



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και  
Αγροτικού Περιβάλλοντος

«Μελέτη γενεαλογικών σχέσεων μέσω DNA  
αναλύσεων και ανταπόκριση παραδοσιακών  
πληθυσμών σιταριού σε περιβάλλον βιολογικής  
και συμβατικής καλλιέργειας»

Π. Γ. Μαντά  
Πτυχιακή Διατριβή

Βόλος 2012



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 10950/1  
Ημερ. Εισ.: 14-09-2012  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2012  
MAN

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Αριθμ. Πρωτοκ

390

Ημερομηνία

5-7-12

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος**

**«Μελέτη γενεαλογικών σχέσεων μέσω DNA αναλύσεων και ανταπόκριση παραδοσιακών πληθυσμών σιταριού σε περιβάλλον βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας»**

**Επιτροπή**

**Ε. Βέλλιος**

**(Μέλος)**

**Λέκτορας**

**Α. Μαυρομάτης**

**(Επιβλέπων)**

**Επίκουρος Καθηγητής**

**Ι. Α. Χα**

**(Μέλος)**

**Καθηγητής**

**Α.Γ.Σ: 5/ 11-2-2010**

**ΒΟΛΟΣ, 2012**



# Περιεχόμενα

1. Ευχαριστίες .....	3-4
2. Περίληψη .....	5
3. Εισαγωγή .....	6-8
4. Σκοπός της εργασίας.....	9
5. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	
5.1 Καταγωγή του σκληρού σιταριού.....	11-12
5.2 Βοτανική ταξινόμηση- γονιδίωμα .....	12-13
5.3 Καλλιέργεια σκληρού σιταριού .....	13-16
5.3.1 Καλλιεργητική τεχνική σκληρού σιταριού .....	17-22
5.3.2 Οικολογικές απαιτήσεις .....	22-24
5.4 Βιολογική γεωργία – συμβατική γεωργία .....	24-27
5.5 Παραδοσιακές ποικιλίες σκληρού σιταριού .....	27-30
5.6 Βελτίωση σκληρού σιταριού .....	30-45
5.6.1 Απόδοση σε σπόρο .....	30-31
5.6.2 Η πρωιμότητα.....	31-32
5.6.3 Η ικανότητα διατήρησης.....	32-33
5.6.4 Η ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες.....	33-34
5.6.5 Η ανθεκτικότητα στην ξηρασία .....	34-35
5.6.6 Η ανθεκτικότητα στο αργίλιο .....	35
5.6.7 Η ανθεκτικότητα στις ασθένειες.....	35-38
5.6.8 Η ανθεκτικότητα στα έντομα.....	38-39
5.6.9 Η ποιότητα του σιταριού.....	39-45
5.6.9.1 Αλεστική ικανότητα .....	39-42
5.6.9.2 Αρτοποιητική ικανότητα .....	42-44
5.6.9.3 Πρωτεΐνη .....	44-45
5.7 Μέθοδοι βελτίωσης.....	46-48
5.8 Μοριακοί Δείκτες .....	48-52
5.9 Γενετικά τροποποιημένο σιτάρι .....	52-57

## Πειραματικό Μέρος

6. Υλικά και μέθοδοι.....	
6.1 Μελέτη αγρονομικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών.....	58-71
6.2 Μελέτη των γενοτύπων με χρήση δεικτών τύπου SSRs .....	72-74
6.2.1 Μέθοδος απομόνωσης DNA.....	72-73
6.2.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός DNA .....	73
6.2.3 Μοριακή γενετική ανάλυση με δείκτες τύπου SSRs .....	73-74
6.3 Ποιοτικές αναλύσεις .....	75-86
6.3.1 Μέτρηση της υγρασίας .....	75-77
6.3.2 Μέτρηση της τέφρας .....	77-79
6.3.3 Προσδιορισμός υαλωδών κόκκων.....	79-80
6.3.4 Προσδιορισμός χρώματος .....	80-82
6.3.5 Μέτρηση εκατολιτρικού βάρους .....	82-83
6.3.6 Προσδιορισμός του αριθμού πτώσης .....	83-84
6.3.7 Μέτρηση της υγρής γλουτένης.....	85-86
7. Αποτελέσματα .....	
7.1 Μετεωρολογικά στοιχεία.....	88-89
7.2 Μελέτη αγρονομικών χαρακτηριστικών.....	89-100
7.3 Ανάλυση με μοριακούς δείκτες τύπου SSRs.....	101-103
7.4 Ποιοτικές αναλύσεις .....	104-109
8. Γενικές Παρατηρήσεις .....	110-111
9. Συμπεράσματα .....	112-113
10. Βιβλιογραφία.....	114-119
11. Παράρτημα .....	120-124

# Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής διατριβής, ένας μεγάλος στόχος της προπτυχιακής μου ζωής ολοκληρώνεται. Θα ήταν παράλειψη από μέρους μου να μην ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με στήριξαν και με βοήθησαν στην εκπόνηση της διατριβής μου.

Ο πρώτος άνθρωπος που θα ήθελα να ευχαριστήσω είναι ο καθηγητής μου κ. Μαυρομάτης Αθανάσιος, Επίκουρος Καθηγητής του Εργαστηρίου Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την επιλογή του και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου. Στήριξε τις προσπάθειες μου καθόλη την διάρκεια του πειράματος, με καθοδήγησε και μου έμαθε να στηρίζομαι στις δικές μου δυνάμεις. Τον ευχαριστώ γιατί πέρα από καλός καθηγητής είναι και εξαιρετικός άνθρωπος, με στήριξε τις στιγμές που είχα ανάγκη την ενθάρρυνση, την αισιοδοξία και την επιβεβαίωση.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Πανάγου Μίνα, έναν άνθρωπο που μου στάθηκε πάνω από όλα σαν μητέρα και στήριξε τις επιλογές μου και με συμβούλευε σε κάθε στάδιο της διατριβής μου. Ένα ευχαριστώ δεν είναι αρκετό.

Σημαντική συμβολή στην εκπόνηση της προπτυχιακής μου διατριβής είχαν οι υποψήφιοι διδάκτορες Μιχαέλα Σακελλαρίου και Σταυρούλα Κωστούλα από τις οποίες πήρα βασικές γνώσεις που αφορούσαν τόσο τις μετρήσεις όσο και την ανάλυση των δεδομένων. Επιπλέον απέκτησα δύο πολύ καλές φίλες.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Κουτή για το υλικό που μας εμπιστεύτηκε. Χωρίς την δική του συμβολή δεν θα υφίστατο η συγκεκριμένη εργασία.

Κάπου εδώ θα ήθελα να ευχαριστήσω τους σημαντικότερους ανθρώπους στην ζωή μου, που δεν είναι άλλοι από τους γονείς μου και την μικρή μου αδερφή Γεωργία. Καθόλη την διάρκεια της πτυχιακής μου διατριβής στηρίζαν τις επιλογές μου και με βοήθησαν έμπρακτα σε όλο το διάστημα των μετρήσεων μου στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Με στήριξαν τόσο ψυχολογικά όσο και οικονομικά. Μου δίδαξαν ότι ο εχθρός του καλού είναι το καλύτερο και με διαμόρφωσαν στον άνθρωπο που είμαι σήμερα. Ένα ευχαριστώ για την οικογένεια μου είναι πολύ λίγο.

Καθόλη την διάρκεια της παρούσας διατριβής, η ανάγκη μου για αισιοδοξία, υπομονή και επιμονή ήταν πολυ μεγάλη. Αν και η οικογένεια μου διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στην ψυχολογική μου στήριξη, υπήρχε και ένας ακόμη άνθρωπος που πάντα μου έδινε ελπίδα και ο οποίος δεν είναι πια στην ζωή. Ο λόγος για την πολυαγαπημένη μου γιαγιά Παρασκευή στην οποία και αφιερώνω την συγκεκριμένη προσπάθεια.

Ευχαριστώ τους φίλους μου, Δανάη, Βαγγέλη, Χριστίνα και Ιωάννα, οι οποίοι παρακολουθούσαν την πορεία μου και με στήριζαν όλο αυτό το διάστημα, και μου προσέφεραν την καλή τους διάθεση, την αισιοδοξία τους και την απεριόριστη υπομονή τους. Μοιράστηκα μαζί τους το άγχος μου και τους φόβους μου και ένα ευχαριστώ μόνο δεν αρκεί.

Δεν θα ήθελα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους ανθρώπους από τους Μύλους Λούλη και τον ίδιο τον κ. Νίκο Λούλη για την πραγματοποίηση των μετρήσεων που αφορούσαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σιταριού. Μοιράστηκαν μαζί μου την μεγάλη εμπειρία τους στο συγκεκριμένο θέμα καθώς και την καλή τους διάθεση.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τις κυρίες που με βοήθησαν ουσιαστικά στις μετρήσεις μου και παρόλες τις δύσκολες συνθήκες που αντιμετωπίζουν, ασχολήθηκαν με το πείραμα μου με ιδιαίτερη προσοχή και μεράκι. Τις ευχαριστώ μέσα από τα βάθη της καρδιάς μου....



# Ιερίληψη

Αντικείμενο αυτής της εργασίας αποτέλεσε η μελέτη 10 ποικιλιών σκληρού σιταριού, εκ των οποίων οι δύο ήταν εμπορικές ποικιλίες και χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες ενώ οι υπόλοιπες οκτώ ήταν παραδοσιακές ποικιλίες. Οι παραδοσιακές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής διατριβής, προήλθαν από τις γενετικές τράπεζες του USDA (USA) και της Gatersleben (Γερμανία).

Το πείραμα αφορούσε τη μελέτη και καταγραφή των μορφολογικών και αγρονομικών χαρακτηριστικών, καθώς και την εφαρμογή μοριακών αναλύσεων για έλεγχο της γενετικής συγγένειας των εξεταζόμενων ποικιλιών σιταριού. Επίσης, εφαρμόστηκαν αναλύσεις που αφορούσαν τα χαρακτηριστικά του σπόρου και του παραγόμενου αλεύρου.

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, εξετάστηκαν οι 10 ποικιλίες σε δύο συστήματα παραγωγής, το βιολογικό και το συμβατικό και μελετήθηκε η συμπεριφορά των παραδοσιακών ποικιλιών σιταριού καθώς επίσης και οι διαφορές στα δύο συστήματα μέσω της εξέτασης χαρακτηριστικών που αποτελούν συστατικά της απόδοσης. Εξετάστηκαν για το λόγο αυτό, χαρακτηριστικά όπως, ο αριθμός και το βάρος στάχων, το βάρος σπόρου, το εκατολιτρικό βάρος, και η συνολική απόδοση, ενώ μελετήθηκαν παράλληλα το ύψος φυτών και το αδελφωμα, που αποτελούν έμμεσα χαρακτηριστικά της απόδοσης. Τέλος, υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για κάθε χαρακτηριστικό κάθε ποικιλίας και μέσω της ανάλυσης παράλλακτικότητας εντοπίστηκαν οι μεταξύ τους διαφορές.

Για τις μοριακές αναλύσεις απομονώθηκε γενωμικό DNA από νεαρά φύλλα φυτών σιταριού με την τροποποιημένη μέθοδο CTAB. Χρησιμοποιήθηκαν 5 δείκτες τύπου SSR και εκτιμήθηκαν οι γενετικές διαφορές και αποστάσεις, με τη χρήση του προγράμματος NTSYS, κατόπιν ομαδοποίησής τους. Τα αποτελέσματα παρουσιάσθηκαν σε δενδρογράμματα, τα οποία προέκυψαν από την χρήση του αλγόριθμου UPGMA και έδειξαν διαχωρισμό των παραδοσιακών από τις εμπορικές, που είχαν χρησιμοποιηθεί ως μάρτυρες.

Ακολούθησαν οι ποιοτικές αναλύσεις, που πραγματοποιήθηκαν στην αλευροβιομηχανία «Λούλη» και αφορούσαν βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως είναι η κοκκομετρία, η ποιότητα και η ποσότητα της γλουτένης, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, η υγρασία, η τέφρα, το χρώμα και ο αριθμός πτώσης. Από την σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους καθώς και με τις προδιαγραφές που ορίζονται από την αλευροβιομηχανία, δύο ποικιλίες ανταποκρινόταν στο σύνολο των προδιαγραφών.

Οι ανωτέρω μετρήσεις και αναλύσεις, είχαν ένα κοινό στόχο, τη δημιουργία «ταυτότητας» των παραδοσιακών ποικιλιών, των οποίων τα χαρακτηριστικά μέχρι πρότινος ήταν άγνωστα. Τα δεδομένα που προέκυψαν, αναμένεται να αποτελέσουν ωφέλιμο υλικό για το σχεδιασμό βελτιωτικών προγραμμάτων στο άμεσο μέλλον.

Ε  
Λ  
Σ  
Α  
Υ  
Ω  
Υ  
ῆ





## Εισαγωγή

Από τις αρχές της ανθρώπινης ιστορίας, η σπουδαιότητα των σιτηρών για το ανθρώπινο γένος υπήρξε ιδιαίτερα σημαντική καθώς τα σιτηρά είναι από τα πρώτα φυτά που καλλιέργησε ο άνθρωπος. Οι αρχαίοι Έλληνες αποκαλούσαν τα σιτηρά «Δήμητρας καρποί» και καλλιεργούσαν τέσσερα γένη δημητριακών που ήταν ο «πύρος» (σιτάρι), η «ολύρα» (ζειάν), η «κρίθη» και ο «κέχρος». Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι οι αρχαίοι πολιτισμοί ήκμασαν σε περιοχές όπου καλλιεργούνταν κάποιο σιτηρό.



Εικ. 1, 2. Θερισμός

Τα σημαντικότερα σιτηρά που συναντούμε παγκοσμίως είναι το σιτάρι, το κριθάρι, το καλαμπόκι, το ρύζι, η βρώμη και η σίκαλη, τα οποία καλλιεργούνται κυρίως για τους αμυλούχους σπόρους τους, που αποτελούν την κύρια διατροφή του ανθρώπου και των ζώων.

Ένα από τα σπουδαιότερα οικονομικά και διατροφικά σιτηρά όπως προαναφέρθηκε είναι το σιτάρι, το οποίο και θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία. Η καλλιέργεια του άρχισε από τους προϊστορικούς χρόνους και μέχρι σήμερα δεν έχει προσδιορισθεί με ακρίβεια η περιοχή καταγωγής του αλλά ούτε και η περιοχή στην οποία καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά καθώς και η άγρια μορφή του. Ενδείξεις δείχνουν ότι οι διπλοειδείς και τετραπλοειδείς γενότυποι πρωτοεμφανίστηκαν πριν από το 8000 π.Χ στις λεκάνες των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη, στις σημερινές περιοχές της Συρίας και του Ιράκ. Στις βαλκανικές χώρες και στην Ελλάδα οι γενότυποι αυτοί υπολογίζεται ότι έφτασαν το 5000 π.Χ.

Το σιτάρι αποτελεί το σημαντικότερο από τα αγρωστώδη φυτά και το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο σιτηρό στον κόσμο. Καλλιεργούνται και καλλιεργείται σε πολλές χώρες του κόσμου εκ των οποίων οι σημαντικότερες είναι οι ΗΠΑ, η Σοβιετική Ένωση, η Ινδία, ο Καναδάς, η Αργεντινή και η Αυστραλία. Οι τύποι του σιταριού που καλλιεργούνται παγκοσμίως είναι δύο, το μαλακό (*Triticum aestivum* L.) και το σκληρό σιτάρι (*Triticum turgidum* L. var. *durum*).

Η μεγάλη σημασία του σιταριού παγκόσμια οφείλεται στο ότι σε εκατικές συνθήκες καλλιέργειας παράγει περισσότερο από τις άλλες κατηγορίες φυτών, καθώς και ότι παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος. Αποτελεί κύρια πηγή τροφίμων και βασικό είδος της ανθρώπινης διατροφής λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε πρωτεΐνη παρέχοντάς το 45% της απαραίτητης ενέργειας για τον άνθρωπο. Αποθηκεύεται εύκολα γιατί περιέχει μικρό ποσοστό υγρασίας, δεν απαιτεί μεγάλο χώρο αποθήκευσης γιατί είναι υψηλής συμπύκνωσης, η διαχείρισή του γίνεται εύκολα με μηχανές και η καλλιέργειά του δεν επιβαρύνει το περιβάλλον.

Σύμφωνα με προβλέψεις ειδικών, το σιτάρι θα γίνει το πιο σημαντικό δημητριακό στον κόσμο, με το καλαμπόκι να ακολουθεί. Οι δύο αυτές καλλιέργειες θα πρέπει να καλύψουν το 80% των απαιτήσεων των αναπτυσσόμενων χωρών για εισαγωγές δημητριακών. Η προσέγγιση σε μια μεγάλη γενετική ποικιλότητα είναι κρίσιμη για την επιτυχία των βελτιωτικών προγραμμάτων.

Οι παραδοσιακές ποικιλίες αποτελούν σημαντικό γενετικό υλικό, καθώς μέσω της διατήρησής τους προσφέρουν στους γενετιστές και βελτιωτές μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα και μέσω της ολοκληρωμένης χρήσης όλων των διαθέσιμων τεχνολογικών εργαλείων και πηγών, θα μπορούσαν να ικανοποιήσουν την ανάγκη για αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής που προορίζεται για διατροφή (Hoisington et al, 1999).



Εικ.3 Σιτάρι (στάχυς και σπόρος)

# Εκπόδός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν ο επαναπατρισμός και η μελέτη παραδοσιακών ποικιλιών σιταριού καθώς και η αξιολόγησή τους σε συμβατικό και οργανικό περιβάλλον με βάση αγρονομικά, μορφολογικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον κύρια δραστηριότητα αποτέλεσε η μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων μεταξύ των εξεταζόμενων ποικιλιών με βάση μοριακούς δείκτες τύπου SSRs καθώς και η μελέτη ποιοτικών χαρακτηριστικών των εξεταζόμενων ποικιλιών.

## Στόχοι της εργασίας ήταν :

- Η μελέτη των 10 γενοτύπων και η ανίχνευση πολυμορφισμών με χρήση μοριακών δεικτών τύπου SSRs.
- Η εκτίμηση της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ των γενοτύπων.
- Η σύγκριση των αγρονομικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών των 10 ποικιλιών σε βιολογικό και οργανικό αγρό.
- Η εκτίμηση της παραλλακτικότητας των 8 παραδοσιακών ποικιλιών μεταξύ τους καθώς και με τις 2 εμπορικές ποικιλίες με τελικό κριτήριο την απόδοση.
- Η μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σπόρων των ποικιλιών που εξετάστηκαν σε βιολογικό και συμβατικό περιβάλλον και η σύγκριση με πρότυπα κοινώς αποδεκτά καθώς και με μια «ιδανική» ποικιλία.
- Η εκτίμηση της παραλλακτικότητας των ποικιλιών με στόχο την διαπίστωση της ποικιλίας με τα καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Τελική επιδίωξη είναι ο προσδιορισμός του δυναμικού των ποικιλιών και η καταγραφή των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών με στόχο την άμεση αξιοποίηση τους ή την χρήση τους ως δότες γονιδίων σε βελτιωτικά προγράμματα.



Αναβιώση  
βιολογικής



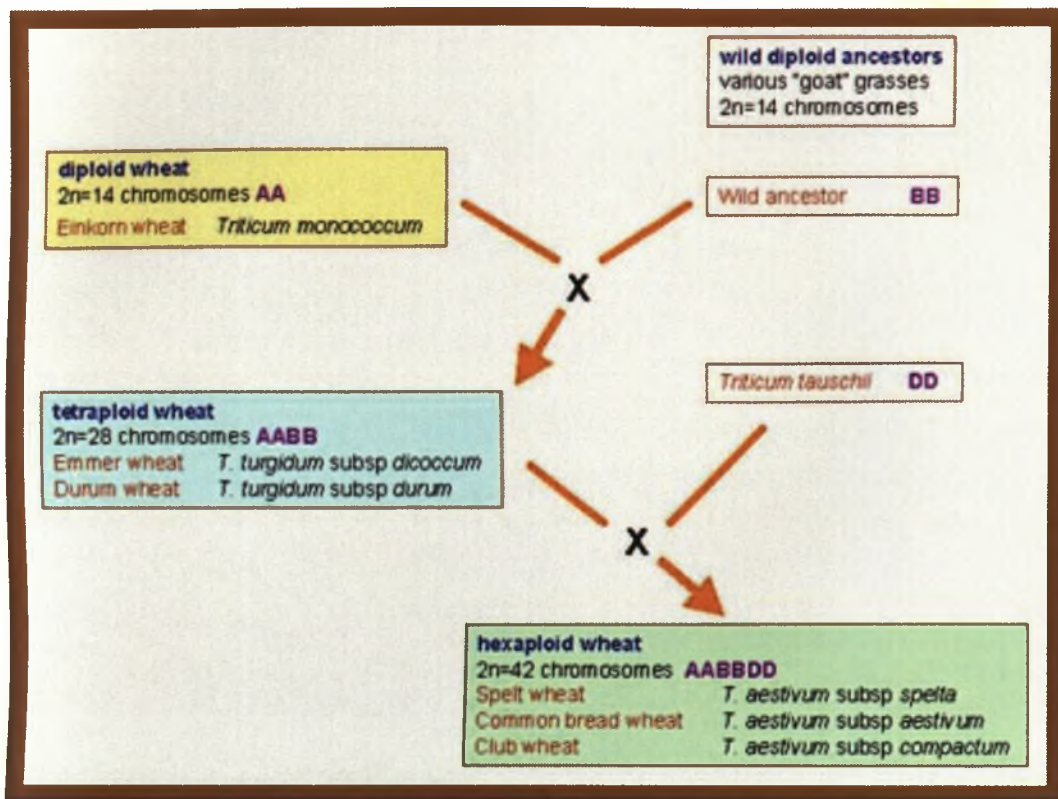


## Καταγωγή σκληρού σιταριού [5.1]

Το σκληρό σιτάρι (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) είναι ένα από τα παλαιότερα είδη που καλλιεργούνται αυτή τη στιγμή σε όλο τον κόσμο. Κύριες περιοχές αναπτυξής του θεωρούνται οι ανατολικές και κεντρικές περιοχές της Νότιας Αφρικής, οι οποίες θεωρούνται και ως κέντρα προελεύσεώς του. Ανήκει στα σημαντικότερα δημητριακά στις μεσογειακές χώρες και μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιβάλλοντα που παρουσιάζουν μεγάλες κλιματικές διακυμάνσεις. Η υψηλή γονιμότητα των εδαφών και οι συνθήκες μέσης βροχόπτωσης ευνοούν την παραγωγή σιταριού υψηλής ποιότητας που ενδιαφέρει τόσο τους παραγωγούς όσο και τις βιομηχανίες για την παραγωγή ζυμαρικών, σιμιγδαλιού και άλλων παραδοσιακών προϊόντων.

Η εξέλιξη των καλλιεργούμενων σιταριών πραγματοποιήθηκε στην Μέση Ανατολή μέσω των επαναλαμβανόμενων υβριδισμών μεταξύ ειδών του γένους *Triticum spp.* και του γένους *Aegilops spp.* Η διαδικασία εξημέρωσης του σιταριού ξεκίνησε πριν από 10.000 χρόνια περίπου και περιελάμβανε τα ακόλουθα στάδια: Αρχικά λοιπόν το άγριο είδος *T. boeoticum* διασταυρώθηκε ελεύθερα με το *Aegilops speltoides* για να παραχθεί το *T. dicoccoides* το οποίο εξημερώθηκε το 7800 π.Χ μέσω της επιλογής με σπόρους στην περιοχή της Δαμασκού. Οι περαιτέρω υβριδοποιήσεις με ένα άλλο είδος, το *A. squarrosa* έδωσαν το *T. dicoccum* και πρόωρες μορφές του σκληρού σιταριού (*T. durum*) (Χασιώτη, 2007).

Τα είδη που προέκυψαν από τις αλλαγές στο πέρασμα των χρόνων, εμφάνιζαν σημαντικές διαφορές στα μορφολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα αρχικά είδη. Οι σύγχρονες ποικιλίες σιτηρών που προέκυψαν, διευκολύνουν τον παραγωγό και προσφέρουν καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου με τις λιγότερες εισροές. Έτσι παράγονται ποικιλίες στις οποίες κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας παρατηρείται συγχρονισμός στην άνθιση με αποτέλεσμα την διευκόλυνση του παραγωγού κατά τη διάρκεια της συγκομιδής καθώς και παραλαβή καλύτερου τελικού προϊόντος. Το πλάγιασμα στο σιτάρι είναι ένα από τα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά, καθώς η πτώση του καλαμιού στο έδαφος δυσκολεύει την συγκομιδή του. Κατά συνέπεια στις σημερινές ποικιλίες το βλαστικό στέλεχος είναι πιο κοντό για να μην λυγίζει. Οι αλλαγές που έχουν πραγματοποιηθεί σε σχέση με τον στάχυ έχουν άμεση σχέση με την απόδοση καθώς και με την ποιότητα του σπόρου. Με τη μορφή του στάχυ στις συγχρονές ποικιλίες ο σπόρος δεν διαχωρίζεται εύκολα κατά την διάρκεια της συγκομιδής, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τις απώλειες παραγωγής.



Εικ. 4. Καταγωγή μαλακού και σκληρού σιταριού



## Βοτανική ταξινόμηση - γονιδίωμα σκληρού σιταριού [5.2]

Το σκληρό σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* της οικογένειας των Αγροστωδών, Poaceae (Gramineae). Τα είδη *Triticum* κατατάσσονται σε τρεις βασικές ομάδες ανάλογα με το επίπεδο πλοειδίας τους. Ταξινομούνται λοιπόν στα διπλοειδή με  $2n=2x=14$  χρωμοσώματα, στα τετραπλοειδή με  $2n=4x=28$ , και τα εξαπλοειδή με  $2n=6x=42$ . Το σκληρό σιτάρι (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) που θα μας απασχολήσει στην παρούσα πτυχιακή διατριβή είναι το τετραπλοειδές είδος (AABB). Τα είδη της τετραπλοειδούς ομάδας είναι αλλοπλοειδή δύο διπλοειδών ειδών, όπως είναι φανερό από την γονιδιωματική τους σύνθεση.



Πίνακας 1. Είδη *Triticum*, Κατηγοριοποίηση και χαρακτηριστικά

ΕΙΔΟΣ	ΓΕΝΩΜΑ	ΑΓΡΙΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ	
ΤΕΤΡΑΠΛΟΕΙΔΗ (2n=28)		Σπόροι με λέπυρα	Σπόροι με λέπυρα	Σπόροι χωρίς λέπυρα
<i>T. timopheevii</i>	AAGG	var. araraticum		var. timopheevii
<i>T. turgidum</i>	AABB	var. dicocoides (Άγριο emmer)		var. dicoccum (Καλ. emmer) var. durum var. turgidum var. polonicum var. carthlicum

Πηγή: <http://www.cerealinstitute.gr/>



## Καλλιέργεια σκληρού σιταριού [5.3]

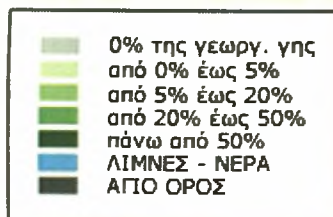
Σήμερα περισσότερες από 17.000 διαφορετικές ποικιλίες σιταριού που υπάρχουν, συνθέτουν μία τεράστια γενετική παραλλακτικότητα, η οποία επιτρέπει στο φυτό αυτό να καλλιεργείται και να δίνει υψηλές αποδόσεις σε ένα μεγάλο εύρος περιβαλλόντων, από 67° γεωγραφικό πλάτος στο Βόρειο Ημισφαίριο (Νορβηγία, Φινλανδία, Ρωσία) μέχρι 45° στο Νότιο (Αργεντινή).

Στην Ελλάδα, η παραγωγή μαλακού σιταριού έφτασε στα επίπεδα της αυτάρκειας τη δεκαετία του 1950 και προς τα τέλη του 1970 υπήρχε πλεόνασμα το οποίο διατηρήθηκε μέχρι το 1984. Έκτοτε αρχίζει ραγδαία μείωση της καλλιέργειας του μαλακού σιταριού η οποία συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση της καλλιέργειας του σκληρού με αποτέλεσμα από τότε η Ελλάδα να είναι ελλειμματική σε μαλακό σιτάρι και πλεονασματική σε σκληρό. Αυτό οφείλεται στην αλλαγή της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία έδωσε ισχυρά κίνητρα στους παραγωγούς σκληρού σιταριού το 1983, τα οποία παραμένουν σε ισχύ και σήμερα. Από 7.000.000 στρέμματα το 1980, η έκταση καλλιέργειας του μαλακού σιταριού έπεσε κάτω από τα 4.000.000 στρέμματα το 1990. Αντίθετα η έκταση καλλιέργειας του σκληρού σιταριού από 2.870.000 στρέμματα το 1980, αυξήθηκε σε 6.000.000 στρέμματα το 1990. Αυτή η ραγδαία ανατροπή συνοδεύθηκε από

μετακίνηση του μαλακού σιταριού στα πιο άγονα και του σκληρού στα πιο γόνιμα εδάφη με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του πρώτου και την υποβάθμιση της ποιότητας του δεύτερου (<http://www.cerealinstitute.gr/>). Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2003), η έκταση καλλιέργειας του μαλακού σιταριού ήταν 1.239.780 στρέμματα και του σκληρού 7.197.400 στρέμματα. Συνολικά η έκταση του σιταριού την τελευταία εικοσαετία έχει μειωθεί κατά 1.650.000 στρέμματα.



Ο χάρτης απεικονίζει περιοχές Δημοτικών Διαμερισμάτων, στα οποία η καλλιέργεια σκληρού σιταριού καλύπτει τα ακόλουθα ποσοστά γεωργικής γης:



ΠΗΓΗ: ΕΣΥΕ

Όπως παρατηρείται οι μεγαλύτερες εκτάσεις βρίσκονται στην περιοχή της Θεσσαλίας, της ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και σε ένα τμήμα της Στερεάς Ελλάδας.

Πίνακας 2. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η έκταση και η παραγωγή σκληρού σίτου στην Ελλάδα από το 1980 – 2005 ( <http://www.cerealinstitute.gr/>).

ΕΤΟΣ	ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ	
	ΕΚΤΑΣΗ*	ΠΑΡΑΓΩΓΗ**
1980	2.200	550
1981	2.600	637
1982	2.800	644
1983	3.000	540
1984	3.100	775
1985	3.700	723
1986	4.400	1.144
1987	4.600	1.058
1988	4.900	1.127
1989	5.100	1.173
1990	6.000	1.560
1991	6.150	1.537
1992	6.190	1.671
1993	6.220	1.617
1994	6.290	1.761
1995	7.100	1.988
1996	7.130	1.996
1997	7.145	2.000
1998	7.100	1.988
1999	7.120	1.922
2000	7.100	1.917
2001	7.080	1.840
2002	7.160	1.648
2003	7.110	1.402
2004	7.208	1.711
2005	7.200	1.500

\* χιλιάδες στρέμματα \*\* χιλιάδες τόνοι

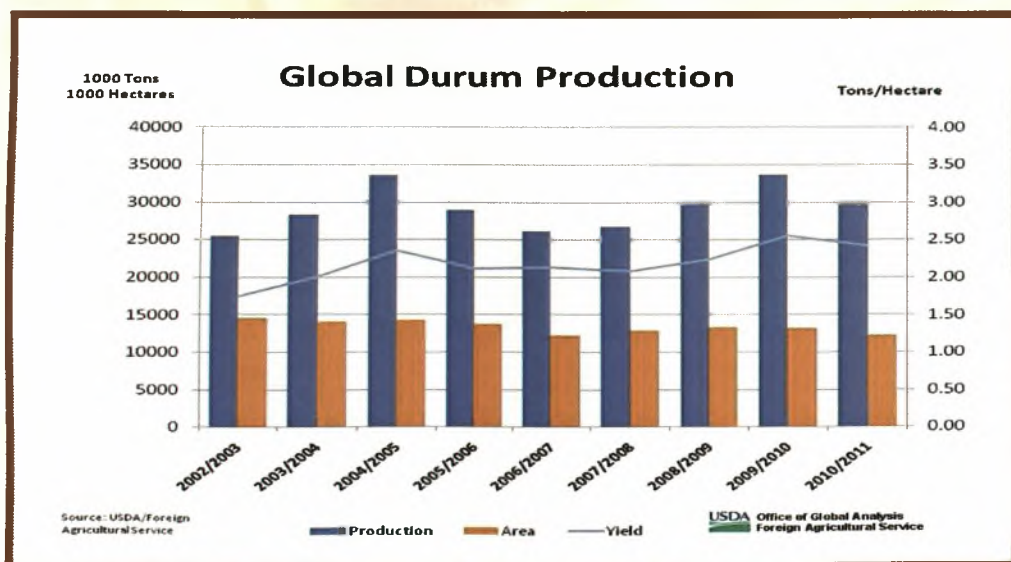
Σύμφωνα με στοιχεία του αμερικανικού υπουργείου γεωργίας (USDA), τα παγκόσμια αποθέματα σιταριού στο τέλος της περιόδου 2011 - 2012, υπολογίζονται σε 210 εκ. τόνους, ενώ ένα χρόνο πριν ήταν 200 εκ. τόνοι (<http://www.usda.gov/>).

Η παγκόσμια παραγωγή του 2011-2012 αυξήθηκε κατά 2,7 εκ. τόνους σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά, φτάνοντας τους 891 εκ. τόνους. Η αύξηση οφείλεται στην άνοδο της παραγωγής του Καζακστάν, της Βραζιλίας και της Ρωσίας, Ινδίας, Ουκρανίας, ενώ σημαντικές μειώσεις παρατηρούνται στις Η.Π.Α και την Αργεντινή, κάτι που γίνεται αντιληπτό και από τον πίνακα που ακολουθεί. (<http://www.agrotypus.gr/>).

Πίνακας 3. Παραγωγή σιταριού στις πιο σημαντικές χώρες παγκοσμίως.

Παραγωγή Σιταριού (σε εκ. τόνους)		
Χώρα	2011/2012 (πρόβλεψη)	2010/2011 (εκτίμηση)
Ευρωπαϊκή Ένωση	137,49	135,67
Ινδία	86,87	80,80
Ρωσία	56,23	41,51
Η.Π.Α.	54,41	60,06
Αυστραλία	28,3	27,89
Καναδάς	25,26	23,17
Καζακστάν	22,73	9,64
Ουκρανία	22,00	16,84
Αργεντινή	14,50	16,10
Παγκοσμίως	692,88	651,61

Πηγή: USDA



Εικ. 5. Παγκόσμια παραγωγή σκληρού σίτου την περίοδο 2003-2011. Πηγή: USDA

# Καλλιεργητική τεχνική σιτηραύ σιταριού

## [5.3.1]

### 5.3.1.1 Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά ορίζεται ως η συστηματική εναλλαγή των καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι, και βοηθάει στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, την καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων, τον έλεγχο των εχθρών, ασθενειών, ζιζανίων και τελικά στη σταθεροποίηση των αποδόσεων. (Παπακώστα 2008).

Η δυνατότητα εφαρμογής αμειψισποράς στα χειμερινά σιτηρά είναι περιορισμένη, λόγω του ότι καλλιεργούνται κυρίως σε περιοχές που δεν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης. Οι καλλιέργειες που θα επιλεγούν για την αμειψισπορά με τα χειμερινά σιτηρά θα πρέπει να αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες για να σπέρνονται το φθινόπωρο, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες τους σε νερό από τις βροχοπτώσεις. Τέτοιες καλλιέργειες για τη χώρα μας θα μπορούσαν να είναι τα χειμερινά ψυχανθή, καρποδοτικά ή χορτοδοτικά και ορισμένα ελαιοδοτικά.

Το κύριο πλεονέκτημα των ψυχανθών είναι ότι λόγω της ικανότητας βιολογικής δέσμωσης του αζώτου ικανοποιούν ένα μέρος των αναγκών τους σε άζωτο από την ατμόσφαιρα και αφήνουν υπολείμματα στο έδαφος πλούσια σε άζωτο, βελτιώνουν τη δομή του εδάφους και ευνοούν την έκκριση ρυθμιστών ανάπτυξης. Παρουσιάζουν όμως αρκετά μειονεκτήματα σε σχέση με τα χειμερινά σιτηρά και έτσι δεν προτιμώνται από τους παραγωγούς (Παπακώστα, 2008).

Από τα ελαιοδοτικά φυτά κατάλληλα για αμειψισπορά με τα χειμερινά σιτηρά είναι ορισμένα φθινοπωρινά, όπως η ελαιοκράμβη, η ατρακτυλίδα, το λινάρι και από τα ανοιξιάτικα ο ηλίανθος, τα οποία αποκτούν σταδιακά μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω της χρησιμοποίησης του λαδιού τους για την παραγωγή βιοενέργειας.

Η εναλλαγή των χειμερινών σιτηρών μεταξύ τους δεν θεωρείται αμειψισπορά, επειδή έχουν περίπου τις ίδιες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, το ίδιο ριζικό σύστημα και ν τους ίδιους εχθρούς και ασθένειες. Επιπλέον πρέπει να αποφεύγεται γιατί οι σπόροι που πέφτουν στο έδαφος κατά τη συγκομιδή φυτρώνουν στην επόμενη καλλιέργεια και δημιουργείται πρόβλημα καθαρότητας σπόρων της επόμενης καλλιέργειας.

Οι παραγωγοί επί σειρά ετών (5-10) εφαρμόζουν μονοκαλλιέργεια σιταριού, γιατί δίνει μεγαλύτερο εισόδημα και μπορεί να εφαρμοστεί σε γόνιμα, ελεύθερα από ζιζάνια και ασθένειες χωράφια (Αντωνίου, 2004). Η χρησιμοποίηση λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και ορισμένων εντομοκτόνων διατηρεί την απόδοση στις περισσότερες περιοχές σε ικανοποιητικά επίπεδα, με αυξημένο όμως κόστος παραγωγής. (Παπακώστα, 2008).

Σε πολύ φτωχά εδάφη θα μπορούσε να εφαρμοστεί το εκτατικό σύστημα αγρανάπαυση-σιτηρό. Σε χώρες με ελάχιστη βροχόπτωση εφαρμόζεται το σύστημα αγρανάπαυση-σιτηρό, με το οποίο γίνεται εκμετάλλευση της βροχόπτωσης δύο ετών σε μία εσοδεία. Το επωφελέστερο για το σιτάρι σύστημα είναι το τριετές: ψυχανθές-σκαλιστικό-σιτάρι. (Σφήκας, 1995).

### 5.3.1.2 Προετοιμασία του εδάφους για σπορά

#### 1. Διαχείριση των φυτικών υπολειμμάτων

Ο τρόπος διαχείρισης των φυτικών υπολειμμάτων που μένουν στον αγρό από προηγούμενη καλλιέργεια εξαρτάται από το είδος, τον όγκο τους, καθώς και από το σύστημα κατεργασίας που θα ακολουθηθεί. Στη μονοκαλλιέργεια του σκληρού σιταριού μετά τη συγκομιδή, στο έδαφος μένουν τα στελέχη και τα υπολείμματα της ταξιανθίας. Στα πλαίσια της αειφορίας των αγρών και της ολοκληρωμένης διαχείρισης των καλλιεργειών απαγορεύεται το κάψιμο της καλαμιάς και συνιστάται η ενσωμάτωσή της. Συνιστάται μέτρια αναστροφή του εδάφους για ενσωμάτωση των υπολειμμάτων που παρέμειναν στον αγρό μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας και καταστροφή των ζιζανίων (Ινστιτούτο Σιτηρών, 1991). Για τη διευκόλυνση της ενσωμάτωσης της καλαμιάς συνιστάται είτε συγκομιδή του άχυρου για τροφή των ζώων, είτε κοπή του με ένα στελεχοκοπτικό μηχάνημα. Όσο νωρίτερα γίνεται η ενσωμάτωση της καλαμιάς, τόσο λιγότερα είναι τα προβλήματα που δημιουργούνται στη σπορά της επόμενης καλλιέργειας (Παπακώστα, 2008).

#### 2. Κατεργασία εδάφους

Ο χρόνος και ο τρόπος προετοιμασίας του εδάφους για τη σπορά εξαρτάται άμεσα από:

- ✿ την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους,
- ✿ την εποχή συγκομιδής της προηγούμενης καλλιέργειας,
- ✿ την ύπαρξη πολυετών ζιζανίων,
- ✿ τον όγκο των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας (Σφήκας, 1995; Παπακώστα, 2008).

Το πρώτο όργωμα γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές και είναι ελαφρύ αν προηγήθηκε χειμερινό σιτηρό και βαθύτερο μετά από καλαμπόκι για πληρέστερο παράχωμα των στελεχών. Μπορεί στη συνέχεια να γίνει ένα

ενδιάμεσο όργωμα ή μόνο το όργωμα της σποράς, επίσης δισκοσβάρνισμα αν χρειάζεται, και ακολουθεί η σπορά (Σφήκας, 1995; Αντωνίου 2004).

### 5.3.1.3 Λίπανση

Η λίπανση είναι απαραίτητη για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων και καλής ποιότητας προϊόντων σκληρού σιταριού. Εκτός από το γενότυπο των φυτών, ο σωστός χειρισμός της λίπανσης, οδηγεί στην αύξηση των αποδόσεων. (Παπακώστα, 2008).

Η ποσότητα και το είδος των λιπαντικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν σε μία καλλιέργεια καθορίζονται από:

- ✿ την αναμενόμενη απόδοση,
- ✿ τη γονιμότητα του εδάφους,
- ✿ το είδος, την απόδοση και τη διαχείριση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας,
- ✿ τις συνθήκες καλλιέργειας
- ✿ την υγρασία του εδάφους,
- ✿ τη λίπανση που εφαρμόστηκε στην προηγούμενη καλλιέργεια,
- ✿ τις βροχοπτώσεις της περιοχής

Στη χώρα μας για τα χειμερινά σιτηρά συνιστάται λίπανση μόνον με άζωτο και φωσφόρο. Η χρησιμοποίηση καλίου, άλλων στοιχείων και ιχνοστοιχείων δεν κρίνεται απαραίτητη, παρά μόνον όταν με αναλύσεις εδάφους και φύλλων διαπιστωθεί η έλλειψή τους. (Παπακώστα, 2008).

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 αναλογίες. Έτσι, συνδυασμένη λίπανση με Κ και Ν έδωσε καλύτερη απόδοση από μονομερή λίπανση (μόνο με Κ ή Ν) (Καραμάνος, 1992).

Η ποσότητα του προστιθέμενου αζώτου συνιστάται να είναι αυξημένη κατά 1- 2 kg/στρ. για κάθε 100 kg καλαμιάς που ενσωματώνονται στο έδαφος λόγω ακινητοποίησης ενός μέρους του Ν του εδάφους από τους μικροοργανισμούς αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων. Ο φωσφόρος είναι απαραίτητος για την

ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος και τη σκλήρυνση των ιστών, χαρακτηριστικά που προστατεύουν τα φυτά από το πλάγιασμα και τα βοηθούν να επιβιώσουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. (Παπακώστα, 2008). Η απορρόφηση των φωσφορικών από το σιτάρι είναι άριστη σε θερμοκρασίες 18 - 27°C (Καραμάνος, 1992).

Για τα σιτηρά συνήθως πρακτική είναι η εφαρμογή της λίπανσης τμηματικά. Μία ποσότητα αζώτου και όλος ο φωσφόρος πριν τη σπορά (βασική λίπανση) και το υπόλοιπο άζωτο στο τέλος του χειμώνα ή αρχές της άνοιξης, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών (επιφανειακή λίπανση).

Η βασική λίπανση διασκορπίζεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια του αγρού και ενσωματώνεται με τις καλλιεργητικές εργασίες προετοιμασίας του εδάφους για τη σπορά. Η επιφανειακή λίπανση γίνεται στο τέλος του χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη, μόλις η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους επιτρέπει την είσοδο των μηχανημάτων διασποράς. (Παπακώστα, 2008).

#### 5.1.3.4 Σπορά

Αρχικά γίνεται η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας για την περιοχή. Καλής ποιότητας σπόρος, σωστή προετοιμασία του εδάφους και ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες συνήθως εξασφαλίζουν καλό φύτευμα. Το φύτευμα και η εγκατάσταση της επιθυμητής πυκνότητας φυτών επηρεάζονται επίσης από την εποχή σποράς, την ποσότητα σπόρου, τις αποστάσεις και το βάθος σποράς. Το σιτάρι στη χώρα μας σπέρνεται το φθινόπωρο. Σπορά σιταριού την άνοιξη δεν συνιστάται, γιατί μειώνονται κατά πολύ οι αποδόσεις. Για τις πιο ορεινές περιοχές, κατάλληλος μήνας σποράς θεωρείται ο Οκτώβριος, ενώ για τις υπόλοιπες ο Νοέμβριος. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας σπόρου για την σπορά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η γονιμότητα του εδάφους, η εποχή σποράς, η θερμοκρασίες κάθε περιοχής κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η προετοιμασία του εδάφους και η ποικιλία (Παπακώστα, 2008).

Ο σπόρος θα πρέπει να είναι καλά αναπτυγμένος, ακέραιος, ώριμος, γενετικά καθαρός, απαλλαγμένος από σπόρους άλλων ειδών ή ζιζανίων, με μεγάλη βλαστική ικανότητα.

Η σπορά γίνεται: 1) στα πεταχτά με το χέρι ή μηχανικά με λιπασματοδιανομέα και 2) σε γραμμές με σπαρτικές μηχανές.

Ο τρόπος σποράς που συνηθίζεται να χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι σε γραμμές. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι καθορισμένες από τη σπαρτική μηχανή και κυμαίνονται από 15-20 cm και οι αποστάσεις επί της γραμμής κυμαίνονται από 2,5 έως 5 cm (Παπακώστα, 2008; Αντωνίου 2004). Οι αποστάσεις



πάνω στη γραμμή εξαρτώνται από την ποσότητα του σπόρου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Βάθος σποράς 2 έως 5 cm είναι το πιο κατάλληλο, όταν η υγρασία του εδάφους είναι αρκετή για το φύτευμα. 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 (Ινστιτούτο Σιτηρών, 1991).

### 5.3.1.5 Έλεγχος των ζιζανίων

Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με την χρήση διαφόρων καλλιεργητικών μέτρων και με την χρήση ζιζανιοκτόνων που θεωρείται και ο πιο αποτελεσματικός και ευρέως χρησιμοποιούμενος τρόπος αντιμετώπιση τους. Στο εμπόριο κυκλοφορούν αρκετά ζιζανιοκτόνα για τα χειμερινά σιτηρά. Τα περισσότερα από τα ζιζανιοκτόνα που κυκλοφορούν στο εμπόριο για τα χειμερινά σιτηρά είναι κατάλληλα για καταπολέμηση μόνον αγρωστωδών ή πλατύφυλλων ζιζανίων, ενώ λίγα καταπολεμούν συγχρόνως ορισμένα αγρωστώδη και πλατύφυλλα. Η εφαρμογή τους γίνεται προφυτρωτικά της καλλιέργειας ή συνηθέστερα μεταφυτρωτικά σε στάδιο του φυτού που καθορίζεται από το είδος του ζιζανιοκτόνου. (Παπακώστα, 2008).

### 5.3.1.6 Άρδευση

Τα φυτά των χειμερινών σιτηρών παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντοχή στην έλλειψη νερού στο βλαστικό στάδιο, ακολουθεί το διάστημα μεταξύ της άνθησης και του γεμίσματος του κόκκου, ενώ το στάδιο μεταξύ φουσκώματος της ταξιανθίας και ξεσταχυάσματος είναι το πιο ευαίσθητο. Στο σκληρό σιτάρι έλλειψη νερού στο βλαστικό στάδιο περιορίζει την ανάπτυξη των φύλλων και των αδελφών. Στο στάδιο του καλαμώματος επιταχύνει τη γήρανση των βλαστών και φύλλων και μειώνει τον αριθμό των σταχυδίων του στάχυ. Έλλειψη υγρασίας κατά τη διάρκεια του γεμίσματος του κόκκου μειώνει το μέγεθος του και σε παρατεταμένη ξηρασία προκαλεί τη συρρίκνωση του κόκκου. (Παπακώστα, 2008).

### 5.3.1.7 Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται όταν η υγρασία των κόκκων μειωθεί περίπου στο 14%, για να γίνει ασφαλής η αποθήκευσή τους. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει και με υψηλότερο ποσοστό υγρασίας, αλλά θα χρειαστεί ξήρανση πριν από την αποθήκευση, που επιβαρύνει το κόστος παραγωγής. Η καθυστέρηση στη συγκομιδή

συνεπάγεται ζημιές από βροχές, χαλάζι, αέρα, τίνανγμα των σπόρων και απώλεια βάρους λόγω της αναπνοής των κυττάρων. Στη χώρα μας η συγκομιδή γίνεται σχεδόν εξ ολοκλήρου με τις θεριζοαλωνιστικές μηχανές, συνήθως τον Ιούνιο και σε πιο ορεινές περιοχές τον Ιούλιο (Παπακώστα, 2008).

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 υποστεί αλλοιώσεις. Με υγρασία 8-10% και θερμοκρασία 4 °C σταματά και η δραστηριότητα των εντόμων αποθήκης (Σφήκας, 1995).



Εικ. 6. Συγκομιδή σιταριού

## Οικολογικές απαιτήσεις [5.3.2]

### 5.3.2.1 Κλίμα

Το σιτάρι δεν ευδοκιμεί 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 ασθενειών. Η κύρια καλλιέργεια του σιταριού βρίσκεται στην Εύκρατη ζώνη. Το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται κυρίως στις παραμεσόγειες χώρες, όπου φαίνεται να προσαρμόζεται στο ξηροθερμικό περιβάλλον. Η άριστη θερμοκρασία βλαστήσεως του σίτου είναι 20-22°C, η ελάχιστη 3-4°C και η μέγιστη 35°C (Παπακώστα, 2008). Στις υψηλές θερμοκρασίες το ενδοσπέρμιο υφίσταται αποσύνθεση από μικροβιακή δράση και το έμβρυο πεθαίνει. Άριστη θερμοκρασία για το αδέλφωμα είναι η 14- 18°C και για τη φωτοσύνθεση γύρω στους 22° C (Σφήκας, 1995).

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 H<sub>2</sub>O (ημίξηρες μέχρι ύφυγρες περιοχές) (Peterson, 1965). 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. 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 (Συμεωνίδης, 2011).

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 σύμπτωσης 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. Η ολική ετήσια υδατοκατανάλωση ανέρχεται σε 400mm περίπου για ξηρικές καλλιέργειες και μεσογειακό περιβάλλον, αλλά μπορεί να είναι και διπλάσια υπό αρδευόμενες συνθήκες (Καραμάνος, 1992).

Η ποικιλία, η γονιμότητα του εδάφους και το κλίμα επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του καρπού των σιτηρών. Όσον αφορά στο κλίμα, 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. (Παπακώστα, 2008).

### 5.3.2.2 Έδαφος

Παρόλο που το σιτάρι καλλιεργείται σε ποικιλία εδαφών (από αμμώδη μέχρι βαριά αργιλλώδη), ευδοκιμεί κυρίως σε εδάφη μέσης σύστασης μέχρι βαριά (αμμοπηλώδη, πηλώδη, αργιλλώδη), βαθειά και καλά στραγγιζόμενα (Παπακώστα, 2008).

Το σιτάρι δεν ευδοκιμεί σε εδάφη με υψηλό υδατικό ορίζοντα και σε εδάφη τα οποία είναι πλούσια σε οργανική ουσία δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για πλάγιασμα (Καραμάνος, 1992). 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.

Η αποδοτικότητα του σιταριού αυξάνεται από 1000 σε 3000 kg/ha καθώς αυξάνεται το διαθέσιμο νερό στην καλλιέργεια από 220 σε 440 mm. 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. (Παπακώστα, 2008).

Υπάρχουν τέσσερις κύριοι παράγοντες που επιδρούν στην εξατμισοδιαπνοή μιας επιφάνειας για συγκεκριμένη χρονική περίοδο και είναι:

- την κλίση του εδάφους,
- την θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου,
- την ποσότητα του νερού που βρίσκεται στο έδαφος
- την ικανότητα του φυτού να προσλαμβάνουν νερό από το έδαφος.

Αυτοί οι παράγοντες δεν είναι ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλο και με τους κατάλληλους συνδυασμούς επιτυγχάνεται βελτίωση στην αποδοτικότητα της χρήσης του νερού (Παπακώστα, 2008).

Η απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού αυξάνεται με αύξηση της αναλογίας σποράς και με μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών. Η γονιμότητα του εδάφους και κυρίως η περιεκτικότητα σε άζωτο επηρεάζει την περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη, για το λόγο ότι το N είναι συστατικό της πρωτεΐνης και εφόσον υπάρχει διαθέσιμο χρησιμοποιείται στη σύνθεσή της.



## Βιολογική γεωργία - Ευρυστική γεωργία

### [5.4]

Με τον όρο βιολογική γεωργία ουσιαστικά αναφερόμαστε σε ένα σύστημα παραγωγής που περιλαμβάνεται στα Οργανικά Αγροτικά Συστήματα (Γαλανοπούλου και Καραγκούνης, 2001). Τα Οργανικά Αγροτικά συστήματα διαχειρίζονται το αγροτικό σύστημα σαν ένα ζωντανό οργανισμό κάτι που τα κάνει να διαφέρουν από τα συστήματα συμβατικής γεωργίας. Η βιολογική γεωργία, η οποία είναι ευρέως γνωστή ως «η παραγωγή αγροτικών προϊόντων χωρίς τη χρήση τεχνητών χημικών ουσιών», διαφέρει από τη λεγόμενη συμβατική γεωργία, βασικά στο ότι η δεύτερη χαρακτηρίζεται από καλλιεργητικές πρακτικές υψηλών εξωτερικών εισροών και προϋποθέτει γι' αυτό την εντατική χρήση καλλιεργητικών, αγροχημικών, φυσικών όρων και πηγών ενέργειας, οι οποίες τείνουν να εξαντληθούν ή να γίνουν ασύμφορες. (<http://www.aegeaskek.gr>). Η βιολογική – οργανική γεωργία δεν είναι απλώς η μη χρήση αγροχημικών γιατί μπορεί αν δεν

γίνει ορθή χρήση των οργανικών λιπασμάτων να έχει παρόμοιο αποτέλεσμα με την χημική λίπανση. (Lampkin, 1992).

Οι αρχές που διέπουν την βιολογική γεωργία όπως έχουν συνοψισθεί από την IFOAM είναι οι εξής (Γαλανοπούλου και Καραγκούνης, 2001):

- ✿ Να παράγει τροφές υψηλής θρεπτικής ποιότητας σε επαρκείς ποσότητες
- ✿ Να συνυπάρξει με τα φυσικά οικοσυστήματα και όχι να κυριαρχήσει σ αυτά.
- ✿ Να λειτουργήσουν πιο σωστά οι βιολογικοί κύκλοι μέσα σ' ένα αγροοικοσύστημα με τη σύγχρονη συμμετοχή μικροοργανισμών, εδαφικής πανίδας και χλωρίδας, φυτών και ζώων.
- ✿ Να διατηρεί μακροχρονίως τη γονιμότητα των εδαφών
- ✿ Να χρησιμοποιεί όσον είναι δυνατό ανανεώσιμους πόρους που να προέρχονται από τα ίδια τα αγροοικοσυστήματα.
- ✿ Να ασκείται όσο το δυνατό μέσα σε ένα κλειστό σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη τη διατήρηση της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων.
- ✿ Ο ενσταβλισμός και η διαχείριση των ζώων πρέπει να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις τους, η διατροφή τους να είναι σύμφωνη με τη φυσιολογία τους και να χρησιμοποιούνται ζωοτροφές που κατά κύριο λόγο παράγονται στην ίδια την εκμετάλλευση.
- ✿ Η φροντίδα για την υγιεινή κατάσταση των ζώων πρέπει να επικεντρώνεται στην πρόληψη, τη μείωση της καταπόνησης και την αποφυγή μεταβολικών νοσημάτων.
- ✿ Να αποφεύγει όλες τις μορφές ρυπάνσεως που μπορεί να προκύψουν από γεωργικές τεχνικές.
- ✿ Να πετύχει γενετική ποικιλότητα στο αγροοικοσύστημα και στο περιβάλλοντα αυτό χώρο, λαμβάνοντας υπόψη την προστασία των φυτικών και ζωικών ειδών.
- ✿ Να επιτρέπει στους παραγωγούς αγροτικών προϊόντων αξιοπρεπή πρόσοδο και ικανοποίηση από την εργασία τους.
- ✿ Να θεωρεί ότι το αγροοικοσύστημα έχει ευρύτερη κοινωνική και οικολογική επίδραση.

Όσον αφορά το σιτάρι, το οποίο αποτελεί βασικό είδος διατροφής, επιβάλλεται να μπει πιο δυναμικά στην βιολογική γεωργία (Γαλανοπούλου-Σενδουκά και Κουτής, 2004), αφού πειράματα που διήρκεσαν 21 έτη, κυρίως σε αροτραίες καλλιέργειες, και τα οποία πραγματοποιήθηκαν από το Βιολογικό Ινστιτούτο της Ελβετίας FiBL (Mader et al., 2002) υποστηρίζουν ότι:

1. Οι βιολογικοί αγροί έδωσαν μόνο 20% μειωμένη απόδοση σε σχέση με τους συμβατικούς.

2. Οι εισροές για τη λίπανση και ενέργεια ήταν μειωμένες κατά 34 και 53%, επομένως ήταν πιο αποτελεσματικές στους βιολογικούς αγρούς.
3. Στον τρίτο κύκλο αμειψισποράς η απόδοση του βιολογικού σιταριού πλησίασε στο 90% του συμβατικού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η απόδοση ειδικότερα των βιολογικών αγροκτημάτων θα πρέπει να εξετάζεται ανά κύκλο αμειψισποράς και όχι ανά καλλιεργητική περίοδο.
4. Η βιολογική δράση των μικροοργανισμών, η βιομάζα των γαιοσκωλήκων και η συμβίωση των ριζών με μυκόρριζα, στοιχεία που συμβάλλουν στη διατήρηση και αύξηση της γονιμότητας του εδάφους είναι αυξημένα στους βιολογικούς αγρούς.

Επίσης έχει αποδειχθεί ότι σε εδάφη που καλλιεργήθηκαν με εντατικές συμβατικές καλλιέργειες, μετά τη συγκομιδή, τα επίπεδα των υπολειμμάτων αζώτου ήταν δύο με τρεις φορές μεγαλύτερα από εκείνα σε αντίστοιχους αγρούς όπου υπήρχαν βιολογικές καλλιέργειες. (<http://bioproduct.aua.gr>).

Η βιολογική καλλιέργεια ρυπαίνει λιγότερο την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα από μια συμβατική. Σύμφωνα με μετρήσεις ερευνητών (Haas et Al), η ρύπανση από διοξείδιο του άνθρακα ανέρχεται σε 60% περισσότερο στην συμβατική. Αυτό, οφείλεται κυρίως στο ότι στη βιολογική δαπανάται λιγότερη ενέργεια για την εξόρυξη κοιτασμάτων καλίου, μαγνησίου, φωσφόρου, τα οποία είναι ενσωματωμένα στα λιπάσματα.

Η βιολογική γεωργία διέπεται από μια ολιστική θεώρηση, σύμφωνα με την οποία δεν μπορεί να απομονωθεί η καλλιέργεια από το περιβαλλοντικό σύστημα μέσα στο οποίο είναι ενταγμένη. Επομένως, λαμβάνονται υπόψη όλες οι αλληλεπιδράσεις του συστήματος που ενδέχεται να συμβούν ως αποτέλεσμα οποιασδήποτε ενέργειας πραγματοποιείται στην καλλιέργεια.

Η βιολογική γεωργία συμβάλλει στη διατήρηση της ισορροπίας του οικοσυστήματος. Αυτό, πραγματοποιείται εφόσον δεν χρησιμοποιούνται χημικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα, τα οποία αποτελούν κύρια ρυπογόνα στοιχεία του εδάφους και των υδροφόρων οριζόντων, αλλά ανανεώσιμοι πόροι και φυσικά παρασκευάσματα.

Η βιολογική γεωργία είναι λιγότερο εντατική από την συμβατική. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποτελέσει ρυθμιστικό παράγοντα της υπερπαραγωγής των προϊόντων που παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες, αλλά και τροχοπέδη της εξάντλησης του εδάφους με τη συνεχή άντληση των θρεπτικών στοιχείων του, αλλά και της καταστροφής της δομής του, που οφείλονται στις καλλιεργητικές επεμβάσεις που επιβάλλει η εντατικοποίηση.

Κατά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής πραγματοποιείται ελάττωση της εκχύλισης των ορυκτών στοιχείων, που αποδίδεται στην χρήση οργανικής ουσίας.

Οι συμβατικοί παραγωγοί χρησιμοποιούν πολλά νιτρικά λιπάσματα τα οποία απαιτούν περισσότερο νερό για να απορροφηθούν σωστά. Η περισσότερη χρήση νερού απαιτεί με την σειρά της και μεγαλύτερη χρήση καυσίμων.

Κατά κανόνα οι βιολογικές καλλιέργειες έχουν χαμηλότερες αποδόσεις, λόγω του ότι είναι χαμηλής έντασης και δεν χρησιμοποιούνται σε αυτές τα συμβατικά σκευάσματα και μέσα. Επίσης, κατά το στάδιο της μετατροπής της συμβατικής καλλιέργειας σε βιολογική παρατηρείται συνήθως μια πολύ μεγάλη μείωση των αποδόσεων, ενώ παράλληλα μπορεί να χρειαστεί ένα σημαντικό χρονικό διάστημα έως ότου να αρχίσουν να αυξάνονται και πάλι.

Το γεγονός των χαμηλών αποδόσεων, συνδυαζόμενο με τις μεγαλύτερες ανάγκες σε εργασία αλλά και με το ατροφικό, σε σύγκριση με το συμβατικό, σύστημα εμπορίας και διακίνησης των προϊόντων, συνεπάγονται συνήθως το υψηλότερο κόστος παραγωγής και την υψηλότερη τιμή διάθεσής τους. Επίσης, το κόστος επιβαρύνεται λόγω της διασποράς των βιοκαλλιεργητών σε πολλές περιοχές, αλλά και των μικρών αγροτεμαχίων με βιολογικές καλλιέργειες γεγονός που καθιστά τις καλλιεργητικές εργασίες δαπανηρές, καθώς πολλές από αυτές γίνονται χειρωνακτικά.



## Παραδοσιακές ποικιλίες εκληροί εταρτοί

[5.5]

Για να εισάγουμε τον όρο των παραδοσιακών ποικιλιών κρίνεται σκόπιμο αρχικά να εισάγουμε την έννοια των φυτογενετικών πόρων. Πρόκειται λοιπόν για το σύνολο της διαθέσιμης γενετικής παραλλακτικότητας των καλλιεργούμενων ειδών και των άγριων συγγενών ειδών τους που μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση των καλλιεργούμενων φυτών (Hawkes, 1983). Με βάση τον παραπάνω ορισμό, οι φυτογενετικοί πόροι διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες γενετικού υλικού (Hawkes, 1983; Τσιβελίκας, 2010):

1. Σύγχρονες εμπορικές καλλιεργούμενες ποικιλίες που αποτελούν προϊόν βελτιωτικής διαδικασίας.
2. Παλιές εμπορικές ποικιλίες που δημιουργήθηκαν από τους βελτιωτές και έχουν εγκαταληφθεί από την καλλιέργεια ή έχει παρέλθει η νομική τους προστασία.
3. Καθαρές σειρές και βελτιωτικά υλικά, που δεν έχουν προωθηθεί ως εμπορικές ποικιλίες αλλά έχουν μεγάλη εν δυνάμει βελτιωτική αξία.

4. Επαγόμενες ή φυσικές μεταλλάξεις, που εντοπίζονται εντός των συλλογών που διατηρούν οι βελτιωτές ή δημιουργούνται από ερευνητές.
5. Παλιές τοπικές - παραδοσιακές ποικιλίες (landraces), που αποτελούν πληθυσμούς καλλιεργούμενων φυτών, οι οποίοι δεν έχουν ακόμη βελτιωθεί μέσω της επίσημης βελτιωτικής διαδικασίας και δεν έχουν αξιοποιηθεί εμπορικά. Οι ποικιλίες αυτές έχουν δεχτεί μόνον την φυσική επιλογή και την συνειδητή ή ακούσια επιλογή των ντόπιων κατοίκων στο περιβάλλον όπου προσαρμόστηκαν και ανέπτυξαν τα διακριτά τους χαρακτηριστικά.
6. Πρωτογενείς μορφές των καλλιεργούμενων φυτών, που συλλέγονται από τα κέντρα καταγωγής και εξέλιξης του κάθε είδους. Οι πληθυσμοί των ειδών αυτών εμφανίζουν έντονη γενετική παραλλακτικότητα και συχνά αναπτύσσονται ως μίγματα ειδών ή ως παραλλάσσοντες πληθυσμοί ενός μόνο είδους.
7. Ημιάγρια είδη, που απαντώνται συχνά σε συνύπαρξη με τα καλλιεργούμενα είδη στις περιοχές που αποτελούν κέντρα καταγωγής και εξέλιξης των ειδών. Σε πολλές περιπτώσεις τα ημιάγρια αυτά είδη εισάγουν ωφέλιμα γονίδια στις καλλιέργειες, που προέρχονται από ακόμη περισσότερο γενετικά απομακρυσμένα άγρια είδη.
8. Άγρια συγγενή με τα καλλιεργούμενα είδη, τα οποία τις περισσότερες φορές εντοπίζονται στα κέντρα καταγωγής και εξέλιξης των καλλιεργούμενων ειδών, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη και αρκετά μακριά από αυτά, και τα οποία μπορούν να διασταυρωθούν με τα καλλιεργούμενα είδη.

Ειδικότερα, ως προς τις παραδοσιακές ποικιλίες που αποτελούν και την πιο άμεσα εκμεταλλεύσιμη κατηγορία των φυτογενετικών πόρων από τους βελτιωτές, σύμφωνα με τον ορισμό που προτείνουν οι Camacho Villa κ.α (2006), αυτές μπορούν να οριστούν ως ένας δυναμικός πληθυσμός καλλιεργούμενων φυτών, που έχει ιστορική προέλευση, διακριτή ταυτότητα και στον οποίο δεν έχει ασκηθεί καμία επίσημη βελτιωτική διαδικασία, ενώ είναι συχνά γενετικά προσαρμοσμένος στις τοπικές συνθήκες και στενά συνδεδεμένος με τα παραδοσιακά συστήματα καλλιέργειας. Παρόλο που τα ανωτέρω χαρακτηριστικά εμφανίζονται συχνά, δεν είναι πάντα παρόντα για κάθε μεμονωμένη τοπική ποικιλία.

Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες για καλλιέργεια κάτω από συνθήκες χαμηλών εισροών ή σε περιβάλλον έντονων καταπονήσεων, οι παραδοσιακές ποικιλίες εξακολουθούν να αποτελούν την βάση της αγροτικής παραγωγής (Ceccarelli and Grando, 2002; Tsivelikas 2010). Η αξία των παραδοσιακών ποικιλιών καταδεικνύεται στην περίπτωση του κριθαριού στην Συρία. (Grando et al, 2001). Η σύγκριση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ ενός μεγάλου αριθμού τοπικών ποικιλιών και σύγχρονων βελτιωμένων γενετικών υλικών σε ένα μεγάλο εύρος συνθηκών (σε περιβάλλον έντονων καταπονήσεων αλλά και σε περιβάλλον ηπίων συνθηκών), έδειξε ότι οι τοπικές ποικιλίες παρουσιάζουν υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις



σύγχρονες βελτιωμένες. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε επίσης ότι είναι εφικτό να εντοπιστεί βελτιωμένο γενετικό υλικό, το οποίο κάτω από συνθήκες χαμηλών εισροών και καταπονήσεων να παράγει σχεδόν το ίδιο καλά όσο και οι τοπικές ποικιλίες, αν και η συχνότητα εντοπισμού τέτοιων υλικών είναι περιορισμένη (Grando et al, 2001).

Πέρα από την σταθερότητα που επιδεικνύουν κάτω από συνθήκες γεωργίας χαμηλών εισροών, η αξία των παραδοσιακών ποικιλιών συνίσταται και στα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν ακόμη και σε σχέση με τις σύγχρονες εμπορικά καλλιεργούμενες ποικιλίες. Έτσι, στην περίπτωση του σιταριού, σειρά μελετών έχει καταδείξει ότι οι σύγχρονες βελτιωμένες ποικιλίες παρουσιάζουν συχνά χαμηλότερη συγκέντρωση πρωτεΐνης σε σχέση με τις καλλιεργούμενες τοπικές και παλιότερες εμπορικές ποικιλίες (Austin et al, 1980; Slafer et al, 1990; Calderini et al 1995; Ortiz – Monasterio et al 1997; Acuna et al, 2005; Tselvelikas 2010), υποδεικνύοντας μια ανεπιθύμητη υποβάθμιση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου, εξαιτίας της βελτίωσης με στόχο τις υψηλότερες αποδόσεις (Acuna et al, 2005). Ιδιαίτερη μείωση έχει παρατηρηθεί επίσης στην περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα στις σύγχρονες ποικιλίες σιταριού συμπεριλαμβανομένου του χαλκού, σιδήρου, μαγνησίου, μαγγανίου, φωσφώρου, σεληνίου και ψευδαργύρου. Υψηλά επίπεδα αυτών των θρεπτικών συστατικών έχουν βρεθεί σε παραδοσιακές ποικιλίες και παλιές χαμηλής απόδοσης. Βασικά αυτό παρατηρείται γιατί οι ποικιλίες σιταριού έχουν αναπτυχθεί περισσότερο σε περιβάλλοντα με χαμηλή διαθεσιμότητα σε θρεπτικά συστατικά (A. Jaradat, 2011).

Επιπλέον σύμφωνα με τους Agorastos et al (2000) οι ντόπιες ελληνικές ποικιλίες σκληρού σιταριού έχουν μεγαλύτερο ύψος, μικρότερο Δείκτη Συγκομιδής και μικρότερο βάρος 1000 κόκκων σε σύγκριση με τις εμπορικές χαμηλόσωμες ποικιλίες, γεγονός που σημαίνει ότι έχουν χαμηλή φυσιολογική ικανότητα να μετακινούν αποθησαυριστικές ουσίες. Οι άγριες και παραδοσιακές ποικιλίες είναι οι κύριες «πηγές» γονιδίων που ευθύνονται για την αντοχή στην ξηρασία και η χρήση τους σε προγράμματα υβριδισμού έχουν δείξει σημαντική πρόοδο ως προς την απόδοση και την σταθερότητά της (Valkoun, 2001; Habash, 2009).

Ο κύριος λόγος για τον οποίο οι παραδοσιακές ποικιλίες έχουν προσελκύσει το επιστημονικό ενδιαφέρον είναι ότι παρουσιάζουν έντονη γενετική ποικιλότητα, κάτι που συμβάλλει στην επιλογή τους ως γενετικό υλικό σε προγράμματα αναπαραγωγής και βελτίωσης (Zaefizadeh M. et al, 2009). Η γενετική ποικιλότητα του σκληρού σιταριού έχει μελετηθεί σε αγρονομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά (Jaradat 1991, Autrique et al 1996, Pecceti et al 2001). Σημαντικές βέβαια ανησυχίες έχουν προκύψει λόγω της αντικατάστασης τους από εμπορικές ποικιλίες (Esquinas – Alcazar, 1993).

Τέλος, η εκτίμηση της γενετικής ποικιλότητας των παραδοσιακών ποικιλιών είναι αναγκαία, διότι από αυτήν την ενέργεια εξαρτάται άμεσα το «απόθεμα» σε γονίδια και ο τρόπος που μπορούν να αξιοποιηθούν. (Autrique et al 1996).

### ➤ Η Αξία των παραδοσιακών ποικιλιών συνοψίζεται σήμερα στα εξής (Ράλλη κ.α, 2011):

- ◆ Είναι κατάλληλες για γεωργία χαμηλών εισροών
- ◆ Έχουν ευρεία γενετική αντοχή σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις
- ◆ Διαθέτουν υψηλή ποιότητα
- ◆ Συνδέονται με την παράδοση και την επώνυμη μεταποίηση
- ◆ Έχουν ευρύτερη γενετική παραλλακτικότητα για προστασία της βιοποικιλότητας
- ◆ Διαθέτουν μεγαλύτερη ποικιλία σε οργανοληπτικές και γαστρεντερικές επιλογές
- ◆ Διευρύνουν το δικαίωμα επιλογής του καταναλωτή.



## Βελτίωση κληροιά σιταριού [5.6]

Η επιδίωξη κάθε βελτιωτή είναι η δημιουργία νέων γενοτύπων βελτιωμένων κατά ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά. Οι αντικειμενικοί σκοποί ενός προγράμματος βελτίωσης σιταριού εξαρτώνται άμεσα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και επηρεάζουν την παραγωγή του σιταριού. Τα χαρακτηριστικά που συνήθως χρειάζονται βελτίωση είναι η απόδοση σε σπόρο, η πρωϊμότητα, η ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, η ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες, στην ξηρασία, στις ασθένειες και στα έντομα και τέλος η ποιότητα του τελικού προϊόντος (Καλτσίκης, 1992).

### 🌾 5.6.1 Η απόδοση σε σπόρο

Αποτελεί ουσιαστικά το πιο βασικό προς βελτίωση χαρακτηριστικό μιας ποικιλίας επομένως και αντικειμενικό σκοπό κάθε βελτιωτή. Για να εκφραστεί η μέγιστη κληρονομούμενη δυνατότητα απόδοσης κάθε ποικιλίας θα πρέπει ορισμένοι σημαντικοί παράγοντες να συμβάλλουν θετικά στην απόδοση του γενοτύπου καθώς και να συνδυάζονται κατάλληλα. Για να επιτευχθεί μέγιστη απόδοση θα πρέπει οι συνθήκες να είναι ιδανικές, κάτι που στο εξωτερικό περιβάλλον δεν είναι εφικτό. Η κληρονομούμενη ικανότητα μέγιστης απόδοσης καθορίζεται επιπλέον από την

προσαρμοστικότητα (ή οικολογική ανεκτικότητα, εκμετάλλευση των μεταβαλλόμενων συνθηκών εδάφους και καλλιέργειας) και την σταθερότητα της απόδοσης καθώς οι ακριβείς οικολογικές απαιτήσεις δεν είναι γνωστές (Καλτσικής, 1992).

Η απόδοση είναι μία σύνθετη έννοια, η οποία παρουσιάζει δυσκολία στον προσδιορισμό και στην ταξινόμησή της καθώς εξαρτάται άμεσα από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες καθώς και από την μεταξύ τους αλληλεπίδραση. (Γκόγκας, 2009). Η διευκόλυνση της μελέτης της έγινε δυνατή με την υποδιαίρεσή της στα λεγόμενα «*συστατικά της απόδοσης*» τα οποία είναι:

1. Ο αριθμός των παραγωγικών φυτών ανά μονάδα επιφάνειας
2. Ο αριθμός των παραγωγικών στάχων ανά μονάδα επιφάνειας (παραγωγικό αδελφωμα).
3. Ο αριθμός των κόκκων ανά στάχυ
4. Το μέσο βάρος των κόκκων ( βάρος χιλίων κόκκων).

Τα συστατικά της απόδοσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν για την αξιολόγηση των γονέων που θα διασταυρωθούν και για την επιλογή στην αρχή του βελτιωτικού προγράμματος (Καλτσικής, 1992).

### 5.6.2 Η πρωϊμότητα

Συνήθως η πρωϊμότητα αξιολογείται με βάση το χρόνο ξεσταχυάσματος. Γίνεται δεκτό δηλαδή ότι η περίοδος από το ξεστάχυασμα μέχρι την ωρίμανση είναι σταθερή για όλες τις ποικιλίες. Η διάρκεια της περιόδου αυτής καθώς και των υποπεριόδων της (διάρκεια διαιρέσεων του ενδοσπερμίου, διάρκεια γεμίσματος του σπόρου) θα πρέπει να προσδιοριστεί για κάθε ποικιλία που ενδεχόμενα θα μπει στο βελτιωτικό πρόγραμμα. Η διάρκεια των περιόδων αυτών επηρεάζεται από το γενότυπο και το περιβάλλον και κατά συνέπεια μπορεί να τροποποιηθεί με την κατάλληλη επιλογή. Θα πρέπει επίσης να δίνεται προσοχή και στην ομοιομορφία ωρίμανσης. Και το χαρακτηριστικό αυτό επηρεάζεται από τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου.

Στα τελευταία χρόνια έχουν προβληθεί πολύ τα πρώιμα ανοιξιάτικα σιτάρια που είναι φωτοπεριοδικά ουδέτερα. Αυτό ενέχει κινδύνους για τις περιοχές που υπόκεινται σε όψιμους ανοιξιάτικους παγετούς, όπως η Β. Ελλάδα.

Η κληρονομικότητα της πρωϊμότητας είναι σύνθετη και διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία (Καλτσικής, 1992).

Τα πρώιμα σιτάρια συνήθως αποφεύγουν τις ζημιές από τη ζέστη, την ξηρασία, τα έντομα και τις ασθένειες και συνήθως συγκομίζονται πριν αρχίσουν οι καταιγίδες, τα χαλάζια και οι πλημμύρες.

Η πρωϊμότητα παρέχει ένα σίγουρο τρόπο προστασίας από τη μαύρη και την κίτρινη σκωρίαση. Έχει μεγάλη σημασία στις περιοχές όπου οι σκωριάσεις δεν

παρουσιάζονται κάθε χρόνο και τα ουρεδοσπόρια μεταφέρονται με τον αέρα από άλλες περιοχές.

Η πρώιμη συγκομιδή παρέχει τη δυνατότητα επίσπορης καλλιέργειας. Οι περισσότερες από τις πρώιμες ποικιλίες σιταριού είναι χαμηλόσωμες και δεν πλαγιάζουν εύκολα.

Βέβαια οι πολύ πρώιμες ποικιλίες συνήθως αποδίδουν λιγότερο και μπορεί να μην έχουν αρκετή ανθεκτικότητα στο κρύο.

Οι πρώιμες ποικιλίες του χειμωνιάτικου σιταριού συνήθως αρχίζουν την ανάπτυξή τους νωρίτερα την άνοιξη με αποτέλεσμα μερικές φορές να υποφέρουν από τους παγετούς της άνοιξης. (Καλτσικής, 1992).

### 5.6.3 Η ικανότητα διατήρησης

Η ικανότητα διατήρησης μιας ποικιλίας σιταριού περιγράφεται ουσιαστικά από την ανθεκτικότητα που έχει το εν λόγω φυτό στο πλάγιασμα, στο τίναγμα του σπόρου μέχρι την συγκομιδή, και το οποίο φυσικά συνεπάγεται μεγαλύτερες αποδόσεις (Καλτσικής, 1992).

#### ✓ Ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα

Το σιτάρι πλαγιάζει όταν το καλάμι του λυγίσει ή σπάσει. Οι απώλειες από το πλάγιασμα οφείλονται σε πολλούς παράγοντες. Αν το φυτό πλαγιάσει πριν την ωρίμανση θα υπάρξει σοβαρό πρόβλημα στο γέμισμα του σπόρου, επομένως και στην τελική ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Το πλαγιασμένο σιτάρι δεν μπορεί να συγκομιστεί σωστά, μειώνοντας έτσι την παραγωγή και δημιουργεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη των σκωριάσεων, του ωϊδίου και άλλων ασθενειών (Καλτσικής, 1992).

Οι πιο συνηθισμένες αιτίες του πλαγιασματος μετά το ξεστάχυασμα και πριν την ωρίμανση είναι η βροχή, το χαλάζι, οι ανεμοθύελλες και τα παράσιτα. Το σιτάρι στο στάδιο αυτό είναι πράσινο και βαρύ και μπορεί να λυγίσει και να σπάσει εύκολα εξ' αιτίας του επί πλέον βάρους του νερού ή της δύναμης του ανέμου. Αν το φυτό μόνο λυγίσει, μπορεί αφού στεγνώσει, να επανέλθει πάλι στην προηγούμενη του κατάσταση, χωρίς μεγάλη μείωση της απόδοσης. Αν όμως το καλάμι έχει σπάσει, το στάχυ δεν πρόκειται να γεμίσει κανονικά ή μπορεί να χαθεί πέρα για πέρα. Το σπάσιμο του καλαμιού στο στάδιο αυτό της ανάπτυξης μπορεί να μειώσει την απόδοση από 20 μέχρι 30%. Μειώνεται επίσης το βάρος του σπόρου, η περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνη, καθώς επίσης και η αρτοποιητική του ικανότητα. Οι ποικιλίες που είναι ανθεκτικές στο πλάγιασμα είναι συνήθως χαμηλόσωμες με καλό ριζικό σύστημα, που διατηρεί το φυτό καλά προσηλωμένο στο έδαφος, με γερό και ευλύγιστο καλάμι, που μπορεί να λυγίσει χωρίς να σπάσει όταν φυσάει αέρας και με ανθεκτικότητα στις αρρώστιες και στα έντομα που εξασθενίζουν το καλάμι ή το ριζικό σύστημα (Καλτσικής, 1992).

Η μελέτη της κληρονομικότητας του σιταριού είναι αρκετά δύσκολη, επειδή το πλάγιασμα εξαρτάται από πολλούς μορφολογικούς, ανατομικούς και φυσιολογικούς παράγοντες, και γιατί επηρεάζεται από πολλά γονίδια καθώς επίσης και από το περιβάλλον. Από τις μέχρι τώρα μελέτες φαίνεται ότι είναι δυνατή η αύξηση της ανθεκτικότητας στο πλάγιασμα με τη διασταύρωση των κατάλληλων γονέων.

Η δυσκαμψία των κατώτερων και ανώτερων μεσογονάτιων διαστημάτων καθορίζεται από ένα γονίδιο που εδράζεται στο χρωμόσωμα 4A. Στο σκληρό σιτάρι, στην ποικιλία Golden Ball, βρέθηκε ένα γονίδιο στο χρωμόσωμα 3B που επηρεάζει την αντοχή στο πλάγιασμα. Υπάρχουν και άλλα γονίδια που εδράζονται στα χρωμοσώματα 2A, 3B και 2D που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα.

Από τις γενετικές μελέτες που έχουν γίνει μέχρι τώρα φαίνεται ότι όλα τα χρωμοσώματα, εκτός από το 6B, επηρεάζουν το ύψος του φυτού.

Όταν η σπορά είναι πυκνή και συνδυάζεται με την άρδευση και την χρήση μεγάλων ποσοτήτων λιπασμάτων, τότε η ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα που υπάρχει στις παραδοσιακές ανθεκτικές ποικιλίες και που επιτεύχθηκε με τη συγκέντρωση πολλών γονιδίων δεν επαρκεί. Σε αυτήν την περίπτωση χρειάζονται ειδικές νέες ποικιλίες που το χαμηλό ύψος τους οφείλεται σε μείζονα γονίδια νανισμού. (Καλτσίκης, 1992).

Τα νάνα σιτάρια έχουν καλύτερο δείκτη συγκομιδής δηλαδή μεγαλύτερο μέρος της ξηράς ουσίας που παράγεται, καταναλίσκεται για την παραγωγή σπόρου και όχι αχύρου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η ταχύτητα συγκομιδής.

#### ✓ Ανθεκτικότητα στο τίναγμα του σπόρου

Οι απώλειες από το τίναγμα του σπόρου συνήθως παρατηρούνται όταν καθυστερήσει η συγκομιδή και ιδιαίτερα όταν η ωρίμανση γίνεται με ζεστό και ξηρό καιρό. Η προσπάθεια για τη δημιουργία ποικιλιών με ανθεκτικότητα στο τίναγμα του σπόρου γίνεται στις περιοχές όπου η υγρασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι χαμηλή και όπου το σιτάρι ωριμάζει και παραμένει στο χωράφι μέχρι τη συγκομιδή, χωρίς βροχή (Καλτσίκης, 1992).

#### 5.6.4 Η ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες

Οι ποικιλίες του σιταριού διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες τις χειμωνιάτικες και τις ανοιξιάτικες. Όσον αφορά τις χειμωνιάτικες ποικιλίες είναι λίγο ή πολύ έρπουσες μέχρι ν' αρχίσει η εαρινοποίηση, σκληρύνονται όταν υποστούν την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών (0°C - 8°C) και δεν παθαίνουν ζημιές από τους παγετούς μετά τη σκλήρυνση τους. Υπάρχει μεγάλη

παραλλακτικότητα στις χειμωνιάτικες ποικιλίες όσον αφορά στην ικανότητα τους να αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Μερικές ποικιλίες δεν έχουν καθόλου ανθεκτικότητα, είναι προαιρετικά χειμωνιάτικες και με δυσκολία μπορούν να διακριθούν από τις εαρινές ενώ άλλες είναι πολύ ανθεκτικές στο κρύο και αντέχουν σε θερμοκρασίες μέχρι 25° C υπό το μηδέν.

Οι πιο συνηθισμένες αιτίες των ζημιών που προκαλούνται από το κρύο είναι, το πάγωμα καθώς επίσης και οι ζημιές που προκαλούνται από τις αυξομειώσεις του όγκου του εδάφους (Καλτσίκης, 1992).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ποσοστό της ζημιάς από το κρύο είναι η υγρασία του εδάφους, η κάλυψη της καλλιέργειας με χιόνι, η σκλήρυνση ή μη του φυτού, η φυσική κατάσταση και η γονιμότητα του εδάφους, η εποχή σποράς, η ποσότητα του σπόρου καθώς επίσης οι ζημιές από τις ασθένειες και τα έντομα. Είναι πιο συνηθισμένες στις ξηρικές περιοχές παρά στις περιοχές που έχουν αρκετή υγρασία και όπου τα σιτάρια συχνά προστατεύονται καλύτερα από το χιόνι. Στις περιοχές όπου δεν υπάρχει αρκετή εδαφική υγρασία παρατηρούνται μεγαλύτερες ζημιές γιατί η έλλειψη υγρασίας συνδυάζεται με τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα.

Η ανθεκτικότητα στο ψύχος ελέγχεται από πολλά γονίδια που εδράζονται κατά κύριο λόγο στα χρωμοσώματα της ομάδας 5 και στο 4B. (Καλτσίκης, 1992).

### **5.6.5 Η ανθεκτικότητα στην ξηρασία**

Στις ορισμένες περιοχές του κόσμου, όπου η ανάπτυξη του σιταριού περιορίζεται επειδή δεν υπάρχει αρκετό νερό στο έδαφος, οι αρδεύσεις δεν αποτελούν τη λύση γιατί είναι πρακτικά ή οικονομικά αδύνατες. Απομένει λοιπόν μόνο η δημιουργία ποικιλιών με ανθεκτικότητα στην ξηρασία για την αξιοποίηση των περιοχών αυτών.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός της ανθεκτικότητας στην ξηρασία γίνεται με βάση τις μεταβολές στο υδατικό δυναμικό του φύλλου που ορίζεται ως η ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση του νερού από το φύλλο.

Με βάση τις μεταβολές του υδατικού δυναμικού του φύλλου διακρίνονται τρία είδη ανθεκτικότητας στην ξηρασία: η διαφυγή, στην οποία τα φυτά συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο προτού παρουσιαστούν σοβαρές ελλείψεις νερού στο έδαφος ή στο φυτό, η αποφυγή, όπου περιλαμβάνει εκείνους τους μηχανισμούς που οδηγούν σε υψηλό υδατικό δυναμικό είτε με απορρόφηση και μεταφορά του νερού στα στελέχη είτε με μείωση των απωλειών και η ανεκτικότητα, στην οποία περιλαμβάνονται μηχανισμοί που καθιστούν το φυτό ικανό να αυξάνεται και να παράγει σε χαμηλές τιμές υδατικού δυναμικού καθώς επίσης και οι μηχανισμοί που

επιτρέπουν στο πρωτόπλασμα να επιβιώνει και να ανανήπτει μετά από σοβαρές ελλείψεις νερού (Καλτσιίκης, 1992).

## Κριτήρια επιλογής

Οι βελτιωτές προσπαθούν να αυξήσουν την ανθεκτικότητα στην ξηρασία επιλέγοντας φυτά που έχουν λιγότερα στόματα ανά μονάδα επιφάνειας. Στην επιλογή του είδους αυτού θα πρέπει όμως να λαμβάνεται υπόψη και το μέγεθος των στομάτων καθώς επίσης και ο ολικός αριθμός στομάτων ανά φυτό γιατί συχνά συμβαίνει να αυξάνεται το εμβαδόν της φυλλικής επιφάνειας.

Η αγωγιμότητα των φύλλων καθώς επίσης και το υδατικό τους δυναμικό έχουν σταθερή σχέση με την ανθεκτικότητα στην ξηρασία (Καλτσιίκης, 1992).

### 5.6.6 Η ανθεκτικότητα στο αργίλιο

Όταν το pH του εδάφους είναι κάτω από 5 το σιτάρι υποφέρει από την τοξικότητα του αργιλίου. Στα εδάφη αυτά παρεμποδίζεται η διαίρεση των κυττάρων και κατά συνέπεια και η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Εκτός από την παρουσία αργιλίου σε τοξικά επίπεδα, τα εδάφη αυτά γενικά υποφέρουν και από έλλειψη ασβεστίου, μαγνησίου, φωσφόρου, καλίου και θείου. Η προσθήκη ασβεστίου για τη βελτίωση των εδαφών αυτών δεν αποτελεί πρακτική αλλά ούτε και οικονομική λύση. Γι' αυτό δόθηκε μεγάλη σημασία στη δημιουργία ποικιλιών με ανεκτικότητα στο αργίλιο που βασίστηκε στη γενετική παραλλακτικότητα που υπάρχει για το χαρακτηριστικό αυτό (Καλτσιίκης, 1992).

### 5.6.7 Η ανθεκτικότητα στις ασθένειες

Η δημιουργία ποικιλιών σιταριού με ανθεκτικότητα στις ασθένειες είναι πολύ σημαντική. Σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα κάθε ασθένεια αποτελεί και ένα διαφορετικό πρόβλημα. Μια ποικιλία όμως θα πρέπει να είναι ανθεκτική σε πολλές ασθένειες και έντομα. Εξ' αιτίας των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων του ξενιστή και των παθογόνων, η πρόοδος στη βελτίωση της ανθεκτικότητας στις ασθένειες απαιτεί τη συνεργασία βελτιωτή και φυτοπαθολόγου. Στο σιτάρι έχει δοθεί αρκετή προσοχή στην παραγωγή ποικιλιών που είναι ανθεκτικές στη σκωρίαση του στελέχους και των φύλλων, στη γραμμωτή σκωρίαση, στους διάφορους δαυλίτες, στο ωίδιο, στους ιούς και σε άλλες ασθένειες.

Οι κυριότερες ασθένειες του σίτου που προκαλούν απώλειες παραγωγής στη χώρα μας είναι οι κάτωθι:

#### 5.6.7.1 Σκωριάσεις

Υπάρχουν τρεις κύριες σκωριάσεις στο σιτάρι:

- ✓ η μαύρη σκωρίαση ή σκωρίαση του στελέχους του σίτου η οποία οφείλεται στον μύκητα *Puccinia graminis*. Συνήθως προσβάλλει τα στελέχη, τους κολεούς, προκαλεί ζημιές στά φύλλα, και δευτερευόντως στα όργανα του στάχυ, με την μορφή καστανών επιμήκων φλυκταινών ουρεδοσωρών, που όταν συνενωθούν γίνονται σημαντικά μεγαλύτερες σε γραμμοειδές σχήμα (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990).
- ✓ Η καστανή σκωρίαση ή σκωρίαση των φύλλων που οφείλεται στον μύκητα *Puccinia recondite* (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990). Η σκωρίαση των φύλλων απαντάται σχεδόν οπουδήποτε καλλιεργείται το σιτάρι. Οι φλύκταινες των ουρεδοσωρών εμφανίζονται στη επάνω επιφάνεια των φύλλων, διάσπαρτες ενώ οι τελειοσωροί στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή των κολεών (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990). Δεν προκαλεί τόσο μεγάλες ζημιές όσο η σκωρίαση του στελέχους. Συνήθως οι απώλειες είναι της τάξης του 5-10%, αν και σε μερικές περιπτώσεις, όταν η ασθένεια παρουσιάζεται νωρίς, μπορεί να νεκρώσει τα νεαρά φυτάρια (Καλτσίκης, 1992).
- ✓ η σκωρίαση που προκαλείται από το *Puccinia striiformis* η οποία ονομάζεται κίτρινη ή γραμμωτή σκωρίαση. Οι ουρεδοσωροί είναι κίτρινοι και εμφανίζονται κυρίως στα φύλλα και τους στάχεις, δευτερευόντως στους κολεούς, στα στελέχη ακόμα και στους κόκκους και είναι διατεταγμένοι σε γραμμές (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990). Η συγκεκριμένη σκωρίαση, οφείλει το όνομά της στις μακριές γραμμές που παράγονται πάνω στα φύλλα, αν και μπορεί να βρεθεί και στα άγανα και τα λέπυρα.

Η Ceres, μια ανοιξιάτικη ποικιλία σιταριού, δημιουργήθηκε το 1929. Μετά το 1934 επακολούθησε η Thatcher, επίσης ανοιξιάτικη που προέρχονταν από μια ειδική διασταύρωση με το σκληρό σιτάρι. Η ποικιλία Hope, που πήρε την ανθεκτικότητά της από τα τετραπλοειδή σιτάρια, δημιουργήθηκε το 1926, αλλά δεν καλλιεργήθηκε εμπορικά· χρησιμοποιήθηκε μόνο ως πηγή ανθεκτικότητας σε πολλές διασταυρώσεις. Αν και οι ποικιλίες αυτές ήταν ανθεκτικές όταν διαδόθηκαν για πρώτη φορά, υπέστησαν πολλές ζημιές από τις σκωριάσεις του στελέχους από τις μεγάλες επιδημίες του 1935, του 1937 και του 1950. Η καταστροφή των ποικιλιών αυτών οφείλεται στο ότι άλλαξε ο γενότυπος της παθογένειας στο παθογόνο της σκωρίασης και η αλληλεπίδραση των νέων γενοτύπων για παθογένεια με τον ξενιστή δεν είχε πια ως αποτέλεσμα μικρή μόλυνση. (Καλτσίκης, 1992).



#### 5.6.7.2 Άνθρακες και δαυλίτες

Υπάρχουν τρεις μικροοργανισμοί που προκαλούν ζημιές στο σιτάρι: Ο *Ustilago tritici*, προκαλεί μια κοινή ασθένεια που ονομάζεται *γυμνός άνθρακας του σίτου* και απαντάται στις περισσότερες περιοχές όπου καλλιεργείται το σιτάρι. Τα σπόρια του μύκητα μπαίνουν στο ανθίδιο κατά τη διάρκεια της άνθησης, βλαστάνουν και εισέρχονται στον αναπτυσσόμενο σπόρο όπου και παραμένουν.

Η ανθεκτικότητα του σιταριού στο γυμνό άνθρακα καθορίζεται από ένα ή δύο κυρίαρχα γονίδια που βρίσκονται στα χρωμοσώματα 5B και 7B. Ο δαυλίτης του σίτου προκαλείται από τους μύκητες *Tilletia caries* και *Tilletia foetida* (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990). Ο μύκητας *Tilletia controversa*, προκαλεί την ασθένεια Δαυλίτης νανισμού και έχει ως κύριο σύμπτωμα το νανισμό του φυτού. Οι δαυλίτες προκαλούν μεγάλες ζημιές. Και στις δύο ασθένειες ο σπόρος του σιταριού αντικαθίσταται από μια μάζα σπορίων του μύκητα.

Τα γονίδια ανθεκτικότητας που υπήρχαν σε ορισμένες ποικιλίες, έχουν προστατεύσει καλά την καλλιέργεια του σιταριού (Καλτσίκης, 1992).

#### 5.6.7.3 Ασθένειες του φυλλώματος

Εκτός από τις σκωριάσεις υπάρχουν και άλλες ασθένειες οι οποίες προσβάλλουν το σιτάρι, όπως είναι το வீδιο και οι σεπτοριάσεις. Το வீδιο οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe graminis f. sp. tritici* που προκαλεί την ανάπτυξη ενός πυκνού μυκηλίου πάνω στην επιφάνεια των φύλλων. Ο μύκητας διαδίδεται γρήγορα όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές και η υγρασία υψηλή. Μπορεί να μειώσει τις αποδόσεις μέχρι και 30%. Ο οργανισμός είναι αρκετά εξειδικευμένος και παρουσιάζει τη σχέση γονιδίου προς γονίδιο. (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990).

Ο μύκητας *Septoria tritici* προκαλεί συμπτώματα στα κατώτερα φύλλα των χειμερινών ποικιλιών σιταριού νωρίς την άνοιξη και μετά τα πυκνίδια παρουσιάζονται σαν μαύρες κηλίδες. Όταν οι συνθήκες είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές, τα συμπτώματα μπορούν να παρουσιαστούν και στα πάνω φύλλα. Σεπτοριάσεις στο σιτάρι προκαλούν επίσης οι μύκητες *Septoria nodorum* και *Septoria avenae*. (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990).

Έχει παρατηρηθεί ότι η *Septoria nodorum* παράγει τοξικά παράγωγα όπως την Σεπτορίνη και την Οχρασίνη. Η πρώτη μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης των φυταρίων, ενώ προκαλεί στα μιτοχόνδρια αλλαγές στην αναπνοή. Η δεύτερη παρεμποδίζει την φωτοσύνθεση και μειώνει το άνοιγμα των στομάτων (Θανασουλόπουλος κ.α, 1990).

#### 5.6.7.4 Σηψηρριζίες

Υπάρχουν αρκετοί μύκητες που προκαλούν σήψη του ριζικού συστήματος ή της βάσης του φυτού. Οι πιο διαδεδομένοι είναι οι *Cochliobolus sativus*, *Cercospora herpotrichoides* και *Ophiobolus graninis*. Οι οργανισμοί που προκαλούν σηψηρριζίες είναι πάρα πολύ εξειδικευμένοι και έχουν πολλές παθογόνες μορφές. Μέχρι τώρα δεν έχουν βρεθεί ποικιλίες που να έχουν μεγάλο βαθμό ανθεκτικότητας, αν και υπάρχουν διαφορές στην αντίδραση των φυτών (Καλτσίκης, 1992).

#### 5.6.7.5 Ιώσεις

Ο ιός του εδαφομεταδιδόμενου μωσαϊκού του σιταριού (WSBMV) προσβάλλει κυρίως χειμερινές ποικιλίες. Μεταδίδεται με το μύκητα *Polymyxa graminis*. Τα μολυσμένα φυτά παρουσιάζουν κιτρινοπράσινο μωσαϊκό, ενώ η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος είναι συνήθως περιορισμένη. Σε ορισμένες ποικιλίες σιτηρών τα φυτά εμφανίζουν έντονο νανισμό, πολύ περιορισμένη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και υπερβολικό αδελφωμα (Κατής, 1997).

Ο ιός του κίτρινου νανισμού του κριθαριού απαντάται στη Β. Αμερική, Ευρώπη και στην Αυστραλία. Ο ιός, που μεταδίδεται από αρκετά είδη αφίδων. Υπάρχουν διαφορές ανθεκτικότητας από ποικιλία σε ποικιλία, αλλά μέχρι τώρα δεν έχουν βρεθεί ποικιλίες με μεγάλο βαθμό ανθεκτικότητας (Καλτσίκης, 1992).

### 5.6.8 Η ανθεκτικότητα στα έντομα

#### 5.6.8.1 Κηκιδόμυγα (*Mayetiola destructor*)

Συνήθως προκαλεί νανισμό των προσβλημένων φυτών, μείωση του αδελφώματος, αυξημένη ευπάθεια στις χαμηλές θερμοκρασίες και σπάσιμο του καλαμιού μετά την ωρίμανση. Στις περισσότερες ποικιλίες η ανθεκτικότητα είναι αποτέλεσμα αντιβίωσης, ενώ σε άλλες ποικιλίες η ανθεκτικότητα οφείλεται στην ανεκτικότητα, δηλαδή το έντομο εξακολουθεί να τρέφεται πάνω στο φυτό αλλά το φυτό αντιπαρέρχεται τη ζημιά παράγοντας περισσότερα αδελφία.

Στη χώρα μας υπάρχει και η κηκιδόμυγα *Contarinia tritici kirby* που ζημιώνει τα άνθη ή άωρους κόκκους (Καλτσίκης, 1992).

#### 5.6.8.2 Κηφήνας ο πυγμαίος (*Cephus cinctus* ή *Cephus pygmaeus* L.).

Οι ζημιές προκαλούνται από το σπάσιμο των προσβλημένων καλαμιών. Στις ποικιλίες με γεμάτο στέλεχος, η προσβολή είναι χαμηλού βαθμού ή δεν παρατηρείται καθόλου, ενώ υπό τις ίδιες συνθήκες οι ποικιλίες με κούφιο καλάμι υποφέρουν πάρα πολύ. Οι βελτιωτές έχουν δημιουργήσει αρκετές ποικιλίες με γεμάτο καλάμι (χειμερινές και ανοιξιότικες), για καλλιέργεια στις περιοχές που το

έντομο αυτό αποτελεί πρόβλημα. Το γεμάτο καλάμι καθορίζεται από γονίδια που, ανάλογα με την ποικιλία είναι κυρίαρχα ή υποτελή (Καλτσίκης, 1992).

#### 5.6.8.3 Κριόκερος (*Lema melanopa* L.)

Προκαλεί αρκετές ζημιές στην Ευρώπη, στην Β. Αφρική, στη Μ. Ανατολή και στη Ρωσία. Οι προνύμφες και το ακμαίο τρέφονται πάνω στα φύλλα. Ο κριόκερος αποφεύγει τις ποικιλίες που έχουν τριχωτά φύλλα, το χαρακτηριστικό αυτό χρησιμοποιείται τώρα για τη δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών. Η ανθεκτικότητα καθορίζεται από μερικά κυρίαρχα γονίδια με αθροιστικές δράσεις (Καλτσίκης, 1992).

### 5.6.9 Η ποιότητα του σιταριού

Από το αλεύρι του σιταριού παρασκευάζονται για ανθρώπινη κατανάλωση τρία προϊόντα: 1) Ψωμί, με τη βοήθεια ζύμης, 2) κέικ, μπισκότα και άλλα προϊόντα τα οποία διογκώνονται με χημικά μέσα και 3) ζυμαρικά.

Για την παρασκευή προϊόντων τα οποία προέρχονται από τη διόγκωση του ζυμαριού, τα καλύτερα σιτάρια είναι τα σκληρά εξαπλοειδή, γιατί έχουν πρωτεΐνη με ειδικές για τη χρήση αυτή ιδιότητες. Τα τετραπλοειδή σκληρά σιτάρια χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ζυμαρικών. Τα εξαπλοειδή σιτάρια, που λόγω κακής ποιότητας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διατροφή του ανθρώπου, συνήθως χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των ζώων.

#### 5.6.9.1 Αλεστική ποιότητα

Το πρώτο βήμα στην κατεργασία του σιταριού είναι το άλεσμα. Κατά συνέπεια οι πρώτες προδιαγραφές της ποιότητας των σιταριών προέρχονται από την αλευροβιομηχανία. Επειδή η αλευροβιομηχανία έχει μεγάλη οικονομική σημασία σ' όλο τον κόσμο, οι απαιτήσεις της πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους βελτιωτές. Το σιτάρι είναι κατάλληλο για την αλευροβιομηχανία, όταν

- α) αλέθεται γρήγορα,
- β) δεν αφήνει πολλά υπολείμματα,
- γ) δεν χρειάζεται πολλή ενέργεια για το άλεσμα του και
- δ) δίνει το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό αλευριού. Επί πλέον το σιτάρι δεν πρέπει να έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα, ενώ το χρώμα του αλευριού θα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της αγοράς (Καλτσίκης, 1992).

Η αλεστική ποιότητα εξαρτάται από: (Καλτσίκης, 1992)

1. Το μέγεθος του σπόρου. Σχετίζεται άμεσα με το βάρος του, που αποτελεί ένα από τα κυριότερα συστατικά της απόδοσης. Η αλευροβιομηχανία προτιμάει τους

μεγάλους σπόρους γιατί έχουν χαμηλότερη αναλογία περικαρπίου. Συνήθως το μέγεθος του κόκκου δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλο γιατί τότε το υαλώδες του κόκκου, το οποίο αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα της ποιότητας μειώνεται, με αποτέλεσμα να χειροτερέψει δομικά το ενδοσπέρμιο.

Το μέγεθος του κόκκου προσδιορίζεται με ακρίβεια με βάση το βάρος των χιλίων κόκκων. Επειδή όμως το βάρος των χιλίων κόκκων εξαρτάται και από το συμπαγές ή μη του ενδοσπερμίου, για μεγαλύτερη ακρίβεια το μέγεθος των κόκκων θα πρέπει να προσδιορίζεται περνώντας τους από μια σειρά κόσκινων.

Το βάρος 1000 κόκκων ελέγχεται γενετικά από ένα, δύο ή πολλά γονίδια, ανάλογα με την ποικιλία. Οι περισσότερες υψηλοαποδοτικές ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα έχουν βάρος 1000 κόκκων από 40 γραμμάρια και πάνω. Γονίδια που επηρεάζουν την κληρονομικότητα του μεγέθους του κόκκου έχουν εντοπιστεί στα χρωμοσώματα 1A, 2A, 3A, 5A, 7A και 1B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B και 1D, 2D, 5D, 7D.

2. Η ομοιομορφία των κόκκων. Έχει μεγάλη σημασία γιατί μειώνει τις απώλειες που προκαλούνται από την αφαίρεση του ενδοσπερμίου. Αν ο σπόρος δεν είναι ομοιόμορφος θα πρέπει να διαχωριστεί σε κλάσματα και να περάσει από τον μύλο χωριστά με αποτέλεσμα να χρειάζεται περισσότερος χρόνος και ενέργεια.

Οι μεγαλύτεροι μέγεθους σπόροι βρίσκονται στη μέση του σταχίου και οι μικρότεροι στο πάνω και το κάτω μέρος του. Μέσα σε κάθε σταχίδιο οι μεγαλύτεροι σπόροι βρίσκονται στα κατώτερα ανθίδια και είναι μικρότεροι στα ανώτερα. Έτσι όσον αφορά στην ομοιομορφία των κόκκων, το σιτάρι δεν θα πρέπει να έχει σταχίδια με πολλά ανθίδια που όλα τους δένουν σπόρο.

Όσον αφορά στην άλευροβιομηχανία λοιπόν το καλό σιτάρι προέρχεται από παραγωγικά φυτά που έχουν πολλά σταχίδια ανά στάχυ αλλά λίγα γόνιμα ανθίδια ανά σταχίδιο.

Ο αριθμός των κόκκων ανά στάχυ καθορίζεται από γονίδια που βρίσκονται στα χρωμοσώματα 5A, 1B, 6B, 7B και 6D. Γονίδια που καθορίζουν τον αριθμό των σταχιδίων ανά στάχυ έχουν βρεθεί στα χρωμοσώματα 5A, 6A, 1B, 4B, 6B, 7B και 7D. Το μήκος του σταχίου επηρεάζεται από γονίδια που εδράζονται στα χρωμοσώματα 2A, 3A, 4A, 1B, 2B, 3B, 4B, 5B. Ο αριθμός των γονιδίων που επηρεάζουν το μήκος του σταχίου καθώς επίσης και οι σχέσεις κυριαρχίας τους διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία.

Η ομοιομορφία των κόκκων εξαρτάται λοιπόν από την αρμονία τριών χαρακτηριστικών τα οποία έχουν σχέση με τα συστατικά που καθορίζουν την απόδοση. Η ανάλυση αυτών των συστατικών μπορεί να συνδεθεί με την εξέταση των συστατικών της απόδοσης. Η συνδυασμένη δράση τους και η αλληλεπίδραση τους καθορίζουν και τον αριθμό των κόκκων ανά στάχυ.

3. Η δομή του ενδοσπερμίου. Χαρακτηρίζεται από το υαλώδες και τη σκληρότητα, τα οποία επηρεάζουν το ποσό της ενέργειας που χρειάζεται για την αλευροποίηση καθώς επίσης και το ποσοστό αλεύρου που προκύπτει. Επίσης έχουν σχέση με την περιεκτικότητα σε γλουτένη, την περιεκτικότητα σε ολική πρωτεΐνη και την κατανομή της μέσα στο ενδοσπέρμιο, και την ποιότητα της γλουτένης.

Το υαλώδες καθορίζεται γενετικά αλλά επηρεάζεται και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η υαλώδης υφή του ενδοσπερμίου έχει αρνητική συσχέτιση με τον αριθμό κόκκων ανά στάχυ και τις μεγάλες αποδόσεις και γι' αυτό το χαρακτηριστικό αυτό δεν παρατηρείται συχνά σε υψηλα ποδοτικές ποικιλίες. Η υαλώδης υφή όμως δεν σημαίνει ότι θα υπάρχει πάντα και μεγάλη ποσότητα γλουτένης καλής ποιότητας καθώς επίσης και μεγάλη περιεκτικότητα σε ολική πρωτεΐνη.

Επειδή τα γονίδια τα οποία προσδιορίζουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη έχουν βρεθεί σ' όλα τα χρωμοσώματα εκτός από το 2D και το 4D, ο αριθμός των γονιδίων που καθορίζουν το υαλώδες θα πρέπει επίσης να είναι αρκετά μεγάλος και κατά συνέπεια θα πρέπει να γίνει δεκτό ότι το χαρακτηριστικό αυτό προσδιορίζεται με πολυγονιδιακό τρόπο.

4. Αναλογία περικαρπίου. Το περικάρπιο αποτελείται από την επιδερμίδα, την υποδερμίδα και τις δύο στρώσεις των επιμηκυσμένων και διαγωνίων κυττάρων καθώς επίσης και από την επιδερμίδα του νουκέλλου. Η αναλογία του κυμαίνεται από 9 έως 11%. Όσο πιο μεγάλος είναι ο κόκκος τόσο μικρότερη είναι η εκατοστιαία αναλογία του περικαρπίου και κατά συνέπεια μεγαλύτερη η απόδοση σε αλεύρι.

Για τον προσδιορισμό της αναλογίας του περικαρπίου υπάρχουν δύο αξιόπιστες μέθοδοι, η βελτιωμένη μέθοδος του Pelschenke, όπου από τεμαχισμένους κόκκους αποχωρίζεται με γαλακτικό οξύ το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο και αυτό που μένει είναι τα τεμάχια του περικαρπίου.

Οι ποικιλίες διαφέρουν επίσης και όσον αφορά στο βάθος και στο σχήμα της αυλακιάς του σπόρου. Το βάθος της αυλακιάς επηρεάζεται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που προκαλούν γρήγορη ή απότομη ωρίμανση.

5. Χρώμα του περικαρπίου και του ενδοσπερμίου. Η αλευροβιομηχανία προτιμά κόκκινα σιτάρια γιατί οτιδήποτε απομένει από το περικάρπιο περιορίζει κάπως το πολύ λευκό χρώμα του αλεύρου. Το χρώμα του περικαρπίου προσδιορίζεται από τρία κυρίαρχα γονίδια (R1, R2, και R3) που δρουν αθροιστικά.

Ο βαθμός έκφρασης του κόκκινου χρώματος επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Μερικά σιτάρια έχουν περικάρπιο με έντονο κόκκινο χρώμα ενώ άλλα έχουν πράσινο περικάρπιο. Αυτά τα χρώματα του σπόρου δεν γίνονται αποδεκτά από την αλευροβιομηχανία αλλά τα γονίδια που τα προσδιορίζουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση των σιταριών που προορίζονται για τη διατροφή των ζώων.

Υπάρχουν επίσης διαφορές όσον αφορά στο χρώμα του ενδοσπερμίου, δηλαδή αν το σιτάρι προορίζεται για ζυμαρικά, τότε το ενδοσπέρμιο θα πρέπει να έχει βαθύ κίτρινο χρώμα. Το χρώμα επηρεάζεται από την περιεκτικότητα του ενδοσπερμίου σε καροτενοειδή. Η περιεκτικότητα του ενζύμου λιποξειδάση έχει επίσης μεγάλη σημασία γιατί στις υδατικές διαλύσεις αποδιοργανώνει τα καροτενοειδή και λευκαίνει κάπως τα ζυμαρικά. Η χρωστική στο αλεύρι προσδιορίζεται φωτομετρικά.

6. Το εκατολιτρικό βάρος. Πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό που σχετίζεται άμεσα με την αλευροποίηση γιατί καθώς μεταβάλλεται το μέγεθος του κόκκου, το υαλώδες, το σχήμα του κόκκου και η υφή του ενδοσπερμίου, μεταβάλλεται και το εκατολιτρικό βάρος. Υπάρχει στενή σχέση εκατολιτρικού βάρους, απόδοσης σε αλεύρι και περιεκτικότητας σε τέφρα. Όσο μεγαλύτερο λοιπόν, είναι το εκατολιτρικό βάρος τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση σε αλεύρι και μικρότερη η περιεκτικότητα σε τέφρα.

Το εκατολιτρικό βάρος δεν αποτελεί ιδιότητα της ποικιλίας αλλά είναι μια τεχνητή τιμή που επηρεάζεται πολύ από το μέγεθος των κενών μεταξύ των κόκκων του σιταριού, χαρακτηριστικό που επηρεάζεται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Υπάρχουν όργανα με τα οποία προσδιορίζεται γρήγορα και εύκολα το εκατολιτρικό βάρος.

Τα συστατικά της αλεστικής ικανότητας που περιγράφηκαν μέχρι τώρα εξετάζονται ξεχωριστά το ένα από το άλλο από τον βελτιωτή. Η ταυτόχρονη αξιολόγησή τους γίνεται μόνο με πειραματική αλευροποίηση. Στο παρελθόν το κύριο έργο της αλευροποίησης ήταν η παραγωγή δειγμάτων αλευριού για την εξέταση της ποιότητας και της ποσότητας της γλουτένης καθώς επίσης και για την πειραματική αρτοποιία. Μετά την κατασκευή οργάνων για την αλευροποίηση μικρών ποσοτήτων σιταριού, είναι δυνατή η εξέταση των διαφόρων χαρακτηριστικών της ποιότητας του σιταριού με μηχανήματα. Μπορεί επίσης να μετρηθεί και ο βαθμός της αποδιοργάνωσης του αμύλου από την αμύλαση με τον προσδιορισμό του «αριθμού πτώσης» (Falling Number).

#### 5.6.9.2 Αρτοποιητική ικανότητα

Η αρτοποιητική ικανότητα έχει πολύ μεγάλη σημασία για τα σκληρά εξαπλοειδή σιτάρια. Η αρτοβιομηχανία προτιμά σιτάρια που δίνουν αλεύρι με μεγάλη απορροφητικότητα νερού και καρβέλι με αρκετά μεγάλο όγκο, καλή γεύση και ελαστικότητα.

Ο όγκος του ψωμιού που προκύπτει από μια μονάδα βάρους αλεύρου καθώς και η σπογγώδης δομή του έχουν μεγάλη σημασία για την αρτοβιομηχανία. Η αρτοβιομηχανία χρειάζεται επίσης σιτάρια που ζυμώνονται γρήγορα, χαρακτηριστικό το οποίο διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία (Καλτσίκης, 1992).

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της αρτοποιητικής ικανότητας εξαρτώνται από το γενότυπο (Καλτσίκης, 1992). Οι κλιματικές συνθήκες και η λίπανση επηρεάζουν μόνο μέχρι ένα ορισμένο σημείο. Οι κληρονομικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αρτοποιητική ικανότητα είναι η ποσότητα και η ποιότητα της γλουτένης και οι χημικές ιδιότητες του αμύλου.

1. Η ποιότητα της γλουτένης. Η γλουτένη είναι μία υγρή, κολλώδης και ελαστική μάζα που μένει στα χέρια μας μετά από συνεχή μάλαξη και ξέπλυμα του σιταριού κάτω από τρεχούμενο νερό. Κατά την έκπλυση φεύγει το άμυλο, το πίτυρο και ένα μέρος της ολικής πρωτεΐνης. Αποτελείται κυρίως από δύο πρωτεϊνικά κλάσματα, την γλοιαδίνη (αποτελεί περίπου το 70%) και τη γλουτενίνη (αποτελεί περίπου το 30%) (Μποσδίκος, 2005).

Είναι αδιάλυτη στο νερό, έχει όμως την ικανότητα να απορροφά νερό διπλάσιο του βάρους της. Είναι ελαστική δηλ. εκτείνεται χωρίς να σπάει και επανέρχεται όταν αφηθεί. Δημιουργεί ένα πλέγμα, έτσι ώστε να συνδέσει τα συστατικά του ζυμαριού μεταξύ τους και εγκλωβίζει μεγάλο μέρος των αερίων που παράγονται από τη ζύμωση της μαγιάς με αποτέλεσμα τη διόγκωση των προϊόντων. Κύριο χαρακτηριστικό ενός αλεύρου που καθορίζει τη χρήση του είναι η δύναμη, η οποία διαφέρει όχι μόνο από ποικιλία σε ποικιλία σιταριού, αλλά και από τύπο σε τύπο αλεύρου. Η ελαστικότητα της γλουτένης εξαρτάται από το ποσό της γλοιαδίνης. (Μποσδίκος, 2005).

Η σχέση των δύο αυτών συστατικών επηρεάζεται κυρίως από τον γενότυπο και από το περιβάλλον. Η γλοιαδίνη είναι τόσο σταθερή που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένας γενετικός δείκτης της ποιότητας. Τα χαρακτηριστικά της είναι ο βαθμός διόγκωσης, η ελαστικότητα και ο βαθμός μαλακότητας (Καλτσίκης, 1992).

Τα άλευρα, ανάλογα με την αρτοποιητική τους ικανότητα που έχει σχέση με την ποιότητα και ποσότητα της γλουτένης, διακρίνονται σε:

- Δυνατά άλευρα (σκληρά), που έχουν καλή αρτοποιητική ικανότητα και χρησιμοποιούνται για αρτοσκευάσματα που διογκώνονται με μαγιά (πχ. ψωμί, τσουρέκια)
- Αδύνατα άλευρα (μαλακά), που δεν έχουν καλή αρτοποιητική ικανότητα και χρησιμοποιούνται για βουτήματα, μπισκότα, κέικ.

Τα δυνατά άλευρα έχουν ισχυρή και μεγάλη ποσότητα γλουτένης, μεγάλη απορρόφηση του νερού και δίνουν πολύ πιο αφράτο ψωμί από τα αδύνατα άλευρα. Τα αδύνατα άλευρα περιέχουν μικρή ποσότητα γλουτένης, μικρή απορρόφηση του νερού και δίνουν ζυμάρι που συγκρατεί λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, φουσκώνει λιγότερο και το ψωμί που παράγεται έχει πιο μικρό όγκο και σκληρή ψίχα (Μποσδίκος, 2005).

Όλες οι ιδιότητες της πρωτεΐνης επηρεάζονται κυρίως από γενετικά αίτια και σε μικρότερο βαθμό από το περιβάλλον. Οι συνθήκες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης μετά την άνθηση και την γονιμοποίηση, οι συνθήκες ωρίμανσης, και η λίπανση κυρίως η αζωτούχος, επηρεάζουν την ποιότητα της γλουτένης αλλά μόνο μέσα στα όρια τα οποία καθορίζονται από τον γενότυπο της ποικιλίας.

Ο πιο αξιόπιστος τρόπος για τον προσδιορισμό της ποιότητας της γλουτένης είναι η εξέταση των φυσικών ιδιοτήτων της υγρής γλουτένης.

Αν και η γλουτένη αποτελεί περίπου 80% της ολικής πρωτεΐνης παρόλα αυτά η ολική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη δεν δίνει αξιόπιστες πληροφορίες όσον αφορά την ποσότητα ή την ποιότητα της γλουτένης. Η περιεκτικότητα πρωτεΐνης έχει μικρή θετική συσχέτιση με την αρτοποιητική ικανότητα και αρνητική με την αναλογία των υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών. Θετική συσχέτιση υπάρχει μεταξύ της περιεκτικότητας σε ολική πρωτεΐνη του σιταριού και του όγκου του ψωμιού (Καλτσίκης, 1992).

2. Η ποιότητα του αμύλου: Η αρτοποιητική ικανότητα του αλευριού εξαρτάται από την ποιότητα του αμύλου καθώς επίσης και από την περιεκτικότητα σε σάκχαρα του ενδοσπερμίου. Η ποιότητα του ζυμαριού επηρεάζεται από την ενέργεια της αμυλάσης και από άλλα ένζυμα που δρουν στο ενδοσπέρμιο. Είναι φανερό κατά συνέπεια ότι η αρτοποιητική ικανότητα είναι το αποτέλεσμα της συνδυασμένης ενέργειας της γλουτένης, της ολικής πρωτεΐνης, του αμύλου και διαφόρων ενζύμων (Καλτσίκης, 1992).

Τα γονίδια τα οποία επηρεάζουν την αρτοποιητική ικανότητα έχουν εντοπιστεί στα χρωμοσώματα 2A, 3A, 4A, 5A, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B και 1D, 2D, 3D, 4D. Υπάρχουν και γονίδια που επηρεάζουν μόνο την ποιότητα της γλουτένης και εδράζονται στα χρωμοσώματα 1B, 4B, 7B και 5D, 7D (Καλτσίκης, 1992).

Η αναλογία γλοιαδίνης προς γλουτένη επηρεάζεται από ένα γονίδιο που βρίσκεται στο χρωμόσωμα 1B. Η ποσότητα της γλουτένης επηρεάζεται από γονίδια που βρίσκονται στα χρωμοσώματα 1D και 5D. Για τη δημιουργία σιταριών με καλή ποιότητα, σημαντικότερο ρόλο έχουν τα ανασταλτικά γονίδια που βρίσκονται στα χρωμοσώματα 5A, 4B, 7D, και 6D (Καλτσίκης, 1992).

### 5.6.9.3 Πρωτεΐνη

Όσον αφορά την πρωτεΐνη εξετάζουμε βασικά τα εξής χαρακτηριστικά:

- ♦ Την Βιολογική αξία της πρωτεΐνης του σιταριού, η οποία εξαρτάται από δύο παράγοντες: Το ολικό ποσό και τη σύσταση, όσον αφορά στα αμινοξέα της πρωτεΐνης. Το σιτάρι αποτελεί βασικό είδος διατροφής. Ακόμα και μια μικρή αύξηση της περιεκτικότητάς του σε πρωτεΐνη θα επηρέαζε κατά πολύ την παγκόσμια οικονομία.



- ◆ Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης. Συνήθως κυμαίνεται από 12-15% και παρόλο που είναι κληρονομούμενο χαρακτηριστικό επηρεάζεται και από το περιβάλλον. Τα τετραπλοειδή σιτάρια περιέχουν, κατά μέσο όρο, περισσότερη πρωτεΐνη από τα εξαπλοειδή.

Έχουν παρατηρηθεί διαφορές στην περιεκτικότητα της πρωτεΐνης από φυτό σε φυτό μέσα στην ίδια ποικιλία και από σπόρο σε σπόρο πάνω στο ίδιο στάχυ. Εκτός από τους κληρονομικούς παράγοντες οι βροχοπτώσεις και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η άρδευση καθώς και τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους κατά τη διάρκεια του γεμίσματος του σπόρου επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Η περιεκτικότητα σε ολική πρωτεΐνη έχει αρκετά μεγάλο συντελεστή κληρονομικότητας που κυμαίνεται από 45-69% (Καλτσίκης, 1992).

- ◆ Τα αμινοξέα. Η σύσταση της πρωτεΐνης όσον αφορά στα αμινοξέα έχει μεγάλη σημασία γιατί συνήθως λείπουν δύο από τα απαραίτητα αμινοξέα, η λυσίνη και η μεθειονίνη. Η έλλειψη λυσίνης προκαλεί κατά κύριο λόγο μια πτώση στην πεπτικότητα της πρωτεΐνης του σιταριού. Λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα της πρωτεΐνης στην παγκόσμια οικονομία, φαίνεται ότι η αύξηση της περιεκτικότητας σε λυσίνη θα είχε τεράστιο αντίκτυπο. Η περιεκτικότητα σε λυσίνη είναι κληρονομούμενο χαρακτηριστικό αλλά επηρεάζεται από οικολογικούς παράγοντες καθώς επίσης και από τις διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες και τη λίπανση (Καλτσίκης, 1992).

Η βελτίωση της ποιότητας αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό για τους βελτιωτές που προσπαθούν να παράγουν ποικιλίες με εξαιρετική ποιότητα. Δυστυχώς τα περισσότερα από τα ημινάνα σιτάρια που χρησιμοποιούνται τώρα δεν έχουν την ποιότητα αυτών που αντικατέστησαν. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν πολύ παραγωγικά σιτάρια εξαιρετικής ποιότητας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο συνδυασμός μεγάλων αποδόσεων και εξαιρετικής ποιότητας δεν επιτυγχάνεται εύκολα.

## 5.7 Μέθοδοι Βελτίωσης

Κατά τη διάρκεια των αιώνων, το σιτάρι υπέστη μεγάλες εξελικτικές μεταβολές, με την αργή διαδικασία της φυσικής επιλογής. Οι προσπάθειες όμως του ανθρώπου για τη βελτίωση του σιταριού επιτάχυναν κατά πολύ αυτές τις διαδικασίες.

Οι μέθοδοι βελτίωσης χωρίζονται ουσιαστικά σε δύο βασικές κατηγορίες, τις μεθόδους κλασσικής βελτίωσης και τις μεθόδους μοριακής βελτίωσης που αντιμετωπίζουν ουσιαστικά τα προβλήματα της κλασσικής βελτίωσης με νέες, σύγχρονες μοριακές και βιοχημικές τεχνικές που μειώνουν την διάρκεια των βελτιωτικών προγραμμάτων από χρόνια σε μήνες. Η μοριακή βελτίωση έχει ως βασικά υλικά τους βιοχημικούς και μοριακούς δείκτες (Μαυρομάτης, 2007).

Οι παραδοσιακές μέθοδοι αναπαραγωγής των φυτών έχουν συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση, αλλά είναι αργοί στη στοχοθέτηση των σύνθετων γνωρισμάτων όπως είναι η απόδοση, η ποιότητα του σπόρου και η ανθεκτικότητα σε αβιοτικές καταπονήσεις (Χασιώτη, 2007).

Με την κλασσική βελτίωση στο σιτάρι, οι διάφορες μέθοδοι αποβλέπουν στην δημιουργία ποικιλιών οι οποίες γενικά είναι καθαρές σειρές. Στα αυτογονιμοποιούμενα φυτά η ετεροζυγωτία μειώνεται στο μισό για κάθε γενεά αυτογονιμοποίησης και επομένως στην F5 με την F6, το γενετικό υλικό είναι ουσιαστικά ομοζύγωτο (Χασιώτη, 2007).

Οι κυριότερες μέθοδοι κλασσικής βελτίωσης του σιταριού μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

### A. Επιλογή σε μίγματα καθαρών σειρών.

1. Επιλογή καθαρής σειράς
2. Μαζική επιλογή

### B. Επιλογή σε διασπώμενο γενετικό υλικό

1. Γενεαλογική επιλογή
2. Επιλογή μίγματος
3. Καταγωγή από μεμονωμένους σπόρους
4. Αναδιασταύρωση

Η επιλογή καθαρής σειράς (pure line breeding), βασίζεται στην επιλογή ατομικών φυτών από ένα ετερογενή πληθυσμό. Πρωταρχικά γίνεται επιλογή ενός μεγάλου αριθμού φυτών από τον αρχικό πληθυσμό βάσει φαινοτυπικών χαρακτηριστικών. Στην συνέχεια συγκομίζεται ο σπόρος από κάθε επιλεγέν φυτό και σπέρνεται σε απογονικές γραμμές, όπου επιλέγονται οι καλύτερες (δηλαδή αυτές που φέρουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά). Τελικά απορρίπτονται ή κρατούνται ολόκληρες γραμμές απογόνων, σύμφωνα με την μέση συμπεριφορά της γραμμής (Γκόγκας,

2009). Ο απογονικός έλεγχος και η επιλογή μπορεί να διαρκέσει για ένα ή περισσότερα χρόνια (Stoskopf, 1999).

Η μαζική επιλογή (mass selection) εφαρμόζεται όταν υπάρχει διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα και διαφέρει από την επιλογή καθαρής σειράς στο ότι τα φυτά που θα επιλεγούν θα συνδυαστούν σε μίγμα για να αποτελέσουν τη νέα ποικιλία. Αποτέλεσμα είναι να πάρουμε ποικιλίες που προέρχονται από πολυγενотυπικά μείγματα. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται περιορισμένα και ιδιαίτερα στην περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με ποσοτικά γνωρίσματα, γιατί η επιλογή των φυτών γίνεται με βάση το φαινότυπο και δεν γνωρίζουμε έως ποιο σημείο ο φαινότυπος ανταποκρίνεται στο γενότυπο και κατά πόσο η επίδραση του περιβάλλοντος θα μειώσει το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Επιπλέον λόγω της ετερογένειας είναι δύσκολη η δημιουργία καθαρών σειρών (Μαυρομάτης, 2007).

Τα πλεονεκτήματα της μαζικής επιλογής είναι (Stoskopf, 1999):

- ✓ Εάν γίνεται αποτελεσματική επιλογή μπορεί να επιτευχθεί γρήγορα πρόοδος με μικρό κόστος.
- ✓ Είναι απλή μέθοδος, γεγονός που καθιστά εύκολο τον χειρισμό μεγάλου πληθυσμού φυτών και δίνει την δυνατότητα επιλογής σε κάθε γενεά.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου εντοπίζονται στα ακόλουθα (Fehr, 1987):

- ✓ Ο βελτιωτής δεν μπορεί να γνωρίζει μέχρι πιο σημείο ο φαινότυπος αντικατοπτρίζει τον γενότυπο.
- ✓ Δεν επιτυγχάνεται αξιοσημείωτη πρόοδος όταν χρησιμοποιείται για ποσοτικά χαρακτηριστικά.
- ✓ Ο προκύπτων πληθυσμός έχει γενετική ετερογένεια (Γουλή-Βαρδινούδη, 1984).

Η Γενεαλογική επιλογή (pedigree selection) βασίζεται στην επιλογή των καλύτερων γενοτύπων με βάση τη συμπεριφορά των απογόνων τους. Χρησιμοποιείται κυρίως στα αυτογονιμοποιούμενα είδη, όμως οι βασικές αρχές της μεθόδου εφαρμόζονται επίσης και στα σταυρογονιμοποιούμενα είδη. (Φανουράκης, 2005). Εφαρμόζεται όταν έχουμε διασπώμενο υλικό και αρχίζει με οπτική φαινοτυπική επιλογή των ατομικών φυτών της F2 γενεάς στον γενεαλογικό αγρό. Ακολουθεί αξιολόγηση των καλύτερων φυτών έως την F5 γενεά και στη συνέχεια γίνονται συγκριτικά πειράματα αποδόσεων. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι οι σπόροι δεν αναμειγνύονται αλλά σπέρνονται σε χωριστές γραμμές και έτσι είναι γνωστή η καταγωγή της επόμενης γενιάς και η αξία του γενότυπου που αρχικά επιλέγεται φαινοτυπικά και στη συνέχεια εκτιμάται με βάση τη συμπεριφορά των απογόνων (Μαυρομάτης, 2007).

Η επιλογή μίγματος (bulk method) διαφέρει από τη γενεαλογική επιλογή στο ότι τα υβρίδια διατηρούνται σε μίγμα και δεν καταγράφεται η γενεαλογία των

απογόνων. Η μέθοδος του μικτού πληθυσμού εφαρμόζεται κυρίως σε αυτογονιμοποιούμενα φυτά για την παραγωγή ομόζυγων σειρών, χωρίς να αποκλείεται η χρήση της για σταυρογονιμοποιούμενα είδη. Αναπτύχθηκε από τον Nilson – Ehle, κυρίως για την βελτίωση σιταριού, στην Σουηδία. Προϋποθέτει τον υβριδισμό δύο ομόζυγων σειρών και την ανάπτυξη της F2 γενεάς. Από την F2 μέχρι την F4 γενεά δεν γίνεται επιλογή, ο σπόρος συγκομίζεται από όλα τα φυτά και αναμιγνύεται. Στην F5 γενεά επιλέγεται τυχαία ένα μέρος του συγκομιζόμενου σπόρου, το οποίο σπέρνεται αραιά. Επιλέγονται οπτικά τα φυτά που φέρουν τα επιθυμητά γονίδια και συγκομίζεται ο σπόρος της κάθε επιλογής χωριστά. Στην F6 σπέρνονται απογονικές σειρές των επιλεγέντων φυτών και συνεχίζεται η επιλογή σε ατομικά φυτά με απογονικές γραμμές μέχρι την F8 γενεά, όπου και ξεκινούν τα συγκριτικά πειράματα απόδοσης (Fehr, 1987).

Η μέθοδος καταγωγής από μεμονωμένους σπόρους (single seed descend) προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα της αδυναμίας στην επιλογή κατά τις πρώτες γενεές μιας διασταύρωσης, λόγω της επίδρασης του περιβάλλοντος αλλά και της ύπαρξης ετεροζυγωτίας. Στην περίπτωση αυτή διατηρούμε ένα μεγάλο αριθμό σειρών μέχρι την F<sub>5</sub> ή F<sub>6</sub> γενεά, παίρνοντας 1-2 σπόρους από έναν ορισμένο αριθμό φυτών, και μετά την F<sub>6</sub> γενεά, εφόσον έχουμε φτάσει σε ένα βαθμό ομοζυγωτίας, αυξάνουμε την ποσότητα του σπόρου και προβαίνουμε σε πειράματα απόδοσης.

Η μέθοδος της αναδιασταύρωσης είναι κατάλληλη για τη μεταφορά συγκεκριμένων γονιδίων σε μια καλή ποικιλία, που όμως υστερεί συνήθως ποιοτικά. Πραγματοποιούνται επαναλαμβανόμενες διασταυρώσεις της ποικιλίας δέκτη, ενώ ασκείται επιλογή και για τα χαρακτηριστικά του δότη. Δεν χρειάζεται αξιολόγηση με συγκριτικά πειράματα στον αγρό γιατί το τελικό προϊόν διαφέρει από το δέκτη, μόνο ως προς το χαρακτηριστικό που κληρονομήθηκε.

## 5.8 Μοριακοί δείκτες

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω βασικά υλικά της μοριακής βελτίωσης είναι οι δείκτες. Οι δείκτες που βασίζονται στο DNA ονομάζονται Μοριακοί και μπορούν να προσδιοριστούν όχι μόνο σε επίπεδο φυτού αλλά και σε επίπεδο κυττάρου. (Χασιώτη, 2007). Οι μοριακοί δείκτες ανάλογα με το πως χρησιμοποιούν την PCR ως διαδικασία διαχωρίζονται ως εξής:

1. Οι δείκτες που πολλαπλασιάζονται κατά την διαδικασία της PCR με την χρήση ενός εκκινητή (RAPDs, SPARs, DAFs, AP-PCR) και όπου οι διαφορές των δεικτών προκύπτουν από την ποικιλομορφία των εκκινητών στο μήκος ή στην αλληλουχία.
2. Οι δείκτες που επιλεκτικά πολλαπλασιάζονται κατά την διαδικασία της PCR με την χρήση δύο εκκινητών και η εκλεκτικότητά τους προέρχεται από

την παρουσία δύο ως τεσσάρων τυχαίων βάσεων στο άκρο 3' του εκκινητή (AFLPs).

3. Οι δείκτες που πολλαπλασιάζονται κατά την PCR με την χρήση δύο εκκινητών, οι οποίοι κατά γενικό κανόνα χρειάζεται να κλωνοποιηθούν και να αλληλουχηθούν για την δημιουργία εξειδικευμένων εκκινητών. Στην περίπτωση αυτή οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων δεικτών, προκύπτουν από διαφορές στην αλληλουχία του DNA- στόχου μεταξύ των δύο αυτών εκκινητών (AMP- FLPs, STRs, SSRs) (Μαυρομάτης, 2007).

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιείται την τελευταία κατηγορία δεικτών και πιο συγκεκριμένα τους μοριακούς δείκτες SSRs.

Οι μικροδορυφορικοί δείκτες ή SSRs είναι επαναλήψεις μικρών αλληλουχιών DNA (δύο, τρι-, τέτρα-, ή πέντα- επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες νουκλεοτιδίων) που απαντώνται με μεγάλη συχνότητα στο γονιδίωμα των περισσότερων οργανισμών. Οι μικροδορυφορικές γονιδιακές θέσεις έχουν υψηλό βαθμό ποικιλότητας υψηλό βαθμό ποικιλότητας εξαιτίας του μεγάλου ποσοστού μεταλλάξεων που συμβαίνουν και αλλάζουν το μήκος των μικροδορυφόρων. (Κατσιόδη, 2008).

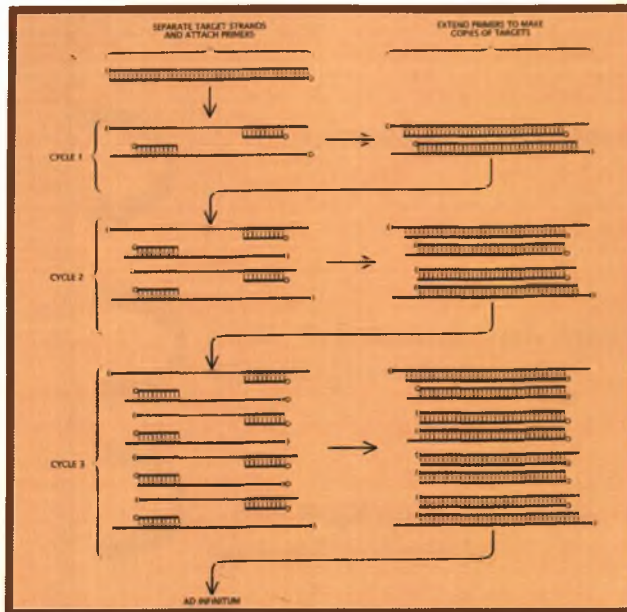
Είναι τεχνική που προτιμάται για μοριακές αποτυπώσεις και κυρίως για τον χαρακτηρισμό της βιοποικιλότητας, εξαιτίας του ιδιαίτερου πληροφοριακού τους περιεχόμενου (Morin and Woodruff, 1996). Είναι ουσιαστικά ουδέτεροι, συγκυρίαρχοι και γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται στην χαρτογράφηση του γονιδιώματος (Dayanandan et al, 1998). Έχουν πλέον ευρεία εφαρμογή στις γενετικές μελέτες, συμπεριλαμβανομένων των μελετών πληθυσμών και της εκτίμησης του βαθμού συγγένειας των μελών του πληθυσμού. Επίσης, χρησιμοποιούνται στην ανάλυση γονιδίων, στην διερεύνηση διπλασιασμών ή διαγραφών μιας συγκεκριμένης γονιδιακής θέσης. Ακόμη, είναι οι μοναδικοί μικροδορυφορικοί δείκτες που έχουν την δυνατότητα να παρέχουν στοιχεία για το ποια αλληλόμορφα είναι συνδεδεμένα (Κατσιόδη, 2008).

Στο σιτάρι οι μικροδορυφόροι χρησιμοποιούνται και ως δείκτες επιλογής εξαιτίας του υψηλού επιπέδου πολυμορφισμού που παρουσιάζει ακόμη και στις ποικιλίες που είναι στενά συνδεδεμένες (Plashke et al, 1995; Donini et al, 1998).

### 5.8.1 PCR- Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης

Η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης είναι μία επιλεκτική και ευαίσθητη μέθοδος η οποία αναπτύχθηκε από τον Kary Mullis την δεκαετία του 1980. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Πρόκειται ουσιαστικά για μία μέθοδο βιοχημείας και μοριακής βιολογίας για την απομόνωση και τον *in vitro* πολλαπλασιασμό αλληλουχιών DNA (<http://el.wikipedia.org>) με ταυτόχρονη επέκταση των δύο συμπληρωματικών αλυσίδων. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατή η παραγωγή

πολύαριθμων αντιγράφων ενός μορίου DNA σε μικρό χρονικό διάστημα, ακόμη και αν στην διάθεσή μας υπάρχει μόνο ένα αρχικό μόριο DNA.



Εικ. 7. Πολυάριθμα αντίγραφα ενός μορίου DNA με την μέθοδο της PCR

Η συγκεκριμένη μέθοδος θεωρήθηκε και θεωρείται μεγίστης σημασίας καθώς για την ανάλυση μεταλλάξεων και πολυμορφισμών σε μοριακό επίπεδο είναι απαραίτητες μεγάλες ποσότητες DNA. (<http://www.ivf.gr>).

Τα πιο σημαντικά υλικά που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης τα οποία θα καθορίσουν και το τελικό προϊόν, είναι οι εκκινητές και το DNA (περιέχει το στόχο DNA, τις αλληλουχίες δηλαδή που θέλουμε να πολλαπλασιάσουμε). Τα κύρια χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει το DNA που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στην αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης είναι:

- α. Να μην είναι κατεστραμμένο (degraded) στην περιοχή του στόχου DNA, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να πολλαπλασιαστεί αυτή η περιοχή, και
- β. Να είναι υψηλής καθαρότητας χωρίς φαινόλες, πολυσακχαρίτες, EDTA ή άλλα χημικά που μπορούν να έχουν ανασταλτική δράση.

Η ποσότητα DNA που απαιτείται για μία αντίδραση κυμαίνεται μεταξύ 10 και 500 ng. Όταν ο στόχος DNA βρίσκεται σε πολλά αντίγραφα μέσα στο γονιδίωμα η ποσότητα του DNA που χρειάζεται για την αντίδραση κυμαίνεται από 10 έως 100ng, ενώ όταν ο στόχος DNA είναι μοναδικός ή σε λίγα αντίγραφα τότε η ποσότητα κυμαίνεται από 100 έως 500 ng. (<http://biotech.aua.gr>).

Ένας πλήρης κύκλος της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης περιλαμβάνει τρία βασικά στάδια (Εικ. 8):



Εικ. 8. Ο κύκλος της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης Πηγή: NCBI

Η συγκεκριμένη μέθοδος περιλαμβάνει αναλυτικά τα εξής βήματα:

- ◆ Το αρχικό μείγμα DNA, το οποίο επιθυμούμε να αντιγράψουμε, αναμιγνύεται με δεσοριβονουκλεοτίδια (dNTPs) και των τεσσάρων βάσεων (A, T, C, G), DNA πολυμεράση, η οποία θα επιμηκύνει τα υβριδισμένα ολιγονουκλεοτίδια (Kary Mullis, 1990) και ολιγονουκλεοτιδικά τμήματα (20 ζ. β), τα οποία είναι συμπληρωματικά των 3' άκρων των κλώνων του DNA, το οποίο επιθυμούμε να αντιγράψουμε. (Χασιώτη Δ. 2007).
- ◆ Ο πλήρης κύκλος της PCR περιλαμβάνει την επώαση του δείγματος σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Η συγκεκριμένη διαδικασία πραγματοποιείται με την χρήση ειδικών μηχανημάτων (thermal cyclers).



Εικ. 9. PCR tubes, (αντίδραση όγκου 100μl/tube)



Εικ.10. Thermal cycler για PCR

- ◆ Αρχικά λοιπόν, το δείγμα (περιέχει την ακολουθία στόχο) το οποίο βρίσκεται σε δοκιμαστικό σωλήνα θερμαίνεται σε θερμοκρασίες 94 – 96° C (<http://www.dnalc.org>) για λίγα λεπτά με στόχο την αποδιάταξη του DNA δηλαδή το «σπάσιμο» των δεσμών και τον διαχωρισμό των κλώνων. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας η DNA πολυμεράση θα μπορούσε να υφίσταται μετουσίωση, κάτι το οποίο βέβαια αποφεύγεται με την χρήση θερμοανθεκτικής πολυμεράσης (Taq πολυμεράση), που προέρχεται από το θερμομόφιλο βακτήριο *Thermus aquaticus* (T= 90° C). (Innis et al.1988, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).
- ◆ Οι εκκινητές που βρίσκονται σε περίσσια προσαρμόζονται με υβριδισμό στις συμπληρωματικές αλληλουχίες του DNA εκμαγείου, με ψύξη του δείγματος στους 50 – 65° C για μερικά λεπτά. Στο στάδιο αυτό γίνεται υβριδοποίηση μεταξύ των ολιγονουκλεοτιδίων και των συμπληρωματικών ως προς αυτά άκρων των δύο κλώνων. Στην συνέχεια ακολουθεί επώαση στους 72° C για την επιμήκυνση των εκκινητών από την πολυμεράση παρουσία των τεσσάρων dNTPs.
- ◆ Το αρχικό μόριο έχει αντιγραφεί σε δύο θυγατρικά. Καθώς η διαδικασία επαναλαμβάνεται, οι νεοσύστατοι κλώνοι χρησιμοποιούνται ως εκμαγεία για την *in vitro* σύνθεση του DNA. Μετά από μερικούς κύκλους το προϊόν που επικρατεί είναι ένα DNA θραύσμα, το μέγεθος του οποίου αντιστοιχεί στην απόσταση μεταξύ των δύο εκκινητών. Στη πράξη 20 με 30 κύκλοι της αντίδρασης θεωρούνται αρκετοί για την αποτελεσματική ενίσχυση του DNA θραύσματος καθώς και την παραγωγή πολλών αντιγράφων του αρχικού μορίου. Η διαδικασία κλωνοποίησης ενός DNA θραύσματος σε ένα *in vitro* σύστημα διαρκεί μερικές ώρες, σε σχέση με τις *in vivo* διαδικασίες κλωνοποίησης για τις οποίες απαιτούνται μερικές μέρες. (<http://el.wikipedia.org>).
- ◆ Η ανίχνευση του κλωνοποιημένου μορίου DNA γίνεται με ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης ή πολυακρυλαμιδίου και συμβατική χρώση χρησιμοποιώντας υπεριώδη ακτινοβολία. (Αλαχιώτης, 2005). Η πηκτή αγαρόζης χρησιμοποιείται πιο συχνά στο διαχωρισμό τμημάτων DNA με μήκος από λίγες εκατοντάδες έως και 20.000 βάσεις. Το DNA γίνεται ορατό με την βοήθεια του βρωμιούχου αιθιδίου. Το πολυακρυλαμίδιο χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό μικρότερων τμημάτων DNA. Το μήκος του προϊόντος συγκρίνεται με το μήκος γνωστού μάρτυρα (DNA Ladder), το οποίο ηλεκτροφορείται ταυτόχρονα. (Χασιώτη, 2007).

## 5.9 Γενετικά τροποποιημένο σιτάρι (GMW)

Τα περισσότερα από τα φυτά που καλλιεργούνται σήμερα εμφανίζουν μεγάλες γενετικές αλλαγές σε σχέση με τους προγόνους τους. Εδώ και χιλιάδες χρόνια εφαρμόζονται οι τεχνικές της κατ' επιλογή καλλιέργειας καθώς και της αποθήκευσής του καλύτερου σπόρου. Σταδιακά δημιουργήθηκαν πιέσεις από παράγοντες όπως ο υπερπληθυσμός, η πιο αποτελεσματική αντιμετώπιση



ασθενειών και εχθρών αλλά παράλληλα και η προσδός της επιστήμης της γενετικής, που τελικά οδήγησαν στην δημιουργία υβριδίων που είχαν προκύψει από συγκεκριμένες πλέον, και όχι τυχαίες διασταυρώσεις ανάμεσα σε συγγενικά καλλιεργούμενα είδη. Αυτά τα υβρίδια είχαν συγκεκριμένα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά, αλλά η επίτευξη αυτών των χαρακτηριστικών και η σταθερή κληρονόμησή τους, ήταν γενικά δύσκολη και απαιτούσε πολλά χρόνια δοκιμών. Σήμερα μια νέα τεχνική, αυτή της γενετικής τροποποίησης, στοχεύει στο να παράγει συγκεκριμένους φαινότυπους μειώνοντας παράλληλα τον χρόνο που χρησιμοποιούνται αυτοί για να επιτευχθούν με μεθόδους κλασικών γενετικών διασταυρώσεων.

Τα Γενετικά Τροποποιημένα Φυτά (ΓΤΦ) είναι οργανισμοί που προέκυψαν από άμεση επέμβαση στο γενετικό τους υλικό με τεχνικές της μοριακής βιολογίας σε αντίθεση με εκείνα τα φυτά που παρήχθησαν με κλασικές μεθόδους διασταυρώσεων συγγενών οργανισμών, επιλογής και επαναδιασταυρώσεων. Αυτή η τεχνική περιλαμβάνει την αφαίρεση ή την εισαγωγή ενός ή λίγων γονιδίων και των σημαντών του, επιτρέπει δηλαδή την εισαγωγή γονιδίων από οργανισμούς που απέχουν σημαντικά κατά την ταξινόμηση, οργανισμούς που ανήκουν σε άλλες ομάδες ή και βασιλεία (φυτά, ζώα, μύκητες, μονοκύτταροι οργανισμοί). Με αυτές τις μεθόδους επιτυγχάνονται ενδεχομένως ταχύτερες γενετικές αλλαγές. (<http://www.e-telescope.gr>).

Οι βασικοί στόχοι των επιστημόνων που επιδιώκουν να δημιουργήσουν γενετικά τροποποιημένα φυτά είναι να τους προσδώσουν τέτοιες ιδιότητες έτσι ώστε να προκύψουν φυτά:

#### ✦ Ανθεκτικότητα στα έντομα

Στα φυτά αυτά έχουν εισαχθεί γονίδια του εδαφικού βακτηριδίου *Bacillus thuringiensis*. Το βακτήριο αυτό παράγει μια πρωτεΐνη η οποία είναι τοξική για αρκετά έντομα. Τα φυτά στα οποία έχει εισαχθεί το παραπάνω γονίδιο παράγουν την πρωτεΐνη αυτή, κάτι που τα βοηθάει ιδιαίτερα να προστατεύονται από διάφορα επιβλαβή έντομα.

#### ✦ Ανεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα

Τα φυτά αυτά έχουν τροποποιηθεί έτσι ώστε να επιζούν ύστερα από εφαρμογή συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων, τα οποία σε άλλη περίπτωση θα τα κατέστρεφαν. Με αυτόν τον τρόπο το ζιζανιοκτόνο καταστρέφει τα ζιζάνια που περιβάλλουν το γενετικά τροποποιημένο φυτό, αφήνοντας το ίδιο άθικτο.

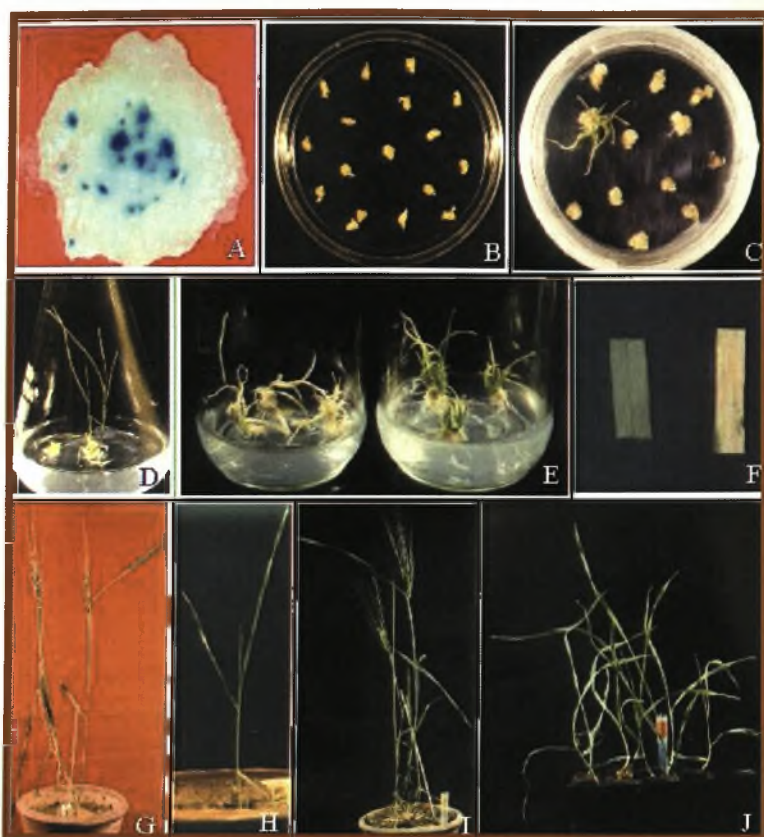
#### ✦ Ανθεκτικότητα σε ιούς

Όπως και η πρώτη κατηγορία με την διαφορά ότι εδώ έχουμε φυτά ανθεκτικά σε διάφορους ιούς.

#### ✦ Συνδυασμένες γενετικές τροποποιήσεις.

Παρόλο που σήμερα ο τομέας της γενετικής τροποποίησης παρουσιάζει ιδιαίτερη ανάπτυξη και σε πολλές χώρες εφαρμόζεται ως μέθοδος βελτίωσης πολλών φυτών όπως το καλαμπόκι, το ρύζι, η πατάτα, η σόγια, το γενετικά τροποποιημένο σιτάρι έχει δεχτεί μικρή πρόοδο και είναι και το τελευταίο από τα ανωτέρω που έχει δεχτεί την γενετική τροποποίηση, με βομβαρδισμό το 1992 και με το *Agrobacterium tumefaciens* το 1997 (Nelson, 2001; Jones and Shewry 2009). και τα πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί για τον σκοπό αυτό δεν είναι πολλά. Ο πρώτος και βασικός λόγος είναι ότι το σιτάρι είναι φυτό χαμηλής αξίας σε σχέση με άλλα φυτά, κάτι που κάνει δύσκολη την χρηματοδότηση της έρευνας γι' αυτό το σκοπό. Επιπλέον το γονιδίωμα του σιταριού είναι 10 – 20 φορές μεγαλύτερο από το γονιδίωμα άλλων φυτών και η βελτίωση του είναι επίπονη, πολύπλοκη και χρονοβόρα. Ένας λόγος επίσης που το σιτάρι δεν έχει την ίδια πρόοδο στο τομέα της γενετικής τροποποίησης είναι ότι αποτελεί είδος πρώτης ανάγκης, καθώς είναι βασικό προϊόν διατροφής του ανθρώπου και οι πολίτες το αντιμετωπίζουν με δυσπιστία.

Επιτυχείς προσπάθειες έχουν γίνει βέβαια στο παρελθόν με την εισαγωγή ξένων γονιδίων στο μαλακό σιτάρι (Ceoloni 1987; Gale and Miller, 1987) ενώ λίγη δουλειά έχει πραγματοποιηθεί στο σκληρό σιτάρι. Το 2003 οι Patnaik και Khurana δημιούργησαν γενετικά τροποποιημένο σιτάρι, σκληρό και μαλακό με μία μέθοδο βομβαρδισμού σωματιδίων. Πιο συγκεκριμένα βομβάρδισαν με σωματίδια χρυσού τα οποία ήταν επικαλυμένα με το ενθεματικό DNA, ώριμα έμβρυα προερχόμενα από κάλλους χρησιμοποιώντας το γονίδιο *bar* ως ανιχνευτή, το οποίο και αποκαλύπτει την ολοκλήρωση των διαγονιδιακών φυτών. Η μετάδοση του γονιδίου *bar* σε T1 απόγονοι αποδεικνύεται από την ανάλυση της PCR όταν βλαστήσουν τα φυτά με ειδικούς εκκινητές για το γονίδιο *bar*.



Εικ. 11. Δημιουργία διαγονιδιακού σιταριού με την μέθοδο του σωματιδιακού βομβαρδισμού και αναγέννηση των φυτών.

Άλλη μια σημαντική ανακάλυψη στον τομέα της γενετικής τροποποίησης είναι η δημιουργία τροποποιημένου σιταριού το οποίο είναι ανθεκτικό στην ξηρασία. (<http://www.scidev.net>). Η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε περιελάμβανε την εισαγωγή ενός γονιδίου από το κριθάρι σε μία τοπική ποικιλία σίτου στην Αίγυπτο. Οι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η τεχνική τους μειώνει τον αριθμό των αρδεύσεων που απαιτούνται έχοντας ως αποτέλεσμα το σιτάρι να μπορεί να καλλιεργηθεί καλύπτοντας τις υδατικές του ανάγκες από την βροχόπτωση. Συγκεκριμένα απέδειξαν ότι με την μεταφορά ενός γονιδίου αποκαλούμενο «HVA1» από το κριθάρι στο σιτάρι, τα φυτά αντέχουν την υδατική καταπόνηση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Το γενετικά τροποποιημένο σιτάρι εξετάστηκε στον αγρό και στο θερμοκήπιο την περίοδο 2001-2003 και συγκρίθηκε με μία τοπική ποικιλία υπό κανονικές συνθήκες βροχόπτωσης, χωρίς επιπλέον άρδευση. Τα τελικά αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τους ερευνητές καθώς τα γενετικά τροποποιημένα φυτά σιταριού που προέκυψαν, ήταν πιο ψηλά και είχαν υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τα υπόλοιπα φυτά.

Άλλη μία καινοτομία αφορά την προστασία του σιταριού από μύκητες που προκαλούν την σοβαρή ασθένεια της σκωρίασης. Οι μύκητες που καταστρέφουν

συχνά τις καλλιέργειες σιταριού θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με την εισαγωγή δύο γονιδίων αντίστασης τα οποία απαντώνται μόνο σε άγριες ποικιλίες, αναφέρουν δύο ανεξάρτητες ερευνητικές ομάδες στο περιοδικό Science. Οι μύκητες του γένους *Ruccinia* προκαλούν είδη της ασθένειας «σκωρίασης», η οποία καταστρέφει το σιτάρι και το κάνει να φαίνεται σκουριασμένο. Στο παρελθόν οι επιστήμονες είχαν δημιουργήσει ποικιλίες σιταριού ανθεκτικές στη σκωρίαση, όμως οι μύκητες πάντα κατάφερναν να μεταλλαχθούν ώστε να μπορούν να τις μολύνουν. Οι δύο νέες έρευνες αφορούν γονίδια στα οποία οι μύκητες δύσκολα θα μπορούσαν να αναπτύξουν ανθεκτικότητα, επισημαίνουν οι ερευνητές σε άρθρα του Reuters και του AFP. Στην πρώτη περίπτωση, η ομάδα του Dr. Simon Krattinger στο Ινστιτούτο Βιολογίας Φυτών στη Ζυρίχη απομόνωσε από μια άγρια ποικιλία σιταριού το γονίδιο Lr34, το οποίο κάνει τα φυτά απρόσβλητα στη σκωρίαση. Στη δεύτερη περίπτωση, το γονίδιο αντίστασης Yr36 αναγνωρίστηκε σε διαφορετική άγρια ποικιλία από την ομάδα του Dr. Cristobal Uauy στο ερευνητικό κέντρο John Innes στη Βρετανία. Τα δύο γονίδια προστατεύουν από διαφορετικά είδη του γένους *Ruccinia* και άρα από διαφορετικά είδη σκωρίασης. Θα μπορούσαν να μεταφερθούν από τις άγριες στις εμπορικές ποικιλίες σίτου είτε μέσω γενετικών χειρισμών, είτε με παραδοσιακές διασταυρώσεις. (<http://www.gewponoi.com>).

Πρόσφατα η εταιρεία Monsanto δημιούργησε γενετικά τροποποιημένο σιτάρι, το MON- 71800 το οποίο είναι ανθεκτικό στο ζιζανιοκτόνο Roundup – glyphosate, που παράγει η ίδια εταιρία, χρησιμοποιώντας ένα γονίδιο το EPSPS CP4/maize.

Μελέτες που διεξήχθησαν από τη Monsanto έδειξαν ότι τα θρεπτικά συστατικά του είναι ισοδύναμα με το εμπορικά διαθέσιμα σιτάρι, και μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ζώα χρησιμοποιώντας το εν λόγω σιτάρι ως διατροφή επιβέβαιωσαν την ανωτέρω θεωρία. Το MON - 71800 είναι το πρώτο γενετικά τροποποιημένο σιτάρι το οποίο έχει την άδεια για πώληση στην ανθρώπινη τροφικά αλυσίδα και ήδη έχει προκαλέσει ποικίλες αντιδράσεις. (<http://www.sierraclub.ca> ; <http://en.wikipedia.org>).

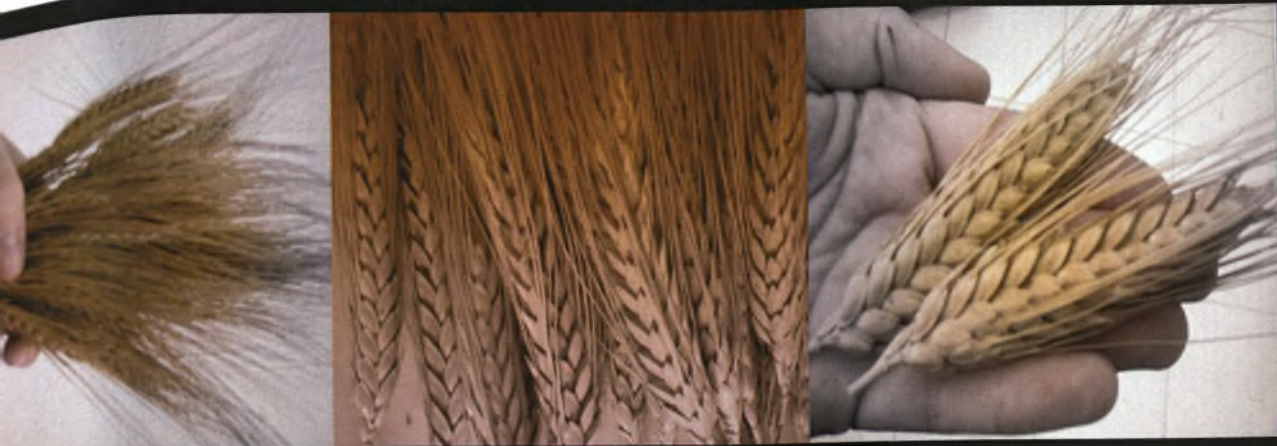
Εκτός από την αύξηση των αποδόσεων, περαιτέρω πειράματα βρίσκονται σε εξέλιξη για να αλλάξουν το σιτάρι ώστε να παρέχει στον άνθρωπο καλύτερη διατροφή. Οι προσπάθειες έχουν γίνει με στόχο να αυξηθεί η θρεπτική αξία του σιταριού με την προσθήκη αμινοξέων, βιταμίνων, μετάλλων (Heller, K. 2003). και αιθέριων ελαίων. Επίσης η αύξηση της περιεκτικότητας σε αμυλόζη με στόχο να δημιουργήσουν σιτάρι με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη αμύλου, υπήρξε επίσης σκοπός των επιστημόνων που ασχολούνται με την παραγωγή διαγονιδιακού σιταριού. (Bailey, 2011). Άλλη μία προσπάθεια προς την ίδια κατεύθυνση έχει γίνει για να αυξήσει την περιεκτικότητα σε γλουτένη τροφίμων που προορίζονται για χρήση ως ψημένα αγαθά, (Heller, 2003) και να μειώσει την αλλεργιογόνο δράση του

σιταριού (Avisé, 2004) που προκαλεί ένα ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα στους ανθρώπους που πάσχουν από κοιλιοκάκη ή ευαισθησία στη γλουτένη.

Αναμένονται εξελίξεις στην γενετική τροποποίηση καθώς πρόκειται για μία πολλά υποσχόμενη μέθοδο η οποία θα εξασφαλίσει το μέλλον του πλανήτη λύνοντας όπως πιστεύεται από πολλούς επιστήμονες το πρόβλημα της διατροφής του πλανήτη καθώς και της προστασίας του περιβάλλοντος. Ήδη η Μεγάλη Βρετανία είναι έτοιμη να ξεκινήσει πειράματα για την δημιουργία και καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένου σιταριού το οποίο θα αναπτύσσει αντοχή στις αφίδες και η οποία είναι προγραμματισμένη για την Άνοιξη του 2012. (<http://www.agronews.gr>).



Εικ. 12. «Γενετικά τροποποιημένο σιτάρι»



Υψικά  
&  
μέδοδα



## Υλικά και μέθοδοι

Ο τρόπος παρουσίασης των υλικών και μεθόδων και ο σχεδιασμός του πειράματος αναλύεται σε τρεις βασικούς άξονες:

1. Μελέτη αγρονομικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών, ποικιλιών σκληρού σιταριού σε οργανικό και συμβατικό περιβάλλον.
2. Μελέτη των γενοτύπων με χρήση δεικτών τύπου SSRs
3. Μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου των εξεταζομένων ποικιλιών.

### ➤ 6.1 Μελέτη αγρονομικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών, ποικιλιών σκληρού σιταριού σε οργανικό και συμβατικό περιβάλλον

Οι 10 πληθυσμοί σκληρού σιταριού προήλθαν από την τράπεζα γενετικού υλικού μικρών σπόρων του USDA και του Gatersleben της Γερμανίας. Δοκιμάστηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο 2009-2010 σε περιβάλλον συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας, στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν πλήρως τυχαίοποιημένο (CRD) και η αξιολόγηση έγινε με βάση τη μέθοδο του κινητού μέσου όρου (ΚΜΟ). Ως μάρτυρες επιλέχθηκαν οι εμπορικές ποικιλίες σκληρού σιταριού Μεξικάλι και Meridiano (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). Οι παραδοσιακές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν, περιγράφονται με κωδικούς, και είναι:

1.	7 (PI – 278260)
2.	12 (PI – 278270)
3.	13 (PI – 278271)
4.	25 (PI – 278269)
5.	26 (PI – 278302)
6.	34 (CITR- 11220)
7.	46 (PI – 278270)
8.	47 (PI- 278302)
9.	51 (CLTR – 11220)
10.	52 (PI – 278262)

Καταγράφηκαν τα αγρονομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών και συγκεκριμένα, ο αριθμός των στάχων ανά φυτό, το βάρος των στάχων, το συνολικό βάρος του σπόρου ανά φυτό, το ύψος των φυτών, το αδέλφωμα και το εκατολιτρικό βάρος.

Για να εγκατασταθεί σωστά ένας πειραματικός αγρός θα πρέπει να προηγηθούν ορισμένες εργασίες. Πρώτα θα πρέπει να έχει προετοιμαστεί έγκαιρα το έδαφος, στο οποίο θα εγκατασταθεί ο πειραματικός αγρός. Κατόπιν θα πρέπει να γίνουν στο εργαστήριο κάποιες προετοιμασίες, ώστε να είναι δυνατή η σπορά μόλις το επιτρέψουν οι καιρικές συνθήκες. Γίνεται στο εργαστήριο υπολογισμός της βασικής λίπανσης και της ποσότητας σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί.

### ➤ Χάραξη του πειραματικού αγρού

Τα απαραίτητα υλικά για την εργασία της χάραξης είναι:

1. Πασσαλάκια για την οριοθέτηση του πειραματικού και των επαναλήψεων
2. Σχοινί
3. Μαρκαδόροι
4. Μετροταινία
5. Μαχαίρι ή ψαλίδι
6. Σφυρί

### Εργασία χάραξης

Στον αγρό όπου πρόκειται να εγκατασταθεί ο πειραματικός επιλέγεται μια ευθεία αναφοράς, πάνω στην οποία θα στηριχθεί η χάραξη. Κατόπιν φέρεται μια ευθεία που να είναι παράλληλη στην ευθεία αναφοράς. Πάνω στην ευθεία αυτή λαμβάνεται ένα σημείο που χρησιμοποιείται ως σημείο αρχής, έστω το σημείο Α. Επί της ευθείας αυτής μετράται μια απόσταση ίση με τη μια διάσταση του πειραματικού και βρίσκεται έτσι η πλευρά ΑΒ, που συνήθως είναι η μεγάλη πλευρά. Η χάραξη στηρίζεται στο Πυθαγόρειο θεώρημα:  $\alpha^2 + \beta^2 = \gamma^2$  (Ξυνιάς, 2004).





Το τελικό στάδιο της εγκατάστασης του πειραματικού είναι η σπορά του σιταριού.

#### ➤ Καλλιεργητική πρακτική – Πειραματικό σχέδιο

Η σπορά των επιθυμητών ποικιλιών σιταριού στους πειραματικούς αγρούς πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2009 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, όπως προαναφέρθηκε. Η σπορά του πειραματικού έγινε με το χέρι, και με μεγάλη προσοχή, ώστε να αξιοποιηθεί η μικρή ποσότητα σπόρου που διαθέταμε.

Ανοίχτηκαν δώδεκα παράλληλες αυλακιές – γραμμές μήκους 5 m, που απήχαν μεταξύ τους 40cm. Στη συνέχεια οι σπόροι σπάρθηκαν με αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των φυτών 25 cm, και όσο το δυνατό ομοιόμορφα σε όλο το μήκος της γραμμής. Κατόπιν σκεπάστηκαν με την απαραίτητη ποσότητα χώματος, ώστε να είναι σε βάθος 2-3cm.

Το σχέδιο που εφαρμόστηκε στον πειραματικό αγρό ήταν πλήρως τυχαίοποιημένο (CRD) με τη μέθοδο του κινητού μέσου όρου. Το σχέδιο περιελάμβανε έναν βιολογικό και έναν συμβατικό αγρό με τρεις επαναλήψεις ο καθένας. Η κάθε επανάληψη είχε 12 γραμμές αντιπροσωπευτικές για κάθε ποικιλία.

Στην γραφική απεικόνιση που ακολουθεί παρατίθεται αναλυτικά το σχέδιο των αγρών, οι επαναλήψεις τους καθώς και η θέση της κάθε ποικιλίας στο σχέδιο.

# «Το ιδεοπλασματικό σχέδιο των αγρών»



Πειραματικό τεμάχιο  
Αγρός

Συμβολίζει τις παραδοσιακές ποκλίες (10 σειρές).

Συμβολίζει τις εμπορικές ποκλίες (στις άκρες).

Συμβολίζει τον φυτοφράκτη του βιολογικού αγρού (δεντρολίβανο).

Συμβολίζει τον φυτοφράκτη του συμβατικού αγρού (φωτίνια).

Πρόκειται για μία απεικόνιση του βιολογικού και του συμβατικού αγρού όπως οργανώθηκαν στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

Ο βιολογικός οργανώθηκε σε 3 επαναλήψεις όπου η κάθε επανάληψη είχε 12 σειρές εκ των οποίων οι 2 ήταν οι εμπορικές ποκλίες, οι 8 οι παραδοσιακές και 2 επαναλήψεις εντός της επανάληψης δύο παραδοσιακών ποικιλιών. Με την ίδια λογική οργανώθηκε και ο συμβατικός αγρός.

Πειραματικό  
τεμάχιο

Αγρός 1

Πειραματικό  
τεμάχιο

Αγρός 2

Πειραματικό  
τεμάχιο

Αγρός 3

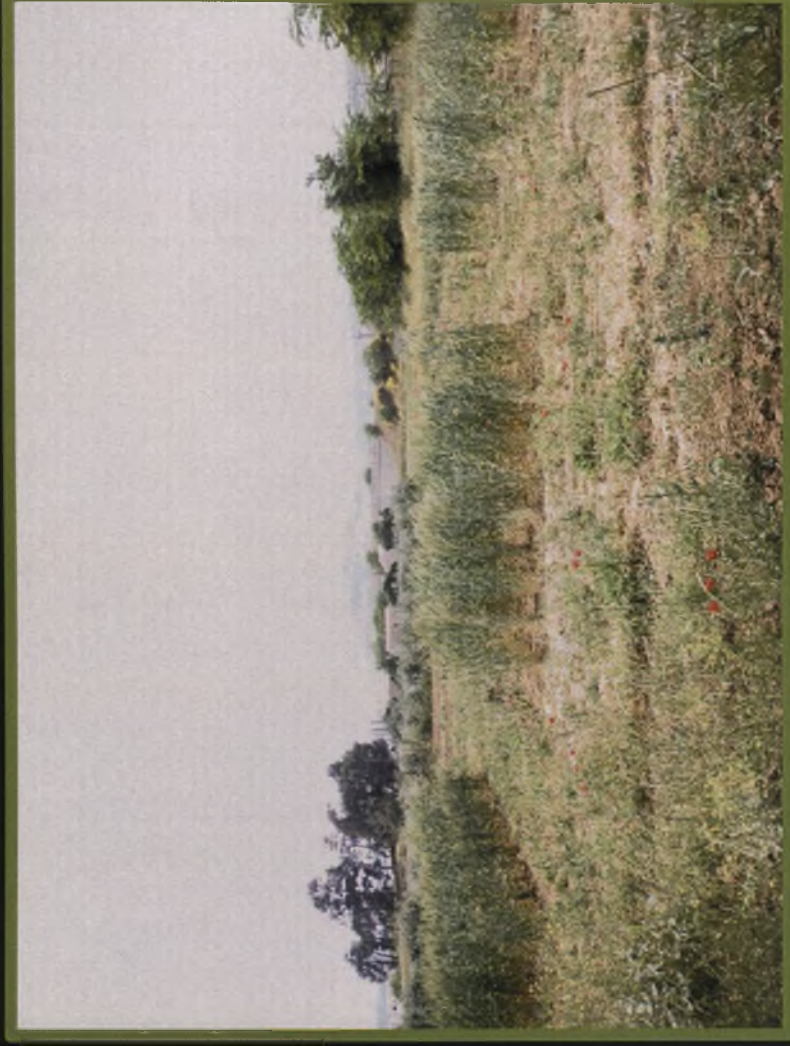
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 7 3 11 9 6 2 10 4 8 5 12

Στο ανωτέρω διάγραμμα παριστάνονται οι τρεις επαναλήψεις του βιολογικού και του συμβατικού αγρού και η τυχαιοποίηση που ακολουθήθηκε στο πειραματικό σχέδιο. Οι αριθμοί αντιστοιχούν στις 12 ποικιλίες που αναγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί.

- |   |                  |     |                   |
|---|------------------|-----|-------------------|
| 1 | Mexicalli        | 7.  | 34 (CITR-11220)   |
| 2 | 7 (PI - 278260)  | 8.  | 46 (PI - 278270)  |
| 3 | 12 (PI - 278270) | 9.  | 47 (PI- 278302)   |
| 4 | 13 (PI - 278271) | 10. | 51 (CLTR - 11220) |
| 5 | 25 (PI - 278269) | 11. | 52 (PI - 278262)  |
| 6 | 26 (PI - 278302) | 12. | Meridiano         |



**Εικ.** Ο συμβατικός αγρός και οι επαναλήψεις του, Μάιος 2010, αγρόκτημα Βελεστίνου.



Με τη μέθοδο του κινητού μέσου όρου ελέγχεται η ετερογένεια του εδάφους έχοντας βάση επιλογής την απόδοση κάθε πειραματικής γραμμής σε σχέση (%) με το μέσο όρο 6 (περισσότερα ή λιγότερα) γειτονικών γραμμών ή φυτών. Η μέθοδος αυτή έχει βέβαια το πλεονέκτημα ότι είναι προαιρετικό να καλλιεργούνται και να περιποιούνται φυτά μάρτυρες. Έχει όμως το ουσιαστικό μειονέκτημα ένας γενότυπος να αξιολογηθεί άριστος, όχι επειδή ο ίδιος είναι άριστος, αλλά επειδή οι γείτονικές του σειρές ήταν τυχαία οι χειρότερες. Επομένως ένας τέτοιος γενότυπος μπορεί να εμφανιστεί ξαφνικά με μεγάλο ποσοστό υπεροχής και να αξιολογηθεί υψηλά χωρίς στην ουσία ο ίδιος να είναι εξαιρετικός. Βέβαια η πιθανότητα να συμβεί κάτι τέτοιο θα μειώνεται όσο αυξάνεται ο αριθμός των ατόμων που θα απαρτίζουν τον κινητό μέσο όρο. (Στρατηλάκης 1998).

Τη συγκεκριμένη μέθοδο πρότεινε ο Richey το 1924. Ο Knott την εφάρμοσε σε  $F_3$  σειρές σιταριού, καθώς επίσης και τη μέθοδο του γειτονικού μάρτυρα. Συγκρίνοντας τελικά τις δύο μεθόδους κατέληξε στο συμπέρασμα ότι και οι δύο είναι εξίσου αποτελεσματικές στη μείωση του μέσου τετραγώνου.

Οι επεμβάσεις που διενεργήθηκαν στον βιολογικό και συμβατικό αγρό ήταν οι εξής:

- Στον συμβατικό αγρό εφαρμόστηκε χημική λίπανση με 16 μονάδες αζώτου (N), 16 μονάδες φωσφόρου (P) και 16 μονάδες καλίου (K) με τύπο λιπάσματος 16-16-16 (ποσότητα: 1,5kg/ 100 m<sup>2</sup>).
- Στον βιολογικό αγρό εφαρμόστηκε το φυσικό, βιολογικό λίπασμα Agrobiosol. Πρόκειται για ένα λίπασμα μακράς και αργής αποδέσμευσης, το οποίο έχει υψηλή συγκέντρωση οργανικής ουσίας. Η ποσότητα που εφαρμόστηκε ήταν 4 kg/ 100 m<sup>2</sup>.

Τον Μάιο του 2010 (05-05-2010) πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις οι οποίες αφορούσαν το ύψος των φυτών με τη χρήση μετροταινίας και το αδέλωμα, καθώς και τη γενική παρατήρηση των φυτών και των αγρών.



Εικ. 13. Βιολογικός αγρός (Μάιος 2010)



Εικ. 14. Συμβατικός αγρός (Μάιος 2010)

Στις 27 Ιουνίου 2010 πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά ο θερισμός των καλλιεργούμενων φυτών ανά γραμμή, με συλλογή των στάχων κάθε φυτού σε ατομική σακούλα. Η κάθε γραμμή συγκομίστηκε σε έναν σάκο, ο οποίος ουσιαστικά αντιπροσώπευε την κάθε ποικιλία.



Εικ. 15. Θερισμός βιολογικού αγρού (Ιούνιος 2010)

Μετρήθηκε λεπτομερώς ο αριθμός στάχων ανά ατομικό φυτό, και στην συνέχεια το βάρος τους, με τη χρήση ζυγού ακριβείας. Ταυτόχρονα ελήφθησαν αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες της κάθε ποικιλίας σε οργανικό και σε συμβατικό περιβάλλον καθώς και σε κάθε επανάληψη με στόχο την σύγκρισή τους και την καταγραφή των αγρονομικών τους χαρακτηριστικών και της παραλλακτικότητάς τους.



Εικ. 16. Μέτρηση αριθμού στάχων



Εικ. 17. Υπολογισμός βάρους στάχων στον ζυγό

Στις 22 Ιουλίου 2010 άρχισε η διαδικασία του αλωνίσματος και η τοποθέτηση του παραγόμενου σπόρου ανά ατομικό φυτό σε μικρά, αεροστεγή, πλαστικά σακουλάκια με τον κωδικό της ποικιλίας και τον αριθμό ατομικού φυτού με στόχο την σωστή αποθήκευσή τους, τον εύκολο εντοπισμό τους και μελλοντική χρήση τους σε προγράμματα βελτίωσης.



Εικ. 18. Τα στάδια του αλωνίσματος (Ιούλιος 2010)



Εικ. 19. Η τοποθέτηση του σπόρου σε αεροστεγή σακουλάκι

Αφού ολοκληρώθηκε και αυτή η διαδικασία, ακολούθησε ζύγισμά του σπόρου και υπολογισμός του εκατολιτρικού βάρους.



Εικ. 20. Ζύγιση του σπόρου και υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους

Τέλος οι σπόροι αποθηκεύτηκαν στον ψυκτικό θάλαμο (1 °C) του εργαστηρίου γενετικής βελτίωσης για μελλοντική χρήση.

Στους πίνακες που ακολουθούν γίνεται περιγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών των εμπορικών και των παραδοσιακών ποικιλιών σκληρού σιταριού. Περιγράφεται ο στάχυς, τα άγανα, ο σπόρος καθώς και η παραλλακτικότητα που παρατηρήθηκε στα διαφορετικά περιβάλλοντα.



# Ποικιλίες εκληροῦ εταροῦ

## Εμψαρκές ποικιλίες- μάρτυρες



### ποικιλία: Mexicali

Στάχυς : μετρίου μεγέθους, πυραμοειδής, συμπαγής, ανοικτόχρωμος, λευκός

Άγανα : μετρίου μεγέθους, λευκά, λίγα

Σπόρος: καλής ποιότητας, ωσειδής, μεγάλος, ανοικτόχρωμος

Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα: δεν παρατηρήθηκε



### ποικιλία: Meridiano

Στάχυς : μετρίου μεγέθους, συμπαγής, ανοικτόχρωμο, λευκό

Άγανα: μεγάλα, καστανόμαυρα, όχι πολλά

Σπόρος: καλής ποιότητας, μεγάλος, σκούρος κεχριμπαρένιος

Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα: έντονη παραλλακτικότητα μορφολογικά παρατηρήθηκε στις επαναλήψεις του βιολογικού αγρού

# Παικιλίες εκληρωά εταρωά

## Παραδοσιακές παικιλίες

### παικιλία: 7 (PI- 278260)

Στάχυς: ψηλός, συμπαγής, ανοιχτόχρωμος, κίτρινος

Άγανα: μεγάλα, πολλά, καστανόμαυρα

Σπόρος: ημιεπιμήκης, μέτριος, σκούρος κεχριμπαρένιος

Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα: δεν παρατηρήθηκε



### παικιλία: 12, 46 (PI-278270)

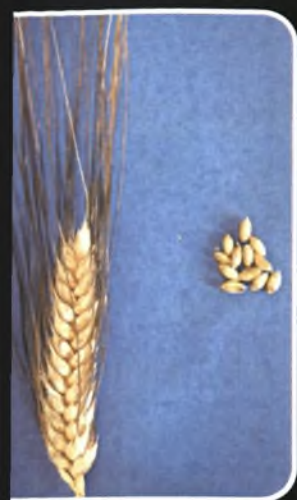
Στάχυς: ψηλός, μέσης συμπάγειας, λευκός

Άγανα: μεγάλα, λίγα, καστανόμαυρα

Σπόρος: καλής ποιότητας, ημιεπιμήκης, σκούρος κεχριμπαρένιος

Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα: έντονη παραλλακτικότητα παρατηρήθηκε μορφολογικά στον συμβατικό αγρό





## *ισοκλιία:* 13 (PI-278271)

**Στάχυς:** συμπαγής, πυραμοειδής, ωχροκίτρινος

**Άγανα:** πολλά, μεγάλα, καστανόμαυρα,

**Σπόρος:** καλής ποιότητας, ωσειδής, ανοιχτός κεχριμπαρένιος

**Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα:** όχι έντονη παραλλακτικότητα



## *ισοκλιία:* 25 (PI-278269)

**Στάχυς:** μέτριος, παράλληλος, κίτρινος

**Άγανα:** μέτρια, λίγα, λευκά

**Σπόρος:** καλής ποιότητας, ημιεπιμήκης, κεχριμπαρένιος

**Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα:** δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του στάχυ μεταξύ του βιολογικού και συμβατικού αγρού




## *ισοκλιία:* 26, 47 (PI-278302)

**Στάχυς:** μέτριος, παράλληλος, ανοικτός κίτρινος

**Άγανα:** πολλά, μεγάλα, λευκά και στην βάση ανοιχτό καστανό

**Σπόρος:** ημιεπιμήκης, μέτριος, ανοικτός κεχριμπαρένιος

**Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα:** παρατηρήθηκε έντονη μορφολογική παραλλακτικότητα στους δύο αγρούς. Στον βιολογικό αγρό ο στάχυς ήταν λεπτός ενώ στον συμβατικό ο στάχυς ήταν πιο παχύς. Τα χρώματα ήταν από κίτρινο έως υποκίτρινο.



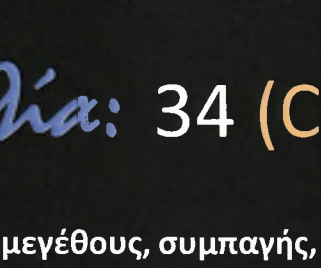
## ισοκλήα: 34 (CITR-11220)

Στάχυς: μετρίου μεγέθους, συμπαγής, κίτρινος

Άγανα: λευκά, υψηλά, όχι πολλά

Σπόρος: ημιεπιμήκης, μεγάλος, ανοικτός κεχριμπαρένιος

Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα: δεν υπήρχαν έντονες μορφολογικές αποκλίσεις μεταξύ των δύο αγρών.




## ισοκλήα: 51 (CLTR-11220)

Στάχυς: μέτριας συμπάγιας, παράλληλος, ανοικτός κίτρινος

Άγανα: μεγάλα, λευκά, όχι πολλά

Σπόρος: μέτριος, ημιεπιμήκης, σκούρος κεχριμπαρένιος,

Αποκλίσεις/ παραλλακτικότητα: δεν παρατηρήθηκαν μορφολογικές διαφορές των στάχων μεταξύ των αγρών.



## ισοκλήα: 52 (PI-278262)

Στάχυς: παράλληλος, συμπαγής, υψηλός, λευκός

Άγανα: πολλά, μεγάλα, καστανοκίτρινα

Σπόρος: ωσειδής, μέτριος, σκούρος κεχριμπαρένιος

Αποκλίσεις / παραλλακτικότητα: έντονη παραλλακτικότητα παρατηρήθηκε μεταξύ του βιολογικού και του συμβατικού αγρού. Παρατηρήθηκαν έντονες δυσμορφίες στο καλάμι και στον στάχυ.

## ➤ 6.2 Μελέτη των γενοτύπων με χρήση δεικτών τύπου SSRs

### 6.2.1 Η μέθοδος απομόνωσης του DNA

Η μέθοδος της απομόνωσης του DNA πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Για την απομόνωση του DNA χρησιμοποιήθηκε η μικρομέθοδος CTAB (Doyle and Doyle, 1990). Αρχικά λοιπόν, αναπτύχθηκαν σε jiffy rot οι 10 γενότυποι που χρησιμοποιήθηκαν στο εν λόγω πείραμα, οι 8 παραδοσιακές ποικιλίες και οι δύο μάρτυρες (εμπορικές ποικιλίες).



Εικ. 21. Τα νεαρά φυτά του σκληρού σιταριού σε στάδιο ανάπτυξης κατάλληλο για την απομόνωση του DNA

Αφού αναπτύχθηκαν επαρκώς πάρθηκαν ιστοί υγιών φύλλων από τα νεαρά φυτά συνολικού βάρους 0,3 gr και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας. Αμέσως μετά τοποθετούνται σε ένα αποστειρωμένο σκέυος και με την βοήθεια ενός μικρού αποστειρωμένου γουδιού και μικρής ποσότητας υγρού αζώτου θρυμματίζονται με στόχο την ομογενοποίησή τους. Στην συνέχεια με την βοήθεια μιας μικρής σπάτουλας οι φυτικοί ιστοί τοποθετήθηκαν σε μικροφυγοκεντρικό σωλήνα μαζί με 800 μl του ρυθμιστικού διαλύματος CTAB και 10 μl β - μερκαπτοαιθανόλης (1% v/v) και ανακινήθηκε προσεκτικά. Ακολούθησε αποστείρωση των διαλυμάτων σε υδατόλουτρο στους 60 °C για 20 περίπου min. Αφού ολοκληρώθηκε αυτή η διαδικασία ακολούθησε απομάκρυνση των πρωτεϊνών με διάλυμα χλωροφωρμίου / ισοαμυλικής αλκοόλης (24:1 v/v) και στην συνέχεια φυγοκεντρήθηκε στις 10.000 στροφές για 20 min σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά το πέρας της φυγοκέντρωσης η υπερκείμενη υγρή φάση μεταφέρθηκε προσεκτικά σε νέο, αποστειρωμένο μικροφυγοκεντρικό σωλήνα και προστέθηκε 2/3 του όγκου 2 - ισοπροπανόλη και 1/10 άλατος (Na-acetate). Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη σε θερμοκρασία -20° C για 30 min. Ακολούθησε φυγοκέντρωση στις 10.000 στροφές για 15 min. Αμέσως μετά αφαιρέθηκε η υγρή φάση με ιδιαίτερη προσοχή και προστέθηκαν για καθαρισμό του DNA 900 μl αιθανόλης EtOH (70%) και 100 μl, 0,1 M

άλματος K- acetate για δύο φορές και ακολούθησε φυγοκέντρηση στις 14.000 στροφές για 15 min. Στην συνέχεια έγινε μία ακόμη πλύση με καθαρή αιθανόλη (95%) και κατόπιν φυγοκεντρήθηκε στην ίδιες συνθήκες. Τέλος τα δείγματα υποβλήθηκαν σε διαδικασία ξήρανσης σε κενό αέρος και θερμοκρασία 60° C για 5 min. Η διάλυση του τελικού προϊόντος έγινε σε 200 μl TE (10 mM Tris- HCl, 1mM Na<sub>2</sub> EDTA, pH=8.0) και τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο ψυγείο για περαιτέρω χρήση.

### 6.2.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός DNA

Η εκτίμηση της ποσότητας του dsDNA σε ng/μl προσδιορίστηκε σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους/ ορατού με απορρόφηση των δειγμάτων στα 260 nm. Ο μέσος όρος της συγκέντρωσης DNA των δειγμάτων για τους πληθυσμούς υπολογίστηκε στα 100 ng/μL. Οι ανωτέρω εκτιμήσεις επιβεβαιώθηκαν και με ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης 0,8% με πρότυπο δείγμα DNA ως μάρτυρα.

### 6.2.3 Μοριακή γενετική ανάλυση με δείκτες τύπου SSRs

Κατά την μοριακή ανάλυση των γενοτύπων χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 5 ζεύγη εκκινητών (primers). Συγκεκριμένα οι εκκινητές τύπου Xgwm οι οποίοι επιλέχθηκαν με βάση την βιβλιογραφία (Πίνακας 4), με στόχο την εύρεση QTL στο χρωμόσωμα 5B που σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Πίνακας 4.

A/A	SSR εκκινητής	Αλληλουχία (left)	Αλληλουχία (right)
1	Xgwm33-1A	GGA GTC ACA CTT GTT TGT GCA	CAC TGC ACA CCT AAC TAC CTG
2	Xgwm136-1A	GAC AGC ACC TTG CCC TTT G	CAT CGG CAA CAT GCT CAT C
3	Xgwm193-6B	CTT TGT GC ACCT CTC TCT CC	AAT TGT GTT GAT GAT TTG GGG
4	Xgwm361-6B	GTA ACT TGT TGC CAA AGG GG	ACA AAG TGG CAA AAG GAG ACA
5	Xgwm644-7B	GTG GGT CAA GGC CAA GG	AGG AGT AGC GTG AGG GGC

Οι αντιδράσεις στον θερμοκυκλοποιητή ήταν τελικών όγκων 25 μL και περιείχαν 10 mM Tris HCl, 50 mM KCl, 25 mM MgCl<sub>2</sub> , 2,5 mM dNTP's, 0,4 mM από τον κάθε εκκινητή, 30 ng γενωμικού DNA και 1U ενζυμο πολυμερισμού.



Εικ. 22. Πρωτόκολλο της PCR



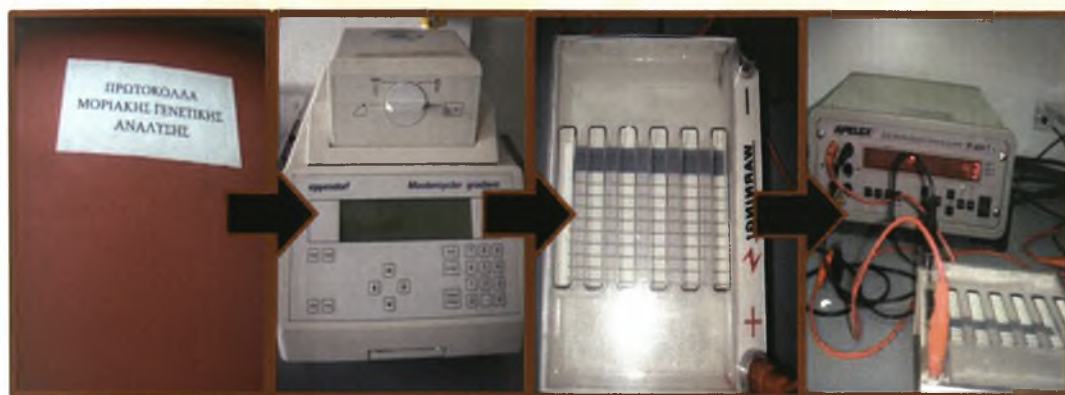
Εικ. 23. Διατήρηση των υλικών «φρέσκων»

Για κάθε τύπο δεικτών έγινε ανάλυση των προϊόντων της PCR.

Πίνακας 5.

Στάδιο	Θερμοκρασία	Χρόνος	Κύκλοι
Προ- αποδιάταξη των αλυσίδων	94° C	6 min	} 35
Αποδιάταξη των αλυσίδων	94° C	50 sec	
Υβριδισμός εκκινητών	55° C	50 sec	
Σύνθεση και επιμήκυνση νέων αλυσίδων	72° C	50 sec	
Τελική επιμήκυνση νεοσυντιθέμενων αλυσίδων	72° C	8 min	

Στα προϊόντα της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης για κάθε γενότυπο, γινόταν προσθήκη 2 μλ διαλύματος φόρτωσης και ηλεκτροφορούσαν για 1 ώρα σε πηκτή αγαρόζης 1 %, η οποία περιείχε 0,004% (w/v) βρωμιούχο αιθίδιο. Τα αποτελέσματα εμφανιζόταν ύστερα από έκθεση της πηκτής σε υπεριώδη ακτινοβολία και φωτογραφίζονταν. Παράλληλα πραγματοποιούνταν η καταγραφή των πολυμορφικών ζωνών των δειγμάτων και η εκτίμηση του μοριακού τους βάρους με την βοήθεια προτύπου δείγματος DNA (DNA ladder).



Εικ. 24. Διαδικασία πραγματοποίησης μοριακών αναλύσεων.



## Ποιοτικές αναλύσεις [6.3]

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής διατριβής πραγματοποιήθηκαν στην Αλευροβιομηχανία Λούλη, ορισμένες βασικές ποιοτικές αναλύσεις στις 10 ποικιλίες. Οι αναλύσεις αφορούσαν:

- ✦ Υγρασία
- ✦ Υγρή γλουτένη (ποιότητα, ποσότητα)
- ✦ Αριθμό πτώσης (F.N)
- ✦ Κοκκομετρία
- ✦ Χρώμα
- ✦ NIR (πρωτεΐνη, τέφρα, υγρασία)

### ✦ 6.3.1 Μέτρηση της υγρασίας

Σαν υγρασία ενός προϊόντος ορίζεται η απώλεια μάζας ενός δείγματος υπό καθορισμένες συνθήκες.

Το ποσό του νερού μετριέται όταν μια συγκεκριμένη ποσότητα δείγματος ξηρανθεί σε υψηλή θερμοκρασία. Το νερό εξατμίζεται ενώ το ξηρό δείγμα παραμένει. Η διαφορά των βαρών μας δίνει την υγρασία, η οποία υπολογίζεται σε % αναλογία.

#### Όργανα

- Μύλος αλέσεως για τη μέτρηση της υγρασίας.
- Ζυγός ακριβείας (0,01 g).
- Ξηραντήρας.
- Πυρραντήριο (130 - 133°C).
- Γυάλινα βαζάκια.

#### Εκτέλεση της μέτρησης.

- Ζυγίζουμε 5 - 6g δείγματος στα γυάλινα βαζάκια.
- Τοποθετούμε τα γεμάτα βαζάκια στο προθερμασμένο πυρραντήριο στους 130°C.
- Ο χρόνος ξήρανσης είναι 90 min.
- Μετά το τέλος της ξήρανσης αφήνουμε τα βαζάκια στον ξηραντήρα για 20 - 30 min να κρυώσουν.



- Ζυγίζουμε τα βαζάκια και υπολογίζουμε την υγρασία ως εξής:

$$\%Υγρασία = A/B \times 100$$

A = απώλεια νερού σε g

B = αρχικό βάρος σε g

#### TAXEIA ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕ ΤΟ METTLER LP16-M

Η μέθοδος αυτή δίνει γρήγορα και με αρκετά μεγάλη ακρίβεια αποτελέσματα για την μέτρηση της υγρασίας.

#### Όργανα

- Ζυγός METTLER PM460 DELTARANGE με προσαρμοσμένο το εξάρτημα ξήρανσης υπερύθρου LP16-M της METTLER, καλά ρυθμισμένος.
- Μεταλλικοί δίσκοι ξήρανσης δειγμάτων.

#### Εκτέλεση της μέτρησης

- Ανοίγουμε πλήρως προς τα πίσω το κάλυμμα ξήρανσης LP16- M και βάζουμε το σύστημα ξήρανσης σε λειτουργία πιέζοντας το κόκκινο κουμπί στο πίσω μέρος του μηχανήματος. Το σχετικό λαμπάκι, στο μπροστινό μέρος του μηχανήματος, αναβοσβήνει κόκκινο.
- Τοποθετούμε ένα καθαρό μεταλλικό δίσκο ξήρανσης δειγμάτων και, αφού γίνει ο μηδενισμός, προσθέτουμε το κατάλληλο βάρος προϊόντος.
- Αφαιρούμε το μεταλλικό δίσκο ξήρανσης και με κατάλληλη μικρή σπάτουλα, απλώνουμε το δείγμα ομοιόμορφα πάνω στο μεταλλικό δίσκο, χωρίς κενά ή χαραγές.
- Επαναφέρουμε το μεταλλικό δίσκο ξήρανσης στο ζυγό, κλείνουμε απαλά το καπάκι και πιέζουμε START στο μπροστινό μέρος του μηχανήματος. Το σχετικό λαμπάκι, παραμένει αναμμένο σταθερά κόκκινο.
- Χρόνος ξήρανσης: 4 - 7 λεπτά. Θερμοκρασία ξήρανσης: 50 - 160 °C.
- Με το τέλος ξήρανσης το λαμπάκι, στο μπροστινό μέρος του μηχανήματος, αρχίζει να αναβοσβήνει κόκκινο και η % ένδειξη υγρασίας του προϊόντος μένει σταθερή στο ταμπλό του οργάνου.
- Σημειώνουμε την ένδειξη υγρασίας, μετα ανοίγουμε προς τα πίσω το κάλυμμα ξήρανσης και αφαιρούμε το δισκάκι (πάντα με λαβίδα επειδή υπάρχει περίπτωση να καίει).

**Πίνακας. 6. Μέσες Υγρασίες και Βάρη Ξήρανσης διαφόρων προϊόντων**

Προϊόν	Βάρη Δειγμάτων(gr)	Υγρασία(%)	
		MIN	MAX
Αλεσμένα Δημητριακά	6	10	16
Αλεύρι	5	12	16
Μ-Σκληρό	5.5	11	15
Μ1 Χονδρό	5,5	11	15
Σιμιγδάλι	6	12	16
Πίτυρα	6	12	18
Αλεσμένα ζυμαρικά	5-6	10	15

### 6.3.2 Μέτρηση της τέφρας

#### ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Τέφρα είναι η ποσότητα μεταλλικών στοιχείων, η οποία παραμένει ως υπόλειμα μετά την αποτέφρωση δείγματος προϊόντος υπό καθορισμένες συνθήκες.

Το δείγμα φέρεται σε χωνευτήρια πορσελάνης και στη συνέχεια αποτεφρώνεται σε φούρνο σε θερμοκρασία 800°C. Η αποτέφρωση έχει πρακτικά τελειώσει όταν το υπόλειμα είναι (σε κρύα κατάσταση) άσπρο.

#### Όργανα

- Ζυγός ακριβείας (0,1 mg).
- Ηλεκτρικός φούρνος αποτέφρωσης (900°C) με ρύθμιση θερμοκρασίας και ένδειξη θερμοκρασίας (Bohler).
- Χωνευτήρια πορσελάνης.
- Ξηραντήρας.
- Πειραματικός μύλος αλέσεως.

## Εκτέλεση της μέτρησης

- Τα καθαρά χωνευτήρια καίγονται στον φούρνο στους 800°C για περίπου 1 ώρα.
- Στη συνέχεια κατεβάζουμε τη θερμοκρασία του φούρνου και, όταν αυτή φτάσει στους 300°C, βγάζουμε τα χωνευτήρια και τα τοποθετούμε στον ξηραντήρα για να επανέλθουν στη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Τα χωνευτήρια παραμένουν στον ξηραντήρα μέχρι την επόμενη χρήση.
- Τα κρύα χωνευτήρια, που περιέχουν το στεραίο υπόλοιμα (τέφρα) ζυγίζονται με ακρίβεια 0,1 mg.
- Στη συνέχεια ζυγίζουμε στα χωνευτήρια το προϊόν του οποίου η τέφρα πρέπει να μετρηθεί:
  - 3 - 4 gr για αλεύρι με τέφρα κάτω του 1%.
  - 3 - 4 gr για αλεύρι με τέφρα άνω του 1%.
- Τοποθετούμε τα χωνευτήρια στον φούρνο ο οποίος έχει προθερμανθεί στους 400°C, όπου και παραμένουν για 2 ώρες.
- Στη συνέχεια ανεβάζουμε τη θερμοκρασία του φούρνου στους 600°C για άλλες 2 ώρες και τελικά στους 800 C για 2 ώρες (συνολικά περίπου 6 ώρες).
- Αφού περάσουν οι 2 ώρες κατεβάζουμε το φούρνο στους 400°C.
- Βγάζουμε τα χωνευτήρια και τα τοποθετούμε στον ξηραντήρα μέχρι επαναφοράς στη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Τα κρύα πλέον χωνευτήρια ζυγίζονται (ακρίβεια 0,1 mg).
- Η ποσότητα της τέφρας βρίσκεται ως εξής (επί ξηρού)
  - $100 * (b-a)/c = \% \text{ τέφρα}$   
a = Βάρος του άδειου χωνευτηρίου σε g.  
b = Βάρος του χωνευτηρίου με το αποτεφρωμένο προϊόν.  
c = Βάρος του προϊόντος σε gr.
- Η ποσότητα της τέφρας υπολογίζεται ως εξής (επί υγρού)
  - $100 * (b-a)/c * 100/(100 - \% \text{ υγρασία}) = \% \text{ τέφρα}$



Εικ.25. Υπολογισμός της πρωτεΐνης, της τέφρας και της υγρασίας (προσεγγιστικά)

- Ο υπολογισμός γίνεται έως 0,001%. Ο μέσος όρος της διπλής μέτρησης (σε περίπτωση διπλής μέτρησης) υπολογίζεται σε 0,01%.
- Σε περίπτωση διπλής μέτρησης για τέφρα έως 10% δεν επιτρέπεται απόκλιση μεταξύ των δύο μετρήσεων άνω των 0,02 μονάδων.
- Σε περιπτώσεις μεγαλύτερης απόκλισης πρέπει η μέτρηση να επαναληφθεί.

### ☛ 6.3.3 Προσδιορισμός υαλωδών κόκκων

Η μέθοδος αυτή δίνει την δυνατότητα προσδιορισμού της υαλώδους δομής σκληρών ποικιλιών σίτου, καθώς και του προσδιορισμού του ποσοστού εμπειροχομένων μαλακών σπόρων σίτου.

Η σιμιγδαλοποιητική ικανότητα του σκληρού σίτου εξαρτάται κυρίως από τη δομή του ενδοσπερμίου, που πρέπει να είναι σκληρή και υαλώδους σύστασης από το κόκκο. Η υαλώδης δομή είναι γενικό χαρακτηριστικό.

#### Εξοπλισμός - Μέσα

Ειδικός κόφτης κόκκων για τον προσδιορισμό του ποσοστού των υαλωδών κόκκων.

#### Περιγραφή Οδηγίας

- ◆ Κρατώντας τον κόφτη με το ένα χέρι υπό γωνία με το άλλο χέρι ρίχνουμε σιγά-σιγά το σιτάρι επιδιώκοντας να πληρωθούν όλοι οι σχετικοί θύλακες του κόφτη. Όσοι από τους κόκκους δεν έχουν μπει στους θύλακες τους βγάζουμε χτυπώντας ελαφρά τον κόφτη.
- ◆ Κατεβάζουμε το καπάκι και το πιέζουμε με το ένα χέρι ενώ με το άλλο κλείνουμε το μαχαίρι επιτυγχάνοντας έτσι την τομή των κόκκων.
- ◆ Απομακρύνουμε την κάτω πλάκα του κόφτη και καταμετρούμε τον αριθμό των μη υαλωδών κόκκων. Κόκκοι που έχουν έστω και στίγματα φαρινώδους σύστασης θεωρούνται μη υαλώδεις κατά το ήμισυ.
- ◆ Το % ποσοστό των υαλωδών κόκκων υπολογίζεται εάν από το 100 αφαιρέσουμε το διπλάσιο (επειδή οι υποδοχές των πλακών είναι 50) του αριθμού των μη υαλωδών που ευρέθησαν.

$$\text{Υαλώδεις\%} = 100 - (\text{μη υαλώδεις} * 2)$$



Εικ. 26. Μέτρηση υαλωδών κόκκων (Μύλοι Λούλη)

### Προσδιορισμός ποσοστού μαλακών σπόρων

Λαμβάνονται 200 σπόροι και με την χρήση μεγεθυντικού φακού γίνεται ο διαχωρισμός των κόκκων του δείγματος σκληρού σίτου, σε υαλώδεις, αλευρώδεις, μαύρους και σπόρους μαλακού. Από την καταμέτρηση των σπόρων γίνεται αναγωγή επί τις %.

Σκληρά στάρια με μεγαλύτερο ποσοστό από 2 % σε μαλακό απορρίπτονται.

Οι σπόροι του μαλακού σίτου ξεχωρίζουν από το σχήμα τους το οποίο δεν είναι τόσο επιμήκεις όσο του σκληρού, από την μεγαλύτερη διάμετρο του σπόρου, και τα τριχίδια (γένη).

Οι ανωτέρω έλεγχοι γίνονται σε κάθε δείγμα πριν την αγορά του σίτου, καθώς και σε κάθε τελικό δείγμα του φορτίου κατά την παραλαβή του και αποτελεί κριτήριο αποδοχής ή απόρριψης .

### ✚ 6.3.4 Προσδιορισμός χρώματος

Η οδηγία αυτή δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού χρώματος σε αποφλοιωμένο σκληρό σίτο, σιμιγδάλι και αλεύρα απο σκληρό στάρι.

Το χρώμα του σκληρού σίτου, του σιμιγδαλιού και αλεύρων απο σκληρό στάρι είναι ένα από τα σπουδαιότερα κριτήρια ποιότητας τους. Το επιθυμητό χρώμα είναι το διαυγές, φωτεινό κίτρινο, που προέρχεται από την παρουσία της ξανθοφύλλης και των καροτενίων. Το χρώμα επηρεάζεται από το μέγεθος των σωματιδίων και από το ποσοστό των χρωστικών που υπάρχουν. Όσο πιο λεπτόκοκκο είναι το προϊόν τόσο πιο ανοιχτόχρωμο φαίνεται ενώ η παρουσία των καφέ χρωστικών επαυξάνουν το χαρακτηριστικό χρώμα.

## Εξοπλισμός – Μέσα

- Εργαστηριακός μύλος Satake
- Ζυγός ακριβείας Metter Κόσκινα 200 και 160 Mesh
- Εργαστηριακό πλανσίχτερ Buehler
- Χρωματόμετρο MINOLTA μοντέλο CR300
- Εξάρτημα χρωματομέτρου CR A-50
- Λευκή πλάκα CR-A43

### Προετοιμασία δείγματος

#### ➤ Μέτρηση χρώματος σιταριού

- Παίρνουμε 250gr σίτου, το διαιρούμε σε δύο ισόποσα περίπου μέρη, τα οποία τα αποφλοιώνουμε στον εργαστηριακό μύλο Satake (1.5-2 min, ανάλογα με τον κόκκο του σίτου).
- Αναμειγνύουμε πάλι μαζί τα δύο μέρη του αποφλοιωμένου σίτου και από αυτό λαμβάνουμε 100gr τα οποία υποβάλουμε σε άλεση στον Εργαστηριακό μύλο Brabender.
- Το άλεσμα που παίρνουμε υποβάλλεται σε κοσκίνιση στο εργαστηριακό πλανσίχτερ Buehler με κόσκινα διατομής 200 και 160 Mesh για 5 min. Το κλάσμα που περνάει από το κόσκινο με άνοιγμα 200 Mesh και παραμένει σαν υπόλειμμα στο κόσκινο με άνοιγμα 160 Mesh συλλέγεται προσεκτικά και πραγματοποιείται σ' αυτό η χρωματική ανάλυση.

#### ➤ Μέτρηση χρώματος σε σιμιγδάλι και άλευρα

Παίρνουμε 100gr προϊόντος σε κοσκίνιση στο εργαστηριακό πλανσίχτερ Buehler με κόσκινα διατομής 200 και 160 Mesh για 5 min. Το κλάσμα που περνάει από το κόσκινο με άνοιγμα 200 Mesh και παραμένει σαν υπόλειμμα στο κόσκινο με άνοιγμα 160 Mesh συλλέγεται προσεκτικά και πραγματοποιείται σ' αυτό η χρωματομετρική ανάλυση.

#### ➤ Διαδικασία χρωματομετρικής ανάλυσης

Πριν γίνει ο προσδιορισμός του χρώματος στο παραπάνω κλάσμα ρυθμίζουμε το χρωματόμετρο. Η ακριβής ρύθμιση του οργάνου γίνεται με την τοποθέτηση του οπτικού φακού CR-300 πάνω στη λευκή πλάκα CR-443 και στην χρωματική επιλογή του διαστήματος Υχυ. Πατάμε το κουμπί της οπτικής μονάδας και διαβάζουμε την ένδειξη (η ένδειξη του μηχανήματος και η ένδειξη που είναι γραμμένη στην πλάκα

πρέπει να είναι ίδιες). Μετά τη ρύθμιση παίρνουμε το κλάσμα του αλέσματος και το χωρίζουμε σε 3 ισόποσα μέρη στα οποία γίνεται ο προσδιορισμός του χρώματος στο κάθε ένα ξεχωριστά, χρησιμοποιώντας το εξάρτημα CR A-50 (3 αναγνώσεις ανά μέρος).

Για να υπολογίσουμε το χρώμα, τοποθετούμε στην κυψελίδα του CR A-50, το δείγμα, την κλείνουμε και τοποθετούμε τον οπτικό φακό επάνω. Πηγαίνουμε στην χρωματική επιλογή L- a - B (σύστημα cielab) και πατάμε το κουμπί της οπτικής μονάδος CR 300.

Υπολογίζουμε αυτόματα μέση τιμή καθώς και την απόκλιση από τα standards πάνω στις εννέα αναγνώσεις. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία η τιμή του δείκτη "β" (κίτρινο) η οποία αρχειοθετείται.

Στο τέλος του προσδιορισμού καθαρίζεται η λευκή πλάκα και το εξάρτημα CR A-50 με ένα πινέλο με σκληρή τρίχα αντιστατική.



Εικ. 27. Διαδικασία υπολογισμού χρώματος

### 6.3.5 Μέτρηση εκατολιτρικού βάρους

Το εκατολιτρικό βάρος του σίτου (περίπου ειδικό βάρος) αποτελεί κριτήριο ποιοτικής διαβάθμισης του σίτου. Όσο πιο υψηλό το εκατολιτρικό βάρος τόσο καλύτερη η αλεστική ικανότητα του σίτου.

## Όργανα

Συσκευή μέτρησης εκατολιτρικού βάρους.

### Εκτέλεση της μέτρησης

- Το δείγμα σίτου το οποίο παραλαμβάνεται, υφίσταται ένα ελαφρύ προκαθαρισμό και στη συνέχεια φέρεται στον υποδοχέα-καπάκι της συσκευής. Κατόπιν γεμίζει μέχρι το χείλος του.
- Το ρίχνουμε μέσα στο σωλήνα της συσκευής και τραβάμε την κόφτρα για να πέσει το σιτάρι στο κάτω μέρος της συσκευής. Ξανακλείνουμε την κόφτρα αδειάζουμε το επιπλέον σιτάρι και αφαιρούμε τον πάνω σωλήνα και την κόφτρα.
- Κρεμάμε το κάτω μέρος από την μικρή ζυγαριά και τοποθετούμε βαρίδια μέχρι να ισορροπήσει ο ζυγός.
- Αφού ισορροπήσει μετρούμε τα βάρη και κάνουμε την αντιστοιχία με τον πίνακα εκατολιτρικού βάρους.
- Εκτός από το εκατολιτρικό βάρος του σιταριού μπορούμε να μετρήσουμε και το εκατολιτρικό βάρος άλλων δημητριακών.

### ✚ 6.3.6 Προσδιορισμός του αριθμού πτώσης FN (κατά Hagberg – Perten)

Ο αριθμός πτώσης είναι ο χρόνος σε sec, τον οποίο χρειάζεται ο αναδευτήρας της συσκευής για να διανύσει μια καθορισμένη απόσταση σε ένα βραστό διάλυμα αλεύρου - νερού.

Ο αριθμός πτώσης μετρά τον ρυθμό ζελατινοποίησης του αμύλου λόγω ενζυματικής δράσης της α-αμυλάσης.

Όσο πιο μικρός είναι ο χρόνος της πτώσης τόσο μεγαλύτερη είναι η ενζυματική δράση.

#### Όργανα

- Συσκευή μέτρησης αριθμού πτώσης κατά Hagberg - Perten.
- Δοσιμετρική συσκευή 25 ml H<sub>2</sub>O.
- Ζυγός ακριβείας ± 0,05g.
- Πειραματικός μύλος αλέσεως.
- Δοκιμαστικοί σωλήνες για τη μέτρηση του FN.



## Εκτέλεση της μέτρησης

- Στην περίπτωση σιταριού ζυγίζονται 300 g προκαθορισμένων σπόρων σίτου. Αλέθονται στον ειδικό πειραματικό μύλο. Το άλεσμα αναμιγνύετε καλά και απ'αυτό πέρνουμε 7 g δείγματος.
- Στην περίπτωση αλεύρου πέρνουμε 7 g από ένα καλά αναμεμιγμένο δείγμα αλεύρου.
- Τα επόμενα στάδια είναι ίδια, είτε πρόκειται για αλεύρι είτε για σιτάρι.
- Στο δείγμα το οποίο έχουμε φέρει στον ειδικό πυρίμαχο δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτουμε 25 ml απιονισμένο νερό θερμοκρασίας  $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , κρατώντας το σωλήνα υπό κλίση. Ο σωλήνας κλείνεται με ένα λαστιχένιο πώμα και αναδευτεί δυνατά οριζοντίως για 20 - 30 φορές.
- Απομακρύνουμε το πώμα και με την βοήθεια του αναδευτήρα καθαρίζουμε τα εσωτερικά τοιχώματα του σωλήνα.
- Φέρουμε το σωλήνα με τον αναδευτήρα στην ειδική υποδοχή του δοχείου βρασμού. Γυρνάμε την κεφαλή της συσκευής πάνω από το δοχείο και η κεφαλή του αναδευτήρα συνδέεται αμέσως με την κεφαλή της συσκευής. Ταυτόχρονα θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο.
- Για ένα λεπτό ο αναδευτήρας αναδευτεί πάνω - κάτω το διάλυμα αλεύρου - νερού που βράζει.
- Στη συνέχεια ο αναδευτήρας αφήνεται ελεύθερος να πέσει μέσα στο διάλυμα. Όταν φτάσει στο κάτω αισθητήριο, σταματά το χρονόμετρο αυτομάτως και ο χρόνος αυτός είναι ο αριθμός πτώσης.



Εικ. 28. Προσδιορισμός του αριθμού πτώσης FN (Μύλοι Λούλη)

### 6.3.7 Μέτρηση της υγρής γλουτένης

Σαν γλουτένη ορίζεται το σύνολο των μη υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών του αλεύρου και κατά κύριο λόγο γλοιαδίνη, γλουτενίνη.

Αρχικά γίνεται ένα μίγμα αλεύρου, σίτου και αλατόνερου το οποίο στη συνέχεια ξεπλένεται για να απομονωθεί η υγρή γλουτένη.

#### Όργανα

- Αυτόματη συσκευή πλύσεως γλουτένης Glutomatic.
- Ζυγός ακριβείας : 0,01g.
- Φυγόκεντρος 6000 U/MIN.

#### Εκτέλεση της μέτρησης

- Ζυγίζουμε 10 gr αλεύρι και τα τοποθετούμε στο ειδικό για τη πλύση της γλουτένης δοχείο.
- Προσθέτουμε 4,9 ml 2% αλατοδιάλυμα.
- Τοποθετούμε το δοχείο στη συσκευή και πιέζουμε το κουμπί έναρξης λειτουργίας. Με τον υδροβολέα ρίχνουμε λίγο νερό στο ζυμωτήριο της συσκευής.
- Αφού τελειώσει η πλύση αφαιρούμε τα δοχεία και μαζεύουμε τη γλουτένη, την οποία φυγοκεντρούμε.
- Μετά την φυγοκέντρηση ζυγίζουμε την υγρή γλουτένη και ανάγουμε το αποτέλεσμα σε επί τοις εκατό αναλογία.
- Οι τιμές στην περίπτωση διπλής μέτρησης δεν πρέπει να αποκλίνουν άνω του 0,5% σε υγρή γλουτένη.
- Σε περίπτωση μεγαλύτερης διαφοράς πρέπει να επαναληφθεί η μέτρηση.
- Αναγωγή του αποτελέσματος της μέτρησης σε ποσοστό υγρασίας 14%

$$\text{Υγρή Γλουτένη (14\% H}_2\text{O)} = \text{Υγρή γλουτένη} * (100-14) / 100 - \% \text{ υγρασία}$$



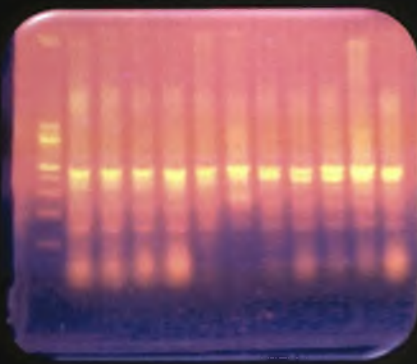
Εικ. 29. Η διαδικασία παραγωγής γλουτένης (φωτογραφίες από μύλους Λούλη)

### Μέθοδος πλύσης με το χέρι

- Ζυγίζουμε 20 g αλεύρι και τα τοποθετούμε σε ένα γουδί πορσελάνης.
- Προσθέτουμε 10 ml νερό και τα ζυμώνουμε μέχρι να σχηματιστεί ζυμαράκι.
- Ξεπλένουμε το ζυμαράκι με νερό βρύσης μαλαζώντάς το ανάμεσα στα δάχτυλα του ενός χεριού για να απομακρυνθεί το υδατοδιαλυτό άμυλο.
- Αφού απομακρυνθεί όλο το άμυλο (το ξέπλυμα είναι διαυγές), στεγνώνουμε τη γλουτένη πιέζοντάς την ανάμεσα στις παλάμες.
- Ζυγίζουμε την σχεδόν στεγνή γλουτένη και ανάγουμε το βάρος σε επί τοις εκατό αναλογία αλεύρου. Αυτό αποτελεί το ποσοστό υγρής γλουτένης.



# αιδοτελέεματα

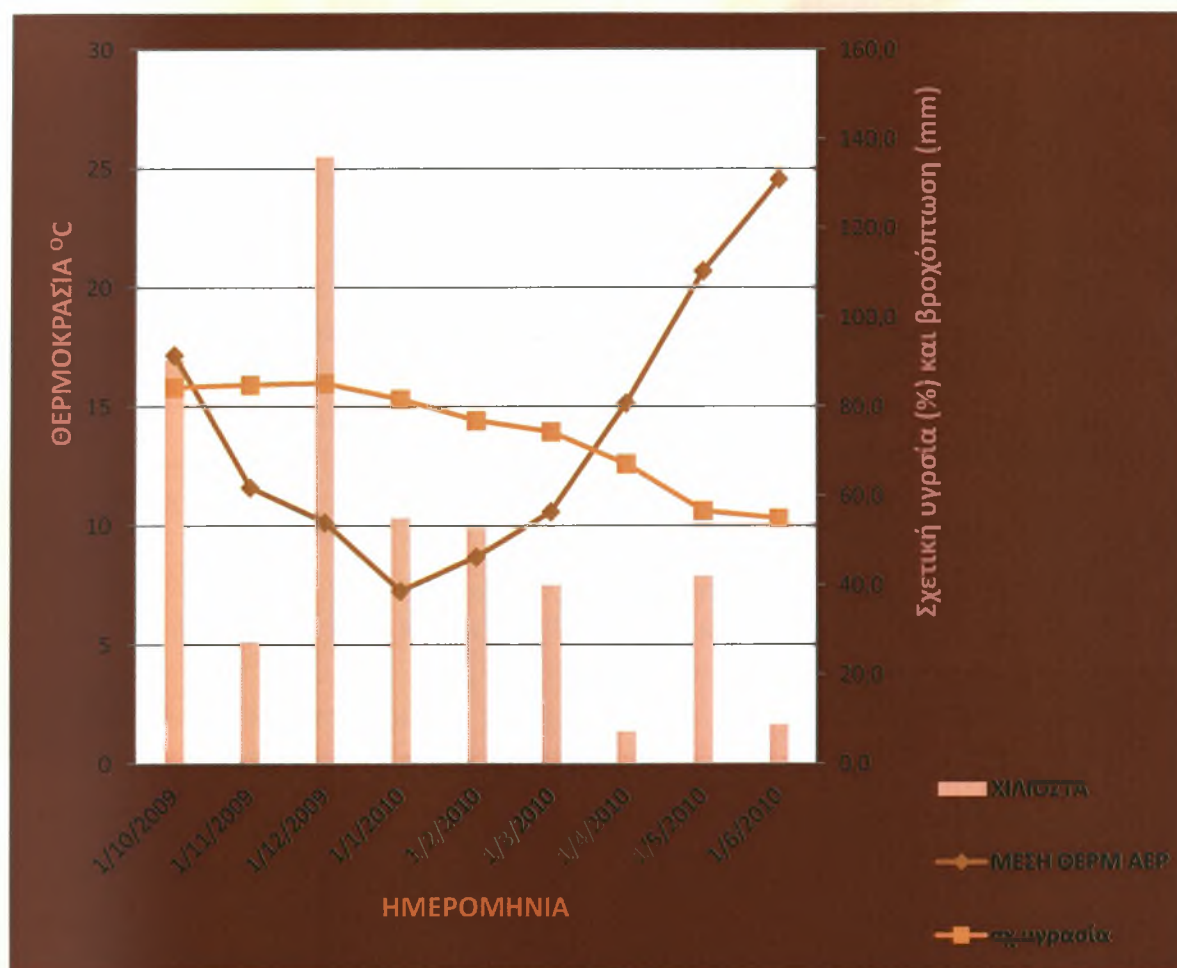




## Αποτελέσματα [7]

### ♦ 7.1 Μετεωρολογικά Στοιχεία

Οι μετρήσεις του μετεωρολογικού κλωβού στην περιοχή του Βελεστίνου, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Οκτώβριος 2009 - Ιούνιος 2010) έδειξαν σταδιακή άνοδο της θερμοκρασίας από τον μήνα Μάρτιο ως την συγκομιδή που πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο κάτι που συνδυάστηκε και με σχετική ανομβρία.



Εικ. 30. Στοιχεία μετεωρολογικού κλωβού που αφορούν την καλλιεργητική περίοδο Οκτωβρίου 2009 – Ιουνίου 2010 στην περιοχή του Βελεστίνου και μελετάται η βροχόπτωση σε mm, η θερμοκρασία αέρα σε °C και η σχετική υγρασία (%).

Ο παράγοντας της βροχόπτωσης δεν είναι σημαντικός μόνο για την κρίσιμη περίοδο (Μάρτιος-Μάιος), αλλά καθόλη τη διάρκεια της καλλιέργειας και επηρεάζει την απόδοσή της. Η απόδοση του σκληρού σιταριού επηρεάζεται τόσο από την

ολική βροχόπτωση, όσο και από την κατανομή αυτής στη διάρκεια του έτους. (Αντωνίου, 2004).

Τα επίπεδα της βροχόπτωσης, όπως διακρίνουμε στην εικόνα 30, δεν ήταν ικανοποιητικά ειδικά την περίοδο Απριλίου – Μαΐου που το φυτό βρισκόταν στην κριτική περίοδο δηλαδή στα ευαίσθητα στάδια του ξεσταχυάσματος και της άνθησης.

Συνήθως οι βροχές του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου ξεπερνούν τις ανάγκες των φυτών, γίνεται αποθήκευση στο έδαφος και χρησιμοποίηση της υγρασίας αργότερα (Παπακώστα, 2008). Παρόλα αυτά στην δική μας περίπτωση, οι βροχές τους δύο αυτούς μήνες δεν ήταν επαρκείς με συνέπεια την μειωμένη παραγωγικότητα.

Δύο ημέρες πρίν την συγκομιδή του σιταριού, την περιοχή έπληξε ένα καιρικό φαινόμενο με έντονη βροχόπτωση και έντονους ανέμους, με αποτέλεσμα το πλάγιασμα των φυτών, το τίναγμα του σπόρου και επομένως της συνολικής παραγωγής.

Γενικότερα όψιμες βροχές είναι κατά κύριο λόγο ανεπιθύμητες γιατί ευνοούν το όψιμο πλάγιασμα, τις προσβολές από σκωριάσεις, ενώ καθυστερούν και την ωρίμανση των καρπών (Καραμάνος, 1992).

## ◆ 7.2 Μελέτη αγρονομικών χαρακτηριστικών

Στη διεξαγωγή του συγκεκριμένου πειράματος εξετάστηκαν δύο συστήματα παραγωγής, το βιολογικό και το συμβατικό και μελετήθηκε η συμπεριφορά των παραδοσιακών ποικιλιών σιταριού καθώς επίσης και οι διαφορές στα δύο συστήματα μέσω της εξέτασης χαρακτηριστικών που αποτελούν συστατικά της απόδοσης. Εξετάστηκαν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Αριθμός στάχων
- Βάρος στάχων
- Βάρος σπόρου
- Βάρος εκατολίτρου
- Ύψος φυτών
- Αδέλφωμα

Υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για κάθε χαρακτηριστικό, κάθε ποικιλίας και μέσω της ανάλυσης παράλλακτικότητας υπολογίστηκαν οι μεταξύ τους διαφορές.

## Βιολογικός αγρός- ιδίνας 7

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ	ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ	ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΟΥ	ΒΑΡΟΣ ΕΚΑΤΟΛΙΤΡΟΥ	ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ	ΑΔΕΛΦΩΜΑ
1. Mexicalli	6,8 ± 0,6	12,2 ± 0,8	7,3 ± 0,5	75 ± 2,8	0,7 ± 0,30	2,00 ± 0,00
2. 7 (PI- 278260)	14,1±5,7	35,1±10,5	19,1±5,3	74±2,5	1,16 ±0,07	3,78±0,19
3. 12 (PI- 278270)	16,3±2,7	44±2,9	24,7±0,7	79,4±2,3	1,25 ±0,01	3,33±0,33
4. 13(PI- 278271)	11,3±1,6	32,2±7,5	18,5±5,1	77,7±2,4	1,28 ±0,09	2,44±0,19
5. 25(PI- 278269)	10,9±1,3	36,1±3,1	19,6±1,3	76,1±1,6	1,35 ±0,10	3,33±0,58
6. 26(PI- 278302)	13±0,8	38,7±0,5	22,5±0,8	79,2±3,7	1,22 ±0,03	3,00±0,88
7. 34 (CITR- 11220)	12,3±0,8	32,8±2,7	18,5±2,2	77,5±3,2	1,36 ±0,03	3,00±0,88
8. 46 (PI- 278270)	14,6±2,2	39,2±3,4	22,3±4,3	77,7±2,9	1,33 ±0,07	3,33±0,58
9. 47 (PI- 278302)	12,8±1,7	39,0±3,4	22,6±0,4	80,4±4,9	1,25 ±0,02	2,78±0,51
10. 51 (CLTR- 11220)	13,1±1,0	37,2±2,9	22,1±1,1	76,4±0,5	1,33 ±0,04	3,00±0,67
11. 52 (PI- 278262)	10,9±2,4	34,0±5,3	18,1±4,3	78±1,2	1,36 ±0,03	3,00±0,67
12. MERIDIANO	7,4±0,6	20,2±7,6	13,0±6,7	75,6±1,3	0,85 ±0,07	2,17±0,17
F- Test (p0,05)	*	*	*	ns	*	*
F	4,512	8,647	5,680	1,506	12,330	2,680
F- Test (p0,01)	**	**	**	ns	**	**
F	4,512	8,647	5,680	1,506	12,330	2,680
LSD	6,214	10,383	7,840	15,793	1,972	3,077

## Ευφρατικός αγρός- ιδίνας 8

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ	ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ	ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΟΥ	ΒΑΡΟΣ ΕΚΑΤΟΛΙΤΡΟΥ	ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ	ΑΔΕΛΦΩΜΑ
1. Mexicalli	5,4±2,3	14,1±5,4	9,3±3,8	79,2±2,8	0,82 ±0,11	2,11 ±0,19
2. 7 (PI- 278260)	10,8±1,5	27,4±1,6	15,5±2,3	73,8±3,2	1,09 ±0,11	3,33 ±0,33
3. 12 (PI- 278270)	14,8±0,8	41,4±6,6	24,5±5,5	75,3±4,6	1,25 ±0,09	2,89 ±0,38
4. 13(PI- 278271)	12,8±3,5	34,0±14,2	19,4±7,6	77,7±3,0	1,26 ±0,02	2,33 ±0,33
5. 25(PI- 278269)	12,6±1,6	36,7±2,9	19,5±1,5	72,6±4,6	1,31 ±0,05	2,56 ±0,19
6. 26(PI- 278302)	15,1±2,6	49,8±8,8	30,5±5,4	79,3±3,8	1,23 ±0,04	2,89 ±0,38
7. 34 (CITR- 11220)	13,6±1,4	33,0±1,9	18,6±0,9	78,4±3,1	1,31 ±0,10	2,78 ±0,51
8. 46 (PI- 278270)	14,3±1,0	34,2±5,6	20,4±4,6	78,1±4,6	1,20 ±0,06	2,67 ±0,33
9. 47 (PI- 278302)	15,6±1,3	47,1±2,0	29,3±1,7	78,3±3,7	1,28 ±0,04	2,89 ±0,38
10. 51 (CLTR- 11220)	13,1±0,4	32,9±2,7	20,2±2,3	77,6±3,2	1,27 ±0,03	2,44 ±0,19
11. 52 (PI- 278262)	14,1±2,6	43,0±8,4	21,7±3,8	77,2±2,8	1,28 ±0,03	3,11 ±0,38
12. MERIDIANO	10±2,3	28,9±10,4	20,0±8,1	74,4±5,6	0,93 ±0,04	2,22 ±0,19
F- Test (p0,05)	*	*	*	ns	*	*
F	6,254	5,625	4,609	1,002	16,178	3,657
F- Test (p0,01)	**	**	**	ns	**	**
F	6,254	5,625	4,609	1,002	16,178	3,657
LSD	6,405	10,666	8,185	15,751	1,957	2,945

Παρατηρούμε από τους πίνακες 7 και 8 ότι οι ποικιλίες διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε όλα τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν εκτός από το εκατολιτρικό βάρος.

Στον βιολογικό αγρό, η ποικιλία 12 (PI- 278270) υπερείχε σε σχέση με τις υπόλοιπες, ως προς τον αριθμό των στάχων, ενώ στο βάρος στάχων, βάρος σπόρου και στο εκατολιτρικό υπερείχε η ποικιλία 26, 47 (PI- 278302). Επομένως η ποικιλία PI-278302 είχε την υψηλότερη απόδοση από όλες τις ποικιλίες και ξεπέρασε ακόμη και τις εμπορικές. Άρα είναι μία ποικιλία που θα μπορούσε κάτω από προϋποθέσεις να καλλιεργηθεί αυτούσια ή να αποτελέσει γενετικό υλικό για βελτίωση άλλων ποικιλιών.

Το μεγαλύτερο ύψος φυτών παρουσίασαν οι ποικιλίες 34 (CITR- 11220) και 52 (PI- 278262) ενώ στο αδελφωμα, πλεονεκτούσε η ποικιλία 7 (PI- 278260). Οι υψηλές ποικιλίες δεν είναι ιδιαίτερα επιθυμητές επειδή παρουσιάζουν πρόωρο πλάγισμα με αποτέλεσμα τελικά την μείωση της απόδοσης. Βέβαια η ποικιλία 34 (CITR- 11220) παρόλο που παρουσίασε το μεγαλύτερο ύψος (έως και 1,62 cm) δεν παρουσίασε πλάγισμα.

Στον συμβατικό αγρό η ποικιλία 26, 47 (PI- 278302) πλεονεκτούσε ως προς τα χαρακτηριστικά, αριθμός των στάχων, βάρος στάχων, βάρος σπόρου και στο βάρος εκατολίτρου.

Η ποικιλία 34 (CITR- 11220) είχε το μεγαλύτερο κατά μέσο όρο ύψος και η ποικιλία 7 (PI- 278260) υπερείχε στο αδελφωμα ενώ στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά δεν ανταποκρίθηκε επαρκώς.

Οι ποικιλίες που το ύψος τους κυμαίνονταν κοντά στο επιθυμητό πέραν των δύο εμπορικών ποικιλιών, ήταν η ποικιλία 7 (PI- 278260) και η ποικιλία 26 (PI- 278302).

Οι δύο εμπορικές ποικιλίες, που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες δεν ανταποκρίθηκαν ικανοποιητικά, κάτι που μπορεί να οφείλεται σε οικολογικούς και εδαφικούς παράγοντες.

Η ποικιλία 26 (PI- 278302) είναι και στους δύο αγρους υψηλοαποδοτική, παρόλα αυτά όμως στον συμβατικό αγρό οι αποδόσεις της είναι πιο υψηλές.



Στον παρακάτω πίνακα όπου γίνεται η σύγκριση των δύο περιβαλλόντων καλλιέργειας για το σύνολο των εξεταζόμενων γενοτύπων, προκύπτει ότι το περιβάλλον (συμβατικό, βιολογικό) δεν επηρεάζει τα χαρακτηριστικά εκτός από το αδελφωμα στο οποίο παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Πίνακας. 9.

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ	ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ	ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΟΥ	ΒΑΡΟΣ ΕΚΑΤΟΛΙΤΡΟΥ	ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ	ΑΔΕΛΦΩΜΑ
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ	11,958	33,383	19,036	77,233	1,204	2,931
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ	12,703	35,228	20,742	76,825	1,186	2,685
F-TEST P(0,05)	ns	ns	ns	ns	ns	*
F-TEST P(0,01)	ns	ns	ns	ns	ns	**

Οι πίνακες παραλλακτικότητας (ANOVA) 10 - 15 που ακολουθούν προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση με το πρόγραμμα SPSS στους οποίους διακρίνεται, αυτό που περιγράψαμε και στον ανωτέρω πίνακα δηλαδή ότι η αλλαγή του περιβάλλοντος δεν επηρεάζει τα χαρακτηριστικά εκτός από το αδελφωμα που έχει  $p < 0,05 = 0,025$ . Επιπλέον διακρίνουμε ότι η ποικιλία είναι σημαντικός παράγοντας για όλα τα χαρακτηριστικά που εξετάζονται εκτός από το εκατολιτρικό βάρος που έχει  $p > 0,05 = 0,107$ .

Πίνακας 10.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ					
Πηγή	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	530,059 <sup>a</sup>	23	23,046	5,133	,000
Intercept	10947,067	1	10947,067	2438,401	,000
Περιβάλλον	9,976	1	9,976	2,222	,143
Ποικιλίες	452,549	11	41,141	9,164	,000
Περιβάλλον * ποικιλίες	67,534	11	6,139	1,368	,219
Σφάλμα	215,493	48	4,489		
Σύνολο	11692,620	72			
Corrected Total	745,553	71			

a. R Squared = ,711 (Adjusted R Squared = ,572)

Πίνακας 11.

Εκατολιτρικό βάρος					
Πηγή	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	288,149 <sup>a</sup>	23	12,528	1,130	,351
Intercept	427211,461	1	427211,461	38525,119	,000
Περιβάλλον	3,001	1	3,001	,271	,605
Ποικιλίες	204,724	11	18,611	1,678	,107
Περιβάλλον * ποικιλίες	80,424	11	7,311	,659	,769
Σφάλμα	532,280	48	11,089		
Σύνολο	428031,890	72			
Corrected Total	820,429	71			
a. R Squared = ,351 (Adjusted R Squared = ,040)					

Πίνακας 12.

Βάρος Στάχων					
Πηγή	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5673,998 <sup>a</sup>	23	246,696	6,481	,000
Intercept	84734,722	1	84734,722	2225,932	,000
Περιβάλλον	61,236	1	61,236	1,609	,211
Ποικιλίες	4975,088	11	452,281	11,881	,000
Περιβάλλον * ποικιλίες	637,674	11	57,970	1,523	,154
Σφάλμα	1827,220	48	38,067		
Σύνολο	92235,940	72			
Corrected Total	7501,218	71			
a. R Squared = ,756 (Adjusted R Squared = ,640)					

Πίνακας 13.

Βάρος Σπόρου					
Πηγή	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1861,951 <sup>a</sup>	23	80,954	4,926	,000
Intercept	28480,889	1	28480,889	1733,161	,000
Περιβάλλον	52,361	1	52,361	3,186	,081
Ποικιλίες	1570,644	11	142,786	8,689	,000
Περιβάλλον * ποικιλίες	238,946	11	21,722	1,322	,242
Σφάλμα	788,780	48	16,433		
Σύνολο	31131,620	72			
Corrected Total	2650,731	71			
a. R Squared = ,702 (Adjusted R Squared = ,560)					

Πίνακας 14 .

ΥΨΟΣ					
Πηγή	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,317 <sup>a</sup>	23	,101	12,924	,000
Intercept	102,818	1	102,818	13193,516	,000
Περιβάλλον	,006	1	,006	,824	,369
Ποικιλίες	2,224	11	,202	25,945	,000
Περιβάλλον * ποικιλίες	,086	11	,008	1,004	,457
Σφάλμα	,374	48	,008		
Σύνολο	105,508	72			
Corrected Total	2,691	71			
a. R Squared = ,861 (Adjusted R Squared = ,794)					

Πίνακας 15.

Αδέλφωμα					
Πηγή	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14,364 <sup>a</sup>	23	,625	3,046	,001
Intercept	567,733	1	567,733	2768,977	,000
Περιβάλλον	1,090	1	1,090	5,318	,025
Ποικιλίες	11,548	11	1,050	5,120	,000
Περιβάλλον * ποικιλίες	1,726	11	,157	,765	,672
Σφάλμα	9,842	48	,205		
Σύνολο	591,938	72			
Corrected Total	24,206	71			
a. R Squared = ,593 (Adjusted R Squared = ,399)					

Στους πίνακες που ακολουθούν γίνεται μια σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους με στοιχεία που προέκυψαν από τον πίνακα (LSD) της ANOVA. Όπου υπάρχει αστερίσκος (\*) παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών ενώ στα τετράγωνα που υπάρχει ο συμβολισμός ns δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Πίνακας 16. Σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό Βάρος Στάχων

ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ												
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Mex.	7	12	13	25	26	34	46	47	41	52	merd
Mexicalli (μαρτ.)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7 (PI- 278260)	*		*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
12 (PI- 278270)	*	*		*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	*
13 (PI- 278271)	*	ns	*		ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*
25 (PI-278269)	*	ns	ns	ns		*	ns	ns	ns	ns	ns	*
26 (PI-278302)	*	*	ns	*	*		*	ns	ns	*	ns	*
34 (CITR-11220)	*	ns	*	ns	ns	*		ns	*	ns	ns	*
46 (PI- 278270)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	*

87 (PI- 2788002)	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns		*	ns	*
51 (CLTR- 11220)	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*	ns		ns	*
52 (PI- 278262)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		*
Meridiano (Μαρτ.)	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Παρατηρούμε (πίνακας 16) ότι οι δύο εμπορικές ποικιλίες διαχωρίζονται πολύ από τις παραδοσιακές ποικιλίες στο βάρος στάχων, ένα συστατικό πολύ σημαντικό για την απόδοση. Από τις παραδοσιακές ποικιλίες η μοναδική που δεν έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με την εμπορική Meridiano, είναι η ποικιλία 7 (PI- 278260).

Πίνακας 17. Σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό Αριθμός Στάχων.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ											
	Mex.	7	12	13	25	26	34	46	47	51	52	merd
Mexicali (μαρτ.)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7 (PI- 278260)	*		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
12 (PI- 278270)	*	*		*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*
13 (PI- 278271)	*	ns	*		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
25 (PI-278269)	*	ns	*	ns		ns	ns	*	ns	ns	ns	*
26 (PI-278302)	*	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	*
34 (CITR-11220)	*	ns	*	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	*
46 (PI- 278270)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	*
47 (PI- 278302)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	*
51 (CLTR- 11220)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	*
52 (PI- 278262)	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		*
Meridiano (Μαρτ.)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Σε αυτήν την περίπτωση (πίνακας 17) διακρίνουμε ένα σαφή διαχωρισμό των δύο εμπορικών ποικιλιών από τις υπόλοιπες παραδοσιακές. Παρόλα αυτά μεταξύ τους διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Οι υπόλοιπες ποικιλίες δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στον αριθμό στάχων.

Πίνακας 18. Σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό Βάρος Σπόρου

ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΟΥ			7	12	13	25	26	34	46	47	51	52	merd
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Mex.												
Mexicalli (μαρτ.)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7 (PI- 278260)	*		ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
12 (PI- 278270)	*	*		*	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*
13 (PI- 278271)	*	ns	*		ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
25 (PI-278269)	*	ns	*	ns		*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
26 (PI-278302)	*	*	ns	*	*		*	*	*	ns	*	*	*
34 (CITR-11220)	*	ns	*	ns	ns	*		ns	ns	*	ns	ns	ns
46 (PI- 278270)	*	ns	ns	ns	ns	*	ns		ns	ns	ns	ns	*
47 (PI- 278302)	*	*	ns	*	*	ns	*	ns		ns	*	*	*
51 (ELTR- 11220)	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*		ns	ns
52 (PI- 278262)	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns		ns
Meridiano (Μαρτ.)	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*	*	*	ns	ns	

Όπως διακρίνουμε και στον πίνακα 18 η Mexicalli διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις άλλες ποικιλίες καθώς παρουσίασε χαμηλό βάρος σπόρων και η 26 , 47(PI-278302) η οποία παρουσίασε την μεγαλύτερη απόδοση. Εδώ διακρίνεται ότι υπάρχει και η ταυτοποίηση των ποικιλιών 26 και 47 κάτι που αποδεικνύει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 19. Σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό Εκατολιτρικό Βάρος

ΕΚΑΤΟΛΙΤΡΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Mex.	7	12	13	25	26	34	46	47	51	52	merd
Mexicali (μαρτ.)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
7 (PI- 278260)	ns		ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns
12 (PI- 278270)	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
13 (PI- 278271)	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
25 (PI-278269)	ns	ns	ns	ns		*	ns	ns	*	ns	ns	ns
26 (PI-278303)	ns	*	ns	ns	*		ns	ns	ns	ns	ns	*
34 (CITR-11220)	ns	*	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns
46 (PI- 278270)	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns
47 (PI- 278302)	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns		ns	ns	*
51 (CLTR- 11220)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns
52 (PI- 278262)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns
Meridiano (Μαρτ.)	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	

Όπως ήδη έχει αναφερθεί και εδώ επιβεβαιώνεται ότι στο εκατολιτρικό βάρος δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των ποικιλιών.

Πίνακας 20. Σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό Ύψος

ΥΨΟΣ													
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Mex.	7	12	13	25	26	34	46	47	51	52	merd	
Mexicali (μαρτ.)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
7 (PI- 278260)	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
12 (PI- 278270)	*	*		ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	
13 (PI- 278271)	*	*	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	
25 (PI-278269)	*	*	*	ns		*	ns	ns	ns	ns	ns	*	
26 (PI-278302)	*	*	ns	ns	*		ns	ns	ns	ns	*	*	
34 (CITR-11220)	*	*	*	ns	ns	*		ns	ns	ns	ns	*	
46 (PI- 278270)	*	*	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	*	
47 (PI- 278302)	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	*	
51 (CLTR- 11220)	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	*	
52 (PI- 278262)	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns		*	
Meridiano (Μαρτ.)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		

Όσον αφορά το ύψος (πίνακας 20) παρατηρούμε ότι η ποικιλία 7 (PI- 278260) και οι δύο εμπορικές διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες ποικιλίες. Παρατηρήσαμε και στους πίνακες των μέσων όρων 7 και 8 ότι η ποικιλία 7 ήταν η μοναδική που πλησίαζε σε ύψος το επιθυμητό των εμπορικών ποικιλιών.



Πίνακας 21. Σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό Αδέλφωμα

ΑΔΕΛΦΩΜΑ													
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Mex.	7	12	13	25	26	34	46	47	51	52	merd	
Mexicalli (μαρτ.)		*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	ns	
7 (PI- 278260)	*		ns	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	
12 (PI- 278270)	*	ns		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	
13 (PI- 278271)	ns	*	*		*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	
25 (PI-278269)	*	*	ns	*		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	
26 (PI-278302)	*	*	ns	*	ns		ns	ns	ns	ns	ns	*	
34 (CITR-11220)	*	*	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	*	
46 (PI- 278270)	*	*	ns	*	ns	ns	ns		ns	ns	ns	*	
47 (PI- 278302)	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	*	
51 (CLTR- 11220)	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	*	
52 (PI- 278262)	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns		*	
Meridiano (Μαρτ.)	ns	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*		

Όσον αφορά το αδελφωμα οι δύο εμπορικές ποικιλίες δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά και ταυτίζονται στο ότι από τις παραδοσιακές ποικιλίες ομοιάζουν στο αδελφωμα με την ποικιλία 13 (PI- 278271).

Παρατηρούμε τελικά ότι η εμπορική ποικιλία και μάρτυρας διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες σχεδόν τις ποικιλίες σε όλα τα χαρακτηριστικά.

### ◆ 7.3 Ανάλυση με μοριακούς δείκτες τύπου SSRs

Πραγματοποιήθηκε μοριακή ανάλυση του γενώματος των 10 ποικιλιών σκληρού σιταριού με τη βοήθεια δεικτών τύπου SSR. Χρησιμοποιήθηκαν 5 ζεύγη εκκινητών μικροδορυφορικού DNA.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του προγράμματος NTSYS μετά την κωδικοποίηση των μοριακών δεδομένων.

Το μοριακό πρότυπο κάθε εκκινητή καταγράφηκε και στην συνέχεια κωδικοποιήθηκε για το σύνολο των γενοτύπων. Κατά την κωδικοποίηση, η παρουσία ή η απουσία των ζωνών αντιπροσωπεύτηκε από την μονάδα «1» ή το μηδέν αντίστοιχα, για την ηλεκτρονική επεξεργασία, των δεδομένων σύμφωνα με το δυαδικό σύστημα. Το σύνολο των παραπάνω κωδικοποιημένων παρατηρήσεων αποτέλεσε την βάση για τον υπολογισμό των μητρών γενετικής συγγένειας κατά τον αλγόριθμο JACCARD.

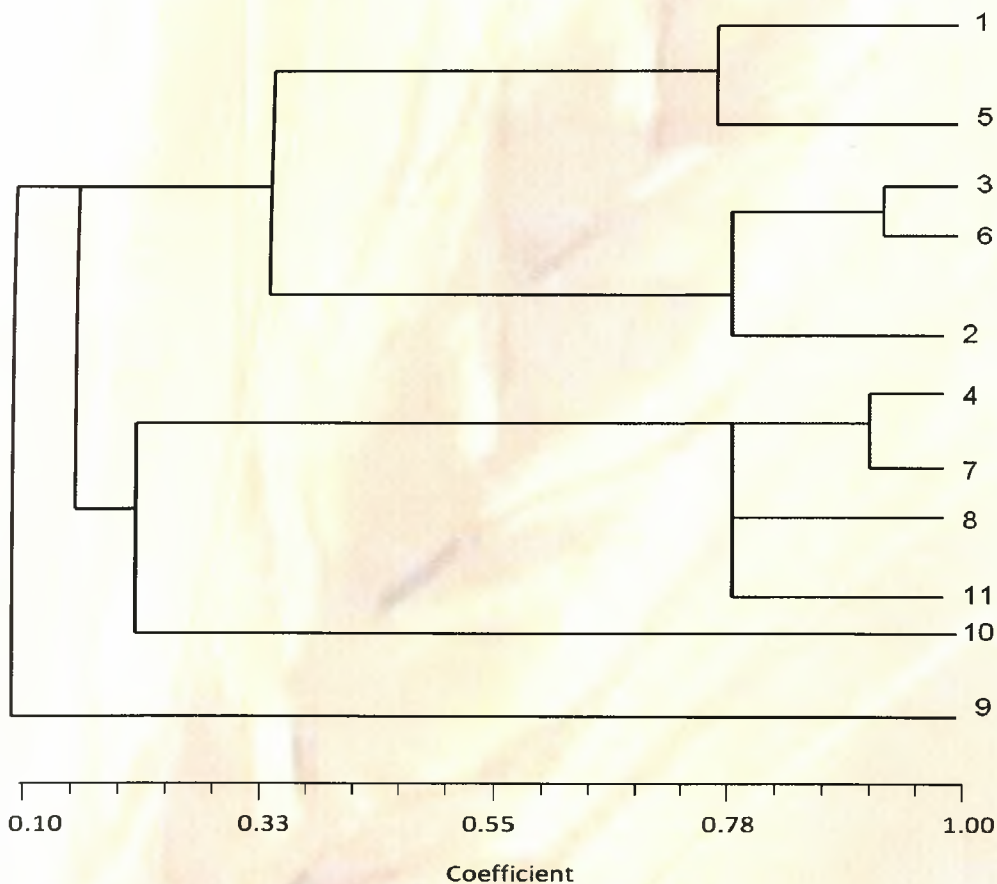
Πίνακας 22. Μοριακό πρότυπο των 5 εκκινητών

SSR εκκινητής	Αλληλουχία εκκινητή (left)	Αλληλουχία εκκινητή (right)	Αριθμός πολυμορφικών ζωνών
Xgwm 33-1A	GGA GTC ACA CTT GTT TGT GCA	CAC TGC ACA CCT AAC TAC CTG	ΜΟΝΟΜΟΡΦΙΚΟΣ
Xgwm 136-1A	GAG AGC ACC TTG CCC TTT G	CAT GGG CAA CAT GCT CAT C	2
Xgwm 193-6B	CTT TGT GC ACCT CTC TCT CC	AAT TGT GTT GAT GAT TTG GGG	2
Xgwm 361-6B	GTA ACT TGT TGC CAA AGG GG	ACA AAG TGG CAA AAG GAG ACA	1
Xgwm 644-7B	GTG GGT CAA GGC CAA GG	AGG AGT AGC GTG AGG GGC	3

Στο δενδρόγραμμα που θα ακολουθήσει αναπαριστώνται γραφικά οι γενετικές αποστάσεις μεταξύ των παραδοσιακών και των εμπορικών ποικιλιών.

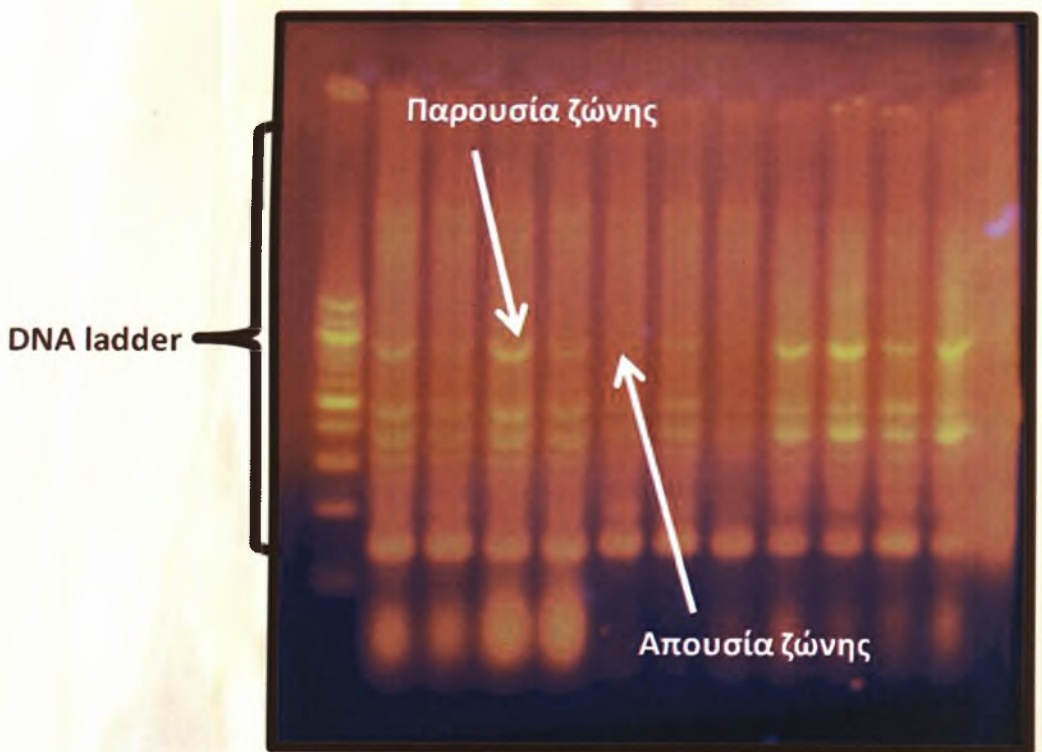
Οι ποικιλίες 1-11 που παριστάνονται κωδικοποιημένα στα δενδρογράμματα που ακολουθούν είναι:

1	7 (PI- 278260)
2	25 (PI-278269)
3	26 (PI-278302)
4	34 (CITR-11220)
5	46 (PI- 278270)
6	47 (PI- 278302)
7	51 (CLTR- 11220)
8	52 (PI- 278262)
9	Mexicalli (Μαρτ.)
10	Meridiano (Μαρτ.)
11	13(PI- 278271)



**ΣΧΗΜΑ 1.** Δενδρόγραμμα φυλλογενετικής ανάλυσης μεταξύ των 11 εξεταζόμενων ποικιλιών (10 +1 σε επαναληψη) και διάκριση σε υποσύνολα με βάση τον JACCARD - UPGMA. (Πρόγραμμα, NTSYS)

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω σχήμα δημιουργήθηκαν 3 ομάδες. Ομαδοποιούνται λοιπόν, οι παραδοσιακές ποικιλίες 1, 5, 3, 6, 2, η ποικιλία 9 είναι μία ομάδα μόνη της και οι 4, 7, 8, 10 και 11 ομαδοποιούνται μαζί. Η ποικιλία 9 που διαφοροποιείται τελείως (100%) από τις υπόλοιπες είναι η Mexicalli, η εμπορική, ένα αποτέλεσμα κάπως αναμενόμενο καθώς παρουσίασε έντονες φαινοτυπικές εκτροπές σε σχέση με τα άλλα φυτά. Η εμπορική ποικιλία Meridiano παρόλο που ομαδοποιήθηκε με τις παραδοσιακές ποικιλίες είχε γενετική απόσταση που προσέγγισε το 50%. Οι υπόλοιπες ποικιλίες δεν διαφοροποιήθηκαν ιδιαίτερα με την 3 και 6 να εμφανίζουν μεγάλη συγγένεια, επιβεβαιώνοντας ότι πρόκειται για το ίδιο γενετικό υλικό. Μεγάλη γενετική συγγένεια (95%) παρουσίασε επίσης η ποικιλία 4 με την ποικιλία 7 αποδεικνύοντας ότι μεταξύ των παραδοσιακών ποικιλιών παρατηρείται γενετική ομοιότητα.



Εικ. 31. Δείκτης Xgwm - 644 7B με 5 ζώνες εκ των οποίων οι 3 πολυμορφικές. Οι πολυμορφισμοί δηλώνονται ως παρουσία ή απουσία ζωνών.

## ◆ 7.4 Ποιοτικές αναλύσεις

Πίνακας 23.

Ποιοτικές διαβαθμίσεις		Ποιοτικές διαβαθμίσεις και προδιαγραφές Σκληρού σίτου						
		Υαλώδεις κόκκοι (%)	Ποιότητα γλουτένης	Ποσότητα γλουτένης (%)	Υγρασία (%)	Αριθμός πτώσης FN	Πρωτεΐνη (%)	Χρώμα b+
Σκληρό σιτάρι	Σ1	80	5min/10cm	25	13 max	300 sec	12	20
	Σ2	70	5min/10cm	25	13 max	300 sec	12	20
	Σ3	60	5min/10cm	24	13 max	300 sec	12	19
	ΣΥ	50	5min/10cm	24	13 max	300 sec	12	19
	ΣΚΛΗΡΟΣ ΕΟΚ	80	5min/10cm	27	14 max	300 sec	12	21
	ΣΚΛΗΡΟΣ ΕΚΤΟΣ ΕΟΚ	80	5min/10cm	27	14 max	300 sec	12	22

Πίνακας 24.

## Ποιοτικές μετρήσεις δειγμάτων Σκληρού σίτου

### Βιολογικός αγρός

#### Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Α/Α	ΔΕΙΓΜΑ ΣΙΤΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	F.N (sec)	ΤΕΦΡΑ (%)	ΧΡΩΜΑ	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ Σ	KRAVZ			
							ΠΡΩΤΕΪΝΗ (%)	ΓΛΟΥΤΕΝΗ (%)	ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (cm)	ΧΡΟΝΟΣ Σ (min)
1	Mexicali (μαρτ.)	10,2	458	1,44	17,9	Σ <sub>3</sub> 60	11,3	24,8	15 cm	10 min
2	7 (PI- 278260)	10,5	461	1,68	-	Σ-	13,7	33,3	20 cm	>30 min
3	*12 (PI- 278270)	10,2	503	1,41	16,4	Σ <sub>2</sub> 73	11,8	27,5	15 cm	15 min
4	13 (PI- 278271)	10,3	481	1,61	17,1	Σ <sub>2</sub> 70	13,1	32,5	10cm	5 min

5	25 (PI-278269)	10	485	1,57	19,5	Σ <sub>2</sub> 74	13,5	30,7	-	διαρρ έουσα
6	26 (PI-278302)	9,7	451	1,35	18,3	Σ <sub>1</sub> 92	12,5	31,3	-	διαρρ έουσα
7	34 (CITR-11220)	9,9	437	1,23	19,5	Σ <sub>1</sub> 85	12	28,9	15cm	10 min
8	*46 (PI- 278270)	10,6	403	1,53	-	Σ-	12,2	29,4	20 cm	>30 min
9	51 (CLTR- 11220)	10	488	1,59	18,5	Σ <sub>1</sub> 82	13,1	30,5	10 cm	5 min
10	52 (PI- 278262)	10,5	456	1,66	-	Σ-	13,5	33,7	20 cm	>30 min
11	Meridiano (Μαρτ.)	9,8	414	1,35	17,5	Σ <sub>γ</sub> 55	11,6	24	15 cm	15 min

Πίνακας 25.

## Συμβατικός αγρός

### Ποιοτικά χαρακτηριστικά

KRANZ

A/A	ΔΕΙΓΜΑ ΣΙΤΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	F.N (sec)	ΤΕΦΡΑ (%)	ΧΡΩΜΑ	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ Σ	ΠΡΩΤΙΝΗ (%)	ΓΛΟΥΤΕΝΗ (%)	ΕΠΙΜΕΛΕΤΗΣΗ (cm)	ΧΡΟΝΟΣ Σ (min)
1	Mexicali (μαρτ.)	10,6	433	1,49	17,4	Σ <sub>γ</sub> 56	11,3	25,3	10 cm	10 min
2	7 (PI- 278260)	10,8	402	1,33	-	-	11	29,8	20 cm	>30 min
3	12 (PI- 278270)	10,1	586	1,65	18	Σ <sub>1</sub> 83	12,5	28	15 cm	8 min
4	13 (PI- 278271)	10,5	497	1,2	18,4	Σ <sub>1</sub> 81	12,8	28,3	15 cm	7 min
5	25 (PI-278269)	10,5	509	1,71	19,9	Σ <sub>1</sub> 87	13,6	31,9	10 cm	5 min
6	26 (PI-278302)	10,2	691	1,62	18,5	Σ <sub>1</sub> 95	12,7	33,5	-	διαρρ έουσα
7	34 (CITR-11220)	10,5	547	1,61	18,5	Σ <sub>1</sub> 85	13	32,8	10 cm	5 min
8	46 (PI- 278270)	10,9	455	1,48	-	-	12,6	30,1	20 cm	> 40 min
9	51 (CLTR- 11220)	9,7	539	1,3	19,4	Σ <sub>1</sub> 86	12,8	31	-	διαρρ έουσα
10	52 (PI- 278262)	11	417	1,38	-	-	14,8	34	20 cm	>35 min
11	Meridiano (Μαρτ.)	10,5	442	1,65	20,5	Σ <sub>1</sub> 80	12	24,5	15 cm	20 min

### ➤ Υγρασία

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του σκληρού σιταριού, οι οποίες αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα (πίνακας 23) όλα τα δείγματα του βιολογικού και του συμβατικού αγρού, πληρούν τις προϋποθέσεις της υγρασίας η οποία δεν πρέπει να ξεπερνά το 14%.

### ➤ Αριθμός πτώσης (FN)

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των παραδοσιακών ποικιλιών ήταν ικανοποιητικά για όλα τα δείγματα καθώς το κατώτατο όριο σύμφωνα με τις προδιαγραφές είναι 300 sec.

### ➤ Τέφρα

Τα επιτρεπόμενα όρια τέφρας, σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, είναι από 0,65- 1,35.

Από τον βιολογικό αγρό τις προϋποθέσεις αυτές πληρούν οι ποικιλίες: 26 (PI-278302), 34 (CITR-11220) και Meridiano.

Από τον συμβατικό αγρό τα επιτρεπόμενα όρια τέφρας έχουν οι ποικιλίες: 7 (PI-278260), 13 (PI-278271), 51 (CLTR-11220) και 52 (PI-278262).

### ➤ Χρώμα

Το επιθυμητό χρώμα του σκληρού σιταριού είναι το διαυγές, φωτεινό κίτρινο όπως έχει ήδη αναφερθεί, και οι ιδανικές τιμές είναι 19-22.

Τις τιμές που προσεγγίζουν το ιδανικό τις έχουν στον βιολογικό αγρό οι ποικιλίες: 25 (PI-278269), 34 (CITR-11220).

Όσον αφορά τον συμβατικό αγρό τις επιθυμητές τιμές έχουν οι ποικιλίες: 25 (PI-278269), 51 (CLTR-11220) και Meridiano.

Οι ποικιλίες 7 (P-278260), 46 (PI-278270) και 52 (PI-278262) δεν ανταποκρινόνταν καθόλου στις επιθυμητές τιμές ούτε στον βιολογικό ούτε στον συμβατικό αγρό. Οι υπόλοιπες ήταν ικανοποιητικές.

### ➤ Κοκκομετρία

Η κοκκομετρία αποτελεί μία από τις σημαντικότερες μεθόδους που εφαρμόζονται στο σκληρό σιτάρι καθώς η σιμιγδαλοποιητική ικανότητα του εξαρτάται κυρίως από την δομή του ενδοσπερμίου, που πρέπει να είναι σκληρή και υαλώδους σύστασης. Οι καλύτερες ποικιλίες ανήκουν στην ποιοτική διαβάθμιση Σ1, στην οποία πάνω από το 80% των σπόρων πρέπει να έχουν την επιθυμητή προαναφερθείσα τιμή. Οι αλευροβιομηχανίες επιλέγουν σιτάρι συνήθως μέχρι την κατηγορία Σ3 (60%).

Στον βιολογικό αγρό και συμβατικό αγρό η καλύτερη ποικιλία είναι η 26 (PI-278302) με ένα μεγάλο ασυνήθιστο ποσοστό 92-95%, ποσοστό που δεν παρατηρείται ούτε στις καλύτερες εμπορικές ποικιλίες. Πολύ καλές επίσης ποικιλίες στον βιολογικό αγρό είναι οι: 34 (CITR-11220) και 51 (CLTR-11220).

Στον συμβατικό αγρό ήταν οι περισσότερες καλές με μέτρια την εμπορική ποικιλία Mexicali και χαμηλής ποιότητας και στους δύο αγρούς οι ποικιλίες: 7 (PI-278260), 46 (PI-278270) και 52 (PI-278262).

### ➤ Πρωτεΐνη

Η πρωτεΐνη στο σκληρό σιτάρι σύμφωνα με τις προδιαγραφές θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 12%.

Στον βιολογικό αγρό όλες οι παραδοσιακές ποικιλίες είχαν το επιθυμητό ποσοστό εκτός από τις 2 εμπορικές και την ποικιλία 12 (PI-278270) που ήταν οριακή.

Στον συμβατικό αγρό όλες οι ποικιλίες είχαν πρωτεΐνη πάνω από 12% εκτός από την Mexicali.

Οι καλύτερες ποικιλίες, δηλαδή οι ποικιλίες με την περισσότερη πρωτεΐνη ήταν: η 52 (PI-278262) και η 25 (PI-278269).

### ➤ Γλουτένη

Η γλουτένη αντιπροσωπεύει το σύνολο των μη υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών του αλεύρου και είναι από τα σημαντικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Η ποσότητα της γλουτένης για να είναι ικανοποιητική πρέπει να έχει τιμές από 24- 27%. Όλες οι ποικιλίες είχαν ικανοποιητικά ποσοστά γλουτένης, με καλύτερες την 7 (PI-278260) από τον βιολογικό και τις 52 (PI-278262) και 26 (PI-278302) από τον συμβατικό αγρό.



### ➤ Ποιότητα γλουτένης

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας της γλουτένης χρησιμοποιούμε την μέθοδο Kranz κατά την οποία η υγρή γλουτένη τοποθετείται σε ένα μικρό γάντζο και και κάτω μπαίνει ένα βαρίδι. Με αυτόν τον τρόπο μετράμε την επιμήκυνση της γλουτένης σε συγκεκριμένο χρόνο. Στόχος είναι να επιμηκυνθεί πάνω από 10 cm και να κρατηθεί στο γαντζάκι πάνω από 5 min.



Εικ 32. Μέτρηση της ποιότητας γλουτένης

Οι περισσότερες ποικιλίες είχαν καλή ποιότητα γλουτένης με καλύτερες τις ποικιλίες 7 (PI-278260) και 52 (PI-278262). Κακή ποιότητα γλουτένης με μορφή διαρρέουσα είχαν οι ποικιλίες: 26 (PI- 278302) και 25 (PI- 278269) από τον βιολογικό αγρό και 26 (PI- 278302) και 51 ( CLTR-11220).

Οι καλύτερες ποικιλίες στα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά ήταν οι:

- 26 (PI- 278302) με εξαίρεση την ποιότητα γλουτένης
- 25 (PI- 278269)

Οι ποικιλίες που δεν ήταν καλές στα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι:

- 7 (PI-278260),
- 46 (PI-278270)
- 52 (PI-278262) η οποία βέβαια έχει καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά στο σύνολο των πρωτεϊνών (διαλυτών, αδιάλυτων, ποιότητα) .

Οι εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες δεν ανταποκρίθηκαν ικανοποιητικά στις μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Στον πίνακα (26) που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών που πραγματοποίησε το Ινστιτούτο σιτηρών το 2010. Γίνεται αναφορά στην ποικιλία Simeto, που θεωρείται μία από τις καλύτερες ποικιλίες σκληρού σίτου και τις δύο εμπορικές ποικιλίες Mexicalli και Meridiano, που επιλέχθηκαν ως μάρτυρες στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία.

Πίνακας 26. Αποτελέσματα ποιοτικών μετρήσεων από το Ινστιτούτο Σιτηρών

A/A	ΔΕΙΓΜΑ ΣΙΤΟΥ	Εκατολιτρικό βάρος	F.N (sec)	ΤΕΦΡΑ (%)	ΓΛΟΥΤΕΝΗ (%)	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ Σ
1.	Mexicalli	75,7	488	1,71	22	Σ <sub>γ</sub> 51
2.	Meridiano	78,6	483	1,73	21,9	Σ <sub>γ</sub> 53,9
3.	Simeto	77,9	545	1,73	22	Σ <sub>γ</sub> 57,9

Παρατηρούμε ύστερα από σύγκριση, ότι τα αποτελέσματα των δύο εμπορικών ποικιλιών μοιάζουν με αυτά που προέκυψαν από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην αλευροβιομηχανία Λούλη. Επομένως τα αποτελέσματα μας μπορούν να θεωρηθούν έγκυρα. Επιπλέον αντιλαμβανόμαστε από τα ανωτέρω (Πίνακας 26) ότι η ποικιλία Simeto που χρησιμοποιείται και καλλιεργείται ιδιαιτέρως τα τελευταία χρόνια δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με τις προδιαγραφές των αλευρόμυλων (Πίνακας 23).

Διαπιστώνουμε, λοιπόν ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες έχουν καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά από τις αντίστοιχες εμπορικές.



## Γενικές παρατηρήσεις [8]

Η ποικιλία 52 ((Pi- 278262) παρουσίασε κάποιες δυσμορφίες, τα αίτια της πρόκλησης των οποίων είναι άγνωστα.

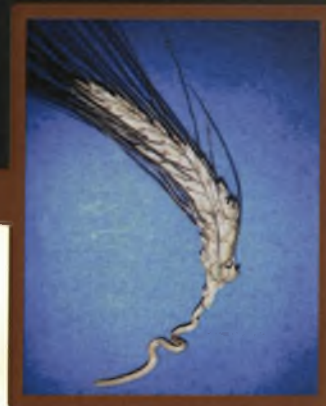
Εμφάνισε όπως διακρίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν διατήρησε σειρά από σπόρους κάτω το οποίο αν και μορφολογικά υστερεί θα μπορούσε να δώσει μεγαλύτερες αποδόσεις.



Επιπλέον η ανωτέρω ποικιλία {52 ((Pi- 278262))} παρουσίασε και κάποιες δυσμορφίες, που αφορούσαν το καλάμι.

Εμφάνισε, όπως διακρίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί, «κατσάρωμα» στο καλάμι το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη τροφοδοσία του φυτού με το απαραίτητο νερό και τα θρεπτικά συστατικά και τελικά σε μειωμένες αποδόσεις και κακή ποιότητα σπόρου.

Η συγκεκριμένη ποικιλία μπορεί να αποτελέσει εξαιρετικό γενετικό υλικό για μοριακές και κυτταρογενετικές αναλύσεις.



Κρίνεται σκόπιμο κάπου εδώ, να αναφέρουμε ότι η εικόνα του βιολογικού αγρού τον μήνα Μάιο του 2010 ήταν πολύ καλύτερη από την εικόνα του συμβατικού αγρού. Ο συμβατικός αγρός σε αντίθεση με τον βιολογικό παρουσίαζε έντονα κενά επί της γραμμής από έλλειψη φυτών που ανήκαν στις παραδοσιακές ποικιλίες. Χωρίς να μπορούμε να καταλήξουμε σε κάποιο έγκυρο συμπέρασμα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες είναι συνηθισμένες σε χαμηλές εισροές και επομένως στον βιολογικό παρατηρήθηκε μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα. Αυτό το γεγονός θα μπορούσε να οδηγήσει στο μέλλον σε χρήση ποικιλιών χαμηλών εισροών, με άμεσο αποτέλεσμα την μείωση του κόστους παραγωγής.

Η υψηλότερη ποικιλία που παρατηρήθηκε ήταν η 34 (CITR-11220), η οποία έφτασε σε ύψος 1,63 cm. Οι υψηλές ποικιλίες δεν είναι επιθυμητές στο σιτάρι γιατί πλαγιάζουν γρήγορα προκαλώντας ποικίλα προβλήματα. Σε αντίθεση με τα ανωτέρω η συγκεκριμένη ποικιλία μέχρι το τέλος Μαΐου δεν παρουσίασε καθόλου πλάγιασμα.





# βιμνιδεράβματα





## Ευμειδέρσματα

- ◆ Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μελέτη των αγρονομικών χαρακτηριστικών, βοήθησαν στην περιγραφή και την καλύτερη κατανόηση της γενετικής σύστασης των παραδοσιακών ποικιλιών. Οι ποικιλίες αυτές εμφάνισαν σημαντικές διαφορές, με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Παρόλο που αναμέναμε οι εμπορικές ποικιλίες να εμφανίσουν μεγαλύτερη απόδοση, οι παραδοσιακές ποικιλίες ανταποκρίθηκαν καλύτερα στο βιολογικό περιβάλλον κάτω από τις συνθήκες καλλιέργειας που επικράτησαν στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2009- 2010, σαφή υπεροχή στο σύνολο των χαρακτηριστικών εμφάνισε η ποικιλία 26 (PI- 278302), η οποία μελλοντικά μπορεί να καλλιεργηθεί αυτούσια ή να αποτελέσει χρήσιμο γενετικό υλικό σε βελτιωτικά προγράμματα.
- ◆ Αν και ορισμένες ποικιλίες, δεν παρουσίασαν υψηλές αποδόσεις, διέθεταν χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν άμεσα τη βελτίωση του σιταριού. Η ποικιλία 34 (CITR-11220) παρόλο που θεωρήθηκε η υψηλότερη ποικιλία εμφάνισε ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, χαρακτηριστικό που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί με σκοπό την παραγωγή φυτών με ευρωστο καλάμι, μέσω βελτιωτικών προγραμμάτων. Επιπλέον η ποικιλία 52 (PI-278262), παρουσίασε διπλή σειρά από σπόρο, ένα χαρακτηριστικό ιδιαίτερα σημαντικό για την αύξηση της απόδοσης.
- ◆ Όσον αφορά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις ποιοτικές αναλύσεις διαπιστώσαμε ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες υπερείχαν στα περισσότερα χαρακτηριστικά έναντι των εμπορικών ποικιλιών, αποδεικνύοντας ότι κατόπιν βελτίωσης μπορούν να καλύψουν τις σύγχρονες διατροφικές ανάγκες. Αν και οι περισσότερες ποικιλίες ανταποκρίθηκαν ικανοποιητικά αυτές που ξεχώρισαν για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά ήταν η ποικιλία 26 (PI- 278302) και η ποικιλία 25 (PI- 278269), δύο ποικιλίες που θα μπορούσαν να αποτελέσουν μελλοντικά χρήσιμα υλικά σε προγράμματα βελτίωσης.
- ◆ Με την ολοκλήρωση των μοριακών αναλύσεων, παρατηρήθηκε, όπως ήταν αναμενόμενο, σαφής διάκριση μεταξύ των παραδοσιακών και των εμπορικών ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Αυτό πιστοποιεί

το γεγονός ότι οι εμπορικές ποικιλίες έχουν στενή γενετική βάση και διαφέρουν από τις παραδοσιακές ποικιλίες σκληρού σιταριού.

- ◆ Τελικά η ποικιλία που υπερείχε στα περισσότερα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά ήταν η ποικιλία 26 (PI- 278302), μία ποικιλία με ιδιαίτερη δυναμική, η οποία κατόπιν βελτίωσης μπορεί να καλλιεργηθεί άμεσα ή να αποτελέσει γενετικό υλικό - δότη για βελτίωση άλλων ποικιλιών.
- ◆ Μέσω των πειραμάτων της συγκεκριμένης εργασίας, καθορίστηκαν τα αγρονομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών, αναπτύχθηκαν οι φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ των εξεταζόμενων γενοτύπων μέσω μοριακών αναλύσεων, αναπολλαπλασιάστηκε το γενετικό υλικό και αναλύθηκαν τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Όλα τα δεδομένα που προέκυψαν, αναμένεται να αποτελέσουν ωφέλιμο υλικό για το σχεδιασμό βελτιωτικών προγραμμάτων στο άμεσο μέλλον.

# 🌿 Βιβλιογραφία

## ➡ Ελληνική Βιβλιογραφία

- ✓ Αλαχιώτης Σ. (2005). Εισαγωγή στην Γενετική. Ελληνικά Γράμματα, Β' Έκδοση, Αθήνα.
- ✓ Αντωνίου Θεοδώρα (2004). Η επίδραση του κλίματος και του εδάφους στην παραγωγικότητα του μαλακού και σκληρού σιταριού, Μυτιλήνη.
- ✓ Αρβανιτογιάννης Ι. Σ., Βαρζάκας Θ. Χ., Τζίφα Κ. Ν. (2008). Έλεγχος ποιότητας τροφίμων, Εργαστηριακός Οδηγός. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- ✓ Γαλανοπούλου - Σενδούκα Σ., Γεωργιάδης Α., Καμπουρτζή, Κρυστάλλης Α., Λίγδα Χ., Μηλιάδου Δ., Παπαναγιώτου Ε. και Φωτόπουλος Χρ. (2001). Βιολογική γεωργία: Στόχοι – Προοπτικές, Πρακτικά Ημερίδας Βιολογική Γεωργία Φυτική και Ζωϊκή Παραγωγή, Εκδόσεις Σταμούλη, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Γκόγκας Χ. (2009). Μελέτη αγρονομικής συμπεριφοράς των F<sub>2</sub> διαλληλικών διασταυρώσεων 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού και των γονέων τους. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Γουλή - Βαβδινούδη Ε., (1984). Δημιουργία ποικιλιών μαλακού σίτου με επιλογή, απουσία ανταγωνισμού. Διδακτορική διατριβή, σελ. 112. Θεσσαλονίκη.
- ✓ Ευθυμιάδης Π. (2009). Σποροπαραγωγή. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Εγκυκλοπαίδεια Υδρόγειος, τόμος 2, Εκδόσεις Δομική.
- ✓ Θανασουλόπουλος Κ., Τζαβέλλα- Κλωνάρη Κ., Κατή Ν., (1990). Ασθένειες φυτών Μεγάλης καλλιέργειας, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Καλτσίκης Π. (1992). Ειδική Βελτίωση Φυτών. Εκδόσεις Σταμούλη, Πειραιάς.
- ✓ Καλτσίκης Π. (1997). Απλά πειραματικά Σχέδια. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- ✓ Καραμάνος Α. (1992). «Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων», Αθήνα.
- ✓ Κατής Ν., Αυγελής Α. (1997). Ιολογικές ασθένειες φυτών Μεγάλης καλλιέργειας, Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
- ✓ Κατσιδή Ελισσάβη (2008). Μελέτη γονιδιώματος στην κουκουναριά (*Pinus pinea* L.) και εφαρμογές στην γενετική βελτίωση και προστασία των γενετικών της πόρων. Μεταπτυχιακή διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Μαυρομάτης Α. (2007). Ειδική βελτίωση φυτών, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- ✓ Μποσδίκος Δημήτρης (2005). Από το σιτάρι στο ψωμί. Κορμος Ειδικές Εκδόσεις, Αθήνα.
- ✓ Ξυνιάς Ι. (2004). Βελτίωση Φυτών, Εργαστηριακές Ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.



- ✓ Ξυνιάς Ι. (2005). Σποροπαραγωγή, Εργαστηριακές Ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
- ✓ Παπακώστα – Τασοπούλου Δ. (2008). Σιτηρά Χειμερινά – Εαρινά, Ειδική γεωργία Ι – Τεύχος Α. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Ράλλη Π., Ζαμανίδης Π., Κοκκαλιάρη Δ., Ντούλης Α., Κάτσαρης Π., Μπλαδενόπουλος Κ., Ευγενίδης Γ., Δρογούδη Π., Σωτηρόπουλος Θ., Καζαντζής Κ., Σταυρόπουλος Ν., Μπλέτσος Φ., Κοτρόσης Κ., Ρούσκακας Δ., Ακρίβος Ι. (2011). Ο ρόλος της Τράπεζας Γενετικού Υλικού και άλλων Ερευνητικών Ιδρυμάτων στη διατήρηση των τοπικών ποικιλιών, Αθήνα.
- ✓ Ρουπακιάς Δ. (2010). Βελτίωση Φυτών. UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Σακελλαρίου Μιχαλία (2005). In vitro αναγέννηση στη μπανάνα (*Musa spp.*) και μελέτη της σωματοκλωνικής παραλλακτικότητας με χρήση κυτταρογενετικών και μοριακών μεθόδων. Πτυχιακή διατριβή, Βόλος.
- ✓ Στρατηλάκης Στυλιανός (1998). Παραγωγική συμπεριφορά σε συνθήκες καταπονήσεως πειραματικών ποικιλιών σιταριού που δημιουργήθηκαν ακολουθώντας διαφορετική βελτιωτική μεθοδολογία και συνθήκες επιλογής. Διδακτορική διατριβή, Βόλος.
- ✓ Συμεωνίδης Κ. Ι. (2011). Συμβολή στην μελέτη της ανάπτυξης και συγκομιδής σιτηρών στην Ελλάδα με αγρομετεωρολογικά μοντέλα, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Σφήκας Α.Γ. (1995). Ειδική Γεωργία, Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά φυτά, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Τσιβελίκας Λ. Α. (2010). Γενετική ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού της συλλογής *Circubita species* της Τράπεζας Γενετικού υλικού, Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Υπουργείο Γεωργίας και ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε – Ινστιτούτο Σιτηρών. (1991). Οι Ελληνικές ποικιλίες σιτηρών και η καλλιέργειά τους, Αθήνα.
- ✓ Φανουράκης Ν. (2005). Γενετική Βελτίωση Φυτών. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
- ✓ Χασιώτη Δ.Ι. (2007). Γενετική μελέτη παραδοσιακών και εμπορικών ποικιλιών σκληρού σιταριού με βάση αγρονομικά χαρακτηριστικά και ανάλυση DNA για προσδιορισμό των φυλογενετικών τους σχέσεων με δείκτες τύπου RAPD<sub>s</sub> και SSRs. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Βόλος.
- ✓ Χατζηδημόπουλος Μιχάλης (2005). Απόδοση παλαιών και νέων ποικιλιών μαλακού σιταριού (*T. aestivum*) και σκληρού (*T. durum*) σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια, Διπλωματική Διατριβή, Βόλος.

## ➔ Ένν Βιβλιογραφία

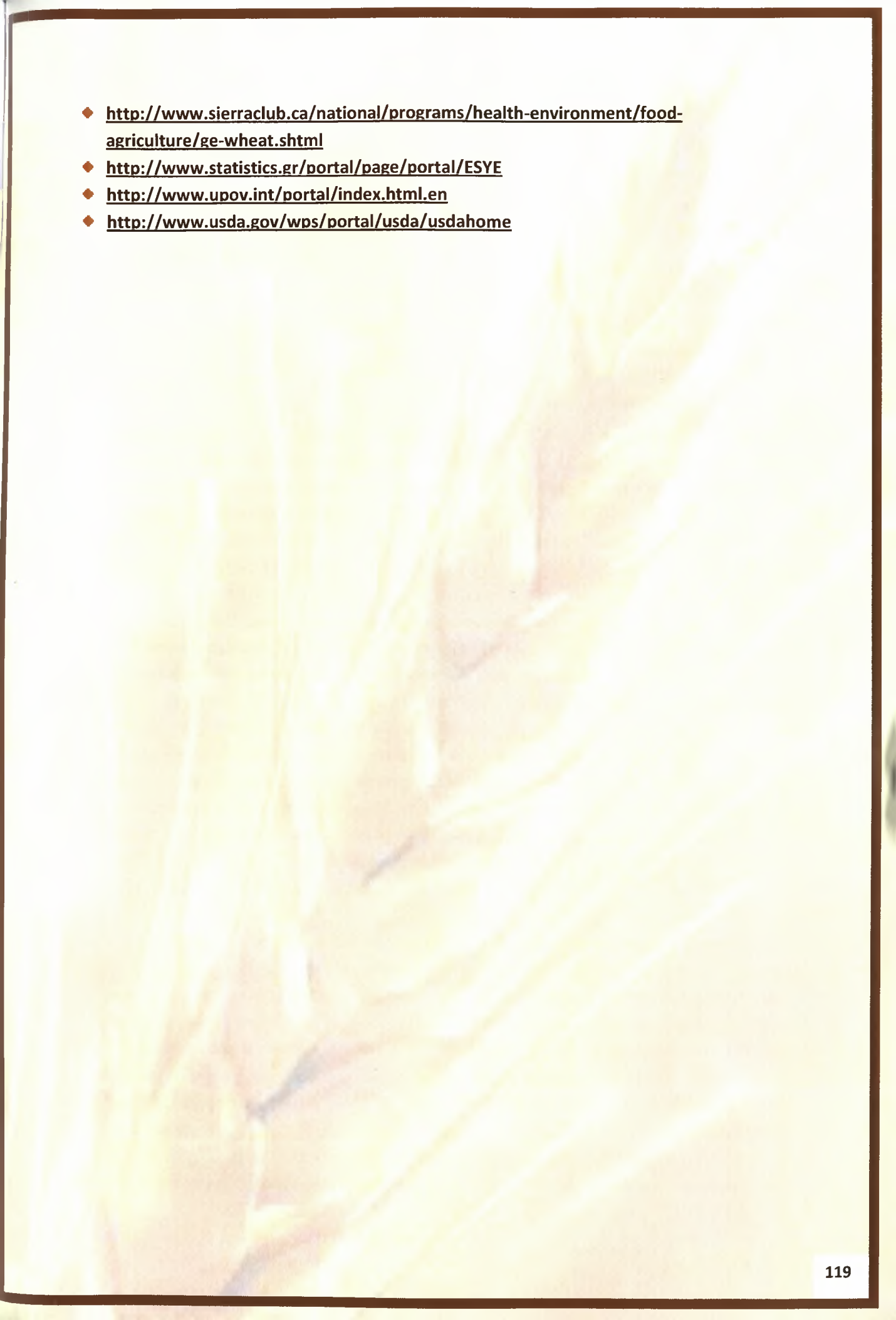
- ✓ Abdullah A. Jaradat (1991). Phenotypic divergence for morphological and yield – related traits among landrace genotype of durum wheat from Jordan. *Euphytica*, 52: 155-164.
- ✓ Abdullah A. Jaradat (2011). *Wheat Landraces: Genetic Resources for Sustenance and Sustainability*. USDA-ARS, USA.
- ✓ Agorastos A., Ch. Goulas, S. Stratilakis and A. Korkovelos. (2000). Variability of Harvest Index in local Durum wheat landraces. Publication, Abstract, Book EC Cost 828 Work Group 2 Meeting. Self pollinated field of crops for grain use. Espoo, Finland.
- ✓ Avise, J. (2004). *The Hope, Hype and Reality of Genetic Engineering: Remarkable Stories from Agriculture, Industry, Medicine and the Environment*. p. 65.
- ✓ Bailey Ronald. (2011). "Anti-Biotech Superstition Being Beaten Back in Europe?" Reason.
- ✓ Camacho Villa T. C., Maxted N., Scholten M., Ford- Loyd B. (2006). Defining and identifying crop landraces, *Plant Genetic Resources*, 3 (3): 373-384.
- ✓ Dayanandan S., Rajora O.P and Bawa (1998). Isolation and characterization of microsatellites in trembling aspen (*Populus tremuloides*). *Theor. Appl. Genet.* 96: 950- 956.
- ✓ Debasis Patnaik and Paramjit Khurana. (2003). Genetic transformation of Indian bread (*T. aestivum*) and pasta (*T. durum*) wheat by particle bombardment of mature embryo-derived calli. *BMC Plant Biol.*
- ✓ Dograr N., S. Akin-Yalin, M. S. Akkaya. (2000). Discriminating durum wheat cultivars using highly polymorphic simple sequence repeat DNA markers. *Plant Breeding*. 119: 360-362.
- ✓ Donini P, Law JR, Koebner RMD, Reeves JC, Cooke RJ. (2000). Temporal trends in the diversity of UK wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 100, 912–917.
- ✓ Donini P., Stephenson P., Bryan G. J. and R. M. D. Koebner. (1998). The potential of microsatellites for high throughout genetic diversity assessment in wheat and barley. *Genet. Resour. Crop Evol.* 45: 415- 421.
- ✓ Doyle J. J. and J. L. Doyle. (1990). A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. *Focus* 12:13-15.
- ✓ D. Z. Habash, Z. Kehel and M. Nachit. (2009). Genomic approaches for designing durum wheat ready for climate change with a focus on drought. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 60, No. 10, pp. 2805–2815
- ✓ Enrique Autrique, Miloudi Nachit, Philippe Monneveux, Steven D. Tanksley and Mark E. Sorrells. (1995). Genetic Diversity in Durum Wheat based on RFLPs, Morphological Traits and coefficient of parentage, *Crop Science* Vol. 36 No. 3, p. 735-742.

- ✓ Esquinas - Alcazar J.T. (1993). Plant genetic resources. Plant Breeding. Principles and Prospects. Ambridge University Press: Cambridge, UK, pp: 33-51.
- ✓ Fehr, W.R., (1987). Principles of cultivar development, Vol. 1: Theory and Technique. Eds by Macmillan Publishing Company, A Division of Macmillan, Inc. 866 Third Avenue, New York, N.Y. 10022, pp. 536.
- ✓ Hawkes J. G. (1982). Germplasm collection, presentation and use. In: Frey K. J (Ed.), Plant Breeding II. Kalyanni, Ludhiana, pp. 57-83.
- ✓ Heller, K. (2003). Genetically Engineered Food: Methods and Detection. p.47
- ✓ Hoisington, D., M. Khairallah, T. Reeves, J.M. Ribaut, B. Scovmand, S. Taba and M. Warburton, (1999). Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity? Proceedings of the National Academy of Sciences Colloquium 'Plants and Population. Is there time?' 96(11):5937-5943.
- ✓ Jones HD and Shewry PR. (2009). "Transgenic Wheat, Barley and Oats: Production and Characterization Protocols" Humana Press, Springer Science + Business Media.
- ✓ Lampkin, N. (1992). Organic Farming. Farming Press Books. Wharefedale Road, Ipswich, UK. pp701.
- ✓ Mantzavinou A.A, J. Penelope, A. Bebeli, B. Pantouses and J. Kaltsikes.(2005). Estimating genetic diversity in Greek Durum Wheat landraces with RAPD markers. (12) : 1355-1364.
- ✓ Michael A. Innis, Kenneth B. Myambo, David H. Gelfand, Mary Ann D. Brow.(1988). DNA sequencing with *Thermus aquaticus* DNA polymerase and direct sequencing of polymerase chain reaction-amplified DNA. Biochemistry, Vol. 85, pp. 9436-9440, Proc. Natl. Acad. Sci. USA.
- ✓ Mohammad Zaefizadeh, Rauf Goliev. (2009). Diversity and Relationships among Durum Wheat Landraces (Subconvars) by SRAP and Phenotypic Marker Polymorphism. Research Journal of Biological Sciences, Page No.: 960-966.
- ✓ Morin PA, Woodruff DS. (1996). Non - invasive genotyping for vertebrate conservation. In: Molecular genetic approaches to conservation, pp. 298- 313, Oxford University Press, Oxford.
- ✓ Mullis, K.B. (1990). The unusual origin of the polymerase chain reaction. Scientific American 262: 56-65.
- ✓ Nelson, G. (2001). Genetically Modified Organisms in Agriculture: economics and politics. p. 144.
- ✓ Pecetti L., M.A Doust, L. Calcagno, C.N Raciti and G. Boggini. (2001). Variation of morphological and agronomical traits and protein composition in Durum wheat germplasm from eastern Europe. Genetic resources, Crop Evolut. 48: 609 - 620.
- ✓ Peterson R.F. (1965). «Wheat», Leonard Hill Books, London.
- ✓ Plashke J., Ganai MW, Roder MS. (1995). Detection of genetic diversity in closely related bread wheat using microsatellite markers. Theor. Appl. Genet. 91: 1001-1007.

- ✓ Roder MS, Huang XQ, Ganal MW. (2004). Wheat microsatellites in plant breeding: potential and implications. In: Loetz H, Wenzel G, Molecular markers in plant breeding. Heidelberg: Springer- Verlag, 255-266.
- ✓ Slafer G. A. and Andrade F. H. (1990). Genetic improvement effects on pre- anthesis physiological attributes related to wheat grain yield. Field crop, Res., 23: 255- 263.
- ✓ Stoskopf, N.C., D.T. Tomes and B.R. Christie, (1999). Plant Breeding: Theory and Practice. Pub. by Scientific Publishers, India, pp. 531.
- ✓ Valkoun J. (2001). Wheat pre- breeding using wild progenitors. Euphytica 119, 17-23.
- ✓ Ganal MW, Roder MS. (2007). Microsatellite and SNP markers in wheat breeding, Vol. 2. In Varshney RK, Tuberosa R, Genomic assisted crop improvement: genomics applications in crops. The Netherlands: Springer, 1-24.
- ✓ Varshney RK, Graner A, Sorrell AE. (2005). Genic microsatellite markers in plants: features and applications. Trends in Biotechnology 23, 48-55.

## ➔ Ηλεκτρονικές Δευδίνσεις

- ◆ <http://www.aegeaskek.gr/eco-agro/pdf/enotita5.pdf>
- ◆ <http://www.agronews.gr/ekmetaleuseis/sitira-kai-sporoi/arthro/74101/ arnitikos-sto-tropopoiimeno-sitari-o-kanadas/>
- ◆ <http://www.agrotvpos.gr/index.asp?mod=articles&id=69930>
- ◆ <http://www.agrotvpos.gr/index.asp?mod=articles&id=70528>
- ◆ [http://www.artopios.gr/data/Articles/474/rolos\\_glouteinis.pdf](http://www.artopios.gr/data/Articles/474/rolos_glouteinis.pdf)
- ◆ <http://bioproduct.aua.gr/portal/index.pl?iid=3454>
- ◆ [http://biotech.aua.gr/EPEAEK/site Biotech/gewp biot/Gen Mechan/course material/pcr1\\_1.htm](http://biotech.aua.gr/EPEAEK/site Biotech/gewp biot/Gen Mechan/course material/pcr1_1.htm)
- ◆ <http://www.cerealinstitute.gr/fylladia/20010.pdf>
- ◆ <http://www.dnalc.org/resources/animations/pcr.html>
- ◆ <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BB%CE%B5%CF%8D%CF%81%CE%B9>
- ◆ [http://en.wikipedia.org/wiki/Genetically\\_modified\\_wheat](http://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_wheat)
- ◆ <http://el.wikipedia.org/wiki/>
- ◆ [http://en.wikipedia.org/wiki/United\\_States\\_Department\\_of\\_Agriculture](http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Department_of_Agriculture)
- ◆ [http://www.e-telescope.gr/gr/cat04/art04\\_050616.htm](http://www.e-telescope.gr/gr/cat04/art04_050616.htm)
- ◆ <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- ◆ [http://www.fao.org/AG/aGp/agpc/doc/publicat/organic\\_wheat/orgwheat\\_emmens\\_e.pdf](http://www.fao.org/AG/aGp/agpc/doc/publicat/organic_wheat/orgwheat_emmens_e.pdf)
- ◆ [http://www.ivf.gr/developments\\_9.html](http://www.ivf.gr/developments_9.html)
- ◆ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/genome/probe/doc/TechPCR.shtml>
- ◆ <http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2010/11/global%20durum/>
- ◆ <http://www.scidev.net/en/news/egyptian-scientists-produce-droughttolerant-gm-wh.html>

- 
- ◆ <http://www.sierraclub.ca/national/programs/health-environment/food-agriculture/ge-wheat.shtml>
  - ◆ <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE>
  - ◆ <http://www.upov.int/portal/index.html.en>
  - ◆ <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>



## Παράρτημα

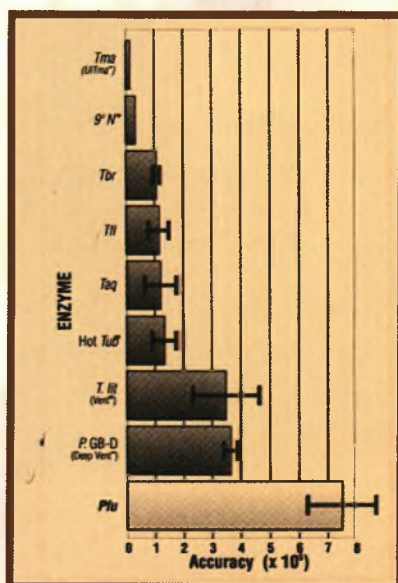
### ➤ Ινστιτούτο σιτηρών

Η ιστορία του Ινστιτούτου Σιτηρών αρχίζει από το έτος 1923 όταν ο Δρ. Ι. Παπαδάκης εγκατέστησε τα πρώτα πειράματα αξιολόγησης διαφόρων ποικιλιών σίτου εγχωρίων και ξένων, σε τέσσερις περιοχές της χώρας. Το Μάρτιο του 1924 αποφασίσθηκε από το Υπουργείο Γεωργίας η ίδρυση του Κεντρικού Σταθμού Λαρίσης. Από τότε το πρόγραμμα βελτίωσης του σίτου επεξετάθει με την αξιολόγηση μεγάλου αριθμού ποικιλιών εγχωρίων και ξένων με κορυφαίες τις ποικιλίες KANBERRA (Αυστραλία) και MENTANA (Ιταλία) που προωθήθηκαν στην καλλιέργεια με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Παράλληλα άρχισε και το πρόγραμμα δημιουργίας νέων ποικιλιών. Το 1927 μεταφέρθηκε ο Σταθμός στη Θεσ/νίκη ενώ στη Λάρισα παρέμεινε και λειτουργούσε ως Υποσταθμός με μία σειρά άλλων Υποσταθμών στις κυριώτερες σιτοπαραγωγικές περιοχές της χώρας. Η οργάνωση της σποροπαραγωγής αποτέλεσε το δεύτερο κύριο αντικείμενο του Σταθμού. Το 1931 ο Σταθμός μετονομάσθει σε "Ινστιτούτο Καλλιτερεύσεως Φυτών" με κύριο αντικείμενο έρευνας τη βελτίωση των φυτών και ειδικότερα του σίτου. Η παραγωγή σίτου για την κάλυψη των αναγκών της χώρας αποτελούσε στόχο πρώτης προτεραιότητας. Έτσι, εκτός από την εισαγωγή ξένων ποικιλιών από χώρες με παρόμοιες εδαφοκλιματικές συνθήκες, άρχισε και η δημιουργία νέων ποικιλιών σίτου χρησιμοποιώντας ως γενετικό υλικό τόσο τις εγχώριες ποικιλίες όσο και αυτές του εξωτερικού. Οι διάφοροι υποσταθμοί χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση, σε διάφορα περιβάλλοντα, των νέων ποικιλιών. Το πρόγραμμα αυτό έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα και οι νέες ποικιλίες είχαν πολύ μεγάλες αποδόσεις με συνέπεια σύντομα η Ελλάδα να αυξήσει θεαματικά την παραγωγή σίτου και το 1957 να καλύψει τις ανάγκες παρά τη μείωση των καλλιεργουμένων με σιτάρι εκτάσεων. Τη δεκαετία του '30 άρχισε και ένα μικρότερο πρόγραμμα βελτίωσης του κριθαριού και της βρώμης. Μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο άρχισε και το πρόγραμμα βελτίωσης του καλαμποκιού με την εισαγωγή διπλών υβριδίων από την Αργεντινή και τις Η.Π.Α. και στη συνέχεια με τη δημιουργία ελληνικών διπλών υβριδίων και από τα μέσα της δεκαετίας του '70 απλών υβριδίων χρησιμοποιώντας ως γενετικό υλικό τόσο εγχώριους πληθυσμούς όσο και από το εξωτερικό. Η βελτίωση του ρυζιού άρχισε επίσης τη δεκαετία του '50 με την εισαγωγή ποικιλιών από το εξωτερικό και την αξιολόγησή τους και τη διάδοση στην καλλιέργεια των αποδοτικότερων ενώ, παράλληλα άρχισε και το πρόγραμμα δημιουργίας νέων ποικιλιών. Την τελευταία 20ετία άρχισε και η βελτίωση του Triticale με τη δημιουργία αξιόλογων ποικιλιών. Το 1961 πήρε τη σημερινή του ονομασία Ινστιτούτο Σιτηρών και συνέχισε να

υπάγεται στο Υπουργείο Γεωργίας μέχρι το έτος 1990. Από το 1990 μετά την ίδρυση του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) με τον ιδρυτικό νόμο 1845/89, μεταφέρθηκε και υπάγεται μέχρι σήμερα στο ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. το οποίο είναι νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου, υπαγόμενο στον ευρύτερο δημόσιο τομέα υπό την εποπτεία του Υπουργείου Γεωργίας.

### ➤ Πολυμεράση- Είδη

Η Ταq πολυμεράση έχει απομονωθεί από βακτήρια (*Thermus aquaticus*) που ζουν σε περιβάλλον με υψηλή θερμοκρασία (θερμοπίδακες) και είναι πολυμεράση τύπου I με 5'- 3' εξωνουκλεϊκή δράση. Η ιδανική θερμοκρασία για την δράση της είναι 55-75°C (pH 8,2-9,0) και ο χρόνος ημιζωής της είναι 50 κύκλοι στους 95°C. Εκτός από την Ταq πολυμεράση, έχουν απομονωθεί πολυμεράσες και από άλλα θερμοφιλα βακτήρια, όπως τα *Thermus thermophilus*, *Thermotoga maritima*, και το *Bacillus stearothermophilus*. Η πολυμεράση AmpliTaq-stoffel fragment είναι πιο θερμοσταθερή (97,5°C) και έχει καλύτερη δραστικότητα σε πιο ευρύ φάσμα συγκέντρωσης ιόντων  $Mg^{++}$  (2 - 10mM) σε σύγκριση με την Ταq. Άλλες πολυμεράσες είναι η UITma και η Vent (*Thermococcus litoralis*) που παράγουν τυφλά άκρα, η rTth που έχει δράση πολυμεράσης και ανάστροφης μεταγραφάσης, και η rTth XL που έχει 5'- 3' και 3'- 5' εξωνουκλεϊκή δράση και δυνατότητα πολλαπλασιασμού στόχου DNA από 5 έως 40 kb. (<http://biotech.aua.gr>).



Εικ. 33. Πιστότητα αντιγραφής θερμοανθεκτικών DNA πολυμερασών

## ➤ USDA (USA)

Το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών είναι η υπηρεσία, η οποία είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη και την εφαρμογή της πολιτικής των ΗΠΑ ως προς την κτηνοτροφία, την γεωργία και τα τρόφιμα. Στόχος της είναι η κάλυψη των αναγκών των γεωργών και των κτηνοτρόφων, η προώθηση του εμπορίου των γεωργικών προϊόντων, η εξασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων, η προστασία των φυσικών πόρων, καθώς και η ενίσχυση των αγροτικών κοινοτήτων τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες όσο και στον υπόλοιπο κόσμο.





*Οι σπόροι των ιταλικών εκληρά εταρρά*



**Mexicalli**



**7 (PI- 278260)**



**12, 46 (PI- 278270)**



**13 (PI- 278271)**



**25 (PI- 278269)**



**26, 47 (PI- 278302)**



**34 (CITR-11220)**



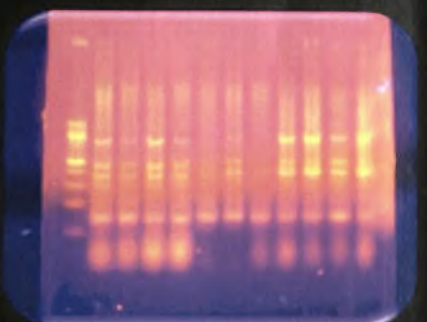
**51 (CLTR-11220)**



**52 (PI- 278262)**



**Meridiano**





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000111680

