

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Πτυχιακή Διατριβή
της Καρλιάμπα Ελένης
με τίτλο
«Έλεγχος βλαστικότητας ποικιλιών βαμβακιού
με τη δοκιμή τετραζολίου»



Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Στέλλα Γαλανοπούλου – Σενδουκά

Τριμελής επιτροπή
Γαλανοπούλου – Σενδουκά Στέλλα
Γούναρης Ιωαννης
Βαρδαβάκης Ιωάννης

Βόλος 2004



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

Αριθ. Εισ.: 4452/1
Ημερ. Εισ.: 05-07-2005
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2004
ΚΑΡ

*Η πτοχιακή εργασία είναι αφιερωμένη σε όλους, όσους
με βοήθησαν, για την πραγματοποίησή της.*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πραγματοποίηση της παρακάτω διατριβής δε θα ήταν δυνατή χωρίς την συμβολή και την πολύτιμη καθοδήγηση της Καθηγήτριας μου **κ. Στέλλας Γαλανοπούλου-Σενδουκά** καθώς επίσης και των Καθηγητών **κ. Γούναρη Ιωάννη** και **κ. Βαρδαβάκη**. Οπωσδήποτε, θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα **κ. Δημήτρη Μπαρτζιάλη** και την **κ. Έλπη Σκουφογιάννη** οι οποίοι με βοήθησαν καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την **Οικογένειά** μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου παρέχουν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1.1 Καταγωγή – Εξέλιξη του βαμβακιού.....	5
1.2 Η σημασία της καλλιέργειας του βαμβακιού στην παγκόσμια και ελληνική οικονομία.....	6
1.3 Είδη και ποικιλίες.....	7
1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	8
1.5 Σπόρος βαμβακιού.....	11
1.5.ι Σχηματισμός και μορφολογία σπόρου σποράς.....	11
1.5.ii Κατηγορίες σπόρου σποράς.....	11
1.5.iii Επεξεργασία και περιποιήσεις σπόρου σποράς.....	12
1.5.iv Βαμβακόσπορος.....	13
1.5.v Μακροβιότητα σπόρου.....	14
1.5.vi Βλαστική ικανότητα σπόρου.....	14
1.5.vii Φύτρωμα σπόρου.....	15
1.6 Διαδικασία ελέγχου βλαστικής ικανότητας- Δοκιμές βλαστικότητας.....	16
1.6.ι Συμβατικός έλεγχος στο βλαστητήριο.....	16
1.6.ii Δοκιμή του τετραζολίου.....	17
1.6.iii Προετοιμασία για το διάλυμα χρώσεως.....	18
1.6.iv Προετοιμασία για τη χρώση.....	19
1.6.v Προετοιμασία των σπόρων για την σωστή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.....	19
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	24
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	29
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το βαμβάκι έχει μεγάλη σπουδαιότητα σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο. Ειδικότερα στην Ελλάδα το βαμβάκι αποτελεί σήμερα την πιο δυναμική μεγάλη καλλιέργεια και το πρώτο από άποψη συναλλαγματικής αξίας αγροτικό προϊόν. Όμως με το υπάρχον σύστημα καλλιέργειας και σε συνδυασμό με την εφαρμογή της νέας ΚΑΠ και ΠΟΕ που αναμένεται να μειώσει την επιδότηση της τιμής του προϊόντος, οι βαμβακοκαλλιεργητές πρέπει να στραφούν σε νέες μεθόδους καλλιέργειας ώστε να βελτιώσουν τους οικονομικούς συντελεστές που σχετίζονται τόσο με την αύξηση της παραγωγής όσο και με τη μείωση των εισροών ώστε να τονώσουν την ανταγωνιστικότητα της βαμβακοκαλλιέργειας. Μεγάλα προσοχή επίσης πρέπει να δοθεί στη ποιότητα των σπόρων των ποικιλιών που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί έτσι ώστε να εξασφαλίζεται μέγιστη παραγωγή. Για αυτό το σκοπό γίνεται προσπάθεια μέτρησης της βλαστικότητας των σπόρων με ειδικές μέθοδοι, οι οποίες πραγματοποιούνται από ειδικούς.

Μια μέθοδος η οποία φαίνεται να είναι αποτελεσματική, όσον αφορά τη μέτρηση βλαστικότητας των σπόρων είναι το 'standard test' το οποίο πραγματοποιείται σε ειδικούς θαλάμους τα ονομαζόμενα βλαστητήρια. Είναι μια αποτελεσματική μέθοδος αλλά αρκετά χρονοβόρα, για αυτό στο συγκεκριμένο πείραμα έγινε προσπάθεια να συγκρίνουμε την παραπάνω μέθοδο με μια άλλα γνωστή ως δοκιμή Tetrazolium η οποία μας δίνει τα αποτελέσματα της βλαστικότητας των υπό δοκιμή σπόρων μέσα σε λίγες ώρες.

Συγκρίναμε τα αποτελέσματα της βλαστικότητας των σπόρων από τρεις διαφορετικές ποικιλίες βαμβακιού – ΜΙΔΑ, ΕΥΑ και 5117 (ELMA) που πήραμε με τη δοκιμή του τετραζολίου, με τα αποτελέσματα του standard test. Και διαπιστώσαμε ότι και στις δυο περιπτώσεις τα αποτελέσματα της βλαστικότητας των υπό εξέταση σπόρων δε διέφεραν κατά πολύ(η απόκλιση ήταν τρεις με τέσσερις μονάδες). Από τα παραπάνω συμπεράναμε ότι η μέθοδος του τετραζολίου είναι αποτελεσματική και όχι τόσο χρονοβόρα, όπως η συμβατική μέθοδος, είναι όμως αξιόπιστη για σποροπαρτίδες με υψηλή βλαστικότητα και όχι τόσο για αυτές που παρουσιάζουν χαμηλή βλαστικότητα. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η δοκιμή τετραζολίου απαιτεί ειδική προεπεξεργασία των σπόρων πριν αυτά υποστούν τη διεργασία της χρώσης για τη σωστή αξιολόγηση των σπόρων. Περισσότερες λεπτομέρειες για αυτή την προετοιμασία των σπόρων δίδονται στο δεύτερο κεφάλαιο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Καταγωγή-Εξέλιξη του βαμβακιού.

Το βαμβάκι είναι φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών, ανήκει στο γένος *Gossypium* της Οικογένειας *Malvaceae*, και καλλιεργείται από τους προϊστορικούς χρόνους. Σύμφωνα με ιστορικά δεδομένα στην Ινδία πριν από 5,5 χιλιοετηρίδες πρωτοκαλλιεργήθηκαν τα διπλοειδή είδη *Gossypium arboreum* και *Gossypium herbaceum*, απ'όπου διαδόθηκε σιγά-σιγά σε διάφορες χώρες του Παλαιού Κόσμου. Ο Ηρόδοτος, ο πατέρας της ιστορίας, γύρω στα 445 π.Χ. έγραφε «Στην Ινδία φυτρώνουν άγρια δένδρα που παράγουν μαλλί πιο ωραίο και πιο εκλεκτό από το μαλλί του προβάτου και από τα δένδρα αυτά οι Ινδοί εξασφαλίζουν τα ρούχα τους». Έτσι στην Ινδία, από πολύ παλιά ήξεραν όχι μόνο να καλλιεργούν το βαμβάκι αλλά να κατασκευάζουν από αυτό νήματα, υφάσματα, σκοινιά, κ.α. Αργότερα, αλλά και ανεξάρτητα άρχισαν να καλλιεργούνται στον Νέο Κόσμο τα τετραπλοειδή βαμβάκια *G.hirsutum* (Κ.Αμερική) και *G.barbadense* (Ν.Αμερική). Ο Κολόμβος, στο πρώτο του ταξίδι στο Νέο Κόσμο αναφέρει ότι στο πρώτο νησί του συμπλέγματος Μπαχάμες οι Ιθαγενείς τους έδωσαν μαζί με αλλά δώρα και κουβάρια από βαμβακερό νήμα (Τόλης, 1988).

Το κυρίως καλλιεργούμενο σήμερα είδος, αφού η παραγωγή του αντιπροσωπεύει το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής, είναι το *G.hirsutum*, με μήκος ίνας 22,5-29mm. Το *G.hirsutum* ξεκίνησε ως πολυετής θάμνος από τη Γουατεμάλα και το Μεξικό ή από τη Βραζιλία, με τη διεύρυνση όμως της γενετικής του παραλλακτικότητας και την απομόνωση των επιθυμητών τύπων μετατράπηκε σε ετήσιο φυτό και εγκλιματίστηκε σε βορειότερες περιοχές 20-42 μοίρες από όπου προέρχεται σήμερα το 82% της συνολικής παραγωγής. Με αφορμή τον εμφύλιο πόλεμο της Αμερικής (1861-65) το *G.hirsutum* διαδόθηκε από τις Ν.Α. πολιτείες, όπου είχε αρχίσει να καλλιεργείται από τα μέσα του 18ου αιώνα, σε όλο τον κόσμο και αντικατέστησε τα *G.arboreum* και *G.herbaceum* από την Αφρική και την Ασία εκτός από την Ινδία (Γαλανοπούλου Σ., 2000).

Το βαμβάκι στην Ελλάδα αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Πausανία, το 174 περίπου μ.Χ., με το όνομα βύσσος. Στην Ελλάδα φαίνεται πως το βαμβάκι ήρθε από τη Συρία και την Κύπρο. Ο Πausανίας που ταξίδευε σε όλη την Ελλάδα, αναφέρει ότι στην Ηλεία καλλιεργούσαν τον βύσσο (βαμβάκι) και από αυτή έκαναν μαντίλια για το κεφάλι και φορέματα (Τόλης, 1988).

Το σημερινό όνομα (βαμβάκι) αναφέρεται για πρώτη φορά στην νομοθεσία του Ιουστινιανού (6ο μ.Χ. αιώνα). Τον 10° αιώνα είχε διαδοθεί σε όλη την Ελλάδα. Στην εποχή της Τουρκοκρατίας καλλιεργείται στη Θεσσαλία, Σέρρες και στην κοιλάδα του Κηφισού, σε τέτοιο βαθμό που είχαν τόση παραγωγή που έκαναν και εξαγωγή στο εξωτερικό. Τα Ελληνικά νήματα ήταν γνωστά για την ποιότητα τους σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, Μεγάλη ώθηση στη βαμβακοκαλλιέργεια στην Ελλάδα έδωσε ο εμφύλιος πόλεμος των Αμερικανών γιατί την περίοδο αυτή δημιουργήθηκε μεγάλη έλλειψη βαμβακιού στην παγκόσμια αγορά. Από τον 19° αιώνα άρχισε η εισαγωγή αμερικανικού βαμβακιού στην Ελλάδα. Το 1911 καλλιεργήθηκε σε 90.500 στρέμματα και το 1930 σε 201.980 στρέμματα (Τόλης, 1988).

1.2 Η σημασία της καλλιέργειας του βαμβακιού στην παγκόσμια και ελληνική οικονομία

Το βαμβάκι έχει μεγάλη σπουδαιότητα σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο. Τα τελευταία μάλιστα χρόνια παρατηρείται μεγάλη επέκταση της καλλιέργειας του, και για πολλές χώρες, όπως και για την Ελλάδα, το βαμβάκι θεωρείται το πρώτο γεωργικό προϊόν.

Σήμερα το βαμβάκι καλλιεργείται σε περισσότερες από 70 χώρες στον κόσμο, ενώ στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στην Ελλάδα, λιγότερο στην Ισπανία και σε πολύ μικρότερες εκτάσεις στην Γιουγκοσλαβία, Βουλγαρία, Αλβανία και Ιταλία. Η έκταση καλλιέργειας του βαμβακιού παγκοσμίως σταθεροποιήθηκε σε πάνω από 300 εκατομμύρια στρ. ενώ η παραγωγή με την κατανάλωση φτάνει στους 18.500-19.000 τόνους. Οι τέσσερις μεγαλύτερες χώρες παραγωγής, που συγκεντρώνουν τα 2/5 της παγκόσμιας παραγωγής είναι η Κινά, Η.ΠΑ, Ινδία και Πακιστάν (Τόλης, 1988).

Στον ελληνικό χώρο, το βαμβάκι είναι σήμερα η πιο δυναμική καλλιέργεια ανάμεσα στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και το πρώτο από άποψη συναλλαγματικής αξίας αγροτικό προϊόν. Κέντρα παραγωγής είναι η Θεσσαλία και η Κ. Μακεδονία και ακολουθούν η Αν. Μακεδονία-Θράκη και η Αν.Στερεά Ελλάδα (Γαλανοπούλου, 2000).

Γρήγορη και συστηματική πρόοδος στο βαμβάκι σημειώθηκε στην Ελλάδα με την ίδρυση του Ινστιτούτου και του Οργανισμού Βάμβακος το 1931. Σε λίγα χρόνια η καλλιέργεια διαδόθηκε σε όλες τις ελληνικές επαρχίες, εκτός από τις ορεινές όπου το βαμβάκι δεν ευδοκιμεί για κλιματικούς λόγους. Έτσι το 1963 οι φυτείες, από 200 περίπου χιλ. στρέμματα που ήταν το 1930, έφτασαν το επίπεδο των 2,4 εκ. στρεμμάτων ενώ με την ένταξη της χώρας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα δόθηκε νέα ώθηση στην καλλιέργεια ώστε σήμερα η συνολική έκταση να κυμαίνεται περίπου στα 4. εκ. στρέμματα. Παράλληλα σημαντική πρόοδος σημειώθηκε στην αύξηση της στρεμματικής απόδοσης και στη βελτίωση της ποιότητας του ελληνικού βαμβακιού. Η μέση στρεμματική απόδοση της χώρα τετραπλασιάστηκε από αυτή του 1938 και διπλασιάστηκε σε σχέση με την απόδοση της πενταετίας 1960-64 ώστε η Ελλάδα να περιλαμβάνεται μεταξύ των πέντε χωρών με την μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση παρόλο που βρίσκεται στα όρια της ζώνης καλλιέργειας του βαμβακιού. Εξάλλου η ποιοτική βελτίωση του βαμβακιού συνέβαλε ώστε το ελληνικό βαμβάκι να συγκαταλέγεται στα καλύτερα του τύπου Upland (*G.hirsutum*) και να θεωρείται αναντικατάστατο στην εσωτερική αγορά και περιζήτητο στην ξένη. Το 85% περίπου του ελληνικού βαμβακιού κατατάσσεται στα λευκά βαμβάκια και σχεδόν το σύνολο της παραγωγής έχει μήκος ίνας 28-29mm (Γαλανοπούλου, 2000).

Μετά από μια συνεχή ανοδική πορεία αρκετών χρόνων και αφού έφτασε σε ύψος ρεκόρ το 1995, η βαμβακοκαλλιέργεια στην Ελλάδα σταθεροποιήθηκε τα τελευταία χρόνια γύρω στα 4 εκατομ.στρ. με μια παραγωγή που ξεπερνά ετησίως το 1.000.000 τόνους σε σύσπορο βαμβάκι (Κατερίνης, 1999).

Το βαμβάκι καταλαμβάνει κάθε χρόνο τις μισές περίπου αρδευόμενες εκτάσεις και απασχολεί πάνω από 100.000 καλλιεργητές (το 40% αμιγείς βαμβακοπαραγωγός), σε ορισμένες περιοχές μάλιστα αποτελεί τη μοναδική πηγή εισοδήματος για τους αγρότες. Η μέση καλλιεργούμενη έκταση ανά παραγωγό είναι 40 στρ. περίπου.

Η βαμβακοκαλλιέργεια, αν και αντιμετωπίζει ορισμένες δυσκολίες στη χώρα μας, λόγω κλιματικών, εγγειοδιαρθρωτικών και άλλων συνθηκών, θεωρείται ότι βρίσκεται σε ένα ιδιαίτερα ικανοποιητικό επίπεδο σε ότι αφορά την τεχνική της καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται σύγχρονες τεχνικές καλλιέργειας, τεχνικά μέσα και εφόδια σύγχρονης τεχνολογίας, ενώ η καλλιέργεια είναι στο σύνολο της σχεδόν αρδευόμενη και πλήρως εκμηχανισμένη. Επιπλέον, η στροφή στην μονοκαλλιέργεια συνέβαλε στο να εξειδικευτεί ο βαμβακοπαραγωγός στο αντικείμενο της δουλειάς του και να αποκτήσει περισσότερες γνώσεις.

Παρόλα αυτά, καθώς το ενδιαφέρον των παραγωγών εστιάζεται κυρίως στην αύξηση της στρεμματικής απόδοσης παραβλέπονται διάφορες άλλες παράμετροι που σχετίζονται με την οικονομικότητα της καλλιέργειας, όπως για παράδειγμα η συμπίεση του κόστους παραγωγής με τον περιορισμό των εισροών, η επιδίωξη στρεμματικών αποδόσεων που να εξασφαλίζουν μια συνολική παραγωγή κοντά στο επίπεδο του πλαφόν που υπάρχει, ώστε να εξασφαλίζεται το μεγαλύτερο οικονομικό όφελος (έσοδα μείον έξοδα) για τον παραγωγό, η ποιότητα, η προστασία του περιβάλλοντος κ.α (Κατερίνης, 1999).

Η Ελλάδα αποτελεί την κυριότερη βαμβακοπαραγωγό χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία αν και είναι ελλειμματική σε βαμβάκι, με την εφαρμογή της νέας ΚΑΠ και ΠΟΕ αναμένεται να μειώσει την επιδότηση της τιμής του προϊόντος, με αποτέλεσμα τη μείωση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας (Γαλανοπούλου, 2000).

1.3 Είδη και ποικιλίες

Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικογένειας *Malvaceae*, το οποίο περιλαμβάνει συνολικά 23 είδη βαμβακιού. Από αυτά τα 19 βρίσκονται σε άγρια ή αυτοφυή κατάσταση και τα 4 καλλιεργούνται. Τα άγρια είδη δεν έχουν βιομηχανοποιήσιμες ίνες αλλά έχουν πρακτικό ενδιαφέρον επειδή μερικά από αυτά είναι ανθεκτικά σε ορισμένους εχθρούς. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι το *Gossypium herbaceum* L., το *G. Arboreum* L., το *G. Hirsutum* L. και το *G. Barbadense* L. (Τόλης, 1988).

Στο *G. hirsutum* ανήκουν όλα τα αμερικανικά βαμβάκια που είναι γνωστά με το όνομα *Upland*. Είναι διαδεδομένα σε όλο τον κόσμο και το μόνο καλλιεργούμενο στη χώρα μας. Από αυτό προέρχονται το 90% της παγκόσμιας παραγωγής βαμβακιού (Τόλης, 1988).

Το *G. barbadense* περιλαμβάνει ετήσια φυτά ή πολυετείς θάμνους που γίνονται μεγάλα δένδρα. Στο είδος αυτό ανήκουν τα Αιγυπτιακά βαμβάκια που χαρακτηρίζονται για το μεγάλο μήκος ίνας, τη λεπτότητα της και τη στιλπνότητα. Από αυτά παράγονται το 10% της παγκόσμιας παραγωγής βαμβακιού (Τόλης, 1988).

Οι ποικιλίες βαμβακιού που καλλιεργούνται σήμερα στον κόσμο υπολογίζονται σε εκατοντάδες. Τις περισσότερες φορές η δημιουργία τους προϋποθέτει συστηματική βελτιωτική προσπάθεια που διαρκεί πολύ καιρό. Ειδικότερα για την καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα η βελτίωση ποικιλιών αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία γιατί η χώρα μας βρίσκεται στο βορειότερο άκρο της ζώνης καλλιέργειας του φυτού και επίσης, αν και μικρή, αντιπροσωπεύει ποικιλομορφία κλιματολογικών συνθηκών ώστε οι ξένες

ποικιλίες που δημιουργήθηκαν για ευνοϊκότερο περιβάλλον έχουν περιορισμένες πιθανότητες προσαρμογής στις εξειδικευμένες ελληνικές συνθήκες (Γαλανοπούλου, 2000).

Σήμερα το ποσοστό των ελληνικών ποικιλιών που καλλιεργούνται στον Ελλαδικό χώρο είναι μικρότερο του 20%. Από τις πιο γνωστές ποικιλίες βαμβακιού στην Ελληνική αγορά είναι οι ποικιλίες ΕΥΑ και ΜΙΔΑΣ (STONEVILLE-474), οι οποίες και αξιολογήθηκαν στην παρούσα εργασία ως προς το ποσοστό βλαστικότητας τους. Η ΕΥΑ είναι πολύ πρώιμη ποικιλία και έχει υψηλές αποδόσεις (500-550 κιλά το στρέμμα), παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή στην ξηρασία και καλή αντοχή στην αδρομύκωση. Το ύψος του φυτού στην ωρίμανση είναι περίπου 85 εκ. Το μήκος της ίνας είναι 29mm, η αντοχή στην 8,5 pressley και η λεπτότητα-ωριμότητα 4,3 μικροναίρ. Ο συνιστώμενος πληθυσμός των φυτών κυμαίνεται από 18.000 έως 20.000 ανά στρέμμα. Η ποικιλία ΜΙΔΑΣ είναι και αυτή πρώιμη ποικιλία συνιστώμενη και σε εδάφη με ελαφρά και μέση σύσταση. Το φυτό έχει μέτριο ύψος, παρουσιάζει πολύ γρήγορη ανάπτυξη και έχει πολλά καρύδια (70-120). Είναι επίσης ανθεκτική στην αδρομύκωση, στην ξηρασία και στο stress. Αναφέρεται ότι έχει άριστα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και είναι πολύ παραγωγική. (Γεωργική τεχνολογία, 2000)

1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το καλλιεργούμενο βαμβάκι είναι φυτό ετήσιο και παρουσιάζει μεγάλη πολυμορφία. Αποτελείται από:

Ριζικό σύστημα το οποίο αποτελείται από μια πασσάλωση ρίζα η οποία σε μερικές ημέρες από τη βλάστηση και σε βάθος περίπου 15cm αρχίζει να αναπτύσσει δευτερεύουσες ρίζες οι οποίες διακλαδίζονται περαιτέρω (Σφήκας, 1988).

Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος ευνοείται από τον καλό αερισμό, επαρκή υγρασία και θερμοκρασία γύρω στους 20-25°C. Αρνητικά δρουν το πολύ σκληρό έδαφος, η ύπαρξη ζιζανίων, έλλειψη θρεπτικών στοιχείων και η ύπαρξη τοξικών ουσιών (Γαλανοπούλου, 2000).

Βλαστός. Αποτελείται από το κύριο στέλεχος και τους πλευρικούς κλάδους. Το ύψος του φυτού στα μονοετή βαμβάκια κυμαίνεται συνήθως από 0,6 έως 1,8m, είναι κληρονομικό γνώρισμα που επηρεάζεται σοβαρά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Σφήκας, 1988).

Το κύριο στέλεχος είναι κυλινδρικό και κοίλο εσωτερικά που γεμίζει με εντεριώνη η οποία περιβάλλεται από μαλακό και εύθραυστο ξυλώδες στρώμα. Το κύριο στέλεχος και οι πλευρικοί φυλλοφόροι βλαστοί παρουσιάζουν μονοποδιακή αύξηση σε αντίθεση με τους ανθοφόρους κλάδους που έχουν συμποδιακή αύξηση (Σφήκας, 1988).

Κατά μήκος του κεντρικού στελέχους, από τους κόμβους (ή γόνατα) εκφύονται φύλλα στη μασχάλη των οποίων υπάρχουν οι καταβολές δυο οφθαλμών, του κύριου μασχαλιαίου και πλευρικού. Από τους οφθαλμούς αυτούς σχηματίζονται μόνο φυλλοφόροι, φυλλοφόροι και ανθοφόροι, ή μόνο ανθοφόροι πλευρικοί βλαστοί. Κατά κανόνα στους πρώτους 4-5 κόμβους αναπτύσσονται μόνο οι κύριοι μασχαλιαίοι οφθαλμοί και δίνουν γένεση σε φυλλοφόρους βλαστούς που δεν μπορούν να παράγουν άνθη αν δεν υποστούν νέα διακλάδωση, ενώ οι πλευρικοί οφθαλμοί και οι μασχαλιαίοι που βρίσκονται προς

την κορυφή του φυτού παράγουν ανθοφόρους βλαστούς (Γαλανοπούλου, 2000).

Με την διάδοση της μηχανοσυλλογής και την αύξηση του επιθυμητού πληθυσμού φυτών επιδιώκεται σήμερα το μέτριο ύψος του φυτού με όσο το δυνατό καθορισμένη ανάπτυξη (determine type) με βραχείς και κατά το δυνατό κατακόρυφους ανθοφόρους βλαστούς (Γαλανοπούλου, 2000).

Φύλλα. Τα φύλλα αποτελούνται από το έλασμα και το μίσχο, συνήθως έχουν και δυο μικρά παράφυλλα. Στα βαμβάκια του Νέου Κόσμου και προκειμένου για τον κεντρικό και τους βλαστοφόρους βλαστούς η φυλλοταξία είναι του τύπου 3/8 ενώ στους ανθοφόρους βλαστούς τα φύλλα εκφύονται κατ'εναλλαγή. Το χρώμα τους ποικίλει από ανοιχτό έως πολύ σκούρο πράσινο. Στους περισσότερους τύπους το έλασμα είναι πεντάλοβο. Στο έλασμα υπάρχουν 3-5 νευρώσεις με άφθονες διακλαδώσεις. Στη βάση του μεσαίου νεύρου υπάρχει ένας μεγάλος κυρελοειδής αδένας και ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες εκκρίνει νέκταρ το οποίο προσελκύει τα έντομα (Γαλανοπούλου, 2000).

Άνθη. Τα άνθη αναπτύσσονται στους ανθοφόρους κλάδους από τους ανθοφόρους οφθαλμούς που ονομάζονται χτένια. Κάθε άνθος φέρει 3 βράκτια φύλλα, τα οποία στο αμερικάνικο βαμβάκι μένουν ελευθέρως ενώ στα ασιατικά είναι ενωμένα. Ο κάλυκας έχει 5 σέπαλα ενωμένα στη βάση τους και η στεφάνη 5 πέταλα επίσης ενωμένα στη βάση. Το χρώμα των πέταλων είναι λευκοκίτρινο στις αμερικανικές ποικιλίες και έντονα κίτρινο στις αιγυπτιακές ποικιλίες. Οι στήμονες, που είναι συνήθως 90-100, αναπτύσσονται σε σωληνωτή θήκη που περιβάλλει το στύλο. Οι ανθήρες είναι δίχρωροι και οι γυρεόκοκκοι μεγάλοι με ανώμαλη επιφάνεια. Ο ύπερος αποτελείται από 2-6 καρπόφυλλα που ονομάζονται λωβοί. Συνήθως τα αμερικανικά βαμβάκια έχουν 4-5 λωβούς και το αιγυπτιακό τρεις. Κάθε λωβός περιλαμβάνει 8-12 ωάρια. Ο στύλος έχει διάφορο μήκος και το στίγμα σχίζεται σε τόσους λωβούς όσα είναι τα καρπόφυλλα (Σφήκας, 1988).

Καρποί. Το γονιμοποιημένο ανθός εξελίσσεται σε καρπό που είναι κάψα και ο οποίος, προκειμένου για το βαμβάκι, ονομάζεται καρύδι. Το σχήμα του καρυδιού παραλλάσσει σε μεγάλο βαθμό (στρογγυλό, ωσειδής, κωνικό, επίμηκες, κ.α.) αλλά στο αιγυπτιακό είναι πιο επίμηκες και πιο στρογγυλό στα αμερικανικά (Upland) βαμβάκια. Το βάρος του καρυδιού εξαρτάται από την ποικιλία και από τις εξωτερικές συνθήκες και κυμαίνεται από 3-10g στα Upland βαμβάκια και από 1,5-3g στα Αιγυπτιακά (Γαλανοπούλου, 2000).

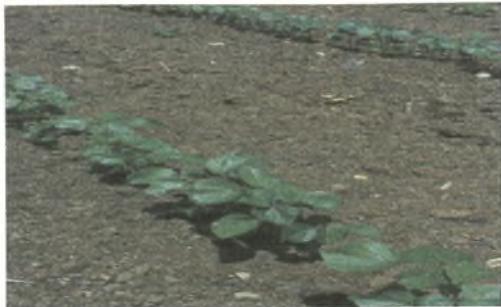
ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

Εικ 1.1 Στάδιο σπόρου-φυτρώματος



(Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία)

Εικ.1.2 Στάδιο πρώτης ανάπτυξης



(Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία)

Εικ 1.3 Στάδιο προάνθισης



(Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία)

Εικ 1.4 Στάδιο άνθισης-καρποφορίας



(Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία)

Εικ 1.5 Στάδιο ωρίμανσης των καρπών



(Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία)

1.5 Σπόρος βαμβακιού.

1.5.i Σχηματισμός και μορφολογία σπόρου σποράς.

Το βαμβάκι θεωρείται πρακτικώς αυτογονιμοποιούμενο φυτό με ποσοστό ετεροεπικονίασης που κυμαίνεται από 0 έως 10% αναλόγως της μορφολογίας του άνθους, την ύπαρξη εντόμων και ιδιαίτερα μελισσών και των καιρικών συνθηκών. Η γύρη είναι βαρεία και δεν μεταφέρεται με τον άνεμο. Η μη γονιμοποίηση, η ατελής ανάπτυξη του ζυγώτη, ή ο μη σχηματισμός έμβρουσάκκου συντελεί στη δημιουργία ατροφικών σπόρων (ψοφάκια) που επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα του σπόρου. Ο καρπός του βαμβακιού είναι κάψα με 4-5 λοβούς. Κάθε λοβός περιέχει 8-12 ωάρια και αργότερα 6-10 σπόρους και η περίοδος ωριμάνσεώς του είναι συνήθως 45-65 ημέρες, αναλόγως της ποικιλίας, των καιρικών συνθηκών, της ηλικίας του φυτού και των διαφόρων καλλιεργητικών παραγόντων. Τα γονιμοποιημένα ωάρια εξελίσσονται ταχύτατα στην αρχή και σε 18 περίπου ημέρες οι σπόροι αποκτούν το τελικό μήκος τους και λίγες ημέρες αργότερα και τον τελικό όγκο, ενώ το τελικό βάρος το αποκτούν λίγο πριν από το άνοιγμα του καρυδιού όταν αποκολλώνται από τα τοιχώματα της ωοθήκης. (Γούλας Χ., 2002)

Ο σπόρος έχει σχήμα αψιμοειδές και μήκος περίπου 9mm ενώ το βάρος 1000 σπόρων είναι περίπου 100-130g . Ο σπόρος αποτελείται από το περισπέρμιο, το έμβρυο και τα ίχνη του ενδοσπερμίου (του οποίου τα κύτταρα καταναλώθηκαν για τη διατροφή του εμβρύου). Το έμβρυο διαφοροποιείται σε βλαστίδιο, ριζίδιο και δύο αναδιπλωμένες κοτυληδόνες που περιέχουν αποθησαυριστικές ουσίες (κυρίως λάδι και πρωτεΐνες) και καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του εσωτερικού του σπόρου. Στο έμβρυο υπάρχουν ακόμη αδένες (φαίνονται σαν μαύρα στίγματα) που περιέχουν το αλκαλοειδές γκοσσυπόλη, η οποία αποτελεί δηλητηριώδη ουσία για τους χοίρους, πουλερικά, όπως και για τον άνθρωπο. Οι σπόροι περιέχουν συνήθως περισσότερο από 20% λάδι και άλλο τόσο πρωτεΐνη. Η υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι καθιστά τον βαμβακόσπορο ιδιαίτερα ευαίσθητο σε συνθήκες διατήρησης με υψηλή θερμοκρασία και υγρασία. Οι σπόροι περιβάλλονται από ίνες και συνήθως και από χνούδι (κοντές ίνες) Η αναλογία βάρους ινών προς σπόρο είναι περίπου 1: 2. Με ικανοποιητικές συνθήκες σποροπαραγωγής και απόδοση σύσπορου περίπου 250kg/ στρ. παράγονται ύστερα από σποροδιαλογή περίπου 100 kg σπόρου σποράς, ώστε με δεδομένη την ποσότητα σπόρου σποράς τα 4kg/στρ, υπολογίζεται ότι ο ρυθμός, πολλαπλασιασμού του βαμβακιού είναι περίπου 1/25. (Γούλας Χ, 2002)

1.5.ii Κατηγορίες σπόρου σποράς.

Οι κατηγορίες σπόρου με βάση τα δεδομένα της ΕΟΚ είναι: 1) Σπόρος Βελτιωτού (breeder's seed), 2) προβασικός (prebasic), 3) Βασικός (basic), 4) Πιστοποιημένος 1ης γενεάς (certified 1st. generation) και 5) Πιστοποιημένος 2ης γενεάς. (certified 2nd generation). (Γούλας Χ., 2002)

Η απαιτούμενη έκταση για την παραγωγή των διαφόρων κατηγοριών σπόρου είναι ανάλογη με την αρχική ποσότητα σπόρου (σπόρος εκκινήσεως) και

την καλλιεργούμενη έκταση της ποικιλίας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ρυθμός πολλαπλασιασμού του βαμβακόσπορου είναι, όπως προαναφέρθηκε, περίπου 1:25, ο κύκλος αναπολλαπλασιασμού μιας νέας ποικιλίας από τον σπόρο βελτιωτού μέχρι τον σπόρο που διατίθεται στους παραγωγούς (πιστοποιημένος 2ης γενεάς) είναι συνήθως τέσσερα έτη. (Γούλας Χ., 2001)

1.5.iii Επεξεργασία και περιποιήσεις σπόρου σποράς.

Εκκοκκισμός σύσπορου σποροπαραγωγής. Μετά τη συγκομιδή πρέπει να ακολουθεί κατά το δυνατό ταχύτερα ο εκκοκκισμός, ιδιαίτερα όταν ο σπόρος είναι σχετικά υγρός. Εκκοκκίζονται μόνο μερίδες σύσπορου που κρίνονται κατάλληλες για παραγωγή βαμβακόσπορου βλαστικής ικανότητας 80% και άνω και υγρασίας μέχρι 12%. Ο εκκοκκισμός διενεργείται σε ειδικά εκκοκκιστήρια που είναι εφοδιασμένα με τα απαραίτητα συστήματα σποροδιαλογής ώστε να απομακρύνονται οι αδύνατοι, οι σπασμένοι και γενικώς οι ακατάλληλοι σπόροι και με όλες τις απαραίτητες προφυλάξεις για τη διατήρηση της αμιγότητας της ποικιλίας. (Το εκκοκκιστήριο δεν πρέπει να εκκοκκίζει άλλη ποικιλία ή να καθαρίζεται τελείως πριν εκκοκκισθεί η συγκεκριμένη ποικιλία). Το σύσπορο βαμβάκι του σπόρου βελτιωτού εκκοκκίζεται σε μικρά μακινέττα (roller gins), του προβασικού σπόρου σε ειδικό μικρό εκκοκκιστήριο (για τις Ελληνικές ποικιλίες σε εκείνο που διαθέτει το Ινστιτούτο βάμβακος) και των υπόλοιπων κατηγοριών σπόρου σε ειδικά βιομηχανικά εκκοκκιστήρια. (Γούλας Χ., 2002)

Αποξήρανση σπόρου. Ο υποβιβασμός της υγρασίας των μερίδων βαμβακόσπορου που εμφανίζουν ποσοστό υγρασίας άνω του 12% με τη χρήση ξηραντηρίου είναι απαραίτητος γιατί ο βαμβακόσπορος, όπως και όλοι οι ελαιούχοι σπόροι, αλλοιώνεται και χάνει τη βλαστικότητά του πολύ σύντομα όταν η υγρασία του υπερβαίνει το 12% και ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασία στο χώρο αποθήκευσης είναι μεγάλος. (Γούλας Χ., 2002)

Αποχνόωση σπόρου. Στην Ελλάδα σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως χημικά αποχνοωμένος σπόρος και σε περιορισμένη έκταση μηχανικά αποχνοωμένος. Ο μηχανικά αποχνοωμένος παράγεται από ειδικά εκκοκκιστήρια που κάνουν διπλή κοπή χνουδιού (διπλό λιντάρισμα). Η χημική αποχνόωση {με θειικό οξύ} διενεργείται σε τρεις συνεταιριστικές μονάδες των Ενώσεων Γεωργικών Συνεταιρισμών Λάρισας, Λιβαδειάς, και Αλεξανδρείας.

Απεντόμωση σπόρου. Συνήθως μετά την αποχνόωση διενεργείται απεντόμωση του βαμβακόσπορου σποράς από το ρόδινο σκουλήκι.

Απολύμανση σπόρου. Κάθε ποσότητα βαμβακόσπορου που διατίθεται για σπορά είναι υποχρεωτικά απολυμασμένη με ειδικό μυκητοκτόνο.

Έλεγχος βλαστικότητας. Η σποροπαραγωγική επιχείρηση ελέγχει τη βλαπτικότητα του σπόρου πριν την αποστολή κάθε μερίδας για αποχνόωση. Ο έλεγχος της βλαστικότητας επαναλαμβάνεται μετά την αποχνόωση και μετά την απολύμανση. Δειγματοληπτικός έλεγχος της βλαστικότητας διενεργείται και από την Ένωση που διαθέτει τη μονάδα αποχνόωσης, πριν την αποχνόωση του σπόρου. Ο τελικός έλεγχος της βλαστικότητας διενεργείται από την Υπηρεσία ελέγχου ο οποίος και πιστοποιεί την καταλληλότητα για διάθεση του σπόρου. (Γούλας Χ., 2002)

Αποθέματα και αποθήκευση σπόρου. Η σποροπαραγωγική επιχείρηση υποχρεούται να διατηρεί-20% αποθέματα από κάθε κατηγορία σπόρου, Η

αποθήκευση των αποθεμάτων αλλά και όλων των σπορομερίδων μέχρι την τελική διάθεση τους πρέπει να γίνεται με όλες τις προφυλάξεις κυρίως από άποψη υγρασίας, θερμοκρασίας, επιβλαβών εντόμων, τρωκτικών κ.ά. (Γούλας Χ, 2002)

1.5.iv Βαμβακόσπορος

Ο βαμβακόσπορος που προκύπτει μετά τον εκκοκκισμό χρησιμοποιείται, κατά ένα μικρό ποσοστό, για τη σπορά αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό διοχετεύεται στα σπορελαιοουργεία για βιομηχανοποίηση.

Σπορελαιοποίηση: Η χρησιμοποίηση του βαμβακόσπορου για εξαγωγή λαδιού άρχισε τον 19ο αιώνα. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκε γενετικά γυμνός σπόρος από την Αίγυπτο και στη συνέχεια χνουδωτός, αφού επινοήθηκαν ειδικά μηχανήματα που αφαιρούν το χνούδι και χωρίζουν τα περιβλήματα. (Γαλανοπούλου Σ. 2002)

Με την εισαγωγή του βαμβακόσπορου στο σπορελαιοουργείο: α) καθαρίζεται από τις ξένες ύλες και β) οδηγείται στις αποχνοωτικές μηχανές, για να αφαιρεθούν οι κοντές ίνες (χνούδι) που βρίσκουν την ίδια χρήση με το χνούδι που προκύπτει κατά τον εκκοκκισμό, γ) Επακολουθεί το χώρισμα των περιβλημάτων που γίνεται με ειδικά μηχανήματα (Hullers). Τα περιβλήματα αποτελούν χονδροειδή ζωτροφή και αναμιγνύονται συνήθως με συμπυκνωμένες τροφές ή χρησιμοποιούνται στην παρασκευή συνθετικών υλών. δ) Η εξαγωγή του λαδιού από τα καθαρά ενδοσπέρμια γίνεται είτε με μηχανική επεξεργασία (υδραυλική πρέσσα ή κοχλία) είτε με χημική επεξεργασία (με διάφορες διαλυτικές ουσίες). Ο τελευταίος τρόπος αφήνει μόλις 1% λάδι στην πίττα, ενώ με τον μηχανικό τρόπο μένει 3-5%. (Γαλανοπούλου Σ. 2002)

Με την επεξεργασία του σπόρου στα σπορελαιοουργεία παράγονται τέσσερα κύρια προϊόντα, βασικότερο από τα οποία είναι το λάδι. Η αναλογία των τεσσάρων προϊόντων εξαρτάται από την ποικιλία, αλλά επηρεάζεται και από οικολογικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες. Κατά μέσο όρο η αναλογία είναι η παρακάτω:

Λάδι 17%
Βαμβακόπιττα ή βαμβακάλευρο 49%
Λίντερ 9%
Περιβλήματα 21%
Φύρα 4%

(Πηγή: Βιομηχανικά Φυτά, Γαλανοπούλου Σ.)

Το βαμβακέλαιο, πριν διατεθεί στην κατανάλωση, υφίσταται ραφινάρισμα για την απομάκρυνση της γκοσσυπόλης. Στη συνέχεια διατίθεται για τη μαγειρική και για βιομηχανική χρήση (σαπούνια, χρώματα, καλλυντικά κ.λ.π.), ενώ με υδρογόνωση δίνει μαργαρίνη. (Γαλανοπούλου Σ. 2002)

Η βαμβακόπιττα (βαμβακοπλακούντας) και το βαμβακάλευρο, προϊόντα πλούσια σε πρωτεΐνη (περιεκτικότητα του σπόρου: περίπου 22%), χρησιμοποιούνται για διατροφή των ζώων, αλλά λόγω της γκοσσυπόλης πρέπει να αποτελούν ορισμένο ποσοστό στο σιτηρέσιο των μη μηρυκαστικών

(Γαλανοπούλου Σ., 2002).

1.5.v Μακροβιότητα σπόρου.

Στη φύση ο ώριμος σπόρος πέφτοντας στο έδαφος δεν βλαστάνει λόγω λήθαργου. Σε μερικές περιπτώσεις ο σπόρος μπορεί να χάσει τη βλαστική του ικανότητα σε μερικές ημέρες (π.χ. σπόρος λεύκης). Άλλοτε ο σπόρος παραμένει στο έδαφος για χρόνια (ζιζάνια). (Γούλας Χ., 2002)

Ο σπόρος των καλλιεργούμενων φυτών συνήθως αποθηκεύεται σε συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας και σε κανονικές θερμοκρασίες χάνει τη ζωτικότητα του σε μερικά χρόνια. Η υψηλή βλαστική ικανότητα που απαιτείται στην πράξη σπάνια διατηρείται περισσότερο από 3 - 4 χρόνια. (Γούλας Χ., 2002)

Ο θάνατος του εμβρύου μετά από μακρά αποθήκευση σε συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας δεν οφείλεται στην εξάντληση των αποθησαυριστικών ουσιών του ενδοσπερμίου ή των κοτυληδόνων. Οφείλεται σε μια διαδικασία προοδευτικής απώλειας της ζωτικότητας του που το τέλος είναι ο θάνατος. Πρόκειται για βιοχημικές -φυσιολογικές αλλαγές που αρχίζουν μετά το τέλος του λήθαργου και εξαρτώνται από τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. (Γούλας Χ., 2002)

Εκτός από τις βιοχημικές - φυσιολογικές αλλαγές μπορεί να έχουμε και καταστάσεις που οφείλονται σε χρωμοσωμικές ανωμαλίες που συμβαίνουν με το χρόνο. Οι αλλαγές που λαμβάνουν χώρα με την πάροδο του χρόνου είναι:

- Χαμηλή αναλογία αναπνοής.
- Απώλεια ενζυματικής δράσεως.
- Απώλεια διαφόρων διαλυτών ουσιών απαραίτητων για βλάστηση.
- Μερική νέκρωση.
- Χρωμοσωμικές ανωμαλίες.
- Μειωμένη ρώμη.

Σπόροι με χαμηλή σχετική υγρασία μπορεί να διατηρηθούν επί πολύ μακρά χρονικά διαστήματα σε συνθήκες πολύ χαμηλών θερμοκρασιών και ερμητικά σφραγισμένοι. (Γούλας Χ., 2002)

1.5vi Βλαστική ικανότητα σπόρου.

Βλαστική ικανότητα ορίζεται το ποσοστό (κατ' αριθμό) καθαρών σπόρων το οποίο παράγει κανονικά φυτάρια σε συνθήκες εργαστηριακού έλεγχου.

-Αγνοούνται οι σπόροι που δίνουν ασθενικά φυτάρια ή ανώμαλα.

-Η βλαστική ικανότητα "ως τιμή" (παράμετρος) είναι ενδεικτική της δυνατότητας που έχει η ελεγχόμενη σποροπαρτίδα να δώσει κανονικά φυτάρια σε καλές συνθήκες αγρού.

-Η σημασία της βλαστικής ικανότητας για το γεωργό είναι προφανής πρακτικά το πλήρες δυναμικό σπανίως εκφράζεται σε συνθήκες αγρού.

Οι αιτίες για τη μη βλάστηση του σπόρου στο χωράφι και την ανάπτυξη φυταρίων είναι πολλές. Εκτός από τις μη ευνοϊκές συνθήκες (ξηρασία, υπερβολική υγρασία, χαμηλές θερμοκρασίες) όπως επίσης και συνθήκες που

επιτρέπουν την ανάπτυξη ασθενειών εδάφους υπάρχουν και τέτοιες που οφείλονται σε ζημιά από πουλιά ή τρωκτικά, ανταγωνισμό με ζιζάνια. Παρ' όλα αυτά σπόροι με υψηλή βλαστική ικανότητα δίνουν και τα υψηλότερα ποσοστά εγκαταστάσεως των φυταρίων στο χωράφι. (Γούλας Χ., 2002)

Πάντως η βλαστική ικανότητα είναι ο καλύτερος δείκτης της ικανότητας των σπόρων να δώσουν φυτάρια στο χωράφι. Έτσι προτιμούνται οι σποροπαρτίδες με υψηλή βλαστική ικανότητα και εκείνοι με χαμηλή απορρίπτονται.

Η αναλυτική καθαρότητα και η βλαστική ικανότητα μπορούν να συνδυασθούν σε μια παράμετρο γνωστή ως "καθαρός ζωντανός σπόρος" που δίδεται από τον τύπο: (% αναλυτική καθαρότητα) x (βλαστική ικανότητα).

Η παράμετρος δείχνει το ποσοστό του σπόρου κατά βάρος που συνίσταται από σπόρους που είναι ικανοί να βλαστήσουν και να δώσουν υγιή φυτάρια. (Γούλας Χ, 2002)

1.5vii Φύτρωμα σπόρου

Η βλάστηση του σπόρου αρχίζει με την είσοδο νερού στον σπόρο και την απορρόφηση του από το έμβρυο. Ταυτόχρονα απορροφάται οξυγόνο και επιταχύνεται η αναπνοή, καθώς οι αποθησαυριστικές ουσίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας και τη δημιουργία νέων κυττάρων και ιστών. Το ριζίδιο σχηματίζει την πρωτογενή ρίζα που προχωρεί προς τα κάτω. Η υποκοτύλη, που είναι το τμήμα μεταξύ ριζιδίου και κοτυληδόνων, αυξάνεται γρήγορα κάνοντας κλίση περίπου 180° για να σχηματίσει το άγγιστρο κοντά στις κοτυληδόνες. Στους περισσότερους γενοτύπους δεν υπάρχουν αδένες γκοσσυπόλης στη ρίζα. Με τη συνεχή επέκταση της υποκοτύλης οι κοτυληδόνες και η επικοτύλη ωθούνται έξω από την επιφάνεια του εδάφους (φύτρωμα), όπου η υποκοτύλη γίνεται ευθεία. Κατά κανόνα, το περισπέρμιο αποβάλλεται και παραμένει στο έδαφος. Κρούστα χώματος μπορεί να παρεμποδίσει την εξαγωγή της υποκοτύλης και των κοτυληδόνων. (Γαλανοπούλου Σ., 2002).

Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες το φύτρωμα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε 4-6 ημέρες από τη σπορά, ενώ με δυσμενείς συνθήκες μπορεί να απαιτήσει 3-4 εβδομάδες (ή και περισσότερο). Πρώιμο και ομοιόμορφο φύτρωμα είναι από τους πιο βασικούς συντελεστές επιτυχίας της καλλιέργειας, ιδιαίτερα σε οριακές περιοχές.

Πιθανά προβλήματα που παρεμποδίζουν τη βλάστηση και το φύτρωμα του σπόρου είναι η υποβαθμισμένη ποιότητα του σπόρου, ασθένειες, πλημμύρες, κρούστα εδάφους, υπολειμματικότητα ζιζανιοκτόνων και χαμηλές θερμοκρασίες.

Η βλάστηση του σπόρου επηρεάζεται γενικώς θετικά από επαρκή αερισμό και υγρασία του εδάφους καθώς και από θερμοκρασία εδάφους μεγαλύτερη από 18°C. Η βλάστηση μπορεί να αρχίσει και με μέση ημερήσια θερμοκρασία εδάφους 15°C ή ελαφρώς μικρότερη, αλλά η αύξηση είναι πολύ βραδεία. (Γαλανοπούλου. 2002)

1.6 Διαδικασία ελέγχου βλαστικής ικανότητας-Δοκιμές βλαστικότητας

1.6.ι Συμβατικός έλεγχος στο βλαστητήριο

Κατά τη διάρκεια των δοκιμών βλαστικότητας, η ποιότητα των σπόρων μετράται άμεσα ως ικανότητα των σπόρων να βλαστήσουν κάτω από τις βέλτιστες συνθήκες βλάστησης της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του φωτός. Επίσης είναι απαραίτητη η προετοιμασία των σπόρων του δείγματος πριν από κάθε δοκιμή. Η βλάστηση πραγματοποιείται σε ειδικούς θαλάμους με ελεγχόμενο περιβάλλον (ελεγχόμενη θερμοκρασία, υγρασία και φωτισμός). Ο χώρος του βλαστητηρίου πρέπει να αερίζεται καλά έτσι ώστε το ατμοσφαιρικό οξυγόνο να είναι επαρκές. (Γούλας Χ, 2002)

Χρησιμοποιείται μικρό δείγμα σπόρου, συνήθως 400 σπόροι. Αυτοί τοποθετούνται σε τριβλία ανά 50 συνήθως και προσλαμβάνουν την απαραίτητη υγρασία από το υπόστρωμα που είτε είναι άμμος ή απορροφητικό χαρτί. Η μέτρηση ανά εβδομάδα είναι συνήθως ικανοποιητική, αλλά σε είδη με γρήγορη βλάστηση (βαμβάκι) ίσως χρειάζεται να μετρούνται ανά δυο ημέρες. Η αφαίρεση των βλαστανόντων σπόρων γίνεται με σκοπό την καλύτερη διευθέτηση των μετρήσεων και την αποφυγή εξάπλωσης μιας μόλυνσεως. Γίνεται μέτρηση, καταχώρηση και απομάκρυνση των σπόρων που βλάστησαν κανονικά, αλλά και αυτών που παρουσίασαν ανωμαλίες. Στο τέλος κάθε περιόδου όλοι οι σπόροι που δεν έχουν βλαστήσει εξετάζονται. Το αποτέλεσμα της τελευταίας δοκιμής ομαδοποιείται στις ακόλουθες κατηγορίες. (Γούλας Χ, 2002)

Σπόροι με κανονική βλάστηση: Ο συσσωρευμένος αριθμός των σπόρων που αναπτύχθηκαν σε σπορόφυτα με φυσιολογική και υγιή εμφάνιση και με όλες τις απαραίτητες δομές ενός σπορόφυτο. Σε αυτά περιλαμβάνονται και σπορόφυτα στα οποία προκλήθηκε ζημιά από δευτερογενή μόλυνση.

Σπόροι με ανώμαλη βλάστηση: Ο συσσωρευμένος αριθμός των σπόρων, τα οποία βλάστησαν κατά τη διάρκεια της δοκιμής, αλλά στα οποία τα σπορόφυτα παρουσίασαν ανώμαλη ή μη υγιή εμφάνιση (π.χ. έλλειψη απαραίτητων δομών όπως κοτυληδόνας, ή αποχρωματισμοί ή πρωτογενής μόλυνση από παθογενή).

Σπόροι που δεν βλάστησαν: Οι σπόροι που δεν είχαν βλαστήσει έως το τέλος της διάρκειας της δοκιμής. Αυτοί ομαδοποιούνται στις ακόλουθες υπό-κλάσεις.

Σκληροί σπόροι, οι οποίοι παραμένουν σκληροί εξαιτίας της ανεπαρκούς προετοιμασίας.

Φρέσκοι σπόροι, οι οποίοι δεν βλάστησαν παρόλο που φαινόταν υγιείς.

Νεκροί σπόροι οι οποίοι είναι μαλακοί και παρουσιάζουν σημάδια αποσύνθεσης.

Άλλοι σπόροι, π.χ. άδειοι σπόροι.

Στην πρώτη και δεύτερη περίπτωση οι σπόροι μπορεί να έχουν δυνατότητα να βλαστήσουν αλλά να βρίσκονται σε λήθαργο. Η σωστή θέση είναι να υπάρξει περαιτέρω καθορισμός με κάποια δοκιμή βλαστικότητας. Εάν ο αριθμός των ζωντανών αλλά μη βλαστανόντων σπόρων είναι μεγάλος, μια νέα δοκιμή βλαστικότητας ακολουθεί την κατάλληλη προετοιμασία.

Η τελική αξιολόγηση της δοκιμής βλαστικότητας αναφέρεται ως ποσοστό βλαστικότητας ή ικανότητα βλάστησης, η οποία μετρά σπόρους που έχουν βλαστήσει κανονικά. (Γούλας Χ, 2002)

1.6.ii Δοκιμή του τετραζολίου

Η δοκιμή του τετραζολίου είναι μια ευρύτατα υιοθετημένη βιοχημική μέθοδος με την οποία εξετάζουμε τη βιωσιμότητα του σπόρου. Η μέθοδος καλείται επίσης τοπογραφική δοκιμή του τετραζολίου (TTZ) για να υπογραμμίσει ότι εξετάζονται συγκεκριμένες περιοχές του σπόρου και όχι τα γενικά στοιχεία βιωσιμότητας

Η δοκιμή του τετραζολίου είναι ιδιαίτερα χρήσιμη ως εναλλακτική λύση στη δοκιμή βλάστησης για τα είδη που απαιτούν μεγάλες περιόδους προεπεξεργασίας για να υπερνικήσουν το λήθαργο, αλλά είναι επίσης γνωστή ως μια γρήγορη δοκιμή, για τα είδη με λιγότερο σύνθετο λήθαργο. Αν και η μέθοδος ισχύει σε γενικές γραμμές σε όλους τους τύπους σπόρου, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων γίνεται εξαιρετικά δύσκολη για τους πολύ μικρούς σπόρους. (Stefanie, Norbert 2002)

Αρχή δοκιμής του τετραζολίου: Η αρχή της δοκιμής του τετραζολίου βασίζεται στις αφυδρογονάσεις, οι οποίες είναι μια ομάδα μεταβολικών ενζύμων στα ζωντανά κύτταρα. Κατά τη διάρκεια των διαδικασιών μείωσης στα μεταβολικά ενεργά κύτταρα οι αφυδρογονάσεις απελευθερώνουν το υδρογόνο. Το υδρογόνο είναι ικανό να μειώσει ένα εφαρμοζόμενο κίτρινο (ωχρό) διάλυμα 2,3,5 χλωριούχο ή βρωμιούχο τριφαινυλο-τετραζόλιο σε ένα σταθερό, φωτεινό τριφαινυλοφορμαζάνη. Ο σχηματισμός του τυπικού συμβατικού χρώματος είναι μια ένδειξη της δραστηριότητας των αφυδρογονασών, και μια ένδειξη της βιωσιμότητας του σπόρου. Εξαιτίας της τοπικής χρώσης του σπόρου είναι εύκολο να διακριθούν τα ζωντανά (κόκκινα χρωματισμένα) μέρη από τα νεκρά (αχρωμάτιστα) μέρη του σπόρου. Όταν νεκρωτικοί ιστοί φανερώνονται μόνο επιφανειακά στις κοτυληδόνες, ενώ το ριζίδιο χρωματίζεται κανονικά ο σπόρος παραμένει ζωντανός. Από την άλλη μεριά εάν σε έμβρυο σπόρου υπάρχουν μικρά μέρη με νεκρωτικούς ιστούς σε ζωτικό μέρος του εμβρύου τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ο σπόρος να μη μπορεί να βλαστήσει. Η ακριβής αξιολόγηση αυτών των εν μέρει χρωματισμένων σπόρων απαιτεί πολύ μεγάλη εμπειρία. (Stefanie, Norbert 2002)

Για να πραγματοποιήσει κανείς το τεστ του Tetrazolium δεν χρειάζεται να είναι ειδικός σε θέματα χημείας ή να καταλαβαίνει τη χημεία της αντίδρασης. Είναι ένα σχετικά ακριβές τεστ και τα μέσα αξιολόγησης αρκετά απλά για να τα κατανοήσει κανείς.

Ζωντανοί ιστοί + άχρωμο άλας τετραζολίου = Ιστοί χρωματισμένοι κόκκινοι.
Φθαρμένοι ιστοί + άχρωμο άλας τετραζολίου = Χρώση με κηλίδες και πλαδαρή υφή.
Νεκροί ιστοί + άχρωμο άλας τετραζολίου = Αχρωμάτιστοι ιστοί.

Η δοκιμή τετραζολίου ως μια δοκιμή σθένους:Μια δοκιμή σθένους είναι ένας δείκτης της απόδοσης του σπόρου, κάτω από ένα ευρύ φάσμα συνθηκών στον αγρό. Το σθένος σχετίζεται με την ηλικία του σπόρου, την σκληραγώγησή του, την καλή κατάστασή του και την υγεία. Είναι ένα μέτρο φυσιολογικών συνθηκών του σπόρου και περιλαμβάνει μετρήσεις αύξησης, δοκιμές πίεσης και βιοχημικές δοκιμές. (Stefanie, Norbert 2002)

Η δοκιμή του τετραζολίου είναι μια βιοχημική δοκιμή. Την ίδια στιγμή που αξιολογείται η βιωσιμότητα του σπόρου, η δοκιμή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί

και ως μια δοκιμή σθένους. Η ένταση της αντίστασης στη χρώση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση του σθένους του σπόρου.

Μεγαλύτερης ηλικίας σπόροι τείνουν να χρωματίζονται με ένα βαθύ κόκκινο χρώμα ή δεν χρωματίζονται καθόλου. Έχουν επίσης σχέδια με κηλίδες ή έχουν λιγότερο φούσκωμα των κυττάρων. Από την άλλη μεριά, σπόροι περισσότερο ακμαίοι τείνουν να χρωματίζονται ροζ ή κόκκινοι και δείχνουν στομφώδεις, με σταθερό ιστό.

Χρησιμοποιούνται τέσσερις κατηγορίες για τον υπολογισμό του σθένους, ενώ αξιολογείται η βλαστικότητα του σπόρου.

- Υψηλό σθένος.
- Μεσαίο σθένος.
- Χαμηλό σθένος.
- Χωρίς ικανότητα βλάστησης.

Οι σπόροι τοποθετούνται στις αντίστοιχες κατηγορίες ανάλογα με την ένταση της χρώσης, τη θέση της χειροτέρευσης και/ή του νεκρού ιστού, τον αριθμό των νεκρών ιστών και την ανάπτυξη του εμβρύου. (Stefanie, Norbert 2002)

1.6.iii Προετοιμασία για το διάλυμα χρώσεως.

Το διάλυμα αυτό αποτελείται κυρίως από 2, 3, 5- χλωριούχο τριφαινυλο-τετραζόλιο (TTS) και νερό. Ένα ρυθμιστικό διάλυμα χρησιμοποιείται όταν χρειάζεται να διορθωθεί το πρόβλημα του pH. Συνίσταται 0,1-1,0%w/v διάλυμα τετραζολίου και υγρού. Το 1%w/v του διαλύματος περιέχει 1γρ άλατος τετραζολίου σε 100γρ. νερό. Το νερό το οποίο χρησιμοποιείται για την προετοιμασία του διαλύματος χρώσης είναι αποσταγμένο. Εάν το pH του διαλύματος δεν είναι περίπου 7, ένα ρυθμιστικό διάλυμα χρησιμοποιείται αντί του νερού. Το ρυθμιστικό διάλυμα μπορεί να είναι το υδροξείδιο του νατρίου ή δισανθρακικό νάτριο, με στόχο την αύξηση του pH.

Όταν αποθηκεύεται στο σκοτάδι ή σε ένα σκοτεινό μπουκάλι, η παρτίδα του διαλύματος χρώσης μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε ένα διάστημα μερικών μηνών.

Το υπόλοιπο απόθεμα του άλατος tetrazolium πρέπει να αποθηκευτεί στο ψυγείο με σταθερή υγρασία για τη διατήρηση της ποιότητας του. (International Seed Testing Association, 1985)

1.6.iv Προετοιμασία για τη χρώση

Πολλά είδη σπορών πρέπει να προετοιμαστούν πριν τη χρώση. Σπόροι οι οποίοι δεν είναι εύκολα διαπερατοί στο νερό πρέπει να γίνει αρχικά η αφαίρεση του περιβλήματος. Κύριος στόχος αυτής της επεξεργασίας είναι η έγκαιρη και ακριβής υγροποίηση τους έτσι ώστε να γίνει σωστή χρώση. Ακόμη και αν οι σπόροι περιέχουν διαπερατό κάλυμμα η ύγρανση τους είναι απαραίτητη.

Περαιτέρω επεξεργασία γίνεται με το τρύπημα, κόψιμο ή την αφαίρεση ανεπιθύμητων δομών του σπόρου, έτσι ώστε να επιτραπεί η κατάλληλη απορρόφηση του διαλύματος. Η υγροποίηση των ζωντανών ιστών προάγει την

ενεργοποίηση των ενζυμικών συστημάτων και βελτιώνει τη χρώση. (International Seed Testing Association, 1985)

Εκτός από την ύγρανση πολλές φορές απαιτείται και περαιτέρω προετοιμασία έτσι ώστε να επιτευχθεί έγκαιρη και επαρκής διείσδυση του διαλύματος διάμεσου των ζωτικών ιστών και δομών του κάθε σπόρου. Το μέγεθος, το σχήμα, το κάλυμμα των σπορών, η σύσταση όπως επίσης το σχήμα και το μέγεθος του εμβρύου, καθορίζουν τη μέθοδο προετοιμασίας που ταιριάζει καλύτερα στο είδος των σπορών που πρέπει να εξεταστούν. Για παράδειγμα σε μεγάλους σπόρους με καλή διαπερατότητα στο νερό δεν απαιτείται περαιτέρω προετοιμασία εκτός από την αρχική υγραποίηση τους, ενώ σε μικρούς σπόρους χορτοδοτικών είναι απαραίτητο το κόψιμο ή το τρύπημα των καλυμμάτων τους. Πολλές φορές επίσης γίνεται η αποκοπή του εμβρυακού άξονα, ενώ άλλες φορές ανοίγουμε το ενδοσπέρμιο ώστε να γίνει πιο εύκολη η χρώση του εμβρύου. (International Seed Testing Association, 1985)

1.6.v Προετοιμασία των σπόρων για την σωστή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Οι τεχνικές προετοιμασίας των σπόρων, οι οποίες είναι απαραίτητες για την αποτελεσματική αξιολόγηση των χρωματισμένων σπόρων, βασίζονται στις τεχνικές προετοιμασίας που χρησιμοποιήθηκαν πριν την χρώση. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από αυτές, οι οποίες μπορεί να γίνουν έτσι ώστε η αξιολόγηση να είναι πιο αποτελεσματική.

Το έμβρυο μπορεί να παρατηρηθεί εξωτερικά ή διάμεσου των ημιδιαφανών καλυμμάτων των σπόρων ή με την μετακίνηση τμημάτων του θρεπτικού ιστού. Επίσης χρησιμοποιώντας διάλυμα λεκτοφαινόλης, για να αφαιρεθεί η χρώση από το κάλυμμα του σπόρου και αφού ξεπλυθεί, μπορεί να γίνει η παρατήρηση του εμβρύου διάμεσου του ημιδιαφανούς καλύμματος. (International Seed Testing Association, 1985)

Εάν αντιμετωπίζονται δυσκολίες εξαιτίας της παρουσίας πολυάριθμων σπασιμάτων στον εμβρυακό άξονα τότε γίνεται έκθεση του άθικτου μέρους του εμβρύου και ανίχνευση των υπάρχοντων σπασιμάτων με την μετακίνηση των διαδοχικών λεπτών τμημάτων των ιστών των κοτυληδόνων κοντά στο βασικό άκρο. Οι κοτυληδόνες μπορεί να διαχωριστούν για περαιτέρω παρατήρηση.

Ή παρατηρώντας τις κύριες δομές του εμβρύου.

(International Seed Testing Association, 1985)

Χαρακτηριστικά βιώσιμων σπόρων για την σωστή αξιολόγηση

Γενικά

Έμβρυο

- Χρωματισμένο πλήρως.
- Τελείως χρωματισμένο και να περιλαμβάνει τουλάχιστον το ½ της εμβρυακής κοιλότητας.
- Τελείως χρωματισμένο, εκτός από τη θέση και τη φύση νέκρωσης ορισμένων κατασκευών ή συνδυασμό κατασκευών.



Ριζίδιο

- Χρωματισμένο μόνο στην άκρη του.
- Χρωματισμένο κατά το 1/3.
- Χρωματισμένο κατά το 1/2.
- Χρωματισμένο κατά τα 2/3.
- Πλήρως χρωματισμένο.

Κοτυληδόνες

- Χρωματισμένες μόνο επιφανειακά.
- Χρωματισμένες κατά το 1/4.
- Χρωματισμένες κατά το 1/3.
- Χρωματισμένες κατά το 1/3, εάν διαποτίζονται.
- Χρωματισμένες κατά το 1/3 ή χρωματισμένο το 1/3 της πάνω επιφάνειας όλης της περιοχής.
- Χρωματισμένο το 1/2 της εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας.
- Χρωματισμένες κατά το 1/2 και/ή της αντίθετης πλευράς του ριζιδίου.
- Χρωματισμένες κατά το 1/2. Μικρή απομονωμένη περιοχή νεκρή επιτρέπεται στο μισό της βάσης.
- Χρωματισμένες κατά το 1/2, εάν είναι επιφανειακά.
- Χρωματισμένες κατά το 1/2, εάν είναι επιφανειακά, και κατά το 1/3 εάν διαποτίζονται.
- Νέκρωση στην εσωτερική πλευρά των κοτυληδόνων, υπό τον όρο η διάμετρος της νέκρωσης να μην υπερβαίνει την ακτίνα της εσωτερικής επιφάνειας των κοτυληδόνων.
- Απομονωμένη επιφανειακή νέκρωση ή αλλιώς σε σύνδεση με τον εμβρυακό άξονα, στο από πίσω κέντρο της ακραίας κοτυληδόνας επιτρέπεται, εάν δεν υπερβαίνει το στρώμα της εσωτερικής κοτυληδόνας ή τους λοβούς και των δυο κοτυληδόνων.

Βαμβάκι:

Ριζίδιο

- Χρωματισμένο μόνο στην άκρη του.
- Χρωματισμένο κατά το 1/2.
- Κοτυληδόνες
- Χρωματισμένες επιφανειακά.
- Χρωματισμένες κατά το 1/3, εάν διαποτίζονται.

(International Seed Testing Association, Handbook on Tetrazolium)

Ιδιαίτερη προσοχή.

Ο όρος 'χρωματισμένος' αναφέρεται σε ζωντανούς (λειτουργικά) ιστούς όπως αυτοί δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της χρώσης.

Ο όρος 'νεκρωτικός' αναφέρεται σε μη βιώσιμους (λειτουργικά) ιστούς όπως αυτοί προσδιορίζονται από χαρακτηριστικά ανώμαλης χρώσης.

Οι κώδικες αξιολόγησης παρέχουν μόνο μερική καθοδήγηση για τον προσδιορισμό της ζωτικότητας των σπόρων. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να

δίνεται και της επίδρασης, στην ανάπτυξη ενός σπορόφυτου, από την παρουσία σπασμάτων, ανωμαλιών, και ιστών που λείπουν.

Τι πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν σε μια αξιολόγηση

Οι σπόροι που είναι υπέρ-χρωματισμένοι δεν φανερώνουν πάντα το πραγματικό ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων, γιατί ίσως αυτή η χρώση να οφείλεται σε άλλο παράγοντα και όχι στην υψηλή βλαστικότητα των σπόρων. Αυτοί οι παράγοντες μπορεί να είναι ξένοι ιστοί ή ακόμη και άλλοι οργανισμοί (μύκητες ή βακτήρια), οι οποίοι έχουν εγκατασταθεί στην πάνω επιφάνεια κοπής του σπόρου και έχουν προκαλέσει την εμφάνιση κανονικής κόκκινης χρώσης στο σπόρο. Εάν έχει χρωματιστεί το έμβρυο αλλά το ενδοσπέρμιο παραμένει άβαφο, τότε αυτό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ανώμαλου σποριόφυτου, εξαιτίας του χαμηλού σθένους. Όπως διαπιστώνουμε λοιπόν, οι υπεύθυνοι ενός πειράματος θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί κατά τη διάρκεια αξιολόγησης των βιώσιμων σπόρων.

Πολλές φορές όμως ορισμένα συμπτώματα των σπόρων μπορεί να οδηγήσουν στο συμπέρασμα ότι έχουν χαμηλό ποσοστό βλαστικότητας παρότι συμβαίνει εντελώς το αντίθετο. Για παράδειγμα όταν σε ένα πείραμα οι υπό αξιολόγηση σπόροι είναι σε λήθαργο δεν μπορούν να χρωματιστούν εξαιτίας του χαμηλού επιπέδου αναπνοής, αυτό όμως δε σημαίνει ότι έχουν και χαμηλό ποσοστό βλαστικότητας. Οι σπόροι χρωματίζονται μόνο σε ορισμένα φυσιολογικά στάδια ανάπτυξης, για αυτό και οι αναλυτές θα πρέπει να γνωρίζουν τον λήθαργο των ειδών, να ξέρουν τρόπους να υπερνικήσουν ή να 'σπάσουν' τον λήθαργο, όπως επίσης και πώς θα αποτρέψουν μια ανεπιθύμητη κατάσταση όπως είναι η μη χρώση των σπόρων. Τα έμβρυα των σπόρων πιθανόν να χρωματιστούν ενώ είναι σε λήθαργο ή όχι, ακόμη και εάν έχουν τραυματιστεί.

Παρόμοιο αποτέλεσμα μπορεί να επιφέρει και η παρουσία χλωροφύλλης η οποία είναι δύσκολο να ερμηνευτεί. Η παρουσία χλωροφύλλης και μόνο δε μπορεί να αποτελέσει δείκτη ζωτικότητας των σπόρων, εάν η χλωροφύλλη είναι βιολογικά ενεργή δεν μπορεί να δημιουργήσει κόκκινο χρωματισμό. Έτσι λοιπόν όταν οι ιστοί έχουν σταθερή σύσταση, οι σπόροι αυτοί θεωρούνται ζωντανοί ακόμη και εάν στη δοκιμή tetrazolium δε χρωματίζονται. Σε μερικά είδη η παρουσία πράσινης χλωροφύλλης και κόκκινου χρωματισμού του tetrazolium που μπορεί να υπάρχουν, δίνουν μια καφετί χρώση ή απόχρωση.

Η σύσταση των ανώριμων σπόρων είναι συνήθως μαλακή (πλαδαρή) και οι κοτυληδόνες δεν επεκτείνονται αφού έχουν εμποτιστεί. Αυτοί οι σπόροι θεωρούνται μη ζωτικοί. Εάν όμως οι ιστοί του εμβρύου είναι στομφώδεις και οι κοτυληδόνες επεκτείνονται, τότε αυτοί οι σπόροι θεωρούνται βιώσιμοι. (International Seed Testing Association, Handbook on Tetrazolium Testing, 1985)

Τι μπορεί να προκαλέσει την μη ικανοποιητική χρώση των σπόρων

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα παραδείγματα λάθους χειρισμού των σπόρων από τους υπεύθυνους του πειράματος κατά τη διαδικασία της χρώσης η

ακόμη και πριν από αυτή.

Σχέδια ανώμαλης χρώσης μπορεί να είναι συμπτώματα θερμικής ή μηχανικής ζημιάς. Οι σπόροι μπορεί να τραυματιστούν εξαιτίας υπερβολικής θέρμανσης ή κρούς, από ανάρμοστο χειρισμό στον αγρό ή στο χώρο αποθήκευσης ή και ακόμη εξαιτίας των συνθηκών βλάστησης. Η πρόωρη ψύξη όταν ακόμη το ποσοστό υγρασίας των σπόρων είναι υψηλό, η μηχανική ζημιά κατά τη διάρκεια της πλύσης των σπόρων, ανάρμοστες συνθήκες αποθήκευσης, όπως επίσης και τραυματισμός των σπόρων κατά τη διάρκεια μεταφοράς τους, προκαλούν ανώμαλη χρώση των σπόρων. (International Seed Testing Association, Handbook on Tetrazolium Testing, 1985)

Μειονεκτήματα της μεθόδου.

Η μέθοδος αδυνατεί να διακρίνει σπόρους που βρίσκονται σε λήθαργο από εκείνους που τον έχουν ξεπεράσει. Έμβρυα που θα δώσουν μη κανονικά (κακοσχηματισμένα) σπορόφυτα δε διακρίνονται επειδή χρωματίζονται όπως και τα άλλα που θα αναπτυχθούν κανονικά.

Ο χρωματισμός του εμβρύου μπορεί να οφείλεται σε μικροοργανισμούς που έχουν ήδη καταστρέψει το σπόρο.

Υπάρχει κίνδυνος υπέρξεως του ενζύμου αφυδρογενάση σε σπόρους που έχουν χάσει τη βλαστική ικανότητα, λόγω υψηλών θερμοκρασιών κατά την ξήρανση. Αυτό μπορεί να δώσει λανθασμένη ένδειξη γιατί ο σπόρος θα χρωματιστεί.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου.

Η υψηλή ταχύτητα του ελέγχου, ο οποίος συμπληρώνεται σε 24 ώρες ή ακόμη πιο γρήγορα εάν η απορρόφηση του αντιδραστηρίου γίνει σε κενό αέρος ή με τη χρησιμοποίηση ιωδιούχο άλατος τετραζολίου. (Είναι σημαντικό, ιδιαίτερα για εργοστάσια επεξεργασίας σπόρου που πρέπει αμέσως να αξιολογήσουν τις προσκομιζόμενες σποροπαρτίδες πριν αρχίσουν την επεξεργασία).

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποβοηθητικό της συμβατικής μεθοδολογίας προκειμένου να αξιολογηθούν σπόροι που δε βλάστησαν και να προσδιοριστεί εάν πρόκειται για νεκρούς σπόρους ή σπόρους σε λήθαργο.

(International Seed Testing Association, Handbook on Tetrazolium Testing, 1985)

Γενικές παρατηρήσεις.

- ✓ Σπόροι εύθραυστων ποικιλιών συχνά περιλαμβάνουν σπασμένα ριζίδια, ή σπάζουν κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης. Ακριβής αναγνώριση των υπαρχόντων σπασιμάτων απαιτούν ειδική μεταχείριση κατά τη έκθεσή τους από τον εμβρυακό άξονα.
- ✓ Η χρήση του ρυθμιστικού διαλύματος του tetrazolium ή η προσθήκη

δισανθρακικού νατρίου σε δείγμα, μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα της χρώσεως.

- ✓ Η θερμοκρασία χρώσεως των 40 με 45 οC συνιστάται για σπόρους με άθικτα περιβλήματα.
- ✓ Η μεταχείριση ενός δείγματος σπόρων με ένα χημικό μηκυτοκτόνο πριν τη χρώση, θα πρέπει να ουδετεροποιείται με δισανθρακικό νάτριο ή κάποιο άλλο βασικό διάλυμα και μετά να ξεπλένεται με απεσταγμένο νερό.
- ✓ Ένα έμβρυο θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το 1/3 του κανονικού μεγέθους για να θεωρηθεί ζωντανό.
- ✓ Η επιφάνεια των εμβρύων θα πρέπει να είναι φυσικά πορφυρή.
- ✓ Ανώμαλα τοποθετημένα έμβρυα τα οποία περιστρέφονται ή εναλλάσσονται κατά 180 μοίρες σε σχέση με τη φυσιολογική τους τοποθέτηση στο ενδοσπέρμιο, θεωρούνται μη βιώσιμα.

(International Seed Testing Association, Handbook on Tetrazolium Testing, 1985)

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στα πλαίσια της ερευνητικής εργασίας είχε εγκατασταθεί ένα πείραμα στο Εργαστήριο Γεωργίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2001-2002 με σκοπό, τον έλεγχο βλαστικότητας τριών ποικιλιών βαμβακιού με τη “δόκιμη του τετραζολίου”. Οι ποικιλίες βαμβακιού που αξιολογήθηκαν ήταν οι ακόλουθες.

- ΜΙΔΑΣ
- ΕΥΑ
- 5117(ELMA)

Για την πραγματοποίηση αυτού του πειράματος χρειάστηκε ο κατάλληλος εξοπλισμός, ο οποίος περιελάμβανε , δυο θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασία και υγρασίας (επωαστήρας και βλαστητήριο) , ψυγείο απαραίτητο για την αποθήκευση του διαλύματος και των σπορών για μετέπειτα επαναχρησιμοποίηση και διάφορα αλλά χρήσιμα υλικά και εργαλεία, απαραίτητα για την πραγματοποίηση του πειράματος, όπως στυπόχαρτο, τριβλία Πετρί , σταγονόμετρο, νυστέρι, ξυράφι κ.α.

Για τη δοκιμή του τετραζολίου χρησιμοποιήθηκε το επωαστήριο στο οποίο ρυθμίσαμε τη θερμοκρασία στους 40°C, ενώ για τη χρώση των σπόρων έγινε παρασκευή διαλύματος Tetrazolium (ο τρόπος παρασκευής δίνεται παρακάτω). (International Seed Testing Association, Handbook on Tetrazolium Testing, 1985)

Εικ. 2.1 Επωαστήρας



(Εξοπλισμός Εργ. Γεωργίας).

Για την πραγματοποίηση του ‘standard test’ χρησιμοποιήθηκε το βλαστητήριο (θάλαμος με ελεγχόμενη θερμοκρασία και υγρασία και κατάλληλο σύστημα φωτισμού, με το οποίο μπορούμε να ρυθμίσουμε την ένταση φωτισμού των λαμπτήρων κατά τη διάρκεια της φωτοπεριόδου), στο συγκεκριμένο πείραμα η θερμοκρασία ρυθμίστηκε να είναι 26°C και η υγρασία 90%w/v. Μεγάλη προσοχή είχε δοθεί στην τοποθέτηση των δειγμάτων έτσι ώστε να υπάρχει ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό του θαλάμου, επίσης γινόταν περιοδική μετακίνηση των δειγμάτων εντός του θαλάμου, έτσι ώστε να επιτευχθεί η όσο το δυνατό ομογένεια στην ανάπτυξη των σπορών.

Εικ. 2.2 Βλαστητήριο

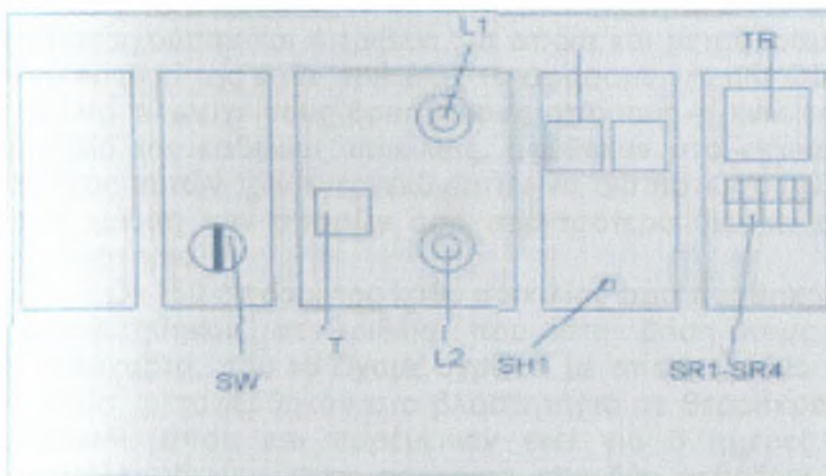


(Εξοπλισμός Εργ. Γεωργίας).

Λειτουργία του επωαστηρίου. Το επωαστήριο ως θάλαμος ελεγχόμενης θερμοκρασίας παρέχει ακρίβεια επιλογής θερμοκρασίας $\pm 0,1\%$ °C, με ακρίβεια θερμοστάτη $\pm 0,3\%$ και ψηφιακή ένδειξη θερμοκρασίας με ελάχιστη διαβάθμιση $0,1\%$ °C. Επιπλέον το επωαστήριο φέρει χρονοδιακόπτη με ψηφιακή ένδειξη από 0 έως 99,59h με θέση συνεχούς λειτουργίας. Φέρει επιπλέον θερμοστάτη class 2 και ο έλεγχος της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με αισθητήρα Pt. Η χωρητικότητα του είναι 53 lt, με εσωτερικές διαστάσεις 40x40x33 cm. Φέρει δυο ράφια και η εσωτερική κατασκευή του είναι από χάλυβα. Λειτουργεί σε τάση ρεύματος 220 V.

(Π. Μπακάκος Α.Ε. Ανώνυμος εταιρεία χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων).

Λειτουργία βλαστητηρίου. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχέδιο στον πίνακα χειρισμών και ελέγχου, υπάρχουν τα όργανα ελέγχου και ενδείξεως λειτουργίας χωρισμένα σε ενότητες που διαχωρίζονται με περίγραμμα. Η κάθε ενότητα αφορά μια ανεξάρτητη λειτουργία του θαλάμου.



Για την έναρξη λειτουργίας του θαλάμου υπάρχει ο γενικός διακόπτης SW. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται από το ρυθμιστή (controller) της θερμοκρασίας (T) ενώ για την προστασία από ανεπιθύμητες θερμοκρασίες υπάρχουν οι θερμοστάτες ασφαλείας άνω και κάτω ορίου (L1) και (L2). Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας γίνεται από τους χρονοδιακόπτες (H) και από το χρονοδιακόπτη (SH1). Ο προγραμματισμός της φωτοπεριόδου και της εντάσεως του φωτισμού γίνεται με τη βοήθεια του χρονοδιακόπτη (TR) και των διακοπών (SR1) έως (SR4).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα περιελάμβανε τον έλεγχο βλαστικότητας σπορών τριών ποικιλιών βαμβακιού (ΜΙΔΑΣ, ΕΥΑ, 5117) κατά την περίοδο του Μαΐου το 2002. Στο πρώτο μέρος του πειράματος, το οποίο πραγματοποιήθηκε στις 22 Μαΐου 2002, έγινε έλεγχος βλαστικότητας και στις τρεις ποικιλίες, ενώ στις 31 Μαΐου χρησιμοποιήθηκε δείγμα σπορών μόνο από την ποικιλία 5117(ELMA). Κύριο μέλημα, πριν την πραγματοποίηση της δοκιμής του τετραζολίου, ήταν η εμφάνιση των σπόρων κάθε ποικιλίας για 18 ώρες στο νερό. Με αυτό τον τρόπο και με την αφαίρεση του καλύμματος των σπόρων η χρώση είχε καλύτερα αποτελέσματα.

22 Μαΐου 2002

Από κάθε ποικιλία πάρθηκε δείγμα 350 σπορών. Από αυτούς οι 150 χρησιμοποιήθηκαν για τη συμβατική δοκιμή βλαστικότητας (standard test), και οι 200 σπόροι για τη χρώση με το διάλυμα του τετραζολίου. Οι 50 από τους 200 σπόρους είχαν βραστεί για 5 λεπτά της ώρας πριν τη χρώση με το διάλυμα. Ο λόγος αυτής της επεξεργασίας των 50 σπορών είχε ως στόχο να διαπιστώσουμε ότι δεν είναι δυνατή η χρώση των βρασμένων σπόρων, γιατί απλά είναι νεκροί.

Στη συνέχεια αφαιρέσαμε το κάλυμμα όλων των σπόρων από κάθε δείγμα και τους τοποθετήσαμε ανά 50 σε δίσκους Πετρί, τα οποία περιείχαν διάλυμα τετραζολίου 10 ml με περιεκτικότητα 0,5% w/v. Στην κάθε ποικιλία αντιστοιχούσαν και 4 τριβλία, τα οποία και μεταφέραμε στο επωαστήριο, τα δυο τριβλία της κάθε ποικιλίας τα αφήσαμε για μια ώρα (το ένα από τα δυο τριβλία περιείχε τους βρασμένους σπόρους), ενώ το τρίτο και το τέταρτο τριβλίο της καθέμιας ποικιλίας, αφέθηκαν στο επωαστήριο για δύο ώρες. Στόχος αυτών των ενεργειών ήταν να διαπιστώσουμε εάν υπάρχει διάφορα στη χρώση των σπορών όσο περισσότερο διαρκεί η παραμονή τους στο επωαστήριο.

Οι 150 σπόροι της κάθε ποικιλίας που πάρθηκαν για το standard test, τοποθετήθηκαν σε τριβλία που στη βάση τους περιείχαν βρεγμένο στυπόχαρτο, που το είχαμε υγράνει με αποσταγμένο νερό. Στη συνέχεια τα τριβλία μεταφέρθηκαν στο βλαστητήριο σε θερμοκρασία 26°C και υγρασία 80%w/v, όπου και παρέμειναν εκεί για 5 ημέρες. Μετά τη λήψη των αποτελεσμάτων, έγινε σύγκριση των δύο μεθόδων με βάση το ποσοστό

βλαστικότητας των σπόρων, έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν η δόκιμη με το τετραζόλιο είναι πράγματι αποτελεσματική.

Παρασκευή του διαλύματος τετραζολίου. Για την παρασκευή του διαλύματος τετραζολίου με περιεκτικότητα 0,5%w/v, το οποίο θα χρησιμοποιούνταν για τη χρώση 600 σπόρων, χρειάστηκε να πάρουμε 120ml απεσταγμένο νερό και να προσθέσουμε σε αυτό 0,6 gr. άλατος , έτσι ώστε να επιτύχουμε την επιθυμητή περιεκτικότητα. Τα 120 ml νερό πάρθηκαν με γνώμονα την ποσότητα του διαλύματος που θα προσθέταμε σε κάθε τριβλίο (10 ml σε καθένα από αυτά).

Τεχνική [ισχύουν τα ίδια για τις τρεις ποικιλίες ΜΙΔΑ, ΕΥΑ και 5117(ELMA)].

1ο τριβλίο: 50 σπόροι βρασμένοι με 10ml διάλυμα 0,5%w/v, επώαση για μια ώρα.

2ο τριβλίο: 50 σπόροι με 10ml διάλυμα 0,5%w/v, επώαση για μια ώρα.

3ο τριβλίο: 50 σπόροι με 10ml διάλυμα 0,5% w/v, επώαση για δυο ώρες.

4ο τριβλίο: 50 σπόροι με 10ml διάλυμα 0,5% w/v, επώαση για δύο ώρες.

Και 150 σπόροι οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε τρία διαφορετικά τριβλία για τη συμβατική δοκιμή βλαστικότητας στο βλαστητήριο.

31 ΜΑΙΟΥ 2002

Στο δεύτερο μέρος του πειράματος πάρθηκε δείγμα 270 σπόρων από την ποικιλία 5117(ELMA). Εκατόν είκοσι από αυτούς, χρησιμοποιήθηκαν για τη δοκιμή του τετραζολίου. Ενώ για τη συμβατική μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν οι υπόλοιποι 150 σπόροι. Να σημειώσουμε ότι από τους 120 σπόρους οι 30 είχαν βραστεί για πέντε λεπτά της ώρας και έπειτα χρησιμοποιήθηκαν για τη δοκιμή Tetrazolium.

Από τους 120 σπόρους που χρησιμοποιήθηκαν για τη δοκιμή Tetrazolium, οι βρασμένοι σπόροι τοποθετήθηκαν σε τριβλίο το οποίο περιείχε 10 ml διάλυμα τετραζολίου με περιεκτικότητα 1%w/v, ενώ οι υπόλοιποι 90 σπόροι τοποθετήθηκαν σε τρία διαφορετικά τριβλία όπου το καθένα περιείχε 30 σπόρους. Στο μεν πρώτο από τα τρία αυτά τριβλία είχαμε προσθέσει 10 ml διάλυμα τετραζολίου με περιεκτικότητα 1%w/v, ενώ στα αλλά δυο τριβλία η περιεκτικότητα του διαλύματος ήταν 0,5%w/v. Τα τρία αυτά τριβλία μαζί με το τριβλίο των βρασμένων σπόρων μεταφέρθηκαν στο επωαστήριο, το οποίο είχε ρυθμιστεί σε θερμοκρασία 40°C. Τα τριβλία των βρασμένων σπορών, των σπορών με περιεκτικότητα διαλύματος 1%w/v και το πρώτο τριβλίο με περιεκτικότητα 0,5%w/v διαλύματος τετραζολίου παρέμειναν για μια ώρα στο επωαστήριο, ενώ το δεύτερο τριβλίο με περιεκτικότητα διαλύματος 0,5%w/v για δυο ώρες.

Σκοπός αυτών των ενεργειών ήταν να διαπιστώσουμε εάν υπάρχει πράγματι διάφορα στη χρώση των σπορών, ανάλογα με τη περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλας τετραζολίου και αν ακόμη υπάρχει επίδραση του χρόνου στη χρώση των σπορών όσο περισσότερο παραμένουν αυτοί στο επωαστήριο. Στη συνέχεια μεταφέραμε τους υπόλοιπους 150 σπόρους στο

βλαστητήριο αφού τους είχαμε τοποθετήσει σε τριβλία με στυπόχαρτο στη βάση τους, που το είχαμε υγράνει με αποσταγμένο νερό. Οι εκατόν πενήντα αυτοί σπόροι παρέμειναν στο βλαστητήριο για 5 ημέρες. Στη συνέχεια, μετά τη λήψη των αποτελεσμάτων, έγινε η σύγκριση των δυο μεθόδων έτσι ώστε να διαπιστώσουμε εάν πράγματι η δοκιμή του τετραζολίου δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα, σύμφωνα με τη συμβατική δοκιμή βλαστικότητας (standard test).

Παρασκευή του διαλύματος τετραζολίου. Για την παρασκευή του διαλύματος τετραζολίου με περιεκτικότητα 1%w/v, σε 100ml απεσταγμένο νερό προσθέσαμε 1gr. άλαος τετραζολίου. Από αυτό το διάλυμα 10ml προστέθηκαν στο τριβλίο των 30 σπόρων που ήταν βρασμένοι και άλλα 10ml σε ένα από τα τριβλία των 30 σπόρων. Στη συνέχεια για τη δημιουργία του διαλύματος τετραζολίου με περιεκτικότητα 0,5%w/v, πάρθηκαν 20ml από το διάλυμα Tetrazolium με περιεκτικότητα 1%w/v και σε αυτά τα 20ml προσθέσαμε άλλα 20ml απεσταγμένο νερό.

Τεχνική

- 30 σπόροι βρασμένοι, επώαση για μια ώρα στο επωαστήριο.
- 30 σπόροι με 10ml διαλύματος 1%w/v, επώαση για μια ώρα στο επωαστήριο.
- 30 σπόροι με 10ml διαλύματος 0,5%w/v, επώαση για μια ώρα στο επωαστήριο.
- 30 σπόροι με 10ml διαλύματος 0,5%w/v, επώαση για δυο ώρες στο επωαστήριο.
- 150 σπόροι στο βλαστητήριο (standard test).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο αριθμός των σπόρων που έχουν χρωματιστεί με τη μέθοδο του τετραζολίου, όπως και ο αριθμός των σπόρων που έχουν βλαστήσει με τη standard μέθοδο σε καθένα τριβλίο της κάθε ποικιλίας παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα. Παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων σε κάθε μια από τις δυο μεθόδους.

22-5-2002

Πίνακας 3.1 Ποσοστό βλαστικότητας σπόρων με τη δοκιμή τετραζολίου.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΩΑΣΗΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΩΑΣΗΣ
	1 ώρα	2 ώρες
ΜΙΔΑΣ	86%	88%
ΕΥΑ	82%	86%
5117(ELMA)	90%	91%

Πίνακας 3.2 Ποσοστό βλαστικότητας σπόρων (standard-test)

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΜΙΔΑΣ	85%
ΕΥΑ	82%
5117(ELMA)	88%

31-5-2002

Πίνακας 3.3 Ποσοστό βλαστικότητας σπόρων ποικιλίας 5117(ELMA) με τη δοκιμή τετραζολίου.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΛΑΤΟΣ ΤΕΤΡΑΖΟΛΙΟΥ ΣΤΟ ΔΙΑΛΥΜΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΩΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
1%	1 ώρα	87%
0,50%	1 ώρα	93%
0,50%	2 ώρες	87%

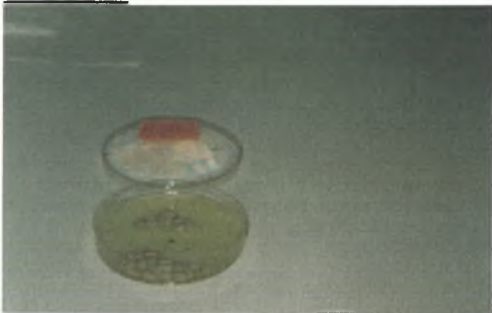
Στο συγκεκριμένο μέρος του πειράματος, το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων της ποικιλίας 5117(ELMA), με τη συμβατική μέθοδο του

βλαστητηρίου ήταν συνολικά 87% για τα τρία τριβλία των 150 σπόρων. (Αναλυτικά τα αποτελέσματα στο παράρτημα).

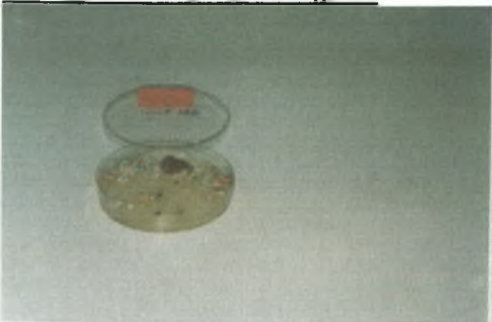
Όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων με τη standard μέθοδο δε διαφέρει κατά πολύ με τη δοκιμή τετραζολίου και στις τρεις ποικιλίες τις οποίες εξετάσαμε. Παρατηρούμε επίσης ότι και στις τρεις ποικιλίες το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων είναι κατά τρεις με τέσσερις μονάδες παραπάνω στα τριβλία που παρέμειναν στο βλαστητήριο δύο ώρες από αυτά που παρέμειναν μια ώρα. Ακόμη στο Πίνακα 3.3 παρατηρούμε ότι, οι σπόροι της ποικιλίας 5117 που παρέμειναν μια ώρα στο επωαστήριο είχαν μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας, από ότι αυτοί που παρέμειναν για δύο ώρες. Επειδή όμως η διαφορά είναι αμελητέα σε κάθε περίπτωση μπορούμε να πούμε με μικρή επιφύλαξη ότι, η μια ώρα διάρκεια παραμονής στο επωαστήριο είναι αρκετή για να χρωματιστούν οι σπόροι αποτελεσματικά. Το ίδιο μπορεί να ειπωθεί και για τη διαφορετική συγκέντρωση με διάλυμα του τετραζολίου που είχαν τα δυο τριβλία της ποικιλίας 5117(ELMA) σε σχέση με τα άλλα δύο τριβλία. Η διαφορετική συγκέντρωση δεν έδειξε κάποια ιδιαίτερη μεταβολή στο χρωματισμό των σπόρων. Συμπεραίνοντας λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι μια ώρα διάρκεια παραμονής στο βλαστητήριο με συγκέντρωση 0,5% διαλύματος τετραζολίου σε τριβλίο των 30 ή 50 σπόρων είναι αρκετό για να διαπιστώσουμε το ποσοστό βιωσιμότητας των σπόρων μιας ποικιλίας.

Παρακάτω παρατίθενται μερικές φωτογραφίες των σπόρων της ποικιλίας 5117(ELMA) που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του δεύτερου μέρους του πειράματος και για τις δυο μεθόδους, πριν και μετά την πραγματοποίηση κάθε δοκιμής.

Εικ. 3.1 Σπόροι βρασμένοι με 1%(w/v) διαλύματος τετραζολίου πριν την επώαση.

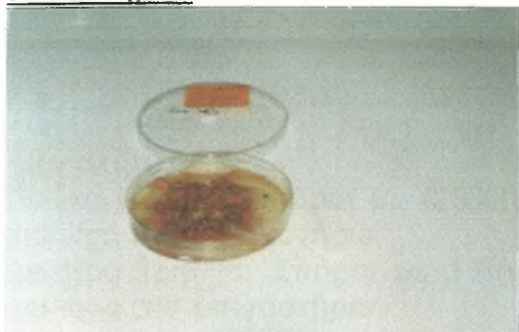


Εικ. 3.2 Σπόροι βρασμένοι με 1%(w/v) διαλύματος τετραζολίου και επώαση μία ώρα στο επωαστήριο.



Παρατηρούμε, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ότι οι σπόροι οι οποίοι είχαν βραστεί δεν χρωματίστηκαν γιατί ήταν νεκροί εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας (100°C) στην οποία είχαν εκτεθεί για περίπου πέντε λεπτά της ώρας.

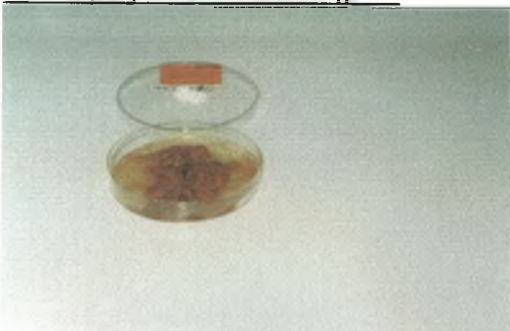
Εικ. 3.3 Σπόροι με 1%(w/v) διαλύματος τετραζολίου και επώαση μια ώρα στο επωαστήριο.



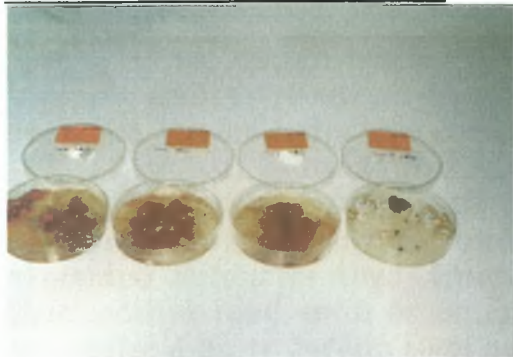
Εικ. 3.4 Σπόροι με 0,5%(w/v) διαλύματος τετραζολίου και επώαση μια ώρα στο επωαστήριο.



Εικ. 3.5 Σπόροι με 0,5%(w/v) διαλύματος τετραζολίου και επώαση δυο ώρες στο επωαστήριο.



Εικ. 3.6 Ποικιλία 5117(ELMA)



Από αριστερά

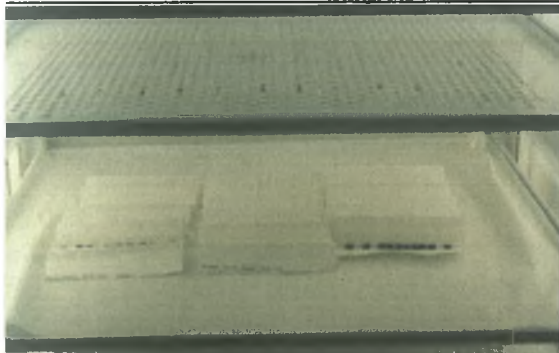
Πρώτο τριβλίο: Σπόροι με 0,5%(w/v) διαλύματος Tetrazolium και επώαση μια ώρα στο επωαστήριο.

Δεύτερο τριβλίο: Σπόροι με 1%(w/v) διαλύματος Tetrazolium και επώαση μια ώρα στο επωαστήριο.

Τρίτο τριβλίο: Σπόροι με 0,5%(w/v) διαλύματος Tetrazolium και επώαση δυο ώρες στο επωαστήριο.

Τέταρτο τριβλίο: Βρασμένοι σπόροι.

Εικ. 3.7 Σπόροι ποικιλίας 5117(ELMA). Τοποθέτηση στο βλαστητήριο.



Εικ. 3.8 Σπόροι ποικιλίας 5117(ELMA) που έχουν βλαστήσει.



Όπως γνωρίζουμε , οι συνθήκες αποθήκευσης των σπόρων έτσι ώστε να διατηρηθεί η βλαστικότητα τους, είναι διαφορετική για το κάθε είδος

σπόρων. Μερικές φορές οι συνθήκες υγρασίας μειώνουν πολύ γρήγορα τη ζωτικότητα των σπόρων, ενώ σε άλλες περιπτώσεις οι σπόροι παραμένουν ζωτικοί μόνο σε κανονικές ή υψηλές συνθήκες υγρασίας. Παρόμοιες διαφορές υπάρχουν και για το διαθέσιμο οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα στο χώρο αποθήκευσης των σπόρων.

Η χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων δεν είναι μια ξαφνική απότομη αποτυχία, όλων των σπόρων σε ένα πληθυσμό, να βλαστήσουν. Μάλλον το ποσοστό των σπόρων το οποίο θα βλαστήσει σε ένα οποιοδήποτε πληθυσμό αυξάνεται αργά. Επιπλέον ακόμη και εάν οι σπόροι χάσουν τη βλαστικότητά τους, αυτό δε σημαίνει πως σταμάτησαν όλες οι μεταβολικές διεργασίες ή ότι τα ένζυμα είναι ανενεργά.

Για αυτό το λόγο όλες οι χημικές και οι ιστοχημικές μέθοδοι που επινοούνται για να εξετάσουν τη βλαστικότητα των σπόρων είναι μόνο εν μέρει ικανοποιητικές. Οι περισσότερες από αυτές τις δοκιμές είναι βασισμένες στη δραστηριότητα ορισμένων οξειδωτικών ενζύμων. Η καλύτερη συσχέτιση βρέθηκε με τη δραστηριότητα των ενζύμων που αντιδρούν με τις οξειδοαναγωγικές χρωστικές ουσίες, όπως το τετραζόλιο. (Mayer A.M., Poljakoff-Mayber)

Οι βιοχημικές χρώσεις είναι ικανές να χρωματίζουν ζωντανούς ιστούς. Στο διάλυμα το άλας του τετραζολίου είναι άχρωμο, αλλά στους ζωντανούς ιστούς καταλύεται από τα ένζυμα αφυδρογενάσες και μετατρέπεται σε μια σταθερή κόκκινη χρωστική ουσία η οποία είναι αδιάλυτη στο νερό. Ο εντοπισμός και το ποσοστό των νεκρών άβαφων ιστών είναι το κλειδί για τη ταξινόμηση των σπόρων ως πιθανώς ζωντανοί σπόροι ή νεκροί. Η δοκιμή του τετραζολίου είναι μια γρήγορη μέθοδος, αλλά στερείται την ομοιομορφία στη χρώση, αποτυγχάνει να ανιχνεύσει τους σπόρους που θα βλαστήσουν ανώμαλα, και η δυσκολία στην ερμηνεία των διαφόρων βαθμών λεκιάσματος είναι σημαντικά μειονεκτήματα της μεθόδου. Οι δοκιμαστές θα πρέπει να έχουν εμπειρία με τα είδη των σπόρων που εξετάζουν πριν λάβουν τις κατάλληλες πληροφορίες από τη δοκιμή. (Handbook on Tetrazolium Testing)

Στο συγκεκριμένο πείραμα το οποίο πραγματοποιήθηκε για σπόρους τριών ποικιλιών βαμβακιού απέδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά των αποτελεσμάτων μεταξύ της δοκιμής του τετραζολίου και της συμβατικής μεθόδου προσδιορισμού της βλαστικότητας των σπόρων. Η απόκλιση των τριών με τεσσάρων μονάδων που μπορεί να παρατηρήσει κανείς μεταξύ των αποτελεσμάτων των δυο μεθόδων δεν είναι σημαντική διαφορά και έτσι μπορούμε να πούμε ότι, η δοκιμή του τετραζολίου είναι μια αξιόπιστη μέθοδος προσδιορισμού της βλαστικότητας των σπόρων, σε σπόρους όμως οι οποίοι έχουν υψηλό ποσοστό βλαστικότητας. Δυστυχώς δεν γνωρίζουμε εάν αυτή η μικρή απόκλιση μεταξύ των δυο μεθόδων ήταν ίδια και στην περίπτωση που η βλαστικότητα των υπό εξέταση σπόρων ήταν μικρή. Παρακάτω γίνεται αναφορά και για ορισμένες άλλες μεθόδους προσδιορισμού της βλαστικότητας των σπόρων, όπως επίσης και πότε χρησιμοποιείται η καθεμιά.

ΔΟΚΙΜΕΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ

Η πιο κοινή δοκιμή είναι μια 'θερμή δοκιμή βλάστησης'. Το ποσοστό των σπόρων που βλάστησαν σε μια θερμή δοκιμή βλάστησης πρέπει να τυπωθεί στην ετικέτα του σπόρου εάν πρόκειται να πωληθεί ως σπόρος. Η βλάστηση ορίζεται ως: "η εμφάνιση και η ανάπτυξη από το έμβρυο του σπόρου, εκείνων των ουσιαστικών δομών που είναι ενδεικτικές της δυνατότητας να παραχθούν κανονικά φυτά κάτω από ευνοϊκές συνθήκες." Η θερμή δοκιμή βλάστησης απεικονίζει την πιθανότητα παραγωγής κανονικού σπορόφυτου κάτω από ευνοϊκές συνθήκες. Συνήθως τοποθετούνται 400 σπόροι από κάθε ποικιλία σε πετσέτες ή άμμο σε συνθήκες με κατάλληλη υγρασία και θερμοκρασία 77° F και διατηρούνται σε αυτή την κατάσταση για περίπου επτά ημέρες. Στο τέλος αυτής της περιόδου οι σπόροι είναι ταξινομημένοι ως κανονικοί, ανώμαλοι ή ασθενείς, και νεκροί ή σκληροί σπόροι. Το ποσοστό βλαστικότητας υπολογίζεται από τον αριθμό των κανονικών σπορόφυτων σε σχέση με το συνολικό αριθμό των σπόρων που αξιολογήθηκαν.

Η 'κρύα δοκιμή βλάστησης' έχει ως στόχο τον προσδιορισμό της ικανότητας των σπόρων να βλαστήσουν κάτω από υψηλή εδαφική υγρασία και χαμηλή εδαφολογική θερμοκρασία. Αυτή η δοκιμή σθένους μιμείται τις πρόωρες, δυσμενείς εποχικές συνθήκες του χωραφιού και αντιπροσωπεύει συνήθως τη χαμηλότερη βλάστηση που θα αναμενόταν από ένα μέρος σπόρων που φυτεύεται κάτω από τέτοιες συνθήκες. Για την πραγματοποίηση αυτής της δοκιμής οι σπόροι φυτεύονται σε κατάλληλο υπόστρωμα που αποτελείται από χώμα και άμμο για διάστημα επτά ημερών με υψηλή υγρασία και θερμοκρασία 77°F. Η δοκιμή τοποθετείται έπειτα σε θερμοκρασία 77°F για τέσσερις ημέρες. Ως υγιή σπορόφυτα θεωρούνται αυτά τα οποία απέχουν από το έδαφος τουλάχιστον μια ίντσα. (Germination Testing and Seed Quality)

Μια αρκετά γνωστή δοκιμή είναι αυτή της 'επιταχυνόμενης γήρανσης' κατά την οποία οι σπόροι εκτίθενται για μικρές περιόδους σε δυο περιβαλλοντικές μεταβλητές, την υψηλή θερμοκρασία και υγρασία οι οποίες προκαλούν την γρήγορη επιδείνωση των σπόρων. Στους σπόρους με υψηλό σθένος ο βαθμός επιδείνωσης είναι μικρότερος σε σύγκριση με αυτούς οι οποίοι έχουν χαμηλό σθένος. Παρόλο που η υγρασία και η θερμοκρασία έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή στα αποτελέσματα των δοκιμών είναι φρόνιμο να λαμβάνονται υπόψιν και άλλοι παράγοντες για τη σωστή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Αυτή η δοκιμή ενσωματώνει πολλά σημαντικά γνωρίσματα που επιδιώκονται σε μια δοκιμή σθένους και αποτελεί μια μέθοδο προσδιορισμού της μέγιστης διάρκειας αποθήκευσης των σπόρων. Κατά την πραγματοποίησή αυτής της δοκιμής, σπόροι χωρίς απορροφητικές ιδιότητες αξιολογούνται σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (41°C) και υψηλής υγρασίας (100%) για μικρή περίοδο (3-4 ημέρες) και έπειτα μεταφέρονται και τοποθετούνται σε κατάλληλο μέρος όπου οι συνθήκες βλάστησης είναι άριστες. (Accelerated Aging (AA) Test).

Τέλος μια ακόμη γνωστή δοκιμή είναι η "cutting test" η οποία όμως δεν χρησιμοποιείται ως μια ξεχωριστή δοκιμή βλαστικότητας, αλλά ως ένας τρόπος εξέτασης των συνθηκών που οδήγησαν στη αποτυχία να

βλαστήσουν μερικοί σπόροι κατά τη πραγματοποίηση του πειράματος. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε απλές δοκιμές σπόρων κατά τη διάρκεια συλλογής και επεξεργασίας των σπόρων. Σε αυτή τη δοκιμή ο διαχωρισμός των ζωντανών από τους νεκρούς σπόρους γίνεται οπτικά «με το μάτι», σπόροι οι οποίοι έχουν προσβληθεί από έντομα ή έχουν κατώτερη ανάπτυξη, ξεχωρίζουν με ευδιάκριτα σημεία και κρίνονται ως μη ζωτικοί. Οι απομείναντοι σπόροι θεωρούνται ζωτικοί, παρόλο που δεν μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι πράγματι ικανοί να βλαστήσουν αυτοί οι σπόροι. (International Seed Testing Association, Handbook on Tetrazolium Testing, 1985)

ΡΟΛΟΣ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΦΩΣΦΟΡΙΚΩΝ ΠΕΝΤΟΖΩΝ ΣΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο διάλυμα το άλας του τετραζολίου είναι άχρωμο, αλλά στους ζωντανούς ιστούς καταλύεται από τα ένζυμα αφυδρογενάσες και μετατρέπεται σε μια σταθερή κόκκινη χρωστική ουσία. Οι αφυδρογενάσες είναι ένζυμα του κύκλου των φωσφορικών πεντοζών. Απόδειξη για τη λειτουργία του κύκλου των φωσφορικών πεντοζών στους σπόρους που βλαστάνουν είναι η παρουσία των ενζύμων που συμμετέχουν σ' αυτόν. Τα περισσότερα από τα ένζυμα έχουν αποδειχθεί ότι είναι παρόντα στους σπόρους αυτούς. Ένα από αυτά είναι και η αφυδρογενάση, η οποία έχει αυξημένη δραστηριότητα στα αρχικά στάδια της βλάστησης των σπόρων, αλλά μειώνεται πάλι μετά από 24-30 ωρ.

Η μετατροπή των πεντοζών μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων της βλάστησης, δεδομένου ότι μπορεί να παρέχει NADPH το οποίο είναι απαραίτητο σε διάφορες συνθετικές διαδικασίες. Η παραγωγή NADPH γίνεται με την οξείδωση της γλυκόζης μέσω του δρόμου των φωσφορικών πεντοζών στο κυτοδιάλυμα. Οι NADP αφυδρογενάσες καταλύουν αντιδράσεις οι οποίες ευνοούν τον σχηματισμό του NADPH. Η συγκέντρωση NADPH στο κυτοδιάλυμα, χρησιμοποιείται για να ωθήσει ενδεργονικές συνθετικές αντιδράσεις. (Τρακατέλης Α. 1998). Σε πολλές περιπτώσεις, οι συνθήκες stress αυξάνουν το ποσοστό του κύκλου των φωσφορικών πεντοζών στο γενικό μεταβολισμό. Επομένως υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ της χρώσης των σπόρων και του κύκλου των φωσφορικών πεντοζών.

Έχει προταθεί επίσης ότι η λειτουργία της μετατροπής των φωσφορικών πεντοζών συνδέεται με τη διακοπή του λήθαργου αλλά κάτι τέτοιο, βάση πειραμάτων, δεν ισχύει. (Mayer A.M., Poljakoff-Mayber).

ΡΟΛΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η βλαστικότητα των σπόρων δεν είναι μόνο μια λειτουργία των συνθηκών αποθήκευσής τους. Ποικίλοι παράγοντες στους οποίους τα μητρικά φυτά εκτίθενται κατά τη διάρκεια του

σχηματισμού και της ωρίμανσης των σπόρων, μπορούν να έχουν επιπτώσεις στη βλαστικότητα των σπόρων. Τέτοιοι παράγοντες είναι η διαθεσιμότητα του νερού, η θερμοκρασία, τα θρεπτικά συστατικά και το φως. Ωστόσο αυτοί οι περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι δευτερεύοντες σε σχέση με το γενετικό έλεγχο της βλαστικότητας των σπόρων. Αποθήκευση των σπόρων σε συνθήκες που θα διατηρήσουν τη βλαστικότητά τους είναι πολύ σημαντικό στη αγροτική πρακτική.

Για να βλαστήσει ένας σπόρος πρέπει να τοποθετηθεί σε κατάλληλες συνθήκες. Σύμφωνα με τις συνθήκες, απαιτείται επαρκής παροχή νερού, κατάλληλη θερμοκρασία, και ένας συνδυασμός των αερίων της ατμόσφαιρας, όπως επίσης και φως για μερικά είδη σπόρων. Η απαίτηση για αυτές τις συνθήκες ποικίλλει, ανάλογα με το είδος και την ποικιλία και καθορίζεται και από τις συνθήκες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του σπόρου και ακόμα περισσότερο από τους κληρονομικούς παράγοντες. (Mayer A.M., Poljakoff-Mayber)

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Διαφορετικοί σπόροι έχουν διαφορετικό εύρος θερμοκρασιών μέσα στο οποίο βλασταίνουν. Στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες η βλάστηση όλων των σπόρων αποτρέπεται. Η ακριβής ευαισθησία είναι πολύ διαφορετική σύμφωνα με τα είδη. Μια άνοδος στη θερμοκρασία δεν προκαλεί απαραίτητως αύξηση του ποσοστού βλαστικότητας. Η βλάστηση επομένως δεν χαρακτηρίζεται από έναν απλό συντελεστή θερμοκρασίας. Αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό εάν ληφθεί υπόψιν ότι η βλάστηση είναι μια σύνθετη διαδικασία και μια αλλαγή στη θερμοκρασία έχει επιπτώσεις σε κάθε βήμα χωριστά, έτσι ώστε η επίδραση της θερμοκρασίας που παρατηρείται θα απεικονίσει μόνο τη γενική επακόλουθη επίδραση. Για τη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στη βλάστηση πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ της αντίστασης των ξηρών σπόρων στις διάφορες θερμοκρασίες και της επίδρασης της θερμοκρασίας στην πραγματική βλάστηση. Πολλοί ξηροί σπόροι είναι αρκετά ανθεκτικοί στις ακραίες θερμοκρασίες. Έχει αποδειχθεί ότι η βιωσιμότητα των σπόρων δεν επηρεάζεται με την τοποθέτησή τους στη θερμοκρασία του υγρού αέρα. Αυτή η ιδιότητα χρησιμοποιείται για τη μακροπρόθεσμη συντήρηση των σπόρων. Ακόμη και σε ενυδατωμένο περιβάλλον, οι σπόροι μπορούν να επιζήσουν των θερμοκρασιών από -12° έως -18°C εάν υποβάλλονται σε 'supercooling', δηλαδή σε χαμηλότερη θερμοκρασία ενώ αποτρέπεται ο σχηματισμός κρυστάλλου πάγου. Η ανοχή σε υψηλές θερμοκρασίες μέχρι και 90°C για παρατεταμένες χρονικές περιόδους είναι χαρακτηριστική σε πολλούς σπόρους όπως στο ραδίκι, στις κράμβες και την παπαρούνα. Σε άλλες όμως περιπτώσεις η ανοχή στη θερμοκρασία είναι χαμηλότερη. Επάνω από 90°C η βιωσιμότητα των σπόρων ελαττώνεται κατά πολύ. Πιθανώς υπάρχει κάποιος συσχετισμός μεταξύ των υλικών αποθήκευσης στο σπόρο και της αντίστασής τους στη θερμότητά τους. Αν και οι σπόροι μπορούν ακόμα να είναι βιώσιμοι μετά από επεξεργασία σε υψηλή θερμοκρασία, η επόμενη ανάπτυξη του σπορόφυτου συχνά επηρεάζεται αρνητικά

Στο εύρος των θερμοκρασιών μέσα στο οποίο ένας ορισμένος σπόρος βλαστάνει υπάρχει συνήθως μια βέλτιστη θερμοκρασία, κατωτέρω

και επάνω από την οποία η βλάστηση καθυστερείται αλλά δεν αποτρέπεται. Βέλτιστη θερμοκρασία είναι αυτή, στην οποία επιτυγχάνεται το υψηλότερο ποσοστό της βλάστησης σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα. Οι ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες για τη βλάστηση είναι οι υψηλότερες και χαμηλότερες θερμοκρασίες στις οποίες έχουμε ακόμα βλάστηση του σπόρου. Η μέγιστη θερμοκρασία, στην οποία εμφανίζεται η βλάστηση, μπορεί να είναι τόσο υψηλή όσο 48°C. (Mayer A.M., Poljakoff-Mayber)

Η ελάχιστη θερμοκρασία είναι συχνά λάθος καθορισμένη, επειδή η ορατή βλάστηση είναι αργή, έτσι ώστε τα πειράματα να ολοκληρώνονται συχνά προτού να μπορέσει στην πραγματικότητα να έχει εμφανιστεί η βλάστηση. Σε πολλές περιπτώσεις δηλώνεται ότι η βέλτιστη θερμοκρασία, για τον προσδιορισμό της βλαστικότητας των σπόρων, μετατοπίζεται με το μήκος της περιόδου βλάστησης. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο όρος "βέλτιστος" χρησιμοποιείται διαφορετικά και αναφέρεται στην πραγματικότητα, στη βέλτιστη θερμοκρασία, όταν παρατηρείται η βλάστηση μετά από κάποιο καθορισμένο, αυθαίρετο, χρονικό διάστημα. Εάν επιλεγεί κατόπιν ένα διαφορετικό χρονικό διάστημα μια διαφορετική θερμοκρασία μπορεί να είναι βέλτιστη σύμφωνα με αυτήν την χρήση του όρου. (Mayer A.M., Poljakoff-Mayber)

ΝΕΡΟ

Η πρώτη διαδικασία που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της βλάστησης είναι η απορρόφηση νερού από το σπόρο. Αυτή η λήψη οφείλεται στην ώσμωση. Ο βαθμός στον οποίο εμφανίζεται η ώσμωση καθορίζεται από τρεις παράγοντες, τη σύνθεση του σπόρου, τη διαπερατότητα του καλύμματος του σπόρου στο νερό και τη διαθεσιμότητα του νερού, στην υγρή ή αέρια μορφή του, στο περιβάλλον.

Η ώσμωση είναι μια φυσική διαδικασία που συσχετίζεται με τις ιδιότητες των κολλοειδών. Συσχετίζεται με τη βιωσιμότητα των σπόρων και εμφανίζεται στους ζωντανούς σπόρους αλλά και στους νεκρούς σπόρους, εξαιτίας της θερμότητας ή με μερικά άλλα μέσα. Η ωσμωτική πίεση που αναπτύσσεται από τους σπόρους μπορεί να φθάσει στις εκατοντάδες των ατμοσφαιρών και είναι μεγάλης σπουδαιότητας στο στάδιο της βλάστησης δεδομένου ότι μπορεί να οδηγήσει στο σπάσιμο του καλύμματος του σπόρου, επιτρέποντας κατά συνέπεια στο έμβρυο να εμφανιστεί, επίσης κάνει χώρο στο χώμα για το αναπτυσσόμενο σπορόφυτο. Το μέγεθος της ωσμωτικής πίεσης είναι επίσης μια ένδειξη του ύδατος που διατηρεί τη δύναμη του σπόρου και επομένως καθορίζει το ποσό του νερού που είναι διαθέσιμο για τη νέα υδάτωση των ιστών του σπόρου κατά τη διάρκεια της βλάστησης. Στους σπόρους εξετάζουμε την ώσμωση του νερού από τα υδρόφιλα κολλοειδή.

Στους σπόρους το κύριο συστατικό που απορροφά νερό είναι η πρωτεΐνη. Εντούτοις, και άλλα συστατικά διογκώνονται επίσης. Κολλοειδή των διάφορων ειδών συμβάλουν στη διόγκωση, όπως μέρος της κυτταρίνης και των πηκτικών ουσιών. Το άμυλο αφ' ετέρου δεν συμβάλει στη συνολική διόγκωση των σπόρων, ακόμα και όταν βρίσκεται σε μεγάλα ποσά. Το άμυλο διογκώνεται μόνο σε όξινο pH ή μετά από επεξεργασία σε υψηλές θερμοκρασίες, συνθήκες που δεν εμφανίζονται στη φύση. Οι πρωτεΐνες που είναι "ζωτικά-ιόντα" παρουσιάζουν ελάχιστη απορρόφηση στο

ισοηλεκτρικό σημείο τους, που αυξάνεται με το pH από κάθε πλευρά αυτού του σημείου. Η απορρόφηση εξαρτάται από τη θερμοκρασία και προχωρά γρηγορότερα σε υψηλές θερμοκρασίες. Εντούτοις, η επίδραση της θερμοκρασίας στην απορρόφηση είναι πιθανώς σύνθετη. Το ιξώδες του ύδατος μειώνεται με την αυξανόμενη θερμοκρασία και τις αυξήσεις της κινητικής ενέργειάς του. Η κινητική ενέργεια είναι άμεσα ανάλογη προς την απόλυτη θερμοκρασία, ενώ η μοριακή ταχύτητα ποικίλλει ως τετραγωνική ρίζα της απόλυτης θερμοκρασίας. Επομένως οποιαδήποτε επίδραση της θερμοκρασίας στη δομή του κολλοειδούς και των ενδοκυτταρικών διαστημάτων μπορεί να έχει επιπτώσεις στο ποσοστό της απορρόφησης. (Mayer A.M., Poljakoff-Mayber)

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ της δοκιμής τετραζολίου και τη standard μέθοδο. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι η δοκιμή τετραζολίου είναι αξιόπιστη μέθοδος για τη μέτρηση της βλαστικότητας των σπόρων μιας ποικιλίας, ιδιαίτερα σε σποροπαρτίδες με υψηλή βλαστικότητα, η συσχέτιση των αποτελεσμάτων του συμβατικού ελέγχου(βλαστητήριο) και αυτού με το τετραζόλιο είναι καλή, όμως στην περίπτωση χαμηλής βλαστικότητας ο έλεγχος τετραζολίου είναι μειωμένης αξιοπιστίας. Παρόλα αυτά είναι ένα ιδιαίτερο 'εργαλείο' για όσους θέλουν να έχουν άμεσα αποτελέσματα και αξιόπιστα αρκεί όμως να γίνει η κατάλληλη προετοιμασία και να δοθεί η απαραίτητη προσοχή που χρειάζεται τόσο κατά τη διάρκεια πριν τη χρώση όσο και κατά τη διάρκεια αυτής, όπως και κατά την αξιολόγηση των σπόρων.

Η δοκιμή τετραζολίου είναι ένα γρήγορο μέσο προσδιορισμού της ενδεχόμενης βλάστησης ενός δείγματος σπόρων και ιδιαίτερα χρήσιμη για την αξιολόγηση των κοιμώμενων σπόρων. Αρχή της δοκιμής είναι ότι όλοι οι ζωντανοί σπόροι περιέχουν ενεργά ένζυμα, τις αφυδρογονάσες που καταλύουν χημικές αντιδράσεις. Στην παρουσία αυτών των ενζύμων οφείλεται ο μετασχηματισμός του άχρωμου άλατος του τετραζολίου σε μια μη διάχυτη χρωστική ουσία.

Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων βασίζεται στην εμπειρία των αναλυτών που ερμηνεύουν αυτά. Με την εμπειρία μπορεί κανείς να διακρίνει τους ζωντανούς σπόρους από αυτούς οι οποίοι είναι νεκροί ή έχουν πολύ μικρή βλαστικότητα και ενδέχεται να μη φυτρώσουν, γενικά η διάκριση των σπόρων γίνεται μεταξύ των:

- Νεκρών ιστών και αυτών που έχουν κοπεί ή τραυματιστεί κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας.
- Σε αυτών που χρωματίζονται κανονικά και αυτών που είναι αδύνατοι να βλαστήσουν κανονικά. (Οι τελευταίοι χρωματίζονται με ένα βαθύ κόκκινο και έχουν πλαδαρή υφή)
- Και σε αυτούς με υψηλό σθένος ή χαμηλό.

Βασική προϋπόθεση, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, είναι η εμπειρία των αναλυτών, η σωστή επεξεργασία των σπόρων, η σωστή διεξαγωγή του πειράματος και ιδιαίτερα η ικανότητα για αξιολόγηση των σπόρων σωστά, διακρίνοντας τους σπόρους οι οποίοι είναι ζωντανοί, με υψηλή βλαστικότητα, από αυτούς που έχουν χαμηλή βλαστικότητα ή είναι νεκροί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γαλανοπούλου – Σενδουκά Σ., 2000. Ειδική Γεωργία // Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Τμήμα Γεωπονίας

Γαλανοπούλου – Σενδούκα Σ., // Βιομηχανικά Φυτά.

Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος « Βαμβάκι 2000».

Γούλας Χ., 2002 // Σποροπαραγωγή – Τεχνολογία Σπόρου. Βόλος

Διαμαντίδης Γ., 1990. // Εισαγωγή στη Βιοχημεία. Θεσσαλονίκη.

Κατερίνης Σ., 1999. // «Σταδία ανάπτυξης του βαμβακιού » .

Σφήκας, Α. Γ., 1988. // Ειδική Γεωργία , Βιομηχανικά φυτά . Θεσσαλονίκη

Τόλης, Ι. Δ., 1998. // «ΒΑΜΒΑΚΙ, Εχθροί, Ασθένειες, Ζιζάνια». Αθήνα

Τρακατέλης Α., 1998. // Βιοχημεία. Θεσσαλονίκη

Βουδούρης Κ., 2001. // Πτυχιακή διατριβή «Επίδραση της καλλιέργειας του Βαμβακιού σε στενές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς στα μορφολογικά χαρακτηριστικά.». Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας.

Mayer A.M., Poljakoff-Mayber A., // The Germination of Seeds. The Hebrew University of Jerusalem. Israel

Norbert L., Stefanie K., 2002. // The ISTA Tetrazolium Committee. Switzerland

Handbook on Tetrazolium Testing, 1985 // Switzerland

Schopmeyer, 1974, Lippitt, 1992 Stidham et al., 1980. // Xray-tetrazolium. (<http://www.sci.sdsu.edu>)

Accelerated Aging (AA) Test. Ohio State University Extension Staff Budget Resources. (<http://www.a.g.ohio-state.edu>)

Germination Testing and Seed Quality. (<http://www.ohioline.osu.edu>)

ISTA Tetrazolium Workshop., 2002 // The Tetrazolium Test : A Biochemical Test for Viability

(<http://www.seedtest.org/tezworkshop02.cfm>)

Annette M., 2002. // Example of Working from AOSA
Tetrazolium Handbook. German

(<http://www.seedtest.org/tezworkshop02.cfm>)

Norbert L., 2002. // Tetrazolium test for the evaluation of seed
viability. German

(<http://www.seedtest.org/tezworkshop02.cfm>)

NADH-TR “diaphrase” PROTOCOL (<http://www.neuro.wustl.edu>)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

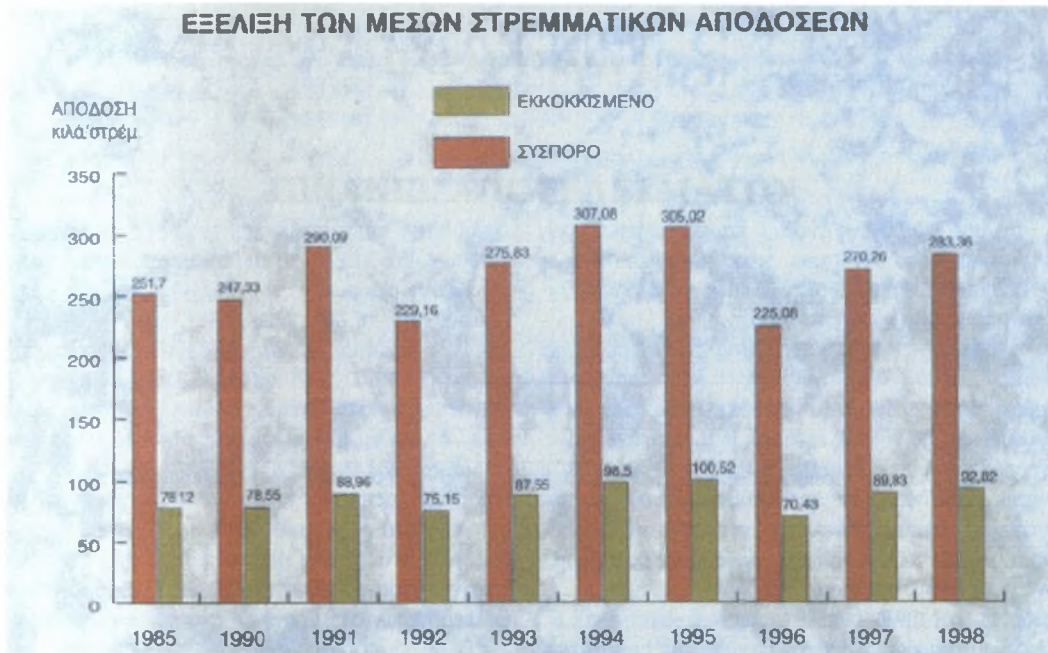
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

**ΠΙΝΑΚΑΣ Ι. ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΑΝΑ ΝΟΜΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ
ΤΟ 1998**

Νομός	Έκταση (στρ.)	Συγκομισμένη Παραγωγή (τον.)	Απόδοση (κιλά/στρ.)
ΛΑΡΙΣΑΣ	739.361	243.020	328,69
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	652.932	182.108	278,91
ΣΕΡΡΩΝ	390.726	108.000	276,41
ΒΟΙΩΤΙΑΣ	325.614	96.980	297,84
ΡΟΔΟΠΗΣ	307.551	62.000	201,59
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	257.590	85.500	331,92
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	183.151	52.500	286,65
ΕΒΡΟΥ	179.253	26.500	147,84
ΠΕΛΛΗΣ	172.513	58.500	339,10
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	149.553	48.000	320,96
ΗΜΑΘΙΑΣ	144.809	45.000	310,75
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	138.617	42.200	304,44
ΔΡΑΜΑΣ	111.703	24.000	214,86
ΚΙΑΚΙΣ	81.107	25.869	318,95
ΑΙΓΩΛΟΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	80.291	23.200	288,95
ΞΑΝΘΗΣ	75.428	12.000	159,09
ΠΙΠΕΡΙΑΣ	48.745	15.000	307,72
ΚΑΒΑΛΑΣ	36.642	7.200	196,50
ΗΛΕΙΑΣ	25.992	8.500	327,02
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	23.529	6.205	263,72
ΠΙΡΕΒΕΖΗΣ	14.189	2.322	163,65
ΕΥΒΟΙΑΣ	13.754	4.600	334,45
ΑΤΤΙΚΗΣ	11.198	1.550	138,42
ΑΡΤΑΣ	7.619	1.450	190,31
ΦΩΚΙΔΑΣ	774	214	276,49
ΛΕΣΒΟΥ(ΛΗΜΝΟΣ)	262	39	148,85
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	162	39	148,85
ΣΥΝΟΛΟ	4.173.065	1.182.453	283,36

(ΠΗΓΗ : Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος « Βαμβάκι 2000»)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



(ΠΗΓΗ : Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος «Βαμβάκι 2000»)

Παρακάτω δίνονται αναλυτικά ο αριθμός των σπόρων που χρωματίστηκε με τη δοκιμή τετραζολίου και οι σπόροι που βλάστησαν για την κάθε ποικιλία ξεχωριστά στο βλαστητήριο με τη συμβατική μέθοδο.

Δοκιμή τετραζολίου

1^ο πειραματικό μέρος

Πίνακας 1. Ποικιλία ΜΙΔΑΣ- με τη δοκιμή τετραζολίου.

ΤΡΙΒΛΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΩΑΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΠΟΡΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΒΑΦΩΝ ΣΠΟΡΩΝ
1 ^ο	1 ώρα	43	7
2 ^ο	2 ώρες	43	7
3 ^ο	2 ώρες	45	5

Πίνακας 2. Ποικιλία ΕΥΑ- με τη δοκιμή τετραζολίου.

ΤΡΙΒΛΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΩΑΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΠΟΡΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΒΑΦΩΝ ΣΠΟΡΩΝ
1 ^ο	1 ώρα	41	9
2 ^ο	2 ώρες	40	10
3 ^ο	2 ώρες	46	4

Πίνακας 3. Ποικιλία 5117 (ELMA)- με τη δοκιμή τετραζολίου.

ΤΡΙΒΛΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΩΑΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΠΟΡΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΒΑΦΩΝ ΣΠΟΡΩΝ
1 ^ο	1 ώρα	45	5
2 ^ο	2 ώρες	45	5
3 ^ο	2 ώρες	46	4

2^ο πειραματικό μέρος

Πίνακας 4. Ποικιλία 5117 (ELMA)

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΣΕ τετραζόλιο	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΩΑΣΗΣ	ΣΠΟΡΟΙ ΠΟΥ ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΗΚΑΝ	ΑΒΑΦΟΙ ΣΠΟΡΟΙ
1%	1 ώρα	26	4
0,50%	2 ώρες	28	2
0,50%	2 ώρες	26	4

Standar μέθοδος

1^ο πειραματικό μέρος

Πίνακας 5. Ποικιλία ΜΙΔΑΣ

ΤΡΙΒΛΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΠΟΥ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΠΟΥ ΔΕ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ
1 ^ο	41	9
2 ^ο	41	9
3 ^ο	46	4

Πίνακας 6. Ποικιλία ΕΥΑ

ΤΡΙΒΛΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΠΟΥ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΠΟΥ ΔΕ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ
1 ^ο	43	7
2 ^ο	44	6
3 ^ο	46	4

Πίνακας 7. Ποικιλία 5117(ELMA)

ΤΡΙΒΛΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΠΟΥ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΔΕ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ
1 ^ο	40	10
2 ^ο	44	6
3 ^ο	41	9

2^ο πειραματικό μέρος

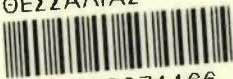
Πίνακας 8. Ποικιλία 5117(ELMA)

ΤΡΙΒΛΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΠΟΥ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΠΟΥ ΔΕ ΒΛΑΣΤΗΣΑΝ
1 ^ο	21	9
2 ^ο	23	7
3 ^ο	22	8





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074466