



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ
ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΟΥ
(*Triticum turgidum* L.)**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΗΣ
ΤΣΑΜΠΑΖΗ ΜΑΡΙΑΣ
Α.Μ. 299/04**

**ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΠΑΛΑΤΟΣ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ,
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ ΜΥΛΩΝΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ &
ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ ΕΘΙΑΓΕ ΤΣΙΒΕΛΙΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΜΑΙΟΣ /2011

Πίνακας Περιεχομένων

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ- ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	8
2.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ.....	8
2.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	8
2.2.1. Μορφολογικά Γνωρίσματα	8
2.2.2. Βιολογικός Κύκλος – Πολλαπλασιασμός των Σιτηρών	11
2.2.3. Βοτανική Ταξινόμηση και Εξέλιξη του Είδους	15
2.2.4. Ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα.....	16
2.2.5. Οικολογικές Απαιτήσεις	20
2.3 ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΦΥΤΟΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ .	20
2.3.1. Γεωργική Βιοποικιλότητα.....	21
2.3.2. Βασικές Έννοιες Βιοποικιλότητας	23
2.3.3. Διατήρηση Γενετικού Υλικού	23
2.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΤΑ ΣΙΤΗΡΑ.....	29
3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	35
3.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	35
3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	35
3.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	38
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	40
4.1 Αξιολόγηση Αγρονομικών Χαρακτηριστικών των Ποικιλιών.	40
4.2 Διάκριση Ομάδων Ποικιλιών με Βάση τα Μορφολογικά Χαρακτηριστικά	45
4.3 Ανάλυση σε Κύριες Συνιστώσες και Επισήμανση των Κυριότερων Χαρακτηριστικών Διάκρισης των Ποικιλιών.	47
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	50
5.1 Σύγκριση Αγρονομικής Συμπεριφοράς των Ποικιλιών στα Δύο Συστήματα Διαχείρισης	50
5.2 Παραγωγικά Χαρακτηριστικά και Σταθερότητα Συμπεριφοράς των Ποικιλιών	51
5.3 Μορφολογικός Χαρακτηρισμός και Διάκριση των Ποικιλιών	52
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	54
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, δε θα ήταν εφικτή χωρίς τις εποικοδομητικές συμβουλές και διορθώσεις του Δρ. Γεώργιου Παλάτου επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής αυτής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Ηλία Ηλία, τον Δρ. Αθανάσιο Τσιβελίκα και Ιωάννη Μυλωνά για την πολύτιμη βοήθεια και για την υποστήριξη τους, καθώς και για τις γνώσεις τους για την έκβαση των αποτελεσμάτων και την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική και οικονομική υποστήριξη τους καθώς και για την αγάπη τους, γιατί χωρίς την βοήθεια τους θα μου ήταν αδύνατο να τελειώσω τις σπουδές μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλλιέργεια του σίτου αποτελεί σε παγκόσμια κλίμακα τη σημαντικότερη καλλιέργεια μεταξύ των σιτηρών. Ειδικά για τον ελλαδικό χώρο η πλειονότητα των καλλιεργούμενων εκτάσεων με σιτάρι, καταλαμβάνεται από ποικιλίες του τετραπλοειδούς σκληρού σίτου, που προορίζονται κατά κύριο λόγο για τη βιομηχανία των ζυμαρικών. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η αξιολόγηση σημαντικού μέρους των εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου, που καλλιεργούνται στον ελλαδικό χώρο, τόσο σε συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας όσο και σε συνθήκες μειωμένων εισροών. Για το σκοπό αυτό, τον Οκτώβριο 2009 εγκαταστάθηκαν δύο πειράματα αγρού στο Αγρόκτημα του Κέντρου Γεωργικής Έρευνας Βόρειας Ελλάδας στην περιοχή της Θέρμης-Θεσσαλονίκης. Συνολικά αξιολογήθηκαν 25 εμπορικές ποικιλίες σκληρού σίτου ως προς την απόδοση, καθώς και ως προς ένα μεγάλο αριθμό αγρονομικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε περίπτωση ήταν πλήρες τυχαιοποιημένο σχέδιο με 3 επαναλήψεις. Στον έναν από τους δύο πειραματικούς αγρούς οι καλλιεργητικές μεταχειρίσεις έγιναν σύμφωνα με το συμβατικό σύστημα καλλιέργειας (χημική καταπολέμηση ζιζανίων, εφαρμογή βασικής και επιφανειακής λίπανσης, κ.ά.). Αντίθετα, στο δεύτερο πειραματικό αγρό οι εισροές περιορίστηκαν μόνο στην κατανάλωση ενέργειας κατά την προετοιμασία του αγρού και δεν υπήρξε καμία επιπρόσθετη εισροή, κατά την ανάπτυξη των φυτών στον αγρό. Η συγκομιδή και στους δύο αγρούς έγινε ταυτόχρονα, και το κάθε πειραματικό τεμάχιο συγκομίστηκε ξεχωριστά με αλωνιστική μηχανή κατάλληλα προσαρμοσμένη, εξαιρουμένων των γραμμών των περιθωρίων. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε υψηλή παραλλακτικότητα μεταξύ των εμπορικών ποικιλιών σίτου ως προς τα αγρονομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Οι περισσότερες από τις ποικιλίες παρουσίασαν ικανοποιητική απόδοση, ενώ επισημάνθηκαν και ορισμένες ποικιλίες που κατέδειξαν σταθερή και υψηλή απόδοση και στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης.

ABSTRACT

The goal of this study was the evaluation of 25 commercial durum wheat varieties under conventional and low input cultivation system. For that reason, two trials, one using conventional cultivation techniques (chemical pesticides, application of chemical fertilizers, etc.) and one using organic farming practices were established. The examined traits were: grain yield, as well as agronomic and morphological characters. A complete randomized blocks design with three replications for each trial was used for the evaluation of the varieties. It was concluded that there is a considerable amount of genetic variability among commercial varieties for the above mentioned traits. Differences were recorded for grain yield production between the varieties across the two cultivation systems. Nevertheless, no differences were recorded for grain yield between the two cultivation systems. In addition, no interaction were found between varieties x environment, suggesting that cultivation system did not affected relative response of the cultivars included in the study. Furthermore, a cluster of nine varieties was recorded showing superior and stable performance in both of the tested environments.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών (Poaceae ή Graminae) και αποτελούν την κύρια τροφή του μισού περίπου πληθυσμού του πλανήτη μας, παρέχοντας το 56% της ενέργειας των τροφών και το 50% των πρωτεϊνών που καταναλώνονται (Παπακώστα, 1996). Οι αυξημένες ανάγκες της χώρας σε σιτάρι (αρτοποιήσιμο) και σε ποικιλίες με υψηλές αποδόσεις και προσαρμοστικότητα παρακίνησαν τους βελτιωτές να ρίξουν όλο το βάρος στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων μαλακού σιταριού. Αυτό είχε σαν συνέπεια το μαλακό σιτάρι να επεκταθεί σε βάρος του σκληρού. Η σιτάρεια που επιτεύχθηκε το 1957 ήταν συνισταμένη πολλών παραγόντων, κυρίως προσπαθειών του Ινστιτούτου Σιτηρών που δημιούργησε νέες βελτιωμένες ποικιλίες αλλά και της ορθής αγροτικής πολιτικής, όπως η καθιέρωση του θεσμού συγκέντρωσης της παραγωγής σιταριού. Ακολούθησε η υπερπαραγωγή (πλεόνασμα 400-600 tn/χρόνο) και μια αδυναμία διάθεσης του προϊόντος λόγω κορεσμού της διεθνούς αγοράς. Έτσι επικράτησε πολιτική μείωσης των καλλιεργούμενων εκτάσεων πολλές από τις οποίες είναι ποτιστικές (περίπου 300.000 στρ.). Τελευταία γίνεται μια προσπάθεια για στροφή προς το σκληρό σιτάρι (καλύτερες τιμές και υποστήριξη από την Ε.Ο.Κ.). Μειονεκτήματα αποτελούν η εξάρτηση της ποιότητας του προϊόντος από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και οι χαμηλότερες αποδόσεις από το μαλακό σιτάρι. Η καλλιέργεια του μαλακού σιταριού στην Ελλάδα καταλάμβανε έκταση 8.105.894 στρέμματα το 1961, με απόδοση 157 kg/στρ. Η εξέλιξη της καλλιέργειας σημείωσε άνοδο τις επόμενες δύο δεκαετίες, ενώ τα τελευταία χρόνια μειώθηκε. Το έτος 2000 κατέλαβε έκταση 1.682.273 στρέμματα, με απόδοση 266 kg/στρ. Η μεγάλη παραγωγική δυναμικότητα και σταθερότητα των κοντών Μεξικάνικων ποικιλιών μαλακού σιταριού που δημιούργησε το CIMMYT (1966), είχε σαν αποτέλεσμα σε πολλές χώρες οι περισσότεροι καλλιεργητές να στραφούν στο μαλακό σιτάρι. Φυσικά αυτό έγινε και στην Ελλάδα. Σταθμό στην εξέλιξη των αποδόσεων και την παραγωγή του μαλακού σιταριού αποτελεί η εισαγωγή στην καλλιέργεια, το 1977, νέων βελτιωμένων ποικιλιών, που οδήγησαν σε μια μέση αύξηση των αποδόσεων της τάξης του 12% τη 12ετία 1978-89 με τις ανάλογες επιπτώσεις στην παραγωγή. Κατά την εξέλιξη της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού παρουσιάζεται μια μείωση της έκτασης στη δεκαετία του 70, στη συνέχεια όμως αυξάνεται. Έτσι το έτος 1961

καταλάμβανε έκταση 2.652.347 στρέμματα, με απόδοση 118 kg/στρ, ενώ το 2000 κατέλαβε έκταση 6.726.944 στρέμματα, με απόδοση 234 kg/στρ. Σταθμό στην εξέλιξη των αποδόσεων και στην παραγωγή του σκληρού σιταριού αποτέλεσε η επέκταση της καλλιέργειας σε γονιμότερα εδάφη με την εισαγωγή από το έτος 1980 νέων βελτιωμένων κοντοστέλεχων ποικιλιών του Ινστιτούτου Σιτηρών, που δέχονται αυξημένη αζωτούχο λίπανση. Έτσι κατά τη δεκαετία του 80 παρατηρήθηκε μια μέση αύξηση των αποδόσεων κατά 20% περίπου σε σύγκριση με την προηγούμενη δεκαετία. Η Ακαθάριστη Αξία Παραγωγής για το έτος 2000, ήταν για το μαλακό σιτάρι 57.448,3 χιλιάδες ευρώ και για το σκληρό 202.845,23 χιλιάδες ευρώ.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ

Το σιτάρι είναι ένα από τα πρώτα φυτά που καλλιέργησε ο άνθρωπος και έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του πολιτισμού. Το σιτάρι θεωρείται ότι κατάγεται απ' τη Μέση Ανατολή (Συρία, Παλαιστίνη, Μεσοποταμία, Αφγανιστάν), όπου εξημερώθηκε πριν από 10.000 και πλέον έτη π.Χ. Κατά τον Vavilon το σκληρό σιτάρι κατάγεται από την Αιθιοπία. Το δίκοκκο σιτάρι καλλιεργήθηκε πριν από 7.000 έτη π.Χ. Στους νεολιθικούς οικισμούς Διμήνη και Σέσκλου της περιοχής του Βόλου, καθώς και στους τάφους των Φαραώ βρέθηκαν απανθρακωμένοι κόκκοι που μοιάζουν με αυτούς ποικιλιών του 20ου αιώνα. Το σιτάρι καλλιεργείται στην Ευρώπη απ' τους προϊστορικούς χρόνους και ήταν το πιο πολύτιμο δημητριακό της αρχαίας Ελλάδας, Αιγύπτου και Περσίας. Ο Όμηρος αναφέρεται στο σιτάρι με διάφορα επίθετα όπως γλυκερός, μελίφρων κ.α. Περιγραφή του σίτου έκανε ο Θεόφραστος κατά το 300 π.Χ. και αργότερα το 55 μ.Χ. ο Columella. Κατά την περίοδο εκείνη καλλιεργούνταν ο μονόκοκκος και ο δίκοκκος σίτος, που σταδιακά αντικαταστάθηκαν από γυμνούς τύπους. Γύρω στο 500 μ.Χ. φαίνεται ότι άρχισε η επέκταση του κοινού σίτου (εξαπλοειδής τύποι). Το σκληρό σιτάρι καλλιεργήθηκε αρχικά στις παραμεσόγειες χώρες της Μέσης Ανατολής, της Βόρειας Αφρικής και της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα, η οποία συγκαταλέγεται στα Παγκόσμια Κέντρα γενετικού υλικού για το σιτάρι. Αργότερα η καλλιέργεια επεκτάθηκε στη Νότια Ρωσία, τη Νότια Αμερική ενώ στις αρχές του 20ου αιώνα έφτασε στη Βόρεια Αμερική, στη Μ. Βρετανία και τη Κεντρική Ευρώπη.

2.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ - ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

2.2.1. Μορφολογικά Γνωρίσματα

Ρίζα: Το σιτάρι έχει θυσσανώδες ριζικό σύστημα, αποτελούμενο από έναν αριθμό ισοδιαμετρικών ριζών που ξεκινούν από το ίδιο περίπου σημείο του φυτού σε μικρό βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι ρίζες αυτές είναι δύο ειδών: οι εμβρυακές και οι μόνιμες. Οι εμβρυακές ρίζες έχουν τις καταβολές τους στο έμβρυο. Στο σιτάρι αναπτύσσονται 5-6 ρίζες, οι οποίες άλλοτε είναι πρόσκαιρες και άλλοτε διατηρούνται ενεργές σε όλη τη διάρκεια της ζωής του φυτού. Είναι λεπτές, έχουν

ομοιόμορφη διάμετρο και η ανάπτυξή τους είναι ταχύτερη κάτω από ευνοϊκές συνθήκες. Οι μόνιμες ρίζες βγαίνουν αργότερα, από ένα κόμβο του στελέχους που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Οι ρίζες αυτές είναι παχύτερες, σκληρότερες και ισχυρότερες σε σύγκριση με τις εμβρυακές. Στο σιτάρι εμφανίζονται στην αρχή οριζόντια, συνήθως μέχρι και 15 εκατοστά, και στη συνέχεια στρέφουν προς τα κάτω και στερεώνουν το φυτό σταθερά στο έδαφος. Η έκταση και το βάθος του ριζικού συστήματος έχουν άμεση σχέση με την αντοχή των φυτών στην ξηρασία και την ικανότητά τους να αποδίδουν ικανοποιητικά σε φτωχά εδάφη. Το σιτάρι έχει λιγότερο εκτεταμένο ριζικό σύστημα σε σύγκριση με το κριθάρι και για το λόγο αυτό είναι λιγότερο ανθεκτικό στην ξηρασία, ενώ η αποτελεσματικότητά του όσον αφορά την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων είναι μικρότερη.

Βλαστός: Ο βλαστός (ή το στέλεχος) αποτελείται από ένα κυκλικό σωλήνα, κενό στο εσωτερικό του και με κατά διαστήματα συμπαγή κατασκευή, τα γόνατα ή κόμβους. Τα γόνατα βοηθούν στη διατήρηση της όρθιας θέσης των φυτών καθώς και στην επαναπόκτηση αυτής της θέσης αν τη χάσουν μετά από πλάγιασμα. Το ύψος του στελέχους των χειμερινών σιτηρών φτάνει μέχρι το 1,50 m. Η μεταβατική ζώνη μεταξύ των ριζών και του στελέχους καλείται στεφάνη ή σταυρός. Ο σταυρός αποτελείται από μεριστωματικούς ιστούς, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να παράγουν ρίζες και φύλλα, και για το λόγο αυτό αποτελεί και το πιο ευαίσθητο σημείο στα χειμερινά σιτηρά. Αν για οποιοδήποτε λόγο ζημιωθεί το σημείο αυτό, οι ιστοί καταστρέφονται και το φυτό ξεραίνεται. Το σημείο του σταυρού βρίσκεται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και δεν επηρεάζεται από το βάθος σποράς. Φαίνεται όμως ότι ορισμένοι παράγοντες επηρεάζουν το σημείο δημιουργίας του. Ένας απ'αυτούς είναι η θερμοκρασία του εδάφους. Με υψηλή θερμοκρασία, γύρω στους 24°C, ο σταυρός σχηματίζεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ με χαμηλή θερμοκρασία (8°C) ο σταυρός σχηματίζεται κοντά στο σπόρο. Η θέση του σταυρού επηρεάζει την αντοχή του φυτού στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Όσο πιο ψηλά προς την επιφάνεια του εδάφους είναι ο σταυρός τόσο πιο ευαίσθητα είναι τα φυτά στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Φύλλα: στην αρχή της ανάπτυξης των φυτών, τα φύλλα των φυτών σχηματίζουν μια τούφα κοντά στο έδαφος, που προστατεύει το αρχέφυτρο από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Στο στέλεχος τα φύλλα διατάσσονται σε δύο σειρές, η μια

απέναντι από την άλλη δηλ. σε φυλλοταξία δίστοιχη. Κάθε φύλλο αποτελείται από τα παρακάτω δύο μέρη:

α. **Έλασμα:** είναι το ελεύθερο και ανώτερο μέρος του φύλλου. Είναι επιμήκες, με συνήθως ελαφρύ συστροφή. Στην ένωση με τον κολεό σχηματίζονται συνήθως τα ωτίδια και το γλωσσίδιο, τα οποία αποτελούν διακριτικό γνώρισμα μεταξύ των διαφόρων γενών των σιτηρών. Οι νευρώσεις του φύλλου είναι παράλληλες χωρίς διακλαδώσεις. Βοηθούν, μαζί με τον σκληρογλυματικό ιστό και την επιδερμίδα, η οποία έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πυρίτιο, στην αντοχή του φύλλου. Στομάτια υπάρχουν πολλά και στις δύο επιφάνειες. Στο σιτάρι τα πιο πολλά στομάτια είναι στην άνω επιφάνεια. Γι' αυτό σε ξηρό καιρό συστρέφονται τα φύλλα για να μειωθεί η διαπνοή. Το χρώμα των φύλλων παρουσιάζει διαφορές. Στο σιτάρι επικρατεί το ζωηρό πράσινο.

β. **Κολεός:** ξεκινά από το γόνατο και περιβάλλει το στέλεχος και το προστατεύει από το κρύο ή τη ζέστη.

Άνθος: το σιτάρι έχει ταξιανθία στάχυ. Η ταξιανθία αποτελείται από ένα κύριο αρθρωτό άξονα (τη ράχη), που έχει εναλλάξ μικρούς ποδίσκους (ραχίδια), οι οποίοι φέρουν τα σταχύδια. Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δύο βράκτια φύλλα που ονομάζονται εξωτερικά λέπυρα, σε αντιδιαστολή προς τα εσωτερικά λέπυρα που περιβάλλουν κάθε άνθος.

Καρπός: ο καρπός των σιτηρών είναι καρύωση, όπου το ενδοσπέρμιο συμφύεται με το περικάρπιο. Το ενδοσπέρμιο αποτελείται από μεγάλα παρεγγυματικά κύτταρα, γεμάτα με αμυλόκοκκους, εκτός από το εξωτερικό στρώμα όπου αφθονούν οι αλευρόκοκκοι. Αλευρόκοκκοι βρίσκονται και στο εσωτερικό του ενδοσπερμίου αλλά σε μικρότερη αναλογία. Οι αποθησαυριστικές ουσίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τις μη αζωτούχες (υδατάνθρακες, λίπη, έλαια) και τις αζωτούχες (πρωτεΐνες). Οι πρώτες βρίσκονται στους αμυλόκοκκους, ενώ οι αζωτούχες συγκεντρώνονται στους αλευρόκοκκους. Στο αμυλοφόρο στρώμα του ενδοσπερμίου οι αλευρόκοκκοι βρίσκονται ανάμεσα στους αμυλόκοκκους. Όταν οι αλευρόκοκκοι γεμίζουν εντελώς τα κενά διαστήματα, το ενδοσπέρμιο γίνεται σκληρό και διάφανο. Σε τομή παρουσιάζει γυαλιστερή όψη και χαρακτηρίζει τα σκληρά σιτάρια. Διαφορετικά ανάμεσα στους αμυλόκοκκους μένει αρκετός κενός χώρος, ο οποίος

γεμίζει με αέρα. Σ' αυτή την περίπτωση το ενδοσπέρμιο γίνεται μαλακό (η τομή του σπόρου έχει όψη αλευρώδη). Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζει τα μαλακά σιτάρια.

2.2.2. Βιολογικός Κύκλος – Πολλαπλασιασμός των Σιτηρών

Ο καθορισμός του καταλληλότερου χρόνου σποράς επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες κατά το χειμώνα, από τον τύπο του εδάφους και από την ποικιλία. Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα το σιτάρι σπέρνεται το φθινόπωρο (Νοέμβριος) ενώ για τις πιο ορεινές περιοχές κατάλληλος μήνας σποράς θεωρείται ο Οκτώβριος. Ο σπόρος των σιτηρών δεν βλαστάνει αμέσως μόλις ωριμάσει, αλλά περνάει πρώτα από μία περίοδο λήθαργου, κατά την οποία υφίσταται ορισμένες μεταβολές. Η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους καθορίζουν την έναρξη του φυτρώματος. Για το σιτάρι η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι 4°C, η άριστη 20-25°C και η μέγιστη 35-37°C. Σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εδάφους η κολεοπτίλη εμφανίζεται 4-5 ημέρες μετά τη σπορά. Η βλάστηση αρχίζει όταν οι σπόροι απορροφήσουν μικρά ποσά υγρασίας, τουλάχιστον το 35-45% του ξηρού βάρους τους. Το φως δεν επηρεάζει τη βλάστηση. Μεγαλύτεροι σπόροι συνεπάγονται ταχύτερη εγκατάσταση φυταρίων, καλύτερο ανταγωνισμό με τα ζιζάνια και πιθανόν υψηλότερες αποδόσεις. Πάντως φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη επηρεάζει την ανάπτυξη των φυταρίων περισσότερο από ότι το μέγεθος του σπόρου. (Καραμάνος, 1992, Παπακώστα, 1997). Τα διάφορα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών έχουν ως εξής:

A. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (μέχρι την εμφάνιση του 4ου φύλλου) επικρατούν οι εμβρυακές ρίζες ενώ η συμβολή των μονίμων ριζών αυξάνει βαθμιαία. Οι εμβρυακές ρίζες μπορούν να φθάσουν σε βάθος 1.00-2.00 m και παραμένουν ενεργές σε όλη τη ζωή των φυτών. Οι μόνιμες μπορεί να φθάνουν τις 1.00 m. Η αύξηση των ριζών συνεχίζεται μέχρι το ξεστάχυσμα οπότε φαίνεται ότι σταματά. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των γενοτύπων στο μήκος και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος που έχουν ως αποτέλεσμα διαφορές ως προς την αντοχή τους στην ξηρασία. Φαίνεται ότι το ριζικό σύστημα είναι ελαφρά μεγαλύτερο στις νάνες ποικιλίες.

B. Όταν περάσουν περίπου 1-2 εβδομάδες μετά τη σπορά, ο ακραίος οφθαλμός φτάνει κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Τότε σχηματίζονται γρήγορα πολλοί πλευρικοί οφθαλμοί στις μασχάλες των φύλλων, που είναι ακόμα υποτυπώδη. Από

αυτούς τους οφθαλμούς εκφύονται καινούρια δευτερεύοντα στελέχη, τα οποία αναπτύσσουν δικό τους ριζικό σύστημα και ονομάζονται αδέρφια. Η έκπτυξή τους διαρκεί 30-40 μέρες. Στις χειμωνιάτικες ποικιλίες σιτηρών το αδελφωμα αρχίζει το φθινόπωρο και κατά το χειμώνα αναστέλλεται για να ανακτήσει τον κανονικό του ρυθμό την άνοιξη. Ο αριθμός των αδελφιών που παράγεται από ένα φυτό επηρεάζεται από γενετικούς και οικολογικούς παράγοντες. Από τους οικολογικούς παράγοντες σημαντικότερο ρόλο παίζουν ο φωτισμός, η πυκνότητα και το βάθος της σποράς, η γονιμότητα του εδάφους, η πρωιμότητα της σποράς, η επάρκεια υγρασίας, η κατάλληλη θερμοκρασία (14°C-18°C) και η αζωτούχος λίπανση. Ο αριθμός των αδελφιών, εκτός από την περίπτωση που τα αδέρφια σχηματίζονται πολύ όψιμα, παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την απόδοση. Στο σιτάρι, στις συνήθεις συνθήκες καλλιέργειας (πυκνότητα φυτοκοινότητας), στάχεις σχηματίζουν συνήθως ο κύριος βλαστός και τα αδέρφια που σχηματίζονται νωρίς (όταν το φυτό έχει 4-6 φύλλα).

Γ. Άνθηση. Παρατηρείται συνήθως 4 έως 10 μέρες μετά το ξεστάχυσμα. Χαρακτηρίζεται από την έξοδο των στημόνων μέσα από τα λεπυρίδια. Στο σιτάρι, παρατηρείται το φαινόμενο της κλειστογαμίας κατά το οποίο οι ανθήρες σπάζουν πριν την έξοδό τους από το άνθος και πραγματοποιείται αυτεπικονίαση. Η ελάχιστη θερμοκρασία για την άνθηση στο σιτάρι είναι 10°C, η μέγιστη 32°C και η άριστη 18-24°C. Υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες κατά την άνθηση και γονιμοποίηση μπορεί να μειώσουν σημαντικά τον αριθμό των καρπών ανά στάχυ. Σοβαρές ανωμαλίες επίσης προκαλεί και η υπερβολικά ξηρή ατμόσφαιρα..

Δ. Καλάμωμα. Περίοδος ταχείας ανάπτυξης παρατηρείται την άνοιξη στην οποία γίνεται επιμήκυνση του στελέχους (καλάμι) και συγχρόνως αρχίζει η αύξηση των φύλλων, των ριζών και της ταξιανθίας. Η αντοχή του στελέχους και το τελικό ύψος, που κυμαίνεται από 30cm μέχρι και πάνω από 1.50 m εξαρτώνται τόσο από το γενότυπο όσο και από τις συνθήκες ανάπτυξης. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η επάρκεια νερού και αζώτου στο έδαφος ευνοούν την επιμήκυνση των μεσογονατίων. Στο σιτάρι γενότυποι που έχουν και τα δύο γονίδια νανισμού Rht1 και Rht2, έχουν μικρότερο ύψος από εκείνα που έχουν ένα, τα οποία με τη σειρά τους είναι κοντύτερα από εκείνα που δεν έχουν κανένα γονίδιο. Γενικά οι διαφορές στο ύψος οφείλονται περισσότερο στο μήκος των μεσογονατίων απ'ότι στον αριθμό τους. Τα στελέχη που έχουν μικρό ύψος, μεγάλη διάμετρο, παχύ τοίχωμα, ελαστικότητα, μεγάλο βάρος ανά

μονάδα μήκους, υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνες και λιγνίνη παρουσιάζουν αντοχή στο πλάγιασμα.

Ε. Ξεστάχασμα. Την ανάπτυξη του στελέχους ακολουθεί η αύξηση του μεγέθους του στάχους και η μετακίνησή του από την βάση του φυτού προς την κορυφή. Ο στάχης βρίσκεται πάντα στη βάση του υψηλότερου από το έδαφος κόμβου. Όταν ο στάχης φθάσει στον κολεό του τελευταίου φύλλου ο κολεός διογκώνεται και το στάδιο αυτό λέγεται φούσκωμα. Στη συνέχεια ο κολεός του φύλλου-σημαία σχίζεται κατά μήκος και εμφανίζεται η ταξιανθία. Το στάδιο αυτό λέγεται έκπτυξη ταξιανθίας ή ξεστάχασμα. Η εποχή ξεσταχάσματος παρ' όλο ότι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος, από την εποχή σποράς, τη γονιμότητα του εδάφους, και από άλλους παράγοντες, είναι χαρακτηριστικό του κάθε γενότυπου και θεωρείται σαν δείκτης πρωϊμότητας των ποικιλιών.

ΣΤ. Γέμισμα καρπών. Είναι η συσσώρευση ουσιών στους αναπτυσσόμενους καρπούς. Διακρίνεται στα εξής στάδια:

- 1) Υδατώδης καρπός (1-2 εβδομάδες από τη γονιμοποίηση)
- 2) Γαλακτώδης καρπός (2-3 εβδομάδες από τη γονιμοποίηση)
- 3) Στάδια ζύμης (3-6 εβδομάδες από τη γονιμοποίηση)

Η χρονική πορεία του γεμίσματος είναι σιγμοειδούς μορφής. Έχει διάρκεια 30-60 ημέρες από την άνθηση, ανάλογα με το γενότυπο και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Το τελικό βάρος του καρπού επηρεάζεται κυρίως από τη διάρκεια και δευτερευόντως από το ρυθμό γεμίσματος. Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν το γέμισμα είναι:

- 1) Θερμοκρασία (ημέρας και νύχτας). Υψηλότερες θερμοκρασίες συνεπάγονται χαμηλότερο τελικό βάρος λόγω μείωσης της διάρκειας του γεμίσματος, αυξημένης αναπνοής και ταχύτερης γήρανσης των φωτοσυνθετικών οργάνων. Θεωρείται ότι η άριστη θερμοκρασία της ημέρας είναι 25°C και της νύχτας 12°C.
- 2) Ηλιακή ακτινοβολία. Μειώνει και αυτή τη διάρκεια του γεμίσματος, πιθανόν λόγω αλληλεπίδρασης με τη θερμοκρασία.
- 3) Έλλειψη νερού προκαλεί μείωση του γεμίσματος και μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας με αποτέλεσμα μικρότερο τελικό βάρος καρπών ή και συρρικνωμένους καρπούς.

Z. Ωρίμανση. Χαρακτηρίζεται από αφυδάτωση των καρπών και το βαθμιαίο θάνατο των φυτών από το λαιμό προς το στάχυ. Στην οικονομική ωρίμανση, που προσδιορίζει το χρόνο συγκομιδής των φυτών, όλο το φυτό είναι ξηρό και εύθραυστο. Ο καρπός είναι σκληρός, ασυμπίεστος και δεν χαράζεται εύκολα.

2.2.3. Βοτανική Ταξινόμηση και Εξέλιξη του Είδους

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* της οικογένειας των Αγροστωδών (Poaceae ή Gramineae). Συγγενεύει με τα άγρια γένη *Agropyron* και *Aegilops*. Το γένος *Triticum* περιλαμβάνει 11 είδη καλλιεργούμενα ή αυτοφυή. Η ταξιανθία του σίτου είναι τυπικός στάχυς με ένα σταχύδιο σε κάθε άρθρωση και 1-9 άνθη στο κάθε σταχύδιο. Ο βασικός χρωμοσωμικός αριθμός του γένους είναι 7. Τα διάφορα είδη μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες ανάλογα με τον αριθμό των χρωμοσωμάτων:

A. σε διπλοειδή ($2n = 2x = 14$),

B. σε τετραπλοειδή ($2n = 4x = 28$) ή

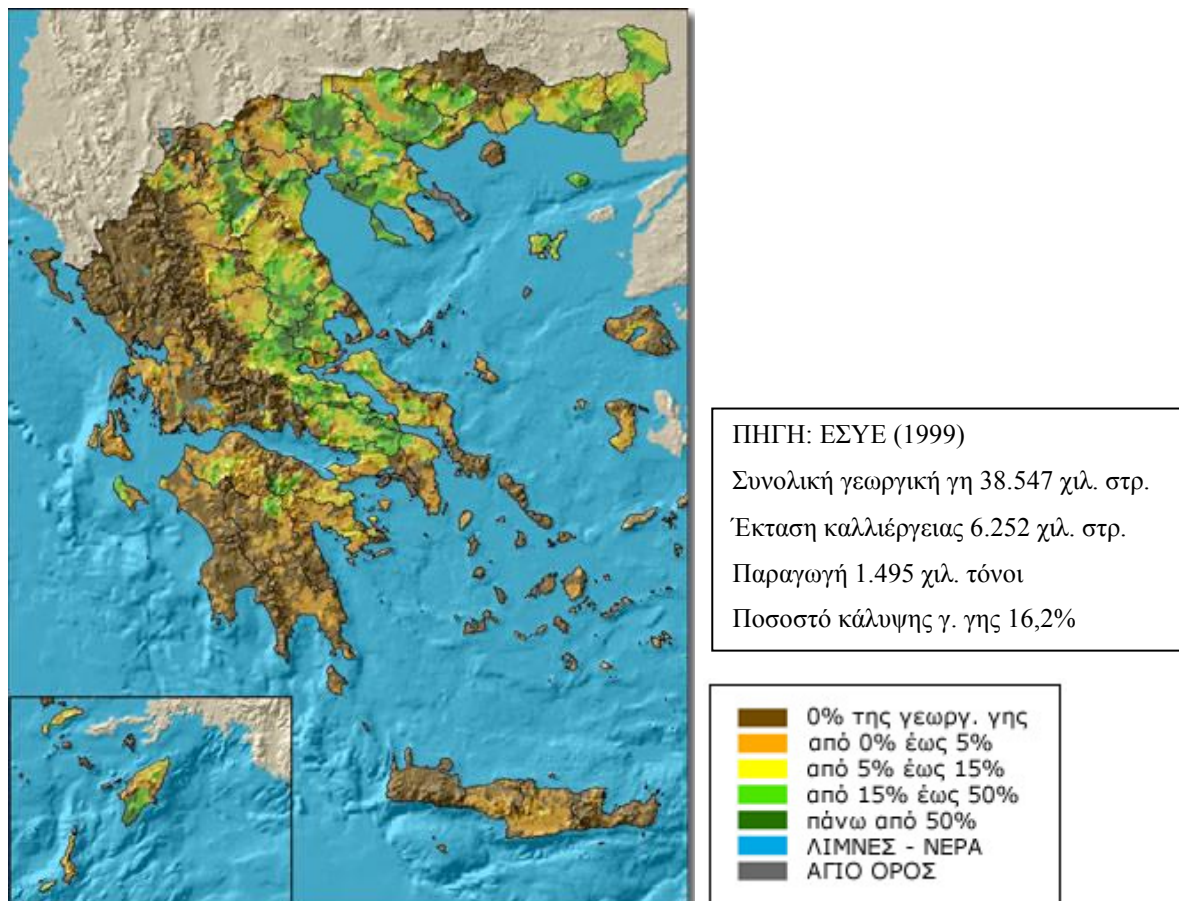
Γ. σε εξαπλοειδή είδη ($2n = 6x = 42$).

Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά γενώματα που συμμετέχουν στα διάφορα είδη σιταριού (A, B, D ή G). Τα καλλιεργούμενα διπλοειδή, τετραπλοειδή και εξαπλοειδή σιτάρια, έχουν συνήθως τη γνωμική σύνθεση AA, AABB, AABBDD αντίστοιχα. Η τέταρτη ομάδα η G, προσδιορίστηκε στο είδος *T. timopheevi* Zhuk (AAGG).

Ως προς την εξέλιξη των ειδών πιστεύεται πως ο δίκοκκος σίτος (emmer) προήλθε από τον άγριο τύπο (*Triticum dicoccoides*) που φέρει A και B γενώματα. Κατόπιν με μεταλλάξεις δημιουργήθηκαν τα άλλα τετραπλοειδή είδη. Ύστερα από φυσική διασταύρωση του *T. dicoccum* με το *T. taushii* (*Aegilops squarrosa*) με D γένωμα δημιουργήθηκε ο *T. spelta* και με μεταλλάξεις άλλα εξαπλοειδή είδη. Μόνο τρία από τα είδη *Triticum* έχουν εμπορική σημασία τα *T. aestivum* ή μαλακό σιτάρι (εξαπλοειδές), *T. durum* ή σκληρό σιτάρι (τετραπλοειδές) και *T. compactum* (εξαπλοειδές). Επίσης πρέπει να αναφερθεί πως διασταυρώσεις μεταξύ ειδών του γένους *Triticum* και συγγενικών γενών έδωσαν βιώσιμους απογόνους π.χ. τα *Triticale* από τη διασταύρωση του *Triticum* με το *Secale*, ενώ το *Agroticum* του *Triticum* με το *Agropyron*.

2.2.4. Ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται δύο είδη. Το *Triticum durum* ή σκληρό σιτάρι και το *T. aestivum* ή μαλακό σιτάρι. Το είδος *Triticum durum* αποτελεί το κυρίως καλλιεργούμενο σκληρό σιτάρι. Έχει συμπαγείς, συνήθως αγανοφόρους στάχεις, με πλατυσμένες πλευρές και στενότερες όψεις. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-7 άνθη, από τα οποία παράγονται 2-4 σπόροι. Υπάγεται στην κατηγορία των ανοιξιάτικων σιτηρών. Αποτελεί το πλέον κοσμοπολιτικό είδος και καλλιεργείται κυρίως στην Β. Αμερική, Ρωσία, Ινδία, Παραμεσόγειες χώρες κλπ. Το αλεύρι του χρησιμοποιείται για παρασκευή μακαρονιών, γλυκισμάτων και σε προσμίξεις. Το είδος *Triticum aestivum* αποτελεί το πιο διαδεδομένο μαλακό σιτάρι και έχει χιλιάδες ποικιλίες. Είναι από τα πιο παλιά σιτάρια, για το οποίο υπάρχουν ευρήματα σε λιμναίους οικισμούς. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-9 άνθη, που δίνουν 3-4 σπόρους. Είναι το πλέον κατάλληλο για την αρτοποιία.



Εικόνα 1. Χάρτης κλιμάκωσης της καλλιέργειας σκληρού σιταριού. Ο χάρτης απεικονίζει περιοχές Δημοτικών Διαμερισμάτων, στα οποία η καλλιέργεια σκληρού σιταριού καλύπτει τα ακόλουθα ποσοστά γεωργικής γης.

2.2.5. Οικολογικές Απαιτήσεις

Όπως αναφέρθηκε τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών (Poaceae ή Graminae) και διακρίνονται ανάλογα με την εποχή σποράς στη χώρα μας, σε χειμερινά και εαρινά. Στα χειμερινά κατατάσσονται το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και η σίκαλη ενώ στα εαρινά το καλαμπόκι, το ρύζι, το σόργο και το κεχρί. Από τα χειμερινά σιτηρά την μεγαλύτερη οικονομική σημασία τόσο για την Ελλάδα όσο και παγκοσμίως παρουσιάζει το σιτάρι, έπειτα έρχεται το κριθάρι και τέλος η βρώμη και η σίκαλη. Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες κλιματικές απαιτήσεις των σιτηρών στην χώρα μας

Κλίμα

Η κύρια καλλιέργεια του σιταριού βρίσκεται στην Εύκρατη ζώνη. Στην τροπική ζώνη μπορεί να καλλιεργηθεί μόνο σε μεγάλα υψόμετρα, στα δε βόρεια πλάτη ως εαρινή καλλιέργεια. Αντίθετα, το σιτάρι δεν ευδοκίμει στα θερμά ή υγρά κλίματα εκτός εάν διαθέτουν μια περίοδο σχετικά δροσερή που να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών και να επιβραδύνει τη δράση των παρασιτικών ασθeneιών. Τη μεγαλύτερη αντοχή στο ψύχος έχει το μαλακό σιτάρι, που είναι και πιο διαδεδομένο. Τα σκληρά σιτάρια καλλιεργούνται σχεδόν αποκλειστικά την άνοιξη στις ψυχρές περιοχές. Το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται κυρίως στις παραμεσόγειες χώρες, όπου φαίνεται να προσαρμόζεται στο ξηροθερμικό των περιβάλλον. Η άριστη θερμοκρασία βλαστήσεως του σίτου είναι 20-22°C, η ελάχιστη 3-4°C και η μέγιστη 35°C. Στις υψηλές θερμοκρασίες το ενδοσπέρμιο υφίσταται αποσύνθεση από μικροβιακή δράση και το έμβρυο πεθαίνει. Οι εαρινές ποικιλίες αντέχουν στο ψύχος μέχρι -10°C, οι χειμερινές ως -20°C ή μετά από σκληραγώγηση ως -30°C και κάτω από χιόνι ως -40°C. Κυρίως ενδιαφέρει η θερμοκρασία στο βάθος του 1-3 cm όπου βρίσκεται ο σταυρός, στον οποίο η ζημιά έχει τις σοβαρότερες επιπτώσεις. Άριστη θερμοκρασία για το αδελφωμα είναι η 14- 18°C και για τη φωτοσύνθεση γύρω στους 22°C. Το σιτάρι καλλιεργείται παγκοσμίως σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 270 έως 1750 mm αλλά συνήθως (στο 75% της συνολικής έκτασης) σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι 375-775 mm H₂O (ημίξερες μέχρι ύφυγρες περιοχές). Σημασία έχει η κατανομή της βροχόπτωσης σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία. Περισσότερο νερό (το 70% των αναγκών του) χρειάζεται το σιτάρι στην περίοδο μεταξύ καλαμώματος και ανθήσεως. Στο προηγούμενο του καλαμώματος διάστημα καταναλίσκεται μόνο 10% του νερού και

από το ξεστάχιασμα ως την ωρίμανση 20%. Από την πλευρά αυτή η κατανομή της βροχής στην Ελλάδα είναι δυσμενής επειδή το πιο πολύ νερό πέφτει το χειμώνα και επιπλέον η κατανομή την άνοιξη είναι ακανόνιστη. Για το λόγο αυτό η άρδευση του σιταριού είναι πολλές φορές χρήσιμη μέχρι πολύ αποτελεσματική. Στις φθινοπωρινές καλλιέργειες έλλειψη βροχών μετά τη σπορά και το φύτερωμα δημιουργεί πιθανότητες αποτυχίας της καλλιέργειας, λόγω κακού φυτρώματος και καθυστέρησης της ανάδυσης (μείωση καλλιεργητικής περιόδου). Συνήθως οι βροχές του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου ξεπερνούν τις ανάγκες των φυτών, γίνεται αποθήκευση στο έδαφος και χρησιμοποίηση της υγρασίας αργότερα. Οι βροχές της άνοιξης είναι ευεργετικές λόγω σύμπτωσής τους με την κρίσιμη περίοδο όπου τα φυτά έχουν ένα μέγιστο αναγκών σε νερό και θρεπτικά συστατικά. Όψιμες βροχές (κατά το γέμισμα) είναι χωρίς ουσιαστικό αποτέλεσμα και συνήθως ανεπιθύμητες γιατί ευνοούν το όψιμο πλάγιασμα, προσβολές από σκωριάσεις, ενώ καθυστερούν και την ωρίμανση των καρπών. Ο δριμύς χειμώνας που τον ακολουθεί δροσερή και ξηρή θερινή περίοδος ευνοεί την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Σε περιοχές με ηπιότερο κλίμα, η πρωτεΐνη στο σιτάρι είναι λιγότερη. Αυτό φαίνεται να σχετίζεται με τη διάρκεια της περιόδου ωριμάνσεως του κόκκου. Στις ξηρές περιοχές η περίοδος αυτή είναι μικρότερη, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της ξηρασίας. Με ηπιότερες συνθήκες η περίοδος αυτή αυξάνει και προστίθενται σε αναλογία πιο πολλοί υδατάνθρακες στον καρπό, ώστε τελικά το ποσοστό πρωτεΐνης να είναι μικρότερο. Στην Ελλάδα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του μαλακού σιταριού που καλλιεργείται στη Μακεδονία (ιδίως στη Δυτική) και Θράκη είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη Ν. Ελλάδα καθώς και εκείνου που καλλιεργείται στο εσωτερικό της χώρας σε σύγκριση με τα παράλια. Για το σκληρό σιτάρι δεν φαίνεται να υπάρχουν αξιολογες διαφορές μεταξύ των περιοχών της χώρας μας όπου καλλιεργείται, γενικά δε η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη είναι υψηλή.

Έδαφος

Το σιτάρι ευδοκμεί κυρίως σε εδάφη μέσης σύστασης μέχρι βαρεία (αμμοπηλώδη, πηλώδη, αργιλλώδη), βαθειά και καλά στραγγιζόμενα. Δεν ευδοκμεί σε εδάφη με υψηλό υδατικό ορίζοντα. Εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία δημιουργούν προδιάθεση για πλάγιασμα. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται στα γόνιμα ιλυοπηλώδη ή αργιλλοπηλώδη εδάφη, με επαρκή υγρασία και ελεύθερα ζιζανίων. Τα πολύ αμμώδη και τα κακώς στραγγιζόμενα δίνουν μικρές αποδόσεις.

Ακατάλληλα για τη σιτοκαλλιέργεια είναι τα όξινα και τα ισχυρώς εκπλυθέντα εδάφη. Ως προς την υφή του εδάφους, ο σπουδαιότερος ρόλος της, που επηρεάζει τις αποδόσεις του σιταριού, είναι η συγκράτηση της υγρασίας, ιδίως κατά την περίοδο των αυξημένων αναγκών των φυτών. Η αποδοτικότητα του σιταριού αυξάνεται από 1000 σε 3000 kg/ha καθώς αυξάνεται το διαθέσιμο νερό στην καλλιέργεια από 220 σε 440 mm. Στις ημίξηρες περιοχές η αγρανάπαυση θεωρείται απαραίτητη πρακτική για την αύξηση του αποθηκευμένου στο έδαφος νερού. Η απόδοση του σιταριού σχετίζεται θετικά και γραμμικά με το νερό του εδάφους που βρίσκεται ως απόθεμα για την καλλιέργεια και αυτή η σχέση είναι πιο σημαντική από τη σχέση με το εποχιακό νερό που χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια.

Λίπανση

Είναι γνωστό ότι με η λίπανση αυξάνει η απόδοση μέχρι ενός ορίου πέρα από το οποίο η αύξηση της απόδοσης δεν καλύπτει την αξία του επιπλέον λιπάσματος (νόμος της μη αναλόγου απόδοσης). Η χρησιμοποίηση αυξημένων ποσοτήτων λιπασμάτων, πέρα από τη ζημιά που μπορεί να προκαλέσει στην καλλιέργεια αποτελεί και απειλή για το περιβάλλον. Η αποτελεσματικότητα της λιπάνσεως με κάποιο θρεπτικό στοιχείο δεν εξαρτάται μόνο από τις ανάγκες του φυτού σ' αυτό, ή την ύπαρξη νερού για την αξιοποίησή του, αλλά και από την ύπαρξη και των άλλων θρεπτικών στοιχείων σε ορισμένες (ισόρροπες) αναλογίες. Έτσι, συνδυασμένη λίπανση με K και N και καθόλου λίπανση έδωσε καλύτερη απόδοση από μονομερή λίπανση (μόνο με K ή N). Σημαντικά ποσά ορισμένων στοιχείων όπως καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και θείου παραμένουν στο έδαφος μετά τη συγκομιδή. Αντίθετα, η μεγάλη μάζα του αζώτου και του φωσφόρου συσσωρεύεται στους καρπούς. Επίσης υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των φωσφορικών και αζωτούχων λιπασμάτων, κατά τους Boatwright & Haas (1961) το άζωτο αυξάνει τη διαθεσιμότητα των φωσφορικών στο έδαφος ή, το πιθανότερο, προωθεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και αυξάνει τις δυνατότητες απορρόφησης φωσφορικών από τα φυτά. Η απορρόφηση των φωσφορικών από το σιτάρι είναι άριστη σε θερμοκρασίες 18-27°C.

Άζωτο (N): Συνιστάται η δόση των 3-4 kg N το φθινόπωρο σε βασική λίπανση πριν ή κατά τη σπορά και με τη μορφή θειικής αμμωνίας. Σε υγρές ή αρδευόμενες περιοχές λιπαίνουν από 3-14 kg N/στρέμμα αν δεν προηγήθηκε ψυχανθές, ενώ σε αμμώδη εδάφη ημίξηρων περιοχών μόνο 1,5-4 kg N. Αν υπάρχουν ενδείξεις ελλείψεως

προστίθενται επιφανειακά άλλα 2 kg N την άνοιξη σε νιτρική μορφή. Τέτοια έλλειψη μπορεί να παρουσιαστεί όταν οι συνθήκες του χειμώνα είναι δυσμενείς (ψύχος, υγρασία για νιτροποίηση), ενώ με τις πρώτες ζέστες τα νεαρά φυτά χρειάζονται άζωτο. Για να χρησιμοποιηθεί (και να μη βλάψει) η επιφανειακή λίπανση πρέπει να υπάρχει νερό.

Φώσφορος (P): Συνιστάται η δόση των 2-2,5 kg P το στρέμμα κάθε χρόνο μέχρι να διαπιστωθεί ότι η καλλιέργεια δεν αντιδρά. Στην περίοδο εντατικής αναπτύξεως των φυτών συνιστάται η εφαρμογή καλίου σε ποσότητα 2-3 kg το στέμμα.

Σπορά

Η επιλογή της ποικιλίας ρόλο στο γρήγορο και κανονικό φύτρωμα. Η ποσότητα του σπόρου που σπέρνεται στο στρέμμα κυμαίνεται πάρα πολύ ανάλογα με την ποιότητά του (βλαστικότητα, βάρος) και τις συνθήκες σποράς (εδαφικές, κλιματικές, υγρασιακές, εποχή σποράς, ενδεχόμενοι κίνδυνοι κλπ.).

Συνιστώνται ποσότητες από 15-22kg σπόρου ανά στρέμμα, ανάλογα με την ποικιλία. Το σιτάρι στη χώρα μας σπέρνεται κατά κανόνα το φθινόπωρο τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο. Η σπορά γίνεται σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους από 14 έως 20 cm και οι αποστάσεις επί της γραμμής κυμαίνονται από 2,5 έως 5 cm. Το σύνηθες βάθος σποράς είναι 2,5-5 cm. Το μεγαλύτερο βάθος εφαρμόζεται σε ελαφρά χωράφια, πρώιμη σπορά και συνθήκες ελλείψεως υγρασίας. Οι γραμμές σποράς θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν παράλληλες με την κίνηση του ήλιου και κάθετες προς τους επικρατέστερους ανέμους της περιοχής για να εξασφαλιστούν αφ' ενός πλουσιότερος φωτισμός και αφ' ετέρου να μειωθούν οι επιπτώσεις από το ψύχος.

Συγκομιδή και Αποθήκευση

Στην Ελλάδα, το σιτάρι θερίζεται περίπου τέλη Ιουνίου, όταν το ενδοσπέρμιο είναι σκληρό και έχει υγρασία 25-35%. Σύγχρονος θερίζοαλωνισμός γίνεται 6-10 ημέρες αργότερα, ώστε να περιορισθεί το ποσοστό της υγρασίας, που δυσκολεύει τον αλωνισμό. Η αποθήκευση γίνεται με υγρασία καρπού κάτω του 14%, σε ξηρές και δροσερές αποθήκες μέσα σε μεταλλικά δοχεία ή σάκκους ή χύμα, καθώς και σε μεγάλα σιλό. Ο ρυθμός αναπνοής του σπόρου με υγρασία κάτω του 14% και θερμοκρασία κάτω των 20 °C είναι βραδύς ώστε να μην διατρέχει κίνδυνο να ανάψει. Στην υγρασία των 8-10% και θερμοκρασία 4°C σταματά και η δραστηριότητα των εντόμων στην αποθήκη

2.3. ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΦΥΤΟΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

2.3.1. Γεωργική Βιοποικιλότητα

Ο όρος βιοποικιλότητα αναφέρεται στην ποικιλότητα των διαφόρων μορφών ζωής και διακρίνεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα:

- τη γενετική (ενδοειδική) ποικιλότητα
- την ποικιλότητα ειδών και
- την ποικιλότητα οικοσυστημάτων.

Τελευταία επιχειρείται, στα πλαίσια της σύγχρονης αγρο-περιβαλλοντικής πολιτικής, να περιληφθεί στον όρο αυτό και η ποικιλότητα του Τοπίου.

Η γενετική ποικιλότητα και η ποικιλότητα ειδών αποτελούν φυσικό πλούτο και αγαθό που απειλείται από ανθρωπογενείς ή άλλες δραστηριότητες. Η ανάγκη διατήρησης της βιοποικιλότητας και ιδιαίτερα των φυτογενετικών πόρων προκύπτει από την ιδιαίτερη σημασία που έχουν για τις ανθρωποκοινωνίες και τα οικοσυστήματα γενικότερα. Έχει αναγνωριστεί σήμερα ότι οι βιοτικές ανάγκες του ανθρώπου (διατροφή, ένδυση, φαρμακευτικές ουσίες, βιομηχανικά είδη κ.λ.π.) εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα από τη βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων μας ως πλουτοπαραγωγικής πηγής.

Εκτός της άμεσης αξιοποίησης της βιοποικιλότητας ως πλουτοπαραγωγικής πηγής για άντληση αγαθών, κάλυψης βιοτικών αναγκών είναι αναγνωρισμένο ότι ο πολιτισμός μας και η διατήρηση του εξαρτάται από τη διατήρηση των φυσικών πλουτοπαραγωγικών πηγών στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η βιοποικιλότητα. Μπορούμε επομένως να πούμε ότι από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας προκύπτουν ωφέλειες που σχετίζονται γενικότερα με τον πολιτισμό της εκπαίδευσης, οικοτουρισμό κ.λ.π.

Τα συστατικά της βιοποικιλότητας στον πλανήτη μας μειώνονται τους τελευταίους δυο αιώνες, λόγω κυρίως ανθρώπινων χειρισμών. Πιο έκδηλη είναι η μείωση των υπαρχόντων ειδών. Η συρρίκνωση της ενδοειδικής ποικιλότητας είναι εμφανής τις τελευταίες δεκαετίες στα καλλιεργούμενα είδη φυτών

Η χώρα μας διακρίνεται για την υψηλή ποικιλότητα και στα τρία επίπεδα της βιοποικιλότητας. Χαρακτηρίζεται από τον μεγάλο αριθμό ειδών, το υψηλό ποσοστό

ενδημικών και την ευρεία ενδοειδική ποικιλότητα. Η εντατικοποίηση της γεωργίας διέβρωσε τη γενετική ποικιλότητα των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών.

Η γεωργική βιοποικιλότητα αφορά το κομμάτι της ολικής βιοποικιλότητας που ενδιαφέρει τη γεωργία. Περιλαμβάνει όλα τα φυτικά είδη που έχουν οικονομική σημασία για την γεωργική παραγωγή σήμερα ή εκτιμάται ότι θα έχουν στο μέλλον. Έτσι, στην έννοια αυτή περιλαμβάνονται όλες οι καλλιεργούμενες ποικιλίες, είτε παραδοσιακές είτε νέες ποικιλίες που δημιουργήθηκαν από τους βελτιωτές, αλλά και τα αυτοφυή συγγενή ή προγονικά είδη των καλλιεργούμενων φυτών, τα οποία είναι πολύτιμα για τη βελτίωση, ιδίως για ποιοτικά χαρακτηριστικά, προσαρμοστικότητα, αντοχή σε παθογόνα κ.λπ.

2.3.2. Βασικές Έννοιες Βιοποικιλότητας

Γενετικό υλικό και Φυτογενετικοί Πόροι

Ως γενετικό υλικό (germplasm) χαρακτηρίζεται όλο το φυτικό δυναμικό που συμβάλλει σήμερα ή μπορεί να συμβάλει στο μέλλον στην βελτίωση ενός είδους (Bennett 1978).

Ο όρος φυτογενετικοί πόροι (genetic resources) είναι μια στενότερη έννοια που περιλαμβάνει μόνο εκείνες τις κατηγορίες του γενετικού υλικού που δεν προστατεύονται από ειδικές νομοθεσίες, όπως :

1. Ντόπιες ποικιλίες παραδοσιακής καλλιέργειας (landraces ή varieties) που εκτοπίζονται από τις μοντέρνες ποικιλίες και κινδυνεύουν με εξαφάνιση.
2. Παλιές ποικιλίες που δημιουργήθηκαν από βελτιωτές και εγκαταλείφθηκαν (obsolete cultivars) ή έληξε η νομική τους προστασία.
3. Άγρια (wild) ή ημιάγρια (weedy) είδη , που είναι συγγενή ή απευθείας προγονικά των καλλιεργουμένων φυτών.
4. Άγρια φυτικά είδη χρησιμοποιούμενα άμεσα για την διατροφή ανθρώπων και ζώων, την βιομηχανική παραγωγή ή την διακόσμηση (αυτοφυή αρωματικά και φαρμακευτικά, αρτυματικά, βαφικά, μελισσοκομικά, ανθοκομικά - διακοσμητικά κλπ. φυτά).
5. Καθαρές σειρές με μεγάλη σημασία για τη γεωργία.

Γενικά στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα φυτικά είδη που δεν προστατεύονται από ειδικές νομοθεσίες όπως η νομοθεσία περί Προστασίας των

Δικαιωμάτων των Βελτιωτών (Plant Breeders Rights), της προστασίας των δικαιωμάτων της Πνευματικής Ιδιοκτησίας (Intellectual Property Rights) κ.α.

Γενετική Διάβρωση (Genetic erosion).

Μέχρι τα μέσα του αιώνα μας η έννοια αυτή ήταν άγνωστη. Με την κλειστή αυτοσυντηρούμενη οικονομία των μικρών αγροτικών κοινωνιών δεν ήταν ορατός κανένας κίνδυνος για τις χρησιμοποιούμενες τοπικές ποικιλίες και πληθυσμούς ή για τα φυσικά οικοσυστήματα. Όμως με την τεχνολογική και οικονομική επανάσταση που επικράτησε μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο δόθηκαν τεράστιες δυνατότητες στον άνθρωπο να επηρεάσει το φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα και το οικονομικό περιβάλλον. Η γενίκευση της μηχανοκαλλιέργειας έδωσε την δυνατότητα να καλλιεργηθούν μεγάλες εκτάσεις με λίγες έως και μία καλές ποικιλίες. Επίσης η γενίκευση της χρήσεως λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων και της άρδευσης αύξησε σημαντικά τις αποδόσεις των νέων εκλεκτών ποικιλιών που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια της μεγάλης προόδου της γενετικής και βελτίωσης των φυτών και των βιολογικών επιστημών γενικότερα. Τέλος η μετάβαση στην οικονομία της αγοράς και η απελευθέρωση των εσωτερικών και διεθνών αγορών δημιούργησε ένα νέο οικονομικό και τεχνικό πλαίσιο που προωθούσε την τυποποίηση και ομοιομορφία. Έτσι σιγά - σιγά οι νέες συνθήκες οδήγησαν στην επικράτηση, στις εθνικές αγορές πρώτα και στην παγκόσμια κατόπιν, λίγων εκλεκτών ποικιλιών με υψηλή ποιότητα και απόδοση που δημιουργήθηκαν από επιστημονικά κρατικά ιδρύματα αρχικά και ιδιωτικές βελτιωτικές εταιρείες αργότερα, οι οποίες εκμεταλλεύτηκαν το ευνοϊκό νομικό πλαίσιο προστασίας των δημιουργιών τους που επικράτησε διεθνώς μετά το 1960.

Αποτέλεσμα αυτών των νέων τάσεων ήταν να εκτοπισθεί από την καλλιέργεια και να χαθεί ένα μεγάλο μέρος του παραδοσιακού γενετικού υλικού που μας κληροδότησαν οι προηγούμενες γενεές. Αυτή η απώλεια γενετικού δυναμικού χαρακτηρίστηκε ως Γενετική Διάβρωση (Genetic erosion).

Περιορισμός της Γενετικής Βάσης (Narrow genetic base)

Στην προσπάθειά τους να δημιουργήσουν γρήγορα νέες βελτιωμένες ποικιλίες οι βελτιωτές οδηγήθηκαν στη υπερχρησιμοποίηση ως γονέων πολύ ολίγων εκλεκτών ποικιλιών. Έτσι μικρό μόνο τμήμα από το μεγάλο γονιδιακό εύρος μίας καλλιέργειας συμμετέχει στην γενετική σύσταση των νέων ποικιλιών. Σχεδόν το 40% των ποικιλιών λαχανοκομικών φασολιών με τρυφερό πράσινο σαρκώδη και χωρίς ίνες λοβό έχουν ως

βάση τον γενότυπο της ποικιλίας Tendercrop. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την χρησιμοποίηση μιας Στενής Γενετικής Βάσης (Narrow genetic base) και όχι ολόκληρου του γενετικού δυναμικού για την βελτίωση του είδους. Επικίνδυνος περιορισμός της γενετικής βάσης παρατηρήθηκε τα τελευταία 30 χρόνια σε όλες σχεδόν τις σημαντικές καλλιέργειες. Για πολλές από αυτές δεν χρησιμοποιούνται στην βελτίωση περισσότερο από το 5-10% της διαθέσιμης παραλλακτικότητας.

Γενετική ευπάθεια των καλλιεργειών (Genetic vulnerability)

Η μείωση της γενετικής βάσης των καλλιεργειών, η αυξανόμενη γενετική ομοιομορφία και η καλλιέργεια τεράστιων εκτάσεων με μία μόνο ή πολύ λίγες ποικιλίες οδήγησε σταδιακά στην αύξηση της " Γενετικής Ευπάθειας " (Genetic vulnerability) των καλλιεργειών στα εξελισσόμενα παθογόνα. Από γενετική άποψη, η ευπάθεια αυτή γίνεται τόσο μεγαλύτερη όσο μειώνεται η γενετική ποικιλότητα. Η τελευταία είναι μέγιστη στους αβελτίωτους πληθυσμούς, πολύ μικρή στις καθарές σειρές και ελάχιστη στα υβρίδια και τους κλώνους. Έτσι, οι κλώνοι και τα υβρίδια είναι γενετικά οι πιο ευπαθείς κατηγορίες φυτών. Γι' αυτό και οι μεγαλύτερες και καταστροφικότερες επιδημίες εμφανίστηκαν σε τέτοια είδη. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η επιδημία του Περονόσπορου της πατάτας το 1850 στην Ιρλανδία, του Ωιδίου, Περονόσπορου και Φυλλοξήρας στην Ευρώπη στο δεύτερο ήμισυ του 19ου αιώνα, του Δορυφόρου της πατάτας και του ιού της Σάρκα στη δεκαετία του 70 στην Ευρώπη, της Πυραλίδας και του Ελμινθοσπόριου του καλαμποκιού στις δεκαετίες του 1930 και 1970 αντίστοιχα στις ΗΠΑ κ.α., καθώς και η επιδημία από το *Fusarium graminearum* στις φυτείες σίτου και κριθαριού στις Η.Π.Α. το 1994-1996 (FAO, 1996).

2.3.3. Διατήρηση Γενετικού Υλικού

Το γενετικό υλικό μπορεί να διατηρηθεί και προστατευθεί με 2 κύριους τρόπους, την διατήρηση Εκτός Τόπου ή εκτός του φυσικού περιβάλλοντος (*Ex Situ*) και την διατήρηση Επί Τόπου ή στο φυσικό περιβάλλον (*In Situ*). Ειδικότερο τύπο της Επί Τόπου διατήρησης αποτελεί η Διατήρηση στον Αγρό ή γενικότερα υπό καλλιέργεια (*On Farm conservation*) που εφαρμόζεται για την προστασία των παραδοσιακών πληθυσμών και ποικιλιών.

Εκτός Τόπου διατήρηση (Ex situ conservation)

Είναι ο πιο διαδεδομένος και ο πιο εύκολος σχετικά τρόπος διατήρησης. Χρησιμοποιείται συνήθως για την διατήρηση σπόρων σε ειδικές αποθήκες με συνθήκες που επιβραδύνουν το γήρας τους. Σε μικρότερη κλίμακα χρησιμοποιείται για την διατήρηση ιστών κλωνικά πολλαπλασιαζόμενων ειδών (δενδρώδεις καλλιέργειες, πατάτα κλπ.) με την χρήση υγρού Αζώτου ή διαλυμάτων ελάχιστης αύξησης ή περιέχοντα επιβραδυντές αύξησης σε συνθήκες *In Vitro*.

Κλωνικό υλικό διατηρείται επίσης υπό μορφή Φυτειών - Συλλογών υπαίθρου σε ειδικά Ινστιτούτα (Συλλογές Οπωροφόρων , αμπέλου, ελιάς κλπ.). Σε τέτοιες φυτείες μπορεί να διατηρηθούν επίσης και είδη που διατρέχουν κινδύνους στο φυσικό περιβάλλον, λόγω μικρών επισφαλών πληθυσμών, αλλαγών χρήσεων γης κλπ. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι διάφορες συλλογές αρωματικών, φαρμακευτικών και καλλωπιστικών φυτών και άλλων αυτοφυών ειδών που διατηρούνται σε διάφορα ιδρύματα της χώρας.

α) Διατήρηση σπόρων

Γενικά περί βιωσιμότητας σπόρων

Με το σπόρο αρχίζει η επόμενη γενιά ενός φυτού. Ο σπόρος, που περιέχει το νέο φυτό σε μικρογραφία, είναι εφοδιασμένος με δομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά που τον καθιστούν κατάλληλο για τον ρόλο του ως μονάδα διασποράς και είναι καλά εφοδιασμένος με αποθέματα τροφών που συντηρούν το νεαρό φυτό μέχρις ότου γίνει ένας αυτόνομος αυτότροφος οργανισμός. Το εμβρυακό φυτό προστατεύεται μέσα στα καλύμματα του, η μεταβολική του δραστηριότητα είναι σε εξαιρετικά χαμηλό σημείο και δεν ξαναρχίζει παρά αφού περάσει κάποιο σημαντικό χρονικό διάστημα ή δεχθεί κάποιο ειδικό περιβαλλοντικό ερέθισμα.

Για να εκπληρώσει τον μοναδικό του ρόλο στην ιστορία του φυτού ο σπόρος διαθέτει κάποιες ειδικές και βιοχημικές ιδιότητες. Ίσως η πιο αξιοσημείωτη και η πιο προφανής είναι ότι πολλά είδη σπόρων μπορούν να μείνουν ζωντανά αν και έχουν αφυδατωθεί. Η υγρασία του σπόρου μπορεί να πέσει μέχρι περίπου 10% κατά βάρος, και πολλά από τα κυτταρικά του οργανίδια αποδιοργανώνονται και γίνονται ανενεργά. Σε αυτή την κατάσταση της ηρεμίας (quiescence) ο σπόρος αντιστέκεται στις αντιξοότητες του περιβάλλοντος, αλλά μπορεί να ανακτήσει πλήρη μεταβολική δραστηριότητα, αύξηση και ανάπτυξη, όταν οι συνθήκες το επιτρέψουν. Πώς λοιπόν το

έμβρυο και οι συναφείς ιστοί, αντίθετα με όλα τα άλλα τμήματα του φυτού, αντέχει στην αποξήρανση και αποφεύγει το θάνατο;

Βιωσιμότητα (viability) και μακροβιότητα (longevity) του σπόρου είναι η διατήρηση απο τον σπόρο εκείνων των λειτουργιών που είναι απαραίτητες για το φύτευμά του. Συνεπώς ο βιώσιμος σπόρος είναι ζωντανός. Αυτό όμως δεν διασφαλίζει ότι ο σπόρος θα φυτρώσει (π.χ. αν ο σπόρος είναι σε λήθαργο). Σε ένα δείγμα, η (%) βιωσιμότητα είναι το ποσοστό των σπόρων που είναι ζωντανοί. Υπολογίζεται με τα τεστ βιωσιμότητας.

Ο κύριος λόγος για τον οποίο διατηρούμε τους σπόρους των οικονομικής σημασίας φυτών είναι για να διατηρούμε αναπαραγωγικό υλικό από μια καλλιεργητική περίοδο στην άλλη ή για περισσότερες βλαστικές περιόδους. Από πολύ νωρίς ο άνθρωπος αύξησε τις γνώσεις του σχετικά με τις απαιτήσεις των σπόρων για την διατήρηση της βιωσιμότητάς τους και για τις μεθόδους παροχής κατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης.

Με την πρόοδο της βελτίωσης, δημιουργήθηκε η ανάγκη για διατήρηση του γενετικού υλικού μακρόχρονης διατήρησης σε ΤΓΥ.

Σε μια δημοσίευση του το 1908 ο Ewart κατάταξε τους σπόρους σε 3 κατηγορίες με βάση τη μακροβιότητα τους υπό άριστες συνθήκες:

- Βραχύβιους, που η διάρκεια της ζωής τους δεν περνά τα 3 χρόνια
- Μεσόβιους, των οποίων η διάρκεια ζωής κυμαίνεται από 3-15 χρόνια και
- Μακρόβιους, των οποίων η διάρκεια ζωής κυμαίνεται από 15 έως πάνω από 100 χρόνια.

Η διατήρηση των σπόρων στηρίζεται στην από αιώνων εμπειρική παρατήρηση, που επαληθεύθηκε μεταγενέστερα και με πειραματισμό, ότι η διάρκεια ζωής των σπόρων αυξάνεται όσο μειώνεται η υγρασία τους και όσο μειώνεται η θερμοκρασία του χώρου όπου αυτοί διατηρούνται.

Οι σπόροι που η βιωσιμότητα τους επιμηκύνεται με την μείωση της υγρασίας τους και της θερμοκρασίας διατήρησης χαρακτηρίζονται ως Ορθόδοξοι (Orthodox). Αντίθετα σπόροι που δεν έχουν αυτή την συμπεριφορά ονομάζονται Μή Ορθόδοξοι ή Δύστροποι (Recalcitrant). Οι σπόροι της τελευταίας κατηγορίας έχουν γενικά μικρή βιωσιμότητα και νεκρώνονται ταχύτατα μόλις μειωθεί η υγρασία τους κάτω από ένα σχετικά υψηλό όριο. Επειδή δεν μπορούν να χάσουν την υγρασία τους, δεν μπορούν και να αποθηκευθούν σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός. Οι σπόροι αυτοί μπορούν να διατηρηθούν υπό ειδικές συνθήκες κορεσμού υγρασίας (Imbibed storage), όμως η

διάρκεια της ζωής τους είναι ακόμη και με αυτές τις συνθήκες πολύ μικρή. Σπόροι αυτής της κατηγορίας παράγονται από ορισμένα υδροχαρή είδη και από πολλά μεγαλόσπερμα δενδρώδη είδη, όπως είναι το άγριο Ρύζι (*Zizania aquatica*), η καρυδιά, η καστανιά, η βελανιδιά, η λεπτοκαρυά, η Ιπποκαστανιά, η Ιτιά, ο λωτός, το μάνγκο, το Αβοκάντο, το κακάο, η Εβέα, η κόλα, το τσάι, η κανέλλα, πολλά εσπεριδοειδή, ο φοίνικας, ο κοκοφοίνικας κ.α.

Πρακτικά στις τράπεζες γενετικού υλικού διατηρούνται σήμερα μόνο ορθόδοξοι σπόροι. Η διατήρησή τους στηρίζεται στην διαπίστωση ότι η βιωσιμότητά τους διατηρείται τόσο περισσότερο, όσο χαμηλότερη είναι η υγρασία τους και όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του χώρου αποθήκευσης. Ειδικότερα έχει βρεθεί (κανόνες του Harrington, 1975) ότι :

- Όταν η υγρασία του σπόρου μειώνεται κατά 1% η διάρκεια της ζωής του διπλασιάζεται.
- Όταν η θερμοκρασία του χώρου αποθήκευσης μειωθεί κατά 5 °C, η διάρκεια της ζωής τους επίσης διπλασιάζεται.
- Η επίδραση της υγρασίας και της θερμοκρασίας είναι ανεξάρτητη και αθροιστική.

Οι Roberts et al., 1983, εκτιμούν ότι ο διπλασιασμός της διάρκειας ζωής των σπόρων γίνεται για κάθε μείωση της υγρασίας τους κατά 2 %, μέχρι το όριο του 5 % περίπου.

Με βάση τα παραπάνω, αν αποθηκεύσουμε σπόρο τομάτας, που σε κανονικές συνθήκες διατήρησης (υγρασία 14 %, θερμοκρασία αποθήκης 20⁰ -25⁰ C) διατηρεί τη βιωσιμότητά του επί 2-3 έτη, αφού προηγουμένως του μειώσουμε την υγρασία του στο 8 % με τη βοήθεια αφυγραντήρα, η βιωσιμότητά του επιμηκύνεται 2³ φορές και εκτιμάται σε :

$$2 \text{ έτη} \times 2^3 = 2 \text{ έτη} \times 8 = 16 \text{ έτη.}$$

Επίσης, αν αποθηκεύσουμε το σπόρο σε αποθήκη ψυγείο με 5⁰ C (δεχόμενοι θερμοκρασία περιβάλλοντος 20⁰ C) η βιωσιμότητά του επιμηκύνεται κατά 2³ = 8 φορές (20⁰ - 5⁰ = 15⁰ C διαφορά θερμοκρασίας / 5 = 3, δηλ. μεταβολή 2³ = 8 φορές x 2 έτη = 16 έτη).

Αν συνδυάσουμε τις 2 μεταβολές, δηλ. ξήρανση του σπόρου ώστε η υγρασία του να πέσει στο 8 % και αποθήκευση σε θερμοκρασία 5⁰ C, τότε η βιωσιμότητά του αυξάνει

$2^3 \times 2^3 = 2^6$ δηλ. 64 φορές και η διάρκεια της ζωής του εκτιμάται σε $2^6 \times 2 = 128$ έτη.

Πρόσφατες εργασίες έδειξαν ότι η βιωσιμότητα των σπόρων επιμηκύνεται σε πολλά είδη και με Υπερξήρανση (Ultra drying) σε επίπεδα 1,5- 3 % χωρίς οι τελευταίοι να κινδυνεύουν από νέκρωση. Η υπερξήρανση μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του κόστους γιατί μπορεί να επιτρέψει την ασφαλή διατήρηση ακόμη και σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας, καθιστώντας περιττή τη δαπανηρή χρησιμοποίηση των αποθηκών- ψυγείων.

Ενεργός Συλλογή (Active collection)

Η Ενεργός συλλογή της Τράπεζας Γενετικού Υλικού χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των σπόρων για χρονικό διάστημα περίπου 10 ετών ή και περισσότερο, ανάλογα με το κάθε φυτικό είδος.

Ο ψυκτικός θάλαμος όπου διατηρούνται οι σπόροι αυτής της κατηγορίας έχει όγκο περίπου 50 κυβικών μέτρων και η χωρητικότητά του εκτιμάται σε περίπου 10.000 δείγματα σπόρων. Οι σπόροι τοποθετούνται στον θάλαμο αυτό αφού προηγουμένως έχουν καθαρισθεί, έχει μετρηθεί η φυτρωτική τους ικανότητα ώστε ανάλογα με το είδος να κυμαίνεται από 85 - 99 % και έχουν ξηρανθεί με την βοήθεια ξηραντηρίου ώστε η υγρασία τους να πέσει στο 5-6 % . Η θερμοκρασία του θαλάμου κυμαίνεται μεταξύ 2 και 5 βαθμών Κελσίου. Μέσα στον ψυκτικό θάλαμο υπάρχει αφυγραντήρας που διατηρεί την σχετική υγρασία του αέρα μέσα στο θάλαμο στο 25- 30 %. Με αυτές της συνθήκες χαμηλής υγρασίας αέρα οι σπόροι διατηρούν την υγρασία τους στο επίπεδο του 5-6 % , ευρισκόμενοι σε δυναμική ισορροπία με τον περιβάλλοντα αέρα. Έτσι, δεν υπάρχει ανάγκη να χρησιμοποιηθούν ερμητικές υδατοστεγείς συσκευασίες στο θάλαμο. Οι σπόροι μπορούν να διατηρηθούν με απόλυτη ασφάλεια σε απλές πάνινες ή χάρτινες σακούλες.

Στον ίδιο θάλαμο διατηρείται επίσης και η Συλλογή Εργασίας (Working collection) που περιλαμβάνει υλικό που χρησιμοποιείται σε πειράματα, επιλογές βελτιωτικών προγραμμάτων κλπ.

Βασική Συλλογή (Base collection)

Η Βασική Συλλογή χρησιμοποιείται για τη μακρόχρονη διατήρηση των σπόρων. Ως μακρόχρονη θεωρείται η ασφαλής διατήρηση για τουλάχιστον 20 χρόνια. Για το σκοπό αυτό οι συνθήκες διατήρησης των σπόρων είναι πολύ καλύτερες.

Ο ψυκτικός θάλαμος όπου διατηρείται η Βασική Συλλογή έχει όγκο επίσης 50 κυβικών μέτρων και χωρητικότητα περίπου 10.000 δειγμάτων σπόρων, όπως και η ενεργός συλλογή. Η θερμοκρασία διατήρησης των σπόρων είναι όμως πολύ χαμηλότερη (-21°C) οι δε σπόροι, που έχουν ξηραθεί ώστε να πέσει η υγρασία τους στο 5 %, διατηρούνται σε ερμητική συσκευασία (ανοξείδωτα μεταλλικά κουτιά των 500 και 1000 κυβικών εκατοστών ή επενδεδυμένες με πολυαιθυλένιο σακούλες αλουμινίου). Με αυτές τις συνθήκες η υγρασία των σπόρων παραμένει χαμηλή, η αναπνοή των σπόρων μηδενίζεται, όπως και το οξυγόνο, και δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος προσβολής τους από παθογόνα.

Θεωρητικά από κάθε πληθυσμό τοποθετείται στην Βασική Συλλογή ένα δείγμα 12.000- 15.000 σπόρων για τα σταυρογονιμοποιούμενα είδη και 3.000 - 4.000 σπόρων για τα αυτογονιμοποιούμενα, ώστε να θεωρείται αντιπροσωπευτικό της γενετικής ποικιλότητάς του. Στην πράξη όμως και για μεγάλωσπερμες ποικιλίες οι αριθμοί είναι πολύ μικρότεροι. Σε αυτή την περίπτωση το δείγμα σπανίως υπερβαίνει το ένα χιλιόγραμμο. Έτσι π.χ. ένα δείγμα ενός πληθυσμού του *Phaseolus coccineus* (φασόλια γίγαντες) βάρους 1 κιλού θα έχει περίπου 500 σπόρους. Αντίθετα σε μικρόσπερμα είδη είναι πολύ εύκολο να έχουμε δείγματα με τον συνιστώμενο αριθμό σπόρων. Αυτοί οι αριθμοί υπερκαλύπτονται π.χ. με δείγματα του 1 γραμμαρίου στον καπνό, ή 5- 10 γραμμαρίων στο μαρούλι.

β) Συλλογές - Φυτείες υπαίθρου

Το γενετικό υλικό των κλωνικά αναπαραγόμενων ειδών διατηρείται κατ' ανάγκη σε φυτείες υπαίθρου αφού δεν έχουν ακόμη βελτιωθεί στο βαθμό που πρέπει οι άλλες εναλλακτικές μέθοδοι διατήρησης τέτοιου υλικού.

Το γενετικό υλικό των πυρηνοκάρπων (*Prunus spp*) που συλλέχθηκε με χρηματοδότηση του FAO το 1984-86 από μεγάλο μέρος της ελληνικής επικράτειας (176 κλώνοι) διατηρείται σε φυτεία στο Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων της Νάουσας, όπου και αξιολογείται.

Το γενετικό υλικό της αμπέλου που συλλέχθηκε κατά τα έτη 1982-86 (567 κλώνοι) από ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο διατηρείται σε φυτεία στο Ινστιτούτο Αμπέλου Αθηνών. Εφεδρική συλλογή από 285 κλώνους εγκαταστάθηκε σε φυτεία του Κ.Γ.Ε. Μακεδονίας -Θράκης το 1987. Μικρότερες συλλογές δενδρωδών καλλιεργειών διατηρούνται σε διάφορα ερευνητικά ιδρύματα της χώρας. Συλλογή υπαίθρου με

ιθαγενή αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά διατηρείται επίσης στο Τμήμα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών του Κ.Γ.Ε.Μ.Θ.

Από τα λαχανικά, σε φυτείες υπαίθρου της ΤΓΥ διατηρείται γενετικό υλικό του *Allium sativum* (πράσου) που δεν σποροποιεί υπο τις συνθήκες της εύκρατης ζώνης, ενώ γενετικό υλικό πατάτας διατηρείται σε φυτεία του τμήματος Λαχανοκομίας του Κ.Γ.Ε.Μ.Θ. και με μορφή μικροκονδύλων. Μικρότερες φυτείες εργασίας υπάρχουν σε διάφορα ερευνητικά ιδρύματα της χώρας.

Οι φυτείες υπαίθρου παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι, σε αντίθεση με την διατήρηση σπόρων, επιτρέπουν την εξέλιξη του διατηρούμενου είδους, και το μειονέκτημα ότι η εξέλιξη αυτή γίνεται υπό την επίδραση των συνθηκών της περιοχής όπου διατηρείται η συλλογή, οπότε ο πληθυσμός υπόκειται σε γενετική αλλοίωση (απόκλιση ή εκτροπή) και μετά από λίγα χρόνια δεν θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει πιστά τις γονιδιακές συχνότητες του αρχικού πληθυσμού από τον οποίο προήλθε το δείγμα. Επίσης, στις περισσότερες των περιπτώσεων (ιδίως στα πολυετή δενδρώδη είδη) ο αριθμός των φυτών από κάθε ποικιλία είναι πολύ μικρός και συνεπώς ελάχιστα αντιπροσωπευτικός της γενετικής της ποικιλότητας. Τέλος, είναι υπαρκτός ο κίνδυνος καταστροφής τους είτε από ελλειπή περιποίηση λόγω έλλειψης ανθρώπινου δυναμικού και χρηματοδότησης, ή από επιδημικές ασθένειες, θεομηνίες, πυρκαγιές, πολέμους κλπ.

Ως μέτρο πρόνοιας για την αποφυγή του κινδύνου καταστροφής των συλλογών από βιοτικά, αβιοτικά ή ανθρωπογενή αίτια, προτείνεται διεθνώς η ύπαρξη εφεδρικών συλλογών ασφαλείας (duplicate collections), ώστε αν για διάφορους λόγους καταστραφεί μια συλλογή, να μπορεί να αναδημιουργηθεί από το εφεδρικό υλικό που διατηρείται σε άλλο μέρος. Οι εφεδρικές συλλογές μπορεί να είναι σε άλλη ή άλλες χώρες, ή σε διάφορες περιοχές της ίδιας χώρας, είναι δε συνήθως ειδικές συλλογές για κάθε καλλιέργεια. Έτσι, γενετικό υλικό Καλαμποκιού της χώρας μας μπορεί π.χ. να διατηρείται και στην Ευρωπαϊκή συλλογή Καλαμποκιού που υπάρχει στο Μομπελιέ της Γαλλίας, ή και στην Τράπεζα γενετικού υλικού του CIMMYT στο Μεξικό.

2.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΤΑ ΣΙΤΗΡΑ

Το σιτάρι είναι ένα αυτογονιμοποιούμενο είδος και όλες οι μέθοδοι βελτίωσης αποβλέπουν στην δημιουργία ποικιλιών, οι οποίες είναι καθαρές σειρές. Οι κυριότερες μέθοδοι βελτίωσης των σιτηρών είναι:

1. Μέθοδος της καθαρής σειρά (Pure line method)
2. Μέθοδος της μαζικής επιλογής (Mass selection method)

3. Μέθοδος του μικτού πληθυσμού (Bulk method)
4. Μέθοδος της γενεαλογική επιλογής (Pedigree method)
5. Μέθοδος καταγωγής από μεμονωμένο σπόρο (Single seed descent method)
6. Μέθοδος της κυψελωτής γενεαλογικής επιλογής (Honeycomb pedigree selection)

1. Μέθοδος της καθαρής σειράς

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στα αυτογονιμοποιούμενα φυτά για τη δημιουργία ποικιλιών -καθαρών σειρών οι οποίες είναι ποικιλίες πλήρως ομοζύγωτες και κληρονομούν σταθερά. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται μόνο στις περιπτώσεις όπου ο πληθυσμός στον οποίο θα γίνει επιλογή είναι ένας φυσικός πληθυσμός ενός αυτογονιμοποιούμενου είδους που παρουσιάζει γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των ατόμων του. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή γίνεται μια φορά επιλογή στον πληθυσμό και στη συνέχεια για ένα ή περισσότερα χρόνια γίνεται αξιολόγηση των απογόνων των φυτών αυτών μόνο και μόνο για να διασφαλιστεί η προηγούμενη επιλογή (απορρίπτονται δηλαδή ή κρατιούνται ολόκληρες γραμμές απογόνων σύμφωνα με τη μέση συμπεριφορά της γραμμής) χωρίς να γίνεται επιλογή φυτών μέσα σε μια γραμμή.

2. Μέθοδος της μαζικής επιλογής

Η μαζική επιλογή στηρίζεται στην επιλογή των καλύτερων γενοτύπων με μόνο κριτήριο το φαινότυπο του φυτού. Οι σπόροι των επιλεγέντων φυτών, αναμιγνύονται για να αποτελέσουν την επόμενη γενεά. Η επιλογή συνεχίζεται για μερικά χρόνια (τρία με έξι χρόνια) και τελικά ο σπόρος των καλύτερων φυτών αναμιγνύεται και ο πληθυσμός που προκύπτει υποβάλλεται σε συγκριτικά πειράματα. Αν ο πληθυσμός αυτός είναι πραγματικά καλύτερος από τον αρχικό, τότε ο σπόρος αναπολλαπλασιάζεται και δίνεται στους παραγωγούς.

Πλεονεκτήματά της μεθόδου

- 1) Απαιτεί λίγη εξάσκηση, λίγα εργατικά και λίγη έκταση.
- 2) Επειδή εφαρμόζεται επιλογή σε κάθε γενεά, μια μικρή πρόοδος ανά γενεά μπορεί ενδεχομένως να καταλήξει σε πολύ μεγαλύτερο κέρδος, από ότι θα περίμενε κανείς, χρησιμοποιώντας μεθόδους που απαιτούν περισσότερες από μια γενεά ανά κύκλο.
- 3) Ο βελτιωτής μπορεί να χειριστεί μεγάλο αριθμό πληθυσμού.

Μειονεκτήματα της μεθόδου

Το βασικό μειονέκτημά της είναι ότι, επειδή τα φυτά επιλέγονται με βάση το φαινότυπο, δεν γνωρίζει ο βελτιωτής, ως ποιο σημείο ο φαινότυπος αντικατοπτρίζει το γενότυπο, για τον οποίο βασικά ενδιαφέρεται. Αυτό βέβαια ισχύει περισσότερο για τα ποσοτικά γνωρίσματα, όπως η απόδοση, τα οποία επηρεάζονται πολύ από το περιβάλλον, σε αντίθεση με τα ποιοτικά, που επηρεάζονται λίγο. Ένα άλλο μειονέκτημα της μαζικής επιλογής, είναι η γενετική ετερογένεια του πληθυσμού που προκύπτει. Αυτό δείχνει, ότι η μαζική επιλογή δεν μπορεί να φτάσει πολύ γρήγορα στον τελικό σκοπό της επιλογής, δηλαδή την εξάλειψη της γενετικής παραλλακτικότητας, για γνωρίσματα που ενδιαφέρεται ο βελτιωτής.

3. Μέθοδος του μικτού πληθυσμού

Ο πρώτος που εφάρμοσε την μέθοδο ήταν ο Nilsson- Ehle στην Σουηδία για την βελτίωση του χειμερινού σιταριού. Είναι η βελτίωση ενός διασπώμενου πληθυσμού μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο ομοζυγωτίας. Τα φυτά της F2 γενεάς αφήνονται να αναπαραχθούν κάτω από συνθήκες φυσικής επιλογής χωρίς να επέμβει ο βελτιωτής για να δώσουν την F3 γενεά και το ίδιο γίνεται ως και την F4 ή και F5 γενεά, οπότε το υλικό σταθεροποιείται κάπως γενετικά σε ομοζύγωτη κατάσταση και τότε επεμβαίνει ο βελτιωτής για να κάνει μαζική επιλογή. Στην ουσία δεν πρόκειται για κάποια διαδικασία τεχνητής επιλογής ως και την F4-F5 οπότε στη συνέχεια εφαρμόζεται κανονικά μαζική επιλογή

Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- 1) Η μέθοδος αυτή είναι ένας εύκολος τρόπος να διατηρηθούν οι πληθυσμοί κατά την διάρκεια της βελτίωσης.
- 2) Η φυσική επιλογή λαμβάνει χώρα, η οποία μπορεί να αυξήσει την συχνότητα των επιθυμητών γενοτύπων σε σύγκριση με έναν αβελτίωτο πληθυσμό.
- 3) Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την μέθοδο της μαζικής επιλογής για την βελτίωση αυτογονιμοποιούμενων φυτών.

Μειονεκτήματα της μεθόδου

- 1) Τα φυτά από μία γενεά μπορεί να μην αντιπροσωπεύονται όλα από απογόνους στην επόμενη γενεά.

- 2) Οι γενοτυπικές συχνότητες και η γενετική παραλλακτικότητα του πληθυσμού δεν μπορούν να καθοριστούν εύκολα.
- 3) Δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε θερμοκήπια αν η επίδοση των γενοτύπων δεν είναι αντιπροσωπευτική της περιοχής στην οποία οι γενότυποι κανονικά καλλιεργούνται.
- 4) Η φυσική επιλογή μπορεί να ευνοήσει ανεπιθύμητους παρά επιθυμητούς γενοτύπους (Fehr, 1987).

4. Μέθοδος της γενεαλογική επιλογής

Είναι η επιλογή των καλύτερων γενοτύπων με βάση τόσο το φαινότυπο του ατομικού φυτού, όσο και τη συμπεριφορά των απογόνων του. Η γενεαλογική μέθοδος επιλογής χαρακτηρίζεται από το ότι διατηρούνται γενεαλογικά στοιχεία κάθε επιλεγμένου φυτού, ώστε σε οποιοδήποτε στάδιο επιλογής, γνωρίζει ο βελτιωτής τους πρόγονους του κάθε φυτού. Στην απλούστερη της και τυπική μορφή μιας γενεαλογικής επιλογής αρχίζοντας από ένα διασπώμενο γενετικό υλικό (π.χ. F₂) οι σπόροι σπέρνονται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερες αποστάσεις για να τους δοθεί η ευκαιρία αφενός να αναπτυχθούν ικανοποιητικά, αφετέρου να παράγουν πολλούς σπόρους. Μεταξύ των φυτών αυτών επιλέγονται τα φυτά εκείνα που ο βελτιωτής νομίζει ότι έχουν τα γνωρίσματα που τον ενδιαφέρουν π.χ. πρώιμο ξεστάχασμα, αντοχή σε ασθένειες, αποδοτικότητα κλπ. Τον επόμενο χρόνο σπέρνονται οι απόγονοι από το σπόρο όμως κάθε επιλεγέντος φυτού χωριστά πράγμα που σημαίνει πως για να γίνει αυτό χρειάστηκε να μην ανακατευτεί ο σπόρος από τα επιλεγέντα φυτά.

Μειονεκτήματα της μεθόδου

Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η επιλογή των ατομικών φυτών εξαρτάται από την πείρα και την επιδεξιότητα του βελτιωτή. Ο βελτιωτής επιλέγει τα φυτά που αυτός νομίζει ότι έχουν στο άριστο τα επιθυμητά γνωρίσματα για τα οποία ενδιαφέρεται. Η γενεαλογική μέθοδος θα ήταν καλύτερη αν η επιλογή για απόδοση στις διασπώμενες γενεές βασιζόταν σε αντικειμενικά κριτήρια. Επειδή υπεισέρχεται ο υποκειμενικός παράγοντας, πολλοί ερευνητές καταλήγουν στο ότι η μέθοδος δεν είναι αποτελεσματική.

5. Μέθοδος καταγωγής από μεμονωμένο σπόρο

Στη μέθοδος αυτή, από τις πρώτες γενεές (από F₂-F₅) που δεν εξασκείται τεχνητή επιλογή, κρατιέται ένας σπόρος από κάθε φυτό της F₂ της F₃ κ.ο.κ. έτσι ώστε κάθε

φυτό μιας γενεάς να αντιπροσωπεύεται στον πληθυσμό των φυτών της επόμενης γενεάς. Ίσως η μέθοδος αυτή θα ήταν σκοπιμότερο να αναφέρεται σαν μέθοδος συντήρησης μέρους της παραλλακτικότητας του πληθυσμού ως και την F4-F5 και όχι σαν μέθοδος επιλογής, γιατί στην ουσία στο διάστημα αυτό δεν εξασκούμε τεχνητή επιλογή.

Βέβαια με τη χρησιμοποίηση θερμοκηπίων όπου ο βελτιωτής μπορεί να πάρει περισσότερες από μία γενεές το χρόνο, μπορεί να φτάσει στο στάδιο δοκιμών απόδοσης σε 2-3 χρόνια συντομεύοντας έτσι κατά πολύ τη διάρκεια των βελτιωτικών προγραμμάτων που θα ακολουθούν τη μέθοδο καταγωγής από μεμονωμένους κόκκους.

6. Μέθοδος της κυψελωτής γενεαλογικής επιλογής

Στη μέθοδο αυτή ένα φυτό που βρίσκεται στο κέντρο ενός κύκλου από άλλα φυτά, επιλέγεται μόνο όταν ξεπερνάει σε απόδοση όλα τα υπόλοιπα φυτά του κύκλου ενώ η απόδοσή του μπορεί να εκφραστεί ως ποσοστό του μέσου όρου των αποδόσεων όλων των φυτών του κύκλου. Το κέντρο του κύκλου μετακινείται από φυτό σε φυτό έτσι ώστε όλα τα φυτά να αξιολογηθούν με τα ίδια κριτήρια.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- 1) Το άθροισμα των αποστάσεων που χωρίζει το φυτό που βρίσκεται στο κέντρο του κύκλου από τα άλλα φυτά του κύκλου είναι η μικρότερη σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη διάταξη.
- 2) Τα επιλεγόμενα φυτά είναι πάντα τα ίδια ανεξάρτητα από το άτομο που διενεργεί την επιλογή με τους κινητούς δακτυλίους.
- 3) Τα φυτά επιλέγονται σε όλα τα επίπεδα γονιμότητας του εδάφους.
- 4) Οι ίσες αποστάσεις μεταξύ των φυτών διασφαλίζουν σταθερά κριτήρια επιλογής
- 5) Η ένταση επιλογής επιτρέπει την καλύτερη ισορροπία μεταξύ του αντιπροσωπευτικού δείγματος και του ελέγχου της ετερογένειας του εδάφους.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στη πτυχιακή εργασία επιχειρείται η αξιολόγηση σε συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας και σε συνθήκες μειωμένων εισροών ενός μεγάλου αριθμού εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου που καλλιεργούνται στον ελλαδικό χώρο. Απώτερος στόχος είναι η επισήμανση ποικιλιών με υψηλή απόδοση και ωφέλιμα αγρονομικά χαρακτηριστικά, που χαρακτηρίζονται από ευρεία ή ειδική προσαρμοστικότητα στα αντίστοιχα περιβάλλοντα καλλιέργειας. Οι ποικιλίες αυτές θα μπορούσαν να προταθούν είτε απευθείας για καλλιέργεια είτε ως επίλεκτο αρχικό υλικό εκκίνησης στα βελτιωτικά προγράμματα σίτου, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό άμεσα ή έμμεσα στην ενίσχυση του εισοδήματος του έλληνα παραγωγού.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το φυτικό υλικό που αξιολογήθηκε αποτελούνταν από 25 εμπορικές ποικιλίες σκληρού σίτου, αντιπροσωπευτικές του μεγαλύτερου μέρους των ποικιλιών της καλλιέργειας που απαντώνται στον ελλαδικό χώρο. Ειδικότερα οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματισμό δίνονται στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί:

Πίνακας 3.1. Αποτύπωση εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου που αξιολογήθηκαν στη μελέτη

α.α.	Ποικιλία	α.α.	Ποικιλία
1.	Appulo	13.	Matt
2.	Aracena	14.	Meridiano
3.	Bronte	15.	Mexa
4.	Canyon	16.	Mexicali
5.	Ciccio	17.	PR 22D40
6.	Cosmodur	18.	Quandrato
7.	Floradur	19.	Rosadur
8.	Gonca Doro	20.	Simandur
9.	Illopa	21.	Simeto
10.	Imhoter	22.	Sula
11.	Iride	23.	Svevo
12.	Levante	24.	Vendo
		25.	Vitron

3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΛΟΜΕΝΩΝ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την καλλιεργητική περίοδο 2009-2010 στο Αγρόκτημα του Κέντρου Γεωργικής Έρευνας Βόρειας Ελλάδας στην περιοχή της Θέρμης-Θεσσαλονίκης. Εγκαταστάθηκαν δύο πειραματικοί αγροί, στον πρώτο οι καλλιεργητικές μεταχειρίσεις έγιναν σύμφωνα με το συμβατικό σύστημα καλλιέργειας (χημική καταπολέμηση ζιζανίων, εφαρμογή βασικής και επιφανειακής

λίπανσης, κ.ά.), ενώ στον δεύτερο σύμφωνα με ένα σύστημα καλλιέργειας μειωμένων εισροών, οι οποίες περιορίστηκαν μόνο στην κατανάλωση ενέργειας κατά την προετοιμασία του αγρού. Παρόλα αυτά, και στους δύο αγρούς αξιολόγησης την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο είχε προηγηθεί αμειψισπορά και ενσωμάτωση καλλιέργειας βίκου.

Η σπορά των ποικιλιών έγινε ταυτόχρονα και στους δύο πειραματικούς αγρού στις 31 Οκτώβρη 2009. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με τρεις και δύο επαναλήψεις, αντίστοιχα για το συμβατικό σύστημα διαχείρισης και το σύστημα διαχείρισης μειωμένων εισροών. Κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από πέντε γραμμές της ποικιλίας μήκους 2 m και απόσταση μεταξύ των γραμμών 25 cm. Μεταξύ δύο πειραματικών τεμαχίων δεν υπήρχε διάδρομος. Συγκομίστηκαν μόνο οι τρεις ενδιάμεσες γραμμές προς αποφυγή φαινομένων επίδρασης του ανταγωνισμού μεταξύ των ποικιλιών. Η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 9 gr/γραμμή (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1. Άποψη του πειραματικού αγρού στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των ποικιλιών. α: στάδιο φυτρώματος, β: στάδιο αδελφώματος, γ: στάδιο ξεσταχυάσματος και δ: στάδιο ωρίμανσης.

Εκτός από τη βασική λίπανση στον πειραματικό αγρό καλλιέργειας υπό το σύστημα της συμβατικής διαχείρισης εφαρμόστηκε στις 12 Μαρτίου 2010 επιφανειακή λίπανση με αζωτούχο λίπασμα νιτρικής αμμωνία του τύπου 33,5-0-0 και σε ποσότητα 12 μονάδων αζώτου/στρ. Παράλληλα στον ίδιο πειραματικό αγρό εφαρμόστηκε χημική καταπολέμηση των ζιζανίων με εφαρμογή κατάλληλων σκευασμάτων ζιζανιοκτόνων για πλατύφυλλα και στενόφυλλα ζιζάνια. Αντίθετα, στο σύστημα διαχείρισης των μειωμένων εισροών δεν εφαρμόστηκε καμία επέμβαση χημικού λιπάσματος, ενώ η ζιζανιοκτονία έγινε με επιμελημένη χειρονακτική απομάκρυνση των ζιζανίων (τσάπισμα, ξεβοτάνισμα).

Πριν τη συγκομιδή έγινε καταγραφή της ημερομηνία ξεσταχυάσματος για κάθε πειραματικό τεμάχιο και του ύψους των φυτών κατά την ωρίμανση. Επιπρόσθετα, από τρία αντιπροσωπευτικά φυτά κάθε ποικιλίας αποσπάστηκαν και διατηρήθηκαν στάχυα για λήψη περεταίρω μορφολογικών χαρακτηριστικών. Για τη λήψη των μορφολογικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε ο αντίστοιχος κατάλογος περιγραφής του Bioversity International (IBPGR, 1985).

Ο αλωνισμός έγινε στις 21 Ιουνίου 2010 με ειδική θεριζοαλωνιστική μηχανή του Ινστιτούτου Σιτηρών του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας, η οποία συγκόμιζε μόνο τις τρεις ενδιάμεσες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου.

Ειδικότερα, τα αγρονομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν για κάθε ποικιλία ήταν τα ακόλουθα:

- 1. Βλαστική περίοδος:** μετρήθηκε σε ημέρες από την ημερομηνία σποράς μέχρι την ημερομηνία ξεσταχυάσματος. Ως ημερομηνία ξεσταχυάσματος σημειώθηκε εκείνη κατά την οποία το 50% των φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου είχαν ξεσταχυάσει.
- 2. Ύψος φυτών:** Μετρήθηκε βάση πέντε σημείων κατά μήκος κάθε πειραματικού τεμαχίου. Οι μετρήσεις σημειώθηκαν σε cm, και υπολογίστηκε ο μέσος όρος της κάθε ποικιλίας.
- 3. Απόδοση σε καρπό:** Το βάρος του σπόρου κάθε πειραματικού τεμαχίου. Εκφράστηκε σε Kg/στρ.
- 4. Πυκνότητα στάχου:** Προσδιορίστηκε με βάση κατάλληλη κλίμακα περιγραφής του Bioversity International, λαμβάνοντας υπόψη την επικρατούσα τιμή μεταξύ δείγματος πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας.
- 5. Μήκος στάχου:** Μετρήθηκε το μήκος του στάχου σε cm χωρίς τα άγανα σε δείγμα πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων.

6. Πλάτος στάχου: Μετρήθηκε το πλάτος του στάχου σε cm σε δείγμα πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων.

7. Παρουσία αγάνων: Προσδιορίστηκε με βάση κατάλληλη κλίμακα περιγραφής του Bioversity International, λαμβάνοντας υπόψη την επικρατούσα τιμή μεταξύ δείγματος πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας.

8. Μήκος στάχου με άγανα: Μετρήθηκε το μήκος του στάχου με τα άγανα σε cm σε δείγμα πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων.

9. Χρώμα αγάνων: Προσδιορίστηκε με βάση κατάλληλη κλίμακα περιγραφής του Bioversity International, λαμβάνοντας υπόψη την επικρατούσα τιμή μεταξύ δείγματος πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας.

10. Τρίχωμα λεπύρων: Προσδιορίστηκε με βάση κατάλληλη κλίμακα περιγραφής του Bioversity International, λαμβάνοντας υπόψη την επικρατούσα τιμή μεταξύ δείγματος πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας.

11. Αριθμός σταχυδίων ανά στάχου: Μετρήθηκε ο αριθμός σταχυδίων του στάχου σε δείγμα πέντε αντιπροσωπευτικών στάχων κάθε ποικιλίας και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων.

12. Αριθμός σπόρων ανά σταχύδιο: Μετρήθηκε ο αριθμός σπόρων ανά σταχύδιο σε από τρία σταχύδια που βρίσκονταν στο μέσο κάθενός από τους πέντε αντιπροσωπευτικούς στάχους κάθε ποικιλίας και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων.

3.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της απόδοσης και των υπόλοιπων αγρονομικών χαρακτηριστικών έγινε συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας χρησιμοποιώντας ένα γενικό γραμμικό πρότυπο, με τις επαναλήψεις εντός κάθε πειραματικού αγρού να θεωρούνται ως τυχαίος παράγοντας και τις ποικιλίες με το σύστημα διαχείρισης ως σταθεροί παράγοντες. Για την εύρεση διαφορών μεταξύ των ποικιλιών χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας του ελέγχου $\alpha = 0,05$.

Για την εύρεση συσχέτισης μεταξύ της κατάταξης των ποικιλιών στα δύο διαφορετικά συστήματα εκμετάλλευσης ως προς τα διάφορα αγρονομικά τους χαρακτηριστικά, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης του Spearman. Η

σημαντικότητα της συσχέτισης στην περίπτωση αυτή διαπιστώθηκε με εφαρμογή του κριτηρίου-t για επίπεδο σημαντικότητας του ελέγχου $\alpha = 0,05$.

Για την πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων χαρακτηρισμού χρησιμοποιήθηκε η Ανάλυση σε Κύριες Συνιστώσες και η Ανάλυση σε Ομάδες. Κατά την Ανάλυση σε Ομάδες, κατασκευάστηκε δένδρόγραμμα με τη βοήθεια του αλγορίθμου ομαδοποίησης 'Ward' (Ward, 1963). Για την εύρεση του βέλτιστου αριθμού των ομάδων στο δένδρόγραμμα, χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο 'upper-tail' ($\alpha = 0,05$) (Franco κ.ά., 1997). Όλες οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου JMP (έκδοση 9.0.0).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ.

Η συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας στα δύο συστήματα καλλιέργειας (συμβατική διαχείριση και διαχείριση μειωμένων εισροών) δεν έδειξε διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων για τα αγρονομικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν (Πίνακας 4.1). Ειδικότερα, σε ότι αφορά στην απόδοση ο γενικός μέσος όρος ήταν σχεδόν ο ίδιος μεταξύ των δύο συστημάτων με τις ποικιλίες στο συμβατικό σύστημα διαχείρισης να παρουσιάζουν κατά μέσο όρο αυξημένη απόδοση της τάξης του 5,6 % σε σχέση με τη διαχείριση των μειωμένων εισροών, χωρίς ωστόσο η διαφορά αυτή να είναι σημαντική (Πίνακας 4.2). Οι ημέρες που απαιτήθηκαν από τη σπορά έως το ξεστάχασμα ήταν οι ίδιες και στα δύο συστήματα με το μέσο όρο των ποικιλιών να είναι περίπου στις 150 ημέρες (Πίνακας 4.2). Το ύψος φυτών κατά την ωρίμανση ήταν μεγαλύτερο στο σύστημα της συμβατικής διαχείρισης, με τη μέση τιμή να υπερβαίνει κατά 3,7 cm την αντίστοιχη τιμή στο σύστημα διαχείρισης των μειωμένων εισροών, χωρίς ωστόσο η διαφορά αυτή να είναι σημαντική (Πίνακας 4.2).

Σημαντικές διαφορές ωστόσο καταδείχθηκαν μεταξύ των ποικιλιών σε ότι αφορά στα αγρονομικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 4.1). Ειδικότερα στο σύστημα της συμβατικής διαχείρισης την υψηλότερη απόδοση κατέδειξε η ποικιλία Meridiano αποδίδοντας κατά μέσο όρο 461,4 Kg/στρ. (Πίνακας 4.2). Άλλες έντεκα ποικιλίες παρουσίασαν επίσης υψηλή μέση απόδοση και δε διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από την ποικιλία Meridiano (Πίνακας 4.2). Τη χαμηλότερη απόδοση παρουσίασε η ποικιλία Aracena με μέση τιμή 167,04 Kg/στρ. (Πίνακας 4.2).

Πίνακας 4.1. Συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας για τα αγρονομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών σκληρού σίτου στα δύο συστήματα καλλιέργειας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	B.E.	Απόδοση		Ξεστάχασμα		Ύψος φυτών	
		M.T.	Τιμή-F	M.T.	Τιμή-F	M.T.	Τιμή-F
Επαναλήψεις	2	24655,86	3,829*	4,50	4,260*	197,86	3,627*
Σύστημα Διαχείρισης (E)	1	4381,91	0,681	0,36	0,340	106,09	1,944
Ποικιλίες (G)	24	11340,44	1,761*	31,51	29,808**	136,57	2,503*
Αλληλεπίδραση (GxE)	24	7211,04	1,120	1,29	1,220	39,34	0,721
Σφάλμα	73	6439,2		1,057		54,572	

*Σημαντικές διαφορές για $\alpha = 0,05$

** Σημαντικές διαφορές για $\alpha = 0,01$

Πίνακας 4.2. Σύγκριση μέσων όρων των εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου στα δύο συστήματα καλλιέργειας.

Ποικιλία	Συμβατική διαχείριση			Διαχείριση μειωμένων εισροών		
	Απόδοση (Kg/στρ.)	Ξεστάχασμα (ημέρες από τη σπορά)	Ύψος φυτών (cm)	Απόδοση (Kg/στρ.)	Ξεστάχασμα (ημέρες από τη σπορά)	Ύψος φυτών (cm)
Appulo	228,80 fg	148,3 hijkl	104,67 a	291,84 abcd	148,5 fgghi	96,5 a
Aracena	167,04 g	150,3 defg	83,00 cdef	249,12 bcd	149,0 efggh	76,5 b
Bronte	377,92 abcd	148,0 ijkl	90,67 bcd	338,40 abcd	149,0 efggh	83,5 b
Canyon	300,48 bcdefg	148,7 ghijk	79,67 cdef	209,76 d	148,0 ghij	83,0 b
Ciccio	232,32 efg	146,7 lm	80,67 cdef	220,80 cd	147,5hij	82,5 b
Cosmodur	234,24 efg	147,0 klm	78,67 cdef	331,20 abcd	146,5 j	73,5 b
Floradur	401,92 abc	156,0 a	88,33 bcde	306,24 abcd	156,0 a	82,0 b
Gonca Doro	317,76 bcdef	148,3 hijkl	74,00 f	259,20 bcd	147,5 hij	79,0 bc
Illopa	361,92 abcdef	151,0 cde	82,33 cdef	326,88 abcd	150,5 de	83,0 bc
Imhoter	350,40 abcdef	149,3 efgghi	88,33 bcde	301,44 abcd	148,0 ghij	83,5 bc
Iride	313,28 bcdef	149,7 defghi	80,33 cdef	363,84 abc	147,0 ij	77,5 bc
Levante	403,20 ab	152,7 bc	82,00 cdef	329,76 abcd	153,0 b	79,0 bc
Matt	288,32 bcdefg	146,0 m	89,67 bcd	289,92 abcd	148,0 ghij	79,0 bc
Meridiano	461,44 a	150,0 defgh	80,67 cdef	279,36 abcd	150,5 de	79,5 bc
Mexa	262,08 cdefg	148,0 ijkl	88,67 bcd	283,20 abcd	148,0 ghij	83,5 bc
Mexicali	367,68 abcdef	146,7 lm	92,00 abc	387,36 ab	146,5 j	83,5 bc
PR 22D40	308,48 bcdef	151,3 cd	82,67 cdef	333,60 abcd	151,0 cd	79,5 bc
Quadrato	379,52 abcd	150,3 defg	85,67 cdef	258,72 bcd	149,5 defg	85,0 bc
Rosadur	260,48 defg	156,0 a	86,67 cdef	270,24 bcd	156,0 a	82,0 bc
Simandur	369,60 abcde	153,3 b	100,67 ab	308,16 abcd	152,5 bc	77,5 bc
Simeto	422,08 ab	148,3 hijkl	78,00 def	244,80 bcd	150,0 def	77,5 bc
Sula	259,84 defg	149,0 fghij	78,33 cdef	320,64 abcd	147,5 hij	76,0 bc
Svevo	329,45 abcdef	147,3 jklm	79,00 cdef	338,40 abcd	148,0 ghij	80,0 bc
Vendo	302,08 bcdefg	150,7 def	88,00 bcde	389,76 ab	151,0 cd	84,5 bc
Vitron	378,24abcd	149,7 defghi	74,67 ef	416,16 a	150,5 de	78,5 c
M.O.	323.149	149.71	84.69	305.952	149,58	81.02

¹Μέσοι όροι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμή ΕΣΔ ($\alpha = 0,05$).

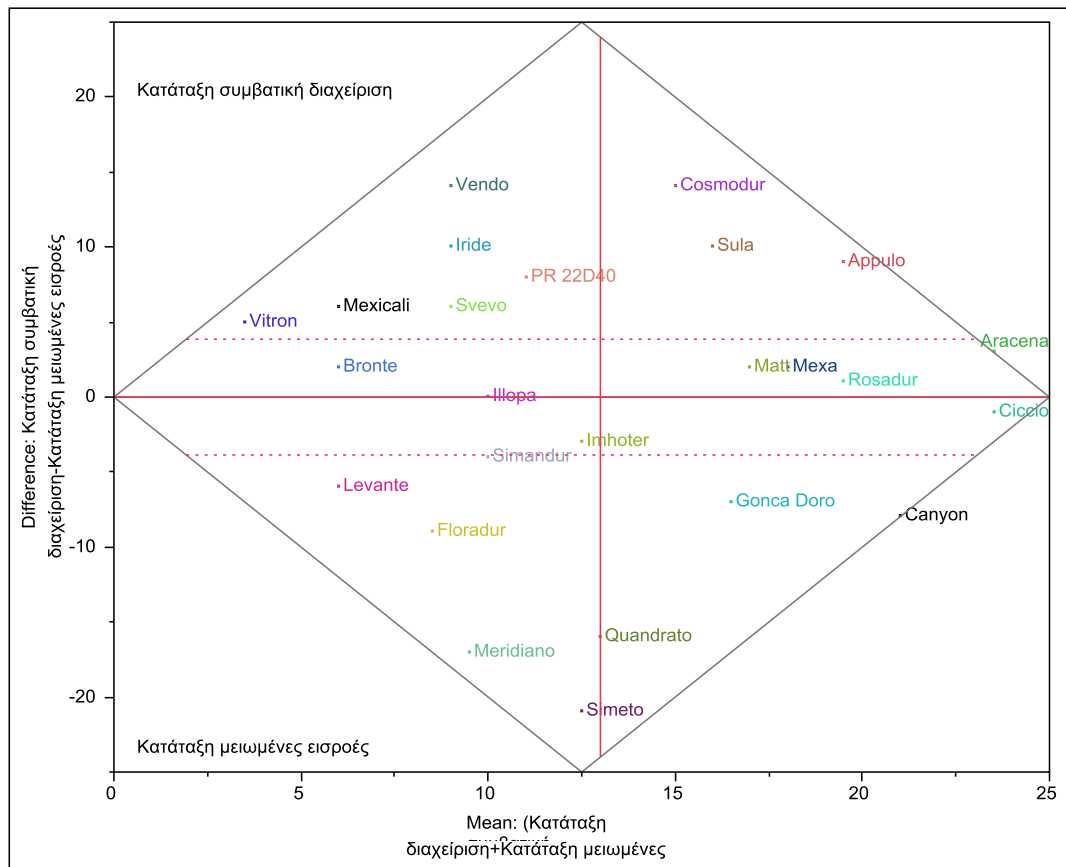
Στο σύστημα της διαχείρισης μειωμένων εισροών την υψηλότερη απόδοση κατέδειξε η ποικιλία Vitron με τη μέση απόδοση να ανέρχεται στα 416,16 Kg/στρ. (Πίνακας 4.2). Μία ομάδα δεκαεπτά ακόμη ποικιλιών επισημάνθηκε, οι οποίες δε διαφοροποιήθηκαν σημαντικά σε απόδοση σε σχέση με την ποικιλία Vitron (Πίνακας

4.2). Τη χαμηλότερη απόδοση εξάλλου στο συγκεκριμένο σύστημα διαχείρισης, παρουσίασε η ποικιλία Canyon με μέση τιμή 209,76 Kg/στρ. (Πίνακας 4.2).

Σε ότι αφορά τη σταθερότητα συμπεριφοράς, η ποικιλία Vitron ήταν αυτή που έδειξε τις σταθερότερες αποδόσεις στα δύο συστήματα καλλιέργειας, καθώς όπως φαίνεται και από το Σχήμα 4.1 κατατάχθηκε στο πλέον αριστερό άκρο του άξονα-χ. Ειδικότερα η συγκεκριμένη ποικιλία, εκτός από την πολύ καλή συμπεριφορά στο σύστημα διαχείρισης των μειωμένων εισροών, επέδειξε υψηλή απόδοση και στο σύστημα της συμβατικής διαχείρισης με τη μέση απόδοση να ανέρχεται στα 378,24 Kg /στρ. και να κατατάσσεται έκτη στο σύνολο των 25 ποικιλιών που αξιολογήθηκαν (Πίνακας 4.2). Όπως προκύπτει εξάλλου από τον Σχήμα 4.1, άλλες οκτώ συνολικά ποικιλίες παρουσίασαν υψηλές και σταθερές αποδόσεις στα δύο συστήματα καλλιέργειας, και συγκεκριμένα οι ποικιλίες Bronte, Floradur, Ilora, Imhoter, Levante, Mexicali, Simandur και Svevo. Οι ποικιλίες Meridiano και Simeto ήταν αυτές που έδειξαν σημαντική αλληλεπίδραση γενοτύπου x περιβάλλοντος, καθώς μολονότι στο σύστημα διαχείρισης της συμβατικής καλλιέργειας παρουσίασαν τις υψηλότερες αποδόσεις, εντούτοις στη διαχείριση των μειωμένων εισροών παρουσίασαν πολύ χαμηλές αποδόσεις, καταλαμβάνοντας αντίστοιχα τη 16^η και την 20^η θέση στο σύνολο των 25 ποικιλιών που αξιολογήθηκαν (Πίνακας 4.2, Σχήμα 4.1). Αντίθετα, η ποικιλία Vendo, μολονότι δεν επέδειξε καλή συμπεριφορά στο συμβατικό σύστημα διαχείρισης, εντούτοις κατατάχθηκε δεύτερη σε απόδοση στο σύστημα διαχείρισης μειωμένων εισροών (Πίνακας 4.2, Σχήμα 4.1). Οι ποικιλίες Aracena, Ciccio και Rosadur, εξάλλου ήταν αυτές που παρουσίασαν τις χαμηλότερες αποδόσεις και στα δύο συστήματα καλλιέργειας (Πίνακας 4.2, Σχήμα 4.1).

Ως προς την ημερομηνία ξεσταχύσματος οι περισσότερες από τις ποικιλίες κατέδειξαν παρόμοια συμπεριφορά και στα δύο συστήματα διαχείρισης. Στο συμβατικό σύστημα διαχείρισης οι πλέον πρώιμες ποικιλίες ήταν οι Matt, Ciccio, Mexicali, Cosmodur και Svevo για τις οποίες απαιτήθηκαν από 146 έως 147,3 ημέρες από τη σπορά έως το ξεστάχασμα (Πίνακας 4.2). Για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας οι ποικιλίες Floradur και Rosadur ήταν οι πλέον όψιμες, καθώς απαιτήθηκαν για κάθε μία από αυτές συνολικά 156 ημέρες από την ημερομηνία σποράς μέχρι το ξεστάχασμα (Πίνακας 4.2). Αντίστοιχη ήταν η κατάταξη και στο σύστημα διαχείρισης των μειωμένων εισροών, καθώς οι πρωιμότερες ποικιλίες ήταν οι Cosmodur, Mexicali, Iride, Ciccio, Sula, Canyon, Imhoter, Matt, Mexa και Svevo για τις οποίες απαιτήθηκαν συνολικά από 146,5 έως 148 ημέρες από την ημερομηνία

σποράς μέχρι το ξεστάχυσμα (Πίνακας 4.2). Οι ποικιλίες Rosadur και Floradur εξάλλου ήταν και σε αυτή την περίπτωση οι πλέον όψιμες ποικιλίες, καθώς απαιτήθηκαν συνολικά 156 ημέρες από τη σπορά μέχρι την ημερομηνία ξεσταχυσματος (Πίνακας 4.2).



Σχήμα 4.1. Γραφική απεικόνιση της σταθερότητας συμπεριφοράς και της προσαρμοστικότητας σε ειδικά περιβάλλοντα ως προς την απόδοση των ποικιλιών σκληρού σίτου που αξιολογήθηκαν (ποικιλίες που κατατάσσονται στο αριστερό άκρο του άξονα-x χαρακτηρίζονται από υψηλή σταθερότητα συμπεριφοράς σε αντίθεση με τις ποικιλίες που κατατάσσονται στο δεξί άκρο του άξονα. Ποικιλίες που κατατάσσονται στο ανώτατο άκρο του άξονα-y χαρακτηρίζονται από καλή συμπεριφορά στο σύστημα μειωμένων εισροών, ενώ αυτές που κατατάσσονται στο κατώτατο άκρο του ίδιου άξονα χαρακτηρίζονται από καλή συμπεριφορά στο σύστημα συμβατικής διαχείρισης).

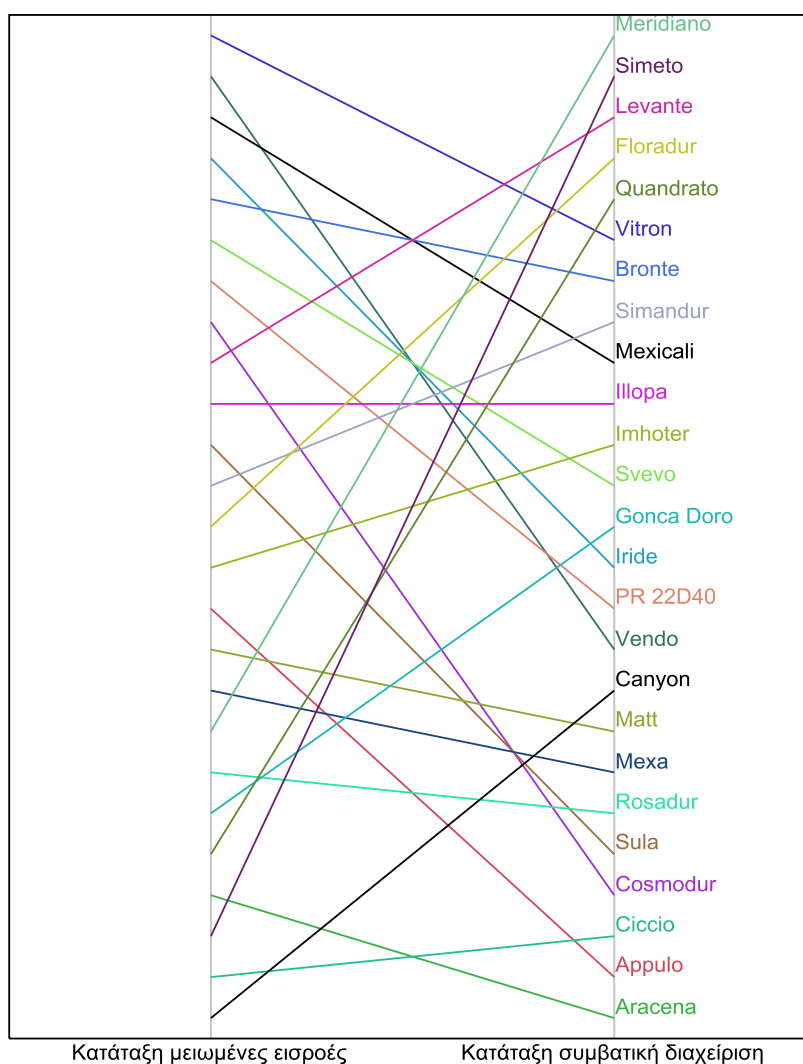
Ως προς το ύψος των φυτών κατά την ωρίμανση στο συμβατικό σύστημα διαχείρισης οι ποικιλίες Appulo, Simandur και Mexicali κατέδειξαν τις υψηλότερες τιμές με το μέσο ύψος των φυτών να ανέρχεται στα 104,67, 100,67 και 92,00 cm, αντίστοιχα για κάθε ποικιλία (Πίνακας 4.2). Το χαμηλότερο μέσο ύψος φυτών κατέδειξαν οι ποικιλίες Gonca Doro και Vitro με 74,00 και 74,67 cm κατά μέσο όρο, αντίστοιχα (Πίνακας 4.2). Παρόλα αυτά, επισημάνθηκε μία ομάδα που αποτελούνταν από ακόμη 14 ποικιλίες των οποίων το ύψος δε διέφερε σημαντικά από τις δύο προηγούμενες καθώς κυμάνθηκε στο εύρος μεταξύ 78,00 έως 86,67 cm (Πίνακας 4.2). Η διάκριση μεταξύ των ποικιλιών εξάλλου σε ότι αφορά στο μέσο ύψος φυτών δεν ήταν πολύ σαφής για το σύστημα διαχείρισης χαμηλών εισροών. Η ποικιλία Appulo ήταν αυτή με το μεγαλύτερο μέσο ύψος φυτών (96,5 cm), ενώ η ποικιλία Vitron κατέδειξε το μικρότερο μέσο ύψος φυτών (78,5 cm), χωρίς ωστόσο οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στις περισσότερες περιπτώσεις να είναι σημαντικές (Πίνακας 4.2).

Όπως προκύπτει εξάλλου από τον Πίνακα 4.1 η αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών x συστήματος διαχείρισης δεν ήταν σημαντική για κανένα από τα αγρονομικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Παρόλα αυτά, ο συντελεστής Spearman βρέθηκε σημαντικός μόνο για τα χαρακτηριστικά του ξεσταχιάσματος και του ύψους φυτών κατά την ωρίμανση (Πίνακας 4.3). Αντίθετα, μη σημαντικός ήταν ο συντελεστής σε ότι αφορά στην απόδοση των ποικιλιών (Πίνακας 4.3), γεγονός που υποδηλώνει ότι παρόλο που δε βρέθηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ποικιλιών x συστήματος διαχείρισης για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, εντούτοις η κατάταξη των ποικιλιών δεν παρουσίασε συσχέτιση στα δύο συστήματα διαχείρισης, όπως άλλωστε προκύπτει και από το Σχήμα 4.2.

Πίνακας 4.3. Συντελεστές Spearman κατάταξης των ποικιλιών στα δύο συστήματα διαχείρισης για τα αγρονομικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.

Χαρακτηριστικό	Συντελεστής Spearman
Απόδοση	0,193
Ξεστάχιασμα	0,829**
Ύψος	0,545**

** Σημαντική συσχέτιση για $\alpha = 0,01$



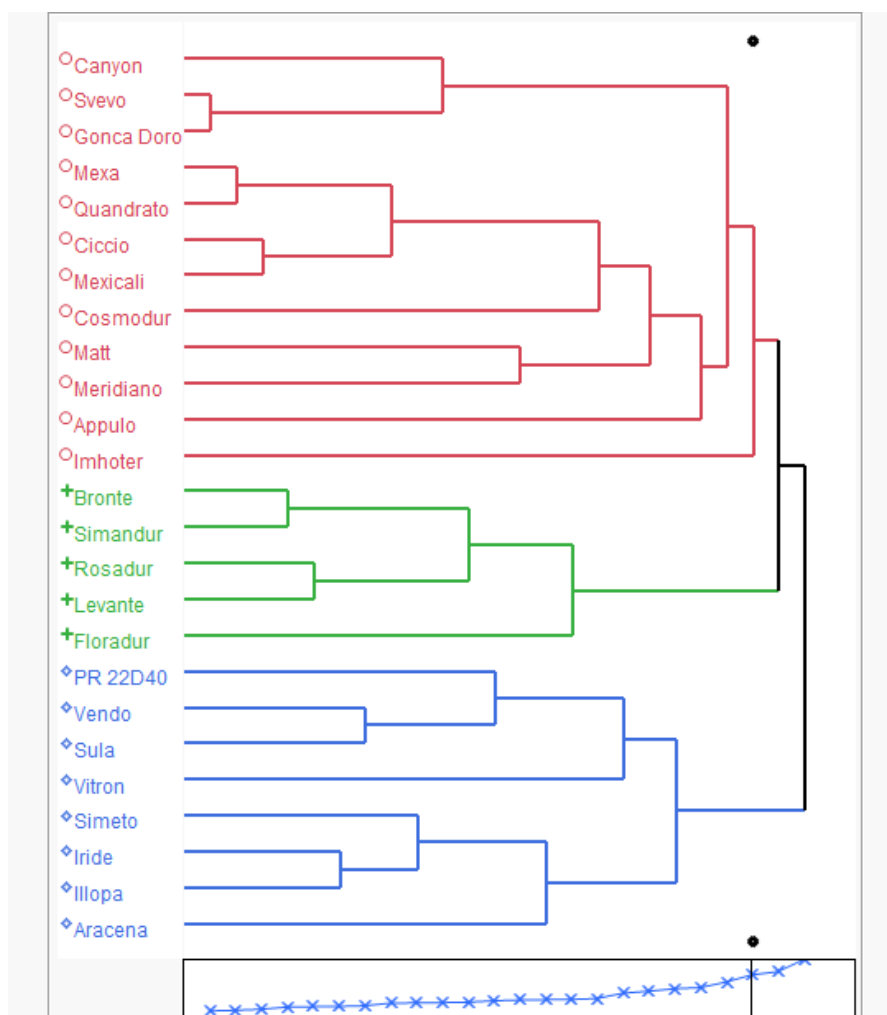
Σχήμα 4.1. Κατάταξη των εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου ως προς την απόδοση στα δύο συστήματα διαχείρισης.

4.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΟΜΑΔΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η ανάλυση σε ομάδες με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου που αξιολογήθηκαν, κατέταξε τις 25 ποικιλίες σε τρεις διαφορετικές ομάδες στο δένδρογραμμα, όπως προέκυψε μετά την εφαρμογή του κριτηρίου “upper-tail” για επίπεδο σημαντικότητας του ελέγχου $\alpha = 0,10$ (Σχήμα 4.3). Ειδικότερα, στην πρώτη ομάδα ποικιλιών κατατάχθηκαν οι ποικιλίες Aracena, Illopa, Iride, Simeto, Vitron, Sula, Vendo και PR 22D40, στη δεύτερη ομάδα, οι ποικιλίες Floradur, Levante, Rosadur, Simandur και Bronte, ενώ στην τρίτη ομάδα, που ήταν και η πολυπληθέστερη κατατάχθηκαν οι ποικιλίες Imhoter, Appulo, Meridiano, Matt,

Cosmodur, Mexicali, Ciccio, Quadrato, Mexa, Gonca Doro, Svevo και Canyon. Εντός της τρίτης ομάδας ωστόσο, οι ποικιλίες διακρίθηκαν και σε τρεις επιμέρους υποομάδες. Έτσι, η ποικιλία Imhoter, διακρίθηκε από τις υπόλοιπες ποικιλίες της ομάδας και αποτέλεσε μεμονωμένα την πρώτη υποομάδα, οι ποικιλίες Appulo, Meridiano, Matt, Cosmodur, Mexicali, Ciccio, Quadrato και Mexa τη δεύτερη υποομάδα και τέλος οι ποικιλίες Gonca Doro, Svevo και Canyon αποτέλεσαν την τρίτη υποομάδα εντός της ευρύτερης ομάδας ποικιλιών στο δενδρόγραμμα (Σχήμα 4.3).

Μεταξύ των ποικιλιών που αξιολογήθηκαν η μικρότερη απόσταση καταδείχθηκε για τις ποικιλίες Gonca Doro και Svevo. Αντίθετα, η μεγαλύτερη απόσταση παρατηρήθηκε για τις ποικιλίες Canyon και PR 22D40.



Σχήμα 4.3. Δενδρόγραμμα των 25 εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου με βάση τη διάκριση που προέκυψε από την ανάλυση των μορφολογικών χαρακτηριστικών (μέθοδος Ward, κριτήριο “upper-tail” για $\alpha=0,10$).

4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕ ΚΥΡΙΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΚΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ.

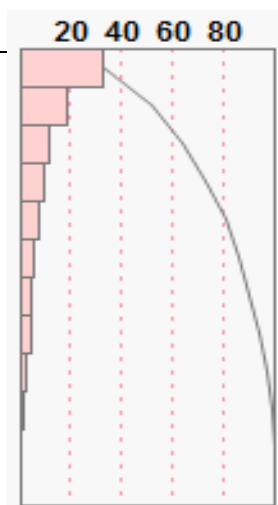
Η ανάλυση σε Κύριες Συνιστώσες (PCs) έδειξε ότι απαιτήθηκαν συνολικά πέντε νέες PCs για να ερμηνευθεί ποσοστό μεγαλύτερο του 80% της συνολικής παραλλακτικότητας που παρατηρήθηκε μεταξύ των ποικιλιών για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν (Πίνακας 4.4). Από αυτές, τέσσερις PCs έδειξαν ιδιοτιμή μεγαλύτερη της μονάδας, ενώ μόλις η πρώτη PC ήταν αυτή που έδειξε σημαντικότητα σε ότι αφορά στην ερμηνεία της παραλλακτικότητας (Πίνακας 4.4).

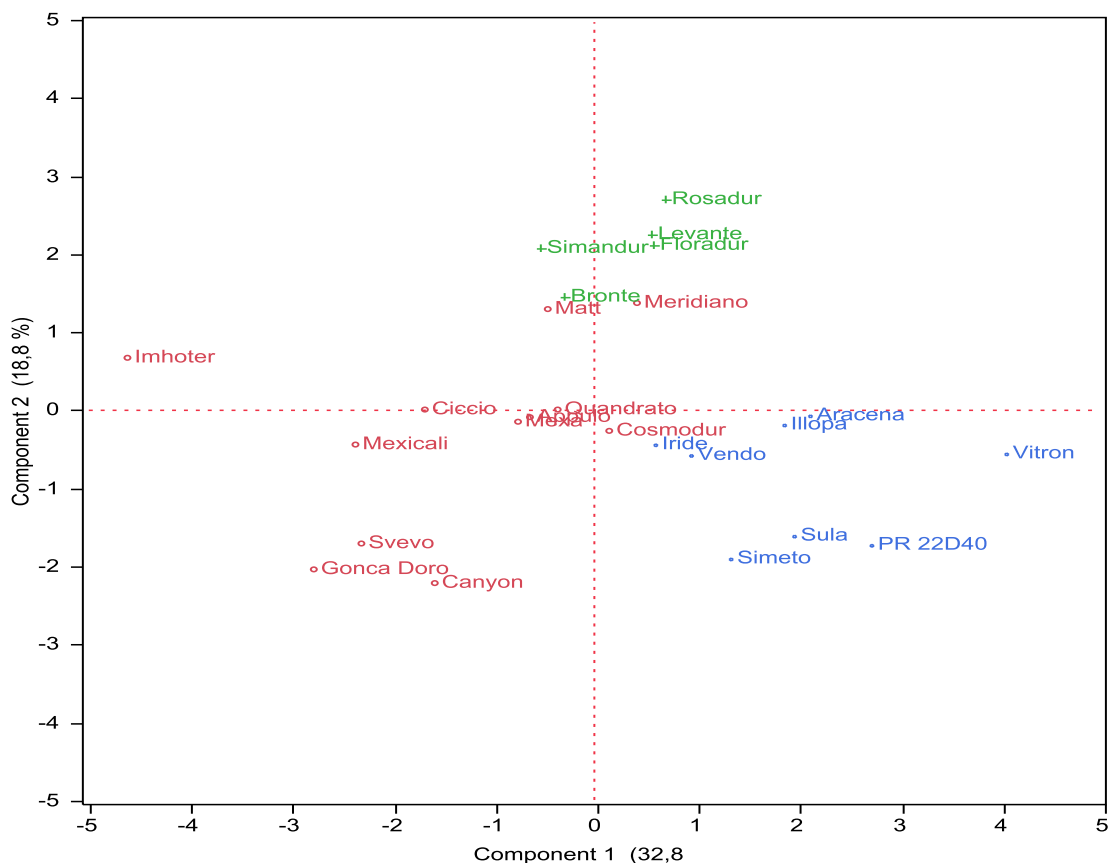
Οι δύο πρώτες PCs ερμήνευσαν αθροιστικά το 51,6% περίπου της συνολικής παραλλακτικότητας και ήταν αυτές που είχαν το μεγαλύτερο ρόλο στη διάκριση των ποικιλιών. Έτσι, με βάση το δισδιάστατο γράφημα που προέκυψε χρησιμοποιώντας ως άξονες τις δύο πρώτες PCs, διαπιστώθηκε ότι οι ποικιλίες ομαδοποιήθηκαν με παρόμοιο τρόπο, όπως συνέβη και στο δενδρόγραμμα που προέκυψε χρησιμοποιώντας την ανάλυση σε ομάδες (Σχήματα 4.3 και 4.4).

Από το σύνολο των 12 χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν, επισημάνθηκε ένα μόλις, αυτό της πυκνότητας του στάχως για το οποίο δε διαπιστώθηκε παραλλακτικότητα, καθώς όλες οι ποικιλίες παρουσίασαν πολύ πυκνό στάχυ λαμβάνοντας την τιμή 9 με βάση τον επίσημο κατάλογο περιγραφής για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό (Πίνακας 4.4).

Πίνακας 4.4. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των μορφολογικών χαρακτηριστικών των εμπορικών ποικιλιών σίτου που μελετήθηκαν σε Κύριες Συνιστώσες.

PC	Ιδιοτιμή	Ποσοστό		B.E.	X ² -τιμή
		Παραλλακτικότητας	Αθροιστικό Ποσοστό		
1	3,608	32,799	32,799	77	100,925*
2	2,068	18,796	51,594	65	51,844
3	1,325	12,043	63,638	54	22,953
4	1,034	9,404	73,041	44	5,792
5	0,869	7,896	80,937	35	-
6	0,564	5,13	86,067	27	-
7	0,513	4,662	90,729	20	-
8	0,448	4,069	94,798	14	-
9	0,331	3,005	97,803	9	-
10	0,149	1,353	99,156	5	-
11	0,093	0,844	100	2	-
12	0	0	100	0	-





Σχήμα 4.4. Διάκριση των εμπορικών ποικιλιών σκληρού σίτου με βάση την ανάλυση σε Κύριες Συνιστώσες των μορφολογικών τους χαρακτηριστικών.

Πίνακας 4.4. Συσχέτιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ποικιλιών σκληρού σίτου που μελετήθηκαν με τις πρώτες Κύριες Συνιστώσες.

Χαρακτηριστικό	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5
Ημέρες έως το ξεστάχασμα	0,37154	0,57952	0,38696	0,01530	-0,45697
Τελικό Ύψος	-0,28224	0,40240	0,51730	0,24848	0,44762
Πυκνότητα στάχεως	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00000	-0,00000
Μήκος στάχεως	0,70673	0,59298	-0,15865	-0,11938	0,01385
Πλάτος στάχεως	0,46549	-0,62613	0,12767	0,12525	-0,20064
Παρουσία αγάνων	0,50259	-0,09648	-0,23302	0,73914	0,15543
Μήκος στάχεως με άγανα	0,83249	0,11560	-0,29482	0,23366	0,21914
Χρώμα αγάνων	0,53521	-0,42637	0,56138	-0,07057	0,07870
Χρώμα λεπύρων	0,54588	-0,35178	0,34335	-0,31835	0,42163
Τρίχωμα λεπύρων	0,52336	0,04981	-0,47755	-0,48266	0,20170
Αριθμός σταχυδίων ανά στάχυ	0,68702	0,56087	0,25209	-0,04005	-0,06053
Αριθμός σπόρων ανά σταχύδιο	0,63091	-0,42521	0,01003	0,02565	-0,34407

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4.4 τα χαρακτηριστικά του στάχewος συσχετίστηκαν κατά κύριο λόγο με την πρώτη PC. Ειδικότερα, στη συγκεκριμένη συνιστώσα συμπεριλήφθηκαν το μήκος του στάχewος, το χρώμα των αγάνων, το χρώμα των λεπύρων και η παρουσία τριχιδίων σε αυτά, καθώς επίσης ο αριθμός των σταχυδίων ανά στάχυ και ο αριθμός των σπόρων ανά σταχύδιο. Με τη δεύτερη PC εξάλλου συσχετίστηκαν τα χαρακτηριστικά της ημερομηνίας ξεσταχυάσματος και του πλάτος του στάχewος, ενώ με την τρίτη και τέταρτη PC, συσχετίστηκαν τα χαρακτηριστικά του ύψους των φυτών κατά την ωρίμανση και της παρουσίας αγάνων, αντίστοιχα (Πίνακας 4.4).

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΤΑ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Η καλλιέργεια των σιτηρών αποτελεί μία από τις πλέον θεμελιώδεις καλλιέργειες για την παγκόσμια διατροφή. Επιπλέον, ως παραγωγικό σύστημα και ιδιαίτερα σε ότι αφορά τα χειμερινά σιτηρά, θεωρείται ότι μπορεί να μετατραπεί σχετικά εύκολα σε σύστημα καλλιέργειας μειωμένων εισροών με βάση τις αρχές της αειφορίας, καθώς για την καλλιέργειά τους απαιτούνται μειωμένες ποσότητες εξωτερικών εισροών. Εκτός από τα οφέλη που προσφέρει η οργανική γεωργία στην αειφορία της παραγωγής και της ελαχιστοποίησης των κινδύνων του περιβάλλοντος, οι επιπλέον τιμές που εξασφαλίζει στα προϊόντα της προσφέρουν προοπτικές για υψηλότερο αγροτικό εισοδήμα. Έτσι, την τελευταία τριετία σε πρόγραμμα επιδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τη βιολογική καλλιέργεια έχει ενταχθεί μεγάλο ποσοστό των καλλιεργουμένων εκτάσεων με σιτηρά (~30%). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι τα εναλλακτικά συστήματα στην καλλιέργεια των σιτηρών, όπως η οργανική γεωργία και η γεωργία χαμηλών εισροών, αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία ως μέθοδοι παραγωγής.

Σημαντικός αριθμός μελετών έχει εκπονηθεί τα τελευταία χρόνια με στόχο τη σύγκριση της αγρονομικής συμπεριφοράς διαφόρων ειδών σιτηρών υπό συνθήκες συμβατικού και οργανικού συστήματος καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, οι Routala *et al.* (1993) παρατήρησαν μείωση της απόδοσης σε σπόρο εννέα ποικιλιών σίτου, που κυμάνθηκε από 47% έως 56%, όταν οι ποικιλίες αυτές καλλιεργήθηκαν σε πειραματικά τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν οι πρότυπες μέθοδοι της Διεθνούς Ομοσπονδίας των Κινημάτων για την Οργανική Γεωργία (International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM (2006)) σε σύγκριση με την καλλιέργεια των ίδιων ποικιλιών σε πειραματικά τεμάχια υπό συμβατικές συνθήκες διαχείρισης. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Kitchen *et al.* (2003) κατά τη σύγκριση της αγρονομικής συμπεριφοράς πέντε ποικιλιών σίτου σε συνθήκες συμβατικής και οργανικής διαχείρισης της καλλιέργειας, καθώς σε 11 από τις 14 κατά ζεύγη συγκρίσεις, οι ποικιλίες που καλλιεργήθηκαν με χρήση συνθετικών αγροχημικών απέδωσαν περισσότερο σε σπόρο σε σχέση με την οργανική καλλιέργεια. Σημαντική είναι επίσης και η αλληλεπίδραση μεταξύ γενοτύπου και περιβάλλοντος σε ότι αφορά

τις διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται (Poutala *et al.*, 1993; Kitchen *et al.*, 2003; Nass *et al.*, 2003).

Παρόλο που οι αποδόσεις στα συστήματα μειωμένων εισροών είναι τις περισσότερες φορές σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με τις αποδόσεις που προκύπτουν μέσω της συμβατικής καλλιέργειας, εντούτοις στην παρούσα εργασία τα δύο συστήματα καλλιέργειας δε διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ τους ως προς τη μέση απόδοση, γεγονός που επισημαίνει ότι η μεταχείριση της αμειψισποράς με βίκο είχε θετική συμβολή στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους. Έτσι, η μέση απόδοση στα δύο συστήματα καλλιέργειας κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα με το συμβατικό σύστημα να υπερέχει μόλις κατά 17,2 Kg/στρ. σε απόδοση σε σχέση με το σύστημα καλλιέργειας μειωμένων εισροών, χωρίς ωστόσο η διαφορά αυτή να είναι σημαντική.

Επιπρόσθετα, όπως διαπιστώθηκε από τη συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών x συστήματος διαχείρισης, γεγονός που καταδεικνύει ότι οι ποικιλίες συμπεριφέρθηκαν με τον ίδιο τρόπο, τόσο στο συμβατικό όσο και στο περιβάλλον καλλιέργειας μειωμένων εισροών. Παρόλα αυτά διαπιστώθηκαν μεμονωμένα ορισμένες ποικιλίες, οι οποίες κατέδειξαν ειδική προσαρμοστικότητα, καθώς παρουσίασαν διαφορετική συμπεριφορά στα δύο συστήματα καλλιέργειας και θα μπορούσαν να προταθούν για συγκεκριμένο σύστημα διαχείρισης. Έτσι οι ποικιλίες Meridiano και Simeto, ενώ κατέδειξαν πολύ υψηλές αποδόσεις στο συμβατικό σύστημα καλλιέργειας, εντούτοις κατατάχθηκαν ανάμεσα στις πλέον χαμηλοαποδοτικές ποικιλίες στο σύστημα καλλιέργειας μειωμένων εισροών, γεγονός που συνιστά ένδειξη καλής ανταπόκρισης των ποικιλιών αυτών στις εισροές. Αντίθετα, η ποικιλία Vendo παρόλο που παρουσίασε μία μέση απόδοση στο συμβατικό σύστημα καλλιέργειας, εντούτοις συμπεριφέρθηκε πολύ καλά στο σύστημα καλλιέργειας μειωμένων εισροών, γεγονός που προτείνει τη δυνατότητα καλλιέργειας της συγκεκριμένη ποικιλίας σε τέτοιου είδους γεωργικά συστήματα εκμετάλλευσης.

5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Η απόδοση μεταξύ των ποικιλιών διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε κάθε ένα από τα δύο συστήματα καλλιέργειας. Παρόλα αυτά, οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στο σύστημα διαχείρισης μειωμένων εισροών ήταν σημαντικά πιο αμβλυμένες σε

σχέση με τις διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών στο συμβατικό σύστημα καλλιέργειας.

Με βάση την κατάταξη που προέκυψε και τη διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών διαπιστώθηκε, ότι η ποικιλία Vitron ήταν αυτή που έδειξε τις σταθερότερες αποδόσεις στα δύο συστήματα καλλιέργειας. Η συγκεκριμένη ποικιλία, εκτός από την πολύ καλή συμπεριφορά στο σύστημα διαχείρισης των μειωμένων εισροών, επέδειξε υψηλή απόδοση και στο σύστημα της συμβατικής διαχείρισης και κατατάχθηκε έκτη στο σύνολο των 25 ποικιλιών που αξιολογήθηκαν. Άλλες οκτώ συνολικά ποικιλίες παρουσίασαν υψηλές και σταθερές αποδόσεις στα δύο συστήματα καλλιέργειας, και συγκεκριμένα οι ποικιλίες Bronte, Floradur, Illora, Imhoter, Levante, Mexicali, Simandur και Sveno. Οι ποικιλίες αυτές μαζί με την ποικιλία Vitron, χαρακτηρίζονται από ευρεία προσαρμοστικότητα και από τα αποτελέσματα της εργασίας υποδεικνύεται ότι θα μπορούσαν να προταθούν για αξιόπιστες αποδόσεις σε ποικίλα εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα καλλιέργειας. Αντίθετα, οι ποικιλίες Aracena, Ciccio και Rosadur, εξάλλου ήταν αυτές που παρουσίασαν τις χαμηλότερες αποδόσεις και στα δύο συστήματα καλλιέργειας.

5.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Ο μορφολογικός χαρακτηρισμός των ποικιλιών σκληρού σίτου που αξιολογήθηκαν στην παρούσα εργασία, οδήγησε στην κατάταξη των 25 ποικιλιών σε τρεις διαφορετικές ομάδες. Οι ομάδες αυτές θα μπορούσαν να θεωρηθούν ότι εμπεριέχουν ποικιλίες που συσχετίζονται γενετικά στενά μεταξύ τους, καθώς τα χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν διακρίνονται από υψηλό συντελεστή κληρονομικότητας και παρουσιάζουν μικρή παραλλακτικότητα σε σχέση με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες περιβάλλοντος. Το γεγονός αυτό επισημαίνει ότι το μεγαλύτερο μέρος της παραλλακτικότητας που παρατηρήθηκε μεταξύ των ποικιλιών ως προς τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά οφείλεται στη γενετική συνιστώσα. Συνεπώς, η προσέγγιση αυτή σε ότι αφορά στη διάκριση μεταξύ των ποικιλιών μπορεί να συμβάλει στην εξεύρεση των κατάλληλων πατρικών συνδυασμών για τη δημιουργία διασπώμενων γενεών με τη μέγιστη γενετική παραλλακτικότητα για περαιτέρω επιλογή (Barrett και Kidwell 1998), αποτελώντας πολύτιμο εργαλείο στο σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός μελλοντικού βελτιωτικού προγράμματος στο σκληρό σιτάρι.

Τα χαρακτηριστικά που έπαιξαν ρόλο στη διάκριση των ποικιλιών ήταν κυρίως τα χατρακτηριστικά του στάχυ, όπως το μήκος του στάχους, το χρώμα των αγάνων, το χρώμα των λεπύρων και η παρουσία τριχιδίων σε αυτά, καθώς επίσης ο αριθμός των σταχυδίων ανά στάχυ και ο αριθμός των σπόρων ανά σταχύδιο, ενώ λιγότερο σημαντικά ήταν τα αγρονομικά χαρακτηριστικά που αφορούσαν στην πρωιμότητα ξεσταχυάσματος και στο ύψος των φυτών κατά την ωρίμανση.

Με τη βοήθεια περιγραφικών καταλόγων του IPGRI και τη στατιστική επεξεργασία που ακολουθήθηκε, έχουν γίνει πολλές εργασίες εύρεσης της γενετικής συγγένειας για διάφορα καλλιεργούμενα είδη, όπως: μπάμια (*Abelmoschus esculentus* L.) (Koutsos κ.ά., 2002), κουκιά (*Vicia faba* L.) (Terzopoulos και Bebeli, 2003, Terzopoulos κ.ά., 2008; Duq κ.ά., 2010), σιτάρι (Martos κ.ά., 2005), κριθάρι (Castillo κ.ά., 2010).

Όπως εξάλλου επισημάνθηκε η ακριβής ταξινόμηση του επιπέδου και του τύπου της γενετικής παραλλακτικότητας είναι ανεκτίμητης αξίας στη βελτίωση διότι βοηθά: i) στην κατανόηση των γενετικών σχέσεων μεταξύ σειρών που μπορεί να αποβεί χρήσιμο εργαλείο στο σχεδιασμό υβριδίων (Hallauer και Miranda 1988), ii) στην πρόβλεψη της ετέρωσης (Melchinger 1999), iv) στην εξακρίβωση επαναλαμβανόμενων δειγμάτων σπόρων στις Τράπεζες Γενετικού Υλικού, καθώς και vi) στην ταξινόμηση του επιπέδου γενετικής ποικιλότητας των γενετικών υλικών στη ροή του χρόνου.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας διαπιστώθηκε:

1. Το σύστημα διαχείρισης δε διαφοροποίησε σημαντικά τη μέση απόδοση των ποικιλιών, καθώς τόσο στο συμβατικό όσο και στο σύστημα διαχείρισης μειωμένων εισροών η μέση απόδοση κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα, γεγονός που επισημαίνει τη θετική συμβολή στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους της μεταχείρισης με αμειψισπορά με βίκο.
2. Διαπιστώθηκε μικρή αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών x συστήματος διαχείρισης, γεγονός που καταδεικνύει ότι το σύστημα διαχείρισης (συμβατικό ή μειωμένων εισροών) δεν επηρέασε τη συμπεριφορά ως προς την απόδοση των ποικιλιών που μελετήθηκαν.
3. Επισημάνθηκαν ορισμένες εμπορικές ποικιλίες σκληρού σίτου με ειδική προσαρμοστικότητα που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για καλλιέργεια σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα, είτε λόγω της θετικής ανταπόκρισής τους στις εισροές, είτε λόγω της προσαρμογής τους σε καλλιέργεια μειωμένων εισροών.
4. Επισημάνθηκε μία ομάδα εννέα ποικιλιών με υψηλή απόδοση και σταθερότητα συμπεριφορά και στα δύο συστήματα διαχείρισης, γεγονός που αναδεικνύει την ευρεία προσαρμοστικότητα των ποικιλιών αυτών σε μεγάλο εύρος περιβαλλόντων καλλιέργειας.
5. Επισημάνθηκε μία ομάδα τριών ποικιλιών που επέδειξαν σταθερά χαμηλή απόδοση και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας.
6. Έγινε μορφολογικός χαρακτηρισμός και διάκριση των ποικιλιών σε τρεις διαφορετικές ομάδες, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα για εξεύρεση των κατάλληλων πατρικών συνδυασμών για τη δημιουργία διασπόμενων γενεών με τη μέγιστη γενετική παραλλακτικότητα για περαιτέρω επιλογή και βελτίωση του καλλιεργούμενου σκληρού σίτου.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barrett, B.A., and Kidwell K.K. 1998. AFLR-based genetic diversity assessment among wheat cultivars from the Pacific Northwest. *Crop Sci.* 38:1261-1271.
- Castillo, A., H. Budak, A.C. Martín, G. Dorado, A. Börner, M. Röder, P. Hernandez. 2010. Interspecies and intergenus transferability of barley and wheat D-genome microsatellite markers. *Annals of Applied Biology* 156:347-356.
- Duc, G., S. Bao, M. Baum, B. Redden, M. Sadiki, M. J. Suso, M. Vishniakova, and X. Zong, 2010. Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. *Field Crops Res.* 115: 270–278.
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.), <http://www.statistics.gr>.
- FAO, 1996. Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, prepared for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources, Leipzig, Germany, 17–23 June 1996. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Franco, J., J. Crossa, J. Villaseñor, S. Taba, and S.A. Eberhart 1997. Classifying Mexican maize accessions using hierarchical and density search methods. *Crop Sci.* 37: 972-980.
- Hallauer, A.R. and Miranda, J.B. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2nd edition, Iowa States University Press, Ames, IA
- IBPGR, 1985. Revised descriptor list for wheat (*Triticum* spp.). FAO, Rome, 1985.
- [IFOAM] International Federation of Organic Agriculture Movements, 2006. The IFOAM Organic Guarantee System.
- Καραμάνος, Α., 1992. «Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων», Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, Αθήνα.
- Kitchen, J.L., G.K. McDonald, K.W. Shepherd, M.F. Lorimer, and R.D. Graham, 2003. Comparing wheat grown in South Australian organic and conventional farming systems. 1. Growth and grain yield. *Aust. J. Agric. Res.* 54:889–901.
- Koutsos, T.V., M. Koutsika-Sotiriou, E. Gouli-Vavdinoudi, and K. Tertivanidis, 2002. Study of the genetic relationship of Greek okra cultivars. *J. Veget. Crop Prod.* 6:25-35.
- Martos, V., C. Royo, Y. Rharrabti, and L.F. Garcia del Moral, 2005. Using AFLPs to determine phylogenetic relationships and genetic erosion in durum wheat cultivars

- released in Italy and Spain throughout the 20th century. *Field Crops Res.* 91: 107–116.
- Μετζάκης, Δ., 1998. «Ειδική Γεωργία Ι-Σιτηρά», Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα.
- Melchinger, A.E. 1999, Genetic diversity and heterosis. *In*: Coors J.G., Pandey S. (eds.) *The genetics and exploitation of heterosis in crops*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, pp. 99-118.
- Nass, H.G., J.A. Ivany, and J.A. MacLeod, 2003. Agronomic performance and quality of spring wheat and soybean cultivars under organic culture. *Am. J. Alternative Agric.* 18:164–170.
- Poutala, R.T., J. Korva, and E. Varis, 1993. Spring wheat cultivar performance in ecological and conventional cropping systems. *J. Sustain. Agric.* 3:63–83.
- Σφήκας, Α., 1995. «Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά», Α.Π.Θ., Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Terzopoulos, P.J., and P.J. Bebeli. 2008. Genetic diversity of Mediterranean faba bean (*Vicia faba* L.) with ISSR markers. *Field Crops Res.* 108: 39-44.
- Terzopoulos, P.J., P.J. Kaltsikes, and P.J. Bebeli. 2003. Collection, evaluation and classification of Greek populations of faba bean (*Vicia faba* L.). *Gen. Res. Crop Evol.* 50: 373–381.
- Ward, J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Statist. Assoc.* 58: 236-244. Rome.

Βιβλιογραφία από διαδίκτυο

1. Ιστοσελίδα Ινστιτούτου Σιτηρών, www.cerealinstitute.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Εικόνα Π.1. α: στάχεις της ποικιλίας PR 22D40 και β: στάχεις της ποικιλίας Simeto.



Εικόνα Π.2. α: στάχεις της ποικιλίας Bronte και β: στάχεις της ποικιλίας Vendo.



Εικόνα Π.3. α: στάχεις της ποικιλίας Vitron και β: στάχεις της ποικιλίας Floradur.



Εικόνα Π.4. α: στάχεις της ποικιλίας Mecha και β: στάχεις της ποικιλίας Ciccio.



Εικόνα Π.5. α: στάχεις της ποικιλίας Iríde και β: στάχεις της ποικιλίας Sula.



Εικόνα Π.6. α: στάχεις της ποικιλίας Cosmodur και β: στάχεις της ποικιλίας Rosadur.



Εικόνα Π.7. α: στάχεις της ποικιλίας Arrulo και β: στάχεις της ποικιλίας Aracena.