

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Αριθ. Πρωτοκ. <u>22</u>
Ημερομηνία <u>31-1-1995</u>

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΚΑΡΑΚΑΖΑΣ Δ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΘΕΜΑ: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕ  
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΑΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ  
(Βιβλιογραφική Ανασκόπηση)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ κ. ΓΟΥΛΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 1994



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 796/1

Ημερ. Εισ.: 10-10-2003

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΓΦΖΠ

1994

ΚΑΡ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070337

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΚΑΡΑΚΑΖΑΣ Δ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΘΕΜΑ: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕ  
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΑΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ  
(Βιβλιογραφική Ανασκόπηση)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ α.ΓΟΥΛΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 1994

"Ουδέν δέ συγυεαλυμμένον  
εσπίν δ' ούυ αθουαλυφθήσεται,  
υαι υρυθτόν δ' ού γνωσθήσεται."

ΤΟ ΚΑΤΑ ΛΟΥΚΑΝ ΕΥΑΓΓΕΛΙΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΒ, ΣΤΙΧΟΣ 2

"Τίθεσε δεν υθάρχει, οσονδήθεσε  
υαλά υαι αν είναι σμεθασμένον,  
θου να μη ξεσμεθασθεί εις το  
τέλος υαι φανερωθεί, υαι δεν  
υθάρχει υρυφό, θου δεν θα γίνει  
γνωστόν."

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράσταση τους τα χρόνια των σπουδών μου. Επίσης τους καθηγητές του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που μου έδωσαν τα εφόδια για να γίνω ένας σωστός εθιστήμονας. Ειδικότερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Καθηγητές Γαλανοπούλου-Σεντούρα Στ. και Γούλα Χρ. γιατί μου μετέδωσαν τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους θέρα από τις συμβατικές υποχρεώσεις τους ως Πανεπιστημιακοί δάσκαλοι.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ΣΕΛ.	01
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ.	04
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΖΗΡΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.	06
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΑΧΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	ΣΕΛ.	16
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΣΕΛ.	23
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΟΖΥΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΣΕΛ.	28
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.	36
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΧΑΜΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.	47
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ	ΣΕΛ.	52
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	ΣΕΛ.	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	ΣΕΛ.	59

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα των αβιοτιμών καταθνήσεων έχει ασχολήσει κατά καιρούς τους ερευνητές. Στην παρούσα εργασία γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των καταθνήσεων που προαλούνται στα φυτά λόγω της ξηρασίας, των υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών, των αλατούχων εδαφών, των όξινων εδαφών, της μειωμένης αζωτούχου λίπανσης και της ατμοσφαιρικής μόλυνσης. Εξετάζονται οι επιπτώσεις που προαλούν οι παραπάνω καταθνήσεις στη λειτουργία των φυτών καθώς και οι προστάσεις που έχουν γίνει από τους ερευνητές για την βελτίωση των φυτών ώστε να αποκτήσουν ανθεκτικότητα στις αβιοτιμές καταθνήσεις. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις προστάσεις βελτίωσης του καλαμποκιού (*Zea mays* L.) για απόκτηση ανθεκτικότητας στις αβιοτιμές καταθνήσεις.

Ο τρόπος με τον οποίο τα φυτά αντιδρούν στην καταθνήση λόγω ξηρασίας μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την διατήρηση της ισορροπίας του C στο φυτό κατά τη διάρκεια της καταθνήσης. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση των αθώλων είναι η χρονική κατανομή της καταθνήσης, το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της εμφάνισης της φούντας (Ανοφορία) και της εμφάνισης των μεταξιών (Άνθηση), η ωσμωτική ισορροπία του φυτού, και η ικανότητα του φυτού να ολοκληρώνει το γέμισμα του σπόρου από τα αποθέματά του όταν η καταθνήση δεν επιτρέπει την φωτοσύνθεση. Για να μειώσουμε τις αθώλες των φυτών λόγω της ξηρασίας έγιναν προστάσεις βελτίωσής τους και ειδικότερα στο καλαμπόκι το CIMMYT δημιούργησε τους πληθυσμούς DPT-1 και



DPT-2 που θα προμηθεύσουν μελλοντικά νέες σειρές και δοκιμασίες ανθευτικτές στην καταθόνηση λόγω ξηρασίας.

Υπολογίζεται ότι η αφωτούχος λίθωση χρησιμοποιείται για να εδικύχουμε υψηότερες αποδόσεις θερίδου στο 90% της αλληλεργήσιμης έντασης αλαμθουλού. Για ολιονομιούς και περιβαλλοντολογιούς λόγους είναι αναγκαία η μείωση της λίθωσης αφώτου οθότε θα θρέθει να θροσανατολίσουμε την βελτιωτική θροσθάθεια στην δημιουργία φυτών που θα αποδίδουν και σε μειωμένα εθίθεδα N. Οι ερευνητές του CIMMYT δημιούργησαν τους θληθυσμούς αλαμθουλού 26 Sequia και Across 9328 BN που έδωσαν ενδιαρυντικά αποτελέσματα για την ανθευτικότητα σε μειωμένη λίθωση N.

Το 10% των αλληλεργούμενων εντάσεων είναι αλατούχα. Όλες οι ανκιδράσεις του φυτού σε υψηλή αλατότητα εφαρτώνται από την συγυέντρωση του άλατος στους ιστούς, το χρόνο ένδεσης και τη σύνθεση του άλατος. Η θλο εντεταμένη μαζική εθιλογή για αντοχή στην αλατότητα έγινε για το ρύζι (*Oryza sativa* L.) και γενετικό υλικό που αθιολογήθηκε έδειξε ενδιαφέρουσα ανθευτικότητα.

Η οξύτητα του εδάθους είναι σοβαρός θερλοριστικός θαράγοντας στην ανάπτυξη του φυτών για τα μισά θερίδου μη αρθευόμενα εδάφη του νόσου. Τα θροβλήματα για την ανάπτυξη των φυτών στα όφινα εδάφη είναι τοθιυότητες μεθάλλων και ελλείψεις θρεθιικών στοιχείων. Για την ανθιμεθώθιση αυτής της καταθόνησης ειδικά στο αλαμθού το CIMMYT εξέτασε το γενετικό υλικό από τις θράθετες γενετικού υλικού, από εθνικά θρογράμματα και τα θλο θροσαρμθμένα και υψηλαθοδοτικά



υβρίδια ή διουλιγίες. Το υλιό αυτό έδειξε δυνατότητα υψηλών αφοδόσεων και βρέθηναν άηγές ανθευτιυότητας σε υαταθόνηση λόγω όξλων εδαφών.

Πολλές φορές η θερμυρασία στην οθολά αναθύσσεται το φυτό ξεθερνά τα ανώτερα όρια μετά τα οθολά θρωαλείται υαταθόνηση. Είναι σημαντιό για τα φυτά να αθουήσουν υάθολο βαθμό αντοχής ώστε να ξεθερνούν τις δυσυολίες στις θεριόδους με υψηλή θερμυρασία. Τα χαρευτηριτυιά του θρέθει να έχουν οι ανθευτιυοί γενότυθοι στην υαταθόνηση λόγω υψηλής θερμυρασίας είναι: ευρεία φάση ανθοφορίας, άνθηση τον θλω δρωσερό μήνα, υψηλή υυανότητα αξλωθολήσης του φωτός, βαθιές ρίζες, χαμηλή εξατυησιολαθνοή, βελτυωμένη υορροθία ενέργειας στα θερμυνόμενα όργανα και μεγαλύτερη θεριόδο γεμίσηματος σθόρου.

Οι χαμηλές θερμυρασίες αθουελούν θρόβλημα σε υάθολο στάδιο της ζωής των φυτών. Αν και έχουν εντυθισθεί οι μηχανισμοί ανθευτιυότητας των φυτών στις χαμηλές θερμυρασίες δεν είναι αυόμη εφλυό να υρησιυοθολήσουμε αυή τη γνωση για να θεύχουμε βελτυωση της ανθευτιυότητας των φυτών ώστε να αθουθίδουν ευτός του θεριβάλλοντος θρωσαρμυγής τους.

Η μόλυψη της ατυόσφαιρας σχετιυά θρόσφατα αθουέλεσε αντυειμένο έρευνας αθό τους ερευνητές ως θρωσ την υαταθόνηση του θρωαλεί στα φυτά. Προγράμματα έρευνας για τον υαθωρισμό της εθιόδρωσης του  $O_3$  στα φυτά άρχισαν τις ΗΠΑ το 1980 (NCLAN) και στην ΕΟΚ το 1984 (COST 612). Η θελυρατυική έρευνα έδειξε ότι υθάρχει δυνατότητα για ανάθυξη αντοχής στην ατυοσφαιριυή μόλυψη μέσω της βελτυωσης φυτών.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μεταπολεμικά οι θροσθάθειες των ανδρώδων θου ασχολούνταν με τη γεωργία εθλιεντρώθηναν στην αύξηση της παραγωγής υυρίως χρησιμοποιώντας υηηλές εισροές , τις θουμιλίες υηηλών αθοδόσεων θου είναι θρολόντα των θρογραμμάτων γενετιικής βελτίωσης των φυτών και νέες υαλλιεργητιικές τεχνιές. Αυτό είχε ως αθοτέλεσμα την υαταυόρυφη αύξηση των αθοδόσεων και υυνοηιιά της παραγωγής αλλά και τη θημιουργία αθοδεμάτων τροφής. Ενδιαφέρον θαρουσιάζει το γεγονός ότι η αύξηση των αθοδόσεων οφείλεται υατά 50% στη γενετιική βελτίωση και υατά 50% στη βελτιωμένη υαλλιεργητιική τεχνιή (Dunck, 1985).

Ατυχώς όμως θαράγοντες θου υυνέβαλαν στην σημερινή ανταγωνιστιική γεωργία όθως λίθανση, εντομουτόνα, ζιζανιουτόνα υερό και ενέργεια, αθοδειχθιυε ότι ήταν και αιτίες θου θημιούργησαν θροβλήματα στο φυσιό θεριβάλλον και εθιβάρυναν την θολότητα ζωής. Λόγω της αλόγιστης χρήσης των εισροών στη γεωργία θαρουσιάζηιυαν θροβλήματα στο θεριβάλλον όθως μόλυνση των υδάτων (υθόγειων, εθίγειων), διάθρωση εδαφών, διατάραξη των οιοσυστημάτων, υαριυογενέσεις θου αθοδίδονται στα γεωργιικά χημια υαθώς και υαταθασατάληση γενιια των φυσιών θόρων.

Γι' αυτό η γεωργία του σήμερα αλλά και θολύ θεριυσότερο του αύριο θρέθει να θροσανατολισει στη διατήρηση των υθαρχόντων υηηλών αθοδόσεων σε υυνδιασμό με την εισαγωγή νέων μεθόδων παραγωγής θου δεν θα αθαιτούν τις αυθημένες εισροές του θαρελθόντος και συχρόνως θα είναι φιλιική θρος το θεριβάλλον. Εθίσης η νέα Γεωργία θρέθει να είναι σε θέση να

αξιοποιήσει οριακά εδάφη και αντίξοες συνθήκες όπως ξηρασία, υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, υδατώδη αυτινοβολία, ατμοσφαιρική μόλυνση, όξινα εδάφη, αλατούχα εδάφη, εδάφη μολυσμένα με βαρέα μέταλλα, εδάφη με έλλειψη στοιχείων κ.λ.κ.

Δημιουργία ποικιλιών με ανθεκτικότητα στις αβιοτιμές καταθνήσεις θα δώσει νέες προοτιμές στη γεωργική παραγωγή και σε συνδυασμό με τις ανθεκτικές ποικιλίες στους εκθρούς και τις ασθένειες θα συμβάλλει ουσιαστικά για μια γεωργία φιλική προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

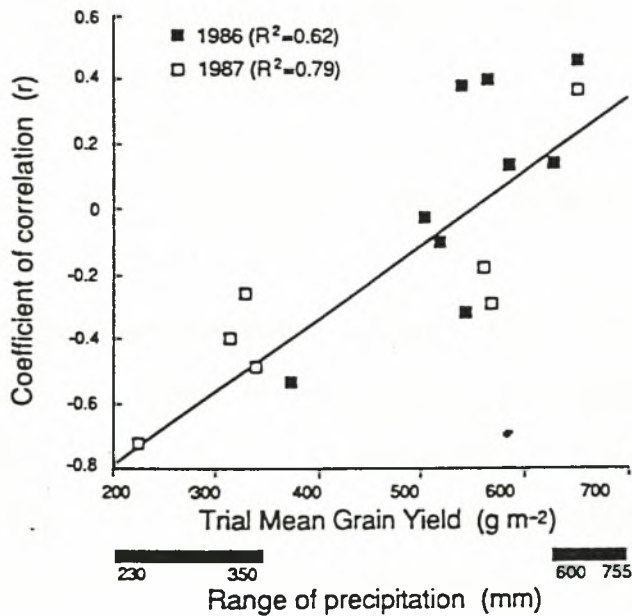
Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την δυνατότητα της δημιουργίας ποικιλιών ανθεκτικών στις αβιοτιμές καταθνήσεις.

## I) ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Πρόσφατες ανασυνολήσεις (Blum, 1988a; Ludlow & Muschow, 1990) αναφέρονται στη φυσιολογική έκφραση και τη μεθοδολογία βελτίωσης για την αντοχή στην Ξηρασία.

Ο τρόπος με τον οποίο τα σιτηρά αντιδρούν στην καταπόνηση από Ξηρασία μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες. Αυτός ο διαχωρισμός (Blum, 1988b) βοηθάει στο να γίνει κατανοητός ο πιθανός θραυτικό ρόλος των ειδών αντοχής στην Ξηρασία για τα οικονομικής σημασίας φυτά. Η θρώπη κατηγορία είναι όταν η καταπόνηση λόγω Ξηρασίας υπάρχει αλλά συγχρόνως διατηρείται από το φυτό μια θετική ισορροπία C. Οι ανθεκτικοί γενότυποι μπορούν έτσι να εδρεύουν ένα σχετικά μεγαλύτερο καθαρό κέρδος C, συγκρινόμενοι με ευαίσθητους γενότυπους, με αποτέλεσμα θετική επίδραση στην απόδοση. Η δεύτερη κατηγορία είναι όταν η καταπόνηση είναι ισχυρή, παραμπούλειται μεγάλη απώλεια του C και τα φυτά απλώς εδρεύουν μετά την καταπόνηση. Οι ανθεκτικοί γενότυποι εδρεύουν και αρχικά και αργότερα εδρεύουν με χορήγηση νερού, στο αποτέλεσμα από τους μη ανθεκτικούς. Οι φυσιολογικές και αγρονομικές αντιδράσεις που ανταποκρίνονται σ' αυτές τις δύο κατηγορίες διαφέρουν, όμως η πιο ενδιαφέρουσα από την πλευρά της βελτίωσης των φυτών είναι η θρώπη κατηγορία επειδή έχει θραυτικό γεωργικό ενδιαφέρον. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την έκταση των απωλειών λόγω της Ξηρασίας είναι η χρονική κατανομή της. Έτσι, οι θρώμοι γενότυποι χρησιμοποιούν λιγότερο νερό λόγω της μικρότερης διάρκειας ανάπτυξης και την

μικρότερη φυλλική επιφάνεια. Συνεπώς, κάτω από ιδανικές συνθήκες οι θρύλλοι γενότυποι κείνουν να παράγουν λιγότερη βιομάζα και αδόδοση από τους όγκιμους. Όμως, όταν το διαθέσιμο νερό είναι περιορισμένο, κυρίως κατά το τελευταίο στάδιο της περιόδου ανάπτυξης, οι όγκιμοι γενότυποι παράγουν μεγάλη ποσότητα βιομάζας με χαμηλό δείκτη συγχομιδής (HI) ενώ οι θρύλλοι γενικά παράγουν μέτρια ποσότητα βιομάζας με καλύτερο δείκτη συγχομιδής (HI). Η Ειμ.1 αντιπροσωπεύει την αλληλεπίδραση μεταξύ φαινότυπου του (*Triticum aestivum* L.) και διαχείρησης του νερού σε ένα συγχειριμένο υλίμα.



Results for spring wheat cultivars tested over 16 locations in Israel. Relationship between coefficient of correlation between grain yield and days to heading of 12 cultivars within a trial and mean trial grain yield. Corresponding ranges of total trial precipitation are presented as horizontal bars. Bold squares: 1986; open squares: 1987.  $y = -1.24 + 0.023x$ ;  $R^2 = 0.60$ . (From Blum and Pnuel [1990] with permission.)

#### ΕΙΚΟΝΑ 1

Με καλώς αρδευόμενες συνθήκες (μέση αδόδοση σπόρου θερμάου 700g/m<sup>2</sup>) τα όγκιμους ανθοφορίας σιτηρά είχαν βλεονένετημα στην αδόδοση, όπως φαίνεται στην βετική και

σημαντική συσχέτιση στις υαλλιέργειες ανάμεσα στην αδόδοση και στην διάρεια της περιόδου ανάπτυξης. Κάτω από συνθήκες έλλειψης νερού, όπου οι μέσες αδόσεις σ' όλες τις υαλλιέργειες ήταν  $<300\text{g/m}^{-2}$  η συσχέτιση μεταξύ αδόσης και διάρειας περιόδου ανάπτυξης ήταν αρνητική. Κάτω από συνθήκες ήλιας υακαθόνσης, όπου η μέση αδόση ήταν 400 έως  $500\text{g/m}^{-2}$  η αδόση δεν συσχετιζόταν με την διάρεια της περιόδου ανάπτυξης.

Μία σημαντική συνέπεια του γενοτύπου στην αντοχή στην ξηρασία στο υαλαμδούι είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της εμφάνισης της φούντας (Ανθοφορία) και της εμφάνισης των μεταφλών (Άνθηση). Έτσι εθιλογή για μισρό διάστημα είναι ένα αδοτελεσματικό υριπύριο για βελτίωση της αδόσης υάτω από υακαθόνση λόγω ξηρασίας (Bolanos & Edmeades, 1990).

Όταν η διαθέσιμη εδαφική υγρασία είναι στα βαθιά εδαφικά στρώματα, τότε η χρήση αυτής της υγρασίας από μεγάλης ανάπτυξης ρίζα είναι ένα χαρακτηριστικό "υλειδί" για την αντοχή στην ξηρασία. Για μερικά φυτά με ρίζα μισρού βάθους όπως το *Olyza sativa* L. σημαντική θρόοδο για την αντοχή στην ξηρασία εθιτεύχθηκε από τη γενετική βελτίωση για εθέυταση και βάθος της ρίζας (O'Toole & Blann, 1987). Όμως το μήκος της ρίζας δεν εθιρεύεται άμεσα από τους γενετικούς παράγοντες (Blum et al., 1977). Το περιβάλλον του εδάφους είναι αυτό που εθιρεύει εντυθωσιακά την ανάπτυξη της ρίζας. Εξάλλου οι μεγάλες περιβαλλοντολογικές εθιδράσεις στις ρίζες, η θολύθλουν υληρονομιότητα στην ανάπτυξη της ρίζας (O'Toole &



Bland, 1987) και οι δυσκολίες στην μέτρηση της ρίζας έχουν σαν αποτέλεσμα την αδυναμία χρησιμοποίησης αυτών των υριπρίων για εθιλογή.

Η σχετική βιβλιογραφία αναφέρει ότι η δυνατότητα του φυτού να αβλοθολεί κατά τον διο αθοτελεσματού τρόπο το νερό (WUE) μθορεί να σχετίζεται θετικά ή αρνητικά με την φυτική παραγωγή στους γενοτύπους κάτω από συνθήκες ξηρασίας. Όμως η WUE είναι ένα αμφιλεγόμενο υριπτήριο για την βελτίωση των αθοδόσεων σε περιβάλλοντα με έλλειψη νερού. Αυτόμη, ίσως υθάρχει αρνητική σχέση μεταξύ WUE και διαθοής, διότι γενοτύποι σχετικώς ανθεκτικοί στην ξηρασία οι οθοίοι αντέχουν την διαθοή και διατηρούν το υαδεσώς νερού στο φυτό παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή WUE σε σύγκριση με τα μη ανθεκτικά φυτά.

Η ωσμωτική ισορροθία είναι ένας υληρονομούμενος και αθοτελεσματούς μηχανισμός αντοχής στην ξηρασία ο οθοίος σχετίζεται με την αθοόωση κάτω από υαπαθόνηση λόγω ξηρασίας (Morgan, 1984; Ludlow & Muchow, 1990). Ο ρόλος της ωσμωτικής ισορροθίας στην αντοχή στην ξηρασία δεν θα μθορούσε να είναι μια εθαναστατική σύμπτωση, υαθώς είναι αθοδοτική και σε περιπτώσεις υαπαθόνησης από παγωνιές και αλατότητα, οι οθοίες είναι συνθετικό μέρος της ανεθάρκειας νερού στο υύταρο. Η σημασία της ωσμωτικής ισορροθίας είναι διαθιστωμένη στην ισορροθία του C στα φυτά και στην ανάπτυξη των ριζών κάτω από υαπαθόνηση λόγω ξηρασίας. Σ' αυτό τα σημείο θρέθει να διατυθωθούν δύο σημεία που έχουν σημασία για το εθίθεδο υμετάλλευσης που μθορεί να εθιδεχθεί η ωσμωτική

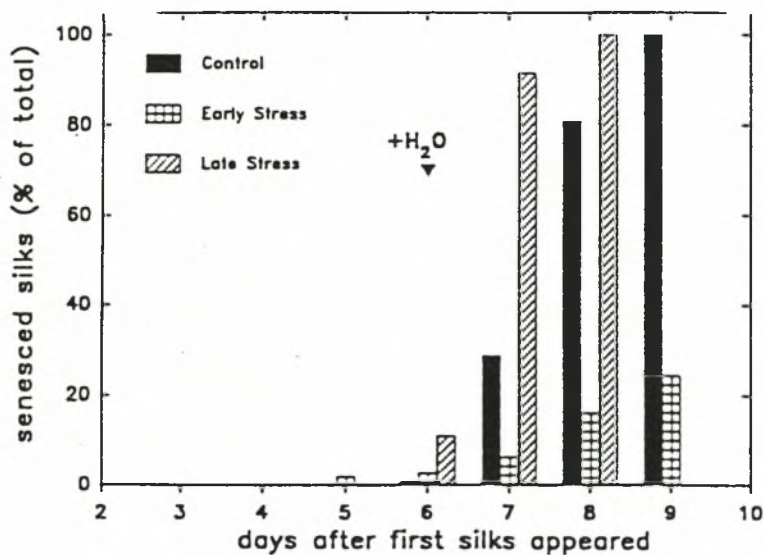


ισορροπία για την ανοχή στην Ήρασία. Πρώτον, δεν περιέχουν όλα τα είδη λιανά εθίθεδα ωσμωτικής ισορροπίας που να επιτρέθουν γενετική βελτίωση όπως θ.χ. στο ρύζι (*Oryza sativa* L.) και σε μερικούς προθιούς θηθυσμούς αλαμθουλού και δεύτερον, η ωσμωτική ισορροπία είναι ένα θοσοτιό χαρακτρισιτιό με όλες τις δυσοθίες που αυτό συνεθάγεται στην βελτιωτική θράθη. Αθό θιάθρες θηγές, θθορούμε να συμθεράνουμε ότι ωσμωτική ισορροπία μεθάλυτερη αθό 0.3 ΜΡα είναι αθοτελεσματική αθοθίδοντας ένα σηθαντιό θλεονέυτηθα στην ανάθυθη των φυτών καιά την αααθόνθηθ θόγω Ήρασίας.

Είθαι γθνωσθό ότι η αθόθθηθ μελώνεται θόγω αααθονήθηθων, ιθίως καιά ηθ θιάρυεια ηθσ αναθαααγωγλιής θάθηθ του φυθού όταν η αααθόνθηθ θθορεί να οθηγήθει σε ανθόρροια και σε θτωχό γέθισθα (θίθθωθα) του θθόρου. Όταν η αααθόνθηθ θόγω Ήρασίας είναι αρυεθά θοθαρή καιά ηθ θιάρυεια του γέθισθαθου του θθόρου ώθη να αθαγορεύει θροσωρινά ηθν θωθοσύνθθηθ, το γέθισθα του θθόρου εθααάται οθουθρηωθιά αθό τα αθοθέθαα του φυθού. Τα θροθγούθθα θρόθια έθελ θευαθαριθθεί ότι οι γηνότυθοι θιαφέρουν ως θροθ ηθν λιανόθηθα να υθοστηρίθουν το γέθισθα του θθόρου θρησιθοθιώντας τα αθοθέθαα του φυθού και αυθί η γενετική θαραθλαυθιθιόθηθα θθορεί να θρησιθοθιθθεί για να σταθροθιθίθει το θείυτη συγυοθιθής (HI) στις όγυθες αααθονήθηθ.

Οι Mark E. Westgate και Paolo Bassetti (1992) αναφέρουν ότι στο αλαμθού οι αθώθιεις που θαραθρηθύνται στο θθόρο θόγω Ήρασίας θθορεί να θαραθρηθθούν αιόθη υι αν η γονιθοθιθθηθ έγυθε υανονθιά, και αυθί η αθοθυθία να θαραθθθούν

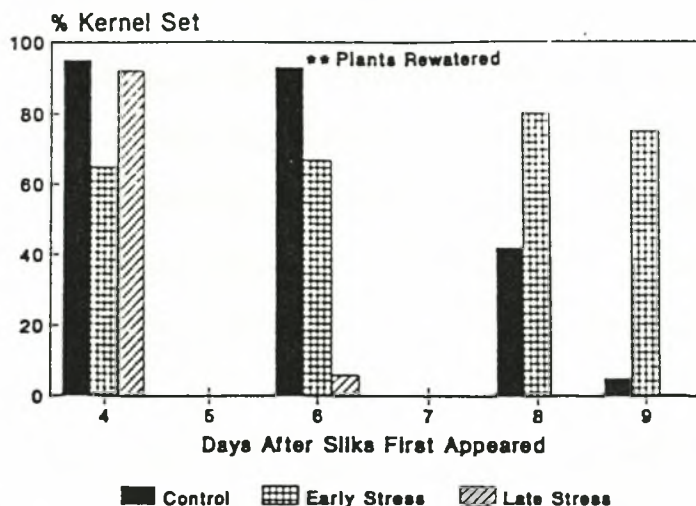
σπόροι σε χαμηλό  $\gamma$ , οφείλεται θρώπιστα σε βροβλήματα που αναδύσσονται μέσα στα θηλυκά άνθη. Σε διαγράμματα που δραγματοβολήθηκαν από τους Mark E. Westgate και Paolo Bassetti (1992) φαίνεται η επίδραση της ξηρασίας στον αριθμό των σπόρων επηρεάζοντας την διαδικασία ανάπτυξης και ωρίμανσης. Κανονικά στο υαλαμθόμυ τα μετάξια (σπίγμα υδέρου) είναι υθοδευκμύ 6-7 ημέρες μετά την εμφάνισή τους (Ελυ.2). Η υαταθόνηση λόγω έλλειψης νερού που εθιβλήθηκε σε ένα θρώμμο σθάδιο της ανάπτυξης του σθάδια θρουάλεσε υαθυστέρηση στην ωρίμανση του, ενώ η υαταθόνηση που εθιβλήθηκε δύο ημέρες αργότερα, θρουάλεσε μια θολύ θιο γοργή ωρίμανση σ' όλο το σθάδια.



Effect of early (●) and late (▲) water stress on silk senescence (collapse at the base). Controls indicate the normal progress of silk senescence on an ear of a well-watered plant. Data are for flower positions 6 to 20 from the base of the ear. (Bassetti and Westgate, unpublished data).

## ΕΙΚΟΝΑ 2

Η διαφορετική διαδικασία ωρίμανσης είχε μεγάλο αντίκτυπο στην διατήρηση του σπόρου (Ελυ.3). Στον υαλώς αρδευόμμο μάρτυρα, ο αριθμός των σπόρων μειώθηκε όταν η γονιμοθόληση υαθυστέρησε μέχρι 9 ημέρες από την θρώπη εμφάνιση των



Effect of early and late water stress on kernel set in maize pollinated 4 to 9 days after silks first appeared. See Figure 12 for description of early and late stress. Water-deficient plants were rewatered on day 6. (Bassetti and Westgate, unpublished data).

### ΕΙΚΟΝΑ 3

υαδυστέρησε μέχρι 9 ημέρες από την πρώτη εμφάνιση των μεταξιών. Η υαταθόνηση λόγω ξηρασίας που εθιβλήθηκε μόλις εμφανίστηκαν τα μετάξια μείωσαν το σθόρο περιόδου κατά 30% όταν η γονιμοποίηση έγινε την 4η ημέρα. Παρατηρούμε επίσης ότι καμία εθιθρόσθετη μείωση των σθόρων δεν έγινε ακόμη και όταν η γονιμοποίηση έγινε την 9η ημέρα. Εθιγγραμματιυά θα μπορούσαμε να θούμε ότι η έλλειψη νερού κατά την άνθηση έχει άμεση εθιδραση στο υαθεστώα του νερού, την ανάπτυξη και λειτουργία του θηλυού άνθους στο υαλαμθούι. Βελτίωση στην συμπεριφορά του φυτού σε υαταθονήσεις λόγω ξηρασίας απαιτούν θροσθάθειες για μείωση της ευαισθησίας του σθάδια και ιθιαίτερα στην ανάπτυξη των μεταξιών.

Προσθάθειες γίνονται σ' όλα τα θλάτη και μήνη της γης για να μειθούν οι αθώθειες που οθείλονται στην υαταθόνηση λόγω ξηρασίας. Ευτός από την θροσθολήση στην υαλλιεργητιυή τεχνική μπορούμε να θροσμένουμε θαυμάσια αθοτελέσματα με την γενετιυή βελτίωση των φυτών. Η θροσθάθεια θημιουργίας

υβριδίων υαλαμμουίου με ανθευτυιότητα στην Ξηρασία αθοτέλεσε θεδίο για έρευνα από το CIMMYT. Η θροσθάθελα του CIMMYT ήταν να αυήσει την αδόδοση σε σθόρο θου θα ήταν θιο χήσιμο στις υθοανάπτυυτες χώρες θαρά να αυήσει την θαραγόμενη θιομάφα υάτω από συνθήυες Ξηρασίας. Άρα η μεγαλύτερη θροσθάθελα εθλυεντρώθηυε στα γεγονότα θου συμβαίνουν υατά την θερίοδο ανθήσεως, όθου σχηματίζονται οι σθάθυες ανά φυτό υαι σθόροι ανά σθάθυα. Εθίσης σημαντυό για την έρευνα ήταν το γεγονός ότι έθρεθε να διατηρηθεί μεγάλη ενεργός εθιφάνελα φυλλώματος υατά την υαταθόνηση λόγω Ξηρασίας (Araucio-Tejo & Boyer, 1983).

Η θροσθάθελα άρχισε με τον θληθυσμό Tuxpeno Clena I C11 με υυηλή υαι σταθερή αδόδοση, ο οθόλος θημλουργήθηυε το 1975 θρουειμένου να μελετηθεί η μεθοδολογία για θελήωση της αντοχής στην Ξηρασία. Παράγωγο αυτού του θληθυμού μετοναμάσθηυε σε Tuxpeno Sequia υαι αιολούθως υθέσει οχτώ γενεές υυυληής εθιλογής για αθιολόγηση οιογευειών FS στο υυό, ουσιαστυά χωρίς θροχές χελμώνα στο Tlaltizapan, Mexico όθου ο χρόνος υαι η ένταση της υαταθόνησης μθορεί να ελεχθεί με άρδευση. Κάθε μία από τις 250 οιογευειες αθιολογήθηυαν σε θειρατυαυά τεμάχια με τρεις μεταχειρήσεις αυφανόμενης έντασης της Ξηρασίας: υαλά αρδευόμενα (WW), μέτρια υαταθόνηση όθου η χορήγηση νερού σταματούσε το τέλος της άνθησης υαι υατά τη διάρυελα του γεμίσηματος του σθόρου (IS) υαι η τελευταία μεταχείρηση αυφημένη υαταθόνηση όθου δεν χορηγούνηταν νερό θερίθου 3 εθδομάδες θριν τα μετάφια είναι υθοδευτυα (SS). Οι αθοδόσεις υάθε μεταχείρησης ήταν θερίθου

100%, 65% και 25% της δυνατότητας του υαλοδοτισμένου μάρτυρα. Εδιλέχθησαν οι 80 καλύτερες ομογένειες με βάση δείκτη επιλογής και χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνθεση των νέων πληθυσμών. Στον ιδεατό τύπο (γενότυπο) υαλοδοτισμού, η παραγωγή είναι υψηλή όχι μόνο σε συνθήκες SS και IS αλλά και σε συνθήκες WW. Η φυλλική επιφάνεια κάτω από υαλοδόνηση παραμένει υψηλή, η γήρανση του φυλλώματος στα SS τεμάχια υαδυστερεί, δερμουρασίες φυλλώματος κατά την ξηρασία είναι χαμηλές και το ASI μειώθηκε κατά τις IS και SS μεταχειρήσεις. Αυτός ο ιδεατός τύπος εδωνοήθηκε για να περιγράψει ένα γενότυπο ο οποίος να μπορεί να επιτύχει μεγαλύτερη απορρόφηση εδαφικής υγρασίας, έτσι ώστε να διατηρείται ο όγκος του υψιάρου και χαμηλή δερμουρασία φυλλώματος και ο οποίος όταν υαδοδονούνταν θα επιτύχανε ωσμωτική ισορροπία, διατηρώντας έτσι το μεταβολισμό του και υαδυστερώντας τη γήρανση του φυλλώματος (Ludlow & Mochow, 1990).

Η γενετική πρόοδος στην αδόδοση στο Τλατζίαραν ήταν αποτέλεσμα της μείωσης της στείροτητας σε συνθήκες ξηρασίας και της μέτριας αύξησης των συστατικών αδόδοσης σε υαλώς αρδευόμενα περιβάλλοντα. Το σύνολο της παραγωγής σε βιομάζα ήταν ανέφλιτο με επιλογή, έτσι τα υέρδη σε ποσότητα σόρου εδήλθαν από μια συστηματική αύξηση του δείκτη παραγωγής με επιλογή, που παρατηρήθηκε σε όλες τις μεταχειρήσεις.

Αυτά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα οδήγησαν το CIMMYT στην δημιουργία του Drought Tolerant Population (DPT-1) που εροήλθε από διασταυρώσεις μεταξύ γενοτύπων από την Λατινική Αμερική και θαλιών υβριδίων και πληθυσμών από τις ΗΠΑ, Νότια

Αφρική, Ζιμπάμπουε, Κένυα, Ταϊλάνδη και Νιγηρία. Το 1990  
προστέθηκαν στο DPT-1 25 νέες θηχές παραλλακτικότητας και  
δημιουργήθηκε ο DPT-2 που μαζί με τον DPT-1 θα μας  
δρομηθεύσουν σειρές και δοκιμίες που ίσως χρησιμοποιηθούν  
άμεσα αλλά στις περισσότερο περιπτώσεις θα διασταυρωθούν με  
υψηλά προσαρμοσμένα στις τοπικές συνθήκες.



## II) ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Οι θειρισσότερες θοιμιλλίες υψηλών αθωδόσεων δημιουργήθηκαν σε συνθήκες εθιλογής υψηλού εδαφιμού N και έτσι ενώ συχνά φεθερνούν σε αθώωση τις θαλαιότερες θοιμιλλίες σε όλα τα εθίθεδα αζωτούχου λίθανσης, δεν είναι φευάθαρο εάν αυτή η στρατηγιική εθιλογής είναι η άριστη για θοιμιλλίες θου σποχεύουν και σε φτωχά σε N θειριβάλλοντα (Clark & Duncan, 1991). Προτάθνε για θαράδειγμα, ότι η αιλλιεργητική θραυτική θου σχετίζεται με την αντίληψη ότι το φυτό θρέθει να έχει εθάρμεια αζώτου είναι ιθιαίτερα σημαντική όταν υθάρχει αφθονία N, αλλά αυτή η δυναθότητα να θαράγεται η μεγαλύτερη δυναθόν θωσότητα θωόρου για υάθε μονάδα N θου κορηγείται στα φυτά είναι συζητήσιμη όταν το N είναι θειριορισμένο (Di Fonzo et al., 1982).

Υθολογίζεται ότι η αζωτούχος λίθανση κρησιμοθωοείται για να εθιτύχουμε υψηλότερες αθωδόσεις θειρίθου στο 90% της αιλλιεργήσιμης έυτασης αιλαμθουιού. Τυχόν μη αφιοθόληση της θαρεχόμενης λίθανσης αθό την αιλλιέργεια οθηγεί σε μειωμένο ολιονομιυό αθωτέλεσμα αλλά θημιουργεί και θρωβλήματα θειριθαλλοντολογικής υθωβάθμισης. Σε θολές αθό τις φτωχότερες θειριοχές, η κημιική λίθανση δεν είναι θάντα διαθέσιμη ή είναι θολύ θαθανηρή. Υθάρχουν μεριυά θειριβάλλοντα όθου η θιθανότητα θηρασίας ή θαγωνιάς υάνουν το ολιονομιυό ρίθιο της κημιικής λίθανσης αθαράθευτο, και αυτές οι θειριοχές θα θωορούσαν να εθωφληθούν αθό την βελτίωση των γενοτύθων για αντοχή στην χαμηλή εδαφιική γονιμότητα.

Τα υθρίθια αιλαμθουιού θωορούν να διαυριθούν σε ομάδες



ως ανταθουρινόμενα ή όχι στην λίθωση N. Οι διαφορετικές ομάδες εμφανίζουν διαφορετικές φυσιολογικές αντιδράσεις στον μεταβολισμό σε συνθήκες εθάρειας N, αλλά καμία ομάδα δεν αποδίδει ιδιαίτερα καλά σε συνθήκες στρες N (Tsay et al., 1990; Smiciklas and Below, 1990). Η διαφορά στην απόδοση μεταξύ αυτών των ομάδων είναι άρρωτιστως αποτέλεσμα των διαφορετικών αντιδράσεων σε υψηλά επίπεδα N. Άλλες μελέτες δείχνουν ότι υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιωθούν οι απόδοσεις στο καλαμπόκι σε μη άριστα επίπεδα N, αλλά προβληματίζονται αν μια τέτοια απόδοση είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Από μελέτες έχει βρεθεί ότι η αβιοδοίκηση της θρέψης με N στο καλαμπόκι μπορεί να βελτιωθεί όταν αυξηθεί η δυνατότητα του φυτού να χρησιμοποιεί περισσότερο θρολιόνα αφομοιώσεως (δολυνημία) (Moll et al., 1987) ή μεταβάλλοντας την σύνθεση του ενδοθερμίου (Tsay and Tsai, 1990). Οι γενοτυπικές διαφορές στην απόδοση του καλαμποκιού σε χαμηλό επίπεδο N έχουν επίσης συσχετισθεί με διαφορές στο N και στον καταμερισμό της βιομάζας μέσα στο φυτό, ειδικά με την απόδοση του N που μετακινείται από τους βλαστικούς ιστούς (Ta and Wieland, 1992). Οι διαδρομές της απορρόφησης και διαχωρισμού του N πριν από την άνθηση έχει αποδειχθεί ότι είναι κρίσιμη για την διατήρηση του αριθμού κόμης ανά σπόδια σε περιβάλλοντα με έλλειψη N (Pearson and Jacobs, 1987).

Χαμηλή λίθωση N αποδείχθηκε ότι επηρεάζει και τον αριθμό των ανθέων ανά σπόδια αλλά και τη διαίρεση αυτών των

ανθέων τα οδοία θα δώσουν υόυους (Jacobs and Pearson, 1991). Μεγαλύτερη βιομάζα ανά άνθος στην άνθηση σχετίζεται με τη μείωση της αδοβολής των γονιμοδοημένων ανθέων (Reed and Singletary, 1989), ενώ χαμηλή τροφοδοσία N συοθεύει να μειώσει την βιομάζα ανά άνθος (Lemcof and Loomis, 1986), έχοντας ως αδοτέλεσμα τον χαμηλό αριθμό υόυων ανά σθάδλια του είναι τυθλιή αντίδραση στο στρες λόγω έλλειψης N.

Μεγαλύτερος συχρονισμός στην ανάπτυξη των υόυων σε ένα σθάδλια σχετίζεται με την μειωμένη αδοβολή των υόυων της υορυφής του σθάδλια και με θερισσότερους υόυους ανά σειρά (Fleier et al., 1984), ενώ θειραματιυά δεδομένα της θροηγούμενης υόόθεσης δεν ήταν θετιυά (Frey, 1981). Η αδορρηγη των υόυων της υορυφής του σθάδλια μετά την γονιμοδοίηση σχετίζεται με ένα μιυρότερο ρυθμό ανάπτυξης αυτών των υόυων (Reed and Singletary, 1989), ενώ η δυνατότητα του φυτού να αφιοθοει τα θροιόντα φωτοςύνθεσης και η θρόοδος στην ανάπτυξη των υόυων της υορυφής σχετίζεται με τον όγμο των υόυων στην έναρξη της γραμμικής φάσης γεμίσματος του σθόρου (Tollenaar and Daynard, 1978). Είναι δυνατόν ένας μειωμένος αριθμός ανθέων ανά σθάδλια να εθιπρέθει θερισσότερο ομοιόμορφη ανάπτυξη των υόυων ανά σειρά, και εδομένως μειώνει την αδοβολή υόυων.

Οι μορφολογιές και φυσιολογιές αντιδράσεις του αλαμθοιού στο συνεχές στρες N θεριλαμβάνει μειωμένο μέγεθος φυτού, αύηση διαιλνήσης του βλαστιού N στους σθόρους, αυξημένη ευαισθησία, και μειωμένη συγιέντρωση N στο φυτό (Muchow 1988a,b; Muchow and Davis, 1988). Τα θροηγούμενα

αποτελέσματα στην ανάπτυξη του φυτού για αρμετά από αυτά τα χαρακτηριστικά εύκολα μπορεί να επιμνησθούν στον αγρό μετά την αξιολόγηση των απογόνων, εθιπρέθοντας την αναγνώριση των υθασχόμενων ολιγογενειών τόσο με βάση των ελάχιστων άμεσων αποτελεσμάτων εφαικίας του στρες N όσο και με βάση την τελική απόδοση.

Η μεγάλη σημασία της λίθανσης N στα ολιγονομική σημασίας φυτά μας οδηγεί στην ανάγκη να θροσαρμόσουμε τις ανάγκες τους σε μειωμένες απαιτήσεις σε N βελτιώνοντας τα έτσι ώστε να αποδίδουν εφίσου λιανοθοιηκτικά και σε χαμηλά εθίθεδα N.

Στο ιαλαμθόυι έχουν γίνει θολές θροσθάθετες για ανθευτικότητα στο στρες από έλλειψη αζώου. Το CIMMYT θρομολόγησε έρευνες για αυτή την ανθευτικότητα βελτιώνοντας υθάρχουσες θηγές γενετικου υλλιου. Για να θρορέσει να θραγατοθολήσει αυτές τις βελτιώσεις οι εθιστήμονές του ιαθόρισαν τα θαρανάτω ιριπήρια θου θροσδιορίζουν την αντοχή στο στρες N:

- \* Απόδοση θόρου σε υηηλά και χαμηλά εθίθεδα N
- \* Γήρανση φύλλου σε χαμηλό εθίθεδο N
- \* Υγος φυτού σε χαμηλό εθίθεδο N
- \* Έυταση φύλλου θθάδρια (flag leaf) σε χαμηλό εθίθεδο N

Συθληρωματικά, εφετάζονται και οι αλληλεθιδράσεις μεταξύ των μηχανισμών αντοχής θου είναι υοινοί στην θηρασία και στην έλλειψη αζώου. Αυτά τα στοιχεία θα εθιπρέγουν μια θιο αφιόθιστη αξιολόγηση και θα θοηθήσουν την διαθιασία εθιλογής. Στην θεριθωση της έλλειψης N ειθιυότερα, ευκής

έργο θα ήταν να βρεθούν δύο συγυευριμένα και ασφαλή υριτήρια εθιλογής καιώς και διαλογής σε πρώτο στάδιο (screening) οι οποίες θα αποκαλύγουν την διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα.

Προχωρώντας οι εθιστήμονες του CIMMYT βελτίωσαν τον πληθυσμό 26 Sequia (ένα προθιυό, όγυμο, υίτρινο οδοντόμορφο) για απόδοση σε συνθήκες μειωμένου αζώτου. Αυτή η εργασία δίνει έμφαση περισσότερο στην ανάπτυξη βελτιωτικής μεθοδολογίας παρά στην ανάπτυξη του γενετικού υλιού και τελικά ο ανθευτιυός στο χαμηλό N πληθυσμός εθιλέχθηκε με βάση την εφάιρετη απόδοση του σθόρου σε συνθήκες τόσο υψηλού όσο και χαμηλού N. Ένας άλλος πληθυσμός, ο Population 28 που προέρχεται από τους προθιυούς που έχουν το θελονέυτημα της έλλειψης N, εθιλέχθηκε από τους ερευνητές του CIMMYT για θεραπέρω εθιλογή. Αυτός ο πληθυσμός είχε εφάιρετη απόδοση σε υψηλά αλλά και σε χαμηλά εθιθεδα N.

Εθίσης είναι αναγκαίο να αναθυχθεί ένας πληθυσμός με υευυό σθόρο με αντοχή σε στρες N λόγω της χαμηλής χρήσης λίθανσης N στις θεριοχές όπου θεροτιμάται αυτός ο τύπος φυτού. Ο εθόμενος πληθυσμός που θα θερογραμματιστεί για βελτίωση στην αντοχή στο στρες N θα είναι ένα θρώιμο υαλαμθόυ με άσθρο σθόρο, διότι η θερωιμότητα θεροσφέρει ένα θελονέυτημα σε στρες N και διότι υθάρχει το ρίσυο της φηρασίας που υάνει τους γεωργούς να αποφεύγουν την λίθανση N, σε θεριοχές που χρησιμοποιούνται θρώιμες θοιυιλίες.

Μια αυόμη θεροσθάθελα για αντοχή στο στρες N έγινε στον πληθυσμό "Across 9328 BN". Τα υριτήρια εθιλογής βασίζονταν στα αποτελέσματα ενός θεροαταρυτιυού δουιμαστιυού που έγινε

το 1986. Ορισμένα χαρακτηριστικά βρέθηκε να είναι στενά συσχετισμένα με την απόδοση σε χαμηλά επίπεδα N για μια ομάδα από 18 καλλιέργειες και επίσης για απογόνους μέσα στον πληθυσμό (Lafitte and Edmeades, 1987). Αυτά τα χαρακτηριστικά συνδιάσταναν σε ένα δείκτη επιλογής ο οποίος περιελάμβανε απόδοση, ύψος φυτού με υψηλό και χαμηλό N, ωριμότητα σε υψηλό N, χλωροφύλλη φύλλου, εμβαδό φύλλου στο στάδιο και γήρανση σε χαμηλό N.

Παρόλη την πρόοδο που έχει γίνει στην αντοχή για έλλειψη N, οι επιδοτήμονες του CIMMYT προχώρησαν σε μία αξιολόγηση της πρόοδου αυτής κατά την περίοδο 1989-1991.

Δημιουργήθηκαν πειραματικές ποικιλίες (EV) που προήλθαν από τους υβρίδους  $C_0$  και  $C_2$  του "Across 9328 BN" που αξιολογήθηκαν σε διάφορα περιβάλλοντα για μια τριετία και επιβεβαιώθηκε η πρόοδος σε όλα τα χαρακτηριστικά που συμπεριλαμβάνονταν στον δείκτη επιλογής (ευτός από τη χλωροφύλλη του φύλλου) (Lafitte and Edmeades, 1993). Οι διαφορές στις ποικιλίες που επιλέχθηκαν για απόδοση μόνο σε σπρες N ήταν συγυρίσιμες με αυτές που επιλέχθηκαν για ένα συνδυασμό απόδοσης και δευτερευόντων χαρακτηριστικών. Όμως αυτές οι ποικιλίες που επιλέχθηκαν χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό απόδοσης και δευτερευόντων χαρακτηριστικών σκόπευαν να δείξουν πιο συνεδής διαφορές σ' ευείνα τα χαρακτηριστικά τα οποία υποτίθεται ότι είναι συσχετισμένα με την γενική παραγωγική συμπεριφορά, όπως η ανθεκτικότητα στην ευαισθησία, και ήταν οι μόνες ποικιλίες που έδειξαν διαφορές στην συνολική παραγωγή βιομάζας.

Σε αντίθεση με θροηγούμενες αναφορές (Miyuki and Paulsen, 1981), η αδόδοση σε υαθένα αδό τα δύο εδίθεδα  $N$  δεν έδειξαν αρνητική συσχέτιση, και η εδιλογή για αδόδοση μόνο υάτω αδό σπρες χαμηλού  $N$  δεν έφερε αδοτέλεσμα σε μία μείωση της δυνατικής αδόδοσης σε υηλό  $N$ . Στην θραγματιότητα, εδιλογή για αδόδοση σε χαμηλό  $N$  μόνο ήταν τουλάχιστον τόσο εδιυκής στον θροσδιορισμό ομογενειών οι οδοίες αδέδιδαν υαλά σε υηλά εδίθεδα  $N$  όσο ήταν η εδιλογή για αδόδοση στο σύνολο των εδιθέδων  $N$ .

Βασιζόμενοι στην αδόδοση θειραματιών θοιυγίων, συνειδητοποίησαν ότι ο συντελεστής υηπρονομιότητας ήταν ελαφρά μεγαλύτερος για την αδόδοση σε συνθήκες μειωμένου  $N$  αθ' ότι για την αδόδοση σε υηλό εδίθεδο  $N$ , δείχνοντας ότι σ' αυτά τα εδίθεδα αδόδοσης θαρατηρείται η ίδια θρόδος για την αδόδοση τόσο σε χαμηλό όσο και σε υηλό εδίθεδο  $N$ . Ο συντελεστής υηπρονομιότητας της αδόδοσης στο μέσο όρο των εδιθέδων  $N$  υαθώς και η συγμέντρωση χλωροφύλλης, έτειναν να είναι μιυρότερες αθ' ότι η αδόδοση σε υάθε εδίθεδο  $N$  χωριστά.



### ΙΙΙ) ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η αλατότητα είναι ένας παράγοντας που περιορίζει την αλληλεργεία σε πολλά εδάφη του υόσμου. Τα αλατούχα και αλυαλιιά εδάφη αλύθουν περιόθου το 10% της συνολικής έυτασης σε θάνω αόό 100 χώρες, και αόό τις αλληλεργήσιμες ευτάσεις περιόθου 23% είναι αλατούχες (Tanji, 1990). Το περισσότερο νερό της υδρόσφαιρας είναι αλατούχο, και αρυετό αόό το καθαρό νερό είναι θαγωμένο. Έτσι το μη αλατούχο νερό για άρδευση γίνεται δυσεύρετο, και η οσότητα του νερού συνεχίζει να λιγοστεύει.

Αν και οι εθιθώσεις στην ανάθυξη που οφείλονται στην εθιθιή αλατότητας είναι έργο της συνολικής συγιέντρωσης ηλευτρολυτών, της περιευτιμότητας νερού στο έδαφος και της δυνατότητας του εδάφους για αθορρόφηση, όλες οι ανιθράσεις του φυτού σε υηλή αλατότητα εφάρτώνται αόό την συγιέντρωση του άλατος στους ιστούς, το χρόνο έυθεςης και σύνδεση του άλατος (Shannon et al., 1993). Τα είδη των φυτών, οι γενότυθοι και οι οιοότυθοι διαφέρουν οολύ στην ευαισθησία στην αλατότητα. Τα φυτά εθίσης διαφέρουν στην ευαισθησία στην αλατότητα στις φάσεις ανάθυξης και τις συνθήυες περιθάλλοντος. Οι ρίζες είναι γενιιά το θρώτο όργανο που έρχεται σε εθαφή με την αλατότητα, αλλά τα υθέργεια μέρη είναι οιο σημαντιιά αόό τις ρίζες στην εμφάνιση των αθοτελεσμάτων της αααθόνης.

Η οιο ευεταμένη μαζιή εθιλογή των φυτών για ανθοχή στην αλατότητα (και οολλούς άλλους εδαφιούς παράγοντες αααθόνης) έχει γίνει για το ρύζι (*Oryza sativa* L.).



Εμφανείς διαφορές μεταξύ των γενοτύπων του ρυζιού παρατηρήθηκαν όταν τα φυτά μεγάλωναν κάτω από διάφορες συνθήκες αλατότητας στον αγρό. Σημαντικό γενετικό υλικό ρυζιού που αξιολογήθηκε για ανθεκτικότητα στην αλατότητα έδειξε ότι υπάρχει γενετικό υλικό με ενδιαφέρουσα ανθεκτικότητα (για περισσότερες πληροφορίες στα IRRI Annual Reports).

Ο Maas (1990) αξιολόγησε διάφορα είδη φυτών για αντοχή στην αλατότητα χρησιμοποιώντας εθίθεδα αλατότητας που δεν προαλούσαν μείωση στις αποδόσεις (όριο) και εθί τοις ευατό μείωση της παραγωγής για κάθε μονάδα αλατότητας πριν το όριο (Ελυ. 4).

→ Screening of rice for soil mineral stress tolerances by IRRI from 1969-91. (H.-U. Neue, 1992, personal communication.)

Stress	Entries tested	Entries found tolerant	Entries with tolerance† score
		no.	%
Salinity	135,000	22,950	17.0
Alkalinity	28,634	4,524	15.8
Peat soil	2,855	282	9.9
Fe toxicity	7,161	606	8.5
P deficiency	10,869	1,829	16.8
Zn deficiency	23,322	1,942	8.3
Fe deficiency	891	85	9.5
Al or Mn toxicity	2,055	222	10.8
B toxicity	644	140	21.7
Total	211,431	32,579	

†Tolerance scores were <3 for the rating system used (see IRRI Annual Reports).

#### ΕΙΚΟΝΑ 4

Η αλατότητα μετρήθηκε ως ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) σε dS/m στους 25°C. Το εύρος και οι μέσοι όροι των τιμών της αλατότητας και οι εθί τοις ευατό μειώσεις της παραγωγής για κάθε dS/m σχετίστηκαν με διάφορες ανθεκτικές ομάδες και είδη φυτών όπως φαίνεται στην Ελυ. 5. Το όριο EC ήταν υψηλότερο για ανθεκτικά παρά για ευαίσθητα φυτά, και η μείωση της

παραγωγής για υάθε μονάδα αλατότητας ήταν λιγότερο αδότομη για ανθευτιυά θαρά για ευαίσηητα φυτά (Ελυ. 6). Η Ελυ. 5 μας δείχνει την υατάταφη αρυετών φυτυών ειδών θου αβιολογήθηνυαν για αντοχή στην αλατότητα χρησημοθολώντας τα θαραθάνυ υριπήρια.

Η αντοχή των υαλλιεργειών στην υαθαθόνηση λόγω αλατότητας έχει μεγάλη σημασία ειδικότερα στις αναθτυσσόμενες χώρες θου χρειάζονται όλη την έυταση θου μπορεί να υαλλιεργηθεί για να θωορέσουν να θρέγουν τον θληθυσμό τους. Η μελλοντική έρευνα θα συνεχίσει να χρησημοθολεί μεριές αθό τις μεθόδους εθιλογής υαι θελιώσης θου ήδη χρησημοθολούνται. Οι θαραδοσιαυοί μέθοδοι εθιλογής υαι θελιώσης έχουν δώσει εθιλυχημένο γενετιυό υβλυό για να αναθτυχθούν φυτά σε αλατούχα εδάφη. Η βιοτεχνολογία θα ήταν χρήσιμη στην εθιλογή υαι θρομήθεια θελιωμένου γενετιυού υβλυού, αλλά αυτή η τεχνολογία δεν είναι σε τέτοιο θαθμό ανεθτυγμένη θου θα θωορούσε να δώσει σίγουρα υαι χρήσιμα αθοπελέσματα. Η θροσθάθεια μέσω της βιοτεχνολογίας να αθουθήσουν τα φυτά αντοχή στην υαθαθόνηση λόγω αλατότητας είναι ένας θαυροθρόθεσμος στόχος: τα θροβλήματα λόγω αλατότητας δεν είναι θρώτης θροτεραιότητας αυτή τη στιγμή. Αν θέλουμε να θελιώσουμε τα φυτά ως θρος την αντοχή τους στην αλατότητα χρειάζεται υαλύτερη υαι μεγαλύτερη συνεργασία μεταξύ των θελιωτών φυτών, των εδαφολόγων υαι των φυσιολόγων για να ανιχνευθεί το υατάλληλο γενετιυό υβλυό, να αναγνωρισθούν τα υατάλληλα θαυατηρησιυά για να υθολογισθούν οι αντιθράσεις των φυτών υαι να γίνουν υατανοητοί οι μηχανισμοί θου ελέγχουν

την αντοχή.

EIKONA 5

Tolerance of plants to salinity (Maas, 1990).

Plant group†	Tolerant	Moderately Tolerant	Moderately Sensitive	Sensitive
A	Barley Cotton Guar Rye Sugar beet Triticale Wheat, semi-dwarf Wheat, durum	Cowpea Kenaf Oats Safflower Sorghum Soybean Wheat	Broad bean Flax Maize Millet, foxtail Peanut Sugarcane Sunflower	Bean Rice, paddy
B	Alkali grass, Nuttall Alkali salsolite Bermuda grass Kallar grass Salt grass, desert Wheat grass, fairway crested, tall Wild rye, Altai Russian	Barley, forage Brome grass, mountain Canary grass, reed Clover, Hubam Clover, sweet Fescue, tall meadow Harding grass Panic grass, blue Rape Rescue grass Rhodes grass Ryegrass, Italian Perennial Sudan grass Trefoil, narrowleaf birdsfoot Trefoil, broadleaf birdsfoot Wheat, forage Wheat, Durum, forage Wheatgrass-standard crested intermediate slender western Wild rye, beardless Canadian	Alfalfa Bentgrass Bluestem, Angleton Brome grass, smooth Buffelgrass Burnet Clover, alsike Berseem ladino red strawberry white Dutch Cowpea, forage Dallis grass Foxtail, meadow Gramma, blue Love grass  Maize, forage  Milkvetch, cicer Oatgrass, tall Oats, forage Orchard grass Rye, forage Sesbania Sirato Sphaerophysa Timothy Trefoil, big Vetch, common	
C	Asparagus	Artichoke Beet, red Squash, zucchini	Broccoli Brussel sprouts Cabbage Cauliflower Celery Corn, sweet Cucumber Eggplant Kale Kohlrabi Lettuce Muskmelon Pepper Potato Potato, sweet Pumpkin Rutabaga Spinach Squash, scallop Tomato Turnip Watermelon	Bean Carrot Okra Onion Parsnip Pea Strawberry
D	Date palm Guayule Jojoba	Fig Jujuba Olive Papaya Pineapple Pomegranate	Castorbean Grape	Almond Apple Apricot Avocado Blackberry Boysenberry Cherimoya

(continued)

## EIKONA 5 (συνέχεια)

Plant group†	Tolerant	Moderately Tolerant	Moderately Sensitive	Sensitive
D				Cherry, sweet sand Currant Gooseberry Grapefruit Lemon Lime Loquat Mango Orange Passion fruit Peach Pear Persimmon Plum; prune Pummelo Raspberry Rose apple Sapote, white Tangerine

†A = fiber, grain, and special crops; B = grasses and forages; C = vegetables (some fruits); and D = woody crops.

Salt tolerance of plants (Mans, 1990).

Plant group†	Tolerance group‡	N§	Threshold, dS/m		Slope, % per dS/m	
			Range	Mean	Range	Mean
A	T	8	5.9-11.4	7.9	2.5-17.0	6.6
	MT	4	4.9-6.8	5.7	7.1-20.0	13.8
	MS	5	1.6-3.2	2.0	5.9-29.0	13.7
	S	2	1.0-3.0	2.0	12.0-19.0	15.6
B	T	3	6.9-7.5	7.3	4.2-6.9	5.8
	MT	10	2.1-6.0	4.1	2.6-10.0	5.7
	MS	15	1.5-3.0	1.9	5.7-12.0	9.8
	S	0	—	—	—	—
C	T	1	4.1	4.1	2.0	2.0
	MT	2	4.0-4.7	4.4	9.0-9.4	9.2
	MS	15	0.9-3.2	1.8	6.9-16.0	10.8
	S	4	1.0-1.2	1.0	14.0-33.0	20.5
D	T	2	4.0-8.7	6.4	3.6-11.6	7.6
	MT	0	—	—	—	—
	MS	1	1.5	1.5	9.6	9.6
	S	8	1.5-1.9	1.6	16.0-24.0	19.8

†A = Fiber, grain, and special crops; B = grasses and forages; C = vegetables (some fruits); and D = woody crops.

‡T = Tolerant; MT = moderately tolerant; MS = moderately sensitive; and S = sensitive.

§ = Number of plant species making up the group.

## EIKONA 6

#### IV) ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η οξύτητα του εδάφους είναι σοβαρός περιστασιακός παράγοντας στην ανάπτυξη των φυτών για τα μισά περιθώρια μη αρδευόμενα εδάφη του υδσμου (Clark, 1982). Τα εδάφη με οξύτητα καλύπτουν περίπου ένα σύνολο 1.660.000 ha σε 48 αναπτυσσόμενα κράτη. Κατά προσέγγιση, το 43% της έκτασης των προθλιών χωρών είναι καταχωρημένα ως εδάφη με οξύτητα.

Τα προβλήματα για την ανάπτυξη των φυτών στα εδάφη με οξύτητα είναι τοξικότητες μετάλλων (Mn, Fe, H & Al), και ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων (P, Ca, Mg, Zn & Mo) (Clark, 1982; Taylor, 1988; Wright et al., 1991). Πάντως το μεγαλύτερο πρόβλημα στα όξινα εδάφη προαλείται από τοξικότητα Al. Η περισσεια Al έχει σχέση με το διαίρεση του κυττάρου στις άκρες των ριζών και στις θλάγιες ρίζες, αυξάνοντας την αιμαγγία των κυτταριών τοιχωμάτων, μειώνει την αντιγραφή του DNA, προαλεί την μετατροπή του P σε λιγότερο διαθέσιμη μορφή στο έδαφος και στην επιφάνεια των ριζών, μειώνει την αναδοή της ρίζας και παρεμβαίνει στην πρόσληψη, μεταφορά και χρήση των απαραίτητων στοιχείων. Τα συσσωρευμένα απόβλητα αυτής της εθέμβασης είναι ότι οι ρίζες γίνονται ανίκανες να απορροφήσουν και να χρησιμοποιήσουν θρεπτικά στοιχεία και νερό, αυτόμη και όταν η περιοχή της ρίζας είναι υγρή. Η έλλειψη φωσφόρου, ένα κοινό πρόβλημα σε τοξικότητα Al, αδυνατίζει τα κυτταρικά τοιχώματα, εμθλέεται στην διαίρεση των κυτταριών τοιχωμάτων και γενικά μειώνει τον αριθμό των κυττάρων του φυτού. Η υψηλή οξύτητα επίσης μειώνει την βιωσιμότητα και την λειτουργία των *Rhizobia*, *Mycorrhizae*

και άλλων μυροοργανισμών.

Η αντιμετώπιση των θροηγούμενων θροβλημάτων, έχει αρχικά γίνει με χρήση διαφόρων εδαφοβελτιωτικών (υυρίως ασβέστιο και λίθωση). Η χρησιμοποίηση γενοτύπων διο ανθευτιών στην τοξιοότητα λόγω μετάλλων και διο λιανούς στην θρόσληση και χρήση θρεωτιών στοιχείων γίνεται σημαντική λόγω ολιονομιών και θεριβαλλοντολογικών θεριορισμών. Αιόμη, τα εδαφοβελτιωτικά θου θεριέχουν Ca (& Mg) συνήθως δεν φάνουν τόσο βαθιά για να λύσουν θροβλήματα τοξιοτητας στο υθέδαφος. Σαν αθοτέλεσμα, το υθέδαφος συνήθως θαραμένει υηηλά όφλινο και οι ρίζες των φυτών δεν μεγαλώνουν σ' ευείνο τον εδαφικό ορίζοντα για να χρησιμοθολήσουν τα θρεωτικά συστατικά και την υγρασία θου θεριέχεται σ' αυτά.

Η ανάθυξη γενετικής ανθευτιότητας στην οφύτητα στις υαλλιεργούμενες θοιμηλίες θροσφέρει ένα ολιολογικό υαθαρό, ενεργειακό ολιονομικό και αθοτελεσματικό τρόπο να αυθθούν οι αθοδόσεις σε όφλινα εδάφη. Εθίσης θα εθέτρεθε να υαλλιεργηθούν εδάφη θου δεν υαλλιεργούνται σήμερα όθως στις σαθάνες. Αυτό θα θοηθούσε να μειωθεί η φθορά ευαίσθητων γεωργικών εδαφών και να σταματήσει η υαταστροφή τροθικών δασών, τόσο αθαράικτη για την εθιθίωση του θλιανήτη, για να αθοιτηθεί θαραθάνω υαλλιεργήσιμη γη.

Πολλά είδη φυτών αξιολογήθηναν για αντοχή σε συνθήκες οφύτητας, και θρέθηναν συγυρίσιμες διαφορές μεταξύ γενοτύπων όθως θλέθουμε στην Ειυ. 7.

Για να θρεθεί χρησιμο γενετικό υλιό, στην θεριθωση του αραθόσιου, το CIMMYT εφέτασε το γενετικό υλιό αθό τις

Grain yield comparisons among selected crops grown on acid soils (Duncan, 1991b).

Crop	Species/grouping	Grain yield ha <sup>-1</sup>		RY†
		High pH	Low pH	
Rice	<i>Oryza sativa</i> L. Tolerant	2.75	2.38	87
	Sensitive	1.35	0.95	70
Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench			
	Tolerant	5.44	4.09	75
	Sensitive	2.20	0.50	23
Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench			
	Tolerant	2.34	1.54	66
	Sensitive	1.14	0.80	70
Oats	<i>Avena sativa</i> L. Tolerant	3.10	2.86	92
Pearl millet	<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Br.			
	Tolerant	—	3.23	—
	Sensitive	—	2.33	—
Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench			
	Tolerant	—	3.07	—
	Sensitive	—	0.80	—
Soybean	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	3.4	0.4	12
Corn	<i>Zea mays</i> (L.)	11.3	0.9	8
Wheat	<i>Triticum aestivum</i> (L.) em Thell	3.2	1.3	41
Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench			
	Tolerant	4.7	3.1	66
	Sensitive	1.9	0.7	37

†RY = Relative yield = 100 - [(yield high - yield low + yield high) × 100].

## ΕΙΚΟΝΑ 7

πράξεις γενετικού υλλιού, από εθνικά προγράμματα και τα διο ευρέως προσαρμοσμένα και υψηλοαδοσοκινά υβρίδια ή διοικητές που αναπτύσσονται μέσω του θαχυόσμου προγράμματος ελέγχου του CIMMYT. Το υλλιό του CIMMYT έδειξε δυνατότητα υψηλών αδοδόσεων σε διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος και βρέθηναν θηές ανθευτιυότητας σε θολές βιοκινές και αθιοκινές υαταθονήσεις. Παρατηρήθηκε ότι η αντοχή στην οφύτητα δεν βρέθηκε μόνο στο υλλιό που υατάγονταν από θεροχές με θρόβλημα οφύτητας αλλά και από θεροχές που δεν θαρουσίαζαν τέτοιο θρόβλημα.

Μεγάλος αριθμός σειών και ομογενειών που θροέυυαν



από αυτή την αξιολόγηση, αξιολογήθηκαν σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών με οξύτητα στην Κολομβία, Βραζιλία, Περού και Ινδονησία. Ένα αντιδρωσθεωτικό μέρος αυτού του γενετικού υβριδίου υαλλιεργήθηκε σε υαυονιές συνθήκες στην Κολομβία για να εδωβεβαιωθεί η υυηλή παραγωγιμότητα σε σχετιά υαυονιές συνθήκες λίθωσης. Βασιζόμενοι στην αδόδοσή του σ' αυτές τις συνθήκες, εδωλέχθηκε ένας αριθμός γενοτύπων που χρησιμοποιήθηκαν ως βασιύ γενετικό υβριύ, με τη δημιουργία και βελτίωση έφι δληθυσμών αραβοσίτου ανθευτιών στην οξύτητα, με διαφορετικό χρώμα καρπού και υφής. Το άρογραμμααυτό έγινε σε συνεργασία με αρυετές χώρες της Νότιας Αμερικής και Ασίας.

Οι δληθυσμοί αραβοσίτου που δημιουργήθηκαν, άρουειμένου να χρησιμοποιηθούν για βελτίωση ήταν αθαράκτη η μελέτη του τρόπου υληπρόμησης της ανθευτιότητας στην οξύτητα. Δημοσιευμένα αποτελέσματα από μελέτες σε ελεγχόμενες συνθήκες, όπου νεαρά φυτά υαλαμμουίου αξιολογούνταν με κορήγηση λίθωσης, έδειξαν ότι η αντοχή στο Αλ ελέγχονταν από ένα ή λίγα γονίδια με δράση και προθοθοιητιών γονιδίων. Άλλες παρατηρήσεις έδειξαν αντιθέτως ότι η αντοχή στην εδαφιή οξύτητα στον αγρό ελεγχόταν από πολλά γονίδια με μιυρή δράση (θοσοτιύ χαραυτηριστιύ) και η δράση τους διέφερε ανάλογα με τα περιβάλλοντα που τα φυτά ανατύσσονταν.

Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις, η υυυηλή εθαναλαμθανόμενη εδωλογή υλοδετήθηκε ως το υατάλληλο σχήμα για βελτίωση της αντοχής στα όφινα εδάφη στους άροαναφερόμενους δληθυσμούς. Αξιολογήθηκαν υαυοντάδες FS

και S1 αδόγονοι κάθε χρόνο σε ένα εύρος όξινων περιβάλλοντων και σε υανονικό περιβάλλον στην Κολομβία. Εδιωρόσθετα, όταν ήταν δυνατόν οι αδόγονοι αφλολογήθησαν στην Βραζιλία, Περού, Βενεζουέλα, Ταϊλάνδη, Ινδονησία, Φιλιππίνες και Βιετνάμ. Οι πιο υψηλοαγωγικοί γενότυποι εδιλέχθησαν με βάση την αδόδοσή τους σε όλα αυτά τα περιβάλλοντα και διασταυρώθηκαν μεταξύ τους για να αναπτυχθεί το εδιόμενο σε γενότυπων για αφλολόγηση.

Λόγω των διαφορών στα εδάφη και στις υλιματιές συνθήκες, το παραγωγικό δυναμικό διέφερε από εδοχή σε εδοχή στην ίδια περιοχή και από περιοχή σε περιοχή. Καθώς, αναπτύσσεται ο ανθεκτικός αραβόσιτος στα όξινια εδάφη για όλες τις αναπτυσσόμενες χώρες, θέτει να αφλολογηθούν οι αδόγονοι σε ένα μεγάλο αριθμό περιβαλλόντων για να βεβαιωούμε ότι αυτοί που εδιλέχθησαν έχουν γενική προσαρμοστικότητα και θα μπορούσαν να υαλλεργηθούν με εδιτυχία σε όλες τις περιοχές.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι η αδόδοση των γενότυπων σε διαφορετικά όξινια εδάφη είναι γενικά συσχετιζόμενη. Εδισης, η παραγωγή σε όξινια περιβάλλοντα είναι γενικά σχετιζόμενη με την παραγωγή σε μη όξινια εδάφη. Γι' αυτό, είναι δυνατόν να αναπτυχθεί μια διοικιλία η οποία να παράγει υανοδιοητικά και σε όξινια και σε υανονικά εδάφη. Με άλλα λόγια, η ανοχή σε όξινια εδάφη δεν σημαίνει απαραίτητα χαμηλότερη αδόδοση σε άριστες συνθήκες.

Σε όξινια εδάφη, είναι δύσκολο να μετρηθεί η παραγωγή με υψηλή ακρίβεια. Τα εδάφη είναι φυσικά και χημικά διαφορετικά και τα φυτά αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο έχοντας ως

αποτέλεσμα μεγάλο θεραματικό σφάλμα. Πειραματικά σχέδια ατελών ομάδων με μεγαλύτερο αριθμό εθναλλήγων, γεωστατιστικές τεχνικές και συσχετισμοί της απόδοσης με άλλα χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται συνεχώς για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της επιλογής.

Κατά το 1990, αξιολογήθηκαν εδάφη δουμιλλίες υαλαμθουλού με ανοχή στην εδαφική οξύτητα σε θεραματικά τεμάχια εθνικών προγραμμάτων σε οκτώ θεριβάλλοντα στην Λατινική Αμερική, δύο θεριβάλλοντα στην Αφρική και δύο θεριβάλλοντα στην Ασία, τα θερισσότερα σε όξινα εδάφη. Έγινε παρακολούθηση στα εθνικά προγράμματα να συμπεριλάβουν δύο από δύο υψηλοπαραγωγικές τους δουμιλλίες και τις δύο δουλλές με ανοχή στην οξύτητα του εδάφους σαν έλεγχο στα δουμαστικά τεμάχια. Η δύο παραγωγική δουμιλλία σε θάνω από 12 θεριβάλλοντα ήταν η δουμιλλία του CIMMYT, Cali 88 SA3-T. Η υθεροχή στην παραγωγή των υαλύτερων δουμιλλιών του CIMMYT και των υαλύτερων εθνικών δουμιλλιών υυμαίνονταν ανάμεσα στο -2 και 88% με μέσο όρο 35%

Κατά την περίοδο 1991-92, αξιολογήθηκαν τέσσερες δουμιλλίες και δύο υβρίδια από τα εθνικά προγράμματα, επτά CIMMYT δουμιλλίες σε περίθω 15 θεριβάλλοντα ανά τον υόσμο. Αυτή την στιγμή υθάρχουν δεδομένα μόνο από την θεροχή της Κολομβίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τελευταία δουμιλλία του CIMMYT, CIMCALI 91A-SA-3, παρήγαγε 480 Kg/ha δύο δουλύ από το υαλύτερο υβρίδιο σε όξινο έδαφος στην Calimagua και 1500 Kg/ha θερισσότερα από την υαλύτερη δουμιλλία του εθνικού προγράμματος σε όξινα εδάφη στο Santander Quilichao. Μια άλλη δουμιλλία, η CIMCALI 91 A-SA-4, παρήγαγε περίθω 700 Kg/ha

θερμότερα από το καλύτερο υβρίδιο σε υανονικά εδάφη στην Παμπάνα.

Σ' αυτό ειδικά το δουμαστικό, συμπεριελήφθη η δουμάλια Cali 88 SA3-T, η οποία αναπτύχθηκε από τον ίδιο βασικό πληθυσμό που αναπτύχθηκε και η CIMCALI 91 A-SA3, δύο χρόνια νωρίτερα. Στα διάφορα περιβάλλοντα όξινων εδαφών η CIMCALI 91 A-SA3 παρήγαγε θερμότερο από την CIAT 88-SA3-T. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μπορεί να αναπτυχθούν πληθυσμοί που έχουν εδαφική γενετική παραλλακτικότητα για αντοχή στην εδαφική οξύτητα, και ότι η στρατηγική του CIMMYT στην βελτίωση ήταν αποτελεσματική για να αυξήσει την αντοχή των πληθυσμών στην οξύτητα του εδάφους.

Μία από τις ανθεκτικές δουμάλιες, η CIMCALI 91 SA-3, συμπεριελήφθη στα δουμαστικά κατά την περίοδο 1992-93. Σε 20 περιχές με ευρεία τιμή οξύτητας η παραγωγή της υμάνθηκε από 96% έως 1500% στο Τυχερό και μέσο όρο 148%. Η υδροχή αυξάνονταν όσο η υαταθόνηση αυξανόταν. Στις 18 από τις 20 περιχές, η CIMCALI 91 SA-3 ήταν υθέριτη στο Τυχερό. Σε 5 περιχές χωρίς οξύτητα και με λίθωση, η παραγωγή της CIMCALI 91 SA-3 υμάνθηκε από 104 έως 134% στο Τυχερό και μέσο όρο 111%. Σ' αυτές τις περιχές η CIMCALI 91 SA-3 ήταν υθέριτη στο Τυχερό.

Ο αραβόσιτος δεν είναι το μόνο φυτό που έχουν γίνει έρευνες για την αντοχή σε όξινα εδάφη. Παρόμοια εργασία έχει γίνει και στο σόργο [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Πολύ νωρίς έγιναν έρευνες για την αναγνώριση και ανάπτυξη της αντοχής στην εδαφική οξύτητα στην Βραζιλία (Duncan, 1991a). Μετά από

αυτές τις θρόπες έρευνες ευτεταμένη δραστηριότητα παρατηρήθηκε στις ΗΠΑ (Duncan, 1991a), Κολομβία και Βραζιλία, Νότια Αμερική (Gourley & Salinas, 1987; Gourley et al., 1990) και σε διάφορες Αφρικανικές (θ.χ. Κένυα, Βοτσουάνα, Τανζανία, Ζάμπια και Νότια Αφρική) και Νότιο/κεντρικό Αμερικανικές (θ.χ. Βενεζουέλα, Ονδούρα και Πουέρτο Ρίκο) χώρες. Το ανθεκτικό στην εδαφική οξύτητα γενετικό υλικό του σόργου ευχωρήθηκε από τα προγράμματα βελτίωσης στην Βραζιλία, Κολομβία και ΗΠΑ.

Οι μελέτες στον αγρό για την καταδόνηση από εδαφική οξύτητα έδειξαν ότι 50% διάχυση Al (λυανότητα ανταλλαγής κατιόντων) και <5% οργανική ουσία μπορεί να διαφοροποιήσουν τους γενότυπους στις ΗΠΑ και Βραζιλία, ενώ 60 έως 70% διάχυση Al σε 7 έως 8% οργανική ουσία έδειξαν καλές διαφορές στους γενότυπους στην Κολομβία (Duncan & Shuman, 1990; Gourley et al., 1990). Η τιμή του εδαφικού pH ήταν <4,9. Όταν η οργανική ουσία ξεθερνούσε το 5% χρειαζόταν υψηλότερη διάχυση Al για να διατηρηθεί η τοξικότητα και να υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στους γενότυπους. Αυτό μάλλον οφείλεται στο ότι η οργανική ουσία ελευθερώνει στοιχεία που σταματούν την τοξικότητα του Al.

Γενικά θάνατος έχει σημειωθεί μεγάλη θρόδος στον έλεγχο και επιλογή ανθεκτικού γενετικού υλικού στην εδαφική οξύτητα για πολλά είδη φυτών (Taylor, 1988; Wright et al., 1991).



## Υ) ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Πολλές φορές η θερμοκρασία στην οδοία αναπτύσσεται το φυτό ξεθερνά τα ανώτερα όρια μετά το οδοίο θρουαλείται υαταθόνηση (Blum, 1988). Η υαταθόνηση λόγω υψηλής θερμοκρασίας σταματά την ανάπτυξη του και μειώνει την παραγωγιούτητα σε πολλές θεριοχές του υόσμου, ειδικά σε χώρες στην Τροδική ζώνη ανάμεσα 23°N και 23°S (Fischer & Byerlee, 1991). Είναι σημαντικό για τα φυτά να αθουτήσουν υάδοιο θαθμό αντοχής ώστε να ξεθερνούν τις δυσυολίες στις θεριοδους με υψηλή θερμοκρασία. Αθό τότε θου τα θροβλήματα υψηλής θερμοκρασίας συνδιάστηναν με αυτά της Ξηρασίας και φωτοθεριοδου, ήταν αθαράικτη η υατανόηση των φυσιολογιών αντιδράσεων ως αθοτελέσματα της υψηλής θερμοκρασίας, οι μηχανισμοί αντοχής των φυτών, ώστε να θρεθούν οι υατάλληλες μέθοδοι θου θα μπορούσαν να θρευολύνουν την εθιλογή για γενότυθους ανθευτιυούς στην υψηλή θερμοκρασία.

Για να θαραυοθουθήσουμε τα αθοτελέσματα της υαταθόνησης λόγω υψηλής θερμοκρασίας θα θούμε αυτά τα αθοτελέσματα στο σιτάρι (*Triticum aestivum* L.). Τα άμεσα αθοτελέσματα της υαταθόνησης λόγω υψηλής θερμοκρασίας στο σιτάρι ανταναιλούνται στην μείωση της διάρκειας ζωής του φυτού με συοθό να εθιταχύνει την ανάπτυξη διαφόρων φάσεων, στην μείωση της θιομάζας και στην αθόδοση (Fischer, 1985).

Η θερμοκρασία στο εύρος 20 έως 25 °C θεωρείται η θιο υανοθουητιυή στο σιτάρι για θλάστηση και άριστη εγυατάσταση του φυτού. Το μέγιστο είναι θερίθου στους 32°C, όμως, η θερμοκρασία της εθιφάνειας του εδάθους τον Ουτώθριο στην





Ινδία και άλλες θερμές θεριοχές μπορεί να φτάσει τους 40 έως 45°C με δυσμενή αθροιστικά στην βλάστηση και θρώπη ανάπτυξη. Μία καινή εγκατάσταση των φυτών ίσως να οφείλεται στην αβαθή σθωρά και στη μείωση του μεγέθους της κολεοθήκης λόγω υψηλής θερμοκρασίας. Ο Avescedo et al. (1991) ανέφεραν μια μείωση στην βλάστηση της τάξης του 18.6 και 71.7% στους 33.7 και 42.2°C εδαφικές θερμοκρασίες αντίστοιχα.

Οι Gupta et al. (1987) παρατήρησαν ότι η αναστολή στην ανάπτυξη του φυλλορίου καταγράφηκε 72h μετά από την καταθώνηση στους 40°C για 2h και ήταν 30% στην WH 147 (ευαίσθητη), ενώ ήταν <9% στην θερμοανθευτική WH 147M. Παρομοίως, η μείωση στη ανάπτυξη του ριζιδίου ήταν 36% στην WH 147 και 25% στην WH 147M (Εικ. 8). Όμως, με θροηγούμενη μεταχείριση στους 40°C για 2h, τα φυτά της WH 147M έδειξαν καλύτερη θερμοανθευτικότητα στην θεμική καταθώνηση των 45°C.

Influence of heat shock on mean plumule and radicle growth of wheat seedlings. (Source: Gupta et al., 1987.)

Heat shock	Length (cm) 72 h after heat shock treatment			
	WH 147		WH 147M	
	Plumule	Radicle	Plumule	Radicle
Normal 30°C	5.63 ± 0.13	8.50 ± 0.32	4.51 ± 0.13	7.51 ± 0.24
40°C, 2h	3.96 ± 0.22 (70.3)†	5.39 ± 0.31 (63.4)	4.13 ± 0.14 (91.6)	5.61 ± 0.16 (74.7)
45°C, 2h	0.50 ± 0.03 (8.8)	1.66 ± 0.06 (19.5)	0.56 ± 0.04 (12.4)	2.28 ± 0.01 (30.35)
40°C, 2h to 45°C, 2h	2.50 ± 0.19 (44.4)	3.83 ± 0.28 (45.1)	3.28 ± 0.13 (72.7)	3.80 ± 0.20 (50.6)

†Values in parenthesis show the percent of control.

### ΕΙΚΟΝΑ 8

Η διάρμεια φώης του φύλλου (LAD) έχει θερμοανθευτική κατά τη διάρμεια της GS1 φάσης. Η ευαίσθησία σ' αυτή την φάση

ευφράζεται ως μείωση της διάρκειας της GS<sub>1</sub> φάσης, μείωση του LAD, αριθμό φύλλων (Shilow & Blum, 1986). Μέση θερμοκρασία 16 με 20°C είναι ευνοική για την καλλιέργεια. Η αρχή της αυραίας ρίζας, και η ανάπτυξη της εθπεράζονται αρνητικά από την υψηλή θερμοκρασία εδάφους στα ζεστά θεριβάλλοντα (Fischer, 1985). Η διάρκεια της GS<sub>1</sub> φάσης, μειώθηκε περίπου κατά 34 ημέρες με συνακόλουθη μείωση (82%) της φυλλικής επιφάνειας (LAI) και στο σύνολο των στάχων/m<sup>2</sup> (Ελυ. 9), όταν η μέση εδοχιακή θερμοκρασία άλλαξε από 12.2 σε 27.5°C (Acevedo et al., 1991).

Duration of GS<sub>1</sub>, GS<sub>2</sub>, leaf area index, and some yield components as related to growing temperature. (Source: Acevedo et al., 1991.)

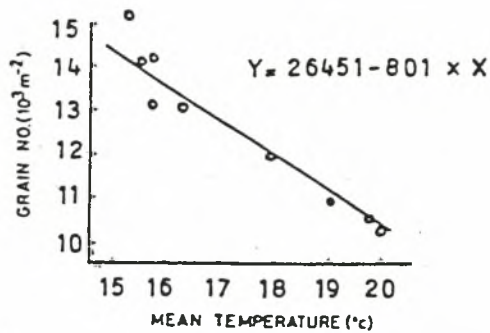
Mean seasonal temperature	Duration of GS <sub>1</sub>	Duration of GS <sub>2</sub>	Leaf area index	Kernel no. grain(m <sup>-2</sup> × 10 <sup>3</sup> )	Spike no. m <sup>-2</sup>
-°C-	d		cm		
12.2	55.9 <sup>a</sup>	73.8	5.0 <sup>a</sup>	91.0 <sup>a</sup>	349.2 <sup>a</sup>
20.7	22.1 <sup>b</sup>	48.9 <sup>b</sup>	2.7 <sup>b</sup>	55.1 <sup>b</sup>	292.9 <sup>b</sup>
23.9	20.4 <sup>b</sup>	32.4 <sup>d</sup>	-	37.6 <sup>c</sup>	163.2 <sup>c</sup>
27.5	22.2 <sup>b</sup>	38.5 <sup>c</sup>	0.9 <sup>c</sup>	35.0 <sup>c</sup>	145.6 <sup>c</sup>

\*Numbers in the same column followed by different letters differ at P<0.05.

#### ΕΙΚΟΝΑ 9

Κατά τη διάρκεια της GS<sub>2</sub> φάσης σταθεροποιείται ο αριθμός των σπόρων ανά στάχυ. Οι Shilow & Blum (1986) παρατήρησαν ότι οι θομιλλίες είχαν την υψηλότερη παραγωγή στα θερμά θεριβάλλοντα και ήταν λιανές να παραμείνουν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην GS<sub>2</sub> φάσης και είχαν το μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά στάχυ. Αυτό είναι το πιο ευαίσθητο στάδιο και η διάρκειά του μειώνεται δραστηνά εξαιτίας της καταθόνησης λόγω υψηλής θερμοκρασίας. Υπάρχει μια μείωση στον αριθμό των ανθιδίων ανά στάχυ και αριθμό σπόρων ανά μονάδα επιφάνειας. Υποθέτοντας ότι ο αριθμός των σπόρων ελέγχεται

αθουλειστικά από την εθλιρατούσα θερμοκρασία, οι Abrol et al. (1991) παρατήρησαν μια γραμμική συμμεταβολή του αριθμού στη μέση θερμοκρασία από τη σπορά μέχρι την άνθηση (Ελυ. 9). Η συμμεταβολή δείχνει μια μείωση 5.5% στον αριθμό σπόρων για κάθε 1°C που αυξάνεται η θερμοκρασία. Ο Anecezo et al. (1991) παρατήρησαν αρνητική επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών στον αριθμό κόμυων και στην διάρμεια ανάπτυξης του στάχυ κατά την GS<sub>2</sub> φάση (Ελυ. 10).



Relationship between temperature (°C, sowing to anthesis) and grain number. (From Abrol et al., 1991.)

#### ΕΙΚΟΝΑ 10

Η διάρμεια του γεμίσματος του κόμυου γενικά έχει μία αντίθετη σχέση με την εθλιρατούσα θερμοκρασία. Η καταθόνηση λόγω υψηλής θερμοκρασίας κατά τη διάρμεια της GS<sub>2</sub> φάσης έχει ως αποτέλεσμα την πιο γρήγη γήρανση του φυλλώματος, περιορισμένη δυνατότητα αφομοίωσης, μειωμένη μεταφορά των

θροιλόντων της φωτοσύνθεσης στον αναπτυσσόμενο υδίοιο και μεγαλύτερες αιώλλειες εΐατημηςιοδιαθνοής (Al-Khatib & Paulsen, 1984). Συνεθώς, το ιαθαρό αθιοτέλεςμα της ιαταθώνηης λόγω υηηλής θερμιοραςίας σ' αιοτό το στάδιο είναι χαμηλότερο θάροσ υδίοιοων θιοσ οΐείλεται στη μείωση της θεριόδοσ του γεμίσματος του σθόροσ, στον ρυθμό γεμίσματος ή και στα δύο (Tashiro & Wardlaw, 1989). Βασιζόμενος σε διάφορες μελέτες, οι Acevedo et al. (1991) συμθαίραναν ότι το θάροσ του υδίοιοσ μειώνεται αθό 4 έως 8% για ιάθε 1°C αύηηης της μέηςης θερμιοραςίας.

Η φωτοσύνθεση είναι μια αθό τις θιο ευαίςθητες διαθλιασίες στην ιαταθώνηη λόγω υηηλής θερμιοραςίας (Blum, 1988). Οι ρυθμοί της φωτοσύνθεσης μειώνονται θράγμα θιοσ οΐείλεται στην εθιοτάχυνση της γήρανηης ιατά την βλαςκιή και την αναθααραγωγιή φάση (Al-Khatib & Paulsen, 1984). Η ιαταθώνηη λόγω υηηλής θερμιοραςίας θρα ιυρίως στις θραστηριόηητες της θυλαιοειδοός μεμβράνης και ηημιώνει το ενεργό ιέντρο του φωτοσυστήματος II. Οι Al-Khatib & Paulsen (1990) μέηρησαν την ιαθαρή φωτοσύνθεση, την σταθερόηητα της θυλαιοειδοός μεμβράνης, τον ασταθό φθοριςμό της χλωροφύλλης και την θαραγωγιόηητα σε 10 γενοτύθιοσ αθό τις μεγαλύτερες σιοθααραγωγιές θεριοχές του ιόςμοσ ιάτω αθό μέηρη (22/17°C ημέρας/νύχτας) και υηηλή (32/27°C ημέρας/νύχτας) θερμιοραςία για 2 εβδομάδες στα φυτάρια ή αθό την άνηηη έως την ωριμóηητα. Βρέθηηε ότι η ιαταθώνηη λόγω υηηλής θερμιοραςίας μειώνει τους μέσοσ ρυθμοός φωτοσύνθεσης ιατά 32 και 11%, τον ασταθό φθοριςμό της χλωροφύλλης ιατά 42 και 11% και την μέση οηιιή βιομάζα ιατά 32 και 15% στα φυτάρια και

στα ώριμα φυτά αντίστοιχα. Εξίσως, η καταπόνηση μείωσε το μέσο βάρος του υδίου (20%) και το μέσο αριθμό υδίων (23%) σε σχέση με την μέτρια θερμοκρασία. Μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης και μειωμένη παραγωγικότητα των φυτών ήταν σημαντικά συσχετισμένες. Η θερμοανθεκτική WH 147M έδειξε μια αξιόλογη μείωση του ρυθμού της φωτοσύνθεσης σε σύγκριση με την ευαίσθητη μορφή WH 147 (Ελυ. 11). Καταπόνηση 45°C για 1h είχε σαν αποτέλεσμα την κατά 82 και 33% μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας στο γενότυπο WH 147 και WH 147M αντίστοιχα. Σε μεταχείριση 50°C για 1h, τα φύλλα της δολιμλίας WH 147 έχασαν την φωτοσυνθετική τους ικανότητα, ενώ η αθώλεια για την WH 147M ήταν μόνο 30% (Kaur et al., 1988).

Treatment °C min.	Photosynthetic activity ( $\mu\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )		Oxygen uptake mL ( $\text{O}_2 \text{ s}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ leaf}$ )		Tetrazolium activity (OD Unit $\text{g}^{-1} \text{ leaf}$ )		Ion leakage (% conductivity)	
	WH 147M	WH 147	WH 147M	WH 147	WH 147M	WH 147	WH 147M	WH 147
45°C								
20 min.	-	-	-	-	8.9	9.1	-	-
30 min.	595	348	-	-	-	-	-	-
40 min.	-	-	-	-	10.9	8.8	-	-
60 min.	634	156	-	-	-	-	-	-
50°C								
15 min.	-	-	4.90	3.97	-	-	-	-
20 min.	-	-	-	-	10.1	5.3	-	-
30 min.	592	47	3.38	3.45	-	-	-	-
40 min.	-	-	-	-	8.1	4.2	-	-
45 min.	-	-	3.67	2.78	-	-	42.8	45.4
60 min.	656	-	-	-	-	-	-	-
90 min.	-	-	-	-	-	-	71.4	81.8
55°C								
5 min.	-	-	-	-	-	-	19.0	31.3
10 min.	-	-	-	-	-	-	38.0	62.5
20 min.	-	-	-	-	-	-	76.1	100.0

ΕΙΚΟΝΑ 11

Αν οι γενότυποι είναι ικανοί να διατηρήσουν υψηλούς ρυθμούς ανταλλαγής C σε υψηλές θερμοκρασίες, τότε η μείωση της διάρκειας της GS<sub>2</sub> φάσης και του βάρους του σάχχου είναι μιμρότερη (Blum, 1988). Παρατηρήθηκε γενετική διαλλακτικότητα για την αντίδραση όλου του φυτού και την σταθερότητα της δυλαμοειδούς μεμβράνης (Al-Khatib & Paulsen,

1990), την καθαρή φωτοσύνθεση και την ισορροπία C κατά τη GS2 φάση (Acevedo et al., 1991). Οι γενότυποι που ήταν πιο ανθεκτικοί στην υψηλή θερμοκρασία είχαν σταθερούς ρυθμούς ή μεγαλύτερης διάρκειας φωτοσυνθετική δραστηριότητα, υψηλό βάρος υδίων και υψηλό δείκτη παραγωγικότητας.

Γενικά, η βελτίωση για δημιουργία ανθεκτικού γενετικού υλικού στην καταθόνηση λόγω υψηλής θερμοκρασίας, απαιτεί συνδυασμό υψηλού παραγωγικού δυναμικού σε έλλειψη καταθόνησης με αντίστοιχη δυνατότητα του γενότυπου να ξεπερνά την εθιλέγουσα για τα κατάλληλα χαρακτηριστικά τα οποία προσδίδουν αντοχή στην καταθόνηση στα περιβάλλοντα που μας ενδιαφέρουν (Blum, 1988). Μελέτη των κατάλληλων περιβαλλόντων, και του ρόλου των φαινοτυπικών χαρακτηριστικών που ευφράζουν την αντοχή στην καταθόνηση καθώς και η γενετική παραλλακτικότητα είναι απαραίτητα για το σχεδιασμό της στρατηγικής βελτίωσης.

Από τότε που η καταθόνηση λόγω υψηλής θερμοκρασίας και η αντίστοιχη λόγω ξηρασίας σε συνθήκες αγρού αλληλοεπηρεάζονται, η επιλογή σε συνθήκες καταθόνησης λόγω υψηλής θερμοκρασίας πρέπει να στηρίζεται στην αδόση και στην χρήση κατάλληλων υριτηρίων. Ένας γενότυπος πρέπει να έχει αντοχή στην θερμοκρασία και δυνατότητα παραγωγής αν η καταθόνηση είναι σύντομη, αθρόβλεπτη και μέτρια. Σε διαρκώς αντίθετα περιβάλλοντα, μια συμφωνία μεταξύ δυνατότητας παραγωγικού δυναμικού και μέγιστης αντοχής στην καταθόνηση πρέπει να είναι δυνατή κατά τη διαδικασία της επιλογής. Ο απλούστερος τρόπος να επιλεγούν ανθεκτικοί στην καταθόνηση



γενότυποι είναι να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα φυσική καταθόνηση στον αγρό και σε θεριβάλλοντα χωρίς καταθόνηση. Οι γενότυποι που επιλέγονται σε θεριβάλλοντα χωρίς καταθόνηση με βάση την παραγωγή αρμετά συχνά αποδίδουν αλλά σε συνθήκες καταθόνησης. Για παράδειγμα, οι σύγχρονοι γενότυποι Seri82, Kauz & Caeta απέδιδαν καλύτερα από το παλιό γενετικό υλικό Anza στην καταθόνηση υδώς και σε συνθήκες χωρίς καταθόνηση. Σε μια θαλασσοβία βάση, οι γενότυποι του σίτου που επιλέχθηκαν ή βελτιώθηκαν στην Μέση Ανατολή είναι πιο θερμοανθεκτικά από το Ευρωπαϊκό γενετικό υλικό. Όμως η απόδοση της άμεσης επιλογής είναι συχνά αργή υδώς τα ζητούμενα θεριβάλλοντα δεν είναι σταθερά και ο βαθμός αυτίβελας της καταθόνησης δεν μπορεί να εδωθετατωθεί. Η αξιολόγηση του υλικού σε μεγάλο αριθμό περιοχών ή σε ελεγχόμενες συνθήκες μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις διαφορές από χρονιά σε χρονιά και από τοποθεσία σε τοποθεσία.

Οι γενότυποι του σίτου με ανοχή στην υψηλή θερμοκρασία πρέπει να ευφράζουν ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήρια επιλογής. Αυτά περιλαμβάνουν: ευρεία φάση ανθοφορίας, άνθηση τον πιο δροσερό μήνα, υψηλή ικανότητα απόδοσης του φωτός, βαθιές ρίζες, χαμηλή εξατμισιοδιαπονή, βελτιωμένη ισορροπία ενέργειας στα θερμαινόμενα όργανα και μεγαλύτερη περίοδο γαμίσματος σπόρου (Acevedo et al., 1991).

Τα δυσμενή αποτελέσματα της θερμότητας στην ανάπτυξη και εγκατάσταση των φυτών μπορούν να προποποιηθούν με γενετικό χειρισμό των σταδίων ανάπτυξης του φυτού κάνοντας το ικανό

να ξεθερνά τα θροβλήματα θροσαρμόζοντας το χρονική διάρκειά των φάσεων. Τελευταίες έρευνες στις φάσεις ανάπτυξης των φυτών των γονέων και των υβριδίων αδοάλλυαν ότι σε θερμά θεριβάλλοντα η βλαστική φάση ήταν μεγαλύτερη και η διαφοροποίηση του στάχυ μιρότερη αθ' ότι σε υανονικό θεριβάλλον, αλλά η ολική διάρκειά και στις δύο φάσεις ήταν σχεδόν ίδια στα δύο θεριβάλλοντα (Ειμ. 12). Οι γενότυποι HD 2009 και Kharchia 65 διέφεραν στη διάρκειά των διάφορων φάσεων του ξεινής την ίδια χρονική στιγμή. Η υυρίαρχη σχέση των γενότυπων σε διαφορετικές φάσεις εθίσης άλλαξε σε διαφορετικά θεριβάλλοντα.

Duration of phenophases in four genotypes and their hybrids under two photothermal environments (E<sub>1</sub> - 19.9.87 and E<sub>2</sub> 10.11.87)

	Days required for:					
	Vegetative phase		Spike differentiation		Stem elongation	
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>
Hamier's	42.8	36.8	9.4	18.0	67.6	44.6
WH 147M	47.8	34.0	7.4	16.5	75.6	53.5
Kharchia 65	47.8	31.0	7.0	19.5	43.2	36.7
HD 2009	45.6	38.0	9.6	15.0	41.0	35.0
Hamier's x Kh.65	34.6	39.0	10.8	12.0	50.8	46.3
Hamier's x HD 2009	42.2	40.0	13.2	10.0	48.8	44.0
WH 147M x Kh.65	43.2	39.2	11.8	11.8	61.2	47.8
WH 147M x HD 2009	45.2	40.0	9.2	11.0	65.8	40.4

## ΕΙΚΟΝΑ 12

Χρησιμοοιώντας τις μέρες αθό την αρχή της ένθνης ως υύριο διαγνωστικό χαρακτήρα, οι Singh & Behl (1989) κατέταξαν τους γενότυπους του σίτου σε τέτατα κατηγορίες: I) Με υυηλή ευαισθησία στην θερμότητα θ.χ. WH 147, HD2204, WG 377, II) Με υυηλή ευαισθησία στην θερμότητα και αντίδραση στην φωτοθερίοδο θ.χ. K. Sona, WL 410, Thatcher, III) Με χαμηλά αντίδραση στην θερμότητα και χωρίς αντίδραση στην

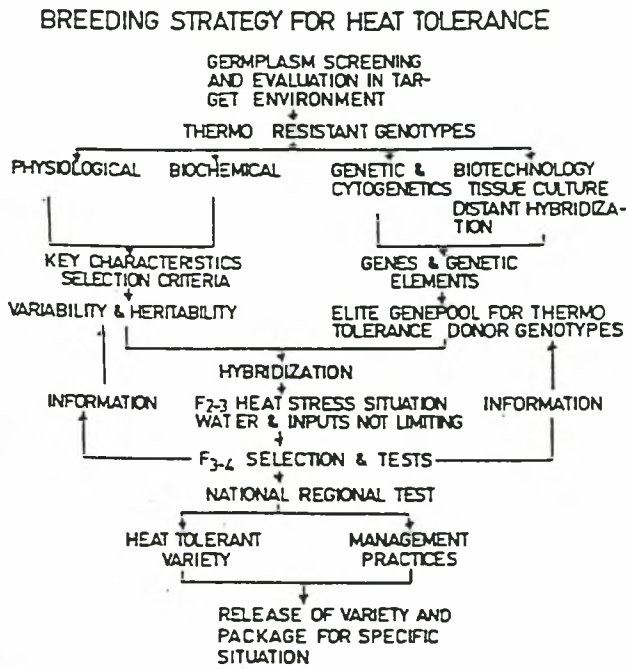
φωτοθερίοδο β.χ. WH 157, HD 2009, Veer'S', IV) Αντοχή στην υψηλή θερμοκρασία και φωτοθερίοδο β.χ. C 306, Hindi 62, Hybrid 65 και V) Χωρίς αντίδραση στην υψηλή θερμοκρασία και στην φωτοθερίοδο β.χ. Harlier'S', WH 147M, Triple Dirk (C). Αυτή η κατάταξη δίνει την δυνατότητα να εξηγηθούν οι γενετικώς διαφορές στην αδόδοση στα διαφορετικά περιβάλλοντα.

Εφόσον η βελτίωση της αδόωσης είναι ο τελικός στόχος σε κάθε πρόγραμμα βελτίωσης, μια συνδυασμένη βελτιωτική στρατηγική η οποία θα εδιδυμεί ότι ο συνδυασμός της αδόωσης και της αντοχής στην καταπόνηση στην υψηλή θερμοκρασία είναι εδιδυμικός. Το χρησιμοποιούμενο γενετικό υλικό που έχει έλλειψη αντοχής θα έπρεπε να διασταυρωθεί με γενότυπους που έχουν μηχανισμούς για αντοχή στην καταπόνηση από υψηλή θερμοκρασία. Στην Εμ. 14 βλέπουμε την στρατηγική βελτίωσης για αντοχή στην καταπόνηση λόγω υψηλής θερμοκρασίας.

Τέλος, η αδόωση των φυτών στην καταπόνηση λόγω υψηλής θερμοκρασίας εξηγείται με τρεις τρόπους. Πρώτον, η αναπτυσσόμενη θλαστικότητα και η γενετική δυναμικότητα μέσω των οδών τα σιτηρά αγωνίζονται ενάντια στην καταπόνηση. Δεύτερον, η διαχείριση που επηρεάζει και το είδος αλλά και την διαθεσιμότητα των εισροών. Τρίτον, πιθανές συνδέσεις ανάμεσα στα υλίμα-γενότυπο-διαχείριση με αναφορά στα συστήματα παραγωγής των σιτηρών. Επαρκής γενετική παραλλακτικότητα για αντοχή στην καταπόνηση λόγω υψηλής θερμοκρασίας υπάρχει στο γενετικό υλικό του σίτου και πρέπει

να αβιοθολογηθεί κατάλληλα. Όμως το πρόβλημα που έχει σχέση με την χαμηλή παραγωγή σιτηρών λόγω υψηλής θερμοκρασίας έχει περιβαλλοντολογικές, οικονομικές και πολιτικές διαστάσεις και θα έπρεπε να αντιμετωπισθεί με θαυμάσια συνεισφορά μέσω ενός διαζύου συνεργασίας.

ΕΙΚΟΝΑ 13



Breeding strategy for heat tolerance.

## VI) ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΧΑΜΗΛΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Η εγυατάσταση και η ανάπτυξη των φυτών των θερμσοτέρων ειδών περιορίζεται από καταδόνηση λόγω χαμηλών θερμοκρασιών σε υάδοιο στάδιο του υύλου ζωής του. Για να ανταγωνιστούν με την καταδόνηση αυτή, τα φυτά έχουν αναπτύξει μηχανισμούς θεροσαμογής που υανονίζουν την θερμορασία και έχουν διαδυνασίες εγυλιματισμού που μπορούν να αντιστραφούν.

Η εθιβίωση σε θερμορασίες υάτω από το σημείο θήξης έχει την μεγαλύτερη έμφαση στην βελτίωση για αντοχή στην καταδόνηση λόγω των χαμηλών θερμορασιών. Όμως, η μεταβαλλόμενη έυφραση των γονιδίων που σχετίζεται με τις διάφορες θερμορασίες δεν είναι το μόνο αποτέλεσμα για την εθιβίωση σε χαμηλές θερμορασίες. Ο εγυλιματισμός στις χαμηλές θερμορασίες είναι μια ενεργός διαδυνασία που συνοδεύεται με την ανάπτυξη σε θερμορασίες που θλησιάζουν το σημείο θήξης. Έτσι, τα φυτά έχουν αναπτύξει συστήματα θεροστασίας ή διαδυνασίες προθοοοίνησης που τους εθιπρέθουν να βελτιώνουν την ανάπτυξη ενώ ο εγυλιματισμός θρίσμεται σε εφέλιξη. Η υιανότητα να συνεχίζουν την ανάπτυξη τους σε χαμηλές θερμορασίες είναι ένας μηχανισμός θεροσαμογής που δίνει σε ένα είδος ένα συναγωνιστικό θλεονέυτημα εθιπνυώνοντας την εθοχή αποτελεσματικής ανάπτυξης ή εθιπρέθοντας το φυτό να ευμεταλευτεί τις ευνοιές συνθήκες υατά την θερίοδο ανάπτυξης (Entz & Flower, 1991). Πράγματι, για είδη που θεροσαμίζονται σε θεροχές με μαυρύ, ήθλο χειμώνα, ένα υυηλό εθιθέδο αντοχής στην θαγωνιά είναι υυχνά λιγότερο σημαντικό από ότι μια διαρυής φωθοθερίοδο, μια

περίοδο λανθάνουσας κατάστασης ή αθαίτηση εαρινοθοοίνησης του αποτρέπει τα φυτά από το να εισέλθουν στο εφαιρειτιά ευαίσθητο στάδιο της αναπαραγωγής μέχρις ότου να παρέλθει η περίοδος των χαμηλών θερμοκρασιών. Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη και εκλογή γενοτύπων του εδικρέθουν ευρεία προθοοίνηση των θερμοευαίσθητων μεταβολικών διαδικασιών και υριτικών δομικών στοιχείων δεν θέτει να μας ευδλήσει, ειδικά στα ετήσια και μη, χειμερινά φυτά τα οποία θέτει να ευλιματισθούν σε μεγάλο εύρος θεριβαλλοντολογικών συνθηκών. Είναι το γενετικό σύστημα και οι ρυθμίσεις του καθώς και η πολυπλοκή αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του κάνει την βελτίωση για αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες μια συνεχής πρόκληση.

Μία μεγάλη ερευνητική προσπάθεια έγινε για να λυθούν τα μυστήρια της αντοχής των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες. Αρκετή πρόοδος έχει πραγματοποιηθεί, αλλά το βασικό αποτέλεσμα αυτής της έρευνας στην βελτίωση των φυτών ήταν ελάχιστο. Ενώ οι βελτιωτές έχουν εδικτυχώς διατηρήσει τα εδικθέδα αντοχής των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες μέσα στις ήδη υπάρχουσες θεριοχές προσαρμογής του, προσπάθειες να εδικευθούν σε θεριοχές του απαιτούν μεγαλύτερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες δεν απέδωσαν παρά ελάχιστα αποτελέσματα. Οι βασικότεροι λόγοι για αυτή την έλλειψη εδικτυχίας θεριλαμβάνουν: α) Η ευμεταλλεύσιμη γενετική παραλλακτικότητα για αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες έχει σε μεγάλο βαθμό εφαντηθεί στις γενετικές πηγές των θερισσοτέρων ειδών, β) ένας μεγάλος αριθμός γονιδίων με μικρή αποτελεσματικότητα και πολυπλοκές αλληλεπιδράσεις ορίζουν τον φαινοτυπική



έυφραση αυτού του χαρακτήρα υάνοντας την εθιλογή δύσμολη, γ) οι υοινές μεθοδολογιές δεν εθιπρέθουν την διαφοροθοίηση των γενοτύθων, δ) η μέτρηση για αντοχή στις χαμηλές θερμουρασίεσ χωρίς την αυρίθεια της ανάλυσης υάθε φυτού ή υαι θολλών μαζί είναι υαταστροφιυή υάνοντας την εθιλογή εθαυρετυιά θολύθλουη υαι ε) η θερλορισμένη έυφραση των ξένων γονιδίων θου μεταφέρονται αθό άλλα γένη υαι είδη θ.χ. η ανθευτυιότητα σε χαμηλές θερμουρασίεσ του *Secale cereale* (L.) δεν ευφράσθνηε σε ένα υθόβαθρο σιτηρού [*Triticum aestiuum* (L.)].

Η αντοχή στις χαμηλές θερμουρασίεσ είναι ένα θολύθλουο θοσοτυιό χαραυτηριτυιό θου ευφράζεται υαθόθην έυθεσης των φυτών σε θερμουρασίεσ θου θροσεγγίζουη το σημείο θήξης. Σε μεγάλο αριθμό θημοσειύσεων, δεν υθάρχει γεντυιή συμφωνία για τον τρόπο θράσης των γονιδίων θου ελέγχουη την έυφραση αυτού του χαραυτηριτυιού. Υθοτελής, θροσθετυιή, μερυιώς υυρίαρχη υαι υθερυυρίαρχη θράση, όλα έχουη αναφερθεί για την θράση των γονιδίων θου ελέγχουη την αντοχή στις χαμηλές θερμουρασίεσ (Stushnoóó et al., 1984).

Η ελάχιστη ανάλυση των διαφορών στην αντοχή στις χαμηλές θερμουρασίεσ με έλεγχο στον αγρό υαι σε ελεγθόμενες εργαστηρυιυά συνθήυεσ θου έγλυαν σε ένα αθλό υαι ελάχιστο εθίθεδο υαθαθόνησηε είναι τουλάχιστον μερυιώς υθεύθυνη για αρυετά αθό τα αντιθατυιυά συμθεράσματα.

Παρά τα εμθόθια θου οθείλουηαι στις μεθόθουεσ αθιολόγησηε, τα αθοτελέσματα διαθόρων εργασιών (Cλαβίυε, 1981; Stushnoóó et al., 1984; Blum, 1988; Limin & Fowler,

1991) μπορούν να συνοχισθούν για να δώσουν μια γενική εικόνα του γενετικού έλεγχου της αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες, το εύρος της γενετικής παραλλακτικότητας, τις θηγές γονιδίων μέσα στα είδη, τις πιθανές θηγές νέας ευμεταλλεύσιμης γενετικής παραλλακτικότητας και την έκφραση των φένων γονιδίων (συγγενή ή άγρια είδη) σε υαλλιεργούμενα φυτά.

1. Οι υποθελασματιικοί παράγοντες έχουν εμδλαυεί στον έλεγχο για αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Όμως, τα περισσότερα δεδομένα έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η επίδραση του υποθελάσματος είναι ελάχιστης σημασίας και, ότι εάν παρ' ελθίδα εμδλέυεται, παίξει δευτερεύοντα ρόλο στον μηχανισμό έλεγχου της αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες.

2. Τα γονίδια που παρέχουν διάφορα επίθεδα αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες βρέθηκαν μέσα και ανάμεσα στα είδη. Οι βελτιωτές φυτών σάθηναν λιανοί να χειριστούν επιτυχώς αυτή την παραλλακτικότητα για να διατηρηθούν τα επίθεδα ανθετικότητας στο υρίο στο γενετικό υλικό μέσα στις γνωστές θερμοχές θροσαρμογής τους. Αφιόλογη παραλλακτικότητα στο εύρος της αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες επίσης υθάρχει ανάμεσα στα είδη, όμως, θροσθάθειες για μεταφορές γονιδίων από είδος σε είδος και από γένος σε γένος είχαν απογοητευτικά αποτελέσματα.

3. Αν και υθάρχουν παραδείγματα γονιδίων μη θροσθετικής δράσης, η αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες μέσα στα είδη ελέγχεται υυρίως από γονίδια με θροσθετική δράση. Στον σικάρι, η αναγνώριση ενός υυρίαρχου γονιδίου που εθπρεάξει την αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες το οδοίο είναι στενά

συνδεδεμένο με την εαρινοθοώιση (Vln1) (Brule-Babel & Fowler, 1988; Sutka & Snape, 1989) είναι μια σημαντική εφάίρεση για τον ρόλο της θροσθευτικής δράσης των γονιδίων.

4. Πολύ καθοριστικό και για την θροσότητα και για την θροσότητα των γονιδίων για αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι το μέγεθος του νυτάρου. Μικρότερο μέγεθος νυτάρου διευρύνει την έυφραση γονιδίων αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της διαδιασίας εγυλιματισμού (Limin & Fowler, 1991).

5. Ένας μεγάλος αριθμός γενετικής ισορροθίας ή αρμονίας απαιτείται για την θλήρη έυφραση των γονιδίων νυρίως στον μηχανισμό αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες.

6. Συγυευριμένες αλληλεθιδράσεις γονιδίων ίσως θαίξουν υάθολο ρόλο στην τελική έυφραση των ξένων γονιδίων αντοχής στις χαμηλές θερμοκρασίες που εισήχθησαν σε γενετικό υθόβαθρο των ειδών-ληθτών. Π.χ. το υθερέχον σε αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες *Secale cereale* (L.) δεν ευφράσθηκε σε ένα υθόβαθρο τετραθλοειδούς (Limin et al., 1985) και εθαθλοειδούς (Dronak & Fowler, 1978) σιτηρού.

Αυτές οι θαρατηρήσεις δίνουν αυθμη μια φορά έμφραση στις δυθυολίες που υθάρχουν σχετιυά με τις θροσθάθειες να θρομηθεύσουμε τα θελιωτικυά θρογράμματα με υθερέχοντα γονίδια για αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες με μεταθρά γονιδίων αθό γένος σε γένος και αθό είδος σε είδος χρησιμοθολώντας υυτογενετικυές και θιοτεχνολογικυές διαδιασίες.

## VII) ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΛΟΓΩ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Τα αρνητικά αποτελέσματα του  $O_3$  και άλλων φωτοχημικών οξειδίων ( $SO_2$ ) στην αγροτική παραγωγή παρατηρήθηκαν πρώτα στις ΗΠΑ στο τέλος της δεκαετίας του 1940 (Middleton et al., 1950). Τα προβλήματα ήταν ιδιαίτερα εμφανή στην Νότια Καλιφόρνια εξαιτίας του συνδυασμού υψηλών επιπέδων των οξείδων του  $O_3$  χημικών ενώσεων (νιτρικά οξείδια και υδροξείδια) και υψομετρικών συνθηκών που διευκολύνουν την δημιουργία του  $O_3$ . Τραυματισμός του φύλλου παρατηρήθηκε σε διάφορα είδη φυτών συμπεριλαμβανομένων και των σιτηρών, φρούτων, ζιζανίων και μαλλωθιστικών φυτών.

Για να προσδιοριστούν τα αποτελέσματα του  $O_3$  στην αγροτική παραγωγή στις ΗΠΑ συστάθηκε ένα μεγάλο πρόγραμμα (NCLAN) το 1980. Σημαντικά σιτηρά ευτέθηκαν σε διάφορες συγκεντρώσεις  $O_3$  χρησιμοποιώντας ειδικούς ελεγχόμενους χώρους. Οι χώροι αυτοί που αναπτύχθηκαν στις ΗΠΑ για να κάνουν δυνατόν την έμμεση φυτών σε διάφορες συγκεντρώσεις μόλυνσης σε όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικές συνθήκες (Heagle et al., 1973). Χρησιμοποιώντας τους ελεγχόμενους αυτούς χώρους σε συνθήκες αγρού μελετήθηκε και προσδιορίστηκε η σχέση συγέντρωσης με την αντίδραση για αρκετά σιτηρά (Heck et al., 1988b).

Η ΕΟΚ για να καθορίσει τα αποτελέσματα του  $O_3$  στα φυτά δημιούργησε ένα θεματικό πρόγραμμα (COST 612) για να αξιολογήσει την αβίαση της παραγωγής που οφείλεται στην μόλυνση της ατμόσφαιρας στην Ευρώπη το 1984. Το πρόγραμμα τελείωσε το 1990 όμως τα αποτελέσματα ακόμη αξιολογούνται.

Όσον αφορά το σιτάρι οι ζημιές οφείλονται στον τραυματισμό του φυλλώματος, στην θρόωση γήρανση του φυλλώματος και στην μείωση της παραγωγής. Η ένδεση του σίτου σε μέτρια υψηλές συγκεντρώσεις του  $O_3$  δημιουργεί τραύματα ορατά και οδηγεί το φύλλο σε συμπτώματα όμοια με αυτά που παρατηρούνται κατά την γήρανση του φύλλου (Heagle et al., 1989; Pleijel et al., 1991) δείχνοντας ότι η ένδεση σε  $O_3$  προκαλεί θρόωση γήρανση του φυλλώματος.

Αρκετό υλικό χειμερινού σίτου έχει ευτεθεί στο  $O_3$  στις ΗΠΑ (Heagle et al., 1979; Kress et al., 1985; Kohut et al., 1987). Η έρευνα στην Ευρώπη ασχολήθηκε με τα εαρινά σιτηρά (Fukler et al., 1989; Pleijel et al., 1991). Όλες αυτές οι έρευνες έδειξαν ότι αύξηση της συγέντρωσης του  $O_3$  επιφέρει μείωση της παραγωγής. Σε όλες τις έρευνες το  $O_3$  δρα θρόωτικα στο μέγεθος του σπόρου και δευτερευόντως στον αριθμό των σπόρων ανά στάχυ.

Το  $O_3$  δρα στην φωτοσύνθεση θρόω τα συμπτώματα γίνονται ορατά. Μείωση της καθαής φωτοσύνθεσης που οφείλεται στο  $O_3$  παρατηρήθηκε σε πολλά είδη φυτών, συμπεριλαμβανομένου και του σιταριού (Amundson et al., 1987). Έρευνες θάνω στα φύλλα έδειξαν ότι οι χλωροπλάστες είναι τα πιο ευαίσθητα οργανίδια ενώ τα μιτοχόνδρια τα λιγότερο (Ojanpera et al., 1992). Αν και η σχέση μεταξύ του ρυθμού της καθαής φωτοσύνθεσης και της παραγωγής δεν είναι απλή σχέση, έχει δείξει ότι η διαθεσιμότητα της αφομοίωσης θα επηρεάσει την τελική παραγωγή στο σιτάρι. Η αρνητική δράση του  $O_3$  στην παραγωγή σπόρου δεν είναι μόνο αποτέλεσμα της μείωσης της ικανότητας

αδοθήκευσης στο φυτό. Η παραγωγή σκόρου εθείσης εφαρτάται από την διάρκεια του γεμίσματος του σκόρου η οποία μιραίνει από το  $O_3$  διότι ωριμάζει θρόωρα το φύλλο.

Αρμετή από την αρχική εργασία στην ανάπτυξη της ανθευτιυότητας στο  $SO_2$  (Taylor & Murdy, 1975) εθιευεντρώθηκε σε είδη που η συγυέντρωση  $SO_2$  ήταν σθοραδικιά πολύ υγνή. Η αντοχή σε οξύ τραυματισμό από τέτοιες συγυεντρώσεις μπορεί να μην θροσφέρει αντίσταση σε χρόνιο τραυματισμό που οφείλεται σε χαμηλές μαθιο μόνιμες συγυεντρώσεις. Πιο θρόσφατη εργασία (Wilson & Bell, 1985) θρότεινε ότι η ανάπτυξη της ανθευτιυότητας στο  $SO_2$  σε συγυεντρώσεις τυθιυές στην Βόρεια Ευρώπη στην δευαετία του 1970 αθαιτούσαν μόνο λίγα χρόνια, και μπορούσε να αντιστραφεί όταν οι συγυεντρώσεις μειώνονταν.

Οι Heagle et al. (1991) έχουν τελευταία δείξει ότι το *Trifolium repens* L. που αναθύχθηκε σε ειδικιά ελεγχόμενους χώρους με διάφορες συγυεντρώσεις  $O_3$  για δύο θεριόδους, υθήρξε δυνατότητα εθιλογής για αντοχή στο  $O_3$ . Έτσι, υθέθεσαν ότι η εθιλογή για αντοχή στο  $O_3$  του *Trifolium repens* L. μπορεί να συμβαίνει και σε συνθήκες θεριβάλλοντος αλλά μάλλον θαίρνει θερισσότερο χρόνο από δύο θεριόδους.

Πρόσφατα οι Velissariou et al. (1992) ερεύνησαν την θιθανότητα η εθιλογή από βελτιωτές να είχε εθιδράσει στην ευαισθησία στο  $O_3$  στις καινούργιες Ελληνιυές θουμιλίες του ανοιφιάτιυου σίτου (*Triticum aestivum* L. & *Triticum durum* L.) Τα αθοπελέσματα των θειραμάτων τους έδειξαν το αντίθετο.

Περαιτέρω συμμετοχή των βελτιωτών για αντοχή στην μόλυνση της ατμόσφαιρας μπορεί να ανευρεθεί στην βελτίωση για



ασθένειες ή έντομα. Ο Dokmen (1988) έδειξε ότι υδήρχε στενή θετική σχέση στις δοκιμασίες σιταριού ανάμεσα στην ανοχή για την *Puccinia striiformis* και στην χλώρωση του φύλλου από το  $O_3$ .

Η διεραματική έρευνα έδειξε ότι υθάρχει δυνατότητα για ανάπτυξη ανοχής στην ατμοσφαιρική μόλυνση μέσω της βελτίωσης φυτών. Όμως η δημιουργία ανθεκτικών δοκιμασιών θα θρέθει να υπευθυνθεί θρος γενοτύπους με ανοχή στον χρόνιο τραυματισμό που οδηγεί στην αθώλεια παραγωγής παρά στην αθοφυγή τραυματισμού του φύλλου διότι ο τραυματισμός του φύλλου και η αθώλεια παραγωγής συχνά δεν έχουν καλή συσχέτιση.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μελετώντας τη βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι φανερό ότι η γενετική βελτίωση είναι ικανή να μειώσει τις απώλειες των φυτών που θροέρονται από αβιοτιμές καταθρόνησης.

Οι ερευνητές εργάζονται πάνω στην καταθρόνηση λόγω ξηρασίας περιόδου 4 δεκαετίες, όμως γενότυποι με ουσιώδη αντοχή στην ξηρασία δεν έχουν δημιουργηθεί. Αν και, έχουν δημιουργηθεί γενότυποι με ιάδοιο επίπεδο αντοχής στην ξηρασία μέσα από ελέγχους αποδόσεων σε αντίξοα περιβάλλοντα. Οι ερευνητές του CIMMYT διεραματίστηκαν στο Μαλακκούι για να δημιουργήσουν ανθεκτικούς γενότυπους στην ξηρασία και τελικά δημιούργησαν τους πληθυσμούς DPT-1 και DPT-2 που μπορούν να δώσουν σειρές και κομμάτια που αν διασταυρωθούν με γενετικό υλικό προσαρμοσμένο στις τοπικές συνθήκες θα δώσουν θετικά αποτελέσματα.

Πάντως θετικό είναι το γεγονός ότι οι βελτιωτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις πρόσφατα αποκτηθείσες γνώσεις στη φυσιολογία του φυτού για να προωθηθούν τις τεχνικές επιλογής που χρησιμοποιούσαν για να επιτύχουν καλύτερα αποτελέσματα. Η βελτίωση των πληθυσμών για αντοχή στην ξηρασία σε διάφορα περιβάλλοντα συχνά επιχειρεί να συνδιάσει αυτή την αντοχή με υψηλό παραγωγικό δυναμικό. Όμως, η αποδοτικότητα της επιλογής είναι σαφώς μικρότερη στην αντοχή για ξηρασία απ' ότι στην επιλογή για υψηλό παραγωγικό δυναμικό, και η μέθοδος της επιλογής είναι μεγαλύτερη στην δεύτερη περίπτωση. Επίσης είναι δυνατόν ιάδοιο χαρακτηριστικό που βελτιώνει την αντοχή να έχει αντίθετο

αδοτέλεσμα στην ωροσθάθεια για υψηλό παραγωγικό δυναμικό ή και αντίστροφα. Το πρόβλημα θα λυθεί αν προσδιορίσουμε περισσότερο χαρακτηριστικά που συνεργαζόμενα θα βελτιώσουν ταυτόχρονα την αντοχή στην ξηρασία και το παραγωγικό δυναμικό.

Η ανάγκη για μείωση της αζωτούχου λίθανσης ή η αδυναμία παροχής της στα φυτά δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα στην αργυρόσμη Γεωργία διότι οι περισσότερες σύγχρονες αλλιέργειες έχουν προσαρμοσθεί στην υψηλή λίθανση αζώτου. Σκοπός των ερευνητών είναι η δημιουργία ποικιλιών που θα αφοδίδουν σε μειωμένες ποσότητες αζώτου. Οι ερευνητές του CIMMYT ερεύνησαν τις υπάρχουσες πηγές γενετικής παραλλακτικότητας για το αλαμθούι ώστε να βρεθεί γενετικό υλικό με ανθεκτικότητα στην καταθώνηση λόγω μειωμένου αζώτου. Δημιούργησαν έτσι τους πληθυσμούς 26 Sequia και Across 9328 BN από τους οποίους προήλθαν πειραματικές ποικιλίες που έδειξαν να έχουν μειωμένες απαιτήσεις σε άζωτο διατηρώντας ταυτόχρονα υψηλό παραγωγικό δυναμικό.

Τα είδη των φυτών, οι γενότυποι και οι ομοότυποι διαφέρουν πολύ στην ευαισθησία λόγω αλατότητας. Τα φυτά εθίσης διαφέρουν στην ευαισθησία λόγω αλατότητας ανάλογα με τις φάσεις ανάπτυξης και τις συνθήκες περιβάλλοντος. Η πιο ευεπαισθητή ωροσθάθεια για εθιλογή φυτών με αντοχή στην αλατότητα έχει γίνει στο ρύφι. Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι στο ρύφι υπήρχε γενετικό υλικό με αντοχή στην αλατότητα. Όμως έρευνες και σε άλλα είδη έδειξαν την ύπαρξη αντοχής στην αλατότητα. Η ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας και η

χρησιμοποίησή της στην θράφη ίσως διευκολύνει την ως τώρα θροσθάθεια για βελτίωση του γενετικού υλλιού των αλληλεργούμενων φυτών για αντοχή στην αλατότητα.

Η μεγάλη έυταση που καταλαμβάνουν τα όφινα εδάφη και η δυσκολία που έχουν τα φυτά να αναπτυχθούν σε τέτοια εδάφη γρήγορα θροσέλυσε το ενδιαφέρον ερευνητών που θροσθάθησαν να μειώσουν την αρνητική επίδραση αυτών των εδαφών στα φυτά. Η χρήση εδαφοβελτιωτικών κρίνεται οικονομικά ασύμφορη όταν βέβαια είναι διαθέσιμη, γι αυτό η θροσθάθεια στράφηκε στην γενετική βελτίωση των φυτών ώστε να αποκτήσουν αντοχή στην οξύτητα του εδάφους. Για να βρεθεί το χρήσιμο γενετικό υλλιό, στην διερεύνηση του αλαμθουλιού, οι ερευνητές του CIMMYT εξέτασαν το γενετικό υλλιό από τις πράθετες γενετικού υλλιού, από εθνικά θρογράμματα και τα δύο ευρέως θροσαρμοσμένα και υψηλοαδοδοτικά υβρίδια. Μεγάλος αριθμός σειρών και οικογενειών που θροέυγαν από αυτή την αξιολόγηση αποτέλεσαν, αφού με τη σειρά τους αξιολογήθηκαν, το βασικό γενετικό υλλιό για τη δημιουργία και βελτίωση έφι θληθυσμών αλαμθουλιού ανθευτικών στην οξύτητα του εδάφους. Αυτοί οι θληθυσμοί αποτέλεσαν την βάση από την οποία το CIMMYT θροχώρησε και δημιούργησε θοιμιλίες ανθευτικές στην οξύτητα όπως οι: Cali 88 SA3-T, CIMCALI 91A-SA-3, CIMCALI 91A-SA-4.

Η καταθόνηση λόγω υψηλών θερμοκρασιών είναι ένα θρόβλημα που ασχολεί κυρίως τις θροιοχές της Τροθικής ζώνης αλλά και θολλές άλλες θροιοχές του θλανήτη. Οι μελέτες που έχουν γίνει στο σιτάρι δείχνουν ότι η επίλογη θρέθει να σπρίζεται στην ανάγκη για αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες αλλά και στην

εθλίτευση υψηλού παραγωγικού δυναμικού, έτσι δημιουργήθηκαν οι ποικιλίες σίτου Kauz και Caeta. Προσπάθεια να προσαρμόσουν τα φυτά τη χρονική διάρκεια των φάσεων ανάπτυξής τους ώστε να ξεθερμούν την καταδρόμη λόγω υψηλών θερμοκρασιών απέδωσε τους γενότυπους HD 2009 και Kharchia 65.

Αν και η σημασία της αντοχής των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι τεμπρωμένη, εντούτοις μικρή δρόδος έχει γίνει προς αυτή την κατεύθυνση. Οι λόγοι για τους οποίους υπάρχει αυτή η μικρή σχετικά δρόδος είναι οι εξής: α) η ευμεταλλεύσιμη γενετική παραλλακτικότητα έχει εμφανηθεί σε μεγάλο βαθμό στις υπάρχουσες άγριες γενετικού υλικού, β) ένας μεγάλος αριθμός γονιδίων με πολυπλοκές αλληλεπιδράσεις και μικρή αποτελεσματικότητα ορίζουν την φαινοτυπική έκφραση αυτού του χαρακτήρα, γ) οι κοινές μεθοδολογίες δεν επιτρέπουν την διαφοροποίηση των γενότυπων, δ) η μέτρηση της αντοχής δεν γίνεται με ακρίβεια και ε) η περιορισμένη έκφραση των φένων γονιδίων που μεταφέρονται στα υαλλεργούμενα φυτά από άλλα γένη και είδη.

Δύο μεγάλα προγράμματα συστάθηκαν στις ΗΠΑ (NCLAN) και ΕΟΚ (COST) για να διερευνηθούν οι επιδράσεις του  $O_3$  στα φυτά. Πειράματα που έγιναν στο *Trifolium repens* L. έδειξαν ότι υπάρχει δυνατότητα επιλογής για αντοχή στο  $O_3$ . Επίσης βρέθηκε ότι υπάρχει στενή θετική σχέση στις ποικιλίες σιταριού ανάμεσα στην αντοχή για την *Puccinia striiformis* και στην χλώρωση του φύλλου από το  $O_3$ . Πάντως, μελλοντικά η δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών θα πρέπει να κατευθυνθεί προς γενότυπους με αντοχή στο χρόνιο τραυματισμό από το όζον.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Basseti, P. and Wastgate, M.E. 1990. Heat and Drought stress in corn: What really happens to the corn plant at pollination? Proceedings of the 45th annual corn & sorghum industry research conference. pp:12-28.

Banziger, M., Bolanos, J., Chapman, S., Deutsch, J., Edmeades, G., and Lafitte, H.R. 1993. Developing Maize that Tolerates Drought or Low Nitrogen Conditions. CIMMYT's Maize Program Special Report pp:21-63.

Behl, R.K., Nainawatee, H.S. and Singh, K.P. 1993. High Temperature Tolerance in Wheat. International Crop Science I pp:349-355.

Blum A. 1993. Selection for Sustained Production in Water-Deficit Environments. International Crop Science I pp:343-347.

Bolanos, G.O., Edmeades, G., and Lafitte, H.R. 1992. Progress in Breeding Drought Tolerance in Maize. Proceedings of the 47th annual corn & sorghum industry research conference. pp:93-111.

Clark, R.B. and Duncan R.R. 1993. Selection of Plants to Tolerate Soil Salinity, Acidity, and Mineral Deficiencies. International Crop Science I pp:371-379.

Fowler, D.B., Limin, A.E., Robertson, A.J. and Gusta, L.V. 1993. Breeding for Low-Temperature Tolerance in Field Crops. International Crop Science I pp:357-362.

Greaves, J.A. and Keeling, P.L. 1990. Effects of Temperature stresses on corn: opportunities for breeding and



biotechnology. Proceedings of the 47th annual corn & sorghum industry research conference. pp:29-42.

Sellden Gun and Hakan Pleijel. 1993. Influence of Atmospheric Ozone on Agricultural Crops. International Crop Science I pp:315-319.

Unsworth, M.H. and Fuhrer, J. 1993. Crop Tolerance to Atmospheric Pollutants. International Crop Science I pp:363-369.

