνίζονται μετά από 3-4 ημέρες με θεριζοαλωνιστική εφοδιασμένη με το κατάλληλο εξάρτημα συλλογής κομμένων φυτών. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη ρύθμιση του μηχανισμού της αλωνιστικής ώστε να αποφεύγεται κατά το δυνατόν το σπάσιμο των καρπών κατά τον αλωνισμό. Ένα υψηλό ποσοστό σπασμένων καρπών μειώνει σημαντικά την αξία της παρτίδας κριθαριού για τη βυνοποίηση και συχνά την καθιστά εντελώς ακατάλληλη για βυνοποίηση. Το κριθάρι που καλλιεργείται για βιομάζα πρέπει να συγκομίζεται στο στάδιο του γαλακτώδους καρπού.

1.26 Γενότυποι κριθαριού ζυθοποιίας

Το κριθάρι είναι ένα ιδανικό δημητριακό για την παραγωγή μύρας. Αυτό οφείλεται κυρίως στην υψηλή συγκέντρωση υδρολυτικών ενζύμων που παράγονται κατά τη διαδικασία βυνοποίησης. Επιπλέον, ο εξωτερικός φλοιός λειτουργεί ως σημαντικός ανοσοποιητικός παράγοντας. Το πλεονέκτημα του κριθαριού έναντι άλλων σιτηρών για την παραγωγή μύρας αναγνωρίστηκε από νωρίς από τους αρχαίους πολιτισμούς, όπως δείχνουν τα ευρήματα στην Αίγυπτο, τη Μεσοποταμία και την Ελλάδα. Από τότε, επιλέγονται συνεχώς οι καταλληλότεροι γενότυποι και πληθυσμοί κριθαριού, ώστε ν' αξιοποιούνται πλήρως οι ιδιότητες του κριθαριού που το καθιστούν ιδανικό για τη ζυθοποιία. Μόνο ο Βαυαρικός Νόμος Αγνότητας (1516 μ.Χ.) επιτάχυνε τη διαδικασία και το κριθάρι βυνοποίησης έγινε η μόνη πηγή δημητριακών για την παραγωγή μύρας. Έκτοτε, έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στη βελτίωση των βυνοποιήσιμων χαρακτηριστικών του κριθαριού, όπως η αμυλούχος σύσταση, το ενζυμικό δυναμικό του καρπού και οι τεχνολογικές ιδιότητες που το καθιστούν κατάλληλο για ζυθοποιία. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού τα οποία είναι επιθυμητά για τη βυνοποίηση, σχετίζονται κυρίως με την βλαστική του ικανότητα και

την περιεκτικότητα του ενδοσπερμίου σε άμυλο και αζωτούχες ουσίες (Καραμάνος 2008, Esslinger 2006).

Αναλυτικά:

Βλαστική Ικανότητα

Ο σπόρος πρέπει να έχει υψηλή βλαστική ικανότητα (96%), ταχύτητα και ομοιομορφία φυτρώματος.

Αλευρώδες ενδοσπέρμιο

Το ενδοσπέρμιο πρέπει να είναι αλευρώδες και όχι υαλώδες. Το αλευρώδες ενδοσπέρμιο συνδέεται με ευκολότερη διάσπαση και υψηλότερη περιεκτικότητα σε άμυλο.

Περιεκτικότητα σε άζωτο

Η υψηλή περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο δεν είναι επιθυμητή, καθώς οδηγεί σε μείωση της συνολικής ποσότητας υδατανθράκων και ταυτόχρονα αυξάνει την περιεκτικότητα του τελικού εκχυλίσματος σε ανεπιθύμητες αζωτούχες ουσίες.

Μέγεθος καρπού

Το μέγεθος του καρπού (βάρος 1000 κόκκων) είναι ένας δείκτης της αποδοτικότητας της βύνης. Μικρότεροι καρποί σχετίζονται με χαμηλότερο ποσοστό γεμίσματος και επομένως με μικρότερη περιεκτικότητα σε άμυλο, χαρακτηριστικό που είναι ανεπιθύμητο.

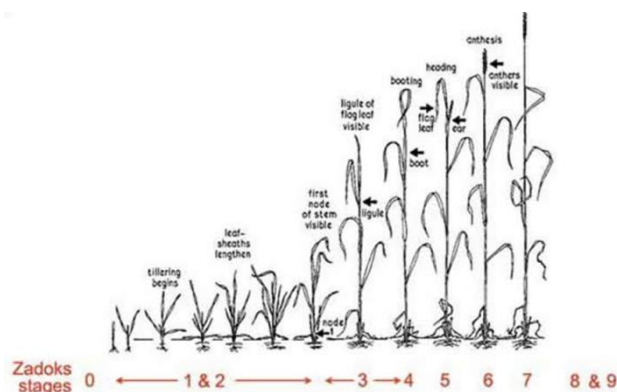
Γέμισμα καρπών

Βαθμιαίο και παρατεταμένο γέμισμα συνεπάγεται υψηλή ποιότητα καρπών λόγω μεγαλύτερης ποσότητας αμύλου.

Το κριθάρι είναι η πιο σημαντική πρώτη ύλη για την παραγωγή μύρας. Υπάρχουν πολλές διαφορετικοί γενότυποι κριθαριού που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν περίπου 300 γενότυποι ανοιξιάτικου κριθαριού και 100 γενότυποι χειμερινού κριθαριού. Αυτό και μόνο δείχνει την ποικιλομορφία τους. Για την παραγωγή βύνης, το δίστοιχο είναι το καλύτερο. Χρησιμοποιείται γενικά ανοιξιάτικο κριθάρι, αν και τα τελευταία χρόνια οι ιδιότητες του χειμερινού κριθαριού έχουν βελτιωθεί σαφώς, γεγονός που οδήγησε σε αύξηση της παραγωγής για χρήση σε ζυθοποιία. Υπάρχουν πολλοί γενότυποι κριθαριού βυνοποίησης, οι οποίοι διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή. Στην Ευρώπη, ορισμένοι τυπικοί γενότυποι είναι οι Quench, NFC Tipple, Sebastian, Propino, Odyssey, Concerto, Overture, Belgravina. Η κλίμακα Zadoks είναι ένα πλήρες σύστημα κωδικοποίησης της ανάπτυξης των φυτών που μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε το βλαστικό στάδιο του φυτού.

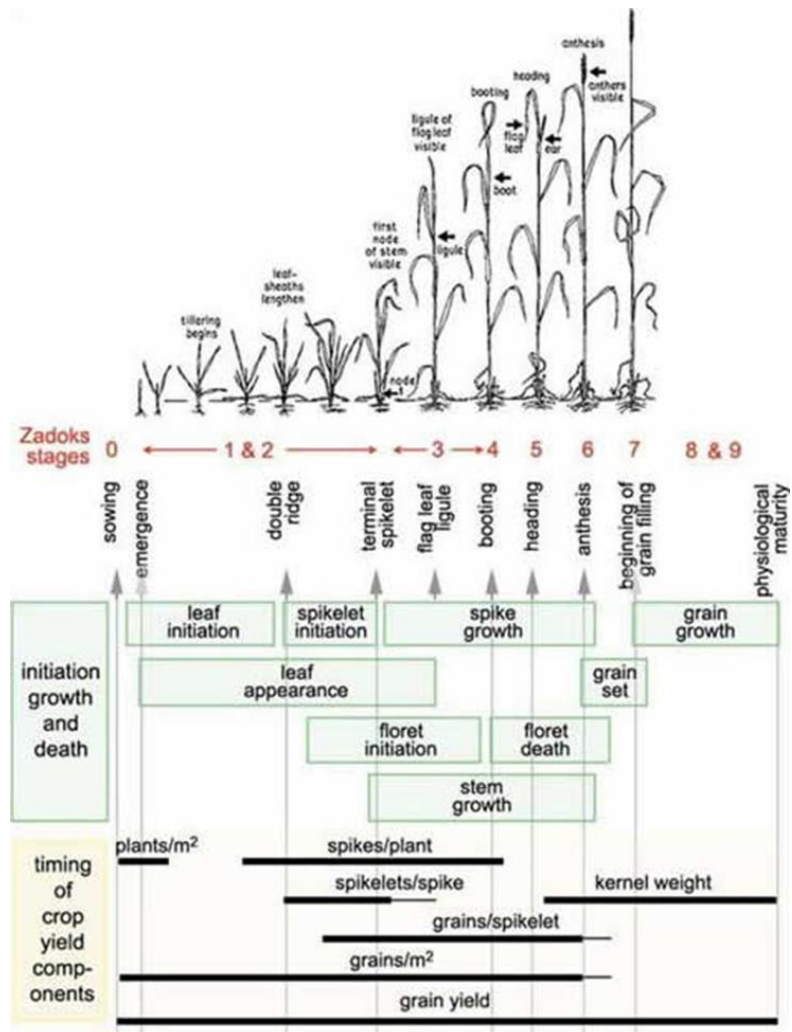
1.27 Η κλίμακα Zadoks

Η κλίμακα Zadoks είναι ένας διψήφιος κώδικας, όπου το πρώτο ψηφίο αναφέρεται στο κύριο στάδιο ανάπτυξης από τη βλάστηση έως την ωρίμανση του σπόρου και το δεύτερο ψηφίο αναφέρεται σε υποκατηγορίες της ανάπτυξης στις οποίες οι κύριες φάσεις χωρίζονται. Ο βιολογικός κύκλος του φυτού χωρίζεται σε δέκα στάδια, καθένα από τα οποία υποδιαιρείται σε δέκα υποδιαιρέσεις (Εικόνα 9).⁴ Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του φυτού, η κλίμακα Zadoks καταγράφει τα πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα του κύριου στελέχους (Zadoks et al., 1974)



Εικόνα 9: Η κλίμακα Zadoks

⁴ “https://www.researchgate.net/figure/2-Zadoks-et-al-1974-scale-for-cereals_fig1_332343467,” n.d.



Εικόνα 10: Η κλίμακα Zadoks

Περιγραφή	Στάδια Zadoks
Βλάστηση του σπόρου	0-9
Αύξηση φυταρίων	10-19
Αδέλφωμα	20-29
Καλάμωμα	30-39
Διόγκωση κολεού	40-49
Ξεστάχνασμα	50-59
Άνθηση	60-69
Γαλακτώδης καρπός	70-79
Στάδιο ζύμης	80-89
Ωρίμανση	90-99

Εικόνα 11: Τα κυριότερα στάδια της κλίμακας Zadoks

2 Υλικά και μέθοδοι

2.1 Γενικά

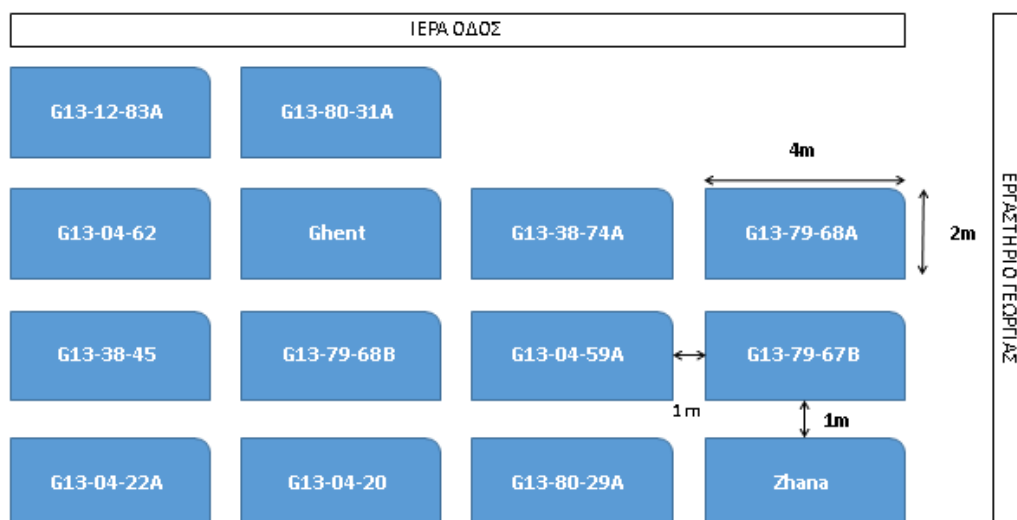
Την καλλιεργητική περίοδο 2020-2021 εγκαταστάθηκε στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου γεωργίας στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σε έκταση 179 m² και αξιολογήθηκαν 13 γενότυποι βυνοποιήσιμου κριθαριού και μιας εμπορικής ποικιλίας της Zhana. Οι γενότυποι προήλθαν από πειράματα διασταυρώσεων που είχαν πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο Γεωργίας. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε η διαφοροποίηση των γενοτύπων ως προς τη φυτρωτικότητα, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των γενοτύπων και της εμπορικής ποικιλίας, τα επίπεδα της χλωροφύλλης, το ύψος του φυτού, ο αριθμός των δευτερευόντων στελεχών, το ποσοστό της παραγόμενης βιομάζας, το βάρος των στάχων, ο αριθμός στάχων / m², το βάρος των σπόρων, το βάρος των 1000 κόκκων, το εκατολιτρικό, το μήκος στάχως, ο αριθμός καρπών/στάχων, το ποσοστό πρωτεΐνης, η Βυνοποιήσιμο άλεσμα, το ποσοστό κόκκων με μέγεθος 2,8 (mm), ποσοστό κόκκων με μέγεθος > 2,2, ποσοστό κόκκων με μέγεθος > 2,5, το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων καθώς και η ζωτικότητα των σπόρων.

2.2 Επιλογή φυτικού υλικού

Αξιολογήθηκαν γενότυποι ως προς την ομοιομορφία τους και την αποδοτικότητα τους. Συγκεκριμένα οι γενότυποι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής: G13-80-29A, G13-04-22A, G13-04-62, G13-04-20, G13-04-59A, G13-80-31A, G13-38-45, G13-79-68A, G13-79-68B, G13-38-74A, G13-12-83A, G13-79-67B και Ghent. Η επιλογή των συγκεκριμένων γενοτύπων έγινε ώστε να αξιολογηθούν τα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τους στις ξηροθερμικές συνθήκες του πειραματικού αγρού.

2.3 Πειραματικό σχέδιο

Ο κάθε γενότυπος εγκαταστάθηκε σε ένα πειραματικό τεμάχιο διαστάσεων (4×2) m² εντός του κάθε πειραματικού τεμαχίου και με απόσταση 1 μέτρο μεταξύ των τεμαχίων. Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε τρία σημεία. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση με τη μέθοδο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Εικόνα 12 Κάτοψη πειραματικού αγρού Γ.Π.Α.

2.4 Εδαφοκατεργασία

Για την κατεργασία του εδάφους προηγήθηκε καθαρισμός των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε άροση. Ακολούθησε φρεζάρισμα που στόχο είχε τη μεγιστοποίηση του ποσοστού φυτρωτικότητας των σπόρων, ολοκληρώνοντας έτσι την προετοιμασία της σποροκλίνης.

2.5 Σπορά

Η σπορά πραγματοποιήθηκε με το χέρι και εντοπισμένα, ώστε για να εξασφαλιστεί η ομοιομορφία στην πυκνότητα φύτευσης. Οι γραμμές φύτευσης ήταν 15 ανά πειραματικό τεμάχιο με αποστάσεις 20 cm μεταξύ των γραμμών και 2-3 cm επί των γραμμών. Η σπορά έγινε στις 23/12/20 με μικρότερες φορές που φαίνεται στον πίνακα 2

Πίνακας 2: Πυκνότητα σποράς

Γενότυποι	Προτεινόμενη (kg/στρέμμα)
Zhana	17,50
G13-79-68A	18,13
G13-38-45	18,25
G13-79-67B	18,75
G13-80-29A	18,75
G13-80-31A	18,75
Ghent	18,75
G13-04-59A	18,75
G13-12-83A	18,75
G13-38-74A	19,375
G13-79-68B	20,00
G13-04-62	21,25
G13-04-22A	22,13
G13-04-20	26,38

2.6 Καταπολέμηση εχθρών - ζιζανίων και φυτοπαθογόνων

Τον Μάρτιο του 2021 έγινε εφαρμογή του εντομοκτόνου Desis (Bayer) και του μυκητοκτόνου Madison (Bayer) στις αναλογίες ενδείκνυται σε βυνοποιήσιμο κριθάρι, λόγω της μεγάλης προσβολής από αφίδες και από τον μύκητα *Pyrenophora teres f. Teres*.

2.7 Λιπάνση

Την ίδια περίοδο πραγματοποιήθηκε λίπανση με νιτρικό λίπασμα (34,5-0-0).

3 Παρατηρήσεις - Προσδιορισμοί

3.1 Διαφοροποίηση γενοτύπων βυνοποιήσιμου κριθαριού ως προς τα συστατικά της απόδοσης του κάθε γενοτύπου.

3.1.1 Βιομάζα

Μετρήθηκε κατά τη συγκομιδή το ξηρό βάρος.

3.1.2 Καρποί ανά στάχυ

Υπολογίστηκε απο κάθε δειγματοληψία για κάθε γενότυπο.

3.1.3 Αριθμός στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο

Η πυκνότητα μετρήθηκε ανά τετραγωνικό μέτρο για τα φυτά του βυνοποιήσιμου κριθαριού κι έγινε στο στάδιο της συγκομιδής.

3.1.4 Προσδιορισμός του βάρους χίλιων κόκκων

Η μέτρηση του βάρους των σπόρων για τα φυτά βυνοποιήσιμου κριθαριού που είχαν συλλεχθεί, έγινε με ζυγό ακριβείας. Μετρήθηκε το βάρος 100 σπόρων και από αυτό υπολογίστηκε το βάρος 1000 σπόρων.

3.1.5 Δείκτης Συγκομιδής (Harvest Index)

Ο δείκτης συγκομιδής υπολογίστηκε ως ο λόγος της απόδοσης σε καρπό προς τη συνολική υπέργεια βιομάζα (βάρος καρπών/ βάρος υπέργειας βιομάζας + βάρος καρπών).

3.2 Μορφολογικές και Φυσιολογικές Παράμετροι

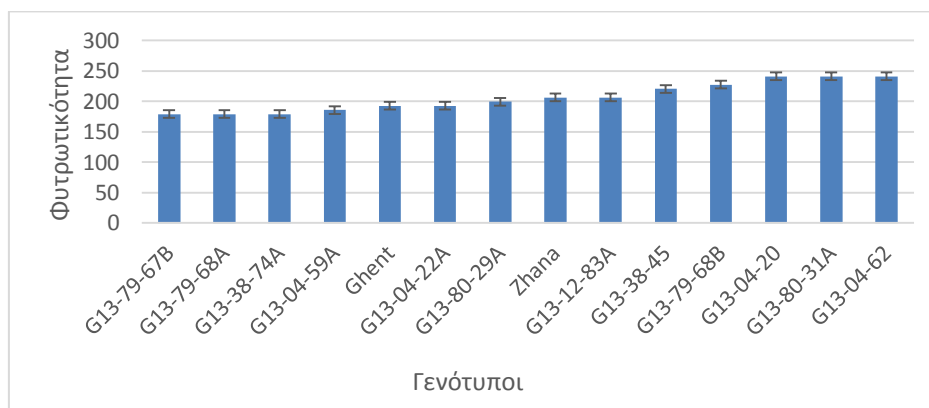
Κατά την διάρκεια που έλαβε χώρα το πείραμα, ελήφθησαν οι εξής μετρήσεις που αφορούν σε μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των 13 γενοτύπων και της εμπορικής ποικιλίας Zhana όπως:

- Φυτρωτικότητα
- Μέγεθος φύλλων
- Χλωροφύλλη
- Ύψος φυτού
- Πορεία αύξησης του ύψους
- Ρυθμός αύξησης του ύψους
- Ρυθμός μεταβολής των δευτερευόντων στελεχών

Ο ρυθμός μεταβολής υπολογίστηκε από τη γραμμική παλινδρόμηση $Y = aX + b$ δύο παραμέτρων, του χρόνου (Ημέρες σπό σπορά - Η.Α.Σ) και των σταδίων του βιολογικού κύκλου. Το μοντέλο αυτό επιλέχθηκε γιατί παρουσιάζει καλό συντελεστή συσχέτισης για τα φυτά του βυνοποιήσιμου κριθαριού. Η κλίση της ευθείας αυτής αποτελεί τον ρυθμό ανάπτυξης.

3.2.1 Φυτρωτικότητα

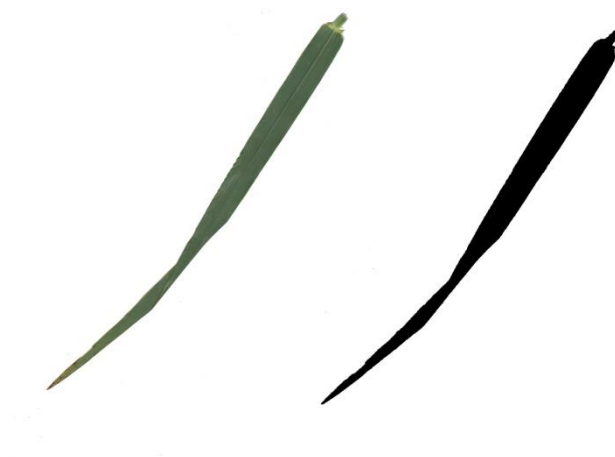
Το Διάγραμμα 1 απεικονίζει τον αριθμό των φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο, σε κάθε ποικιλία. Από ότι μπορούμε να δούμε από το ραβδόγραμμα οι γενότυποι με τη μεγαλύτερη φυτρωτικότητα ήταν η G13-04-20, η G13-80-31A και η 62, ενώ με την ελάχιστη φυτρωτικότητα ήταν η G13-79-67B, η G13-79-68A και η G13-38-74A.



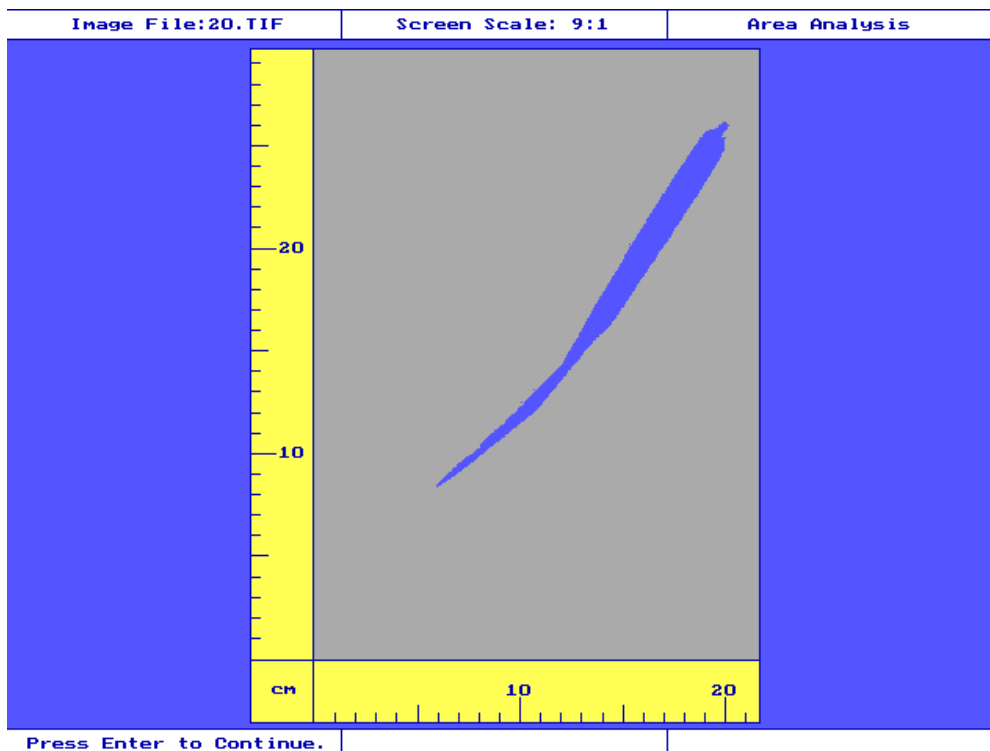
Διάγραμμα 1: Φυτρωτικότητα ανά γενότυπο

3.2.2 Μέγεθος φύλλων

Οι μετρήσεις του μέσου ολικού μήκους, της μέσης ολικής διαμέτρου και της μέσης ολικής επιφάνειας των φύλλων έγινε με τη χρήση του προγράμματος Delta- T SCAN Image Analysis (Delta-t devices Ltd.). Η σάρωση των φύλλων έγινε σε σαρωτή εικόνας σε ασπρόμαυρη απεικόνιση σε ανάλυση 600 dpi και αποθηκεύτηκε σε αρχείο TIF. Στη συνέχεια το πρόγραμμα εκτελέστηκε σε περιβάλλον DOS.



Εικόνα 13: Σε αυτή την εικόνα απεικονίζεται αριστερά το φύλλο μετά τη σάρωση και δεξιά μετά την επεξεργασία



Εικόνα 14: Παράδειγμα μέτρησης της επιφάνειας του φύλλου

Results	
Image File Name	:c:\tif3\20.tif
Output destination.	:c:\dt-temp.out
Scanner resolution	[dpi]:300
X Dimensions	[mm]:215.9
Y Dimensions	[mm]:296.418
Image Information	
Vertical edge counts	:4232
Horizontal edge counts	:4543
Average counts	:4387
Standard counts	[mm/mm ²]:0.0058039
Image cover percentage	[%]:3.222
Results	
Sample Area	[mm ²]:2061.9
Image Evenness	[%]:78.189
Average Diameter	[mm]:3.5341
Length in sample	[mm]:583.44

Εικόνα 15: Παράδειγμα αποτελεσμάτων μέτρησης

3.2.3 Χλωροφύλλη

Η μέτρηση της χλωροφύλλης στα φύλλα έγινε στις 71 ημέρες απο τη σπορά με τη χρήση της συσκευής SPAD-502. Το SPAD-502 είναι ένας μετρητής σχεδιασμένος για να διευκολύνει τους χρήστες να βελτιώσουν την ποιότητα των καλλιεργειών και να αυξήσουν την απόδοση τους, παρέχοντας ένδειξη της ποσότητας χλωροφύλλης που υπάρχει στα φύλλα των φυτών. Η περιεκτικότητα των φυτικών φύλλων σε χλωροφύλλη σχετίζεται με την κατάσταση του φυτού και κατά συνέπεια, μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί πότε είναι απαραίτητη πρόσθετη λίπανση. Με τη βελτιστοποίηση των συνθηκών θρέψης, μπορούν να αναπτυχθούν υγιέστερα φυτά, με αποτέλεσμα την καλύτερη απόδοση και ποιότητα της καλλιέργειας.

3.3 Διαφοροποίηση γενοτύπων βυνοποιήσιμου κριθαριού ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά

3.3.1 Προσδιορισμός της πρωτεΐνης των καρπών

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των σπόρων βυνοποιήσιμου κριθαριού σε πρωτεΐνη έγινε μέσω του ποσοστού του N που βρέθηκε σε αυτούς με τη μέθοδο Kjeldahl.

Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο των σπόρων δίνεται ως ακατέργαστη πρωτεΐνη που προκύπτει ως: %πρωτεΐνη= N*6,25

3.4 Στατιστική ανάλυση

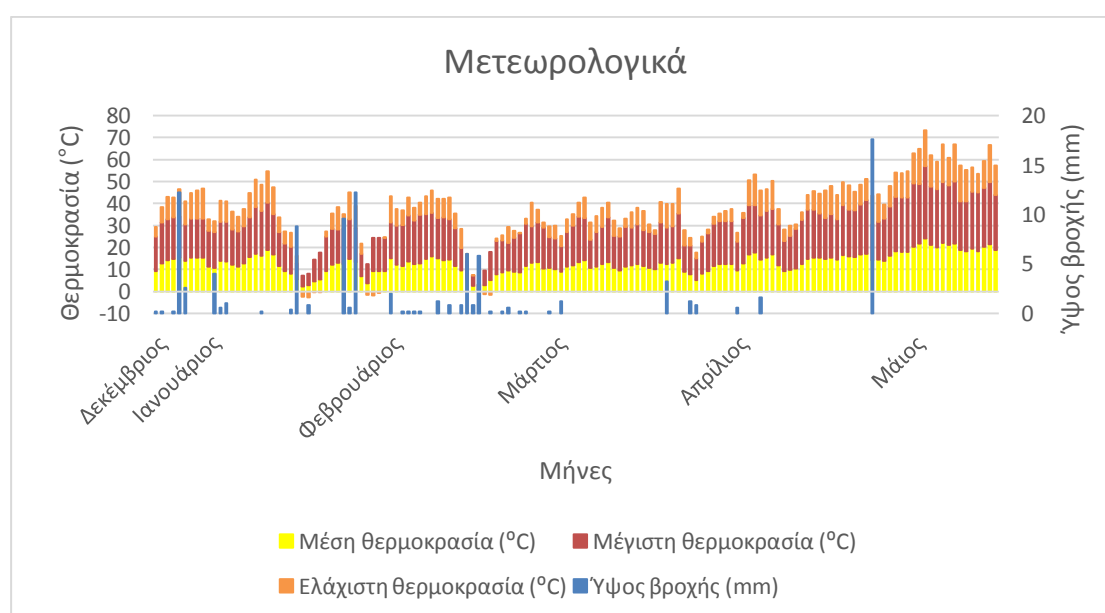
Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά προγράμματα Microsoft Excel και StatGraphics Centurion ver. XVI (Statpoint Technologies Inc.). Επίσης οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν με βάση το κριτήριο του F. Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

4 Αποτελέσματα

4.1 Μετεωρολογικά

Στο διάγραμμα 2 απεικονίζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα που αφορούν τις θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούσαν κατά την καλλιεργητική περίοδο 2020/21. Συγκεκριμένα απεικονίζεται η μέση θερμοκρασία, η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, meteofarm.gr)

Εκείνη τη περίοδο, οι περισσότερες γενότυποι μετέβαιναν από το στάδιο της βλάστησης σπόρου, στο στάδιο αύξησης των φυταρίων με βάση την κλίμακα Zadok's σε αντίθεση με τις G13-38-45, G13-04-62 που στις 29 ημέρες μετά τη σπορά βρίσκονταν στο στάδιο του αδελφώματος. Αντίστοιχες θερμοκρασίες παρατηρούνται μεταξύ των 37-41 και 57-61 ημερών μετά τη σπορά.



Διάγραμμα 2: Απεικόνιση θερμοκρασιακών συνθηκών και ύψους βροχής κατά τη διάρκεια εξέλιξης του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας.

4.2 Διαφοροποίηση γενοτύπων ως προς τα μορφολογικά και φυσιολογικά τους χαρακτηριστικά

4.2.1 Φυτρωτικότητα

Με βάση τον πίνακα 3 μπορούμε να δούμε ότι ο γενότυπος G13-04-20 και ο G13-80-31A δεν είχαν διαφορές μεταξύ τους και παράλληλα είχαν την μέγιστη τιμή ως προς την φυτρωτικότητα. Αντίστοιχες τιμές είχαν επίσης οι Zhana και G13-12-83A ενώ τη χαμηλότερη τιμή είχαν οι G13-79-67B και G13-79-68A.

Πίνακας 3 : Μετρήσεις φυτρωτικότητας

Γενότυποι	Φυτά/m ²
G13-79-67B	179,00
G13-79-68A	179,00
G13-38-74A	179,33
G13-04-59A	186,00
Ghent	192,67
G13-04-22A	193,00
G13-80-29A	199,67
Zhana	206,67
G13-12-83A	206,67
G13-38-45	220,33
G13-79-68B	227,33
G13-04-62	241,00
G13-04-20	241,33
G13-80-31A	241,33

4.2.2 Χλωροφύλλη

Πίνακας 4: Οι μετρήσεις χλωροφύλλης ανά γενότυπο στις 42 ημέρες απο τη σπορά πριν τη λίπανση

Γενότυποι	SPAD
G13-04-59A	382
G13-79-67B	445
G13-79-68A	445
G13-79-68B	462
G13-12-83A	462
G13-80-29A	470
G13-04-62	476
G13-04-20	514
Ghent	516
G13-04-22A	519
G13-80-31A	521
Zhana	528
G13-38-45	540
G13-38-74A	570

Πίνακας 5: Οι μετρήσεις χλωροφύλλης ανά γενότυπο στις 117 ημέρες απο τη σπορά πριν τη λίπανση

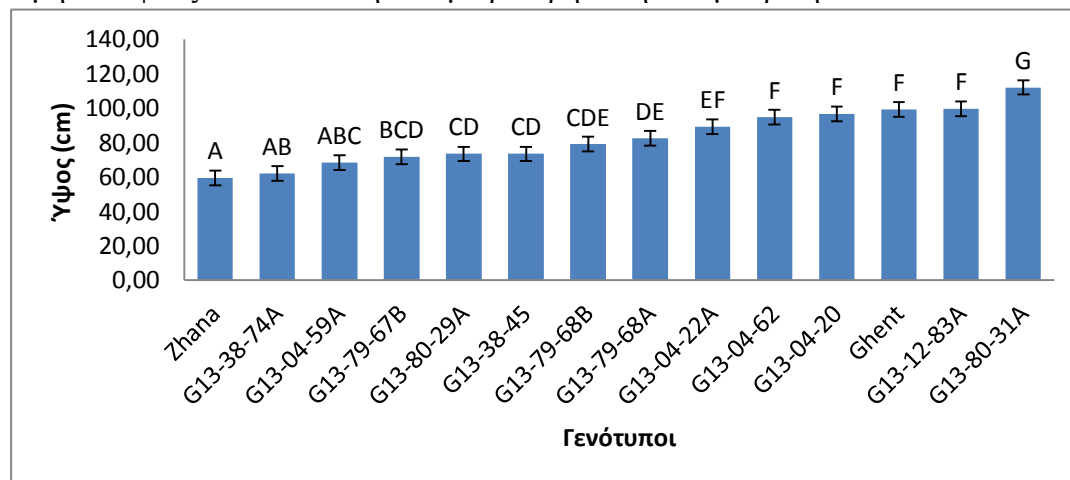
Γενότυποι	SPAD
G13-80-29A	380
G13-38-45	383
G13-79-67B	490
G13-38-74A	491
G13-80-31A	516
G13-04-59A	518

G13-04-22A	536
G13-79-68A	538
G13-04-62	549
Zhana	555
Ghent	675
G13-04-20	681
G13-12-83A	684
G13-79-68B	708

Με βάση τους πίνακες 4 και 5 στις 42 μέρες από τη σπορά το μεγαλύτερο τιμή SPAD είχε η ποικιλία G13-38-74A και το μικρότερο η G13-04-59A. Ενώ στις 117 μέρες από τη σπορά, τη μεγαλύτερη τιμή SPAD την είχε η G13-79-68B και τη μικρότερη η G13-80-29A.

4.2.3 Ύψος φυτού

Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 17) παρατηρούμε ότι το τελικό ύψος διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενότυπων. Συγκεκριμένα ο γενότυπος G13-80-31A παρουσίασε τη μεγαλύτερη τιμή ύψους ενώ την μικρότερη η εμπορική ποικιλία Zhana.



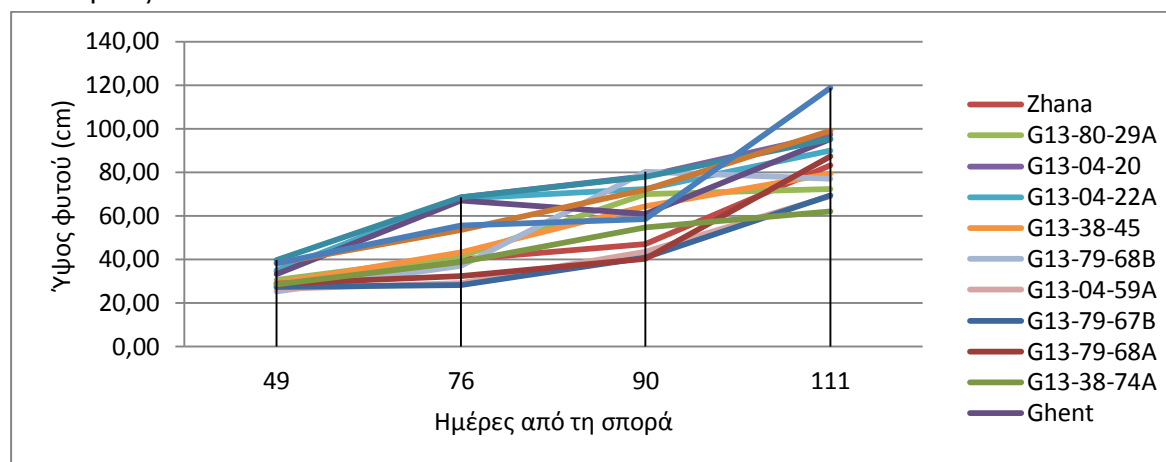
Διάγραμμα 3: Ύψος του φυτού ανά γενότυπο

4.2.4 Πορεία αύξησης του ύψους φυτού ανά γενότυπο

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε σχέση με την πάροδο του χρόνου παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.

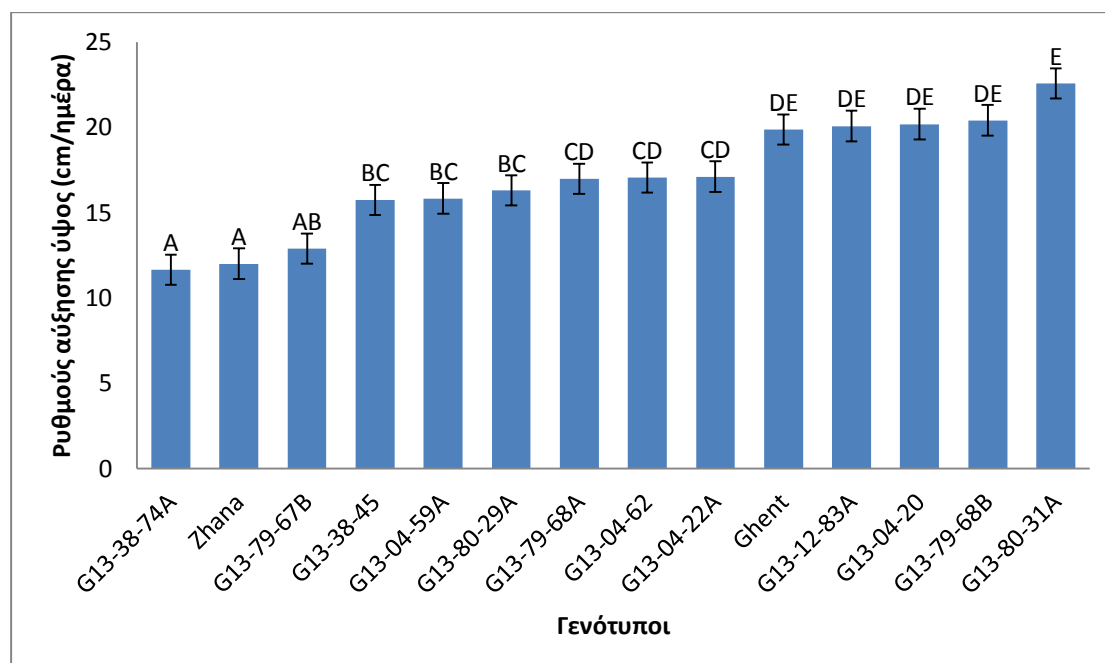
Στην περίπτωση της Zhana παρατηρούμε ότι έχει σχετικά γραμμικό ρυθμό ανάπτυξης του ύψους. Οι γενότυποι G13-80-29A, G13-79-68B, G13-04-59A, G13-79-67B, G13-79-68A και Ghent είχαν μεγάλη ανάπτυξη μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης μέτρησης. Ο G13-04-20 είχε πάλι σχετικά ομαλή ανάπτυξη, όπως και ο G13-04-22A και ο G13-38-45. Η ανάπτυξη στους G13-38-74A και G13-12-83A έτεινε να είναι

γραμμική. Στον G13-04-62 η ανάπτυξη ήταν γραμμική μέχρι τη δεύτερη μέτρηση και μετά είχε μία σταθερά γραμμική πορεία. Και τέλος ο G13-80-31A ξεκινάει ομαλά και από την τρίτη έως την τέταρτη μέτρηση παρατηρείται μεγάλη αύξηση του ύψους.



Διάγραμμα 4 : Πορεία αύξησης του ύψους φυτού ανά γενότυπο

Αναφορικά με το ρυθμό αύξησης του ύψους, με βάση την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 14) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενότυπων, όσον αφορά το ρυθμό αύξησης του ύψους του φυτού. Στο διάγραμμα 5 φαίνεται να υπερισχύει ως προς το ρυθμό αύξησης του ύψους του φυτού, ο γενότυπος G13-80-31A. Αντίθετα η G13-38-74A είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης του ύψους.

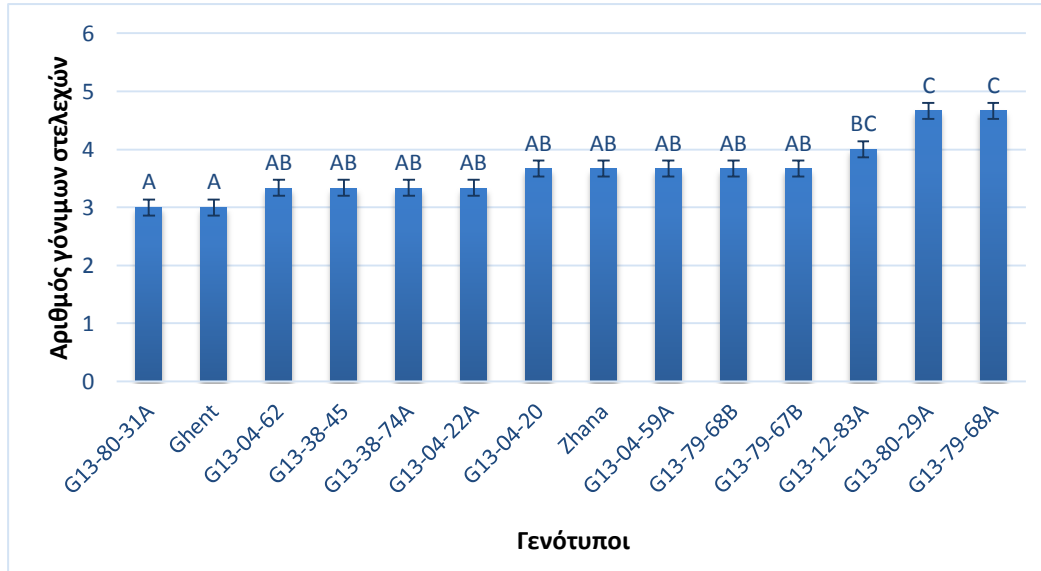


Διάγραμμα 5 : Ρυθμός αύξησης για το ύψος του φυτού ανά γενότυπο

4.2.5 Δευτερεύοντα στελέχη

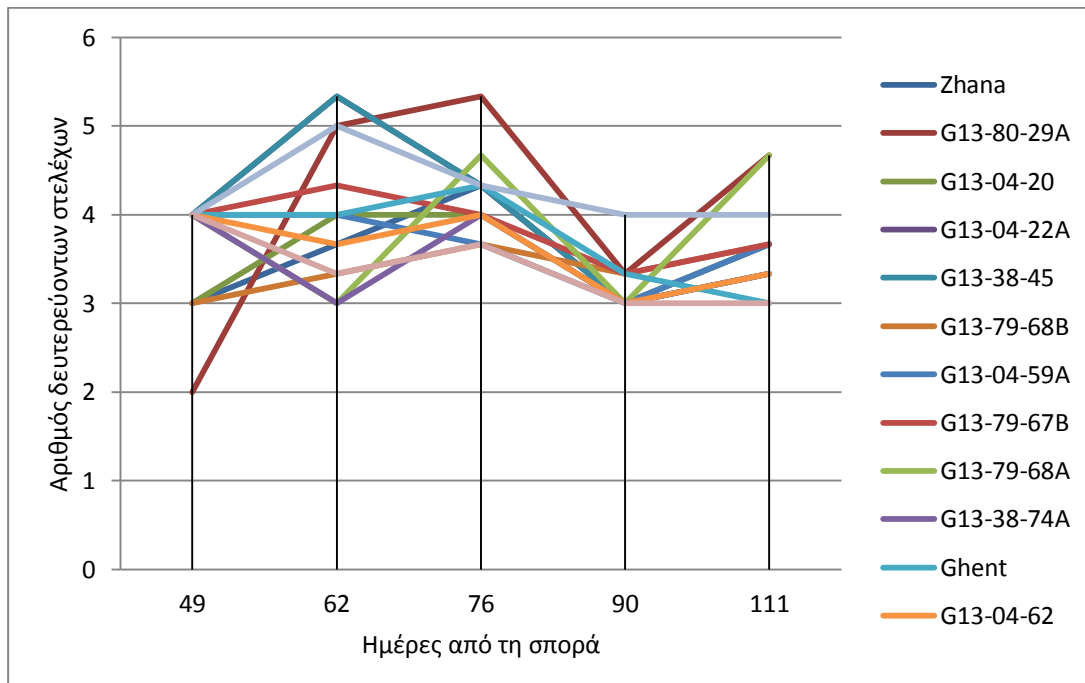
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε σχέση με την πάροδο του χρόνου παρουσιάζονται στο διάγραμμα 6. Τις μεγαλύτερες τιμές ως προς τα δευτερεύοντα

στελέχη είχαν οι G13- 80- 29A και η G13-79-68A. Οι υπόλοιποι γενότυποι είχαν αντίστοιχες τιμές. Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 20) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενοτύπων.



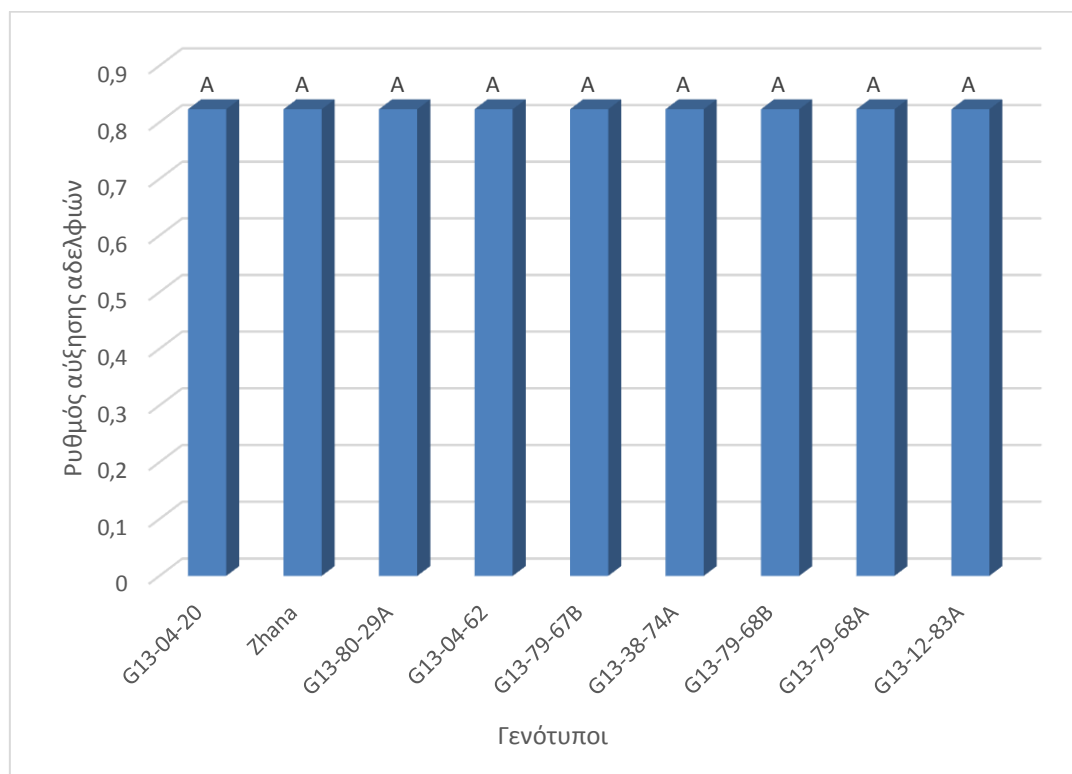
Διάγραμμα 6: Αριθμός γόνιμων στελεχών ανά γενότυπο

Αναφορικά με το διάγραμμα 7, μπορούμε να δούμε ότι η πορεία αύξησης των δευτερευόντων στελεχών τείνει να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου μέχρι τις 90 μέρες από τη σπορά ενώ σε κάποιους γενότυπους δηλαδή στη Zhana και στον G13-80-29A φτάνει σε υψηλές τιμές στις 62 αλλά και στις 76 μέρες από τη σπορά



Διάγραμμα 7: Πορεία αύξησης των δευτερευόντων στελεχών σε κάθε γενότυπο ανά ημέρες μετά τη σπορά

Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 18) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενοτύπων.



Διάγραμμα 8: Ρυθμός αύξησης των δευτερευόντων στελεχών ανά γενότυπο

4.2.6 Μέγεθος φύλλων

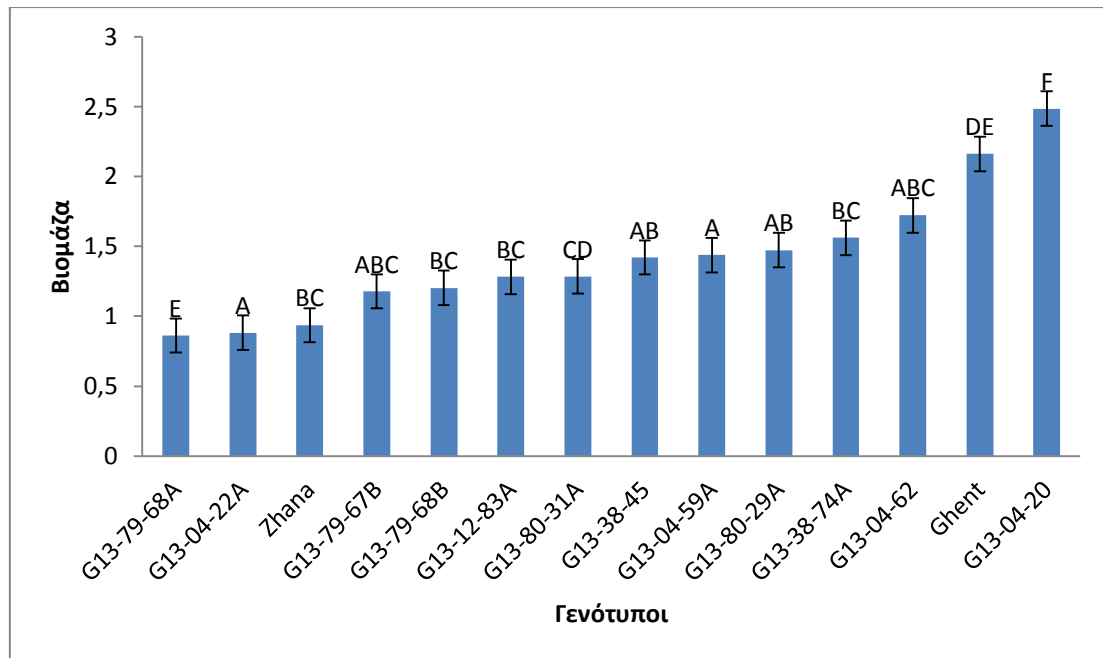
Από τους πίνακα 6 παρατηρούμε ότι το μέγιστο μήκος φύλλου, το έχει ο γενότυπος G13-04-20 και το ελάχιστο η Zhana στις 2/9/21. Ενώ αντίθετα το μεγαλύτερο εμβαδόν του φύλλου το έχει ο γενότυπος G13-80-31A και το μικρότερο η G13-04-59A στην ίδια μέτρηση. Στις 22/3/21 η G13-79-68B είχε και το μεγαλύτερο μήκος και το μεγαλύτερο εμβαδόν, σε αντίθεση με την G13-80-29A που είχε το μικρότερο μήκος και το μικρότερο εμβαδόν.

Πίνακας 6: Διαστάσεις φύλλων ανά γενότυπο στις 9/2/2021

Διαστάσεις φύλλων		
Γενότυποι	Μήκος φύλλου (cm)	Εμβαδόν φύλλου (cm ²)
Zhana	36,03	13,63
G13-80-29A	41,57	20,33
G13-04-20	44,81	19,86
G13-04-22A	39,93	17,73
G13-80-31A	43,25	23,08
G13-38-45	39,53	14,46
G13-79-68B	38,66	18,25
G13-04-59A	36,94	13,32
G13-79-67B	39,46	17,18
G13-04-62	41,81	21,23
Ghent	38,82	15,9
G13-79-68A	40,53	20,66
G13-12-83A	41,49	18,22
G13-38-74A	37,42	16,06

4.2.7 Βιομάζα

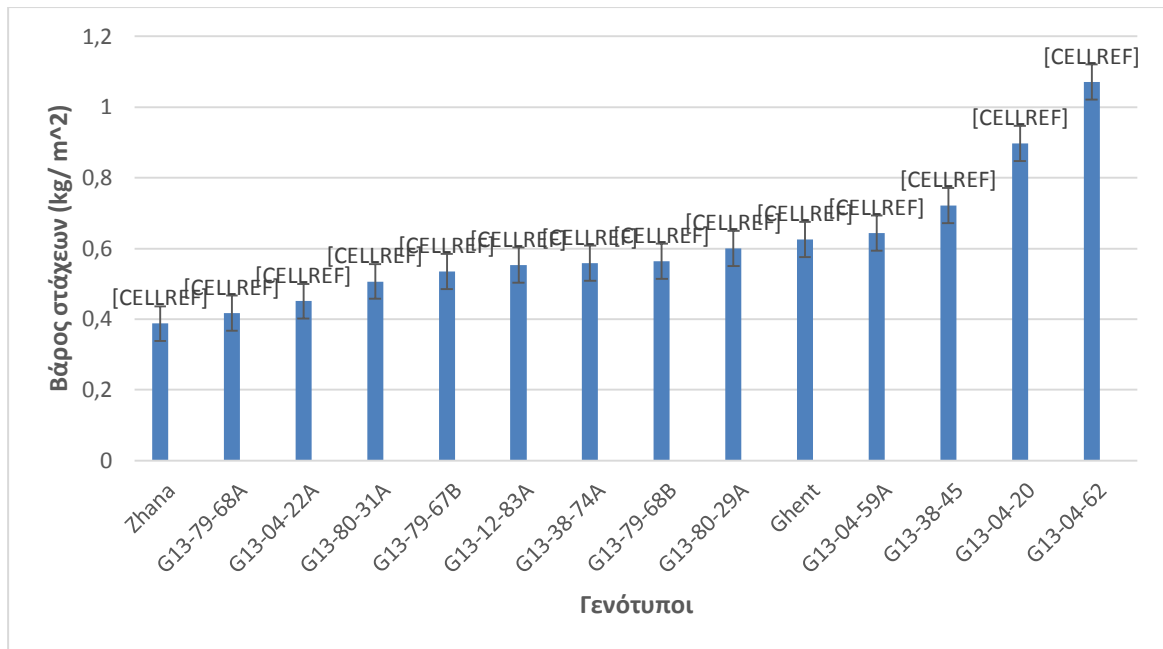
Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 22) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενότυπων. Στο διάγραμμα 9 απεικονίζεται η βιομάζα ανά γενότυπο. Από το διάγραμμα βλέπουμε ότι τη μεγαλύτερη τιμή σε βιομάζα είχε ο γενότυπος G13-04-20. Αντίθετα τη μικρότερη είχε ο γενότυπος G13-79-68A. Από τον πίνακα γίνεται αντιληπτό ότι οι γενότυποι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς την απόδοση της βιομάζας. Γίνεται αντιληπτό, οι γενότυποι G13-79-68A, G13-04-22A, Zhana και G13-79-67B, G13-79-68B δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους. Επίσης οι G13-12-83A, G13-80-31A, G13-38-45, G13-04-59A, G13-80-29A και G13-38-74A δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά.



Διάγραμμα 9: Βιομάζα ανά γενότυπο

4.2.8 Βάρος στάχων (kg/ m²)

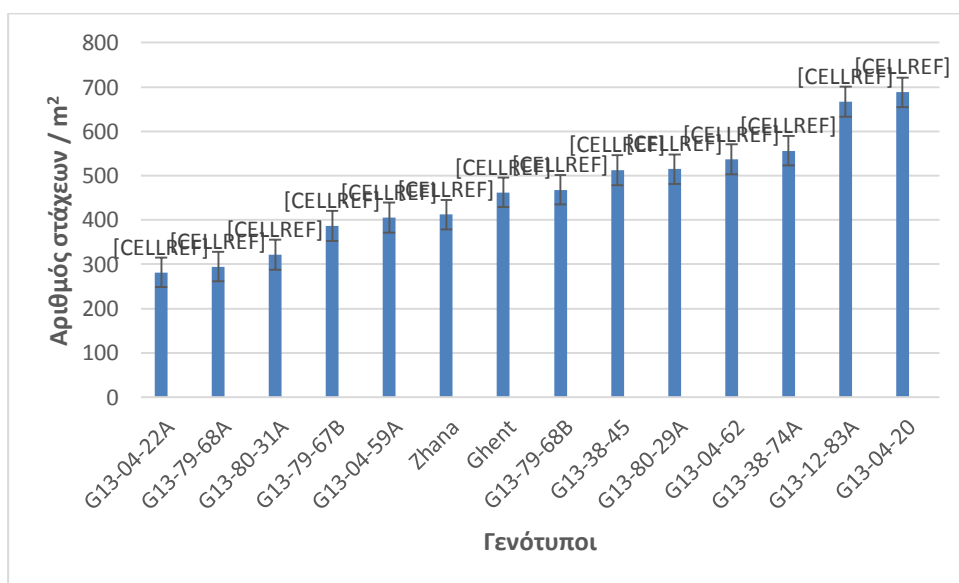
Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 24) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενοτύπων. Στο διάγραμμα 10 απεικονίζεται το βάρος στάχων ανά γενότυπο. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα την ανώτερη τιμή είχε ο γενότυπος G13-04-62 και τη μικρότερη η Zhana. Στον πίνακα 36 του παραρτήματος που απεικονίζονται οι πολλαπλές συγκρίσεις για το βάρος στάχων ανά γενότυπο, στον οποίον παρατηρείται ότι οι γενότυποι Zhana, G13-79-68A, G13-04-22A και G13-80-31A, G13-79-67B, G13-12-83A, G13-38-74A, G13-79-68B, G13-80-29A, Ghent, G13-04-59A δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 10: Βάρος στάξεων ανά γενότυπο

4.2.9 Αριθμός στάξεων / m²

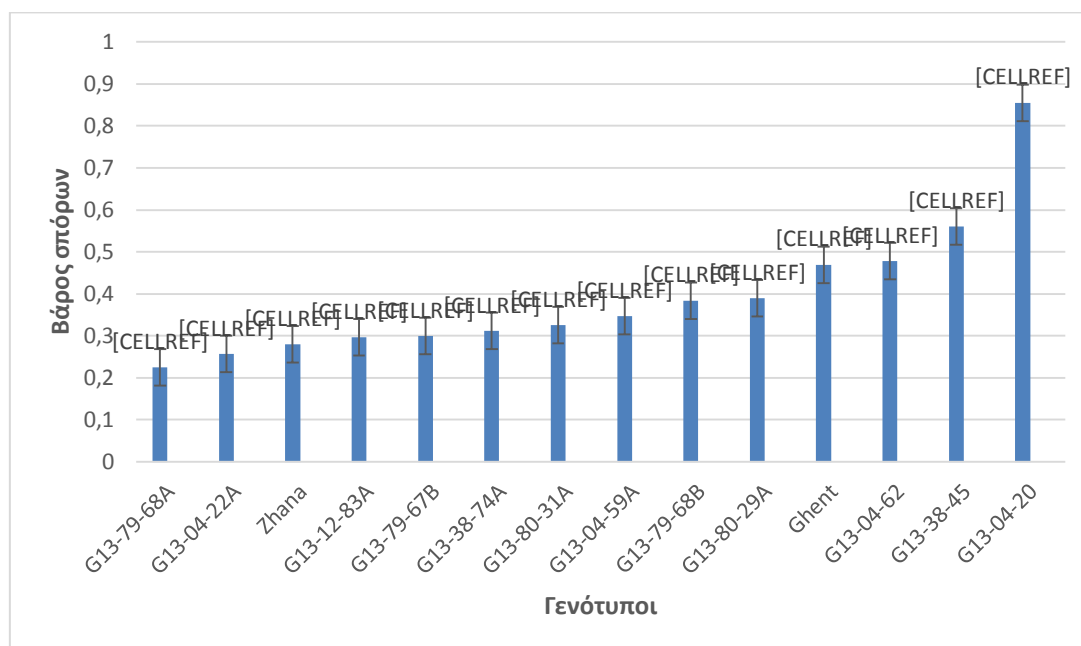
Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 26) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενοτύπων. Στο διάγραμμα 11 απεικονίζεται ο αριθμός των στάξεων / m² ανά γενότυπο. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, την ανώτερη τιμή έλαβε ο γενότυπος, G13-04-20, ενώ τη μικρότερη η G13-04-22A. Στον πίνακα 27 παρατηρείται ότι οι γενότυποι G13-04-22A, G13-79-68A, G13-80-31A και G13-79-67B, G13-04-59A, Zhana, Ghent δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους. Επίσης αντίστοιχα μεταξύ των G13-38-45, G13-80-29A, G13-04-62, G13-38-74A και G13-12-83A, G13-04-20.



Διάγραμμα 11: Αριθμός στάξεων / m² ανά γενότυπο

4.2.10 Βάρος σπόρων

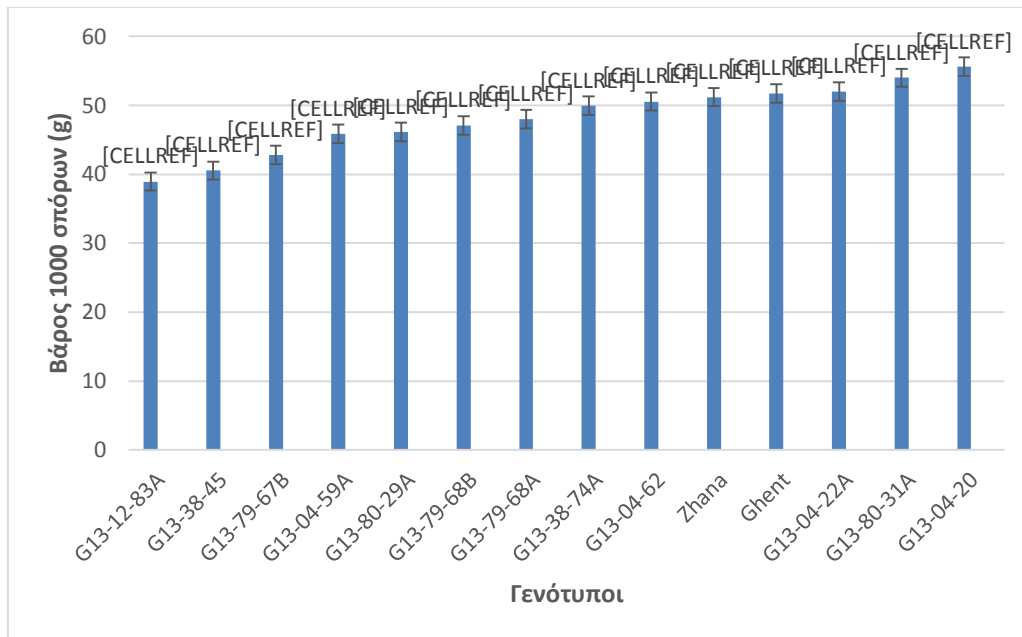
Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 28) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενότυπων. Στο διάγραμμα 12 απεικονίζεται το βάρος των σπόρων ανά γενότυπο. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, ο γενότυπος G13-04-20 έλαβε τη μέγιστη τιμή ενώ η G13-79-68A την ελάχιστη. Αντίθετα από τον πίνακα 29 παρατηρείται ότι οι γενότυποι Zhana, G13-12-83A, G13-79-67B, G13-38-74A, G13-80-31A, G13-04-59A και G13-79-68B, G13-80-29A δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 12: Βάρος σπόρων ανά γενότυπο

4.2.11 Βάρος 1000 σπόρων

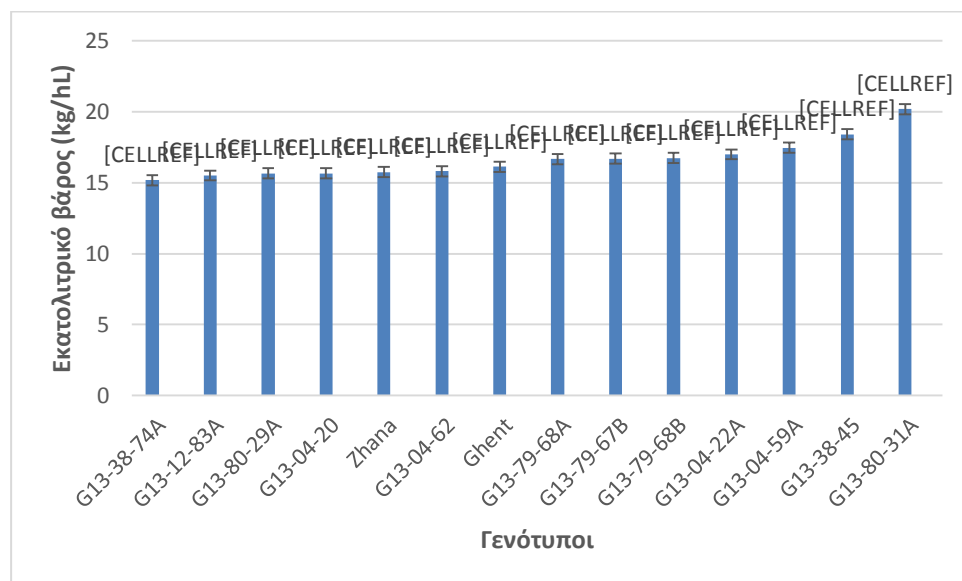
Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 30) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενότυπων. Στο διάγραμμα 13 απεικονίζεται το βάρος των χιλίων σπόρων ανά γενότυπο. Συγκεκριμένα την ελάχιστη τιμή έλαβε ο γενότυπος G13-12-83A και τη μέγιστη η G13-04-20. Οι γενότυποι G13-04-59A, G13-80-29A, G13-79-68B και G13-38-74A, G13-04-62, Zhana, Ghent, G13-04-22A δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 13: Βάρος 1000 σπόρων ανά γενότυπο

4.2.12 Εκατολιτρικό βάρος

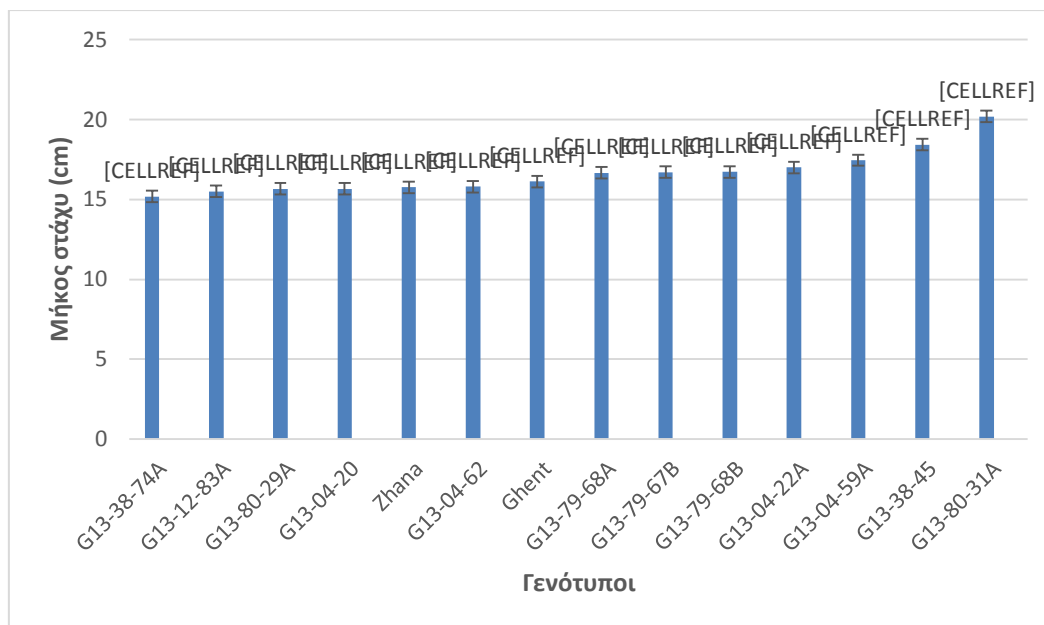
Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 32) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενοτύπων. Στο διάγραμμα 14 απεικονίζεται το εκατολιτρικό ανά γενότυπο. Συγκεκριμένα τη μέγιστη τιμή έχει λάβει ο γενότυπος G13-04-62 και την ελάχιστη η G13-38-74A. Τέλος με βάση τον πίνακα 44 στον οποίο γίνονται οι πολλαπλές συγκρίσεις βλέπουμε ότι οι γενότυποι G13-79-68A, G13-04-59A, Zhana, G13-12-83A, G13-79-68B, Ghent, G13-38-45 και G13-80-31A, G13-04-22A δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 14: Εκατολιτρικό βάρος ανά γενότυπο

4.2.13 Μήκος στάχυ

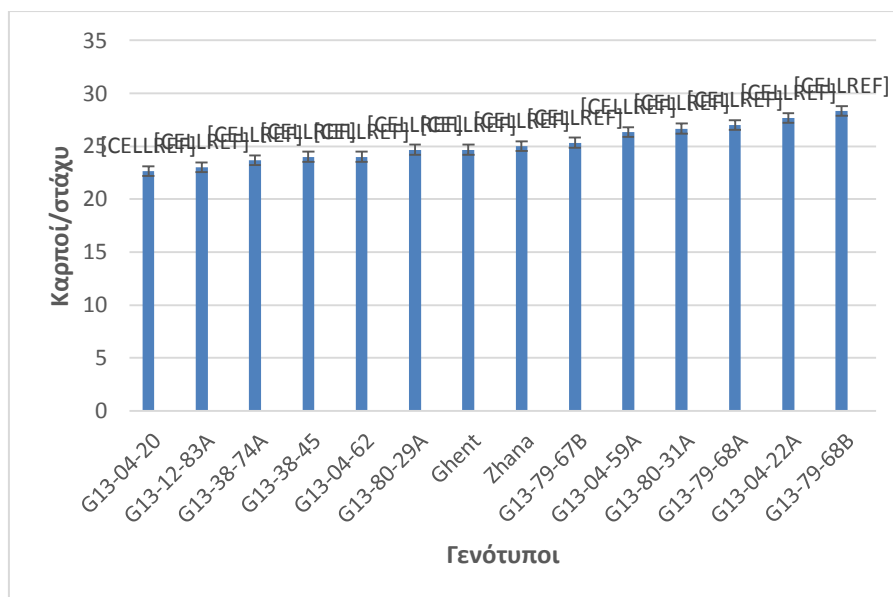
Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 34) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενότυπων. Στο διάγραμμα 15 απεικονίζεται το μήκος στάχυ ανά γενότυπο. Όπως μπορούμε να δούμε από το διάγραμμα μεγαλύτερη τιμή έχει λάβει ο γενότυπος G13-80-31A και μικρότερη η G13-38-74A. Από τον πίνακα 46 στον οποίο απεικονίζονται οι πολλαπλές συγκρίσεις για το μήκος στάχυ ανά γενότυπο.



Διάγραμμα 15: Μήκος στάχυ στους υπο αξιολόγηση γενότυπους

4.2.14 Καρποί/στάχυ

Από την ανάλυση διασποράς (παράρτημα - πίνακας 36) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενότυπων. Στο διάγραμμα 16 απεικονίζονται οι καρποί/στάχυ ανά γενότυπο. Όπως βλέπουμε στο διάγραμμα τους περισσότερους καρπούς ανά στάχυ είχε ο γενότυπος G13-79-68B. Αντίθετα τους λιγότερους εμφάνισε η G13-04-20. Οι γενότυποι G13-38-45, G13-04-62 και G13-80-29A, Ghent, Zhana δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους. Επίσης οι G13-80-31A και G13-79-68A δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 16: Καρποί/στάχυ στους υπο αξιολόγηση γενοτύπους

4.2.15 Πρωτεΐνη

Εντός ορίων ήταν οι γενότυποι που απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 7: Γενότυποι με περιεκτικότητα πρωτεΐνης εντός των επιθυμητών ορίων (9,5-11,5%)

G13-04-59A	10,70%
G13-80-31A	10,50%
G13-79-68A	10,64%
G13-79-67B	11,45%

Συγκεκριμένα οι γενότυποι που βρίσκονταν εντός των επιθυμητών ορίων ήταν οι G13-04-59A, G13-80-31A, G13-79-67B και G13-79-68A.

Πίνακας 8: Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στους υπο αξιολόγηση γενοτύπους

Γενότυποι	Περιεκτικότητα πρωτεΐνης
G13-80-29A	8.37%
Zhana	8.41%
G13-38-74A	8.63%
G13-38-45	8.67%
G13-80-31A	10.50%
G13-79-68A	10.64%
G13-04-59A	10.70%
G13-79-67B	11.45%
G13-04-62	11.67%
G13-04-22A	11.81%
G13-04-20	12.61%
G13-79-68B	13.04%
G13-12-83A	13.46%
Ghent	13.86%

4.2.16 Βυνοποιήσιμο άλεσμα

Με βάση το πίνακα 17 παρατηρούμε, ότι το μέγιστο βυνοποιήσιμο άλεσμα εμφάνισε ο γενότυπος Zhana ενώ την ελάχιστη η G13-79-68B.

Πίνακας 9 : Βυνοποιήσιμο άλεσμα ανά γενότυπο

Γενότυπος	Βυνοποιήσιμο άλεσμα
G13-79-68B	90.04%
G13-38-74A	90.94%
G13-80-29A	91.19%
Ghent	92.18%
G13-04-22A	92.23%
G13-38-45	93.17%
G13-79-68A	93.20%
G13-04-62	93.40%
G13-79-67B	93.48%
G13-04-59A	94.19%
G13-04-20	94.75%
G13-80-31A	95.12%
G13-12-83A	95.67%
Zhana	95.98%

4.2.17 Ποσοστό κόκκων

Πίνακας 10: Κατηγοριοποίηση του μεγέθους των κόκκων ανά γενότυπο

Γενότυπος	Ποσοστό κόκκων με μέγεθος > 2,8 (mm)	Γενότυπος	Ποσοστό κόκκων με μέγεθος > 2,5 (mm)	Γενότυπος	Ποσοστό κόκκων με μέγεθος >2.2
G13-38-74A	5.00%	Zhana	30.02%	Zhana	5.88%
Ghent	9.77%	G13-04-20	32.65%	G13-80-31A	6.02%
G13-79-68B	12.00%	G13-12-83A	34.62%	G13-04-20	7.89%
G13-04-62	13.41%	G13-04-22A	39.45%	G13-79-67B	9.12%
G13-80-29A	15.15%	G13-79-67B	39.80%	G13-12-83A	9.18%
G13-38-45	16.25%	G13-79-68A	49.37%	G13-04-22A	9.32%
G13-04-59A	17.08%	Ghent	53.79%	G13-04-62	12.10%
G13-79-68A	22.98%	G13-79-68B	54.88%	G13-80-29A	16.94%
G13-80-31A	30.08%	G13-04-59A	55.22%	G13-79-68A	20.85%
G13-04-22A	43.46%	G13-38-45	56.03%	G13-38-45	20.89%
G13-79-67B	44.56%	G13-38-74A	58.05%	G13-04-59A	21.89%
G13-12-83A	51.87%	G13-80-31A	59.02%	G13-79-68B	23.15%
G13-04-20	54.21%	G13-80-29A	59.10%	G13-38-74A	27.89%
Zhana	60.08%	G13-04-62	67.89%	Ghent	28.62%

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη τιμή για το ποσοστό κόκκων με μέγεθος 2,8 (mm) εμφάνισε η Zhana ενώ την ελάχιστη η G13-38-74A. Επίσης τι την μεγαλύτερη τιμή για το ποσοστό κόκκων με μέγεθος 2,5 (mm) είχε η G13-04-62 ενώ την ελάχιστη η Zhana. Αντίθετα την μεγαλύτερη τιμή για το ποσοστό κόκκων με μέγεθος > 2.2 απέκτησε η Ghent ενώ την ελάχιστη η Zhana. Την μεγαλύτερη τιμή για το ποσοστό κόκκων με μέγεθος > 2.5 είχε επίσης η Zhana ενώ την ελάχιστη η G13-38-74A.

4.2.18 Ζωτικότητα

Με βάση τον πίνακα 19 παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη τιμή για τη βλαστικότητα ανά γενότυπο εμφάνισε η G13-80-31A και η G13-38-74A, ενώ την ελάχιστη η G13-04-59A.

Πίνακας 11: Ζωτικότητα ανά γενότυπο

Γενότυπος	Ζωτικότητα (%)
G13-04-59A	89.3%
G13-79-68A	93.3%
Ghent	93.3%
G13-80-29A	93.3%
G13-79-67B	93.3%
Zhana	96.0%
G13-04-22A	96.0%
G13-38-45	96.0%
G13-79-68B	97.3%
G13-04-62	97.3%
G13-12-83A	97.3%
G13-04-20	97.3%
G13-80-31A	100.0%
G13-38-74A	100.0%

4.2.19 Βλαστικότητα

Με βάση τον πίνακα 20 παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη τιμή για τη βλαστικότητα ανά γενότυπο εμφάνισε η Zhana, η G13-79-68A και η G13-04-20, ενώ την ελάχιστη η G13-80-29A.

Πίνακας 12: Βλαστικότητα ανά γενότυπο

Γενότυπος	Βλαστικότητα (%)
G13-80-29A	78.70%
Ghent	80.00%
G13-38-45	81.30%
G13-79-67B	90.70%
G13-79-68B	93.30%
G13-80-31A	96.00%
G13-04-22A	96.00%
G13-04-62	96.00%
G13-38-74A	97.30%
G13-04-59A	98.70%
G13-12-83A	98.70%
Zhana	100.00%
G13-79-68A	100.00%
G13-04-20	100.00%

5 Συζήτηση

Η φυτρωτικότητα διέφερε μεταξύ των γενοτύπων. Συγκεκριμένα ακολούθησε την κατανομή: G13-04-20 = G13-80-31A > G13-04-62 > G13-79-68B > G13-38-45 > Zhana > G13-12-83A > G13-80-29A > G13-04-22A > Ghent > G13-04-59A > G13-38-74A > G13-79-67B = G13-79-68A

Οι μετρήσεις SPAD ανά γενότυπο στις 42 ημέρες απο τη σπορά πριν τη λίπανση. Συγκεκριμένα ακολούθησε την κατανομή: G13-38-74A > G13-38-45 > Zhana > G13-80-31A > G13-04-22A > Ghent > G13-04-20 > G13-04-62 > G13-80-29A > G13-12-83A > G13-79-68B > G13-79-68A > G13-79-67B > G13-04-59A

Οι μετρήσεις SPAD ανά γενότυπο στις 117 ημέρες απο τη σπορά πριν τη λίπανση: Συγκεκριμένα ακολούθησε την κατανομή: G13-79-68B > G13-12-83A > G13-04-20 > Ghent > Zhana > G13-04-62 > G13-79-68A > G13-04-22A > G13-04-59A > G13-80-31A > G13-38-74A > G13-79-67B > G13-38-45 > G13-80-29A

Μέγιστο ύψος φυτού είχε ο γενότυπος G13-80-31A. Αντίθετα η Zhana είχε το μικρότερο ύψος.

Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-80-31A > G13-12-83A > Ghent > G13-04-20 > G13-04-62 > G13-04-22A > G13-79-68A > G13-79-68B > G13-38-45 > G13-80-29A > G13-79-67B > G13-04-59A > G13-38-74A > Zhana

Μέγιστο ρυθμό αύξησης του ύψους του φυτού εμφάνισε ο γενότυπος G13-80-31A. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-80-31A > G13-79-68B > G13-04-20 > G13-12-83A > Ghent > G13-04-22A > G13-04-62 > G13-79-68A > G13-80-29A > G13-04-59A > G13-38-45 > G13-79-67B > Zhana > G13-38-74A

Τον υψηλότερο αριθμό δευτερευόντων στελεχών είχε ο γενότυπος G13-38-74A στις 62 ημέρες μετά τη σπορά, ενώ οι G13-80-31A και Ghent δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-38-74A > Zhana > G13-79-67B > G13-38-45 > G13-04-59A > G13-80-29A > G13-79-68A > G13-04-62 > G13-04-22A > Ghent > G13-12-83A > G13-04-20 > G13-79-68B > G13-80-31A

Για το ρυθμό αύξησης δευτερευόντων στελεχών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5% μεταξύ των γενοτύπων

Την υψηλότερη τιμή για τη βιομάζα επιτεύχθηκε με τη ποικιλία G13-04-20. Ο γενότυπος G13-79-68A, από την άλλη πλευρά, είχε τη χαμηλότερη τιμή. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-20 > Ghent > G13-04-62 > G13-38-74A > G13-80-29A > G13-04-59A > G13-38-45 > G13-80-31A > G13-12-83A > G13-79-68B > G13-79-67B > Zhana > G13-04-22A > G13-79-68A

Την υψηλότερη τιμή για το βάρος στάχτων είχε η G13-04-62 και τη χαμηλότερη η Zhana. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-62 > G13-04-20 > G13-38-45 > G13-

04-59A > Ghent > G13-80-29A > G13-79-68B > G13-38-74A > G13-12-83A > G13-79-67B > G13-80-31A > G13-04-22A > G13-79-68A > Zhana

Την ανώτερη τιμή για τον αριθμό στάξεων ανά τετραγωνικό έλαβε ο γενότυπος, G13-04-20 , ενώ τη μικρότερη η G13-04-22A. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-20 > G13-12-83A > G13-38-74A > G13-04-62 > G13-80-29A > G13-38-45 > G13-79-68B > Ghent > Zhana > G13-04-59A > G13-79-67B > G13-80-31A > G13-79-68A > G13-04-22A

Τη μέγιστη τιμή για το το βάρος των σπόρων έλαβε ο γενότυπος G13-04-20 ενώ η G13-79-68A την ελάχιστη. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-20 > G13-38-45 > G13-04-62 > Ghent > G13-80-29A > G13-79-68B > G13-04-59A > G13-80-31A > G13-38-74A > G13-79-67B > G13-12-83A > Zhana > G13-04-22A > G13-79-68A

Τη μέγιστη για το βάρος των χιλίων σπόρων έλαβε ο γενότυπος G13-04-20 και την ελάχιστη τιμή ο G13-12-83A. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-20 > G13-80-31A > G13-04-22A > Ghent > Zhana > G13-04-62 > G13-38-74A > G13-79-68A > G13-79-68B > G13-80-29A > G13-04-59A > G13-79-67B > G13-38-45 > G13-12-83A

Τη μέγιστη τιμή για το εκατολιτρικό έχει λάβει ο γενότυπος G13-04-62 και την ελάχιστη η G13-38-74A. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-62 > G13-80-29A > G13-38-45 > Ghent > G13-79-68B > G13-12-83A > Zhana > G13-04-59A > G13-79-68A > G13-04-20 > G13-04-22A > G13-80-31A > G13-79-67B > G13-38-74A

Μεγαλύτερη τιμή για το το μήκος στάχυ έχει λάβει ο γενότυπος G13-80-31A και μικρότερη η G13-38-74A. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-80-31A > G13-38-45 > G13-04-59A > G13-04-22A > G13-79-68B > G13-79-67B > G13-79-68A > Ghent > G13-04-62 > Zhana > G13-04-20 > G13-80-29A > G13-12-83A > G13-38-74A

Τους περισσότερους καρπούς ανά στάχυ είχε ο γενότυπος G13-79-68B. Αντίθετα τους λιγότερους εμφάνισε η G13-04-20. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-79-68B > G13-04-22A > G13-79-68A > G13-80-31A > G13-04-59A > G13-79-67B > Zhana > Ghent > G13-80-29A > G13-04-62 > G13-38-45 > G13-38-74A > G13-12-83A > G13-04-20

Τη μέγιστη τιμή σε πρωτεΐνη είχε ο γενότυπος Ghent ενώ μέγιστη περιεκτικότητα βύνης εμφάνισε ο γενότυπος Zhana. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν Ghent > G13-12-83A > G13-79-68B > G13-04-20 > G13-04-22A > G13-04-62 > G13-79-67B > G13-04-59A > G13-79-68A > G13-80-31A > G13-38-45 > G13-38-74A > Zhana > G13-80-29A

Το μέγιστο βυνοποιήσιμο άλεσμα εμφάνισε ο γενότυπος Zhana ενώ την ελάχιστη η G13-79-68B. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν Zhana > G13-12-83A > G13-80-31A > G13-04-20 > G13-04-59A > G13-79-67B > G13-04-62 > G13-79-68A > G13-38-45 > G13-04-22A > Ghent > G13-80-29A > G13-38-74A > G13-79-68B

Μεγαλύτερη τιμή για το ποσοστό καρπών με μέγεθος 2,8 (mm) ανά γενότυπο εμφάνισε επίσης η Zhana. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν Zhana > G13-04-20 > G13-12-83A > G13-79-67B > G13-04-22A > G13-80-31A > G13-79-68A > G13-04-59A > G13-38-45 > G13-80-29A > G13-04-62 > G13-79-68B > Ghent > G13-38-74A

Μεγαλύτερη τιμή για το ποσοστό καρπών με μέγεθος > 2.2 ανά γενότυπο εμφάνισε η Ghent. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν Ghent > G13-38-74A > G13-79-68B > G13-04-59A > G13-38-45 > G13-79-68A > G13-80-29A > G13-04-62 > G13-04-22A > G13-12-83A > G13-79-67B > G13-04-20 > G13-80-31A > Zhana

Τη μεγαλύτερη τιμή για το ποσοστό καρπών με μέγεθος > 2.5 ανά γενότυπο εμφάνισε η G13-04-62. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-62 > G13-80-29A > G13-80-31A > G13-38-74A > G13-38-45 > G13-04-59A > G13-79-68B > Ghent > G13-79-68A > G13-79-67B > G13-04-22A > G13-12-83A > G13-04-20 > Zhana

Τη μέγιστη τιμή ως προς την ζωτικότητα εμφάνισαν οι γενότυποι G13-80-31A και G13-38-74A ενώ την ελάχιστη η G13-04-59A. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-38-74A=G13-80-31A > G13-04-20 > G13-12-83A > G13-04-62 > G13-79-68B > G13-38-45 > G13-04-22A > Zhana > G13-79-67B > G13-80-29A > Ghent > G13-79-68A > G13-04-59A

Τη μεγαλύτερη τιμή για τη βλαστικότητα ανά γενότυπο είχε η Zhana όπως και η G13-79-68A και η G13-04-20. Συγκεκριμένα η κατάταξη ήταν G13-04-20=G13-79-68A=Zhana > G13-12-83A > G13-04-59A > G13-38-74A > G13-04-62 > G13-04-22A > G13-80-31A > G13-79-68B > G13-79-67B > G13-38-45 > Ghent > G13-80-29A

Συνοπτικά

Η G13-80-31 εμφάνισε το μέγιστο ρυθμό αύξησης του ύψους του φυτού και το μεγαλύτερο μήκος του στάχου, εμφάνισε όμως και τον μικρότερο ρυθμό αύξησης του ύψους. Η G13-04-20 εμφάνισε τη μέγιστη παραγωγή βιομάζας, το μέγιστο βάρος 1000 σπόρων, το μέγιστο αριθμό στάξεων και το μέγιστο βάρος σπόρων, όμως εμφάνισε και τους λιγότερους καρπούς ανά στάχου. Από την άλλη πλευρά τη μέγιστη τιμή σε πρωτεΐνη είχε ο γενότυπος Ghent ενώ μέγιστη περιεκτικότητα βύνης εμφάνισε ο γενότυπος Zhana. Μεγαλύτερη τιμή για τη διαβάθμιση 2,8 (mm) ανά γενότυπο εμφάνισε επίσης η Zhana. Όμως μεγαλύτερη τιμή για τη διαβάθμιση 2,5 (mm) ανά γενότυπο εμφάνισε η G13-04-62. Ωστόσο μεγαλύτερη τιμή για τη διαβάθμιση > 2.2 ανά γενότυπο εμφάνισε η Ghent. Ακόμα τη μεγαλύτερη τιμή για τη διαβάθμιση > 2.5 ανά γενότυπο εμφάνισε η Zhana. Τη μέγιστη τιμή ως προς την ζωτικότητα εμφάνισαν οι γενότυποι G13-80-31A και G13-38-74A ενώ την ελάχιστη η G13-04-59A. Η Zhana επίσης εμφάνισε την μεγαλύτερη τιμή για τη βλαστικότητα ανά γενότυπο όπως και η G13-79-68A και η G13-04-20. Μέγιστη τιμή για τη βλαστικότητα ανά γενότυπο εμφάνισε η G13-80-31A.

Όπως έχουμε δει και στη βιβλιογραφία, ο αριθμός των καρπών ανά στάχυ επηρεάστηκε από τις κύριες επιδράσεις των συνθηκών εδαφικής υγρασίας και τον γονότυπο του σκληρού σιταριού. Έχει παρατηρηθεί μια συνεπής τάση κατά τη χαρτογράφηση του αριθμού των καρπών ανά στάχυ κατά μήκος του στάχου, συγκεκριμένα σε μια μελέτη ο αριθμός καρπών ανά στάχυ μειώθηκε προοδευτικά σε όλες τις θέσεις των στάχων με την αύξηση της έντασης της ξηροθερμικής καταπόνησης. (Vahamidis et al-2019-Annals of Applied Biology)

Με μικρές εξαιρέσεις, οι υδατικές συνθήκες και οι γονότυποι είχαν σημαντική επίδραση στη σπορά. (Vahamidis et al-2019-Annals of Applied Biology)

Ο μικρότερος αριθμός δευτερευόντων στελεχών ανά στάχυ μπορεί να αποδοθεί στην υψηλότερη καταπόνηση ξηρασίας που υπέστησαν τα φυτά κατά την περίοδο από το στάδιο της διπλής κορυφογραμμής έως το στάδιο του ξεσταχιάσματος και πιθανώς λόγω των μετεωρολογικών συνθηκών που παρουσιάστηκαν κατά την περίοδο από τη φάση επιβίωσης των ανθέων μέχρι το τέλος της φάσης προσδιορισμού της σποροπαραγωγής (δηλαδή, κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης μπορεί να επηρεαστεί μόνο η γονιμότητα των σπερμάτων). (Vahamidis et al-2019-Annals of Applied Biology). Επίσης ο αριθμός των γόνιμων σπερμάτων ανά στάχυ μπορεί να θεωρηθεί ο καλύτερος προγνωστικός δείκτης του αριθμού των καρπών ανά στάχυ στις σύγχρονες ποικιλίες, όταν το υδατικό καθεστώς είναι η κύρια πηγή διακύμανσης. Αντίθετα, ο προσδιορισμός του αριθμού καρπών ανά στάχυ στις ποικιλίες γης εξηγείται καλύτερα από τη διακύμανση των γόνιμων ανθέων ανά στάχυ. (Vahamidis et al-2019-Annals of Applied Biology)

Επίσης έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία ότι η υδατική καταπόνηση μπορεί να μειώσει σημαντικά τον αριθμό των καρπών ανά στάχυ στο σκληρό σιτάρι καθώς και όλα τα συστατικά του. Η διακύμανση της υδατικής κατάστασης των φυτών για την περίοδο από το στάδιο της διπλής κορυφογραμμής μέχρι την ανθοφορία θα μπορούσε να εξηγήσει το μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης του αριθμού των καρπών ανά στάχυ, των γόνιμων ανθέων ανά στάχυ, της στάσης των καρπών και των γόνιμων ανθέων ανά στάχυ (Vahamidis et al-2019-Annals of Applied Biology)

Οι ποικιλίες βυνοποιήσιμου κριθαριού δύο σειρών με την εγγενή ικανότητα να σχηματίζουν πολλούς καρπούς/στάχυ (δηλ. περισσότερους από 26) έχουν σταθερά υψηλότερο κίνδυνο να παράγουν ανεπαρκώς μεγάλους καρπούς υπό τις εξεταζόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Έχει αποδειχθεί επίσης, ότι ο αριθμός των καρπών/m² είχε σημαντικά μεγαλύτερη αρνητική επίδραση στους μεγάλους καρπούς σε συνθήκες χαμηλής απόδοσης σε σύγκριση με τις συνθήκες μέσης και υψηλής απόδοσης. (Vahamidis et al - Grain size variation in two-rowed malt barley under Mediterranean conditions_ Phenotypic plasticity and relevant trade-offs _ Elsevier Enhanced Reader)

Επιπλέον, μια ισχυρά θετική συσχέτιση μεταξύ των καρπών ανά στάχυ και του μεγέθους των καρπών μπορεί επίσης να είναι εφικτή υπό ορισμένες συνθήκες (π.χ. Florence et al., 2019).

Η συγκέντρωση πρωτεΐνης στον καρπό σύμφωνα με πολλούς ερευνητές είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό της ποιότητας του κριθαριού (Newman et al., 1981; Jenner et al., 1991; Johanson et al., 2001) ειδικά για τις ποικιλίες που προορίζονται για βυνοποίηση και ζωοτροφή (Bertholdsson, 1999). Στις ποικιλίες κριθαριού που προορίζονται για βυνοποίηση η συγκέντρωση πρωτεΐνης πρέπει να είναι μεταξύ 9% και 11% (Bertholdsson, 1999), ενώ στις ποικιλίες που προορίζονται για ζωοτροφή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 11%. Για την Ευρώπη όπου βυνοποιείται κυρίως δίστιχο κριθάρι είναι αποδεκτά τα όρια 7-11%, ενώ για την Αμερική μέχρι 12,5% επειδή βυνοποιούνται και εξάστιχες ποικιλίες (Παπαστεφάνου, 1979). Υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο, καθώς και υψηλό ποσοστό βασικών αμινοξέων ανώτερης βιολογικής αξίας, όπως η λυσίνη και η μεθειονίνη, είναι τα βασικά στοιχεία καθορισμού της θρεπτικής αξίας του κριθαριού που προορίζεται για ζωοτροφή (Rasmusson, 1985; Foster and Prentice, 1987). Από την άλλη πλευρά, η υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη κάνει αδύνατη την παραγωγή υψηλού ποσοστού εκχυλίσματος, που είναι το ζητούμενο και καθιστά την ποικιλία ακατάλληλη για την ζυθοποιία (Cook, 1962) και συντελεί μαζί με άλλους παράγοντες στο μη επιθυμητό θόλωμα της μύρας (Cook, 1962; Burger and Lamburge, 1985) που οφείλεται στην καταβύθιση διαλυτών πρωτεϊνών.

Το μέγεθος κόκκων, η κατανομή του μεγέθους και η συγκέντρωση πρωτεΐνης κόκκων είναι μεταξύ των σημαντικότερων ποιοτικών χαρακτηριστικών για το κριθάρι βυνοζυθοποιίας (Grashoff and D'Antuono, 1997). Οι βυνοποιίες και οι ζυθοποιίες έχουν καιρό αναγνωρίσει θετική σχέση μεταξύ του μεγέθους / βάρους του καρπού και της απόδοσης σε εκχύλισμα βύνης (Schwarz and Li, 2010). Αυτό είναι κρίσιμο επειδή η ποσότητα του εκχυλίσματος καθορίζει την ποσότητα μύρας που μπορεί να παραχθεί (Li et al., 2008). Επιπλέον, πρωτεΐνη κόκκων πάνω από 12-13% μειώνει την απόδοση σε εκχύλισμα, με αποτέλεσμα μύρα που δεν είναι διαυγής και μπορεί να επιβραδύνει την έναρξη της βλάστησης των σπόρων. Από την άλλη πλευρά, η ανεπαρκής περιεκτικότητα πρωτεΐνης σε κόκκους μπορεί να σχετίζεται με χαμηλή δραστηριότητα ενζύμων αποικοδόμησης αμύλου, με μειωμένο σχηματισμό αφρού και υποδεέστερη γεύση και θρεπτική αξία της μύρας, υποδηλώνοντας διπλή επίδραση πρωτεϊνικού περιεχομένου στην ποιότητα της βύνης (Wu et al., 2015). Η συγκέντρωση της πρωτεΐνης στον καρπό καθορίζεται από τον γενότυπο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το άζωτο, την εδαφική υγρασία και την θερμοκρασία (Johansson et al., 2001). Από βιομηχανική προοπτική, το στρες της ξηρασίας μπορεί να επηρεάσει ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες των σιτηρών (Bertholdsson, 1999) και το μέγεθος των κόκκων. Σε έρευνα βρέθηκε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η αζωτούχος λίπανση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των αποθηκευτικών πρωτεϊνών, άρα και των συνολικών (Killen et al., 1978). Όμως δεν ανταποκρίνονται όλες οι ποικιλίες κριθαριού με τον ίδιο τρόπο στη λίπανση με άζωτο (El-Negoumy et al., 1982). Γενικά το πρωτεϊνικό περιεχόμενο αυξάνεται με την αζωτούχο λίπανση (Θεουλάκης κ.ά., 1992; Μπλαδενόπουλος και Γκατζιάνας, 2001), ωστόσο η προσθήκη φωσφόρου και καλίου δεν το επηρεάζουν. Υπάρχουν αρκετές ποικιλίες κριθαριού με υψηλή συγκέντρωση πρωτεΐνης και

γίνονται προσπάθειες για να ενσωματωθούν τα αντίστοιχα γονίδια σε ποικιλίες με υψηλές αποδόσεις (Jensen and Nielsen, 1982). Ο συντελεστής κληρονομικής ικανότητας για την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη βρέθηκε σε 14 μελέτες, ότι είχε τιμή κατά μέσο όρο 0,53 (Hockett and Nilan, 1985) με πολύ μεγάλη διακύμανση όμως των τιμών (5-98). Όμως, αναφέρεται από πολλούς ερευνητές ότι η κληρονομικότητα των γονιδίων που αφορούν τη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ήταν η χαμηλότερη από άλλα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν (Wegrzym et al, 1982).

Το άζωτο είναι το βασικό δομικό συστατικό των πρωτεϊνών και έχει αποδειχθεί ότι τα επίπεδα του διαθέσιμου εδαφικού αζώτου έχουν μεγάλη επίδραση στη συγκέντρωση πρωτεΐνης στους σπόρους του κριθαριού (Eilrich et al., 1973). Το άζωτο είναι βασικό θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη και απόδοση του κριθαριού και τον σχηματισμό της πρωτεΐνης (Παπαστεφάνου, 1979). Τη θετική επίδραση του αζώτου στη συγκέντρωση πρωτεΐνης στους κόκκους κριθαριού διαπίστωσαν και οι Μπλαδενόπουλος και Γκατζιάνας (2001). Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η αζωτούχος λίπανση συμβάλει στην αύξηση της απόδοσης σε καρπό αλλά και της συγκέντρωσης πρωτεΐνης στους σπόρους. Αντίθετα, παρατηρείται αρνητική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης της πρωτεΐνης στους σπόρους και της απόδοσης σε καρπό. Στη μελέτη η συσχέτιση της πρωτεΐνης του καρπού με την απόδοση σε καρπό αναφέρεται συνήθως ως αρνητική στο κριθάρι, σιτάρι, βρώμη, καλαμπόκι και σόργο από τον Frey (1979).

Όμως και αντίθετες περιπτώσεις θετικής συσχέτισης αναφέρονται στη βιβλιογραφία με την εφαρμογή άφθονης αζωτούχου λίπανσης και την προϋπόθεση ευνοϊκών συνθηκών για τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων στον κόκκο (Mifflin, 1978a). Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο, κατά τους Sairam and Singh (1989), αν και δεν σχετίζεται με την απόδοση, είναι θετικά συσχετισμένο με την αποτελεσματικότητα του αζώτου. Αυξανόμενη της αζωτούχου λίπανσης, αυξάνεται και το ποσοστό της πρωτεΐνης στον καρπό. Η φωσφορούχος και καλιούχος λίπανση δεν επηρεάζουν την συγκέντρωση πρωτεΐνης. Επίσης, μεταξύ πρωτεΐνης και βάρους 1000 κόκκων βρέθηκε ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση και ισχυρή αρνητική μεταξύ πρωτεΐνης και ποσοστού κόκκων με μέγεθος μεγαλύτερο από 2,5mm (Θεουλάκης κ.ά., 1992).

Συνεπώς, πρέπει να δοθεί έμφαση στη διαχείριση της αζωτούχου λίπανσης ώστε να διατηρηθεί μια ισορροπία μεταξύ της απόδοσης σε καρπό και του επιπέδου της ποιότητας. Οι Bole και Pittman (1980), βρήκαν ότι η υγρασία, το άζωτο του εδάφους, καθώς και η αλληλεπίδραση αυτών, καθορίζουν τη συγκέντρωση πρωτεΐνης στον κόκκο κριθαριού. Κατά μέσο όρο, το πρωτεϊνικό περιεχόμενο του κριθαριού αυξάνεται με αύξηση των δόσεων αζώτου στη λίπανση (Θεουλάκης κ.ά., 1992). Η συγκέντρωση πρωτεΐνης στον καρπό εξαρτάται από την ισορροπία μεταξύ της μεταφοράς υδατανθράκων και αζώτου στον καρπό (Jenner, 1991). Η συγκέντρωση πρωτεΐνης στους σπόρους δεν εξαρτάται μόνο από την ποσότητα του αζώτου στους σπόρους αλλά και από το επίπεδο υδατανθράκων του φυτού, π.χ. από τη σχέση

μεταξύ C και N κατά το γέμισμα του κόκκου (Cox et al., 1986). Ο βαρύς κόκκος θα έχει υψηλό ποσοστό αμύλου και επομένως μικρό ποσοστό πρωτεΐνης.

Οι απαιτήσεις σε άζωτο για τη σύνθεση πρωτεΐνης στους αναπτυσσόμενους σπόρους ικανοποιούνται από την κινητοποίηση αζώτου που βρίσκεται στους βλαστικούς ιστούς και είχε αφομοιωθεί πριν την άνθηση και από την απευθείας πρόσληψη από το έδαφος και αφομοίωση αζώτου κατά την διάρκεια γεμίσματος των σπόρων. Η κινητοποίηση αζώτου που είχε αφομοιωθεί πριν την άνθηση έχει προταθεί ως κύρια πηγή αζώτου για τους σπόρους (Austin et al., 1977). Σε κάποιες περιπτώσεις, το συνολικό περιεχόμενο του αζώτου στα φυτά κατά την άνθηση φτάνει το 90-100% του συνολικού αζώτου κατά την ωρίμανση (Heitholt et al., 1990).

Οι διαφορές των αποδόσεων ανά χαρακτηριστικό μπορούν να οφείλονται σε πολλούς παράγοντες. Σε γενικές γραμμές οι παράγοντες που επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι:

1. Ο καλλιεργούμενος γονότυπος

Στη βυνοποίηση χρησιμοποιείται κυρίως δίστιχο κριθάρι και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, ιδίως στη Βόρεια Αμερική, εξάστιχο κριθάρι. Παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών.

2. Η πορεία γεμίσματος των καρπών

Το σταδιακό και παρατεταμένο γέμισμα σημαίνει υψηλή ποιότητα καρπών, λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης σε άμυλο. Οι καρποί που έχουν ωριμάσει χαρακτηρίζονται από το πάχος τους, το καθαρό ανοιχτό χρώμα τους και την ελαφρά ρυτίδωση των λεπυριδίων τους.

3. Περιβαλλοντικοί και καλλιεργητικοί παράγοντες

Οι παράγοντες που οδηγούν σε πρόωρη διακοπή του γεμίσματος (υψηλές θερμοκρασίες, ξηρασία, λίβας, όψιμη σπορά) μειώνουν την ποσότητα των συσσωρευμένων υδατανθράκων.

4. Λίπανση

Η υπερβολική ή όψιμη αζωτούχος λίπανση υποβαθμίζει την ποιότητα του προϊόντος μειώνοντας την αναλογία υδατανθράκων- αζωτούχων ουσιών (Καραμάνος, 2008).

6 Συμπέρασμα

Η απόδοση του κριθαριού, όπως και όλων των άλλων μικρών σιτηρών, βασίζεται σε δύο βασικά στοιχεία, τον αριθμό κόκκων ανά m^2 (GN) και το μέσο βάρος (GW) (Ugarte et al., 2007; Cossani et al., 2009). Κάθε συστατικό μπορεί να επηρεαστεί από προσωρινά ελλείμματα νερού, αλλά η αύξηση των επιπτώσεων σχετίζεται άμεσα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών (González et al., 2007). Σύμφωνα με τους Sadras και Angus (2006), μεταξύ των μη αρδευόμενων συστημάτων καλλιέργειας, η απόκλιση που υπάρχει από τον συγκομιζόμενο σπόρο και τις πραγματικές τιμές απόδοσης, διαφέρει λόγω της διαθεσιμότητας νερού στις διάφορες τοποθεσίες και στις διάφορες χρονικές στιγμές. Στα σιτηρά η απόδοση σε καρπό επηρεάζεται υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης και έχει άμεση συσχέτιση με την μείωση διαθεσιμότητας των προϊόντων φωτοσύνθεσης στον καρπό που αναπτύσσεται.

Όμως και αντίθετες περιπτώσεις θετικής συσχέτισης αναφέρονται στη βιβλιογραφία με την εφαρμογή άφθονης αζωτούχου λίπανσης και την η που υπάρχει από τον συγκομιζόμενο σπόρο και τις πραγματικές τιμές απόδοσης, διαφέρει λόγω της διαθεσιμότητας νερού στις διάφορες τοποθεσίες και στις διάφορες χρονικές στιγμές. Στα σιτηρά η απόδοση σε καρπό επηρεάζεται υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης και έχει άμεση συσχέτιση με την μείωση διαθεσιμότητας των προϊόντων φωτοσύνθεσης στον καρπό που αναπτύσσεται.

Όπως είδαμε και παραπάνω στους γενότυπους G13-04-59A, G13-80-31A, G13-79-67B και G13-79-68A οι τιμές της πρωτεΐνης ήταν εντός των επιθυμητών ορίων δηλαδή μεταξύ του 9,5% και του 11,5%

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται οι γενότυποι που εμφάνισαν μέγεθος κόκκων μεγαλύτερο από 2,5 mm σε ποσοστό πάνω από 70%

Πίνακας 13: γενότυποι με μέγεθος κόκκων πάνω από 2,5 mm σε ποσοστό πάνω από 70%

G13-80-29A	74,25%
G13-04-22A	82,91%
G13-04-20	86,86%
G13-04-62	81,30%
G13-04-59A	72,30%
G13-38-45	72,28%
G13-80-31A	89,10%
G13-79-67B	84,36%
G13-79-68A	72,35%
G13-12-83A	86,49%
Zhana	90,10%

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, οι γενότυποι που έχουν τα κατάλληλα χαρακτηριστικά είναι οι G13-04-59A ,G13-80-31A ,G13-79-67B και G13-79-68A .

Εκ των οποίων το μεγαλύτερο ποσοστό σε μέγεθος κόκκων έδωσε η G13-80-31A (89,10%), και ακολούθησαν η G13-79-67B (84,36%) , η G13-79-68A (72,35%) και η G13-04-59A (72,30%). Ωστόσο η G13-79-68A είχε επίσης το μεγαλύτερο αριθμό γόνιμων δευτερευόντων στελεχών και τη μεγαλύτερη βλαστικότητα. Επομένως με κριτήρια το μέγεθος των κόκκων πάνω από 2,5 mm και την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη υπερέχει ο γενότυπος G13-80-31A.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι στο μέλλον θα απασχολήσει τους ερευνητές η συσχέτιση των εδαφολογικών και υδατικών παραγόντων στην απόδοση του βυνοποιήσιμου κριθαριού, καθώς και τη μοντελοποίηση και ψηφιοποίηση αυτών των παραγόντων για τη δημιουργία ενός ψηφιακού διδύμου.

7 Παράρτημα

Πίνακας 14: Ανάλυση διακύμανσης για το ρυθμό αύξησης του ύψους του φυτού ανά γενότυπο - Άθροισμα τετραγώνων τύπου III

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Κυρίες επιδράσεις					
A: Γενότυπος	433,037	13	33,3106	7,51	0
B:Επανάληψη	5,56497	2	2,78249	0,63	0,542
Υπόλοιπο	115,352	26	4,43661		
Σύνολο (διορθωμένο)	553,954	41			

Πίνακας 15: Δοκιμές πολλαπλού εύρους για το ρυθμό αύξησης του ύψους του φυτού ανά γενότυπο (Μέθοδος: 95,0 τοις εκατό LSD)

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-38-74A	3	11,6667	1,21609	A
Zhana	3	12,01	1,21609	A
G13-79-67B	3	12,8867	1,21609	AB
G13-38-45	3	15,7367	1,21609	BC
G13-04-59A	3	15,8333	1,21609	BC
G13-80-29A	3	16,3033	1,21609	BC
G13-79-68A	3	16,9833	1,21609	CD
G13-04-62	3	17,0633	1,21609	CD
G13-04-22A	3	17,1067	1,21609	CD
Ghent	3	19,88	1,21609	DE
G13-12-83A	3	20,0733	1,21609	DE
G13-04-20	3	20,1833	1,21609	DE
G13-79-68B	3	20,4133	1,21609	DE
G13-80-31A	3	22,58	1,21609	E

Πίνακας16: Ανάλυση διακύμανσης για το τελικό ύψος φυτού (cm) - Άθροισμα τετραγώνων τύπου III

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
A: Γενότυπος	9876,95	13	759,766	16,91	0
B:Επανάληψη	100,333	2	50,1667	1,12	0,3426
Υπόλοιπο	1168,33	26	44,9359		
Σύνολο (διορθωμένο)	11145,6	41			

Πίνακας 17: Δοκιμές πολλαπλού εύρους για το τελικό ύψος των φυτών (cm) ανά γενότυπο . Μέθοδος: 95,0 τοις εκατό LSD

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
Zhana	3	59,33	3,87022	A
G13-38-74A	3	62,00	3,87022	AB
G13-04-59A	3	68,33	3,87022	ABC
G13-79-67B	3	71,67	3,87022	BCD
G13-80-29A	3	73,33	3,87022	CD
G13-38-45	3	73,33	3,87022	CD
G13-79-68B	3	79,00	3,87022	CDE
G13-79-68A	3	82,33	3,87022	DE
G13-04-22A	3	89,00	3,87022	EF
G13-04-62	3	94,67	3,87022	F
G13-04-20	3	96,67	3,87022	F
Ghent	3	99,33	3,87022	F
G13-12-83A	3	99,67	3,87022	F
G13-80-31A	3	112,00	3,87022	G

Πίνακας 18: Ανάλυση διακύμανσης για το ρυθμό αύξησης των δευτερευόντων στελεχών - Άθροισμα τετραγώνων τύπου III

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
A: Γενότυπος	17,6	13	1,35385	0,67	0,7765
B:Επανάληψη	6,88429	2	3,44,214	1,69	0,2036
Υπόλοιπο	52,8557	26	2,03,291		
Σύνολο (διορθωμένο)	77,34	41			

Πίνακας 19: Δοκιμές πολλαπλού εύρους για το ρυθμό αύξησης των δευτερευόντων στελεχών ανά ποικιλία Μέθοδος: 95,0 τοις εκατό LSD

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-04-22A	3	-0,366667	0,823187	A
G13-38-45	3	-0,366667	0,823187	A
Ghent	3	-0,266667	0,823187	A
G13-80-31A	3	-0,233333	0,823187	A
G13-04-59A	3	-0,166667	0,823187	A
G13-04-20	3	0,0333333	0,823187	A
Zhana	3	0,0666667	0,823187	A
G13-80-29A	3	0,166667	0,823187	A
G13-04-62	3	1	0,823187	A
G13-79-67B	3	1,03333	0,823187	A
G13-38-74A	3	1,06667	0,823187	A
G13-79-68B	3	1,06667	0,823187	A
G13-79-68A	3	1,2	0,823187	A
G13-12-83A	3	1,36667	0,823187	A

Πίνακας 20: Ανάλυση διακύμανσης για τα αδέρφια - Άθροισμα τετραγώνων τύπου III

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
A: Γενότυπος	10,3095	13	0,79304	2,93	0,0096
B: Επανάληψη	2,28571	2	1,14286	4,22	0,0259
Υπόλοιπο	7,04762	26	0,271062		
Σύνολο (διορθωμένο)	19,6429	41			

**Πίνακας 21: Δοκιμές πολλαπλού εύρους για τα αδέρφια ανά γραμμή αναπαραγωγής
Μέθοδος: 95,0 τοις εκατό LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-80-31A	3	3	0,30059	A
Ghent	3	3	0,30059	A
G13-04-62	3	3,33333	0,30059	AB
G13-38-45	3	3,33333	0,30059	AB
G13-38-74A	3	3,33333	0,30059	AB
G13-04-22A	3	3,33333	0,30059	AB
G13-04-20	3	3,66667	0,30059	AB
Zhana	3	3,66667	0,30059	AB
G13-04-59A	3	3,66667	0,30059	AB
G13-79-68B	3	3,66667	0,30059	AB
G13-79-67B	3	3,66667	0,30059	AB
G13-12-83A	3	4	0,30059	BC
G13-80-29A	3	4,66667	0,30059	C
G13-79-68A	3	4,66667	0,30059	C

Πίνακας 22: Ανάλυση διακύμανσης για τη βιομάζα - Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	8,32662	13	0,640509	8,02	0,0000
Επανάληψη	0,465605	2	0,232803	2,92	0,0720
Υπόλοιπο	2,07595	26	0,0798443		
Σύνολο (διορθωμένο)	10,8682	41			

**Πίνακας 23: Πολλαπλές συγκρίσεις για τη βιομάζα (kg/m2) ανά γενότυπο
Μέθοδος: 95,0 % LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-79-68A	3	0,862667	0,16314	A
G13-04-22A	3	0,882667	0,16314	A
Zhana	3	0,936	0,16314	A
G13-79-67B	3	1,17867	0,16314	AB
G13-79-68B	3	1,20267	0,16314	AB
G13-12-83A	3	1,28267	0,16314	ABC
G13-80-31A	3	1,28533	0,16314	ABC
G13-38-45	3	1,42133	0,16314	BC
G13-04-59A	3	1,43733	0,16314	BC
G13-80-29A	3	1,472	0,16314	BC
G13-38-74A	3	1,56267	0,16314	BC
G13-04-62	3	1,72267	0,16314	CD
Ghent	3	2,16133	0,16314	DE
G13-04-20	3	2,48533	0,16314	E

Πίνακας 24: Ανάλυση διακύμανσης για το βάρος στάξεων - Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	1,33663	13	0,102817	1,88	0,082
Επανάληψη	0,252945	2	0,126472	2,32	0,1185
Υπόλοιπο	1,41845	26	0,0545556		
Σύνολο (διορθωμένο)	3,00802	41			

**Πίνακας 25: Πολλαπλές συγκρίσεις για το βάρος στάχων ανά γενότυπο
Μέθοδος: 95,0 % LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
Zhana	3	0,387467	0,134853	A
G13-79-68A	3	0,417467	0,134853	A
G13-04-22A	3	0,450667	0,134853	A
G13-80-31A	3	0,506533	0,134853	AB
G13-79-67B	3	0,53524	0,134853	AB
G13-12-83A	3	0,553333	0,134853	AB
G13-38-74A	3	0,558667	0,134853	AB
G13-79-68B	3	0,5636	0,134853	AB
G13-80-29A	3	0,6	0,134853	AB
Ghent	3	0,625333	0,134853	AB
G13-04-59A	3	0,644	0,134853	AB
G13-38-45	3	0,721333	0,134853	ABC
G13-04-20	3	0,897333	0,134853	BC
G13-04-62	3	1,07133	0,134853	C

Πίνακας 26: Ανάλυση διακύμανσης για τον αριθμό στάχων - Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	613200	13	47169,2	3,76	0,002
Επανάληψη	24485,9	2	12243	0,98	0,3901
Υπόλοιπο	326095	26	12542,1		
Σύνολο (διορθωμένο)	963781	41			

**Πίνακας 27: Πολλαπλές συγκρίσεις για τον αριθμό στάξεων ανά γενότυπο
Μέθοδος: 95,0 % LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-04-22A	3	281,333	64,6584	A
G13-79-68A	3	294,667	64,6584	A
G13-80-31A	3	321,333	64,6584	A
G13-79-67B	3	386,667	64,6584	AB
G13-04-59A	3	405,333	64,6584	AB
Zhana	3	412	64,6584	AB
Ghent	3	462	64,6584	AB
G13-79-68B	3	468	64,6584	AB
G13-38-45	3	512	64,6584	BC
G13-80-29A	3	514,667	64,6584	BC
G13-04-62	3	536,667	64,6584	BC
G13-38-74A	3	556	64,6584	BC
G13-12-83A	3	666,667	64,6584	C
G13-04-20	3	688	64,6584	C

Πίνακας 28: Ανάλυση διακύμανσης για το βάρος των σπόρων - Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	1,03597	13	0,0796899	4,95	0,0003
Επανάληψη	0,00600298	2	0,0030015	0,19	0,8309
Υπόλοιπο	0,418383	26	0,0160917		
Σύνολο (διορθωμένο)	1,46036	41			

**Πίνακας 29 : Πολλαπλές συγκρίσεις για το βάρος των σπόρων
Μέθοδος: 95,0 % LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-79-68A	3	0,224653	0,0732386	A
G13-04-22A	3	0,256853	0,0732386	AB
Zhana	3	0,280027	0,0732386	ABC
G13-12-83A	3	0,297173	0,0732386	ABC
G13-79-67B	3	0,29972	0,0732386	ABC
G13-38-74A	3	0,31145	0,0732386	ABC
G13-80-31A	3	0,326053	0,0732386	ABC
G13-04-59A	3	0,34684	0,0732386	ABC
G13-79-68B	3	0,38392	0,0732386	ABCD
G13-80-29A	3	0,389107	0,0732386	ABCD
Ghent	3	0,469367	0,0732386	BCD
G13-04-62	3	0,477667	0,0732386	CD
G13-38-45	3	0,560253	0,0732386	D
G13-04-20	3	0,855067	0,0732386	E

Πίνακας 30: Ανάλυση διακύμανσης για το βάρος 1000 σπόρων-Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	952,82	13	73,2938	4,66	0,0004
Επανάληψη	0,127619	2	0,0638095	0	0,996
Υπόλοιπο	409,286	26	15,7418		
Σύνολο (διορθωμένο)	1362,23	41			

**Πίνακας 31: Πολλαπλές συγκρίσεις για το βάρος 1000 σπόρων ανά γενότυπο
Μέθοδος: 95,0 % LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-12-83A	3	38,9333	2,29069	A
G13-38-45	3	40,5333	2,29069	AB
G13-79-67B	3	42,8	2,29069	ABC
G13-04-59A	3	45,8667	2,29069	BCD
G13-80-29A	3	46,1333	2,29069	BCD
G13-79-68B	3	47,0667	2,29069	BCD
G13-79-68A	3	48	2,29069	CDE
G13-38-74A	3	49,9333	2,29069	DEF
G13-04-62	3	50,5333	2,29069	DEF
Zhana	3	51,2	2,29069	DEF
Ghent	3	51,7333	2,29069	DEF
G13-04-22A	3	52	2,29069	DEF
G13-80-31A	3	54	2,29069	EF
G13-04-20	3	55,6	2,29069	F

Πίνακας 32: Ανάλυση διακύμανσης για το εκατολιτρικό - Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	1009,52	13	77,6553	5,04	0,0002
Επανάληψη	50,7001	2	25,3501	1,65	0,2123
Υπόλοιπο	400,384	26	15,3994		
Σύνολο (διορθωμένο)	1460,6	41			

Πίνακας 33: Πολλαπλές συγκρίσεις για το εκατολιτρικό ανά γενότυπο. Μέθοδος: 95,0 % LSD

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-38-74A	3	63,0267	2,26564	A
G13-79-67B	3	67,3233	2,26564	A
G13-80-31A	3	75,16	2,26564	B
G13-04-22A	3	75,1733	2,26564	B
G13-04-20	3	75,73	2,26564	BC
G13-79-68A	3	76,44	2,26564	BCD
G13-04-59A	3	76,5867	2,26564	BCD
Zhana	3	77,1033	2,26564	BCD
G13-12-83A	3	77,12	2,26564	BCD
G13-79-68B	3	77,5573	2,26564	BCD
Ghent	3	77,6133	2,26564	BCD
G13-38-45	3	78,5867	2,26564	BCD
G13-80-29A	3	81,7733	2,26564	CD
G13-04-62	3	82,6133	2,26564	D

Πίνακας 34: Ανάλυση διακύμανσης για το μήκος στάχου - Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	70,9719	13	5,45938	1,36	0,2414
Επανάληψη	16,9289	2	8,46447	2,12	0,1409
Υπόλοιπο	104,031	26	4,00119		
Σύνολο (διορθωμένο)	191,932	41			

**Πίνακας 35: Πολλαπλές συγκρίσεις για το μήκος στάχυ ανά γενότυπο
Μέθοδος: 95,0 % LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-38-74A	3	15,19	1,15487	A
G13-12-83A	3	15,51	1,15487	A
G13-80-29A	3	15,6667	1,15487	A
G13-04-20	3	15,6667	1,15487	A
Zhana	3	15,7533	1,15487	A
G13-04-62	3	15,81	1,15487	A
Ghent	3	16,1333	1,15487	A
G13-79-68A	3	16,6667	1,15487	A
G13-79-67B	3	16,7	1,15487	A
G13-79-68B	3	16,7333	1,15487	A
G13-04-22A	3	17	1,15487	AB
G13-04-59A	3	17,4567	1,15487	AB
G13-38-45	3	18,42	1,15487	AB
G13-80-31A	3	20,2	1,15487	B

Πίνακας 36: Ανάλυση διακύμανσης για τους καρπούς/στάχυ ανά γενότυπο - Τύπος III Αθροίσματα τετραγώνων

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	Τιμή P
Γενότυπος	119,071	13	9,15934	4,02	0,0012
Επανάληψη	2,71429	2	1,35714	0,6	0,5588
Υπόλοιπο	59,2857	26	2,28022		
Σύνολο (διορθωμένο)	181,071	41			

**Πίνακας 37: Πολλαπλές συγκρίσεις για το μήκος στάχυ ανά γενότυπο
Μέθοδος: 95,0 % LSD**

Γενότυπος	Πλήθος	LS Μέσο	LS Σίγμα	Ομοιογενείς ομάδες
G13-04-20	3	22,6667	0,871822	A
G13-12-83A	3	23	0,871822	AB
G13-38-74A	3	23,6667	0,871822	AB
G13-38-45	3	24	0,871822	ABC
G13-04-62	3	24	0,871822	ABC
G13-80-29A	3	24,6667	0,871822	ABCD
Ghent	3	24,6667	0,871822	ABCD
Zhana	3	25	0,871822	ABCD
G13-79-67B	3	25,3333	0,871822	BCDE
G13-04-59A	3	26,3333	0,871822	CDEF
G13-80-31A	3	26,6667	0,871822	DEF
G13-79-68A	3	27	0,871822	DEF
G13-04-22A	3	27,6667	0,871822	EF
G13-79-68B	3	28,3333	0,871822	F

Πίνακας 38: Εξισώσεις R² και κλίση της ευθείας για το ύψος του φυτού

Ύψος φυτού			
	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana 1	$y = 9.31x + 8.3$	0,8035	9,31
G13-80-29A 1	$y = 16.62x + 12.1$	0,7	16,62
G13-04-20 1	$y = 19.75x + 17$	0,9907	19,75
G13-04-22A 1	$y = 16.94x + 20.2$	0,9909	16,94
G13-38-45 1	$y = 14.77x + 14.6$	0,7636	14,77
G13-79-68B 1	$y = 20.18x + 5.4$	0,904	20,18
G13-04-59A 1	$y = 14.55x + 6$	0,8845	14,55
G13-79-67B 1	$y = 14.58x + 5.9$	0,8012	14,58
G13-79-68A 1	$y = 14.7x + 8.5$	0,8909	14,7
G13-38-74A 1	$y = 11.85x + 16$	0,9921	11,85
Ghent 1	$y = 22.78x + 13.9$	0,9076	22,78
G13-04-62 1	$y = 15.53x + 39.9$	0,5951	15,53
G13-12-83A 1	$y = 20.34x + 15.2$	0,952	20,34
G13-80-31A 1	$y = 20.08x + 10.9$	0,813	20,08

	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana 2	$y = 11.31x + 8.8$	0,9559	11,31
G13-80-29A 2	$y = 18.52x + 10.1$	0,9714	18,52
G13-04-20 2	$y = 22.15x + 18.5$	0,9316	22,15
G13-04-22A 2	$y = 18.14x + 18.2$	0,9974	18,14
G13-38-45 2	$y = 13.37x + 16.1$	0,9965	13,37
G13-79-68B 2	$y = 22.68x + 3.4$	0,7899	22,68
G13-04-59A 2	$y = 17.6x + 3$	0,7453	17,6
G13-79-67B 2	$y = 11.4x + 14.75$	0,9414	11,4
G13-79-68A 2	$y = 17.6x + 3$	0,7453	17,6
G13-38-74A 2	$y = 11.4x + 14.75$	0,9414	11,4
Ghent 2	$y = 19.78x + 16.9$	0,9722	19,78
G13-04-62 2	$y = 18.63x + 27.9$	0,8774	18,63
G13-12-83A 2	$y = 19.54x + 16.2$	0,9865	19,54
G13-80-31A 2	$y = 22.18x + 6.9$	0,781	22,18

	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana 3	$y = 15.41x + 2.3$	0,9053	15,41
G13-80-29A 3	$y = 13.77x + 17.85$	0,8488	13,77
G13-04-20 3	$y = 18.65x + 21$	0,9078	18,65
G13-04-22A 3	$y = 16.24x + 27.2$	0,8182	16,24
G13-38-45 3	$y = 19.07x + 8.6$	0,9854	19,07
G13-79-68B 3	$y = 18.38x + 6.4$	0,8747	18,38
G13-04-59A 3	$y = 15.35x + 4.5$	0,8778	15,35
G13-79-67B 3	$y = 12.68x + 9.9$	0,8839	12,68
G13-79-68A 3	$y = 18.65x + 0.75$	0,7625	18,65
G13-38-74A 3	$y = 11.75x + 18$	0,981	11,75
Ghent 3	$y = 17.08x + 20.4$	0,6511	17,08
G13-04-62 3	$y = 17.03x + 25.9$	0,9793	17,03
G13-12-83A 3	$y = 20.34x + 15.2$	0,9809	20,34
G13-80-31A 3	$y = 25.48x + 6.9$	0,8142	25,48

	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana	$y = 17.4x + 6$	0,8812	17,4
G13-80-29A	$y = 15.353x + 15.267$	0,9127	15,353
G13-04-20	$y = 19.817x + 20.167$	0,9448	19,817
G13-04-22A	$y = 16.873x + 24.2$	0,9078	16,873
G13-38-45	$y = 17.17x + 11.1$	0,9944	17,17
G13-79-68B	$y = 19.813x + 5.4$	0,8439	19,813
G13-04-59A	$y = 14.183x + 6.6667$	0,8882	14,183
G13-79-67B	$y = 13.847x + 6.9$	0,8357	13,847
G13-79-68A	$y = 18.3x + 1.5$	0,7576	18,3
G13-38-74A	$y = 11.633x + 16.917$	0,9825	11,633
Ghent	$y = 17.98x + 19.233$	0,8349	17,98
G13-04-62	$y = 17.563x + 26.567$	0,9564	17,563
G13-12-83A	$y = 20.073x + 15.533$	0,983	20,073
G13-80-31A	$y = 24.38x + 6.9$	0,8071	24,38

Πίνακας 39: Εξισώσεις R² και κλίση της ευθείας για τὰ αδέρφια

Αδέρφια

	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana 1	$y = -0.1x + 3.7$	0,0833	-0,1
G13-80-29A 1	$y = 0.3x + 3.3$	0,0833	-0,3
G13-04-20 1	$y = -0.1x + 3.7$	0,0833	-0,1
G13-04-22A 1	$y = -0.4x + 5.2$	0,4	-0,4
G13-38-45 1	$y = -0.4x + 5$	0,5714	-0,4
G13-79-68B 1	$y = 0.2x + 2.6$	0,5	-0,2
G13-04-59A 1	$y = -0.3x + 4.5$	0,75	-0,3
G13-79-67B 1	$y = -0.4x + 5$	0,5714	-0,4
G13-79-68A 1	$y = 3.6$	0	3,6
G13-38-74A 1	$y = -0.2x + 4$	0,3333	-0,2
Ghent 1	$y = -0.3x + 4.5$	0,75	-0,3
G13-04-62 1	$y = -0.3x + 4.5$	0,75	-0,3
G13-12-83A 1	$y = -0.2x + 4.6$	0,2	-0,2
G13-80-31A 1	$y = -0.3x + 4.5$	0,75	-0,3

	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana 2	$y = 0.1x + 3.3$	0,0833	0,1
G13-80-29A 2	$y = 0.6x + 2.4$	0,4091	0,6
G13-04-20 2	$y = 0.1x + 3.3$	0,0833	0,1
G13-04-22A 2	$y = -0.4x + 5$	0,5714	-0,4
G13-38-45 2	$y = -0.3x + 5.3$	0,1731	-0,3
G13-79-68B 2	$y = 0.2x + 3.2$	0,5	0,2
G13-04-59A 2	$y = 0.1x + 3.5$	0,0357	0,1

G13-79-67B 2	$y = -0.1x + 4.5$	0,125	-0,1
G13-79-68A 2	$y = 0.2x + 3.4$	0,1	0,2
G13-38-74A 2	$y = 3.6$	0	3,6
Ghent 2	$y = -0.2x + 4.6$	0,2	-0,2
G13-04-62 2	$y = -0.3x + 4.5$	0,75	-0,3
G13-12-83A 2	$y = -0.1x + 4.7$	0,0833	-0,1
G13-80-31A 2	$y = -0.2x + 3.8$	0,5	-0,2

	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana 3	$y = 0.2x + 3$	0,125	0,2
G13-80-29A 3	$y = 0.2x + 3.2$	0,0588	0,2
G13-04-20 3	$y = 0.1x + 3.3$	0,0833	0,1
G13-04-22A 3	$y = -0.3x + 5.1$	0,1875	-0,3
G13-38-45 3	$y = -0.4x + 5$	0,5714	-0,4
G13-79-68B 3	$y = 3.2$	0	3,2
G13-04-59A 3	$y = -0.3x + 4.5$	0,75	-0,3
G13-79-67B 3	$y = 3.6$	0	3,6
G13-79-68A 3	$y = 0.2x + 3.4$	0,1	-0,2
G13-38-74A 3	$y = -0.2x + 4$	0,3333	-0,2
Ghent 3	$y = -0.3x + 4.5$	0,75	-0,3
G13-04-62 3	$y = 3.6$	0	3,6
G13-12-83A 3	$y = 4.4$	0	4,4
G13-80-31A 3	$y = -0.2x + 4$	0,3333	-0,2
	Εξίσωση	R ²	Κλίση
Zhana	$y = 0.0667x + 3.3333$	0,0357	0,0667
G13-80-29A	$y = 0.3667x + 2.9667$	0,1759	0,3667
G13-04-20	$y = 0.0333x + 3.4333$	0,0109	0,0333
G13-04-22A	$y = -0.3667x + 5.1$	0,4033	-0,3667
G13-38-45	$y = -0.3667x + 5.1$	0,4033	-0,3667
G13-79-68B	$y = 0.1333x + 3$	0,5714	0,1333
G13-04-59A	$y = -0.1667x + 4.1667$	0,4167	-0,1667
G13-79-67B	$y = -0.1667x + 4.3667$	0,4808	-0,1667
G13-79-68A	$y = 0.1333x + 3.4667$	0,0635	0,1333
G13-38-74A	$y = -0.1333x + 3.8667$	0,1739	-0,1333
Ghent	$y = -0.2667x + 4.5333$	0,5926	-0,2667
G13-04-62	$y = -0.2x + 4.2$	0,5294	-0,2
G13-12-83A	$y = -0.1x + 4.5667$	0,1324	-0,1
G13-80-31A	$y = -0.2333x + 4.1$	0,7206	-0,2333

8 Βιβλιογραφία

Ξενογλώσση

Aldrich, R.J. and Kremer, R.J. (1997). Principles in Weed Management, 2nd Ed. Iowa State University Press, Ames, IA. 455 pp. Andrew I. K. S, Storkey J. & Sparkes D. L. (2015). A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. Weed Research 55, 239-248.

Andrew IKS, Storkey J & Sparkes DL (2015). A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. Weed Research 55, 239-248.

Ashrafi, Z. Y., Sadeghi, S., & Mashhadi, H. R. (2009). Inhibitive effects of barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of seedling quack grass (*Agropyrum repens*). Icelandic Agricultural Sciences, 22, 37-43.

Baghestani, A., Lemieux, C., Leroux, G.D., Baziramakenga, R. and Simard, R.R. (1999). Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. Weed Science 47: 498-504.

Bajwa Ali Ahsan, Walsh Michael, Chauhan Bhagirath Singh. (2016). Weed management using crop competition in Australia. Crop Protection xxx (2016) 1-6

Belz, R.G. (2007). Allelopathy in crop/weed interactions - an update. Pest Management Science 63: 308-326.

Bendelow, V.M. (1978). Automated procedure for the estimation of total polyphenol content in beer, wort, malt and barley. American Society of Brewing Chemists Journal 35: 150-152.

Ben-Hammouda M, Ghorbal H, Kremer RJ, Oueslati O. (2002). Autotoxicity of barley. J Plant Nutr 25:1155-1161

Ben-Hammouda, M., Kremer, R.J., Minor, H.C. and Sarwar, M. (1995). A chemical basis for differential allelopathic potential of sorghum hybrids on wheat. Journal of Chemical Ecology 21:775-786

Berhow, M.A. and Vaughn, S.R. (1999). Higher plant flavonoids: biosynthesis and chemical ecology. In: Principles and Practices in Plant Ecology - Allelochemical Interactions (Eds., Inderjit, K.M.M. Dakshini, and C.L. Foy), pp. 423-438. CRC Press, Boca Raton, FL.

Berhow, M.A. and Vaughn, S.R. (1999). Higher plant flavonoids: biosynthesis and chemical ecology. In: Principles and Practices in Plant Ecology - Allelochemical

Interactions (Eds., Inderjit, K.M.M. Dakshini, and C.L. Foy), pp. 423-438. CRC Press, Boca Raton, FL.

Bertholdsson, N. O. (2004). Variation in allelopathic activity over 100 years of barley selection and breeding. *Weed Research*, 44, 78-86.

Bertholdsson, N.O. (2011). Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat. *Weed Research* 51 (3), 273-83

Bertholdsson, N-O. (2005). Early vigour and allelopathy - Two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research* 45: 94-102.

Blackshaw, R.E., Harker, K.N., O'donovan, J.T., Beckie, H.J. and Smith, E.G. (2008). Ongoing development of integrated weed management systems on the Canadian prairies. *Weed Science* 56:146-150.

Borger, C.P., Hashem, A., Pathan, S., 2010. Manipulating crop row orientation to suppress weeds and increase crop yield. *Weed Sci.* 58, 174-178.

Borger, C.P., Hashem, A., Powles, S.B., (2015). Manipulating crop row orientation and crop density to suppress *Lolium rigidum*. *Weed Res.* <http://dx.doi.org/10.1111/wre.12180>.

Borger, C.P., Hashem, A., Powles, S.B., 2014. East-west crop row orientation reduces annual ryegrass fecundity. In: Baker, M. (Ed.), *Proceedings of the 19th Australasian Weeds Conference*, Hobart, Tasmania, 1-4 Sep 2014, pp. 278-281.

Bowman, G., Shirley, C. and Cramer, C. (1998). *Managing Cover Crops Profitably*. 2nd Ed. Sustainable Agriculture Publications, Burlington, VT. 212 pp.

Castellanos-Frias E., Garcia De LeOn D., Bastida F. & Gonzalez-Andujar J. L.. (2015). Predicting global geographical distribution of *Lolium rigidum* (rigid ryegrass) under climate change. *Climate change and agriculture research paper*. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge University Press.

Cavalieri, A., Paolini, R. & Mirabelli, C. (2018). Yield and competitive ability in potato cultivars characterized by different development timing. *Weed Research* 58, 121- 130

Christensen, S. (1995). Weed suppression ability of spring barley varieties. *Weed Res.* 35:241- 247.

Coleman R.D, Gill G.S & Rebetzke G.J. (2001). Identification of quantitative trait loci for traits conferring weed competitiveness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 1235-1246.

Coleman RD, Gill GS & Rebetzke GJ. (2001). Identification of quantitative trait loci for traits conferring weed competitiveness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 1235-1246.

Cudney, D.W., Jordan, L.S., Hall, A.E., (1991). Effect of wild oat (*Avena fatua*) infestations on light interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Sci.* 39, 175-179.

Culliney, T.W., (2005). Benefits of classical biological control for managing invasive plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24 (2), 131-150.

Davies DHK, Hoad S, Maskell PR & Topp K. (2004). Looking at cereal varieties to help reduce weed control inputs. *Crop Protection in Northern Britain*. Scottish Agricultural College, Bush Estate, Penicuik, Midlothian, UK.

Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G. and Lithourgidis, A.S. (2006). Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. *Crop Science* 46: 345-352.

Didon, U.M.E. (2002). Variation between barley cultivars in early response to weed completion. *J. Agronomy & Crop Science* 188, 176—184

Dilday R.H., Lin J., Wan W. (1994). Identification of allelopathy in the USDA- ARS rice germplasm collection. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34, 907-910

Einhellig, F.A. (1996). Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal* 88: 886-893.

Einhellig, F.A., Muth, M.S. and Schon, M.K. (1985). Effects of allelochemicals on plant-water relationships. In: *The Chemistry of Allelopathy* (Ed., A.C. Thompson), ACS Symposium Series 268: 179-195. American Chemical Society, Washington, DC.

FAO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved December 16, 2016, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>

Farnia, A., Aminbaygi, A., and Fard, A.N. (2014). The effect of plant density on comparison forage yield of spring barley cultivar. *Int. J. Farming Allied Sci.* 3, 244-250.

Fay P.K., Duke W.B. (1977). An assessment of allelopathic potential in *Avena* germplasm. *Weed Science* 25, 224- 228

Felton, W.L., Haigh, B.M., Harden, S., (2004). Comparing weed competition in chickpea, fababean, canola and wheat. In: Sindel, B.M., Johnson, S.B. (Eds.), *Proceedings of the 14th Australian Weeds Conference*. WaggaWagga, NSW, 6-9 Sep 2004, pp. 304-307.

Fujii Y. (1992). The potential biological control of paddy weeds with allelopathy-allelopathic effect of some rice varieties. In "Proceedings of the International Symposium on Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia". pp. 305- 320 (National Agricultural Research Center of Japan: Tsukuba, Japan)

Gonzalez-Torralva F, Gil-Humanes J, Barro F, Brants I, De Prado R (2012). Target site mutation and reduced translocation are present in a glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* Lam. Biotype from Spain. *Plant Physiology and Biochemistry* 58:16-22.

Guenzi, W.D., McCalla, T.M., Norstadt, F.A., (1967). Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn and sorghum residues. *Agron. J.* 59, 163-165.

Hanson, A.D., Ditz, K.M., Singletary, G.W. and Leland, T.J. (1983). Gramine accumulation in leaves of barley grown under high-temperature stress. *Plant Physiology* 71: 896-904.

Hanson, A.D., Traynor, P.L., Ditz, K.M. and Reicosky, D.A. (1981). Gramine in barley forage - Effects of genotype and environment. *Crop Science* 21: 726-730.

Hashem, A., Borger, C.P., Riethmuller, G., Zydenbos, S.M., (2010). Weed suppression by crop competition in three crop species in Western Australia. In: Zydenbos, S.M. (Ed.), *Proceedings of the 17th Australasian Weeds Conference*. Christchurch, New Zealand, 26-30 Sep 2010, pp. 63-66.

Hoad SP, Davies DHK & Topp CFE. (2006). How to select varieties for organic farming: science and practice. In: *What Will Organic Farming Deliver? Aspects of Applied Biology*, Vol. 79 (eds C ATKINS, B BALL, DHK DAVIES, R REES, G RUSSELL, EA STOCKDALE, CA WATSON, R WALKER & D YOUNIE), 117-120. Association of Applied Biologists, Warwick, UK. Holt, J.S., 1991. Applications of physiological ecology to weed science. *Weed Sci.* 39,521-528.

Holt, J.S., 1995. Plant responses to light: a potential tool for weed management. *Weed Sci.* 43, 474-482.

Hoult, A.H.C. and Lovett, J.V. (1993). Biologically active secondary metabolites of barley. III. A method for identification and quantification of hordenine and gramine in barley by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chemical Ecology* 19: 2245-2254.

Huel, D. G., and P. Hucl. (1996). Genotypic variation for competitive ability in spring wheat. *Plant Breeding* 115, 325—329.

Hura, T., Dubert, F., Dabkowska, T., Stupnicka-Rodzinkiewicz, E., Stoklosa, A. and Lepiarczyk, A. (2006). Quantitative analysis of phenolics in selected crop species and

biological activity of these compounds evaluated by sensitivity of *Echinochloa crus-galli*. *Acta Physiologiae Plantarum* 28: 537-545

Izquierdo, J., Recasens, J., Fernandez-Quintanilla, C. & Gill, G. (2003). Effects of crop and weed densities on the interactions between barley and *Lolium rigidum* in several Mediterranean locations. *Agronomie* 23, 529-536.

Jabran Khawar, Mahajan Gulshan, Sardana Virender, Chauhan Bhagirath S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection* 72 :57-65

Karim, S. M. R., R. E. L. Naylor, and G. P. Whytock. (1997). Aggressivity of wheat cultivars. *Proceedings 1997 Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, Brighton, 665—666.

Kimber RWL. (1967). Phytotoxicity from plant residues. I. The influence of rotted wheat straw on seedling growth. *Australian Journal of Agriculture Research* 18, 361-374

Kremer Robert J. and Ben- Hammounda Moncef. (2009). Allelopathic Plants. 19. Barley (*Hordeum vulgare*). *Allelopathy Journal* 24 (2): 225-242

Lemerle D, Gill GS, Murphy CE et al. (2001b). Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 527-548.

Lemerle, D., B. Verbeek, R. D. Cousens, and E. Coombes. (1996a). The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Sci.* 36, 505—514.

Lemerle, D., Cousens, R.D., Gill, G.S., Peltzer, S.J., Moerkerk, M., Murphy, C.E., Collins, D., Cullis, B.R., (2004). Reliability of higher seeding rates of wheat for increased competitiveness with weeds in low rainfall environments. *J. Agric.Sci.* 142, 395-409

Lemerle, D., Verbeek, B. & Coombes, N. (1995). Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Research* 35, 503-509 .

Lemerle, D., Verbeek, B., Coombes, N., (1995). Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Res.* 35, 503-509.

Lemerle, D., Verbeek, B., Orchard, B., (2001a). Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. *Weed Res.* 41, 197-209.

Liu, L., Gitz, D.C. III and McClure, J.W. (1995). Effects of UV-B on flavonoids, ferulic acid, growth and photosynthesis in barley primary leaves. *Physiologia Plantarum* 93: 725-733.

- Liu, L., Gitz, D.C. III and McClure, J.W. (1996). Effects of UV-B on flavonoids, ferulic acid, growth and photosynthesis in barley primary leaves. *Physiologia Plantarum* 93: 725-733.
- Llewellyn, R.S., Lindner, R.K., Pannell, D.J., Powles, S.B., (2004). Grain grower perceptions and use of integrated weed management. *Anim. Prod. Sci.* 44, 993-1001.
- Lutman PJW, MOSS S, Cook SK & Welham SJ (2013) A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* 53, 299-313.
- Macias, F.A., Molinillo, J.M.G., Varela, R.M. and Galindo, J.C.G. (2007). Allelopathy - a natural alternative for weed control. *Pest Management Science* 63: 327-348.
- Monaghan, N.M. (1980). The biology and control of *Lolium rigidum* as a weed of wheat. *Weed Research* 20, 117-121.
- Munir, A.T. (2002). Influence of varying seeding rates and nitrogen levels on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Rum) in the semi-arid region of Jordan. *Bodenkultur* 53, 13-18.
- Nair M.G., WhiteNack C.J. Putnam A.R. (1990). 2,2'- oxo-1,1' - azobenzene. A microbially transformed allelochemical from 2,3- benzoxazoline: I. *Journal of Chemical Ecology* 16, 353- 364
- Nandula, V. K., Reddy, K. N., Duke, S. O., & Poston, D. H. (2005). Glyphosate-Resistant Weeds: Current Status and Future Outlook. *Outlooks on Pest Management*, 16(4), 183-187.
- Naravez D.C. Olofsdotter M. (1996). Relay seeding technique for screening allelopathic rice (*Oryza sativa* L.). In "Proceedings of the Second International Weed Control Congress". (Eds H. Brown et al.) pp. 1285- 1290. Copenhagen, Denmark.
- O'Donovan, J. T., K. N. Harker, G. W. Clayton, and L. M. Hall. (2000). Wild oat (*Avena fatua*) interference in barley (*Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seeding rate. *Weed Technol.* 14:624- 629.
- Olofsotter M., Naravez D.C. (1996). Allelopathic rice for *Echinochloa crus-galli* control. In "Proceedings of the Second International Weed Control Congress". (Eds H. Brown et al.) pp. 1175- 1181. Copenhagen, Denmark
- Osawa, T., Katsuzaki, H., Hagiwara, Y., Hagiwara, H. and Shibamoto, T. (1992). A novel antioxidant isolated from young green barley leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40: 1135-1138.
- Osten, V., Wu, H., Walker, S., Wright, G., Shields, A., 2006. Weeds and summer crop row spacing studies in Queensland. In: Preston, C., Watts, J.H., Crossman, N.D.

(Eds.), Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference. 24-28 Sep 2006. Adelaide, South Australia, pp. 347-350.

Oueslat, O., Ben-Hammouda, M., Ghorbal, M.H., El Gazzeh, M. and Kremer, R.J. (2009). Role of phenolic acids in expression of barley (*Hordeum vulgare*) autotoxicity. *Allelopathy Journal* 23: 157-166.

Oueslati, O., Ben-Hammouda, M., Ghorbal, M.H., El Gazzeh, M. and Kremer, R.J. (2005). Barley autotoxicity as influenced by varietal and seasonal variation. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191: 249- 254.

Oveisi, M., H.R. Mashhadi, Baghestani, M.A., Alizadeh, H.M. and Badri, S. (2008). Assessment of the allelopathic potential of 17 Iranian barley cultivars in different development stages and their variations over 60 years of selection. *Weed Biology and Management* 8: 225-232.

Pathan, S., Hashem, A., Borger, C., (2006). Crop row orientation induced photosensory effect on the competitive interactions of crops and weeds. In: Preston, C., Watts, J.H., Crossman, N.D. (Eds.), Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference, Adelaide, South Australia. 24-28 Sep 2006, pp. 351-354.

Pathan, S., Hashem, A., Borger, C., 2006. Crop row orientation induced photosensory effect on the competitive interactions of crops and weeds. In: Preston, C., Watts, J.H., Crossman, N.D. (Eds.), Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference, Adelaide, South Australia. 24-28 Sep 2006, pp. 351-354.

Patterson, D.T. (1989). Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 29: 53-59.

Putman AR., Duke WB. (1974). Biological suppression of weeds: evidence for allelopathy in accessions of cucumber. *Science* 185, 370- 372

Putnam, A.R., DeFrank, J. and Barnes, J.P. (1985). Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *Journal of Chemical Ecology* 9: 1001-1010.

Read, J.J. and Jensen, E.H. (1989). Phytotoxicity of water-soluble substances from alfalfa and barley soil extracts on four crop species. *Journal of Chemical Ecology* 15: 619-628.

Recances, J., Taberner, A. & Izquierdo, J. (1997). *Lolium rigidum* Gaud. en cultivos de cereales. In *Biología de las Malas Hierbas de España* (Eds F. X. Sans & C. Fernandez-Quintanilla), pp. 49- 64. Valencia, Spain: Phytoma-España.

Rice, E.L. (1984). *Allelopathy*. 2nd Ed. Academic Press, Orlando, FL. 422 pp.

Seavers GP & Wright KJ. (1997). Influence of crop growth habit and canopy development on weed suppression. In: *Optimising Cereal Inputs: Its Scientific Basis*

Aspects of Applied Biology, Vol. 50 (eds MJ GOODING & PR SHEWRY), 361-366. Association of Applied Biologists, Warwick, UK. Seavers, G. P., and K. J. Wright. (1995). Potential for weed control by suppressive cereal cultivars.

Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference -Weeds, Brighton, pp. 737—742. Sloane, D.H.G., Gill, G.S., McDonald, G.K., 2004. The impact of agronomic manipulation of early vigour in wheat on growth and yield in South Australia. *Crop Past. Sci.* 55, 645-654.

Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., and Naranjani ,L. (2011). Determination of the suitable planting date and plant density for different cultivars of barley (*Hordeum vulgare* L.) in Fars. *Afr. J. PlantSci.* 5,284-286.

Spruel J.A. (1984). Allelopathic potential of wheat accessions, *Dissertation Abstracts International, B Science and Engineering* 45, 1102B

Steadman, K. J., Ellery, A. J., Chapman, R., Moore, A. & Turner, N. C. (2004). Maturation temperature and rainfall influence seed dormancy characteristics of annual Global distribution of rigid ryegrass 9 ryegrass (*Lolium rigidum*). *Australian Journal of Agricultural Research* 55, 1047-1057.

Taberner, A. (2001). *Biologia de Lolium rigidum Gaud. Como Planta Infestante del Cultivo de Cebada. Aplicaci0n al Establecimiento de Metodos de Control.* Ph.D. Thesis, University of Lleida, Lleida, Spain.

Tranel PJ, Trucco F (2009). 21st-century weed science: A call for *Amaranthus* genomics. Pages 53-81 In: CN Stewart, ed. *Weedy and invasive plant genomics.* Ames, Iowa: WileyBlackwell

Travlos I., Tabaxi I., Papadimitriou D., Bilalis D., Chachalis D. (2016). *Lolium rigidum* Gaud. biotypes from Greece with Resistance to Glyphosate and other Herbicides. *Bulletin UASVM Horticulture* 73(1)

Turk, M. A. , Tawaha , A. M., Taifour, H., Al-Ghzawi, A., Musallam, I. W., Maghaireh, G.A., et al. (2003). Two row barley response to plant density, date of seeding, rate and application of phosphorus in absence of moisture stress. *Asian J. PlantSci.* 2,180- 183.doi:10.3923/ajps.2003.180.183

Vandeleur R.K & Gill G.S. (2004). The impact of plant breeding on the grain yield and competitive ability of wheat in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 55, 855- 861

Vasilakoglou, I. and Dhima, K. (2009). Forage yield and competition indices of berseem clover intercropped with barley. *Agronomy Journal* 100: 1749-1756.

Walker, S.R., Medd, R.W., Robinson, G.R., Cullis, B.R., (2002). Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalarisparadoxa* with more densely sown wheat and less herbicide. *Weed Res.* 42, 257-270.

Walker, S.R., Medd, R.W., Robinson, G.R., Cullis, B.R., (2002). Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* with more densely sown wheat and less herbicide. *Weed Res.* 42, 257-270.

Walsh MJ, Fowler TM, Crowe B, Ambe T, Powles SB (2011). The potential for pyroxasulfone to selectively control resistant and susceptible rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) biotypes in Australian grain crop production systems. *Weed Technology* 25: 30-37.

Walters, D.R. (2003). Polyamines and plant disease. *Phytochemistry* 64: 97-107.

Watson Paul R., Derkensen Douglas A., Van Acker Rene C. (2006). The ability of 29 barley cultivars to compete and withstand competition. *Weed Science.* 54(4): 783-792

Weigelt, A., Jolliffe, P. (2003). Essay review: Indices of plant competition, *Journal of Ecology* 91, 707-720

Weiner, J., and Freckleton, R.P. (2010). Constant final yield. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 41, 173-192. doi:10.1146/annurev-ecolsys-102209-144642

Weston, L.A. (2005). History and current trends in the use of allelopathy for weed management. *HortTechnology* 15: 529-534.

Weston, L.A. and Duke, S.O. (2003). Weed and crop allelopathy. *Critical Reviews in Plant Sciences* 22: 367-389.

White, N.D.G., R. B. Hulasare, and D. S. Jayas. (1999). Effects of storage conditions on quality loss of hull-less and hulled oat and barley. *Can. J. Plant Sci.* 79:475-482.

Wicks GA, Nordquist PT, Baenziger PS et al. (2004) Winter wheat cultivar characteristics affect annual weed suppression. *Weed Technology* 18, 988-998.

Wilson, J.B. (1988). Shoot competition and root competition. *Journal of Applied Ecology* 25, 279-296

Worthington, M., Reberg-Horton, S.C., Brown-Guedira, G., Jordan, D., Weisz, R. & Murphy, J.P. (2015). Relative contributions of allelopathy and competitive traits to the weed suppressive ability of winter wheat lines against Italian ryegrass. *Crop Science* 55(1), 57-64

Wu H., Pratley J., Lemerle D. & Haig T. (2000). Laboratory screening for allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) accessions against annual ryegrass (*Lolium rigidum*), *Aust. J. Agric. Res.*, 51, 259-66

Wu H., Pratley J., Lemerle D., Verbeek B. (1998). Differential allelopathic potential among wheat accessions to annual ryegrass. In "Proceedings of the 9th Australian

agronomy conference”. (Eds DL Michalk, JE Pratley) pp 567- 571. Wagga Wagga, NSW

Yu, J., Vasanthan, T. and Temelli, F. (2001). Analysis of phenolic acids in barley by high- performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 4352-4358.

Zimdahl.(2018). *Fundamentals of weed science*. Chapter 10: Methods of Weed Management. 271- 335. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811143-7.00010-X>

Ελληνική

Καραμάνος Α.Ι., 2008. Τα Σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων. Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, σελ. 342

Καραμπουρνιώτης, Γ., Λιακόπουλος, Γ., Νικολόπουλος, Δ. 2012. Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών: Οι λειτουργίες των Φυτών Κάτω Από Αντίξοες Συνθήκες του Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, σελ. 332

Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2008. Ειδική Γεωργία Ι (Τεύχος Α), Σιτηρά (Χειμερινά, Εαρινά). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσ/νίκη. σελ. 25-60.

Σιδηράς Κ. Νικόλαος. 1994. Δεύτερο μέρος : Εδαφικό Περιβάλλον (Πανεπιστημιακές Σημειώσεις). Αθήνα. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών - Φυτική Παραγωγή - Εργαστήριο Γεωργίας

Τερζίδη, Γ.Α. και Ζ.Γ. Παπαζαφειρίου 1997. Γεωργική Υδραυλική, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.

Διαδικτυακή

“[Http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/6722/Thomopoulos_I.Pdf?Sequence=3](http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/6722/Thomopoulos_I.Pdf?Sequence=3),” n.d.

“[Http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/6791/Vlachos_Ch.Pdf?Sequence=3](http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/6791/Vlachos_Ch.Pdf?Sequence=3),” n.d.

“[Http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/6851/Arampatzis_D.Pdf?Sequence=3](http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/6851/Arampatzis_D.Pdf?Sequence=3),” n.d.

[Http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/7241/Efthymiou%20A.Pdf?Sequence=3](http://Dspace.Aua.Gr/Xmlui/Bitstream/Handle/10329/7241/Efthymiou%20A.Pdf?Sequence=3), n.d.

“[Https://Edis.Ifes.Ufl.Edu/Pdf/AE/AE45900.Pdf](https://Edis.Ifes.Ufl.Edu/Pdf/AE/AE45900.Pdf),” n.d.

“[Https://Www.Researchgate.Net/Figure/2-Zadoks-et-al-1974-Scale-for-Cereals_fig1_332343467](https://Www.Researchgate.Net/Figure/2-Zadoks-et-al-1974-Scale-for-Cereals_fig1_332343467),” n.d.