

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Μελέτη επίδρασης της ευρωστίας του σπόρου ποικιλιών βαμβακιού στην απόδοση και ποιότητα του σε σχέση με το στάδιο και το χρόνο συγκομιδής του παραγόμενου σπόρου ως μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας κάτω από διαφορετικές συνθήκες αγρού



Κωστούλα Σταυρούλα

ΒΟΛΟΣ 2017

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Μελέτη επίδρασης της ευρωστίας του σπόρου ποικιλιών βαμβακιού στην απόδοση και ποιότητα του σε σχέση με το στάδιο και το χρόνο συγκομιδής του παραγόμενου σπόρου ως μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας κάτω από διαφορετικές συνθήκες αγρού

Κωστούλα Σταυρούλα

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΧΑ ΑΒΡΑΑΜ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΧΑ ΑΒΡΑΑΜ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΔΗΜΗΡΚΟΥ ΑΝΘΟΥΛΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΠΑΥΛΗ ΟΥΡΑΝΙΑ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΧΑΧΑΛΗΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ, ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ Α΄

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διδακτορικής διατριβής αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους που συντέλεσαν ουσιαστικά σε αυτή την προσπάθεια.

Αρχικά, να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Αβραάμ Χα, Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την εμπιστοσύνη του όλα αυτά τα χρόνια.

Τον κύριο Αθανάσιο Μαυρομάτη, Επίκουρο Καθηγητή της Γεωπονικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης για την υποστήριξη, την ενθάρρυνση και τη συμπαράστασή του τόσο κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής καθώς και σε άλλες δύσκολες στιγμές.

Τον κύριο Νικόλαο Δαναλάτο, Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη βοήθεια και γνώση που μου πρόσφερε όσον αφορά τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και την ανάπτυξη του μοντέλου πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας και για τον πολύτιμο χρόνο που μου αφιέρωσε.

Τον κύριο Δημοσθένη Χάχαλη, Ερευνητή Α' του Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, για τις σημαντικές επισημάνσεις τόσο κατά τον πειραματικό σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη διόρθωση της διδακτορικής διατριβής.

Την κυρία Ανθούλα Δημήρκου, Καθηγήτρια της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και τον κύριο Δημήτριο Μπιλάλη, Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, ως μέλη της Επταμελούς Επιτροπής.

Επίσης, να ευχαριστήσω θερμά την κυρία Ουρανία Παυλή, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, της οποίας η βοήθεια ήταν καταλυτική στην προετοιμασία της παρουσίασης της διδακτορικής μου διατριβής.

Τέλος να ευχαριστήσω τους αφανείς ήρωες αυτής μου της προσπάθειας και πρώτον απ' όλους τον πατέρα μου, Δημήτρη, που με στήριξε και με βοήθησε από την αρχή μέχρι το τέλος. Αλλά και τους ανθρώπους που αφιέρωσαν το χρόνο τους στα παιδιά μου, για να έχω εγώ το χρόνο να ολοκληρώσω τις υποχρεώσεις μου, την κυρία Μίνα Πανάγου και την κυρία Ελένη Αργυρίου. Να ζητήσω συγγνώμη από τα παιδιά

μου και το σύζυγό μου, που τους στερήσα πολύτιμες οικογενειακές στιγμές. Όλος αυτός ο κόπος, ο χρόνος και φυσικά το αποτέλεσμα είναι αφιερωμένα στη μητέρα μου, που θα θεωρούσε την επίτευξη αυτού του στόχου ιδιαίτερα σημαντική.

Στη μητέρα μου

Περιεχόμενα

Περίληψη	11
Abstract	14
1. Γενικά στοιχεία	18
1.1 Η καλλιέργεια βαμβακιού παγκόσμια, στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα	18
1.2 Σποροπαραγωγή βαμβακιού	20
1.2.1 Στάδια σποροπαραγωγής	21
1.3 Σπόρος βαμβακιού	22
1.3.1 Ανατομία σπερμάτων	22
1.3.2 Φύτρωμα	23
1.3.3 Παράγοντες που επιδρούν στο φύτρωμα	24
1.4 Σπορά	26
1.5 Ανάπτυξη βαμβακιού	28
1.5.1 Ανάπτυξη και ωρίμανση καρυδιών και σπόρων	30
1.5.2 Επίδραση της θέσης και του χρόνου σχηματισμού των καρποφόρων οργάνων στην ποιότητα των σπόρων	31
1.6 Ποιότητα του σπόρου	35
1.6.1 Γενετική ταυτότητα	36
1.6.2 Φυσική ποιότητα	38
1.6.3 Φυσιολογικά χαρακτηριστικά ποιότητας	39
1.6.4 Υγεία του σπόρου	40
1.7 Βιωσιμότητα του σπόρου	41
1.8. Ευρωστία του σπόρου	42
1.8.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ευρωστία του σπόρου	43
1.8.2 Επίδραση της ευρωστίας του σπόρου στην απόδοση της καλλιέργειας	47
1.8.3 Έλεγχος της ευρωστίας του σπόρου	47
1.8.3.1 Χαρακτηριστικά των τεστ ευρωστίας	50
1.8.4 Τεστ ευρωστίας του σπόρου	50
1.8.4.1 Θερμό τεστ	51
1.8.4.2. Τεστ ανάπτυξης και αξιολόγησης των φυταρίων	52
Τεστ ταξινόμησης της ευρωστίας των φυταρίων	52
Ρυθμός βλάστησης	52
Ρυθμός ανάπτυξης φυταρίων	53
1.8.4.3. Τεστ καταπόνησης	54
Ψυχρό τεστ	54
Cool test	55

Επιταχυνόμενη γήρανση	57
Οσμωτικό στρες.....	58
1.8.4.4 Βιοχημικά τεστ	59
Τεστ τετραζολίου	60
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	60
Τεστ ελεύθερων λιπαρών οξέων.....	61
Αναπνοή	62
1.9 Σκοπός της Εργασίας.....	65
2. Υλικά και Μέθοδοι	67
2.1 Γενικά	67
2.2 Φυτικό υλικό	68
2.3 Καλλιεργητικά στοιχεία	70
2.4 Παρατηρήσεις	71
2.4.1 Φυτρωτική ικανότητα	71
2.4.2 Βλαστική – αναπαραγωγική ανάπτυξη.....	73
2.4.3 Συγκομιδή - Αποδόσεις	73
2.4.4 Αποχνόωση σπόρου	74
2.4.5 Τεστ βλαστικότητας	74
2.4.6 Cool test ή Texas Cool Test	75
2.5 Στατιστική Ανάλυση	75
3. Αποτελέσματα	77
3.1 Κλιματικά δεδομένα	77
3.2 Φυτρωτική ικανότητα	80
3.2.1 Εξέλιξη φυτρώματος	80
3.2.2 Επίδραση παραγόντων στη φυτρωτική ικανότητα	93
3.3 Μοντέλο Πρόβλεψης Φυτρωτικής Ικανότητας	106
Αρχική βλαστική ικανότητα – Φυτρωτική ικανότητα	106
Αρχική ευρωστία – Φυτρωτική ικανότητα.....	113
3.4 Χαρακτηριστικά ανάπτυξης	122
3.5 Παραγωγή	126
3.6 Βάρος 1000 σπόρων.....	131
3.7 Βλαστική ικανότητα παραγόμενου σπόρου – Τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας	136
3.8 Ευρωστία παραγόμενου σπόρου – Cool test	150
3.9 Επίδραση της εποχής σποράς, του χρόνου συγκομιδής και της θέσης συγκομιδής των καρυδιών.....	152

3.9.1 Βάρος 1000 σπόρων.....	152
3.9.2 Βλαστική ικανότητα παραγόμενου σπόρου – Τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας	155
3.9.3 Ευρωστία παραγόμενου σπόρου – Cool Test.....	161
3.10 Βιομάζα	167
4. Συζήτηση.....	173
4.1 Επίδραση του χρόνου σποράς	173
4.2 Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου	174
4.3 Επίδραση της ποικιλίας.....	175
4.4 Επίδραση του χρόνου συγκομιδής και της θέσης των καρυδιών στη βιωσιμότητα και την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου	176
4.5 Μοντέλο πρόβλεψης φυτρωτικής ικανότητας του σπόρου.....	178
4.5.1 Συσχέτιση αρχικής βλαστικότητας με φυτρωτική ικανότητα	179
4.5.2 Συσχέτιση αρχικής ευρωστίας με φυτρωτική ικανότητα	180
5. Συμπεράσματα	183
6. Βιβλιογραφία.....	187
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	201

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί αρχικά η επίδραση της ποιότητας του σπόρου και της εποχής σποράς στη φυτρωτική ικανότητα του βαμβακιού και να αναπτυχθεί τελικά, με βάση αυτά τα δεδομένα ένα μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας. Επιπλέον στόχο αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης του χρόνου συγκομιδής και της θέσης σχηματισμού των καρυδιών στην ποιότητα του παραγόμενου σπόρου. Αν και έχουν γίνει αρκετές έρευνες ως προς την αξιολόγηση της παραγωγής και της ποιότητας της ίνας σε σχέση με τη θέση σχηματισμού των καρυδιών, δεν υπάρχουν αντίστοιχα στοιχεία για την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου.

Η έρευνα βασίστηκε σε πειράματα αγρού που πραγματοποιήθηκαν στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο τα έτη 2012 και 2013. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν των υπό-υπό διαιρεμένων τεμαχίων (split-split plot) στο χώρο (in space). Οι κύριες επεμβάσεις αφορούσαν: 1) την εποχή σποράς, 2) την ποικιλία και 3) την ευρωστία του σπόρου. Συγκεκριμένα, για τον παράγοντα εποχή σποράς, είχαμε τρία επίπεδα ως ακολούθως: πρώιμη σπορά (03/04/2012 και 10/4/2013), κανονική σπορά (25/04/2012 και 28/4/2013) και όψιμη σπορά (14/05/2012 και 21/5/2013). Οι ποικιλίες βαμβακιού που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η Atlanta, η Babylon και η Lider. Οι σπόροι κάθε ποικιλίας είχαν τρία επίπεδα ευρωστίας: υψηλή (H), μέση (M) και χαμηλή (L). Η σπορά έγινε σε 4 γραμμές των 2 μέτρων και τοποθετήθηκαν 200 σπόρια σε κάθε γραμμή σε τρεις επαναλήψεις για το σύνολο των μεταχειρίσεων.

Ο έλεγχος της φυτρωτικής ικανότητας γινόταν κάθε 2 ημέρες και από τα δεδομένα υπολογίστηκαν το τελικό ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας, ο μέσος χρόνος φυτρώματος και ο ρυθμός φυτρώματος. Παράλληλα γινόταν καταμέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του εδάφους. Αφού ολοκληρώθηκε το φύτευμα πραγματοποιήθηκε αραίωση των φυτών ώστε σε κάθε plot να υπάρχει ο ίδιος αριθμός φυτών, 20 φυτά στο τρέχον μέτρο. Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών πραγματοποιήθηκε μια μέτρηση καταγραφής της βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Για τον προσδιορισμό των αποδόσεων του βαμβακιού επιλέχθηκαν οι δύο κεντρικές γραμμές κάθε πειραματικού τεμαχίου και η συλλογή έγινε με το χέρι.

Πραγματοποιήθηκαν δύο συγκομιδές ανά έτος (8/9/2012 – 16/10/2012 και 19/9/2013 – 17/10/2013, αντίστοιχα) και συγκομίστηκαν ξεχωριστά τα καρύδια της πρώτης και δεύτερης θέσης, για τον περαιτέρω έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου.

Στη συνέχεια έγινε εκκόκκιση του σύσπορου βαμβακιού και αποχνόωση του σπόρου. Όσον αφορά στον έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών του παραγόμενου σπόρου υπολογίστηκε το βάρος 1000 σπόρων και εφαρμόστηκαν το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας και το Cool test για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας και της ευρωστίας του σπόρου, αντίστοιχα.

Το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας προέκυψε από την όψιμη σπορά το 2012, ενώ το 2013 κατά την κανονική σπορά. Επίσης, η εποχή σποράς επηρέασε το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων. Στην πρώιμη σπορά παρατηρήθηκε καθυστέρηση στο φύτρωμα των σπόρων και μειωμένος ρυθμός φυτρώματος, εξαιτίας της επικράτησης χαμηλών θερμοκρασιών.

Η μεγαλύτερη παραγωγή προέκυψε από την κανονική σπορά το 2012, ενώ το 2013 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών εποχών σποράς.

Όσον αφορά στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου, όπως προέκυψε από την εφαρμογή του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας, οι μεγαλύτερες τιμές προέκυψαν από την κανονική σπορά και τα δύο πειραματικά έτη, ενώ η εποχή σποράς δεν επηρέασε την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου, όπως αυτή προέκυψε από την εφαρμογή του Cool test.

Η αρχική ευρωστία του σπόρου επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος. Οι σπόροι χαμηλής αρχικής ευρωστίας είχαν αντίστοιχα και τη μικρότερη φυτρωτική ικανότητα, μεγαλύτερο μέσο χρόνο φυτρώματος και μικρότερο ρυθμό φυτρώματος. Ωστόσο, δεν επηρέασε τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης των φυτών βαμβακιού και τα συστατικά της παραγωγής και τα δύο πειραματικά έτη καθώς και το βάρος, την βιωσιμότητα και την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου.

Όσον αφορά στο μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας προέκυψαν τέσσερις σχέσεις ως εξής:

1. Σχέση που βασίζεται στη θερμοκρασία του εδάφους και στην αρχική βλαστική ικανότητα (Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας)
2. Σχέση που βασίζεται στις θερμομονάδες της περιόδου φυτρώματος και στην αρχική βλαστική ικανότητα (Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας)
3. Σχέση που βασίζεται στη θερμοκρασία του εδάφους και στην αρχική ευρωστία των σπορομερίδων (Cool test)
4. Σχέση που βασίζεται στις θερμομονάδες της περιόδου φυτρώματος και στην αρχική ευρωστία των σπορομερίδων (Cool test)

Και στις τέσσερις περιπτώσεις βρέθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της πραγματικής και της προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας, γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία του μοντέλου σε κάθε περίπτωση.

Το μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας σε κάθε μια από τις περιπτώσεις αναφέρεται σε θερμοκρασία εδάφους, που κυμαίνεται μεταξύ 14°C και 21°C, σε 14 με 65 θερμομονάδες (DD₁₅) ανά εποχή σποράς - περίοδο φυτρώματος, με θερμοκρασία βάσης τους 15°C, και ελάχιστη βλαστική ικανότητα με βάση το Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας 73 % και το Cool test 32 %.

Ο χρόνος συγκομιδής και η θέση σχηματισμού των καρυδιών επηρέασαν τη βιωσιμότητα και την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου. Οι σπόροι που προήλθαν από την πρώτη συγκομιδή και από τα καρύδια της πρώτης θέσης είχαν μεγαλύτερο βάρος και μεγαλύτερα ποσοστά βλαστικής ικανότητας, σε σχέση με τη δεύτερη συγκομιδή και τη δεύτερη θέση, τόσο κατά την εφαρμογή του Τυποποιημένου Τεστ Βλαστικότητας όσο και κατά την εφαρμογή του Cool test.

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of seed quality and sowing date on the field emergence of cotton seeds and the development of a prediction model of field emergence, based on these data. A further objective was to investigate the effect of harvest time and boll position formation on the quality of the produced seed. Although there have been several studies on the evaluation of fiber production and quality in relation to the boll position on the sympodial branches, there are very few references on the quality of the cottonseed.

The research based on field experiments, which carried out at the Farm of University of Thessaly, in Velestino during the years 2012 and 2013. The experimental layout was split split plot in space. The main factors concerned to 1) sowing period, 2) cultivar and 3) seed vigour. Specifically, for the sowing period factor there were three sowing dates for each year as follows: early sowing (03/04/2012 and 10/4/2013), normal sowing (25/04/2012 and 28/4/2013) and late sowing (14/05/2012 and 21/5/2013). The cotton cultivars were Atlanta, Babylon and Lider. Seeds had three vigour levels for each cultivar: high (H), medium (M) and low (L). Each plot consisted of four rows, of 2m length, with a distance of 1m apart. 200 seeds were placed in each line with three replicates for all treatments.

Seedling emergence in each plot was counted at two day intervals and final percentage of seedling emergence, mean emergence time and rate of emergence were calculated. During field emergence, soil temperature and humidity were also estimated. After emergence plants were adjusted to equal number of plants in each row (20 plants per meter). One measurement of vegetative and reproductive growth was carried out during plant development. Two harvests per year (8/9/2012 - 16/10/2012 and 19/9/2013 - 17/10/2013, respectively) were carried out and bolls from first and second position were picked separately for further evaluation of seed quality.

Seedcotton was then ginned and delinted. For the evaluation of seed quality the weight of 1000 seeds were calculated and the Standard Germination Test and Cool test were used to determine viability and seed vigour, respectively.

Higher field emergence derived from the late sowing period in 2012, and in 2013 from the normal sowing period. Also, the sowing date effected mean emergence time and rate of emergence of the seeds. At the early sowing period observed a delay in field emergence and reduced rate of emergence due the prevalence of low temperatures.

Higher yield derived from normal sowing period in 2012, whereas in 2013 there were no statistical significant differences between sowing periods.

As concerned to germination ability of produced seeds, as derived from the application of Standard Germination Test, the highest values resulted from normal sowing in both experimental years, while the sowing season did not affect the vigour of the seed produced, from the application of cool test.

The initial vigour of the seeds effected field emergence, mean emergence time and rate of emergence. Seeds with low initial vigour had respectively lower field emergence, higher mean emergence time and reduced rate of emergence. However, it did not affect growth characteristics of cotton plants and the components of yield in both experimental years, as well as seed weight, viability and vigour of produced seeds.

Regarding the prediction model of field emergence, there derived four equations based on:

1. Soil temperature and initial germination ability (Standard Germination Test).
2. Heat units during emergence period and initial germination ability (Standard Germination Test).
3. Soil temperature and initial vigour of seedlots (Cool test).
4. Heat units during emergence period and initial vigour of seedlots (Cool test).

In all cases there was a strong linear correlation between real and predicted field emergence, which enhances the reliability of the model in any case.

The prediction model of field emergence in each case refers to soil temperature, ranging between 14 °C and 21 °C, in 14 to 65 heat-units (DD_{15}) per sowing season with a base temperature of 15 °C and minimum germination ability based either on the Standard Germination Test or the Cool test 73% and 32%, respectively.

Time of harvest and the position of bolls effected the viability and vigour of produced seeds. Seeds obtained from the first harvest/picking and from the bolls of

first position had higher weight and higher germination ability than the second harvest and the second position, both in the application of the Standard Germination Test and the Cool test.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

1. Γενικά στοιχεία

1.1 Η καλλιέργεια βαμβακιού παγκόσμια, στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα

Το βαμβάκι είναι ένα από τα σημαντικότερα βιομηχανικά φυτά και καλλιεργείται παγκοσμίως για την παραγωγή ινών για την χρήση στην υφαντουργία.

Την καλλιεργητική περίοδο 2014-2015 καλλιεργήθηκαν στην Ελλάδα περίπου 2.761.937 στρέμματα και παρήχθησαν 820.275 τόνοι σύσπορου βαμβακιού, σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής. Η παγκόσμια κατανομή των σημαντικότερων χωρών παραγωγής σύσπορου βαμβακιού φαίνεται στον Πίνακα 1. Σε παγκόσμιο επίπεδο η Ελλάδα κατέλαβε σε παραγωγή σύσπορου βαμβακιού την 12^η θέση το έτος 2014.

Πίνακας 1. Παγκόσμια παραγωγή σύσπορου βαμβακιού και παγκόσμια κατάταξη των σημαντικότερων χωρών παραγωγής βαμβακιού για το έτος 2014.

Α/Α	Χώρα	Παραγωγή (τόνοι)
	Παγκόσμια	79069252
1	Ινδία	20876647
2	Κίνα	18534950
3	Ηνωμένες Πολιτείες	9791640
4	Πακιστάν	6817178
5	Βραζιλία	4236763
6	Ουζμπεκιστάν	3400200
7	Τουρκία	2350000
8	Αυστραλία	2136700
9	Αργεντινή	1019653
10	Μπουρκίνα Φάσο	894982
11	Μεξικό	861531
12	Ελλάδα	810490
13	Συρία	623390

(Πηγή: FAO, 2015)

Η Ε.Ε. διαδραματίζει μικρό ρόλο στη διεθνή σκηνή, συμβάλλοντας μόνο κατά περίπου 1,5% στη συνολική παγκόσμια παραγωγή. Η ευρωπαϊκή παραγωγή βαμβακιού στηρίζεται κατά κύριο λόγο στην παραγωγή δύο χωρών, της Ελλάδας και της Ισπανίας. Παρά το γεγονός ότι η καλλιέργεια του βαμβακιού αποτελεί μόνο το 0,5% του συνόλου της γεωργικής παραγωγής στην Ε.Ε., ήταν και παραμένει μια

σημαντική καλλιέργεια για την Ελλάδα. Συμβάλλει κατά 80% περίπου στη συνολική Ευρωπαϊκή παραγωγή και αντιπροσωπεύει λίγο περισσότερο από το 8% της συνολικής γεωργικής παραγωγής της χώρας μας (USDA, 2015).

Οι κυριότερες περιοχές παραγωγής βαμβακιού στην Ελλάδα είναι η Θεσσαλία, η Μακεδονία, η Θράκη και η Στερεά Ελλάδα. Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις και η παραγωγή για το έτος 2014, από τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής.

Πίνακας 2. Καλλιεργούμενη έκταση βαμβακιού (στρέμματα) και παραγωγή σύσπορου βαμβακιού (τόνοι) στην Ελλάδα και ανά Περιφέρεια το έτος 2014.

Περιφέρειες	Έκταση (στρ)	Παραγωγή (τόνοι)
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	627.829	136.374
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	657.412	173.130
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	156	8
Περιφέρεια Ηπείρου	656	201
Περιφέρεια Θεσσαλίας	1.014.346	359.807
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	386.536	126.303
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	65.002	23.253
Περιφέρεια Αττικής	10.000	1.200
Σύνολο Ελλάδας	2.761.937	820.275

(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2015)

1.2 Σποροπαραγωγή βαμβακιού

Το βαμβάκι είναι αρχικά γνωστό και καλλιεργείται παγκοσμίως για την ίνα, παρόλα αυτά και ο σπόρος έχει σημαντική οικονομική αξία. Ο σπόρος αποτελεί το βασικότερο γεωργικό εφόδιο του παραγωγού κι η εγχώρια παραγωγή σπόρων έχει τεράστια σημασία για την αγροτική οικονομία, αφού μεταξύ άλλων εξασφαλίζει πρόσθετο γεωργικό εισόδημα στον παραγωγό, αποτρέπει τη διαρροή πολύτιμου συναλλάγματος, δημιουργεί θέσεις εργασίας ενώ μειώνει και το βαθμό εξάρτησης της χώρας από άλλες χώρες. Σκοπός της σποροπαραγωγής είναι ο διαρκής πολλαπλασιασμός του σπόρου, η διατήρηση της ποικιλιακής και γενετικής

καθαρότητας και η διάδοση και διακίνηση του σπόρου στους παραγωγούς (Ευθυμιάδης, 2009).

Μέχρι και το 1990, οι ανάγκες της χώρας σε βαμβακόσπορο, καλύπτονταν κατά 90% με πιστοποιημένο ελληνικό σπόρο ο οποίος παραγόταν στην Ελλάδα, αρχικά από τον Οργανισμό Βάμβακος και έπειτα από την ΚΥΔΕΠ. Πέντε χρόνια αργότερα, οι ανάγκες για σπόρο βαμβακιού καλύπτονταν κατά 50% από τη συνεταιριστική οργάνωση του ΚΕΣΠΥ. (Ευθυμιάδης, 2009). Σήμερα το ποσοστό συμμετοχής του σπόρου των ελληνικών ποικιλιών βαμβακιού στην ελληνική βαμβακοκαλλιέργεια δεν ξεπερνά το 10-15%, το υπόλοιπο ποσοστό καλύπτεται με σπόρο ξένων ποικιλιών, ο οποίος παράγεται στη χώρα μας από ιδιωτικές σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις ή εισάγεται κατευθείαν από το εξωτερικό.

Ο βαμβακόσπορος αντιπροσωπεύει κατά μέσο όρο τα 2/3 της συνολικής παραγωγής σύσπορου βαμβακιού. Κάθε χρόνο παράγονται παγκοσμίως 38-40.000.000 τόνοι βαμβακόσπορου, εκ των οποίων μόνο το 2,3% χρησιμοποιείται για σπορά (Rahman *et al.*, 2007). Το 2014 καλλιεργήθηκαν στην Ελλάδα 26.520 στρέμματα για την σποροπαραγωγή σπόρου βαμβακιού και η πιστοποιημένη ποσότητα που προέκυψε τελικά ήταν 5.138 τόνοι (ΥΠΑΑΤ, 2015, USDA, 2015).

1.2.1 Στάδια σποροπαραγωγής

Με την ολοκλήρωση κάθε βελτιωτικού προγράμματος παράγεται μια μικρή ποσότητα βελτιωμένου σπόρου, που θα πρέπει να αναπαραχθεί για την κάλυψη των αναγκών σποράς της ποικιλίας σε εκτεταμένες εκτάσεις. Η διαδικασία αυτή απαιτεί διαδοχική καλλιέργεια επί σειρά ετών.

Οι βασικές κατηγορίες σπόρων ανάλογα με το στάδιο πολλαπλασιασμού είναι οι ακόλουθες:

1. Σπόρος βελτιωτή (Breeder's seed). Ο σπόρος του βελτιωτή παράγεται κάθε χρόνο με την ευθύνη του δημιουργού ή διατηρητή της ποικιλίας σε μια μικρή συνήθως έκταση. Μετά τη δημιουργία και την εγγραφή της ποικιλίας στον Εθνικό κατάλογο ξεκινά η διαδικασία πολλαπλασιασμού του σπόρου. Κάθε καλλιεργητική περίοδο ο δημιουργός ή διατηρητής παράγει μια μικρή ποσότητα σπόρου, που ονομάζεται σπόρος βελτιωτή. Κατά τη σπορά σπέρνονται σε ξεχωριστές γραμμές οι σπόροι κάθε

φυτού και το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο ονομάζεται πυρήνας. Στη συνέχεια εφαρμόζονται όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες, για να παραχθεί η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα σπόρου. Μετά την πλήρη διαφοροποίηση των φυτών και αφού γίνουν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι, απορρίπτονται και καταστρέφονται όλα τα φυτά σε κάθε γραμμή τα οποία αποκλίνουν από τον πραγματικό φαινότυπο. Στον πυρήνα διαλέγεται ένας αριθμός καλύτερων γραμμών, οι οποίες συγκομίζονται η κάθε μία χωριστά, για να αποτελέσουν το υλικό με το οποίο θα σπαρθεί την επόμενη χρονιά ξανά ο πυρήνας, ενώ οι σπόροι όλων των υπόλοιπων φυτών, ύστερα από ανάμιξη, αποτελούν το σπόρο του βελτιωτή. Στις περιπτώσεις φυτικών ειδών με σχετικά υψηλό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης, τα άνθη απομονώνονται με σακουλάκια για την αποτροπή ανεπιθύμητων σταυρογονιμοποιήσεων (Ευθυμιάδης, 2009).

2. Βασικός σπόρος (Foundation seed). Ο βασικός σπόρος παράγεται από τον πολλαπλασιασμό του σπόρου του βελτιωτή ή του προβασικού σπόρου. Σ' όσες περιπτώσεις η ποσότητα του βασικού σπόρου που παράγεται, από τον πολλαπλασιασμό του σπόρου βελτιωτή είναι μικρή, χαρακτηρίζεται ως προβασικός σπόρος, από τον πολλαπλασιασμό του οποίου στη συνέχεια να προκύψει μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου, ο βασικός σπόρος.

3. Πιστοποιημένος σπόρος Α' αναπαραγωγής (Registered seed). Ο σπόρος αυτός προέρχεται από το πολλαπλασιασμό του βασικού σπόρου σε μεγαλύτερες εκτάσεις και αναλαμβάνεται συνήθως από σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις.

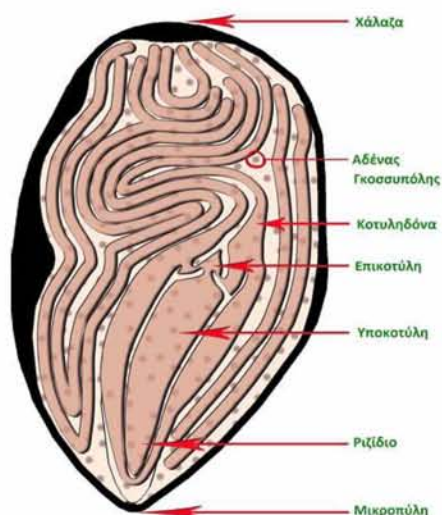
4. Πιστοποιημένος σπόρος Β' αναπαραγωγής (Certified seed). Ο σπόρος αυτός προέρχεται από τον πολλαπλασιασμό του σπόρου Α' αναπαραγωγής και διατίθεται για καλλιέργεια.

1.3 Σπόρος βαμβακιού

1.3.1 Ανατομία σπερμάτων

Ο ώριμος σπόρος βαμβακιού έχει απιδοειδές σχήμα και το φαρδύ μέρος ονομάζεται χάλαζα ενώ το στενότερο μικροπύλη. Η χάλαζα είναι η κύρια περιοχή απορρόφησης του νερού και του οξυγόνου κατά τη διάρκεια του φυτρώματος. Μέσα από τη μικροπύλη εμφανίζεται η άκρη του ριζιδίου. Ο σπόρος περιβάλλεται από το

περισπέρμιο, το οποίο περιέχει ελάχιστα υπολείμματα του ενδοσπερμίου. Στο εσωτερικό του εμβρύου παρατηρούνται δύο μεγάλες αναδιπλωμένες κοτυληδόνες, όπου συγκεντρώνονται αποθησαυριστικές ουσίες για τη θρέψη του νεαρού σπορόφυτου, το ριζίδιο και το βλαστίδιο. Στην επιφάνεια των κοτυληδόνων υπάρχουν διάσπαρτοι ελαιούχοι αδένες και αδένες γκοσσυπόλης, που περιέχουν μια χρωστική φαινολικής προέλευσης (Παπακώστα, 2002; Ritchie *et al.*, 2007).



Εικόνα 1. Ανατομία σπέρματος βαμβακιού (Ritchie *et al.*, 2007).

1.3.2 Φύτρωμα

Το φύτρωμα του σπόρου ξεκινά με την απορρόφηση νερού και οξυγόνου μέσω της χάλαζας. Τα κύτταρα του περισπερμίου διογκώνονται και απομακρύνεται η καλύπτρα. Στη συνέχεια προβάλλει το ριζίδιο μέσα από τη μικροπύλη, γυρίζει προς τα κάτω και εισχωρεί κατακόρυφα στο έδαφος παρέχοντας την κύρια ρίζα. Με γρήγορο ρυθμό αυξάνει και το βλαστίδιο. Το υποκοτύλιο επιμηκύνεται από το ριζίδιο, σχηματίζοντας ένα άγκιστρο με την κορυφή του οποίου σπρώχνει το έδαφος και εμφανίζεται στην επιφάνεια. Έπειτα οι κοτυληδόνες και το αρχέφυτρο προβάλλουν στην επιφάνεια του εδάφους. Η διάρκεια του φυτρώματος διαρκεί 4-14 ημέρες μετά τη σπορά (Ritchie *et al.*, 2007).



Εικόνα 2. Βλάστηση σπόρου βαμβακιού και αρχική ανάπτυξη φυταρίου (Ritchie *et al.*, 2007).

Φυσιολογικά καθώς αρχίζει η βλάστηση ξεκινά η κινητοποίηση πολλών μεταβολικών διαδικασιών. Οι λειτουργικές αυτές διαδικασίες περιλαμβάνουν την ενυδάτωση των σπερμάτων, την αύξηση της αναπνοής, την ενεργοποίηση ενζύμων, την αύξηση των νουκλεϊκών οξέων, την αποικοδόμηση αποταμιευμένων θρεπτικών ουσιών και τη μεταφορά των αποικοδομημένων προϊόντων στο έμβρυο, όπου συντίθενται κυτταρικά συστατικά και τέλος την αύξηση της κυτταρικής διαίρεσης και την επιμήκυνση (Καράταγλης, 1995).

1.3.3 Παράγοντες που επιδρούν στο φύτευμα

Οι παράγοντες που επιδρούν στο φύτευμα του σπόρου βαμβακιού είναι η θερμοκρασία, η υγρασία και το οξυγόνο.

Θερμοκρασία

Το βαμβάκι, εξαιτίας της καταγωγής του, φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών, απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες στο μεγαλύτερο μέρος της καλλιεργητικής περιόδου. Το θερμοκρασιακό εύρος για φύτευμα είναι 15-35 °C. Ιδανικές θεωρούνται οι θερμοκρασίες μεταξύ 20 και 30 °C (Παπακώστα, 2002; Medeiros *et al.*, 2006), όπου η ταχύτητα φυτρώματος διπλασιάζεται σε σχέση με τους 15 °C (Παπακώστα, 2002). Χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους (15°C και χαμηλότερες) κατά τη διάρκεια της σποράς και του φυτρώματος καθυστερούν την έκπτυξη του φυταρίου (Ritchie *et al.*, 2004). Επίσης, οι Pereira *et al.* (2005) δεν παρατήρησαν βλάστηση στους 14 °C. Πολύ

χαμηλές θερμοκρασίες την περίοδο του φυτρώματος μπορεί να είναι επιζήμιες για τα νεαρά φυτά. Ο Christiansen (1963) αναφέρει ότι χαμηλές θερμοκρασίες (5-10°C), όταν διαδέχονται περίοδο ζέστης που συντελεί στο να αρχίσει το φύτευμα, αποδείχθηκαν πιο επιζήμιες παρά όταν οι χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται αμέσως μετά τη σπορά.

Υγρασία

Η διαδικασία του φυτρώματος ξεκινά με την απορρόφηση υγρασίας από το σπόρο, οπότε ξεκινούν και οι διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές διεργασίες. Το νερό απαιτείται για να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία του εμβρύου σε ποσοστό 80-90% (Ευθυμιάδης, 2009). Η ποσότητα του νερού που απορροφάται από τα διάφορα είδη σπόρων δεν είναι η ίδια. Οι πλήρως ενυδατωμένοι σπόροι μπορούν να βλαστήσουν σε έδαφος, όπου η περιεκτικότητα σε υγρασία προσεγγίζει ή είναι χαμηλότερη από το σημείο μάρανσης των αντίστοιχων καλλιεργούμενων φυτών σε αυτό το έδαφος (McDonough, 1975; Bradford, 1995). Οι τιμές -1,52, -0,7, -1,2, -0,6, -0,35 MP έχουν αναφερθεί για το σόργο, το βαμβάκι, ρεβίθι, μπιζέλι και τριφύλλι αντίστοιχα, από τους Hadas (1970), Hadas and Stibbe (1973), και Hadas and Russo (1974).

Ο σπόρος μπορεί να διατηρηθεί αμετάβλητος στο έδαφος εάν δεν υπάρχει η απαιτούμενη υγρασία. Η υπερβολική υγρασία περιορίζει τον αερισμό, μειώνει τη θερμοκρασία του εδάφους και σε συνδυασμό με χαμηλές θερμοκρασίες ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών προκαλώντας τη σήψη του σπόρου και των νεαρών φυταρίων.

Επιπλέον, η υπερβολική υγρασία όταν προέρχεται από επανειλημμένες δυνατές βροχοπτώσεις ή από πότισμα με μεγάλη ποσότητα νερού συμβάλλει στο σχηματισμό κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους. Η έξοδος των κοτυληδόνων δυσκολεύεται και η υποκοτύλη πρέπει να ασκήσει μεγαλύτερη πίεση για να σπάσει την κρούστα (Παπακώστα, 2002).

Οξυγόνο

Το οξυγόνο απαιτείται για την αναπνοή, η οποία συνοδεύει την επαναδραστηριοποίηση του εμβρύου (Ευθυμιάδης, 2009). Το φύτευμα και η

ανάπτυξη των φυτών απαιτούν οξυγόνο σε ατμοσφαιρικά επίπεδα. Η διάχυση του οξυγόνου μπορεί να περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό στην περίπτωση που το φύτευμα καθυστερεί, επειδή ο ρυθμός διάχυσης του περιορίζεται λόγω της διαλυτότητας του στο νερό. Επιπλέον, το οξυγόνο χρησιμοποιείται συχνά στο περίβλημα των σπόρων και στο ενδοσπέρμιο σε αναερόβιες αντιδράσεις. Αυτό πρακτικά ισχύει για τους σπόρους που φυτρώνουν στο νερό. Σε αντίθεση, η επώαση σε αναερόβιες συνθήκες καθυστερεί την επαγωγή του δευτερογενούς λήθαργου σε αρκετά είδη. Η απόκριση στο οξυγόνο είναι εξαιρετικά μεταβλητή, όπως είναι και η διαθεσιμότητα του οξυγόνου, η οποία μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τον τύπο του εδάφους, τη συγκέντρωση του νερού και το βάθος της σποράς (Bewley *et al.*, 2013).

Επίσης, ο σπόρος του βαμβακιού έχει υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι σε σχέση με τα όσπρια που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και τα δημητριακά σε υδατάνθρακες. Το λάδι παρέχει περισσότερη ενέργεια ανά γραμμάριο, ωστόσο απαιτείται περισσότερο οξυγόνο από τα σπορόφυτα για να χρησιμοποιήσουν την αποθηκευμένη ενέργεια. Επομένως, το φύτευμα του βαμβακιού είναι περισσότερο ευαίσθητο στην απουσία οξυγόνου (Hake *et al.*, 1996).

Οι φυτικοί ιστοί των σπόρων βαμβακιού χάνουν τη λειτουργικότητά τους σε αναερόβιες συνθήκες και δεν μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Απαιτείται να έρθουν σε επαφή με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο για την κανονική αναπνοή και την ανάπτυξη και επηρεάζονται αρνητικά από την παρατεταμένη βύθιση στο νερό (Coble and Bowen, 1970).

1.4 Σπορά

Η Ελλάδα βρίσκεται στην οριακή ζώνη καλλιέργειας του βαμβακιού και για το λόγο αυτό υπάρχουν δύο περιοριστικοί παράγοντες στην επιτυχία της καλλιέργειας, ο μεγάλος βιολογικός κύκλος του φυτού και η περιορισμένη βλαστική περίοδος, λόγω κλίματος (Παπακώστα, 2002). Η ημερομηνία σποράς αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες διαχείρισης της καλλιέργειας, που σχετίζεται με την υψηλή παραγωγή και την ποιότητα του βαμβακιού (Dong *et al.*, 2006). Η επιλογή της κατάλληλης εποχής σποράς έχει σημαντική και άμεση επίδραση στην επιτυχή

εγκατάσταση της καλλιέργειας, την ανάπτυξη των φυτών, την ωρίμανση και την παραγωγή (Ali *et al.*, 2009). Το πρώιμο, γρήγορο, ομοιόμορφο φύτρωμα και η εξασφάλιση ευνοϊκών συνθηκών κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των νεαρών φυτών συμβάλλουν στην επιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας (Παπακώστα, 2002). Η κατάλληλη ημερομηνία σποράς του βαμβακιού καθορίζεται από τις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής και κυρίως από τη θερμοκρασία και την εδαφική υγρασία.

Η θερμοκρασία τις πρώτες 5 με 10 ημέρες από τη σπορά επηρεάζει την υγεία και την ανάπτυξη των φυτών βαμβακιού. Θερμοκρασίες εδάφους χαμηλότερες από 10° C στη ζώνη των σπόρων μπορεί να προκαλέσουν παγετό (Edmisten *et al.*, 2017). Η σπορά σε περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών μπορεί να οδηγήσει στην καθυστέρηση της παραγωγής σε σχέση με την όψιμη σπορά είτε λόγω του ότι η ανάπτυξη του βαμβακιού σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι αργή και η καλλιέργεια είναι περισσότερο επιρρεπής σε προσβολές εντόμων είτε λόγω της καθυστέρησης της εμφάνισης του πρώτου συμποδιακού αναπαραγωγικού βλαστού, ο οποίος παρατηρείται στα 2 πραγματικά φύλλα, με αποτέλεσμα την καθυστέρηση της τελικής ωρίμανσης (Edmisten *et al.*, 2017). Κατά την σπορά η θερμοκρασία του εδάφους θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από 15 – 18 °C σε βάθος 7,6 cm στις 10 π.μ. για επιτυχές φύτρωμα (Edmisten, 2007; Faircloth, 2007), ενώ η θερμοκρασία του αέρα θα πρέπει να είναι 18-20 °C για την περίοδο μετά τη σπορά (Παπακώστα, 2002). Συνήθως η σπορά αναβάλλεται όταν αναμένονται θερμοκρασίες χαμηλότερες από 10°C τις επόμενες 5 ημέρες από τη σπορά, γιατί η ανάπτυξη των φυταρίων σ' αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες καθυστερεί (Christiansen and Thomas, 1969; Pettigrew, 2002).

Υπάρχουν δύο περίοδοι κατά την ανάδυση των φυταρίων που είναι ευαίσθητες. Πρώτον, ο σπόρος του βαμβακιού είναι ευαίσθητος σε θερμοκρασίες κάτω από 10 °C όταν απορροφά υγρασία και ξεκινά το φύτρωμα. Ο σπόρος μπορεί να νεκρωθεί αν η θερμοκρασία κατέβει στους 5 °C. Η δεύτερη περίοδος ευαισθησίας είναι συνήθως 2 ημέρες μετά τη σπορά και μπορεί να συμβεί κατά την ανάπτυξη των νεαρών φυταρίων. Θερμοκρασίες χαμηλότερες από 10 °C μπορεί να καταστρέψει τα σπορόφυτα και να προκαλέσει καθυστέρηση στην ανάπτυξη.

Κατάλληλη ημερομηνία σποράς θεωρείται η πρωιμότερη δυνατή σπορά εφόσον εξασφαλίζει επιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας χωρίς τον κίνδυνο τραυματισμού

ή καταστροφής των σπορόφυτων λόγω παγετού. Τόσο οι θερμοκρασίες που ακολουθούν τη σπορά όσο και η ποιότητα του σπόρου επηρεάζουν το ποσοστό φυτρώματος του σπόρου (Kerby *et al.*, 1987, 1989). Με την πρώιμη σπορά παρατηρείται νωρίτερα μεγαλύτερο ποσοστό άνθισης και καρποφορίας. Επιτυγχάνεται πρώιμη μηχανική συγκομιδή χωρίς απώλειες στην παραγωγή. Τα καρύδια αναπτύσσονται πριν την περίοδο εμφάνισης εντόμων, που ζημιώνουν την παραγωγή. Επίσης, κατά την πρώιμη σπορά αξιοποιούνται σε μεγαλύτερο βαθμό η λίπανση και το νερό της άρδευσης. Ωστόσο, η πολύ πρώιμη σπορά μπορεί να οδηγήσει σε παράταση του χρόνου φυτρώματος με αποτέλεσμα το μη επαρκές φύτρωμα, την ανομοιομορφία φυτρώματος, τη σήψη σπόρων και βλαστιδίων και στην περίπτωση παγετού την καταστροφή των φυταρίων (Παπακώστα, 2002).

Η όψιμη σπορά συνήθως οδηγεί σε μείωση της παραγωγής και υποβαθμίζει την ποιότητα της ίνας (Bauer *et al.*, 2000; Bange and Milory, 2004; Davidonis *et al.*, 2006). Οι αλλαγές στην παραγωγή και την ποιότητα της ίνας οφείλονται στις μη ευνοϊκές καιρικές συνθήκες κατά την όψιμη σπορά (Gormus and Yucel, 2002).

1.5 Ανάπτυξη βαμβακιού

Το φυτό του βαμβακιού έχεις ίσως την πιο πολύπλοκη δομή ανάπτυξης σε σχέση με τα άλλα φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Ωστόσο, η ανάπτυξη του φυτού είναι αρκετά προβλέψιμη σε επιθυμητές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας (Πίνακας 3). Αρχικά, αναπτύσσονται η φυλλική επιφάνεια και οι βλαστικές δομές, που θα συμβάλλουν στην μελλοντική αναπαραγωγική ανάπτυξη.

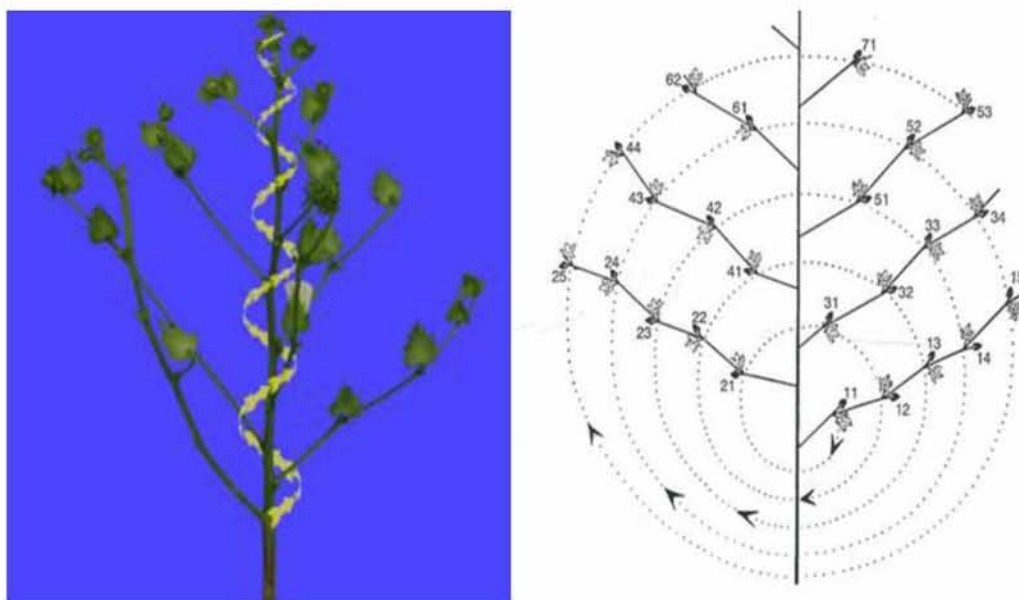
Πίνακας 3. Διάρκεια των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης του βαμβακιού σε ημέρες από τη σπορά και οι αντίστοιχες θερμομονάδες με βασική θερμοκρασία τους 15°C.

Στάδιο ανάπτυξης	Ημέρες από Σπορά	Θερμομονάδες DD ₁₅ -°C
Φύτρωμα	4-9	25-35
Πρώτο Χτένι	27-38	235-265
Πρώτο Άνθος	60-70	425-495
Άνοιγμα Κάψας	115-120	815-1100
Συγκομιδή	130-160	1200-1285

(Boyd *et al.*, 2004, Kerby *et al.*, 1987, Young *et al.*, 1980)

Η αναπαραγωγική φάση αρχίζει με την εμφάνιση των πρώτων ανθοφόρων οφθαλμών (χτένια) 4-5 εβδομάδες μετά τη σπορά. Τα πρώτα άνθη εμφανίζονται 20-25 ημέρες αργότερα. Το πρώτο χτένι στις πρώιμες ποικιλίες εμφανίζεται στον 5^ο ή 6^ο κόμβο και στις όψιμες στον 6^ο ή 7^ο.

Η σειρά άνθισης πάνω στο φυτό ακολουθεί σπειροειδή διάταξη αρχίζοντας από τους χαμηλότερους κλάδους με τα άνθη που βρίσκονται κοντά στον κεντρικό άξονα και προχωρεί προς τα επάνω και μακριά από τον άξονα (Εικόνα 3). Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι τα πρώτα καρύδια να σχηματίζονται κοντά στον κύριο βλαστό των φυτών. Από την εμφάνιση ενός άνθους μέχρι την εμφάνιση του αμέσως επόμενου στον ίδιο κλάδο κατά μέσο όρο μεσολαβούν 4,5-6 ημέρες και 2,5-3 ημέρες για το επόμενο άνθος της σπείρας.



Εικόνα 3. Σπειροειδής διάταξη άνθισης σε φυτό βαμβακιού (Ritchie *et al.*, 2007; Χρηστίδης, 1965).

Το στάδιο της ανθοφορίας και της ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρυδιών αλληλεπικαλύπτονται, γιατί ενώ στο κάτω μέρος του φυτού τα καρύδια αρχίζουν να ωριμάζουν, στην κορυφή του φυτού μπορεί να υπάρχουν ακόμα άνθη. Μετά τη γονιμοποίηση τα καρύδια αναπτύσσονται ταχύτατα ακολουθώντας μια σιγμοειδή καμπύλη. Η ταχεία ανάπτυξη συντελείται 7-18 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση και τα καρύδια παίρνουν το μέγιστο όγκο τους μετά από 22-25 ημέρες. Η ωρίμανση των καρυδιών γίνεται 50-70 ημέρες μετά την άνθιση.

Οι σπόροι παίρνουν το μέγιστο μέγεθός τους 3-4 εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση αλλά η ωρίμανση τους συμπίπτει με το άνοιγμα των καρυδιών.

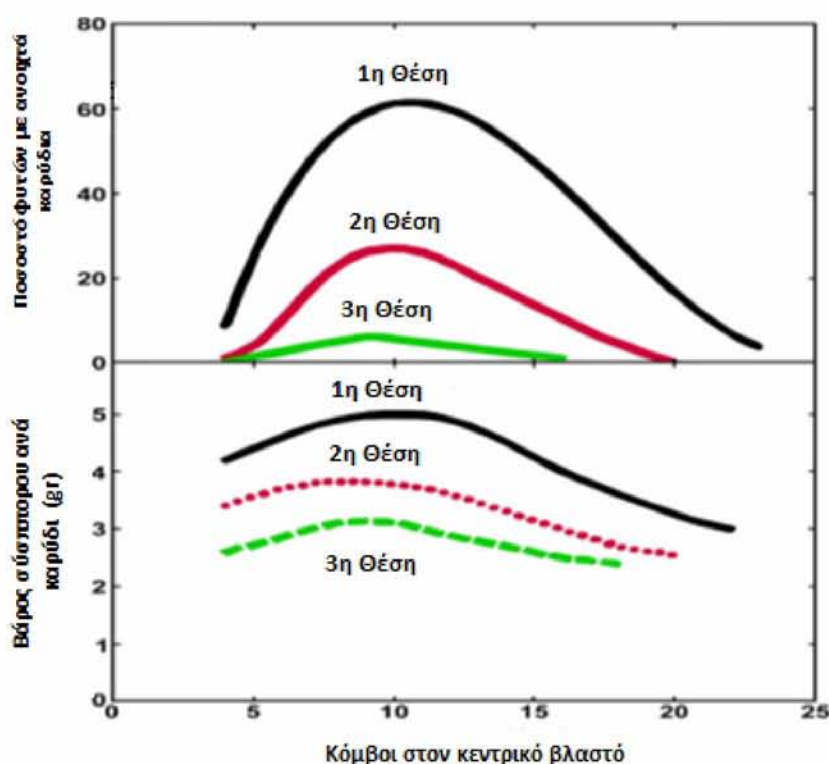
1.5.1 Ανάπτυξη και ωρίμανση καρυδιών και σπόρων

Πιο αναλυτικά η ανάπτυξη των καρυδιών από την άνθιση μέχρι την ωρίμανση μπορεί να διακριθεί σε τρεις ξεχωριστές φάσεις. Η πρώτη φάση διαρκεί περίπου τρεις εβδομάδες και εστιάζεται στη μεγέθυνση των καρυδιών. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου η κάψα και οι σπόροι αποκτούν το τελικό μέγεθος και πραγματοποιείται η επιμήκυνση των ινών. Στην πορεία επιβραδύνεται η επιμήκυνση των ινών και η μεγέθυνση των καρυδιών και των σπόρων και ξεκινά το δεύτερο στάδιο, που είναι η περίοδος του γεμίσματος. Το μεγαλύτερο μέρος του ξηρού βάρους της κάψας συσσωρεύεται κατά τη διάρκεια του γεμίσματος, το οποίο αρχίζει την τρίτη εβδομάδα μετά την άνθιση και συνεχίζεται μέχρι 10 ημέρες έως δύο εβδομάδες πριν από το άνοιγμα της κάψας. Σ' αυτή τη φάση η ανάπτυξη της ίνας συνεχίζεται με το σχηματισμό δευτερογενούς τοιχώματος ενώ στο σπόρο πραγματοποιείται συσσώρευση ελαίου και πρωτεΐνης με την ανάπτυξη του εμβρύου. Στο τελικό στάδιο ανάπτυξης των καρυδιών, που είναι η φάση ωρίμανσης, παρατηρούνται μικρές αλλαγές στην κατανομή της ξηράς ουσίας ενώ διενεργούνται σημαντικές φυσιολογικές αλλαγές. Η ανάπτυξη των καψών γενικά θεωρείται ότι ολοκληρώνεται με το άνοιγμα των καρυδιών.

Ομοίως, και η ανάπτυξη των σπόρων καλύπτεται κατά τη διάρκεια των τριών φάσεων της μεγέθυνσης, του γεμίσματος και της ωρίμανσης. Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας κατά την ανάπτυξη των σπόρων είναι σχεδόν γραμμική κατά την περίοδο της μεγέθυνσης και του γεμίσματος ενώ γίνεται ουσιαστικά ανύπαρκτη ή μερικές φορές αρνητική, κατά τη φάση της ωρίμανσης (Leffler, 1976). Αν και η γενική τάση είναι η σχέση της συσσώρευσης της ξηράς ουσίας με το χρόνο να είναι γραμμική, ωστόσο η εμφάνιση περιόδου στρες και για μικρό χρονικό διάστημα μπορεί να αλλάξει αυτή τη μορφή (Leffler, 1976).

Η συνολική παραγωγή εξαρτάται από την κατανομή των καρυδιών πάνω στο φυτό, η οποία επηρεάζεται από την ποικιλία, την πυκνότητα της φυτείας και από την πτώση χτενιών και καρυδιών εξαιτίας φυσιολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων (Ritchie *et al.*, 2007). Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής λαμβάνεται από το κεντρικό τμήμα του φυτού, μεταξύ των κόμβων 6 και 13 του κεντρικού βλαστού, όπου κατανέμεται και το μεγαλύτερο ποσοστό του δείκτη

φυλλικής επιφάνειας (Παπακώστα, 2002), ενώ οι Ritchie *et al.* (2007) αναφέρουν από καρύδια της πρώτης θέσης μεταξύ του 7^{ου} – 20^{ου} κόμβου. Στους ψηλότερους κόμβους παράγονται λιγότερα και μικρότερα καρύδια και απαιτούν περισσότερες ημέρες για ωρίμανση. Η παραγωγή διαφοροποιείται και κατά μήκος των συμποδιακών κλάδων (Ritchie *et al.*, 2007; Παπακώστα, 2002). Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής προέρχεται από τα καρύδια της πρώτης θέσης των συμποδιακών κλάδων (Oosterhuis, 1990; Ritchie *et al.*, 2007). Σε πληθυσμούς 3 φυτών βαμβακιού ανά 30 cm επί της γραμμής τα καρύδια της πρώτης θέσης συμμετέχουν στο 66-75 % στη συνολική απόδοση ενώ της δεύτερης θέσης κατά 18-21% (Ritchie *et al.*, 2007) (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Σύγκριση παραγωγής βαμβακιού σε σχέση με τη θέση σχηματισμού των καρυδιών στον συμποδιακό κλάδο και τον κόμβο στον κεντρικό βλαστό (Ritchie *et al.*, 2007).

1.5.2 Επίδραση της θέσης και του χρόνου σχηματισμού των καρποφόρων οργάνων στην ποιότητα των σπόρων

Στα περισσότερα φυτικά είδη οι σπόροι διαφέρουν ως προς την ποιότητα (βλαστική ικανότητα και ευρωστία) τόσο μεταξύ και μέσα στον πληθυσμό των φυτών όσο και μεταξύ και εντός των ατομικών φυτών. Αυτή η παραλλακτικότητα μπορεί να

είναι γενετικής προέλευσης, αλλά στο μεγαλύτερο ποσοστό είναι φαινοτυπική (Guterman, 2000). Κι αυτό γιατί προκαλείται από τις τοπικές συνθήκες κάτω από τις οποίες οι σπόροι ωριμάζουν. Αυτές οι συνθήκες συνίστανται από το συνδυασμό του μικροπεριβάλλοντος του σπόρου λόγω της θέσης του στο μητρικό φυτό και του αβιοτικού περιβάλλοντος του φυτού (θερμοκρασία, διάρκεια ημέρας, διαθεσιμότητα νερού κλπ). Σε διάφορα φυτικά είδη μητρικοί παράγοντες, όπως η θέση της ταξιανθίας στο μητρικό φυτό, η θέση των σπόρων στον καρπό μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ικανότητα του να βλαστήσει (Guterman, 2000). Η ηλικία του μητρικού φυτού κατά την άνθιση ή της ωρίμανσης του σπόρου και, στην περίπτωση συγκεκριμένων αγρωστωδών, ακόμα και η σειρά του καρυότυπου, απ' όπου προέρχεται το μητρικό φυτό μπορεί να επηρεάσουν τη βλαστική ικανότητα των σπόρων (Guterman, 2000).

Η θέση του σπόρου στα διάφορα όργανα στο μητρικό φυτό μπορεί να επηρεάσει το χρώμα του σπόρου, το μέγεθος, τη μορφολογία και τη βλαστική του ικανότητα σε πολλά φυτικά είδη. Ακόμα και η θέση του σπόρου μέσα στην κάψα μπορεί να επηρεάσει τη βλαστική του ικανότητα.

Σε κάποια είδη έχουν βρεθεί αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των σπόρων από διαφορετικές κάψες πάνω στο φυτό.

Υπάρχουν περίπου 16 φυτικά είδη στα οποία βρέθηκε ότι οι σπόροι που ωριμάζουν νωρίτερα στην καλλιεργητική περίοδο έχουν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με αυτούς που ωριμάζουν αργά (Baskin and Baskin, 1998). Το μέγεθος του σπόρου είναι αποτέλεσμα της επίδρασης της θέσης στο μητρικό φυτό κατά την ωρίμανση.

Οι Baskin and Baskin (1998) αναφέρουν ότι υπάρχουν 74 είδη των οποίων το μέγεθος του σπόρου και σε πολλές περιπτώσεις και η βλαστικότητα φαίνεται να επηρεάζεται από τη θέση τους στο μητρικό φυτό και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες στους οποίους το φυτό εκτίθεται κατά την ωρίμανση του σπόρου. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι σε αρκετά είδη ατομικά φυτά παράγουν σπόρους οι οποίοι διαφέρουν φαινοτυπικά στη βλαστικότητά τους.

Στο βαμβάκι ο ρυθμός ανάπτυξης και το ποσοστό συγκράτησης των καρυδιών ποικίλουν ανάλογα με τη θέση τους πάνω στο φυτό, γι' αυτό και παρατηρούνται διαφορές στο μέγεθος των καψών και στην ποιότητα της ίνας που παράγεται (Kerby and Ruppenicker, 1989).

Οι μεγαλύτερες κάψες παράγονται στις πρώτες θέσεις στο μέσο του φυτού. Οι κάψες της πρώτης θέσης ήταν μεγαλύτερες κατά 14% σε σχέση με τις κάψες της δεύτερης θέσης και τα καρύδια της δεύτερης θέσης ήταν μεγαλύτερα τόσο από τα καρύδια της τρίτης θέσης ή και πιο πέρα όσο και με τα καρύδια των βλαστοφόρων κλάδων. Ανάλογα αποτελέσματα βρήκαν και οι Jenkins *et al.* (1990a,b) και ο Constable (1991). Παρατήρησαν ότι τα καρύδια της πρώτης θέσης ήταν 14 και 17% μεγαλύτερα από τα καρύδια της δεύτερης θέσης, αντίστοιχα.



Εικόνα 5. Συμποδιακός κλάδος (Ritchie *et al.*, 2007).

Τα καρύδια που σχηματίζονται νωρίς αναμένεται να έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα για πλήρη ανάπτυξη, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα σε υδατάνθρακες, ωστόσο τα μεγαλύτερα καρύδια παράγονται στο μέσο του φυτού. Οι Jenkins *et al.* (1990a,b) επίσης βρήκαν ότι τα μεγαλύτερα καρύδια βρίσκονται στις πρώτες θέσεις των συμποδιακών κλάδων στο μέσο του φυτού.

Η επίδραση της θέσης και του χρόνου σχηματισμού των καρυδιών στην συγκράτηση των καρυδιών, στο μέγεθος και στην ποιότητα του σπόρου και της ίνας συνηγορούν στο ότι τα καρύδια της πρώτης θέσης υπερέχουν. Τα καρύδια της πρώτης θέσης έχουν το πλεονέκτημα ότι σχηματίζονται νωρίτερα στον καρποφόρο κλάδο και μπορούν να λάβουν θρεπτικά συστατικά από το υποκείμενο φύλλο, τα φύλλα του κύριου βλαστού και από το φύλλο της δεύτερης θέσης (Horrocks *et al.*, 1978).

Τα καρύδια στους χαμηλούς καρποφόρους κλάδους αναπτύσσονται λιγότερο σε σχέση με τους μεσαίους ίσως εξαιτίας της σκίασης και της απώλειας λειτουργίας των φύλλων πριν τα καρύδια αναπτυχθούν πλήρως. Πειράματα έδειξαν ότι μόνο το 6% της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να διεισδύσει από την ανώτερη φυτοστοιβάδα και να φτάσει στον τρίτο συμποδιακό κλάδο τη στιγμή που στην θέση αυτή θα υπάρχει άνθος (Kerby and Hake, 1996). Οι Oosterhuis and Wullschlegel (1988) παρατήρησαν ότι η παραγωγικότητα των υποκείμενων φύλλων στις κάψες, που βρίσκονται χαμηλά μειώνεται πριν η κάψα αποκτήσει την εκθετική ανάπτυξη. Αυτό είναι αποτέλεσμα τόσο της ηλικίας όσο και του φωτός στο περιβάλλον. Η παραγωγικότητα των φύλλων, η οποία είναι απαραίτητη για τη θρέψη των καρυδιών που σχηματίζονται νωρίς μπορεί να βελτιωθεί με την αύξηση της διείσδυσης του φωτός μέσα στη φυτοστοιβάδα ή με την αύξηση της διάρκειας ζωής των φύλλων.

Τα καρποφόρα όργανα που βρίσκονται σε θέσεις κοντά στον κύριο βλαστό έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα επιβίωσης. Τα καρύδια της πρώτης θέσης, της δεύτερης θέσης και πιο πέρα στον καρποφόρο βλαστό συγκρατούνται κατά 47%, 24% και 9% αντίστοιχα (Kerby and Buxton, 1981). Η πρώτη θέση έχει πάντα μεγαλύτερη πιθανότητα να συγκρατήσει τις κάψες, εξαιτίας του ότι σχηματίζονται νωρίτερα (Kerby and Buxton, 1981). Επίσης ο κόμβος που εμφανίζεται το πρώτο καρποφόρο έχει πλεονέκτημα ως προς τη λήψη θρεπτικών συστατικών, επειδή λαμβάνει θρεπτικά από τα φύλλα του κεντρικού βλαστού και από τα φύλλα του καρποφόρου βλαστού τους (Horrock *et al.*, 1978).

Εξαιτίας της παρατεταμένης περιόδου άνθισης, τα καρύδια αναπτύσσονται υπό την επίδραση ενός ευρέως φάσματος περιβαλλοντικών συνθηκών, οι οποίες ορίζονται από μετεωρολογικές και φυσιολογικές παραμέτρους. Η συνδυασμένη επίδραση των μεταβαλλόμενων αυτών συνθηκών στους σπόρους βαμβακιού οδηγεί στην εφαρμογή περιοδικών συγκομιδών. Μ' αυτόν τον τρόπο παράγονται σπορομερίδες από διαφορετικές ημερομηνίες άνθισης κα ανάπτυξης από τα διάφορα τμήματα των φυτών. Η σύγκριση των συστατικών των καρυδιών απ' τις διαφορετικές συγκομιδές φανερώνουν την επίδραση της περιόδου άνθισης – ανάπτυξης σε μια σειρά παραμέτρων (Meredith and Bridge, 1973). Γενικά οι σπόροι των πρόσφατα σχηματισμένων καρυδιών είναι σημαντικά μικρότεροι σε σχέση με αυτούς που προέρχονται από καρύδια που σχηματίστηκαν νωρίτερα.

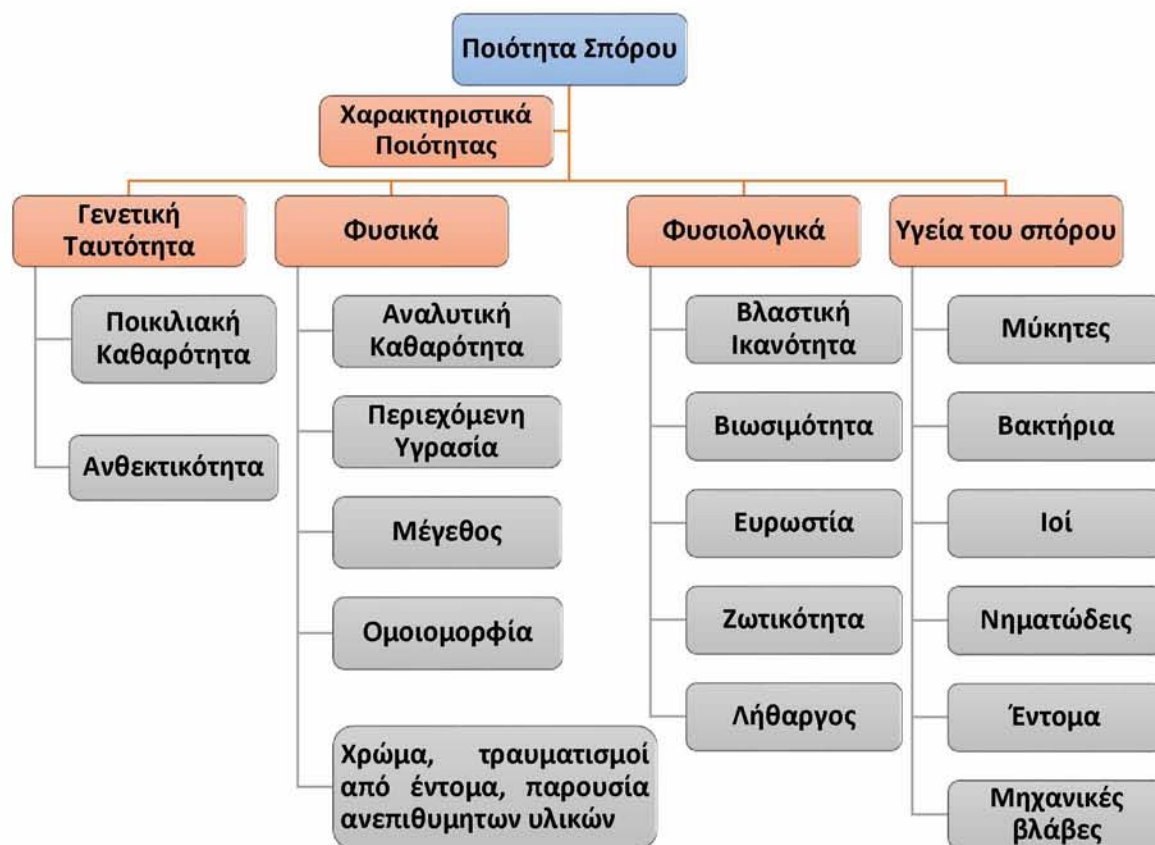
Επίσης, υπάρχει διαφορά στο βάρος των σπόρων των καρυδιών που σχηματίστηκαν νωρίτερα σε σχέση με σπόρους καρυδιών που σχηματίστηκαν αργότερα (Leffler, 1976). Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα για την περιεκτικότητα σε έλαιο στους σπόρους. Η συγκέντρωση ελαίου και πρωτεΐνης στο βαμβακόσπορο αλλάζει ανάλογα με το χρόνο σχηματισμού των καρυδιών (Leffler, 1986). Γενικά οι σπόροι που σχηματίζονται αργότερα ζυγίζουν λιγότερο και έχουν υψηλή αναλογία λαδιού/πρωτεΐνης σε σχέση με τους νωρίτερα σχηματισμένους σπόρους αν και υπάρχουν εξαιρέσεις όσον αφορά την αναλογία λαδιού/πρωτεΐνης (Hake-Johnson *et al.*, 1996).

Οι βασικοί παράγοντες μεταξύ άλλων που επηρεάζουν την ανάπτυξη και την ποιότητα του βαμβακόσπορου είναι η θερμοκρασία (Gipson and Joham, 1969) και ο αριθμός των καρυδιών που σχηματίζονται στο ίδιο φυτό και ανταγωνίζονται για προϊόντα φωτοσύνθεσης (Leffler, 1986). Γι' αυτούς και άλλους λόγους παρατηρείται εποχιακή κατανομή στην ποιότητα του βαμβακόσπορου. Γενικά οι καλύτεροι ποιοτικά σπόροι σχηματίζονται κοντά στο μέσο του μητρικού φυτού. Η ποιότητα των πρώτων σχηματισμένων σπόρων περιορίζεται εξαιτίας της μειωμένης διαθεσιμότητας φωτοσυνθετικών προϊόντων ή στις μη ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες χαμηλά στη φυτοστοιβάδα (Caldwell, 1962), που συμβάλλουν στην υποβάθμιση των σπόρων λόγω υπερωρίμανσης. Οι σπόροι που σχηματίζονται αργά στο φυτό δεν αποκτούν την επιθυμητή ποιότητα λόγω της περιορισμένης ανάπτυξης.

1.6 Ποιότητα του σπόρου

Η ποιότητα του σπόρου είναι μια έννοια που περιλαμβάνει αρκετά χαρακτηριστικά, τα οποία διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες (Thomson, 1979):

1. Γενετική ταυτότητα
2. Φυσική ποιότητα του σπόρου σε μια συγκεκριμένη σπορομερίδα
3. Φυσιολογική ποιότητα
4. Υγεία του σπόρου



Εικόνα 6. Χαρακτηριστικά ποιότητας του σπόρου (Huda, 2001).

Ο σπόρος υψηλής ποιότητας είναι σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή εγκατάσταση και γρήγορη ανάπτυξη της καλλιέργειας ακόμα και σε μη ιδανικές συνθήκες αν και άλλοι παράγοντες όπως η βροχόπτωση, η αγρονομική πρακτική, η γονιμότητα του εδάφους και ο έλεγχος των προσβολών από εχθρούς και ασθένειες είναι εξίσου σημαντικοί.

1.6.1 Γενετική ταυτότητα

1. Σπόροι της ίδιας ποικιλίας

Κάθε καλλιεργούμενο φυτικό είδος αποτελείται από ένα αριθμό ποικιλιών. Τα φυτά που παράγονται από τους σπόρους μιας ποικιλίας παρουσιάζουν τα ίδια χαρακτηριστικά, τα οποία είναι κληρονομήσιμα από γενιά σε γενιά. Κάθε ποικιλία διακρίνεται σαφώς από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (μορφολογικά, φυσιολογικά, κυτταρολογικά, χημικά κ.ά.) και τα οποία διατηρούνται, παραμένουν όταν αναπαράγοντα (εγγενώς ή αγενώς).

Υπάρχουν μοντέρνες ποικιλίες, που προέκυψαν από βελτιωτικά προγράμματα καθώς και παραδοσιακές ποικιλίες. Σπόροι διαφορετικών ποικιλιών του ίδιου είδους είναι συχνά δύσκολο ή αδύνατο να διαχωριστούν όταν συγκομισθούν. Ένα μίγμα ποικιλιών μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα, διότι οι αναμεμιγμένες ποικιλίες μπορεί να ωριμάζουν σε διαφορετικούς χρόνους, που οδηγεί σε προβλήματα στη συγκομιδή και στη διαχείριση μετά τη συγκομιδή με αποτέλεσμα τις χαμηλές αποδόσεις. Επιπλέον, κάθε σπόρος μη επιθυμητής ποικιλίας σ' ένα μίγμα θα παράγει κάθε χρόνο μεγαλύτερες ποσότητες αντίστοιχου σπόρου. Η απομάκρυνση των off type φυτών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών εξασφαλίζει την ποικιλιακή καθαρότητα του σπόρου στον πιστοποιημένο σπόρο. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες κυρίως των σταυρογονιμοποιούμενων ειδών, που χρησιμοποιούνται από τους καλλιεργητές είναι συχνά πληθυσμοί φυτών που δεν είναι ομοιόμορφοι. Αυτή η ετερογένεια μπορεί να αποτελεί πλεονέκτημα σε κάποιες περιπτώσεις χαμηλής βροχόπτωσης, χαμηλής γονιμότητας του εδάφους και σε πιέσεις παρασίτων κα ασθενειών.

2. Προσαρμοστικότητα της ποικιλίας στο καλλιεργούμενο περιβάλλον

Η προσαρμογή στο έδαφος, στη γονιμότητα του εδάφους, στις ασθένειες και τα παράσιτα, στη διάρκεια της ημέρας και στη διαθεσιμότητα υγρασίας αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά μιας ποικιλίας. Τα φυτά θα αναπτυχθούν καλά και θα παράγουν επαρκή σπόρο μόνο σε κατάλληλο περιβάλλον. Είναι δύσκολο να προβλεφθεί πως θα ανταποκριθεί μια ποικιλία σε διαφορετική αγρο-οικολογική ζώνη μέχρι ουσιαστικά να αναπτυχθεί εκεί.

3. Επιθυμητά χαρακτηριστικά της ποικιλίας.

Κάθε καλλιέργεια θα πρέπει να έχει συγκεκριμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά συμβατά με τις απαιτήσεις της αγοράς και των καταναλωτών. Επίσης, στην επιλογή της ποικιλίας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η αρχιτεκτονική της καλλιέργειας σύμφωνα με τις τοπικές αγρονομικές πρακτικές και πρακτικές συγκομιδής (FAO, 2015).

4. Ανθεκτικότητα σε παράσιτα και ασθένειες.

Η ανθεκτικότητα σε βιοτικούς παράγοντες δηλώνει ότι το φυτό μπορεί να αναπτυχθεί με αυτούς τους οργανισμούς χωρίς να έχει σημαντική απώλεια στην παραγωγή και την ποιότητα.

5. Ικανότητα υψηλής απόδοσης.

Η υψηλή απόδοση σχετίζεται με μια σειρά χαρακτηριστικών συμπεριλαμβανομένων της αρχιτεκτονικής του φυτού, της αποδοτικής χρήσης θρεπτικών, της προσαρμογής σε τοπικά περιβάλλοντα, της ανθεκτικότητας σε βιοτικούς παράγοντες κ.ά.. Είναι σημαντικό η υψηλή παραγωγή να μπορεί να επιτευχθεί με χαμηλές εισροές.

1.6.2 Φυσική ποιότητα

Η φυσική ποιότητα αναφέρεται στο ποσοστό των καθαρών σπόρων ενός συγκεκριμένου είδους σε μια σπορομερίδα. Αξιολογείται βάση κάποιων χαρακτηριστικών, όπως η αναλυτική καθαρότητα, η περιεχόμενη υγρασία, το μέγεθος και η ομοιομορφία μεγέθους, το χρώμα, την ύπαρξη τραυματισμών από έντομα και την παρουσία ανεπιθύμητων υλικών.

Η αναλυτική καθαρότητα, καλείται επίσης και φυσική καθαρότητα, αναφέρεται στο ποσοστό των σπόρων του δείγματος που ανήκουν στο συγκεκριμένο είδος και όχι απαραίτητα στην ίδια ποικιλία, καθώς και στο ποσοστό άλλων σπόρων (σπασμένοι, προσβεβλημένοι, σπόροι ζιζανίων) και φερτών υλικών (Wingell, 1983).

Η φυσική ποιότητα του σπόρου σε μια σπορομερίδα χαρακτηρίζεται από:

1. Απουσία κατεστραμμένων σπόρων.

Οι κατεστραμμένοι σπόροι (σπασμένοι ή ζαρωμένοι) μπορεί να μη βλαστήσουν και είναι πιθανό να προσβληθούν από έντομα ή μικροοργανισμούς. Το ποσοστό των κατεστραμμένων σπόρων μπορεί να περιοριστεί κατά τη διαλογή των σπόρων.

2. Απουσία σπόρων ζιζανίων και φερτών υλικών.

Ο σπόρος καλής ποιότητας δεν θα πρέπει να περιέχει σπόρους ζιζανίων, φυτικά υπολείμματα, πέτρες, χώμα και σπόρους άλλων καλλιεργειών. Σχεδόν όλες αυτές οι προσμίξεις απομακρύνονται κατά την επεξεργασία του σπόρου.

3. Απουσία προσβεβλημένων σπόρων.

Αποχρωματισμένοι ή κηλιδωμένοι σπόροι αποτελεί σύμπτωμα ότι μπορεί να μεταφέρουν μικροοργανισμούς οι οποίοι ήδη έχουν προσβάλει ή θα προσβάλλουν το σπόρο όταν θα αρχίσει να φυτρώνει και να αναπτύσσεται (FAO, 2015). Τα φυτά που προέρχονται από μολυσμένους σπόρους καταστρέφονται ή αναπτύσσονται σθεναρά

και γρήγορα η ασθένεια μεταφέρεται σε γειτονικά φυτά. Τα φυτά που επιζούν παράγουν μολυσμένους σπόρους, από τους οποίους την επόμενη χρονιά παράγονται μολυσμένοι σπόροι (Ευθυμιάδης, 2009).

4. Ομοιομορφία μεγέθους των σπόρων

Οι ώριμοι και μεσαίου μεγέθους σπόροι έχουν γενικά υψηλότερη βλαστικότητα και ευρωστία σε σχέση με τους ανώριμους και μικρούς σπόρους. Κατά την επεξεργασία των σπορομερίδων το ποσοστό των μικρών και ελαφρών σπόρων περιορίζεται σημαντικά.

5. Κατάλληλη περιεχόμενη υγρασία

Ο σπόρος περιέχει σε κάποιο ποσοστό υγρασία. Η περιεχόμενη υγρασία του δείγματος θα πρέπει να βρίσκεται σε επιθυμητά επίπεδα για αποθήκευση. Η υγρασία του σπόρου αποτελεί την κύρια αιτία απώλειας της βιωσιμότητας του σπόρου.

1.6.3 Φυσιολογικά χαρακτηριστικά ποιότητας

Η φυσιολογική ποιότητα αναφέρεται στην ικανότητα του σπόρου να βλαστήσει και περιλαμβάνει κάποια χαρακτηριστικά, όπως η βλαστική ικανότητα, η βιωσιμότητα, η ευρωστία και χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τον λήθαργο του σπόρου.

Η βλαστική ικανότητα μιας σπορομερίδας είναι δείκτης της ικανότητάς της να εγκαθίστανται φυτάρια υπό ευνοϊκές συνθήκες χωραφίου και είναι το ποσοστό των καθαρών σπόρων που βλαστάνουν κανονικά και είναι ικανοί να παράγουν κανονικά φυτάρια σε συνθήκες εργαστηρίου (ISTA, 1985).

Η ευρωστία ή η βλαστική δύναμη του σπόρου αναφέρεται σε εκείνες τις ιδιότητες του σπόρου που επηρεάζουν την ταχύτητα και την ομοιομορφία της βλάστησης και δείχνει την ικανότητα του σπόρου να αναδυθεί από το έδαφος υπό την επίδραση διαφόρων περιβαλλοντικών συνθηκών (Scott, 1980).

Η απώλεια της ικανότητας για βλάστηση είναι το τελευταίο στάδιο σε μια μακρά διαδικασία υποβάθμισης της ποιότητας του σπόρου και σταδιακή απώλεια της βιωσιμότητας του (Delouche and Baskin, 1973).

Η μείωση της ευρωστίας του σπόρου, καθώς και άλλες φυσιολογικές αλλαγές πραγματοποιούνται πριν την απώλεια της βλαστικότητας. Γι' αυτό το λόγο σπόροι με

αποδεκτή βλαστική ικανότητα μπορεί να είναι χαμηλής ευρωστίας και να μην καταφέρουν τελικά να φυτρώσουν στο χωράφι.

Ο σπόρος μπορεί να ολοκληρώσει το βιολογικό του ρόλο μόνο εάν είναι βιώσιμος. Επομένως, μια φυσικά ομοιόμορφη σπορομερίδα μιας προσαρμοσμένης ποικιλίας δεν αποτελεί χρήσιμο εφόδιο αν έχει χαμηλή βλαστικότητα ή/και ευρωστία ή αν αποτύχει να φυτρώσει αν σπαρθεί.

Η αδυναμία του ζωντανού σπόρου να βλαστήσει ακόμα και σε ευνοϊκές συνθήκες καλείται λήθαργος. Ο λήθαργος των σπόρων θεωρείται εξελικτικό χαρακτηριστικό των φυτών σε προσαρμογή στις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες, έτσι ώστε ο σπόρος να βλαστάνει μόνο όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη του φυτού. Παρέχει επίσης τον απαραίτητο χρόνο για την επιτυχή διασπορά των σπόρων, ενώ αποτρέπει τη βλάστηση των σπόρων κοντά στο μητρικό φυτό ή και πριν απομακρυνθούν από αυτό. Ο λήθαργος μπορεί να οφείλεται σε χαρακτηριστικά του εμβρύου ή του περιβλήματος των σπόρων και κυρίως στην αδιαπερατότητα των περιβλημάτων στο νερό και το οξυγόνο, στην ανθεκτικότητα των περιβλημάτων στην αύξηση του εμβρύου, στο μη ώριμο έμβρυο ή/και στην ύπαρξη χημικών αναστολέων βλάστησης στο σπόρο.

1.6.4 Υγεία του σπόρου

Η υγεία του σπόρου αναφέρεται στην παρουσία ή απουσία ασθενειών, που προκαλούνται από οργανισμούς, όπως μύκητες, βακτήρια και ιούς και ζωικά παράσιτα συμπεριλαμβανομένων των νηματωδών και των εντόμων, πάνω ή μέσα στο σπόρο, καθώς και σε φυσιολογικές συνθήκες, όπως την τροφопενία ιχνοστοιχείων (ISTA, 1985). Η εξασφάλιση της υγείας του σπόρου είναι σημαντική για τους εξής λόγους:

1. Η ασθένεια που αρχικά εμφανίζεται στο σπόρο μπορεί να οδηγήσει στην εξέλιξη της ασθένειας στο χωράφι και να μειώσει την εμπορική αξία της καλλιέργειας.
2. Εισαγόμενες σπορομερίδες μπορεί να εισάγουν ασθένειες και παράσιτα σε νέες περιοχές.

Ο κύριος τρόπος να αποφευχθεί η μόλυνση του σπόρου είναι με την εφαρμογή ορθών πρακτικών σποροπαραγωγής (έλεγχος εχθρών και ασθενειών). Ωστόσο αν ο σπόρος προσβληθεί θα πρέπει να απολυμανθεί.

Στην υγεία του σπόρου περιλαμβάνεται και η απουσία μηχανικών τραυματισμών. Οι σπόροι κατά τη συγκομιδή, το αλώνισμα, το καθάρισμα και τη συσκευασία μπορεί να δεχτούν κάποια επίδραση που να προκαλέσει τον τραυματισμό ή το σπάσιμο του εμβρύου ή του περιβλήματος του σπόρου. Αυτοί οι τραυματισμοί επιτρέπουν την είσοδο παθογόνων μικροοργανισμών, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν αποσύνθεση του σπόρου μετά τη σπορά ή να στερήσουν από τα νεαρά φυτά θρεπτικά συστατικά από τις κοτυληδόνες. Σε συνθήκες υψηλής υγρασίας η προσβολή από μικροοργανισμούς είναι αρκετά σοβαρή και σε αρκετές περιπτώσεις οδηγεί στο μούχλιασμα των σπόρων. Οι σπόροι που έχουν μολυνθεί, αλλά δεν έχουν αποσυντεθεί κατά τη σπορά μπορεί να αποσυντεθούν στο έδαφος (Baker, 1972).

1.7 Βιωσιμότητα του σπόρου

Η βιωσιμότητα του σπόρου αποτελεί σημαντική παράμετρο της ποιότητάς του και αναφέρεται στην ικανότητά του να βλαστήσει/φυτρώσει και να παράγει ένα νέο φυτό. Η εφαρμογή δοκιμών βιωσιμότητας είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό των ζωντανών σπόρων σε μια δεδομένη σπορομερίδα. Η βιωσιμότητα του σπόρου αποτελεί ένδειξη για την πιθανή συμπεριφορά στο χωράφι. Γενικά, σε παρόμοια ευνοϊκά περιβάλλοντα μια σπορομερίδα με υψηλό ποσοστό βιωσιμότητας αναμένεται να παράγει καλύτερα φυτάρια σε σχέση με μια σπορομερίδα χαμηλής βιωσιμότητας. Η βιωσιμότητα του σπόρου δηλώνει την ικανότητά του να βλαστήσει σε ιδανικά περιβάλλοντα απουσία ληθάργου (Copeland and McDonald, 2001). Το τεστ βλαστικότητας και το τεστ τετραζολίου αποτελούν δύο από τα πιο σημαντικά τεστ βιωσιμότητας του σπόρου.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα του σπόρου είναι:

1. Οι καιρικές συνθήκες κατά την περίοδο ωρίμανσης των σπόρων. Η ξηρασία, η υπερβολική υγρασία οι ακραίες θερμοκρασίες κλπ. συντελούν στη μείωση της βλαστικής ικανότητας του σπόρου.

2. Η ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών και η πιθανή ζημιά από την εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της ωρίμανσης του σπόρου.

3. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μετά τη φυσιολογική ωρίμανση, κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, της ξήρανσης, της αποθήκευσης και της διαχείρισης του σπόρου. Οι σπόροι παραμένουν στο φυτό μετά τη φυσιολογική ωρίμανση (μέγιστο ξηρό βάρος σπόρων) μέχρι τη συγκομιδή (κατάλληλη περιεχόμενη υγρασία). Οποιοσδήποτε αντίξοες συνθήκες κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, όπως δυνατή βροχόπτωση ή παγετό μπορεί να επηρεάσει τη βιωσιμότητα του σπόρου. Η υπερξήρανση των σπόρων τους κάνει πιο επιρρεπείς σε μηχανικές βλάβες, που μπορεί να μειώσει την ικανότητα βλάστησης, ακόμα και να καταστρέψει το έμβρυο. Μη κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης μπορεί να υποβαθμίσουν το σπόρο και να χάσει τη βιωσιμότητά του.

1.8. Ευρωστία του σπόρου

Ο ορισμός που έχει αποδεχτεί ο ISTA (International Seed Testing Association) για την ευρωστία του σπόρου είναι ο εξής: Η ευρωστία του σπόρου είναι το άθροισμα των ιδιοτήτων που καθορίζουν τη δραστηριότητα και τη συμπεριφορά των σπορομερίδων με αποδεκτά ποσοστά βλαστικότητας σ' ένα ευρύ φάσμα περιβαλλόντων (Perry, 1978). Η ευρωστία του σπόρου περιγράφει διάφορα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη συμπεριφορά της σπορομερίδας:

1. Ρυθμός και ομοιομορφία βλάστησης των σπόρων και ανάπτυξης σπορόφυτων.
2. Ικανότητα έκπτυξης φυταρίων από τους σπόρους κάτω από μη ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες.
3. Διατήρηση της ικανότητας να βλαστήσει μετά από αποθήκευση.

Ο ορισμός που έχει αποδεχτεί ο AOSA (Association of Official Seed Analysts) για την ευρωστία του σπόρου είναι του McDonald (1980) η ευρωστία του σπόρου περιλαμβάνει όλες αυτές τις ιδιότητες του σπόρου που καθορίζουν το δυναμικό του

για ταχεία, ομοιόμορφη έκπτυξη και ανάπτυξη φυσιολογικών φυταρίων σ' ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών.

Η ευρωστία του σπόρου καθορίζεται αρχικά από το γενότυπο και ακολούθως από μια σειρά παραγόντων που επιδρούν σ' αυτό το γενότυπο. Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν το γήρας του σπόρου (ηλικία του σπόρου), που συχνά αναφέρεται ως υποβάθμιση του σπόρου, οι συνθήκες κατά την ανάπτυξη του σπόρου και το μέγεθός του (Powell, 2006). Παρακάτω περιγράφονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την ευρωστία του σπόρου.

1.8.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ευρωστία του σπόρου

Η ανάπτυξη του σπόρου περικλείει μια σειρά σημαντικών διαδικασιών από τη γονιμοποίηση, τη συσσώρευση θρεπτικών, την ξήρανση του σπόρου και τον λήθαργο. Καθένα απ' αυτά τα στάδια περιλαμβάνει μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές, οι οποίες μπορούν να αλλάξουν τη δυνητική απόδοση των σπόρων. Τη στιγμή που ο σπόρος αποκτά το μέγιστο ξηρό βάρος, ονομάζεται φυσιολογική ωρίμανση. Σ' αυτή τη φάση ο σπόρος έχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα για μέγιστη βλάστηση και ευρωστία (Delouche, 1974). Ωστόσο, δεδομένου ότι οι σπόροι αποκτούν τη φυσιολογική ωριμότητα σε υψηλά επίπεδα υγρασίας, μη ασφαλή για αποθήκευση, ο σπόρος τυπικά δεν συγκομίζεται μέχρι να φθάσει στην ωριμότητα συγκομιδής, η οποία είναι χαμηλή για ασφαλή αποθήκευση, αλλά αρκετά υψηλή για να περιοριστούν οι μηχανικές βλάβες. Μεταξύ της φυσιολογικής ωρίμανσης και της ωρίμανσης συγκομιδής ο σπόρος ουσιαστικά αποθηκεύεται στο φυτό, το οποίο είναι εκτεθειμένο σε πιθανές αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα του σπόρου. Ανάμεσα στους παράγοντες που επηρεάζουν την ευρωστία του σπόρου είναι η γενετική σύσταση, το περιβάλλον κατά την ανάπτυξη και την αποθήκευση του σπόρου.

Γενετική σύσταση

Οι βελτιωτές στην προσπάθειά τους να αυξήσουν τις αποδόσεις, βελτίωσαν ακούσια διάφορα χαρακτηριστικά του σπόρου, όπως τη μηχανική ακεραιότητα σκληρό περίβλημα του σπόρου, αντοχή σε ασθένειες, περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και

το μέγεθος του σπόρου. Αυτά τα χαρακτηριστικά συμβάλλουν στην καλύτερη φυτρωτική ικανότητα που συχνά οδηγεί σε βελτιωμένες αποδόσεις. Έτσι τα χαρακτηριστικά αυτά, που ελέγχονται γενετικά, όπως η μηχανική ακεραιότητα, η ευαισθησία σε βλάβες του σπόρου και η χημική του σύσταση επηρεάζουν την έκφραση της ποιότητας του σπόρου.

Βασικά, η σκλήρυνση του σπόρου αποτελεί μη επιθυμητό γενετικό χαρακτηριστικό, διότι προκαλεί ακραίες παραλλακτικότητες στο φύτρωμα και την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Ωστόσο, σε κάποιες καλλιέργειες εισάγεται το χαρακτηριστικό αυτό με σκοπό την προστασία του σπόρου από τη γήρανση και τη διαρροή θρεπτικών κατά την απορρόφηση υγρασίας (Potts *et al.*, 1978).

Η ευαισθησία του σπόρου σε μηχανικές βλάβες, που προκαλούνται κατά τη συγκομιδή ή την επεξεργασία του σπόρου έχει φανεί ότι ελέγχεται γενετικά (Copeland and McDonald, 2001).

Ωστόσο, η εφαρμογή βελτιωτικών προγραμμάτων με σκοπό τη βελτίωση της χημικής σύστασης του σπόρου οδήγησε σε κάποιες περιπτώσεις σε υποβάθμιση της ποιότητας του σπόρου. Για παράδειγμα η αύξηση της λυσίνης στο καλαμπόκι είχε σε κάποιες περιπτώσεις ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρών, ζαρωμένων και χαμηλής ευρωστίας σπόρων (Copeland and McDonald, 2001). Για το λόγο αυτό οι βελτιωτές προσπαθούν να εντοπίσουν γονίδια που ελέγχουν την θρεπτική ποιότητα αλλά δεν υποβαθμίζουν την ευρωστία του σπόρου.

Περιβάλλον κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του σπόρου

Η συγκέντρωση της σποροπαραγωγής κάποιων καλλιεργειών σε συγκεκριμένες περιοχές αποτελεί ένδειξη της επίδρασης του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη του σπόρου και την ποιότητά του (Delouche, 1980). Το μεγαλύτερο ποσοστό της σποροπαραγωγής παρατηρείται σε περιοχές όπου καλλιεργούνται και οι εμπορικές καλλιέργειες. Επομένως, το περιβάλλον δεν είναι ιδανικό και οι περιβαλλοντικές συνθήκες κυμαίνονται από ευνοϊκές έως μη ευνοϊκές για την παραγωγή σπόρου υψηλής ποιότητας. Ανάμεσα στους περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του σπόρου είναι η εδαφική υγρασία και η γονιμότητα, η ωριμότητα του σπόρου και το περιβάλλον μετά την ωρίμανση και πριν τη συγκομιδή (Delouche, 1980).

Το υδατικό στρες κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του σπόρου συχνά οδηγεί σε ελαφρούς, ζαρωμένους σπόρους και κατά συνέπεια χαμηλής ευρωστίας. Επίσης, είναι γενικά αποδεκτό ότι όταν η γονιμότητα του εδάφους είναι περιορισμένη τα φυτά ανταποκρίνονται με την παραγωγή λιγότερων σπόρων. Έτσι, οι λιγότεροι σπόροι που παράγονται κάτω από οριακές συνθήκες γονιμότητας είναι συνήθως τόσο βιώσιμοι και εύρωστοι όσο και οι περισσότεροι σπόροι που παράγονται σε γόνιμα εδάφη. Ωστόσο, υπάρχουν και εξαιρέσεις σε αυτό. Ο Legatt (1948) παρατήρησε πως η έλλειψη βορίου στο μπιζέλι οδήγησε στην παραγωγή μη φυσιολογικών φυταρίων. Σε άλλες περιπτώσεις έχει αναφερθεί άμεση σχέση μεταξύ της γονιμότητας του εδάφους και της ευρωστίας του σπόρου. Για παράδειγμα η λίπανση αζώτου στο σιτάρι αυξάνει τα επίπεδα πρωτεΐνης στο σπόρο (Fernandez and Laird, 1959; McNeal *et al.*, 1971). Άλλες μελέτες έδειξαν ότι η υψηλή συγκέντρωση πρωτεΐνης στο σιτάρι οδηγεί στην αύξηση της βλαστικότητας (Fox and Albrecht, 1957), την ευρωστία του σπόρου (Lowe *et al.*, 1972) και τη μετέπειτα απόδοση της καλλιέργειας (Ries *et al.*, 1970)

Ωριμότητα του σπόρου

Έχει βρεθεί ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των παραμέτρων της ωριμότητας του σπόρου, όπως του βάρους και της ευρωστίας του σπόρου (Austin, 1972; Heydecker, 1972; McDonald, 1975). Κατά συνέπεια το περιβάλλον κατά την ωρίμανση του σπόρου έχει έμμεση επίδραση στην πιθανή ευρωστία. Μεγάλοι σπόροι σόγιας υπερέχουν σε σχέση με τους μικρούς στη βλαστικότητα και την ευρωστία καθώς και στο δυναμικό παραγωγής (Burris *et al.*, 1971; Burris, 1973; Fontes and Ohlrogge, 1979). Από άλλες έρευνες δεν προέκυψαν διαφορές στη συμπεριφορά του σπόρου εξαιτίας του μεγέθους (Singh *et al.*, 1972; Johnson and Leudders, 1974; Copeland and McDonald, 2001).

Φυσιολογική ωρίμανση και στάδιο συγκομιδής

Η υποβάθμιση του σπόρου κατά την περίοδο μετά την φυσιολογική ωρίμανση του σπόρου και πριν τη συγκομιδή είναι σημαντικό πρόβλημα στη σποροπαραγωγή σε περιοχές με υψηλή υγρασία, συχνές βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες συχνά οδηγούν σε ταχύτατη απώλεια της βιωσιμότητας και της ευρωστίας του σπόρου (Jyoti and Malik, 2013). Η υποβάθμιση της ποιότητας του σπόρου εξαιτίας της

επίδρασης των καιρικών συνθηκών σχετίζεται άμεσα με την έκθεση του σπόρου σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, έτσι ώστε η φυσιολογική ποιότητα να εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, που προηγούνται της συγκομιδής (Padua *et al.*, 2009). Οι Simpson and Stone (1935) αναφέρουν απώλεια στη βιωσιμότητα σπόρου βαμβακιού κατά 20-30% μετά από έκθεση σε βροχερές συνθήκες μόνο για μια εβδομάδα. Ο Caldwell (1972) και οι Woodruff *et al.* (1967) παρατήρησαν ότι ο βαμβακόσπορος από καρύδια χαμηλά στο φυτό, που άνοιξαν πρώτα, εκτέθηκαν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στο περιβάλλον του αγρού πριν την συγκομιδή, με συνέπεια να έχουν μικρότερη ευρωστία σε σχέση με τους σπόρους που προήλθαν από καρύδια από το άνω ήμισυ του φυτού. Η υποβάθμιση της ποιότητας του σπόρου πριν τη συγκομιδή είναι γνωστό ότι ευνοείται από μυκητολογικές προσβολές, οι οποίες αυξάνουν κατά τη διάρκεια ζεστών και υγρών συνθηκών (Jyoti and Malik, 2013; Nicholson *et al.*, 1972; Roncadori *et al.*, 1972; TeKrony *et al.*, 1980).

Αποθήκευση σπόρου

Σπάνια οι σπόροι που συγκομίζονται φυτεύονται αμέσως χωρίς να περάσει ένα μικρό έστω διάστημα αποθήκευσης. Ο ρυθμός με τον οποίο ο σπόρος χάνει την ευρωστία του κατά την αποθήκευση επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και οι συγκεντρώσεις O_2/CO_2 (Mosavi *et al.*, 2011). Συγκεκριμένα ο βαμβακόσπορος, όπως και όλοι οι ελαιούχοι σπόροι, είναι πολύ ευαίσθητος στην περιεκτικότητα σε υγρασία με την οποία αποθηκεύεται. Καλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία του σπόρου για ασφαλή αποθήκευση είναι 8-10% (Παπακώστα, 2002). Επίσης, οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν ταχύτατα τόσο την βλαστική ικανότητα όσο και την ευρωστία του σπόρου, ειδικά όταν συνδυάζονται με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (Παπακώστα, 2002). Συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και χαμηλής σχετικής υγρασίας κατά την αποθήκευση των σπόρων, αναστέλλει τη διαδικασία υποβάθμισης των σπόρων και συνεπώς παρατείνει την περίοδο βιωσιμότητας του σπόρου (Mohammadi *et al.*, 2011). Κάθε μείωση κατά 1% στην υγρασία του σπόρου ή κατά 5°C στη θερμοκρασία μπορεί να διπλασιάσει τη διάρκεια αποθήκευσης των σπόρων (Harrington, 1972).

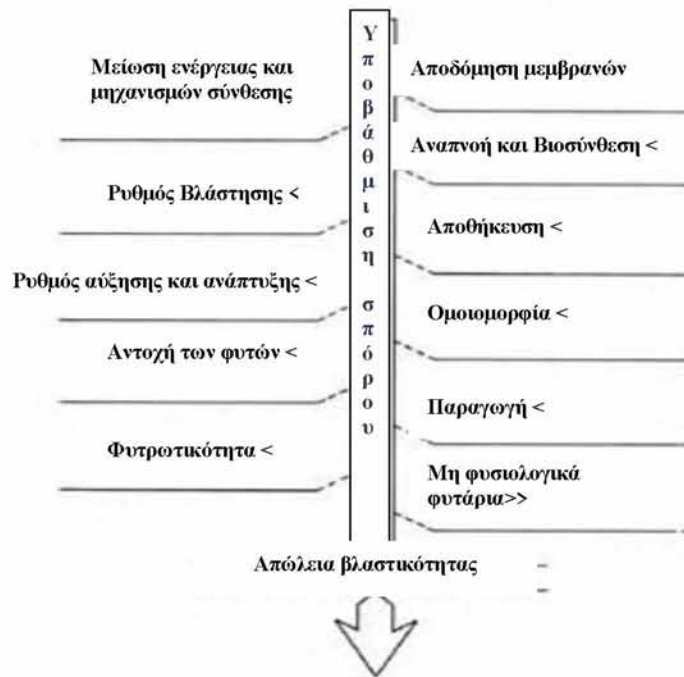
1.8.2 Επίδραση της ευρωστίας του σπόρου στην απόδοση της καλλιέργειας

Η χαμηλή ευρωστία του σπόρου, η οποία οδηγεί στην ανεπιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας έχει άμεση επίδραση στην παραγωγή. Αν η έκπτυξη των φυτών περιοριστεί σημαντικά το ίδιο θα συμβεί και στην παραγωγή. Σε βλαστικές καλλιέργειες ο περιορισμός στον πληθυσμό των φυτών οδηγεί σε μη εμπορεύσιμες αποδόσεις, δεδομένου ότι απαιτούνται συγκεκριμένες πυκνότητες φυτών ώστε να παραχθούν συγκεκριμένου μεγέθους καλλιέργειες για την αγορά (Salter, 1985).

Αν ο πληθυσμός των φυτών, που παράγεται από σπόρους υψηλής και χαμηλής ευρωστίας είναι ο ίδιος, η επίδραση της ευρωστίας στην παραγωγή των ετήσιων καλλιεργειών εξαρτάται σημαντικά από τη φύση του συγκομιζόμενου προϊόντος (Tekrony and Egli, 1991). Για καλλιέργειες που συγκομίζονται στο βλαστικό στάδιο θα πρέπει να χρησιμοποιείται σπόρος υψηλής ευρωστίας (μαρούλι, λάχανο, ραπανάκι, καρότο). Ομοίως, και για καλλιέργειες που συγκομίζονται σε πρώιμο αναπαραγωγικό στάδιο (μπιζέλι, τομάτα). Οι Tekrony and Egli (1991) αναφέρουν ότι η σχέση μεταξύ της βλαστικής ανάπτυξης και της παραγωγής υποδεικνύει ότι η ευρωστία του σπόρου επηρεάζει την ικανότητα του πληθυσμού των φυτών να συσσωρεύει ξηρά ουσία. Σε αντίθεση, οι καλλιέργειες που συγκομίζονται στην πλήρη αναπαραγωγική ωριμότητα π.χ. σιτηρά, όπου μόνο οι σπόροι συγκομίζονται για παραγωγή, δεν υπήρξε συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας του σπόρου και της παραγωγής. Σ' αυτήν την περίπτωση προτείνουν ότι εφόσον το βλαστικό μέγεθος έχει αυξηθεί δεν υπάρχει καμιά επίδραση της βλαστικής ανάπτυξης στην παραγωγή. Επομένως, αν η βλαστική ανάπτυξη είναι επαρκής δεν υπάρχει καμιά επίδραση της ευρωστίας του σπόρου στην απόδοση, όπως φαίνεται και στα σιτηρά.

1.8.3 Έλεγχος της ευρωστίας του σπόρου

Ενώ η βασική αρχή της ευρωστίας του σπόρου είναι σχετικά απλή, ωστόσο οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την ευρωστία του σπόρου μπορεί να είναι περίπλοκοι. Οι Delouche and Baskin (1973) ανέπτυξαν ένα υποθετικό μοντέλο, που περιγράφει μερικές από τις σημαντικότερες παραμέτρους που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ευρωστίας του σπόρου (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Συνέπειες της υποβάθμισης του σπόρου (Delouche and Baskin, 1973).

Σε βιοχημικό επίπεδο περιλαμβάνει τη βιοσύνθεση της ενέργειας και των μεταβολικών συστατικών (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, υδρογονάνθρακες και λιπίδια), τα οποία συντονίζουν την κυτταρική δραστηριότητα, την ακεραιότητα των μεμβρανών και τη μεταφορά των θρεπτικών συστατικών. Στο επίπεδο της βλάστησης περιλαμβάνει την ταχύτητα και το τελικό ποσοστό βλάστησης, τη μηχανική αντοχή των νεαρών φυτών και την ανθεκτικότητα των φυταρίων σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις.

Δεδομένου ότι ένα τεστ ευρωστίας είναι πιο ευαίσθητος δείκτης για την ποιότητα του σπόρου σε σχέση με το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας ή θερμό τεστ, οποιοδήποτε γεγονός προηγείται της απώλειας βλαστικότητας θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως βάση για το τεστ ευρωστίας. Όσο νωρίτερα μπορεί να μετρηθεί η παράμετρος που οδηγεί στην απώλεια της βλαστικότητας τόσο πιο ευαίσθητος είναι ο δείκτης της ευρωστίας του σπόρου.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφοροι διαχωρισμοί των δοκιμών ευρωστίας του σπόρου. Ο Isely (1975) χώρισε τα τεστ ευρωστίας σε άμεσα και έμμεσα. Τα άμεσα τεστ «μιμούνται» κατά κάποιο τρόπο το περιβάλλον του χωραφιού και

μετρούν την ικανότητα του σπόρου να βλαστήσει (αναδυθεί) υπό την επίδραση προσομοιωμένων συνθηκών στρες. Ωστόσο, τα άμεσα τεστ δεν διακρίνουν διαφορές στην ποιότητα όταν οι σπόροι εκτίθενται σε ευνοϊκά περιβάλλοντα. Τα έμμεσα τεστ μετρούν συγκεκριμένα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των σπόρων. Για παράδειγμα το τεστ ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι ένα έμμεσο τεστ που παρατηρεί την διαρροή ουσιών από τις μεμβράνες. Τα έμμεσα τεστ αποτυγχάνουν να αξιολογήσουν όλους τους φυσικούς και φυσιολογικούς παράγοντες που επηρεάζουν την εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Ο Woodstock (1973) διαχώρισε τα τεστ ευρωστίας σε φυσιολογικά και βιοχημικά. Τα φυσιολογικά τεστ μετρούν κάποιες πτυχές της βλαστικότητας ή της ανάπτυξης των φυταρίων ενώ τα βιοχημικά τεστ εκτιμούν μια συγκεκριμένη φυσιολογική αντίδραση ή αντιδράσεις (π.χ. ενζυματική δραστηριότητα ή αναπνοή), που σχετίζονται με την έκφραση της βλαστικότητας (και ως εκ τούτου της ευρωστίας). Ο McDonald (1975) πρόσθεσε έναν επιπλέον διαχωρισμό, την φυσική κατηγορία, που περιλαμβάνει το μέγεθος, το σχήμα του σπόρου και την πυκνότητα, παράγοντες που σχετίζονται με την ευρωστία του σπόρου εξαιτίας της σχέσης τους με την ωρίμανση του σπόρου.

Άλλοι ερευνητές κατηγοριοποίησαν τα τεστ ευρωστίας σε τεστ στρες και γρήγορα τεστ (Pollock and Roos, 1972). Τα στρες τεστ υποβάλλουν τους σπόρους σ' ένα ή περισσότερα περιβαλλοντικά στρες, που πιθανόν να προκύψουν στις συνθήκες εδάφους στον αγρό. Αυτά τα τεστ περιλαμβάνουν τη μέτρηση κάποιων παραμέτρων της βλάστησης (π.χ. μήκος υποκοτύλης) μόνο όταν οι συνθήκες στρες ποικίλουν. Οι συνθήκες στρες μπορεί να περιλαμβάνουν υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία, όπως στο τεστ της επιταχυνόμενης γήρανσης, χαμηλές θερμοκρασίες, όπως στο ψυχρό τεστ και στο cool τεστ ή ωσμωτικό στρες με την εφαρμογή διαλυμάτων. Τα γρήγορα τεστ είναι τεστ στα οποία παρατηρείται κάποια χημική αντίδραση, που σχετίζεται με την ευρωστία του σπόρου κι απαιτούν λιγότερο χρόνο σε σχέση με τα στρες τεστ. Παράδειγμα αποτελούν το τεστ τετραζολίου, το τεστ ηλεκτρικής αγωγιμότητας και διάφορα τεστ που σχετίζονται με την ενζυματική δραστηριότητα.

1.8.3.1 Χαρακτηριστικά των τεστ ευρωστίας

Τα τεστ ευρωστίας θα πρέπει να πληρούν κάποιες βασικές απαιτήσεις, ώστε να είναι χρήσιμα (McDonald, 1980; Perry 1984):

1. Να παρέχουν ένα πιο ευαίσθητο δείκτη της ποιότητας του σπόρου σε σχέση με το τεστ βλαστικότητας.
2. Να παρέχουν μια σταθερή κατάταξη των σπορομερίδων από την άποψη της πιθανής συμπεριφοράς τους κατά τη σπορά
3. Να είναι αντικειμενικά, απλά και πρακτικά οικονομικά
4. Τα αποτελέσματά τους να είναι επαναλήψιμα και ερμηνεύσιμα
5. Να συσχετίζονται με τη συμπεριφορά του σπόρου στο χωράφι. Αρκετοί ορισμοί για την ευρωστία του σπόρου δίνουν έμφαση στη σχέση μεταξύ της ευρωστίας του σπόρου και της συμπεριφοράς στο χωράφι/της φυτρωτικής ικανότητας και αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η σχέση αυτή υπάρχει. Κατά συνέπεια η πραγματική αξία του κάθε τεστ ευρωστίας μπορεί να είναι η ικανότητα του να προβλέψει τη συμπεριφορά στο χωράφι (φυτρωτική ικανότητα).

Ωστόσο το κύριο κριτήριο για ένα τεστ ευρωστίας είναι ότι θα πρέπει να δώσει μια καλύτερη πρόβλεψη για την πραγματική συμπεριφορά της σπορομερίδας σε σχέση με το τεστ βλαστικότητας, ειδικά για σπορομερίδες ανάλογης ποιότητας, όπως αυτή προέκυψε από την εφαρμογή του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας. Σ' αυτές τις περιπτώσεις το τεστ ευρωστίας είναι απαραίτητο.

Επιπλέον, σύμφωνα με τον ISTA (2005), υπάρχουν δύο συνιστώσες για την επικύρωση της μεθόδου που εφαρμόζεται στο τεστ ευρωστίας. Πρώτον η περιγραφή της μεθόδου θα πρέπει να είναι σαφής και πλήρης και δεύτερον θα πρέπει να επιβεβαιωθεί η σχέση μεταξύ των αποτελεσμάτων των τεστ ευρωστίας και της πρακτικής έκφρασης της ευρωστίας.

1.8.4 Τεστ ευρωστίας του σπόρου

Εκτός από τον διαχωρισμό των δοκιμών ευρωστίας, που αναφέρθηκαν παραπάνω, τα περισσότερα τεστ ευρωστίας σύμφωνα με τον AOSA (1983) μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες: 1. Τεστ ανάπτυξης και αξιολόγησης

φυταρίων, 2. Τεστ καταπόνησης-στρες και 3. Βιοχημικά τεστ . Σ' αυτό το σημείο αναφέρεται και το θερμό τεστ ή τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας, αν και δεν αποτελεί δοκιμή ελέγχου της ευρωστίας του σπόρου, αλλά βιωσιμότητας του σπόρου.

1.8.4.1 Θερμό τεστ

Το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας ή θερμό τεστ πραγματοποιείται σε ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για τη βλάστηση και την ανάπτυξη των φυταρίων. Εξαιτίας αυτών των ιδανικών συνθηκών ονομάζεται επίσης και τεστ βιωσιμότητας των σπόρων. Οι σπόροι που δεν βλαστάνουν σε αυτές τις συνθήκες είναι ουσιαστικά νεκροί. Με βάση τον ISTA (2004) για την πραγματοποίηση της δοκιμής χρησιμοποιούνται είτε στυπόχαρτα είτε βρεγμένες πετσέτες είτε άμμος, όπου τοποθετούνται οι σπόροι και μεταφέρονται σε θάλαμο-βλαστητήριο. Η θερμοκρασία στο θάλαμο μπορεί να είναι σταθερή στους 30°C ή να εναλλάσσεται σε θερμοκρασίες ημέρας – νύχτας μεταξύ 30 και 20°C. Ο θάλαμος λειτουργεί για 16 ώρες στους 20 °C και στη συνέχεια στους 30 °C για 8 ώρες. Μετά την περίοδο των 8 ωρών η θερμοκρασία ξαναγυρνά στους 20 °C και ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Μετά από 4 ημέρες γίνεται έλεγχος των σπόρων. Οι σπόροι που βλάστησαν και έχουν μήκος ριζιδίου μεγαλύτερο ή ίσο από 3,8 cm και βρίσκονται σε κανονική φυσιολογική και ανατομική κατάσταση καταμετρούνται και απορρίπτονται (Staus and Hopper, 1984). Οι εναπομείναντες σπόροι, που δεν πληρούν τα αναφερόμενα κριτήρια ξετυλίγονται στις πετσέτες και τοποθετούνται στο θάλαμο.

Μια δεύτερη μέτρηση πραγματοποιείται στις 8 ημέρες από την έναρξη του τεστ. Ανάλογα με τις απαιτήσεις σε δεδομένα η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί στις 12 ημέρες από την έναρξη του τεστ. Στο τέλος το άθροισμα των επιμέρους μετρήσεων αποτελεί το ποσοστό των σπόρων που βλάστησαν. Επίσης, μπορεί να γίνει διαχωρισμός των φυταρίων σε φυσιολογικά/κανονικά, μη φυσιολογικά ή προσβεβλημένα και νεκροί ή σκληροί σπόροι.

Η ελάχιστη αποδεκτή βλαστική ικανότητα σε αυτές τις ιδανικές συνθήκες είναι 80%. Όταν οι συνθήκες στον αγρό είναι σχεδόν ιδανικές, τα αποτελέσματα της βλαστικής ικανότητας του εργαστηρίου σχετίζονται καλά με την φυτρωτική ικανότητα. Ωστόσο, οι συνθήκες στο χωράφι σπάνια είναι ιδανικές. Γι' αυτό το λόγο, το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας αδυνατεί να προβλέψει με ακρίβεια τη

συμπεριφορά της σπορομερίδας στο χωράφι (TeKrony and Egli, 1977), οπότε εφαρμόζονται πιο ευαίσθητες και ακριβείς δοκιμές ευρωστίας του σπόρου.

1.8.4.2. Τεστ ανάπτυξης και αξιολόγησης των φυταρίων

Τα τεστ ανάπτυξης και αξιολόγησης των φυταρίων πραγματοποιούνται γενικά κάτω από τις ίδιες συνθήκες με το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας με αυστηρότερη αξιολόγηση των φυταρίων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το τεστ ταξινόμησης της ευρωστίας των φυταρίων και η αξιολόγηση του ρυθμού βλάστησης και ανάπτυξης των νεαρών φυτών.

Τεστ ταξινόμησης της ευρωστίας των φυταρίων

Στο τεστ ταξινόμησης της ευρωστίας των φυταρίων αποτελεί επέκταση του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας. Τα φυτάρια που προέκυψαν από τη βλάστηση των σπόρων ταξινομούνται/κατηγοριοποιούνται σε δυνατά και αδύναμα. Η αρχή του τεστ είναι ότι τα φυτάρια έχουν τέσσερις χαρακτηριστικές δομές, οι οποίες ελέγχονται για την αξιολόγηση της ευρωστίας :

1. Ριζικό σύστημα
2. Υποκοτύλη (ο εμβρυακός άξονας μεταξύ κοτυληδόνων και ρίζας)
3. Κοτυληδόνες (αποθηκευτικοί ιστοί θρεπτικών συστατικών για την ανάπτυξη των φυταρίων)
4. Επικοτύλη (ο εμβρυακός άξονας πάνω από τις κοτυληδόνες)

Τα κανονικά φυτάρια χαρακτηρίζονται ως δυνατά αν τα παραπάνω τμήματα του φυτού έχουν αναπτυχθεί καλά και δεν παρουσιάζουν αλλοιώσεις και είναι ακέραια. Τα κανονικά φυτάρια, που παρουσιάζουν κάποιες ελλείψεις ή ελαττώματα, όπως απουσία τμήματος της ρίζας, μια κοτυληδόνα, σπασμένο υποκοτύλιο, αλλοιώσεις, νεκρώσεις ή συστροφή χαρακτηρίζονται ως αδύναμα.

Ρυθμός βλάστησης

Το γρήγορο και ομοιόμορφο φύτερωμα είναι εξίσου σημαντικό με το τελικό ποσοστό φυτρώματος για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής. Αν οι σπόροι φυτρώσουν σποραδικά σε μια μεγάλη χρονική περίοδο τότε και η ανάπτυξη των φυτών δεν θα είναι ομοιόμορφη και η ωρίμανση τους θα διαρκέσει μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Για να επιτευχθεί ικανοποιητική εγκατάσταση της καλλιέργειας ο σπόρος θα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας (υψηλή βλαστική ικανότητα, ευρωστία, καθαρότητα κλπ).

Το αργό και μη συγχρονισμένο φύτρωμα οφείλεται στη χαμηλή ευρωστία του σπόρου, η οποία οδηγεί σε προβλήματα στην επιτυχή εγκατάσταση και ανάπτυξη της καλλιέργειας (Basra *et al.*, 2004).

Ο ταχύτερος ρυθμός επιμήκυνσης της υποκοτύλης παρέχει τη δύναμη για πρώιμη έκπτυξη φυταρίων (Wanjura and Buxton, 1972; Chu *et al.*, 1991). Οι Wanjura *et al.* (1969) έδειξαν ότι η πρώιμη έκπτυξη των φυτών βαμβακιού σχετίζεται τόσο με το μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης των νεαρών φυτών όσο και την υψηλότερη απόδοση σε ίνα ανά φυτό.

Ο ρυθμός βλάστησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την αξιολόγηση της ευρωστίας των σπορόφυτων (Maguire, 1962). Ο ρυθμός βλάστησης αποτελεί μια από τις παλιότερες έννοιες για την ευρωστία των σπορόφυτων. Σπορομερίδες με παρόμοια ποσοστά βλάστησης συχνά διαφέρουν στο ρυθμό έκπτυξης των σπορόφυτων και στο ρυθμό ανάπτυξης. Ο ρυθμός βλάστησης υπολογίζεται την ίδια στιγμή που προσδιορίζεται το ποσοστό βλάστησης. Συγκεκριμένα υπολογίζεται διαιρώντας τον αριθμό των κανονικών φυταρίων ανά 100 σπόρους που προέκυψαν σε κάθε μέτρηση στο τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας με τον αριθμό των ημερών που έμειναν στον θάλαμο. Οι τιμές που προκύπτουν από κάθε μέτρηση στο τέλος προστίθενται και έτσι προκύπτει ο ρυθμός βλάστησης.

$$\frac{\text{Αριθμός κανονικών φυταρίων} + \dots + \text{Αριθμός κανονικών φυταρίων}}{\text{Ημέρες από την 1^η μέτρηση}} \quad \text{Ημέρες από την τελευταία μέτρηση}$$

Ρυθμός ανάπτυξης φυταρίων

Κατά την εφαρμογή του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας το ποσοστό βλάστησης προκύπτει μόνο από τα φυτάρια που έχουν μήκος μεγαλύτερο ή ίσο με 2,5 cm. Επιπλέον, μπορεί να γίνει έλεγχος και του ξηρού βάρους των νεαρών φυτών για την αξιολόγηση της ευρωστίας (Parish *et al.*, 1977).

Τα μειονεκτήματα των δοκιμών αυτής της κατηγορίας είναι ότι περιλαμβάνουν χρονοβόρες μετρήσεις, ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ως προς την επιμήκυνση των φυταρίων και ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της

υγρασίας στη βλάστηση και ότι το μέγεθος του σπόρου επηρεάζει την ανάπτυξη της υποκοτύλης (AOSA, 1983).

1.8.4.3. Τεστ καταπόνησης

Στα τεστ καταπόνησης γίνεται προσομοίωση των μη ιδανικών συνθηκών που πιθανόν να επικρατήσουν στο χωράφι κατά τη σπορά. Οι σπόροι υποβάλλονται σε συνθήκες στρες είτε πριν είτε κατά τη διάρκεια της βλάστησης. Τα τεστ που χρησιμοποιούνται κυρίως στο βαμβάκι είναι το τεστ επιταχυνόμενης γήρανσης, το ψυχρό τεστ και το Cool test.

Ψυχρό τεστ

Το ψυχρό τεστ βλαστικότητας θεωρείται το παλιότερο τεστ ευρωστίας κι ίσως και το πιο δημοφιλές. Προήλθε από την ανάγκη να εκτιμηθεί η βλαστική ικανότητα των σπόρων με μια πιο ευαίσθητη διαδικασία σε σχέση με το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας. Για το λόγο αυτό ήταν το πρώτο τεστ στο οποίο χρησιμοποιήθηκε έδαφος ως υπόστρωμα για την εκτίμηση της ευρωστίας σπόρων καλαμποκιού.

Αποτελεί τεστ καταπόνησης, που προσομοιώνει τις συνθήκες, που επικρατούν στο χωράφι στις πρώιμες σπορές, με την εφαρμογή υψηλής εδαφικής υγρασίας (>70%) και την επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών. Η διαδικασία έχει το στόχο να αξιολογήσει την ανταπόκριση των σπορομερίδων, που υποβάλλονται σ' ένα συνδυασμό χαμηλών θερμοκρασιών και υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία του υποστρώματος και αν είναι δυνατόν την παρουσία παθογόνων. Σ' αυτή τη δοκιμή επικρατούν δύο είδη στρες. Πρώτον, το αβιοτικό στρες εξαιτίας των μη ευνοϊκών συνθηκών που συμβάλλουν στη διαρροή των διαλυτών ουσιών από τις μεμβράνες κατά την απορρόφηση του νερού, εξαιτίας της αποδιοργάνωσης της δομής των συστημάτων της μεμβράνης. Σ' αυτή την περίπτωση η επιδιόρθωση των μεμβρανών είναι σχετικά αργή, αυξάνοντας την διαρροή των ουσιών, συμπεριλαμβανομένων και των σακχάρων. Δεύτερον, η παρουσία των μικροοργανισμών, αν το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται είναι έδαφος, αυξάνεται όχι μόνο σαν αποτέλεσμα της έκθεσης σε χαμηλές θερμοκρασίες αλλά και από την απελευθέρωση των σακχάρων.

Οι χαμηλές θερμοκρασίες στις οποίες υποβάλλονται οι σπόροι και τα νεαρά φυτά προκαλούν τραυματισμό του ριζιδίου, μείωση στην επιμήκυνση της

υποκοτύλης, μείωση του ποσοστού βλάστησης και στο ρυθμό ανάπτυξης των φυταρίων, υποβάθμιση του σπόρου και αύξηση των προσβολών από παθογόνα κυρίως στους σπόρους χαμηλής ευρωστίας (AOSA, 1967; Pollock and Toole, 1966). Κατά συνέπεια, η ευρωστία της σπορομερίδας είναι ανάλογη με το βαθμό επιβίωσης των σπόρων όταν εκτίθενται σε δυσμενή περιβάλλοντα.

Αν και οι περισσότερες έρευνες έχουν γίνει στο καλαμπόκι η εφαρμογή του στο βαμβάκι έγινε αρχικά από τους Bishnoi and Delouche (1975) και έδειξαν ότι συσχετίζεται με τη συμπεριφορά του σπόρου στο χωράφι.

Οι σπόροι τοποθετούνται σε στυπόχαρτα με ή χωρίς χρώμα και διατηρούνται στους 5 - 10°C για 4 με 7 ημέρες. Μετά την ψυχρή περίοδο οι σπόροι εκτίθενται σε ιδανικές συνθήκες για βλάστηση. Συγκεκριμένα, στο βαμβάκι οι σπόροι τυλίγονται σε πετσέτες ή στυπόχαρτα και υποβάλλονται σε θερμοκρασία 5°C για 72 ώρες. Στη συνέχεια τοποθετούνται σε θερμοκρασία 20°C για 5 ημέρες και στη συνέχεια γίνεται αξιολόγηση της βλάστησης. Το ποσοστό των κανονικών φυταρίων θεωρείται δείκτης της ευρωστίας του σπόρου. Οι εύρωστοι σπόροι φυτρώνουν ταχύτερα σε ψυχρά περιβάλλοντα σε σχέση με τους σπόρους χαμηλής ευρωστίας.

Cool test

Το Cool test βλαστικότητας, γνωστό και ως Texas Cool test, είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο τεστ για τον έλεγχο της ευρωστίας του σπόρου για την αξιολόγηση της φυτρωτικής ποιότητας του σπόρου βαμβακιού (Byrd and Reyer, 1967; Drummond and Savoy, 1996; Kerby *et al.*, 1989; Metzger, 1987). Οι συνθήκες στο ψυχρό τεστ είναι ακραίες ώστε να παρέχει ασφαλείς πληροφορίες πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας. Γι' αυτό, το Cool τεστ αναπτύχθηκε με σκοπό τον διαχωρισμό των εύρωστων από τις μη εύρωστες σπορομερίδες με την εφαρμογή λιγότερο ακραίων συνθηκών. Οι σπόροι χαμηλής ευρωστίας, που προέρχονται από ζεστή καλλιεργητική περίοδο, όπως το βαμβάκι, έχουν μειωμένο ποσοστό βλάστησης και ρυθμό ανάπτυξης (Byrd *et al.*, 1967; Christiansen, 1964). Υψηλά ποσοστά βλαστικότητας κατά την εφαρμογή του τεστ δηλώνει ότι οι σπορομερίδες μπορούν να σπαρθούν σε ευρείς περιβαλλοντικές συνθήκες σε σχέση με σπορομερίδες με χαμηλά ποσοστά βλαστικότητας. Οι σποροπαραγωγοί χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα του Cool test ως εργαλείο για τον προγραμματισμό της σποράς.

Οι σπόροι τυλίγονται σε πετσέτες ή στυπόχαρτα και τοποθετούνται σε θάλαμο με σταθερή θερμοκρασία 18 °C για 7 ημέρες στο σκοτάδι. Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτή η θερμοκρασία είναι γιατί η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτευμα του βαμβακιού είναι 15 °C περίπου. Το τεστ πραγματοποιείται σε αποχλωμένους σπόρους, στους οποίους έχει εφαρμοστεί ένα μυκητοκτόνο ευρέος φάσματος. Η ομοιόμορφη υγρασία είναι σημαντική καθώς και η διατήρηση της υγρασίας. Την 7^η μέρα γίνεται η μέτρηση. Ως φυσιολογικά φυτάρια θεωρούνται αυτά που έχουν μήκος ριζιδίου και υποκοτύλης 4 cm ή μεγαλύτερο. Τα φυτάρια χωρίς το επιθυμητό μήκος δεν περιλαμβάνονται στη μέτρηση των σπόρων που βλάστησαν.



Εικόνα 8. Σπόροι που βλάστησαν και μη βλαστημένοι σπόροι κατά την εφαρμογή του Cooltest.

Δεδομένου ότι ο ρυθμός ανάπτυξης εξαρτάται από το άθροισμα των θερμομονάδων είναι σημαντικό η μέση θερμοκρασία να διατηρείται στους 18°C με απόκλιση $\pm 0,3$. Η επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό του ριζιδίου και να αυξήσει την ευαισθησία σε μικροοργανισμούς (McCarter and Roncaddri, 1970)

Σπορομερίδες με βλαστικότητα 60% και υψηλότερη θεωρούνται καλές έως άριστες. Οι εταιρίες σποροπαραγωγής χρησιμοποιούν το Cool test για να κατατάξουν τις σπορομερίδες σε σχέση με την ευρωστία. Οι καλλιεργητές τυπικά σπέρνουν σπορομερίδες με υψηλή βλαστικότητα, όπως αυτή προέκυψε από το Cool test,

πρώιμα, όταν οι θερμοκρασίες του εδάφους είναι πιο χαμηλές και οι σπόροι μπορεί να εκτεθούν σε περιβαλλοντικές καταπονήσεις, σε σύγκριση με την όψιμη σπορά.

Από το συνδυασμό των αποτελεσμάτων του Cool test και του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας ή θερμού τεστ προκύπτει ο δείκτης ευρωστίας, ο οποίος αποτελεί αξιόπιστο δείκτη πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας (Metzer, 1987; Kerby *et al.*, 1989). Το άθροισμα του ποσοστού βλαστικότητας από το Cool test και του θερμού τεστ την 4η ημέρα χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί ο δείκτης ευρωστίας (CWVI). Τιμές του CWVI ίσες ή μεγαλύτερες από 160 θεωρούνται άριστες. Οι φρέσκοι σπόροι μπορεί να βρίσκονται σε λήθαργο ή να έχουν σκληρό περίβλημα με αποτέλεσμα να έχουν μικρή βλαστική ικανότητα κατά την εφαρμογή του Cool test, αργή ανάπτυξη φυταρίων ή περιορισμένη απορρόφηση νερού. Επομένως, θα πρέπει να δοθεί προσοχή κατά την ερμηνεία της χαμηλής βλαστικότητας σε πρόσφατα συγκομισμένους σπόρους. Με την εφαρμογή μεθόδων διακοπής του λήθαργου στο εργαστήριο, όπως ξηρή θερμότητα (για φυσιολογικό λήθαργο) ή ζεστό νερό (για σκληρό περίβλημα), μπορούν να προκύψουν επιπλέον πληροφορίες για να διευκρινιστεί αν ο σπόρος είναι σε λήθαργο ή είναι χαμηλής ποιότητας (Savoy, 2005).

Επιταχυνόμενη γήρανση

Το τεστ επιταχυνόμενης γήρανσης αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την πρόβλεψη του πιθανού χρόνου αποθήκευσης των σπορομερίδων και τον προσδιορισμό της ευρωστίας των σπόρων αρκετών ειδών. Η αρχή του τεστ είναι να υποβάλλει τους σπόρους σε συνθήκες στρες με την έκθεση τους σε υψηλές θερμοκρασίες (40-45°C) και σχεδόν 100% σχετική υγρασία για διάφορα χρονικά διαστήματα (στο βαμβάκι συνήθως 2 με 4 ημέρες), ανάλογα με το είδος του σπόρου. Στη συνέχεια οι σπόροι υποβάλλονται σε τεστ βλαστικότητας και οι σπορομερίδες με υψηλή ευρωστία αντέχουν αυτή την διαδικασία γήρανσης καλύτερα από τις σπορομερίδες χαμηλής ευρωστίας κι παράγουν μεγαλύτερο αριθμό κανονικών φυταρίων (Baalbaki *et al.*, 2009).

Η λογική αυτού του τεστ είναι ότι οι σπόροι υψηλής ευρωστίας θα αντέξουν στις αντίξοες συνθήκες θα βλαστήσουν και θα αναπτυχθούν κανονικά φυτάρια, δηλαδή θα διατηρήσουν την ευρωστία τους. Οι συνθήκες στις οποίες υποβάλλονται οι σπόροι προκαλούν εκφυλισμό των μεμβρανών μέσω της οξειδωσης των μεμβρανών μέσω της

οξείδωσης των ακόρεστων λιπαρών οξέων (Parish *et al.*, 1977). Οι υποβαθμισμένοι σπόροι έχουν μικρότερα ποσοστά βλαστικότητας και ασθενή φυτάρια (AOSA, 1967; Stewart *et al.*, 1980). Η έρευνα έχει δείξει ότι τα αποτελέσματα της επιταχυνόμενης γήρανσης σχετίζονται καλά με τη βλαστική και φυτρωτική ικανότητα του βαμβακιού, της σόγιας, του καλαμποκιού και ειδών του γένους *Brassica* (Lovato *et al.*, 2001; Leeks, 2006; Bishnoi and Delouche, 1975; Johnson and Wax, 1978; Miles and Copeland, 1980; Suryatmana, 1981; Tekrony and Egli, 1976).

Πλέον το πρωτόκολλο που εφαρμόζεται για την εφαρμογή του τεστ επιταχυνόμενης γήρανσης αναπτύχθηκε από τους McDonald and Phannendranath (1978). Οι σπόροι εκτίθενται σε θερμοκρασία 41°C, διότι αυτή είναι η μέγιστη ανεκτή θερμοκρασία από τις ενυδατωμένες πρωτεΐνες. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες αντί να προκαλούν στρες, μπορεί να συμβάλλουν στη μετουσίωση των πρωτεϊνών και το νέκρωση των σπόρων. Θερμοκρασίες μεταξύ 43-45 °C, συνήθως προκαλούν πλήρη μεταβολική αδρανοποίηση, ιδιαίτερα στους λιγότερο εύρωστους σπόρους κάποιων ειδών.

Το τεστ επιταχυνόμενης γήρανσης είναι φθινό και δεν απαιτεί επιπλέον εξειδίκευση. Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί μη επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων, η οποία μπορεί να οφείλεται στην αρχική υγρασία του σπόρου, στην απόσταση μεταξύ των σπόρων, το μέγεθος του δοχείου και στον μη ακριβή έλεγχο της θερμοκρασίας [AOSA, 1967].

Οσμωτικό στρες

Σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι λίγες και ακανόνιστες η θερμοκρασιακή και η υδατική καταπόνηση αποτελούν τους δύο κύριους περιβαλλοντικούς παράγοντες, που επηρεάζουν το φύτευμα και την επιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας βαμβακιού (Bradow, 1991; Prisco *et al.*, 1992). Οι σπόροι είναι δυνατόν να είναι πιο ευαίσθητοι από τα ώριμα φυτά στις καταπονήσεις, εξαιτίας της έκθεσης τους στο δυναμικό εδαφικό περιβάλλον κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (Dodd and Donovan, 1999). Η υδατική καταπόνηση μπορεί να προσομοιωθεί στις δοκιμές βλαστικότητας με τη χρήση εδάφους ως υπόστρωμα βλάστησης των σπόρων, διάλυμα εδάφους ή αλλά διαλύματα (Parmar and Moore, 1968; McWilliams and Phillips, 1970; Sharma, 1973). Δεδομένου ότι οι εδαφικές συνθήκες είναι δύσκολο να

προσομοιωθούν επιλέγεται κάποιο διάλυμα. Οι σπόροι τοποθετούνται σε διαλύματα όπως χλωριούχο νάτριο, γλυκερόλη, σουκρόζη, πολυαιθυνοελογλυκόλη (PEG) και μαννιτόλη (Parmar and Moore, 1968; Sharma, 1973) με συγκεκριμένα οσμωτικά δυναμικά. Ωστόσο κάποια οσμωτικά συστατικά με μικρό μοριακό βάρος, όπως η σουκρόζη, χλωριούχο νάτριο, η γλυκερόλη και η μαννιτόλη, εισχωρούν στους σπόρους κατά τη βλάστηση προκαλώντας τοξικότητα. Το PEG που έχει υψηλό μοριακό βάρος (4000 ή και παραπάνω) αποτελεί ικανοποιητικό συστατικό για την προσομοίωση ξηρασίας χωρίς να προκαλεί τοξικότητα (Manohar, 1966; Parmar and Moore, 1968). Το PEG μειώνει το υδατικό δυναμικό του εξωτερικού μέσου, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα του νερού για τη βλάστηση των σπόρων (Michel, 1983). Ο ρυθμός βλάστησης υπό αυτές τις συνθήκες μειώνεται σημαντικά και γενικά η έκπτυξη του βλαστιδίου επηρεάζεται περισσότερο σε σχέση με το ριζίδιο (El-Sharkawi and Springuel, 1977). Δεδομένου ότι οι εύρωστοι σπόροι μπορούν να αντέξουν μεγαλύτερο οσμωτικό στρες, η μέθοδος αυτή έχει προταθεί ως τεστ ευρωστίας (Copeland and McDonald, 2001). Το μειονέκτημα αυτής της δοκιμής είναι ότι οι μικροί σπόροι βλαστάνουν καλύτερα σε σχέση με τους μεγάλους σπόρους σε τέτοιες συνθήκες εξαιτίας της μικρότερης απαίτησής τους σε νερό (Muchena and Grogan, 1977). Επίσης, οι El-Sharkawi and Springuel (1977) αναφέρουν σημαντική αλληλεπίδραση του οσμωτικού στρες και της θερμοκρασίας που επικρατεί κατά τη βλάστηση.

1.8.4.4 Βιοχημικά τεστ

Η ανάπτυξη των φυταρίων είναι αποτέλεσμα μιας σειράς βιοχημικών αλλαγών. Τα επίπεδα της μεταβολικής δραστηριότητας καθορίζουν το ρυθμό ανάπτυξης των νεαρών φυτών. Επομένως, τα βιοχημικά τεστ που μετρούν αυτή τη δραστηριότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της ευρωστίας του σπόρου. Τα βιοχημικά τεστ πραγματοποιούνται συνήθως σε μικρότερο χρόνο, αλλά απαιτούν ειδικό εξοπλισμό και εκπαιδευμένο προσωπικό.

Τεστ τετραζολίου



Εικόνα 9. Κατάταξη χρωματισμού σπόρων βαμβακιού με τη δοκιμή τετραζολίου.

Το τεστ τετραζολίου είναι μια αξιόπιστη και ευρέως χρησιμοποιούμενη βιοχημική μέθοδος για την ανάλυση της ποιότητας του σπόρου. Η μέθοδος αναπτύχθηκε από τον Lakon (1949) και στηρίζεται στην ιδιότητα του μορίου τετραζολίου (2,3,5-triphenyltetrazoliumchloride) να αντιδρά με άτομα υδρογόνου που απελευθερώνεται κατά την ενζυματική

δραστηριότητα της αφυδρογονάσης στους ζωντανούς ιστούς. Αυτό οδηγεί στο

σχηματισμό μιας αδιάλυτης χρωστικής, της φορμαζάνης. Έτσι κατά την εμβάπτιση των σπόρων σε διάλυμα τετραζολίου, οι ζωντανοί ιστοί χρωματίζονται κόκκινοι (ISTA, 2009). Στους μη ζωντανούς ιστούς το χρώμα δεν μεταβάλλεται και έτσι εύκολα διαχωρίζονται οι ζωντανοί και οι μη ζωντανοί σπόροι. Στη συνέχεια γίνεται κατηγοριοποίηση του σπόρου σε επίπεδα ευρωστίας από υψηλό έως χαμηλό, ανάλογα με την κλιμάκωση χρωματισμού του σπόρου και την ένταση του χρώματος.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η αρχή της δοκιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι ότι οι λιγότερο εύρωστοι ή οι περισσότερο υποβαθμισμένοι σπόροι παρουσιάζουν μικρότερη ταχύτητα επιδιόρθωσης των κυτταρικών μεμβρανών κατά την απορρόφηση του νερού για να βλαστήσουν και ως εκ τούτου απελευθερώνουν μεγαλύτερες ποσότητες διαλυμένων ουσιών στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι ουσίες που διαρρέουν είναι σάκχαρα, αμινοξέα, λιπαρά οξέα, πρωτεΐνες, ένζυμα και ανόργανα ιόντα (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , Mn^{++}). Το τεστ αξιολογεί την ποσότητα των διαλυτών ιόντων που διαρρέουν. Σε συνθήκες αγρού η διαρροή των διαλυτών ουσιών μετά τη σπορά αντικατοπτρίζει την απώλεια της οργάνωσης των κυτταρικών μεμβρανών και της εκλεκτικής διαπερατότητας. Το γεγονός αυτό επηρεάζει αρνητικά την έκπτυξη των φυταρίων και συμβάλλει στην ανάπτυξη μικροοργανισμών. Οι Ching and Scoolcraft (1968)

επιβεβαίωσαν ότι η αύξηση της διαρροής κατά την απορρόφηση νερού από τους σπόρους σχετίζεται άμεσα με τη διακοπή των συστημάτων κυτταρικής μεμβράνης και την απώλεια ελέγχου της διαπερατότητας.

Κατά την απώλεια της ευρωστίας του σπόρου απομακρύνονται θρεπτικά συστατικά από τις μεμβράνες και επομένως οι σπόροι χαμηλής ποιότητας διαρρέουν ηλεκτρολύτες, ενώ οι σπόροι υψηλής ποιότητας διατηρούν τα θρεπτικά συστατικά σε καλά δομημένες μεμβράνες. Η υψηλή αγωγιμότητα στους σπόρους αποτελεί ένδειξη χαμηλής ποιότητας και αντίστροφα. Έχει βρεθεί ότι τα αποτελέσματα του τεστ έχουν υψηλή συσχέτιση με τη φυτρωτική ικανότητα του φασολιού, του μπιζελιού, του καλαμποκιού και της σόγιας (Matthews and Powell, 1981). Ο Priestley (1958) διαπίστωσε ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού όπου εμβαπτίστηκαν οι σπόροι βαμβακιού ήταν αντιστρόφως ανάλογη με την βλαστικότητα. Αν οι τιμές που προκύπτουν από τις μετρήσεις είναι $< 25 \mu S / cmg$, ο σπόρος χαρακτηρίζεται υψηλής ευρωστίας ενώ τιμές $> 43 \mu S / cmg$ χαμηλής ευρωστίας (Milosevic *et al.*, 2010).

Η αρχική υγρασία του σπόρου, οι μηχανικά τραυματισμένοι σπόροι και οι σπόροι που έχουν υποστεί χημική επεξεργασία μπορεί να προκαλέσουν παραλλακτικότητα και να οδηγήσουν επομένως σε αναξιόπιστα αποτελέσματα.

Τεστ ελεύθερων λιπαρών οξέων

Το ποσοστό των ελεύθερων λιπαρών οξέων χρησιμοποιείται εκτενώς ως δείκτης της ποιότητας του σπόρου. Οι σπόροι του βαμβακιού όπως και οι υπόλοιποι ελαιούχοι σπόροι είναι περισσότερο επιρρεπείς στην υποβάθμιση εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε έλαιο (Powell *et al.*, 2000). Η αποδιοργάνωση των μεμβρανών είναι ένας από τους κύριους λόγους υποβάθμισης του σπόρου, με αποτέλεσμα τα κύτταρα του σπόρου να μην μπορούν να διατηρήσουν τη φυσιολογική τους κατάσταση και λειτουργία. Οι κύριες αιτίες της αποδιοργάνωσης των μεμβρανών είναι τα αυξημένα επίπεδα ελεύθερων λιπαρών οξέων από την υπεροξείδωση των λιπιδίων (Grilli *et al.*, 1995). Η συσσώρευση των ελεύθερων λιπαρών οξέων προκύπτει από την υδρόλυση του ελαίου συνήθως όταν οι σπόροι εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία και είναι επιζήμια για τον μεταβολισμό των κυττάρων (Basma *et al.*, 2004).

Με την υποβάθμιση της ποιότητας του σπόρου παρατηρείται ταυτόχρονη αύξηση των επιπέδων των ελεύθερων λιπαρών οξέων (Basra, 2000). Σε υγιείς ιστούς σπόρων δεν έχουν βρεθεί αυξημένα επίπεδα ελεύθερων λιπαρών οξέων, που είναι τοξικά για τα περισσότερα κύτταρα (Trawatha *et al.*, 1995). Επίσης, με την αύξηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων έχει παρατηρηθεί ταυτόχρονη αύξηση διαρροής θρεπτικών από τους σπόρους (Mosavi *et al.*, 2011). Η απώλεια της ευρωστίας του σπόρου, το μικρό ποσοστό βλάστησης, τα αδύναμα και μη φυσιολογικά φυτάρια, σχετίζονται με τα αυξημένα επίπεδα ελεύθερων λιπαρών οξέων, τα οποία προκαλούν βλαβερές επιδράσεις στα κύτταρα (Iqbal *et al.*, 2002, Priestley *et al.*, 1985).

Σύμφωνα με τους Basra *et al.* (2004) το ανώτερο αποδεκτό επίπεδο των ελεύθερων λιπαρών οξέων για τον βαμβακόσπορο είναι 1,0%. Το ποσοστό φυτρωτικότητας του βαμβακιού είναι αμελητέο αν η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι 3 % (Priestley, 1986).

Αναπνοή

Η βλάστηση των σπόρων και η ανάπτυξη των φυταρίων απαιτούν τη χρήση μεταβολικής ενέργειας που λαμβάνεται από την αναπνοή. Γι' αυτό μια μείωση στο ρυθμό της αναπνοής των σπόρων που βλαστάνουν έχει δείξει ότι προκαλεί μείωση στο ρυθμό ανάπτυξης των φυταρίων (Woodstock, 1968). Ο ρυθμός αναπνοής, που μετράται κατά τις πρώτες 18 ώρες της βλάστησης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστούν τραυματισμοί που οφείλονται σε διάφορους παράγοντες, όπως ακτινοβολία γ, παγετό. Θετική συσχέτιση έχει αναφερθεί μεταξύ του ρυθμού λήψης οξυγόνου κατά την απορρόφηση νερού από τους σπόρους και την ανάπτυξη των φυταρίων (Woodstock and Grabe, 1967).

Με την αναπνοή οι σπόροι προσλαμβάνουν O_2 και αποβάλλουν CO_2 . Ο λόγος του όγκου του O_2 που προσλαμβάνεται στη μονάδα του χρόνου προς τον όγκο του CO_2 που αποβάλλεται στη μονάδα του χρόνου, ονομάζεται δείκτης αναπνοής (respiratory quotient – RQ). Ο λόγος αυτός βρέθηκε ότι σχετίζεται περισσότερο με την ευρωστία του σπόρου συγκριτικά με τη χρησιμοποίηση μόνο του O_2 (Ξυνιάς και Τοκατλίδης, 2014).

Τα τεστ αναπνοής είναι γρήγορα και ποσοτικά αλλά απαιτούν ειδικό εξοπλισμό και εξειδικευμένο προσωπικό. Επιπλέον, οι μηχανικές βλάβες, που υποβαθμίζουν την

ευρωστία, μπορεί να αυξήσουν το ρυθμό αναπνοής (Woodstock, 1969) και να προκύψουν μη αξιόπιστα αποτελέσματα.

Σκοπός της Εργασίας

1.9 Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός της διδακτορικής διατριβής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της ποιότητας του σπόρου και της εποχής σποράς στη φυτρωτική ικανότητα του βαμβάκιου. Επιμέρους, να ελεγχθεί αν η αρχική ευρωστία του σπόρου και η εποχή σποράς επηρεάζει τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης, την παραγωγή και την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου, με την εφαρμογή δοκιμών ελέγχου της βιωσιμότητας και της ευρωστίας του σπόρου.

Επιπλέον στόχο αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης του χρόνου συγκομιδής και της θέσης σχηματισμού των καρυδιών, στην ποιότητα του παραγόμενου σπόρου. Αν και έχουν γίνει αρκετές έρευνες ως προς την αξιολόγηση της παραγωγής και της ποιότητας της ίνας σε σχέση με τη θέση σχηματισμού των καρυδιών, δεν υπάρχουν αντίστοιχα στοιχεία για την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου.

Αξιοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες έγινε προσπάθεια να αναπτυχθεί ένα μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας. Συγκεκριμένα για την ανάπτυξη του μοντέλου λήφθηκαν υπόψη τα αποτελέσματα της φυτρωτικής ικανότητας, η αρχική βλαστική ικανότητα και η αρχική ευρωστία των σπορομερίδων, οι θερμοκρασίες εδάφους και οι θερμομονάδες στις διάφορες περιόδους σποράς – φυτρώματος. Η ευρωστία είναι μια σημαντική παράμετρος της ποιότητας του σπόρου και έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει την απόδοση των καλλιεργειών μέσω της εγκατάστασης της καλλιέργειας, ιδιαίτερα κάτω από αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Υλικά και Μέθοδοι

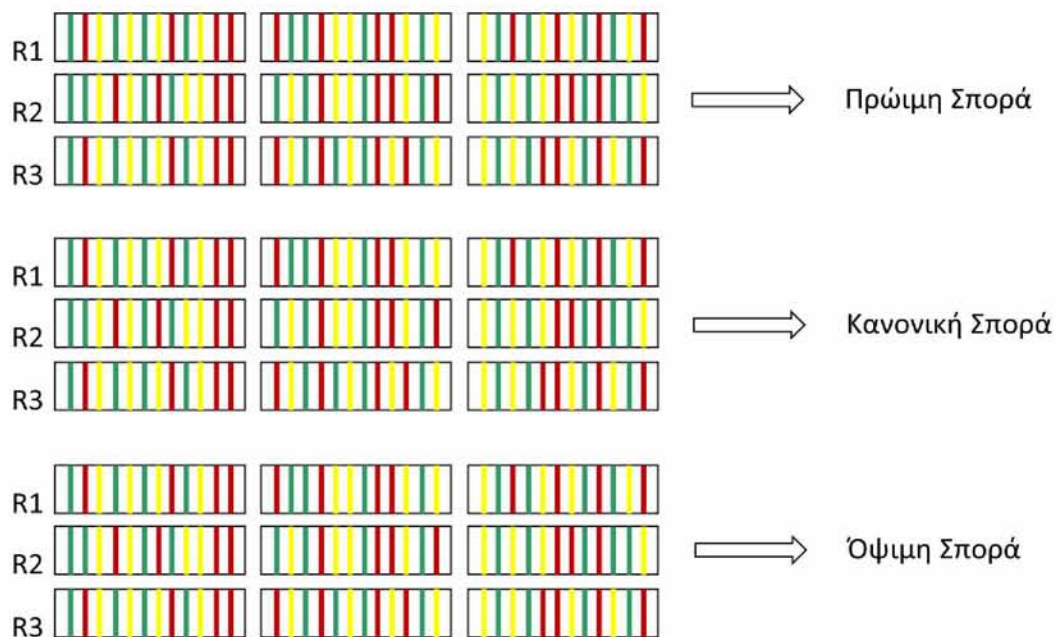
2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Γενικά

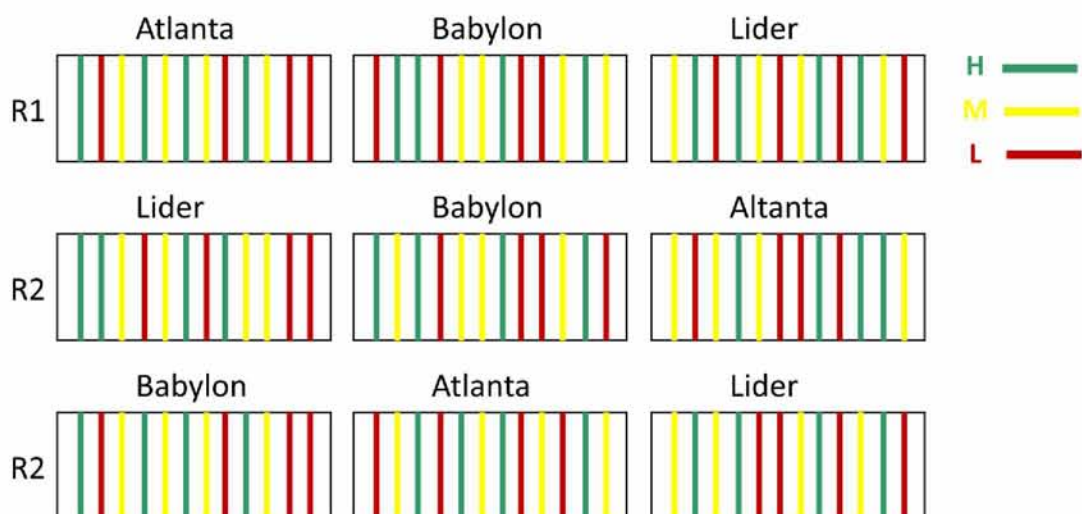
Τα πειράματα αγρού πραγματοποιήθηκαν στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο τα έτη 2012 και 2013. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν τα υπό-υπό διαιρεμένα τεμάχια (split-split plot) στο χώρο (in space). Οι κύριες επεμβάσεις αφορούσαν: 1) την εποχή σποράς, 2) την ποικιλία και 3) την ευρωστία του σπόρου. Συγκεκριμένα, για τον παράγοντα εποχή σποράς, είχαμε τρία επίπεδα ως ακολούθως: πρώιμη σπορά (03/04/2012 και 10/4/2013), κανονική σπορά (25/04/2012 και 28/4/2013) και όψιμη σπορά (14/05/2012 και 21/5/2013). Οι ποικιλίες βαμβακιού που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η Atlanta, η Babylon και η Lider. Οι σπόροι κάθε ποικιλίας είχαν τρία επίπεδα ευρωστίας: υψηλή (H), μέση (M) και χαμηλή (L). Η σπορά έγινε σε 4 γραμμές 2 μέτρων και τοποθετήθηκαν 200 σπόρια σε κάθε γραμμή σε τρεις επαναλήψεις για το σύνολο των μεταχειρίσεων.



Εικόνα 10. Σπορά βαμβακιού



Σχήμα 1α. Πειραματικό σχέδιο. Οι γραμμές δηλώνουν τις γραμμές σποράς, μήκους 2m και απόσταση μεταξύ των γραμμών 1 m, των τριών ποικιλιών (Atlanta, Babylon, Lider) με τα τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη σπορά) με τρεις επαναλήψεις (R1, R2 και R3).



Σχήμα 1β. Πειραματικό σχέδιο ανά εποχή σποράς των τριών ποικιλιών Atlanta, Babylon και Lider με τρία αρχικά επίπεδα ευρωστίας (H, M και L) και τρεις επαναλήψεις (R1, R2 και R3). Με πράσινο συμβολίζονται οι σπορομερίδες υψηλής ευρωστίας, με κίτρινο της μέσης και με κόκκινο της χαμηλής ευρωστίας.

2.2 Φυτικό υλικό

Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι παρόμοιου βιολογικού κύκλου, (μεσοπρώιμες). Συγκεκριμένα, η ποικιλία Atlanta έχει ημιορθόκλαδο τύπο φυτού με δυνατό και βαθύ ριζικό σύστημα. Το ύψος των φυτών κυμαίνεται από 90 έως 110 cm

και έχει υψηλή προσαρμοστικότητα σε κανονικές και πυκνές σπορές. Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο βερτισίλιο και στις αφίδες.

Η ποικιλία Babylon έχει υψηλή βλαστική ικανότητα και είναι ιδανική για πρώιμες σπορές. Έχει θαμνώδες φυτό με καθορισμένη μορφολογία και δομή ανάπτυξης. Παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στο βερτισίλιο και ανταπεξέρχεται άριστα σε ακανόνιστες αρδεύσεις ή σε συνθήκες στρες και έλλειψης νερού.

Η ποικιλία Lider έχει υψηλή προσαρμοστικότητα στους περισσότερους τύπους εδαφών. Έχει θαμνώδες ζωνρό φυτό και το ύψος κυμαίνεται από 80 έως 100 cm. Παρουσιάζει καλή αντοχή στο βερτισίλιο.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σπόρων, όσον αφορά την βλαστικότητα και ευρωστία, των σπορομερίδων από τις 3 ποικιλίες φαίνονται στον Πίνακα 4. Για το επίπεδο ευρωστίας H (High, υψηλό) χρησιμοποιήθηκαν εμπορικές σπορομερίδες της τρέχουσας καλλιεργητικής περιόδου, ενώ για τα άλλα δύο επίπεδα ευρωστίας (M, L) χρησιμοποιήθηκαν σπορομερίδες παρελθόντων ετών. Η κατηγοριοποίηση των σπόρων στα αντίστοιχα επίπεδα ευρωστίας προέκυψε από τα αποτελέσματα βλαστικότητας του Τυποποιημένου Τεστ Βλαστικότητας (Standard Germination Test) και του Cool test. Κατά την εφαρμογή του Cool test, για την κατηγοριοποίηση της ευρωστίας του σπόρου, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

1. Αρχικό Cool test, όπου καταγράφηκε το ποσοστό των σπόρων που βλάστησαν στις 3 ημέρες
2. Cool test I, όπου καταγράφηκε το ποσοστό των σπόρων με σπορόφυτα >2,5 cm.
3. Cool test II, όπου καταγράφηκε το ποσοστό των σπόρων με σπορόφυτα >4 cm.
4. Cool test III, όπου καταγράφηκε το ποσοστό των σπόρων με σπορόφυτα >6 cm.

Η πλήρης περιγραφή των τεστ βλαστικότητας και ευρωστίας που αναφέρονται στον Πίνακα 4, επεξηγούνται αναλυτικά στο κεφάλαιο Εισαγωγή και παρακάτω στο παρόν κεφάλαιο.

Πίνακας 4. Αρχικός χαρακτηρισμός βλαστικότητας και ευρωστίας των σπορομερίδων για τις 3 ποικιλίες βαμβακιού (Atlanda, Babylon, Lider). Για την βλαστικότητα χρησιμοποιήθηκε το Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας. Για την ευρωστία, χρησιμοποιήθηκαν το Αρχικό Cool Test (% σπόρων που βλάστησαν στις 3 ημέρες), το Τελικό Coolest-I, -II, -III που αναφέρεται σε % σπόρων με σπορόφυτα >2,5 cm, >4cm, >6cm, αντίστοιχα.

Ποικιλία	Κατηγορία ευρωστίας σπόρου	Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας	Τεστ ευρωστίας σπόρου			
		Βλαστική ικανότητα (%)	Αρχικό Cool Test (%)	Τελικό Cool Test-I (%)	Τελικό Cool Test-II (%)	Τελικό Cool Test-III (%)
ATLANTA	H	87	73	72	62	42
	M	85	69	82	61	39
	L	76	15	52	27	1
BABYLON	H	92	82	83	74	48
	M	88	73	76	69	51
	L	73	49	52	39	21
LIDER	H	90	71	90	82	57
	M	83	70	77	70	55
	L	76	21	51	32	0

2.3 Καλλιεργητικά στοιχεία

Έδαφος

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους σε βάθος 0-30 εκ, όπου πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα δίνονται στον Πίνακα 5. Το έδαφος είναι πηλώδες με pH 7,67, η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι 1,39 mS/cm και η οργανική ουσία 2,90%.

Πίνακας 5. Φυσικοχημικές ιδιότητες εδάφους.

Μηχανική σύσταση			Υφή	BD ^a	CEC ^b	pH	EC ^c	C _{org}	N _{ολ}	Οργανική ουσία	CaCO ₃
Άμμος (%)	Ιλύς (%)	Άργιλος (%)	Πηλώδες	(g/cm ³)	cmol/kg		(mS/cm)	(g/kg)		(%)	
26	34	40		1,28	28,15	7,67	1,39	14,51	1,66	2,90	7,46

(Karyoti *et al.*, 2017)

^a φαινόμενη πυκνότητα

^b Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων

^c Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Προετοιμασία εδάφους

Για την προετοιμασία του εδάφους πραγματοποιήθηκε άροση νωρίς την άνοιξη και επέμβαση με σβάρνα λίγες μέρες πριν τη σπορά για τη βελτιστοποίηση της

σποροκλίνης, την αντιμετώπιση των ζιζανίων και την ενσωμάτωση του λιπάσματος και του ζιζανιοκτόνου. Η σπορά έγινε χειρωνακτικά και η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν ένα μέτρο.

Λίπανση

Για την εφαρμογή της βασικής λίπανσης χρησιμοποιήθηκαν 40 κιλά/ στρέμμα λιπάσματος 15-15-15. Πριν την ανθοφορία έγινε επιφανειακή λίπανση με 15 κιλά/ στρέμμα νιτρικής αμμωνίας (34,5-0-0).

Άρδευση

Η άρδευση έγινε αρχικά με καταιονισμό, κατά τη διάρκεια του φυτρώματος και της πρώτης ανάπτυξης, και στη συνέχεια στάγδην. Η τοποθέτηση των σταλακτηφόρων σωλήνων έγινε ανά δύο γραμμές, σύμφωνα με την πρακτική που επικρατεί στην άρδευση του βαμβακιού. Η άρδευση της καλλιέργειας γινόταν όποτε κρινόταν απαραίτητο, συνήθως μια φορά την εβδομάδα.

Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών

Η αντιμετώπιση του πληθυσμού των ζιζανίων έγινε προσπαρτικά με ενσωμάτωση ethalfluralin (250 κυβ. εκ. /στρέμμα) και αμέσως μετά την σπορά προφυτρωτικά με fluometuron (330 κυβ. εκ. /στρέμμα). Αργότερα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών γίνονταν τα απαραίτητα σκαλίσματα όποτε κρινόταν αναγκαίο.

Σε γενικές γραμμές οι πληθυσμοί των εντόμων και των ακάρεων ήταν χαμηλοί και δεν κατέστη αναγκαία η χημική αντιμετώπισή τους.

2.4 Παρατηρήσεις

2.4.1 Φυτρωτική ικανότητα

Έγινε έλεγχος της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων στις 2 μεσαίες γραμμές με την εμφάνιση των κοτυληδόνων και πραγματοποιήθηκε καταγραφή των φυτών κάθε 2 ημέρες περίπου. Αφού ολοκληρώθηκε η καταμέτρηση του φυτρώματος έγινε αραίωση των φυτών, ώστε σε κάθε plot να υπάρχει ο ίδιος αριθμός φυτών, 20 φυτά στο τρέχον μέτρο.



Εικόνα 11. Πειραματικός αγρός

Παράλληλα με τον έλεγχο της φυτρωτικής ικανότητας γινόταν και καταμέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του εδάφους σε βάθος 10 εκ. περίπου, με τη χρήση καταγραφικού WatchDog 1000 Series MicroStation – Temp/RH και αισθητήρων θερμοκρασίας (External Temperature Sensor 3667, Spectrum Technologies) και υγρασίας εδάφους (WaterScout SM 100 Soil Moisture Sensor).

Από τα δεδομένα των παρατηρήσεων του φυτρώματος υπολογίστηκε

- η τελική φυτρωτική ικανότητα,

$$\frac{\text{Αριθμός σπόρων που φύτρωσαν}}{\text{Συνολικός αριθμός σπόρων}} \times 100 ,$$

- ο μέσος χρόνος φυτρώματος,

$$\frac{\sum(Dn)}{\sum n} \text{ (Ellis and Roberts, 1981),}$$

όπου n είναι ο αριθμός των σπόρων που φύτρωσαν την ημέρα D και D ο αριθμός των ημερών από τη σπορά

- ο ρυθμός φυτρώματος

$$\frac{\text{Αριθμός κανονικών φυταρίων}}{\text{Ημέρες από την 1η μέτρηση}} + \dots + \frac{\text{Αριθμός κανονικών φυταρίων}}{\text{Ημέρες από την τελευταία μέτρηση}}$$

και τελικά προέκυψε το μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας (αναλυτικά περιγράφεται στο Κεφάλαιο Αποτελέσματα).

2.4.2 Βλαστική – αναπαραγωγική ανάπτυξη

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών πραγματοποιήθηκε μια μέτρηση καταγραφής της βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης στο στάδιο της έναρξης της καρποφορίας. Επιλέχθηκαν τυχαία τρία φυτά ανά επανάληψη, όπου και έγινε καταγραφή του ύψους των φυτών, του αριθμού των κόμβων ανά φυτό, ο κόμβος όπου εμφανίστηκε το πρώτο και το τελευταίο καρποφόρο όργανο και ο αριθμός των καρποφόρων οργάνων ανά φυτό (χτένια, άνθη, κάψες). Στο τέλος της πειραματικής καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκε καταστροφική δειγματοληψία σε μήκος 0,5 μ. επί της γραμμής ανά επανάληψη για τον προσδιορισμό της τελικής βιομάζας των φυτών βαμβακιού. Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους τα φυτά τοποθετήθηκαν σε κλίβανο-ξηραντήριο για 48 ώρες σε θερμοκρασία 72 °C.

2.4.3 Συγκομιδή - Αποδόσεις

Για τον προσδιορισμό των αποδόσεων του βαμβακιού επιλέχθηκαν οι δύο κεντρικές γραμμές κάθε πειραματικού τεμαχίου και η συλλογή έγινε με το χέρι. Πραγματοποιήθηκαν δύο συγκομιδές ανά έτος και συγκομίστηκαν ξεχωριστά τα καρύδια της πρώτης και δεύτερης θέσης, για τον περαιτέρω έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου.

Οι συγκομιδές το 2012 έγιναν στις 8 Σεπτεμβρίου και στις 16 Οκτωβρίου και το 2013 στις 19 Σεπτεμβρίου και στις 17 Οκτωβρίου. Κατά τη συγκομιδή γινόταν καταμέτρηση του αριθμού των καψών ανά πειραματικό τεμάχιο. Στη συνέχεια έγινε εκκόκκιση των δειγμάτων με εκκοκκιστική μηχανή βάμβακος SDL010 (MAKINETO). Κάθε δείγμα διαχωρίστηκε σε ίνα και σπόρο καθώς περνούσε από άξονα με οδοντωτά πριόνια που περιστρέφονταν. Επίσης, μετά την εκκόκκιση μετρήθηκε η υγρασία και η θερμοκρασία του χνουδάτου σπόρου (7% και 27°C, αντίστοιχα για το σύνολο των δειγμάτων). Προσδιορίστηκε η στρεμματική απόδοση σε σύσπορο και σπόρο. Ο σπόρος χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου με την εφαρμογή του τεστ βλαστικότητας και του Cool τεστ.

2.4.4 Αποχνώση σπόρου

Στα δείγματα του χνουδάτου σπόρου προστέθηκε διάλυμα πυκνού θειικού οξέος (94%) σε αναλογία 100ml ανά κιλό δείγματος χνουδάτου σπόρου. Γινόταν ανάδευση για 2-3 λεπτά και ξεπλενόταν αμέσως με κρύο νερό 4-5 φορές. Στη συνέχεια προστίθεντο στο δείγμα ανθρακικό ασβέστιο 3-4 g ανά κιλό δείγματος, ώστε να γίνει



Εικόνα 12. Χνουδάτος σπόρος

εξουδετέρωση των υπολειμμάτων του θειικού οξέος, που βρίσκονται στην επιφάνεια του σπόρου και ξεπλενόταν με άφθονο νερό πολλές φορές. Ο σπόρος αφηνόταν σε απορροφητικό χαρτί μέχρι να στεγνώσει (Salwe *et al.*, 2015)

2.4.5 Τεστ βλαστικότητας

Τα δείγματα των σπόρων, για την εφαρμογή του τεστ βλαστικότητας, προέκυψαν από την ανάμιξη των τριών επαναλήψεων για το σύνολο των επεμβάσεων (εποχή σποράς, ποικιλία, αρχική ευρωστία του σπόρου, χρόνος συγκομιδής και θέση συγκομιδής των καρυδιών). Ο έλεγχος της βλαστικότητας του σπόρου έγινε με βάση τον ISTA (International Seed Testing Association, 2004) και το πρωτόκολλο που ο οργανισμός αυτός ορίζει. Έτσι λοιπόν πραγματοποιήθηκαν 4 επαναλήψεις των 50 σπόρων η κάθε μία, έτσι ώστε το δείγμα να αποτελείται συνολικά από 200 σπόρους. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε διηθητικό χαρτί στο οποίο δόθηκε σχήμα βεντάλιας και τοποθετήθηκε μέσα σε πλαστικά σκεύη τα οποία είχαν απολυμανθεί. Στη συνέχεια το χαρτί εμποτίστηκε με απιονισμένο νερό και στα κοιλώματα της χάρτινης βεντάλιας τοποθετήθηκαν 50 σπόροι σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους (10 σπόρια ανά κοίλωμα). Οι σπόροι είχαν προηγουμένως απολυμανθεί με εμβάπτισή τους σε διάλυμα χλωρίνης 1% για 2 λεπτά. Τέλος τα δοχεία σκεπάστηκαν με πλαστικό καπάκι για να προστατεύονται από εξωγενείς παράγοντες. Έξω από κάθε δοχείο αναγραφόταν με κωδικό η ποικιλία, το αρχικό επίπεδο ευρωστίας του σπόρου, η ημερομηνία και η θέση συγκομιδής και ο αριθμός επανάληψης του δείγματος.

Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ανάπτυξης με σταθερή θερμοκρασία 25°C και σχετική υγρασία 90% (ISTA, 2004). Οι σπόροι παρέμειναν στο θάλαμο για 14

ημέρες και η καταγραφή της βλαστικότητας γινόταν κάθε 2 ημέρες. Ωστόσο, η βλάστηση των σπόρων ολοκληρώθηκε σε διάστημα 10 ημερών για το σύνολο των δειγμάτων.

2.4.6 Cool test ή Texas Cool Test

Το Cool test πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους κανόνες του ISTA (2004), ώστε να μετρηθεί η βλαστική δύναμη του βαμβακόσπορου σε συνθήκες στρες. Η δοκιμασία αποτελείται από 4 επαναλήψεις των 50 σπόρων. Αρχικά, οι σπόροι ανά ομάδες των 50, τοποθετήθηκαν και τυλίχθηκαν μέσα σε διηθητικό χαρτί, το οποίο εμποτίστηκε ομοιόμορφα με απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια, τα διηθητικά χαρτιά που περιείχαν τους σπόρους, μπήκαν ανά 10άδες σε φάκελο από σκληρότερο χαρτί και βράχθηκαν με απιονισμένο νερό. Τέλος, οι φάκελοι αυτοί τοποθετήθηκαν μέσα σε πλαστικά κουτιά. Τα κουτιά τοποθετήθηκαν και παρέμειναν σε αεροθάλαμο για 7 ημέρες στους 18°C, οπότε έγινε και η μέτρηση. Στη συνέχεια έγινε καταμέτρηση των σπόρων που βλάστησαν. Συγκεκριμένα καταγράφηκαν τα σπορόφυτα με μήκος ριζιδίου - υποκοτύλης μεγαλύτερο ή ίσο με 4 cm, μικρότερο από 4 cm, των σπόρων που δεν βλάστησαν και των μη φυσιολογικών σπόρων.

2.5 Στατιστική Ανάλυση

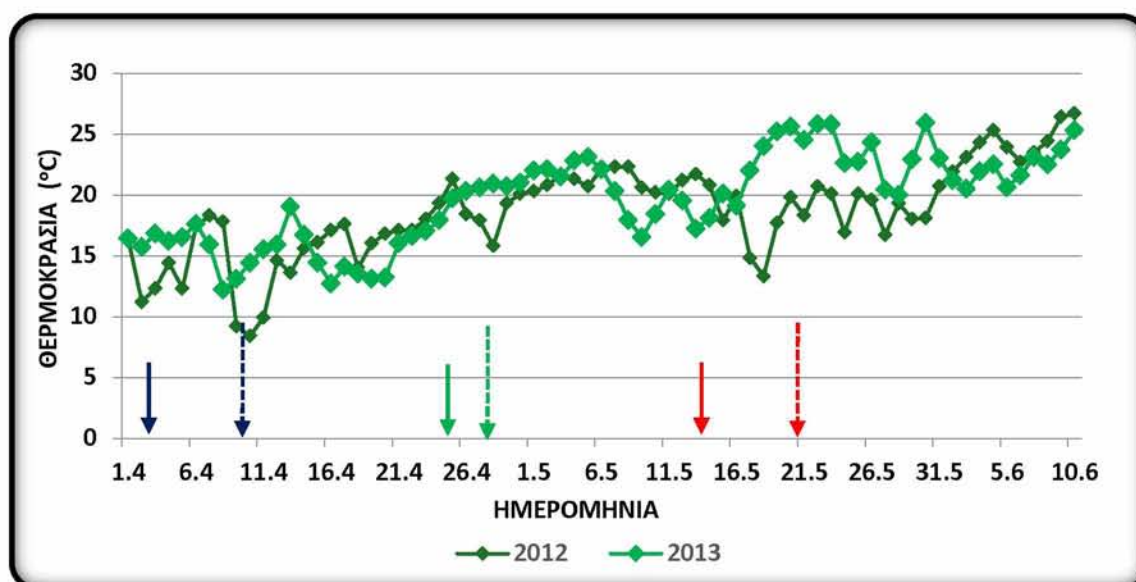
Η ανάλυση παραλλακτικότητας και η ανάλυση παλινδρόμησης έγινε την εφαρμογή του στατιστικού πακέτου SPSS Statistics 22 για Windows και του Excel.

Αποτελέσματα

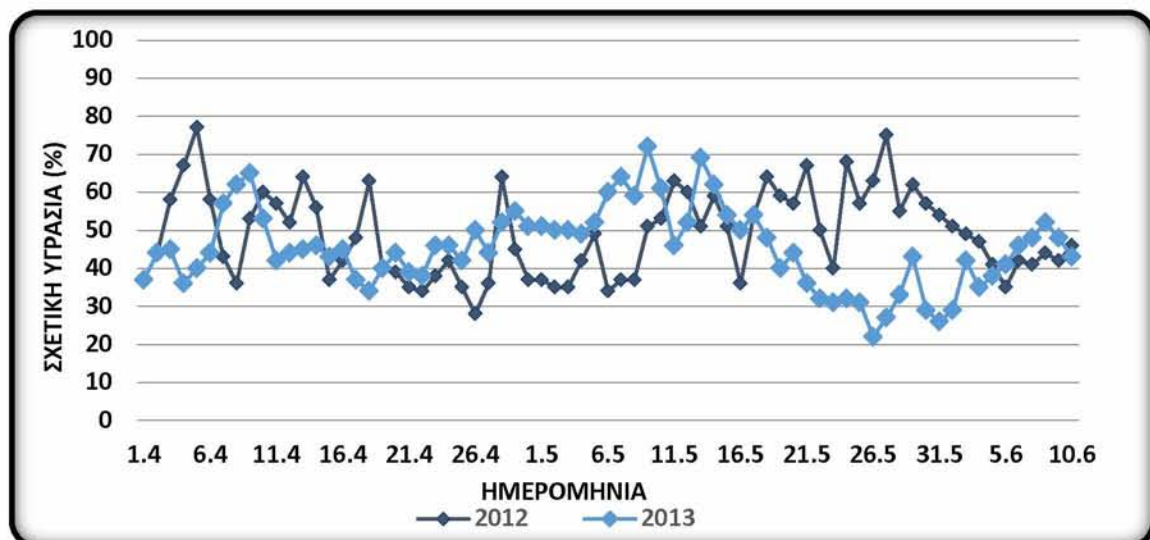
3. Αποτελέσματα

3.1 Κλιματικά δεδομένα

Όσον αφορά τα κλιματικά δεδομένα μεγαλύτερες θερμοκρασίες αέρα επικράτησαν κατά την περίοδο της 3^{ης} σποράς του 2013 και παράλληλα μικρότερη σχετική υγρασία αέρα την ίδια περίοδο (Σχήματα 2 και 3). Το πειραματικό έτος 2012, κατά την πρώιμη σπορά η μέση θερμοκρασία αέρα την περίοδο του φυτρώματος ήταν 14,1 °C, με μέση μέγιστη 20,1° C και μέση ελάχιστη 8,1°C, στην κανονική σπορά η μέση θερμοκρασία αέρα ήταν 19,8 °C (μέση μέγιστη 29,4° και μέση ελάχιστη 10°C) και στην όψιμη σπορά η μέση θερμοκρασία αέρα ήταν 18,3°C (μέση μέγιστη 24,8° και μέση ελάχιστη 12,7°C). Για το πειραματικό έτος 2012 η μέση θερμοκρασία αέρα για την πρώιμη, την κανονική και την όψιμη σπορά ήταν 15,8°C, 21,6°C και 22,8°C, αντίστοιχα, ενώ η μέση μέγιστη και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία για κάθε περίοδο ήταν 24,1 °C και 6,7 °C, 29,9 °C και 11,9 °C και 29,8 °C και 14,6 °C. Κατά τον πειραματικό σχεδιασμό επιλέχθηκαν τρεις εποχές σποράς, ώστε να επιτευχθούν διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες και κυρίως διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας, η οποία αποτελεί παράμετρο του μοντέλου πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας.



Σχήμα 2. Θερμοκρασία αέρα για τα έτη 2012 και 2013. Τα βέλη στον άξονα χ δείχνουν τις ημερομηνίες σποράς για τα δύο πειραματικά έτη. Με —▶, —▶, —▶ η πρώιμη, η κανονική και η όψιμη σπορά, αντίστοιχα για το 2012 και με - -▶, - -▶, - -▶ η πρώιμη, η κανονική και η όψιμη σπορά, αντίστοιχα για το 2013.



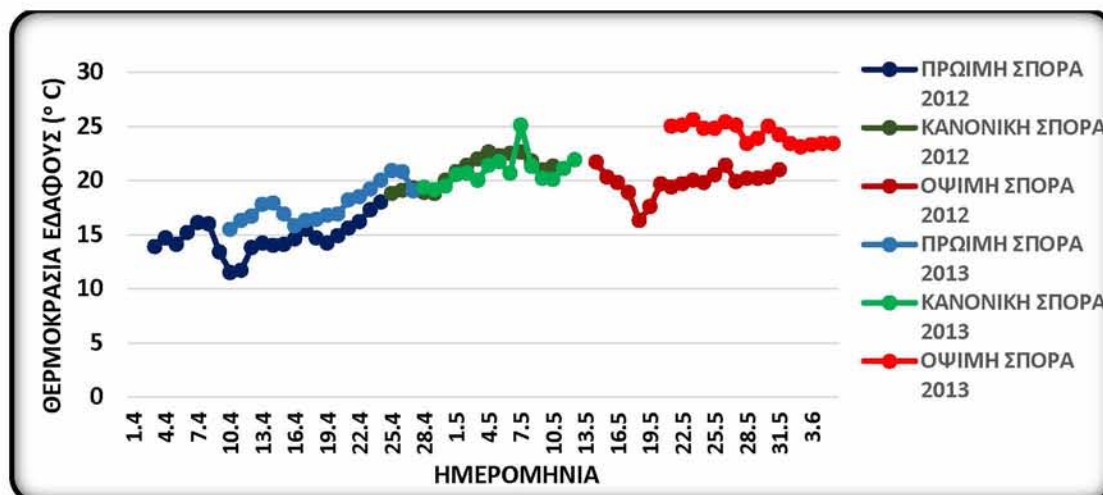
Σχήμα 3. Σχετική υγρασία αέρα για τα έτη 2012 και 2013.

Αντίστοιχα, μεγαλύτερες τιμές θερμοκρασίας εδάφους επικράτησαν το 2013 για τις αντίστοιχες περιόδους σποράς με το 2012, ενώ στην υγρασία εδάφους δεν υπήρχαν διαφορές (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Μέση θερμοκρασία και υγρασία εδάφους κατά την περίοδο πραγματοποίησης των μετρήσεων για κάθε εποχή σποράς σε βάθος 10 cm.

Ημερομηνία Σποράς	Μέση Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	Μέση Υγρασία Εδάφους (%)
3/4/2012	14,3	30,6
25/4/2012	20,4	34,4
14/5/2012	19,4	40,3
10/4/2013	17,8	29,7
28/4/2013	20,9	33,1
21/5/2013	24,4	41

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι θερμοκρασίες εδάφους σε βάθος 10 cm για κάθε εποχή σποράς και περίοδο φυτρώματος και για τα δύο πειραματικά έτη. Στην κανονική σπορά δεν υπάρχουν διαφορές ως προς τη θερμοκρασία εδάφους μεταξύ των δύο ετών. Στην πρώιμη σπορά του 2012, οι θερμοκρασίες εδάφους, που επικράτησαν την περίοδο του φυτρώματος ήταν χαμηλότερες από τις αντίστοιχες θερμοκρασίες εδάφους του 2013. Επίσης, μικρότερες ήταν οι θερμοκρασίες εδάφους κατά την όψιμη σπορά του 2012, με τη μέση τιμή για την περίοδο αυτή να διαφέρει κατά 5°C από τη μέση θερμοκρασία εδάφους του 2013.



Σχήμα 4. Μέση ημερήσια θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 10 cm κατά την περίοδο φυτρώματος τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

Επιπλέον, όσον αφορά τις βροχοπτώσεις την περίοδο πριν ή κατά τη διάρκεια των συγκομιδών, το πειραματικό έτος 2012 δεν υπήρξαν βροχοπτώσεις το μήνα Αύγουστο, καθώς και μέχρι την πρώτη συγκομιδή, στις 8 Σεπτεμβρίου. Πριν τη δεύτερη συγκομιδή, στις 16 Οκτωβρίου, καταγράφηκαν συνολικά 27,4 mm βροχής από το μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Το πειραματικό έτος 2013, επίσης, δεν έβρεξε το μήνα Αύγουστο και στο διάστημα του Σεπτεμβρίου μέχρι την πρώτη συγκομιδή (19 Σεπτεμβρίου) καταγράφηκαν 4,6 mm βροχής. Στο διάστημα μέχρι την δεύτερη συγκομιδή (17 Οκτωβρίου) καταγράφηκαν συνολικά 18,1 mm βροχής.

Επίσης, η μέση θερμοκρασία αέρα την περίοδο των συγκομιδών ήταν 21,6 °C και 20,8 °C τα πειραματικά έτη 2012 και 2013, αντίστοιχα.

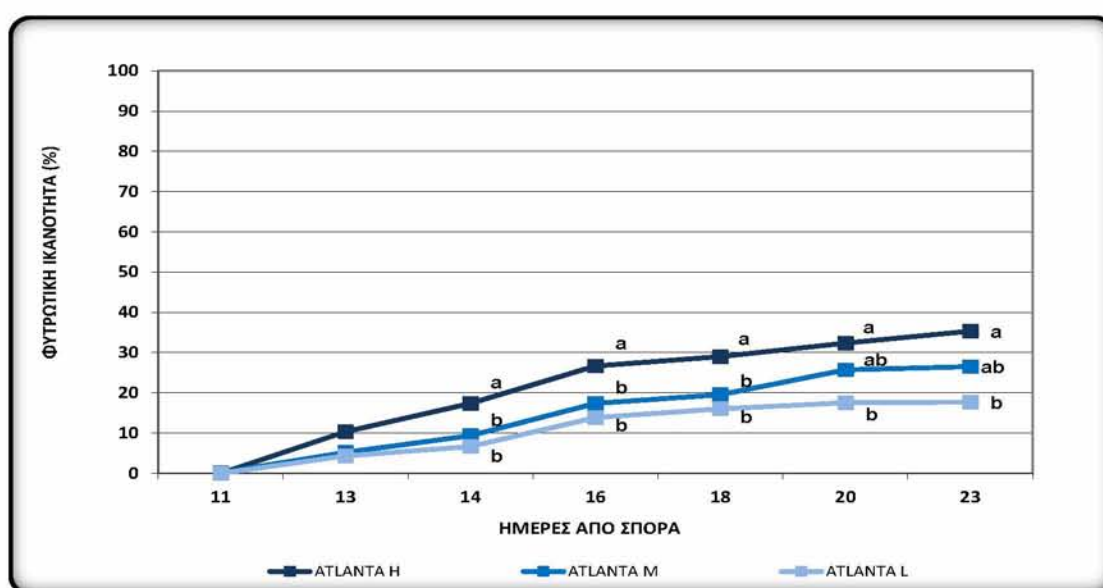
3.2 Φυτρωτική ικανότητα

3.2.1 Εξέλιξη φυτρώματος

Η αρχική ευρωστία του σπόρου επηρέασε την εξέλιξη του φυτρώματος σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την πρώτη σπορά του 2012 στην ποικιλία Atlanta εκτός από τις 11 και 13 ημέρες από τη σπορά. Το υψηλό αρχικό επίπεδο ευρωστίας (H) είχε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος σε όλες τις μετρήσεις, όπου παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές (Σχήμα 5).

Πίνακας 7. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού των ποικιλιών Atlanta, Babylon και Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώτη σπορά του 2012.

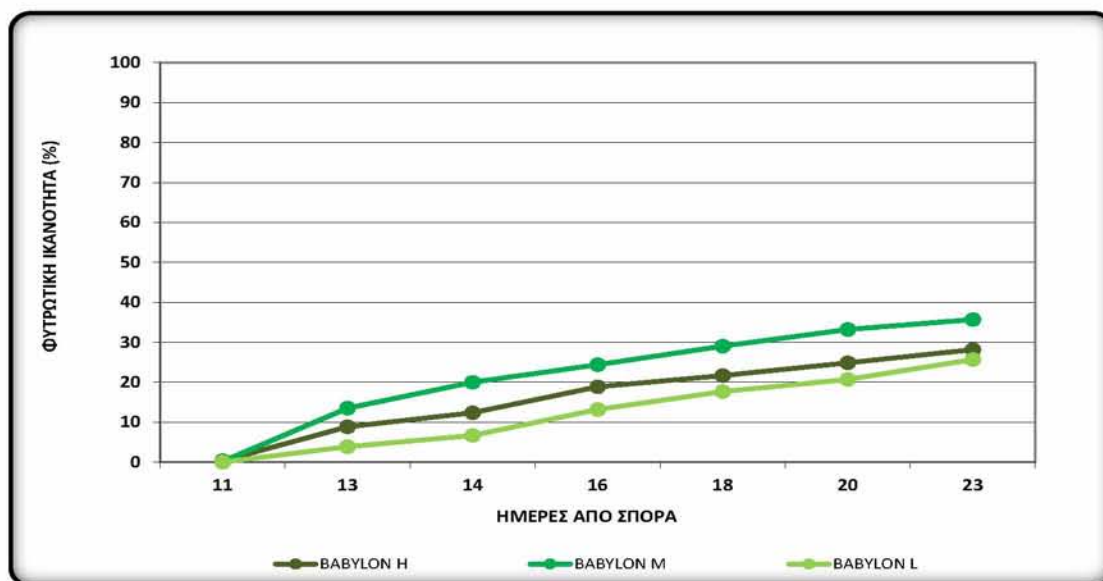
Ποικιλία	Ευρωστία	Ποσοστό φυτρώματος (%)						
		Ημέρες από σπορά						
		11	13	14	16	18	20	23
ATLANTA	H	0,00	10,33	17,33	26,67	29,00	32,33	35,33
	M	0,17	5,17	9,33	17,33	19,50	25,67	26,50
	L	0,00	4,33	6,67	13,83	16,00	17,50	17,67
BABYLON	H	0,33	8,83	12,33	18,83	21,67	24,83	28,17
	M	0,17	13,50	20,00	24,33	29,00	33,17	35,67
	L	0,00	3,83	6,67	13,17	17,67	20,67	25,67
LIDER	H	0,83	9,67	16,33	26,00	28,50	34,00	38,00
	M	0,50	12,33	22,17	28,33	33,17	37,00	41,17
	L	0,00	6,50	12,17	20,33	27,50	31,83	34,00



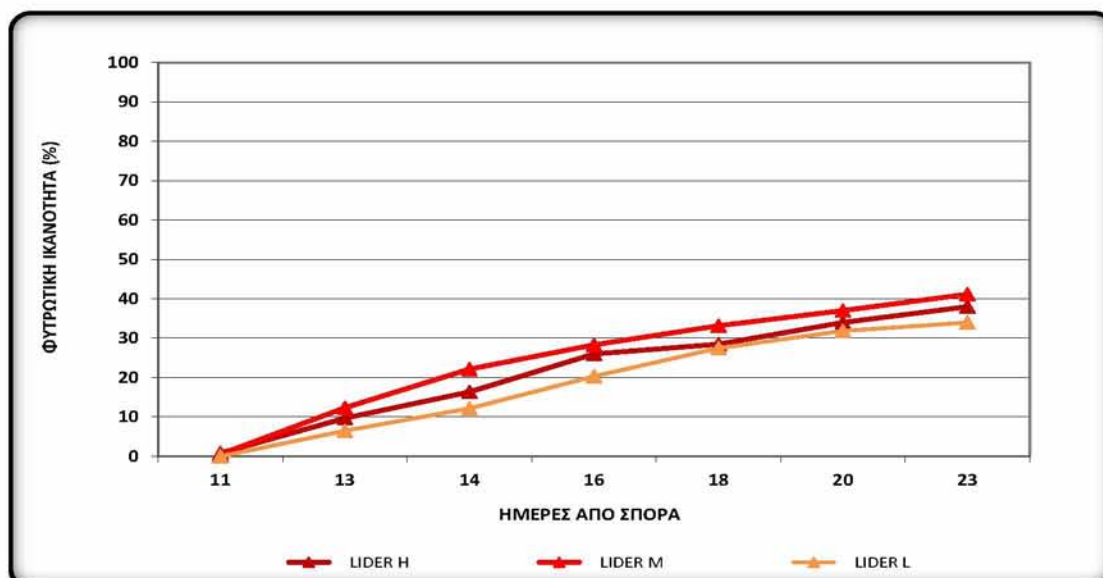
Σχήμα 5. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Atlanta με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώτη σπορά του 2012. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο

γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Στις ποικιλίες Babylon και Lider δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) σε όλες τις ημέρες από τη σπορά, που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κατά την πρώιμη σπορά του 2012 (Σχήματα 6 και 7).



Σχήμα 6. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Babylon με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώιμη σπορά του 2012.

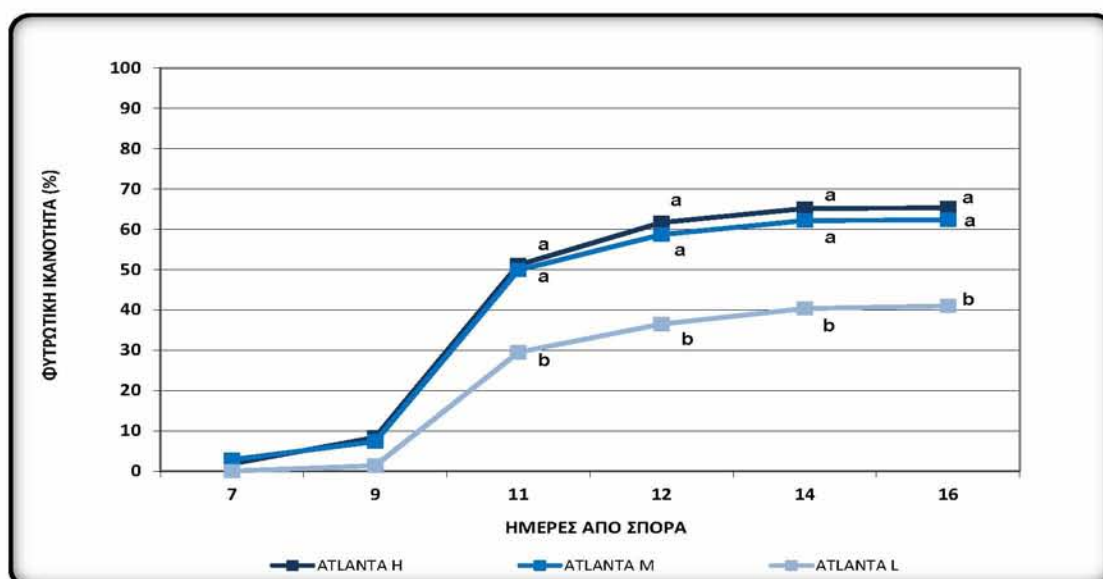


Σχήμα 7. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώιμη σπορά του 2012.

Πίνακας 8. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού των ποικιλιών Atlanta, Babylon και Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2012.

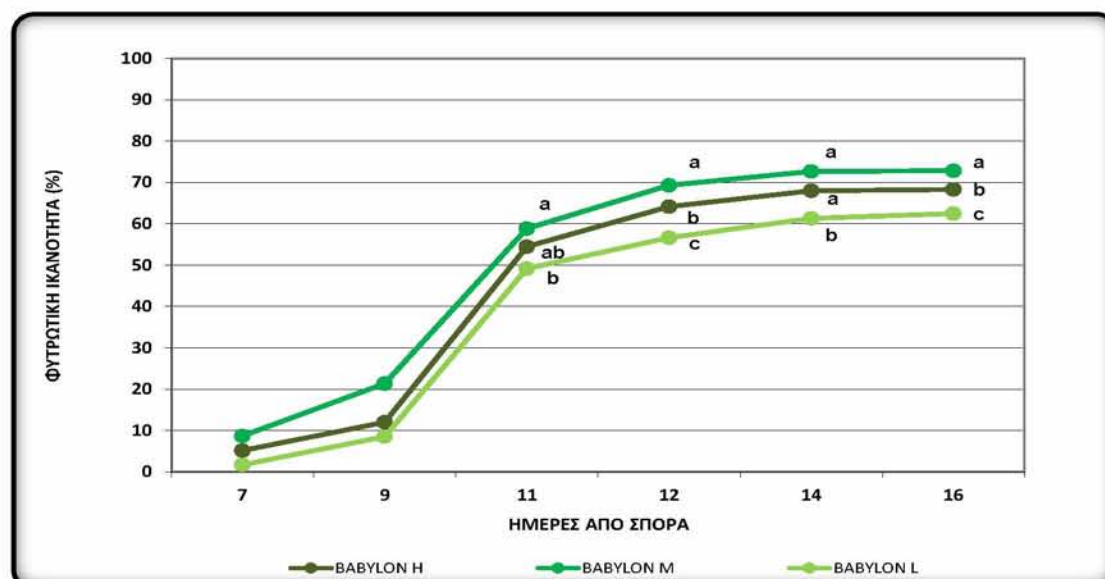
Ποικιλία	Ευρωστία	Ποσοστό φυτρώματος (%)					
		Ημέρες από σπορά					
		7	9	11	12	14	16
ATLANTA	H	1,83	8,33	51,17	61,67	65,17	65,33
	M	2,83	7,33	49,83	58,67	62,17	62,33
	L	0,00	1,33	29,50	36,50	40,33	41,00
BABYLON	H	5,17	12,00	54,50	64,17	68,00	68,33
	M	8,67	21,33	58,83	69,33	72,67	72,83
	L	1,67	8,50	49,17	56,67	61,33	62,50
LIDER	H	7,33	21,50	62,67	76,17	83,50	83,67
	M	12,00	29,00	67,83	78,50	82,50	83,00
	L	8,83	18,50	47,83	57,83	62,83	63,50

Κατά την κανονική σπορά του πειραματικού έτους 2012 το ποσοστό φυτρώματος δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) σε όλες τις μετρήσεις εκτός από τις 7 και 9 ημέρες από τη σπορά στην ποικιλία Atlanta. Το υψηλό επίπεδο ευρωστίας (H) είχε και το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος, το οποίο δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μεσαίο (M). Η χαμηλή αρχική ευρωστία του σπόρου οδήγησε και στη μικρότερη φυτρωτική ικανότητα (Σχήμα 8).



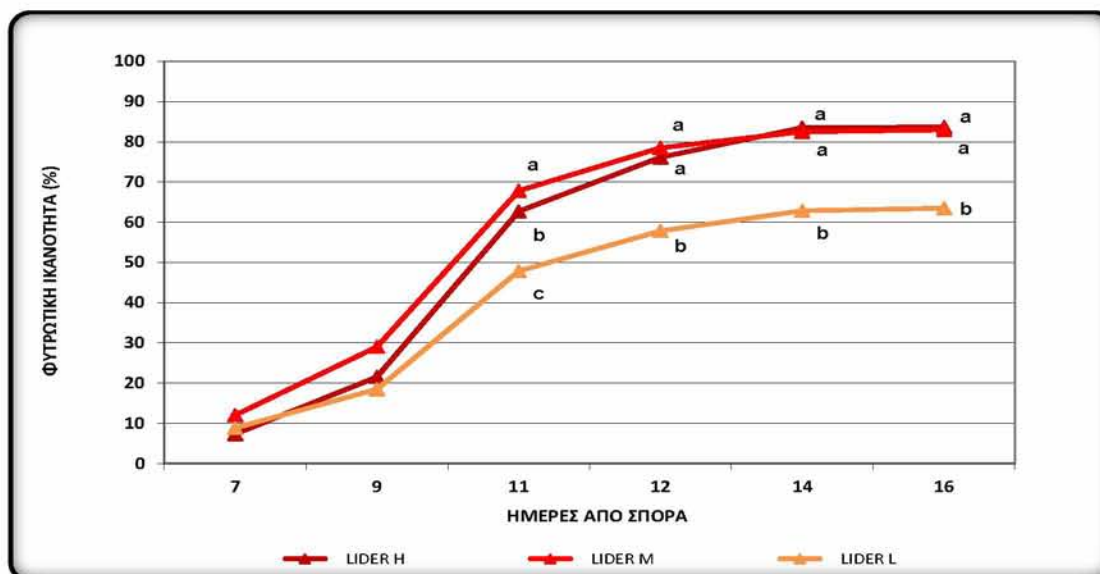
Σχήμα 8. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Atlanta με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2012. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Στην ποικιλία Babylon η αρχική ευρωστία του σπόρου επηρέασε την εξέλιξη του φυτρώματος σε όλες τις μετρήσεις εκτός από την 7^η και 9^η ημέρα από τη σπορά στην κανονική σπορά του 2012. Η μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα προέκυψε από το υψηλό επίπεδο ευρωστίας του σπόρου (H) ενώ η μικρότερη από το χαμηλό (L) (Σχήμα 9).



Σχήμα 9. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Babylon με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2012. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα στην ποικιλία Lider κατά την κανονική σπορά του 2012 ως προς την εξέλιξη της φυτρωτικής ικανότητας. Το υψηλό (H) και μεσαίο (M) αρχικό επίπεδο ευρωστίας του σπόρου δεν είχαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος στις 12, 14 και 16 ημέρες από τη σπορά (Σχήμα 10).

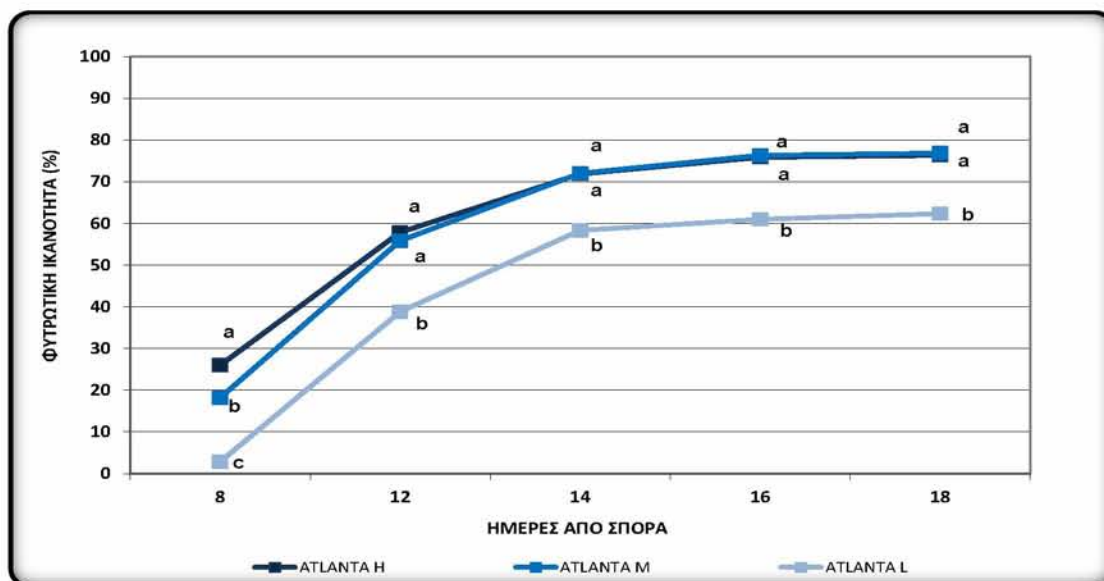


Σχήμα 10. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2012. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

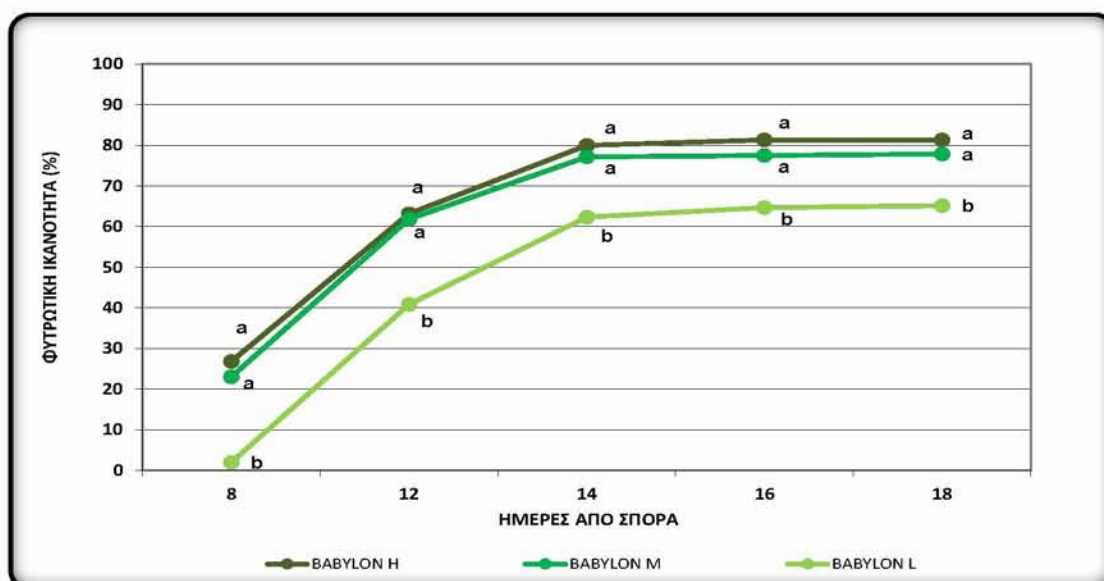
Πίνακας 9. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού των ποικιλιών Atlanta, Babylon και Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2012.

Ποικιλία	Ευρωστία	Ποσοστό φυτρώματος (%)				
		Ημέρες από σπορά				
		8	12	14	16	18
ATLANTA	H	26,00	57,83	71,83	75,83	76,33
	M	18,17	55,83	72,00	76,33	76,83
	L	2,83	38,83	58,33	61,00	62,33
BABYLON	H	26,83	63,17	80,00	81,33	81,33
	M	23,00	61,83	77,17	77,50	77,83
	L	2,00	40,83	62,33	64,67	65,17
LIDER	H	28,00	67,67	84,17	86,17	86,50
	M	15,83	63,83	80,67	82,50	82,50
	L	0,50	32,67	56,00	57,00	57,50

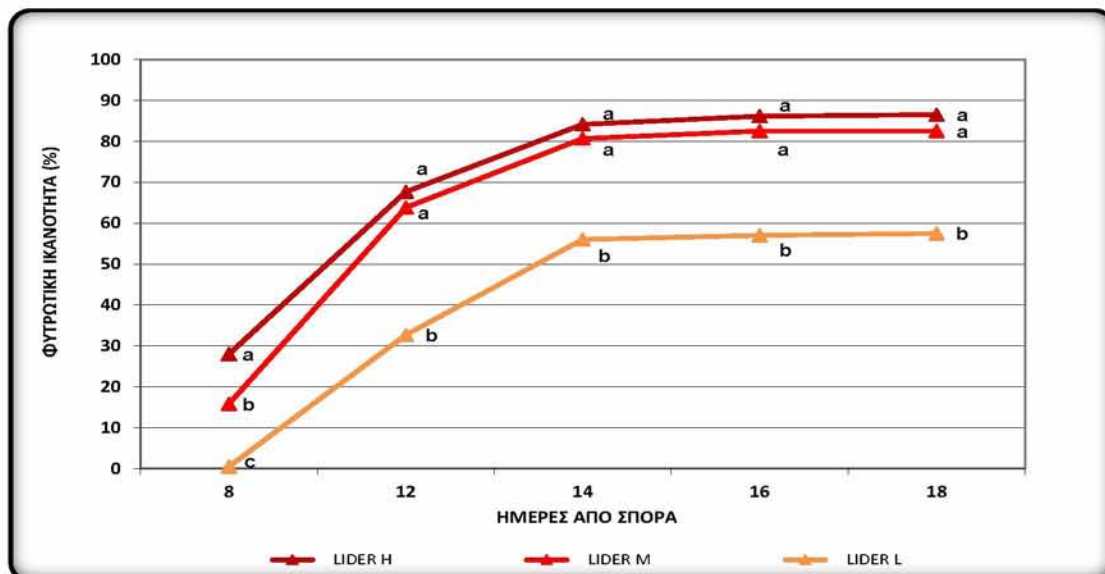
Στην όψιμη σπορά του πειραματικού έτους 2012 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις ημέρες καταγραφής του ποσοστού φυτρώματος μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) και στις τρεις ποικιλίες (Atlanta, Babylon, Lider). Σπόροι με υψηλή ευρωστία (H) είχαν μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα, η οποία δε διέφερε στατιστικά σημαντικά από αυτή των σπόρων με μεσαία ευρωστία (M) (Σχήματα 11, 12 και 13).



Σχήμα 11. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Atlanta με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2012. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.



Σχήμα 12. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Babylon με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2012. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

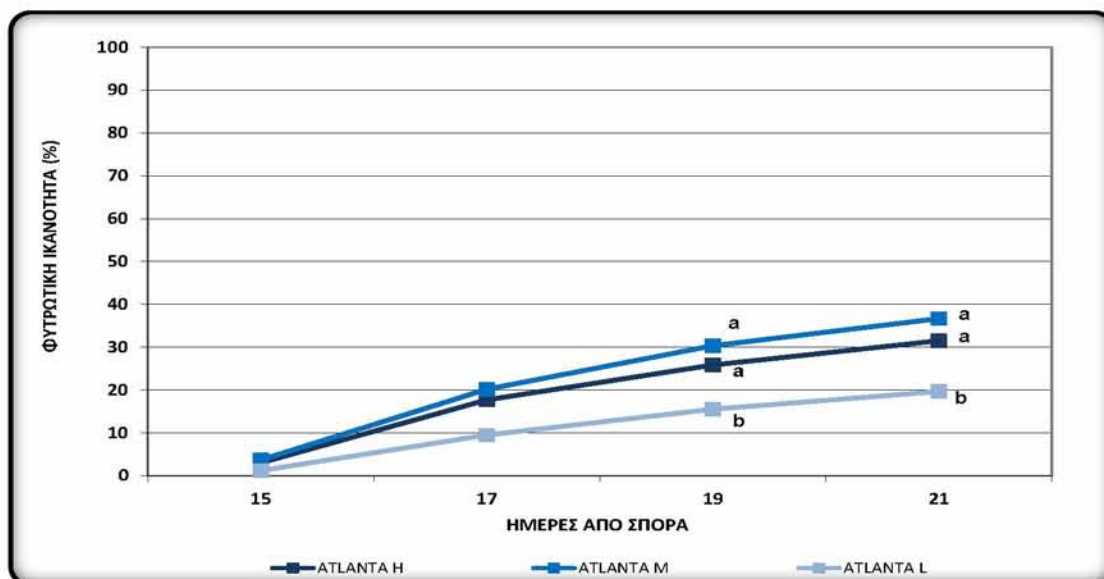


Σχήμα 13. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2012. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Η αρχική ευρωστία του σπόρου επηρέασε την εξέλιξη του φυτρώματος στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις 19 και στις 21 ημέρες από τη σπορά κατά την πρώιμη σπορά του 2013 στην ποικιλία Atlanta. Το υψηλό αρχικό επίπεδο ευρωστίας (H) είχε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος σε όλες τις μετρήσεις, το οποίο δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μέσο επίπεδο ευρωστίας (M) (Σχήμα 14).

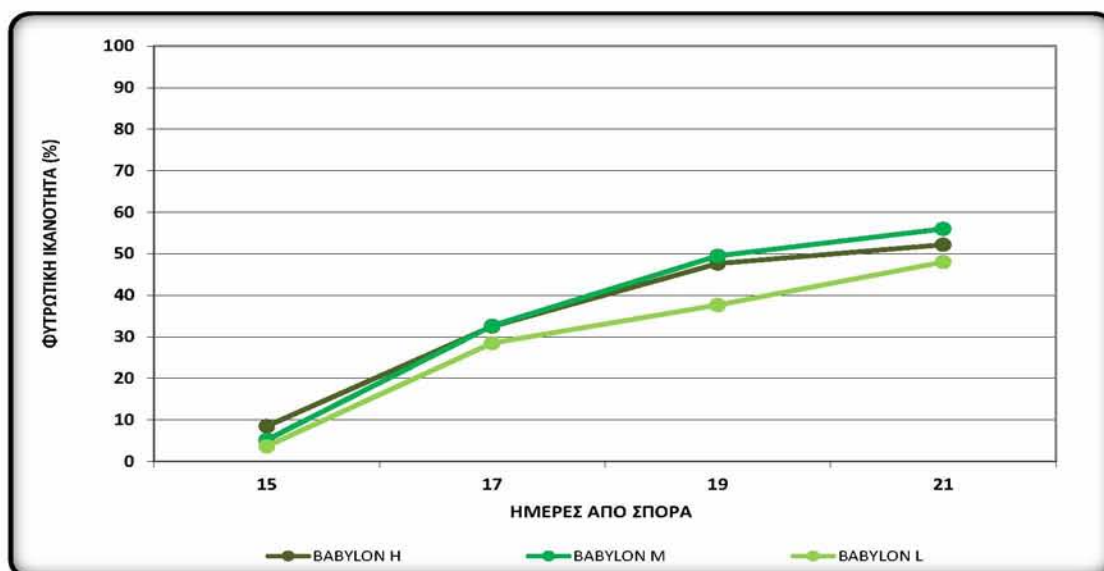
Πίνακας 10. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού των ποικιλιών Atlanta, Babylon και Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώιμη σπορά του 2013.

Ποικιλία	Ευρωστία	Ποσοστό φυτρώματος (%)			
		Ημέρες από σπορά			
		15	17	19	21
ATLANTA	H	3,0	17,7	25,8	31,5
	M	3,7	20,2	30,3	36,7
	L	1,2	9,5	15,5	19,7
BABYLON	H	8,5	32,5	47,7	52,2
	M	5,2	32,7	49,5	56,0
	L	3,7	28,5	37,7	48,0
LIDER	H	7,2	28,7	41,0	46,3
	M	9,0	41,0	50,3	56,7
	L	3,7	23,0	36,0	40,7



Σχήμα 14. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Atlanta με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώιμη σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

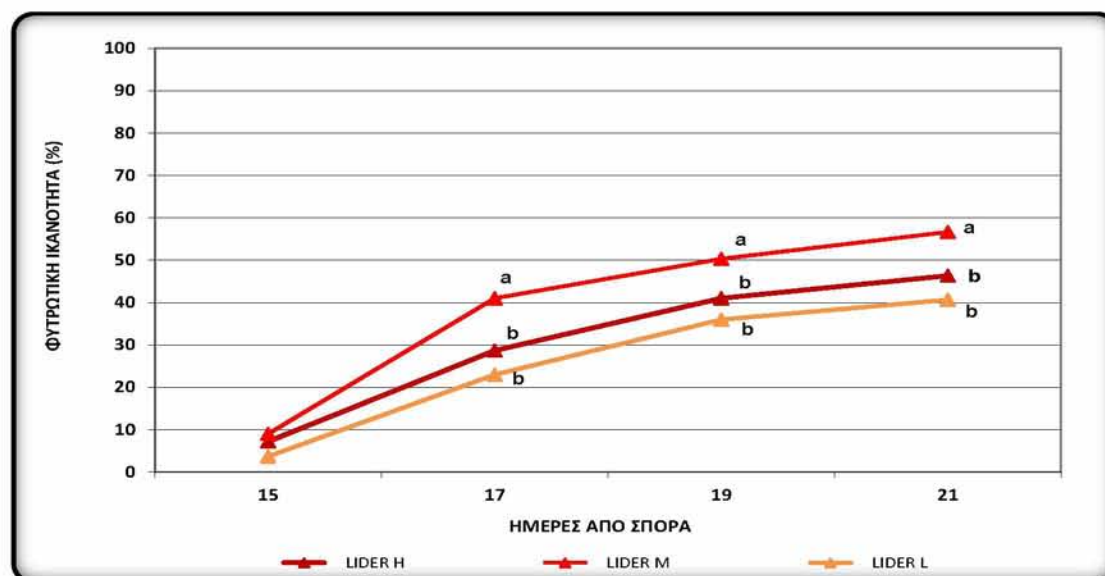
Στην ποικιλία Babylon δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) σε όλες τις ημέρες από τη σπορά, που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κατά την πρώιμη σπορά του 2013 (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Babylon με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώιμη σπορά του 2013.

Στην πρώιμη σπορά του 2013, στην ποικιλία Lider η μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα προέκυψε από σπόρους με μεσαίο αρχικό επίπεδο ευρωστίας (M). Το ποσοστό φυτρώματος παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των αρχικών επιπέδων

ευρωστίας του σπόρου σε όλες τις ημέρες των μετρήσεων εκτός από τις 15 ημέρες από τη σπορά (Σχήμα 16).

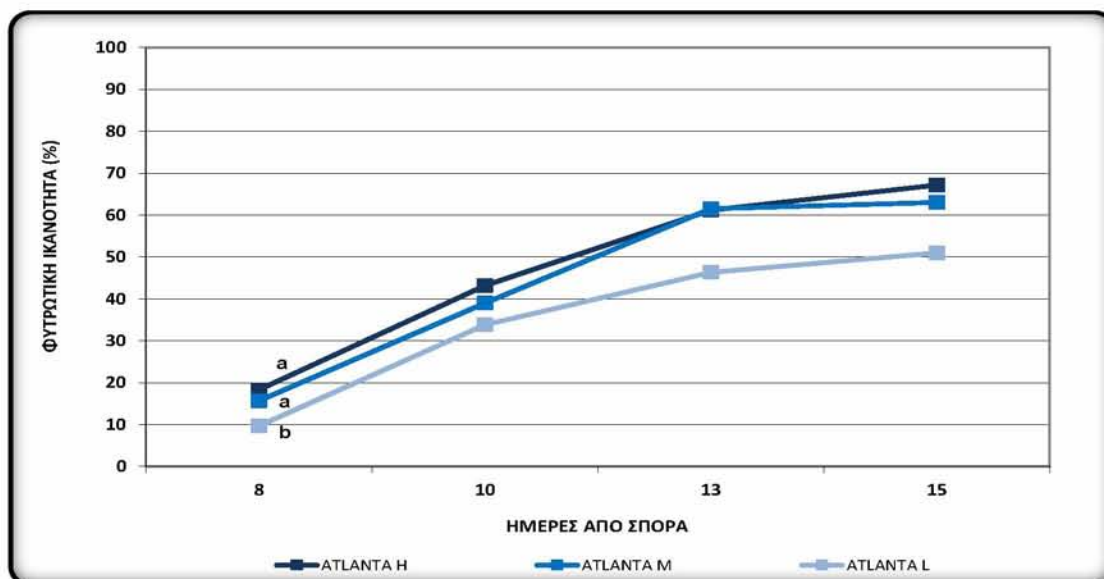


Σχήμα 16. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην πρώιμη σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Πίνακας 11. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού των ποικιλιών Atlanta, Babylon και Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2013.

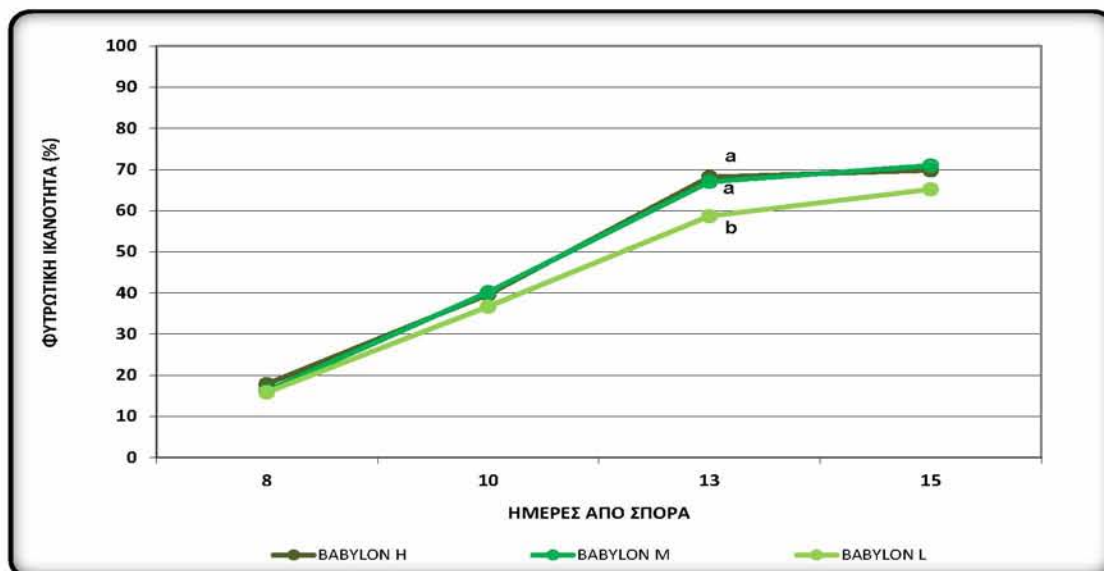
Ποικιλία	Ευρωστία	Ποσοστό φυτρώματος (%)			
		Ημέρες από σπορά			
		8	10	13	15
ATLANTA	H	18,3	43,2	61,2	67,2
	M	15,7	39,0	61,5	63,0
	L	9,7	33,8	46,3	51,0
BABYLON	H	17,8	39,7	68,2	69,8
	M	16,2	40,2	67,0	71,0
	L	15,8	36,7	58,7	65,2
LIDER	H	20,5	45,0	79,8	81,8
	M	20,2	48,0	77,7	81,2
	L	12,2	37,3	55,5	57,5

Στην ποικιλία Atlanta παρατηρήθηκαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των τριών επιπέδων ευρωστίας στην πρώτη μέτρηση στις 8 ημέρες από την κανονική σπορά του 2013. Στις υπόλοιπες ημέρες ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Σχήμα 17).



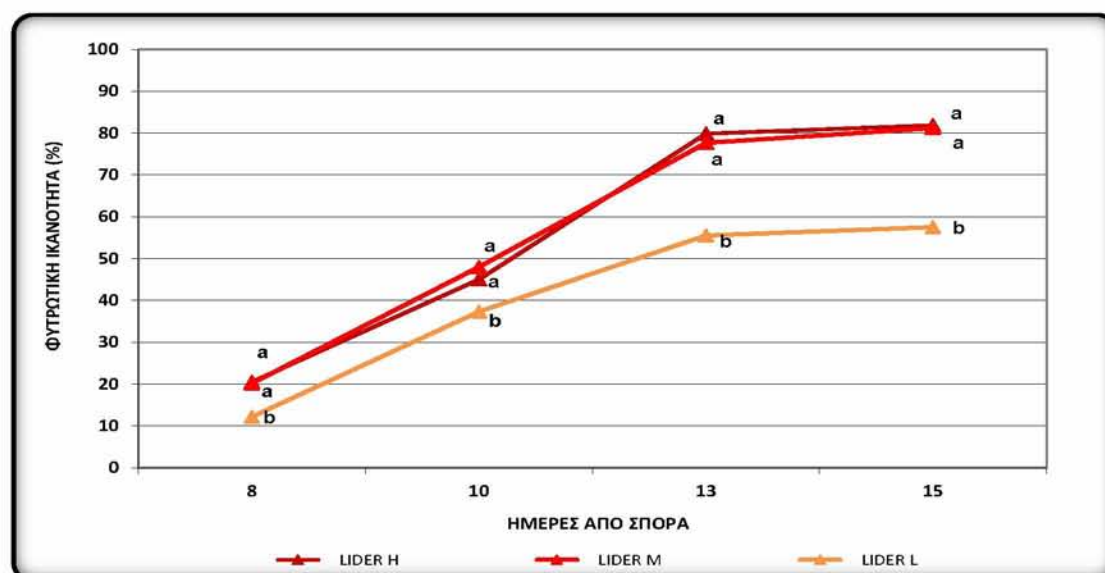
Σχήμα 17. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Atlanta με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Επίσης, στην ποικιλία Babylon διαφορές καταγράφηκαν στη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 13 ημέρες από την κανονική σπορά του 2013. Η φυτρωτική ικανότητα των σπόρων με χαμηλή ευρωστία διέφερε από αυτή των σπόρων με υψηλή και μέση αρχική ευρωστία (Σχήμα 18).



Σχήμα 18. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Babylon με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Στην ποικιλία Lider παρουσιάστηκαν διαφορές στη φυτρωτική ικανότητα μεταξύ των τριών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου σε όλες τις ημέρες ελέγχου κατά την κανονική σπορά του 2013. Το ποσοστό φυτρώματος των σπόρων με υψηλή και μέση αρχική ευρωστία (H, M) διέφερε στατιστικά σημαντικά από το ποσοστό φυτρώματος των σπόρων με χαμηλή αρχική ευρωστία (L) (Σχήμα 19).



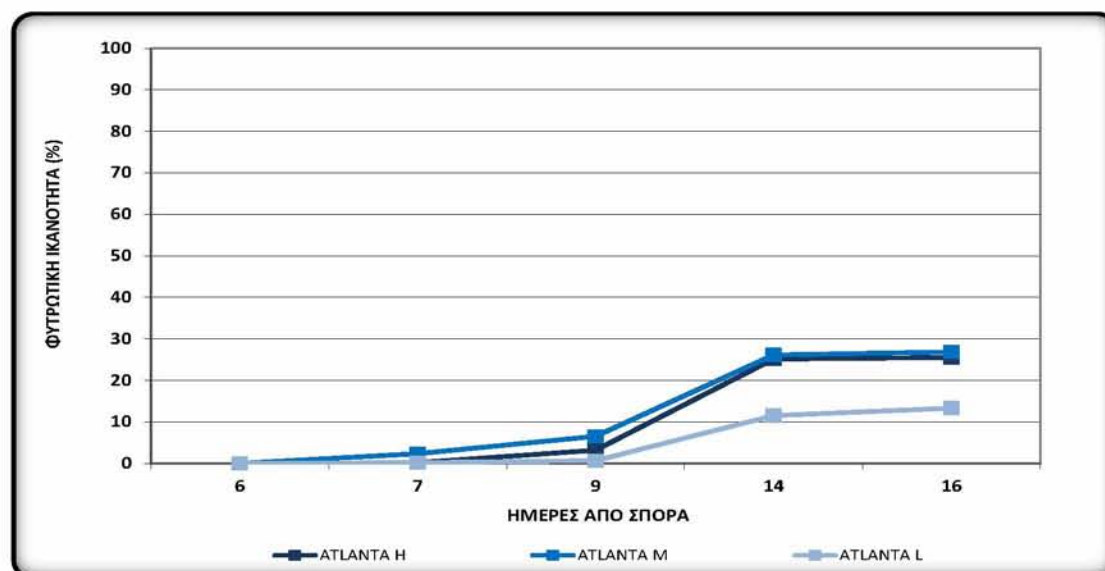
Σχήμα 19. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην κανονική σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Πίνακας 12. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού των ποικιλιών Atlanta, Babylon και Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2013.

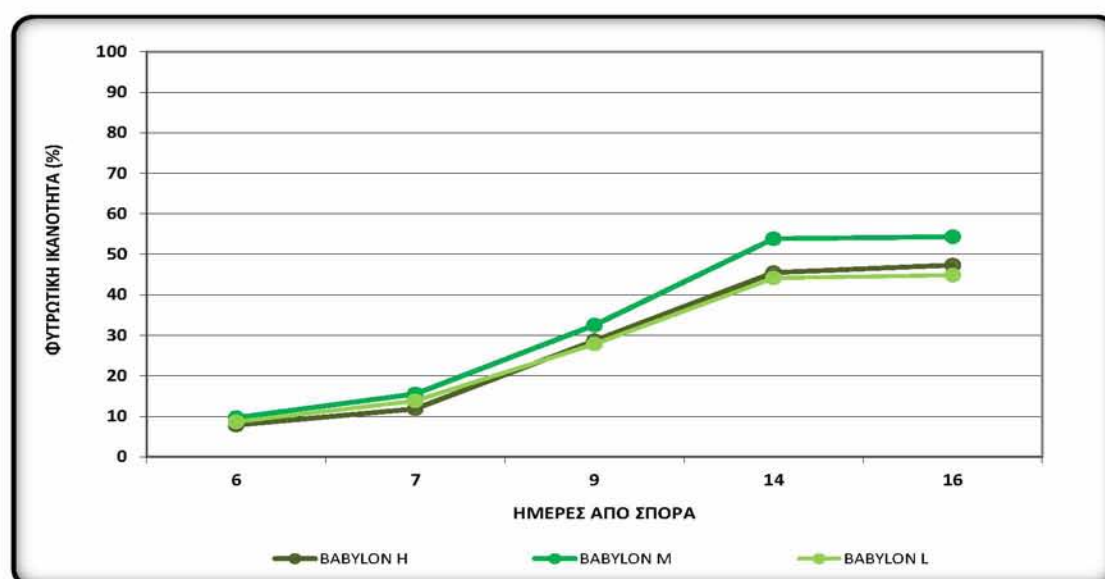
Ποικιλία	Ευρωστία	Ποσοστό φυτρώματος (%)				
		Ημέρες από σπορά				
		6	7	9	14	16
ATLANTA	H	0,0	0,2	3,2	25,2	25,5
	M	0,0	2,3	6,5	26,2	26,9
	L	0,0	0,2	0,7	11,5	13,3
BABYLON	H	7,8	11,8	28,7	45,5	47,4
	M	9,7	15,5	32,5	53,8	54,3
	L	8,7	13,8	27,8	44,2	44,8
LIDER	H	6,7	10,8	17,8	44,7	45,7
	M	6,5	9,2	16,2	52,3	53,7
	L	0,0	1,7	5,0	25,5	27,3

Κατά την όψιμη σπορά του 2013 στις ποικιλίες Atlanta και Babylon δεν υπήρξαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος μεταξύ των τριών αρχικών επιπέδων ευρωστίας

του σπόρου (H, M, L) σε όλες τις ημέρες λήψης των παρατηρήσεων (Σχήματα 20 και 21).



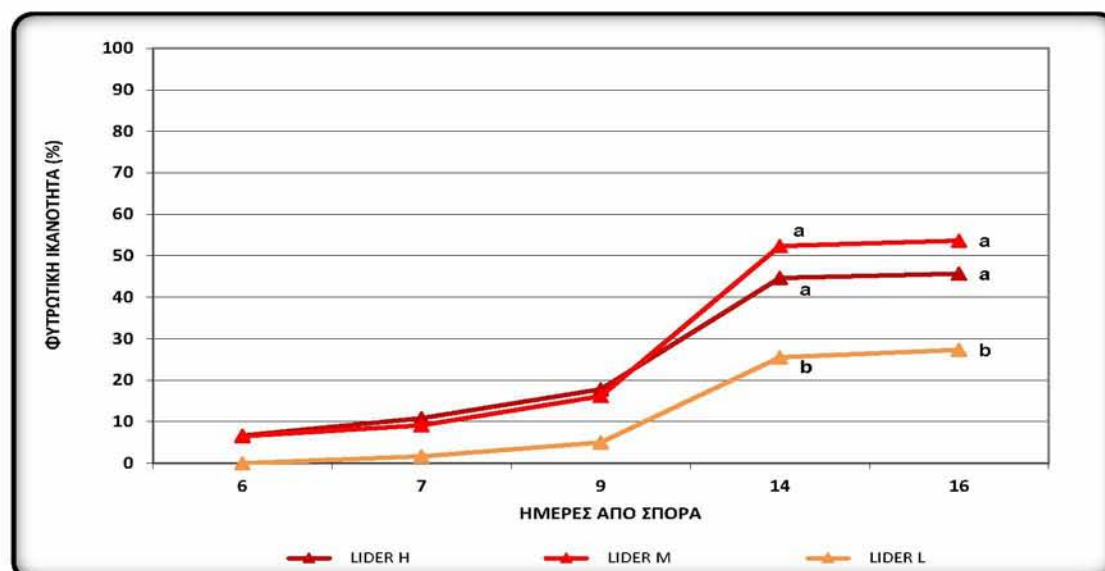
Σχήμα 20. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Atlanta με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.



Σχήμα 21. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Babylon με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

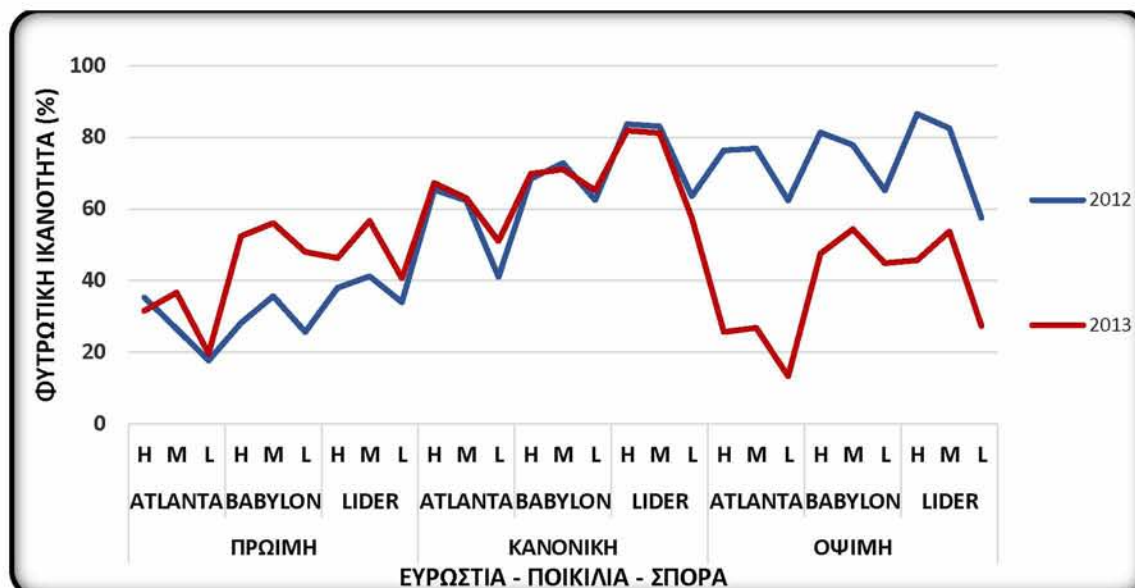
Στην ποικιλία Lider οι σπόροι με μέση αρχική ευρωστία (M) είχαν υψηλότερη φυτρωτική ικανότητα στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις 14 και 16 ημέρες

από την όψιμη σπορά του 2013 και διέφερε στατιστικά σημαντικά από αυτή των σπόρων με χαμηλή ευρωστία (L) (Σχήμα 22).



Σχήμα 22. Εξέλιξη φυτρώματος (%) σπόρων βαμβακιού της ποικιλίας Lider με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στην όψιμη σπορά του 2013. Σημεία που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα κάθετα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p < 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο Duncan.

Κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της φυτρωτικής ικανότητας μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού (Σχήμα 23) παρατηρήθηκε ότι στην κανονική σπορά τα αποτελέσματα είναι όμοια. Στην πρώιμη σπορά του πειραματικού έτους 2013, τα ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας είναι υψηλότερα σε σχέση με το 2012, εκτός από την ποικιλία Atlanta που κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Οι διαφορές αυτές πιθανόν να οφείλονται στην ύπαρξη χαμηλότερων θερμοκρασιών κατά την πρώιμη εποχή σποράς το 2012 ($14,3^{\circ}\text{C}$) σε σχέση με το 2013 ($17,8^{\circ}\text{C}$). Στην όψιμη σπορά, επίσης, παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Η μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα προέκυψε το 2012, ενώ το 2013 είναι σημαντικά μικρότερη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της δημιουργίας κρούστας στο έδαφος κατά την περίοδο του φυτρώματος των σπόρων στην όψιμη σπορά του 2013.



Σχήμα 23. Επίδραση της εποχής σποράς, της αρχικής ευρωστίας του σπόρου και της ποικιλίας στη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου τα δυο πειραματικά έτη 2012 και 2013.

3.2.2 Επίδραση παραγόντων στη φυτρωτική ικανότητα

Εποχή σποράς

Η εποχή σποράς επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων βαμβακιού και στα δύο πειραματικά έτη (2012 και 2013). Μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα παρατηρήθηκε στην όψιμη σπορά (74%) και μικρότερη στην πρώιμη σπορά (31,4%) το 2012. Επίσης, η εποχή σποράς επηρέασε το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το 2012. Οι σπόροι που σπάρθηκαν την πρώιμη εποχή σποράς καθυστέρησαν να φυτρώσουν (16,321 ημέρες). Οι σπόροι της κανονικής σποράς φύτευαν στις 10,838 ημέρες ενώ της όψιμης σποράς στις 11,858 ημέρες. Μεγαλύτερος ρυθμός φυτρώματος παρατηρήθηκε στους σπόρους της κανονικής εποχής σποράς (0,092) ενώ ο μικρότερος στους σπόρους της πρώιμης σποράς (0,061) (Πίνακας 13).

Πίνακας 13. Επίδραση της εποχής σποράς στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος του σπόρου το πειραματικό έτος 2012.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΠΡΩΙΜΗ	31,4	16,321	0,061
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	66,9	10,838	0,092
ΟΨΙΜΗ	74,0	11,858	0,085
F test	2894,91	1309,73	833,82
Ε.Σ.Δ.	1,67	0,316	0,002

Κατά το πειραματικό έτος 2013, υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων παρατηρήθηκε στην κανονική σπορά (67,5%) ενώ χαμηλή φυτρωτική ικανότητα καταγράφηκε στους σπόρους της όψιμης σποράς (37,7%). Το 2013 μεγαλύτερος μέσος χρόνος φυτρώματος παρατηρήθηκε κατά την πρώιμη εποχή σποράς (17,868 ημέρες) και ο μικρότερος την κανονική εποχή σποράς (10,813), όπως και το 2012. Ανάλογα με το 2012 είναι και τα αποτελέσματα που αφορούν το ρυθμό φυτρώματος. Συγκεκριμένα μεγαλύτερος ρυθμός φυτρώματος παρατηρήθηκε στην κανονική σπορά (0,0930 και ο μικρότερος στην πρώιμη σπορά (0,056) (Πίνακας 14).

Πίνακας 14. Επίδραση της εποχής σποράς στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος του σπόρου το πειραματικό έτος 2013.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΠΡΩΙΜΗ	43,1	17,868	0,056
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	67,5	10,813	0,093
ΟΨΙΜΗ	37,7	11,936	0,086
F test	171,23	269,45	97,35
Ε.Σ.Δ.	4,77	0,907	0,008

Ποικιλία

Τη μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα το πειραματικό έτος 2012 είχαν οι σπόροι της ποικιλίας Lider (63,3%) και τη χαμηλότερη οι σπόροι της ποικιλίας Atlanta (51,5%). Ωστόσο, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος, ο οποίος ήταν περίπου 13 ημέρες και για τις τρεις ποικιλίες, καθώς και

στο ρυθμό φυτρώματος των σπόρων , ο οποίος ήταν 0,080 και για τις τρεις ποικιλίες (Πίνακας 15).

Πίνακας 15. Επίδραση της ποικιλίας στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος του σπόρου το πειραματικό έτος 2012.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ATLANTA	51,5	13,028	0,079
BABYLON	57,5	13,053	0,080
LIDER	63,3	12,937	0,080
F test	27,14	0,26	1,84
Ε.Σ.Δ.	3,49	ns	ns

Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα και το πειραματικό έτος 2013 όσον αφορά τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων υπό την επίδραση της ποικιλίας. Μικρότερη φυτρωτική ικανότητα προέκυψε από τους σπόρους της ποικιλίας Atlanta (37,2%) και μεγαλύτερη της ποικιλίας Babylon (56,6%), η οποία δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την ποικιλία Lider (54,5%). Σε αντίθεση με το 2012, το 2013 παρουσιάστηκαν διαφορές στο μέσο χρόνο και στο ρυθμό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των τριών ποικιλιών. Συγκεκριμένα η ποικιλία Atlanta είχε το μεγαλύτερο χρόνο φυτρώματος και το μικρότερο ρυθμό φυτρώματος των σπόρων (14,019 ημέρες και 0,0749) και η ποικιλία Babylon το μικρότερο μέσο χρόνο φυτρώματος και αντίστοιχα το μεγαλύτερο ρυθμό φυτρώματος (13,033 ημέρες και 0,0817, αντίστοιχα) (Πίνακας 16).

Πίνακας 16. Επίδραση της ποικιλίας στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος του σπόρου το πειραματικό έτος 2013.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ATLANTA	37,2	14,019	0,0749
BABYLON	56,6	13,033	0,0817
LIDER	54,5	13,566	0,0777
F test	44,12	15,73	15,56
Ε.Σ.Δ.	4,94	0,383	0,0027

Ευρωστία του σπόρου

Οι σπόροι χαμηλής αρχικής ευρωστίας (L) έδωσαν αντίστοιχα και χαμηλά ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας και τα δύο πειραματικά έτη (2012 – 2013) (47,7% και 41%, αντίστοιχα) (Πίνακες 17 και 18). Οι σπόροι με υψηλή (H) και μέση (M) αρχική ευρωστία δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά το έτος 2012 ως προς τη φυτρωτική ικανότητα (62,6% και 62,1% αντίστοιχα). Η αρχική ευρωστία του σπόρου επηρέασε επίσης το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το 2012. Συγκεκριμένα οι σπόροι με χαμηλή ευρωστία (L) καθυστέρησαν στο φύτρωμα (13,497 ημέρες) ενώ οι σπόροι με ευρωστία H και M δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος και φύτρωσαν νωρίτερα κατά 0,7 και 0,8 ημέρες, αντίστοιχα. Ανάλογα διαφορές προέκυψαν και στο ρυθμό φυτρώματος. Οι σπόροι με ευρωστία L είχαν το μικρότερο ρυθμό φυτρώματος (0,076) ενώ οι σπόροι με ευρωστία H και M δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (0,081) (Πίνακας 17).

Πίνακας 17. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος του σπόρου το πειραματικό έτος 2012.

ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
H	62,6	12,757	0,081
M	62,1	12,674	0,081
L	47,7	13,497	0,076
F test	70,61	27,62	31,73
Ε.Σ.Δ.	2,88	0,232	0,001

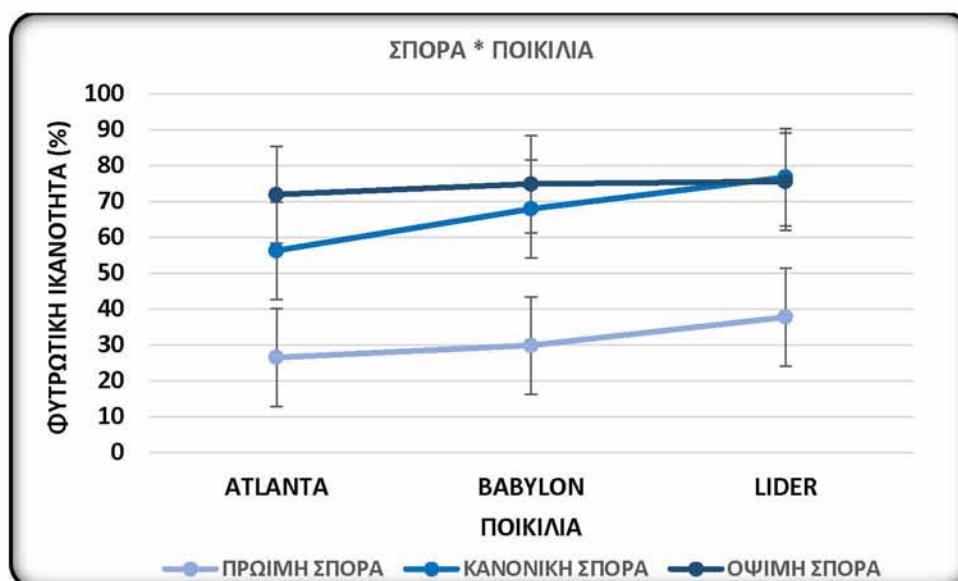
Το πειραματικό έτος 2013 η ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων (Πίνακας 18).

Πίνακας 18. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος του σπόρου το πειραματικό έτος 2013.

ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
H	52,0	13,462	0,078
M	55,5	13,397	0,079
L	40,8	13,759	0,077
F test	40,04	0,0003	0,95
E.Σ.Δ.	3,47	ns	ns

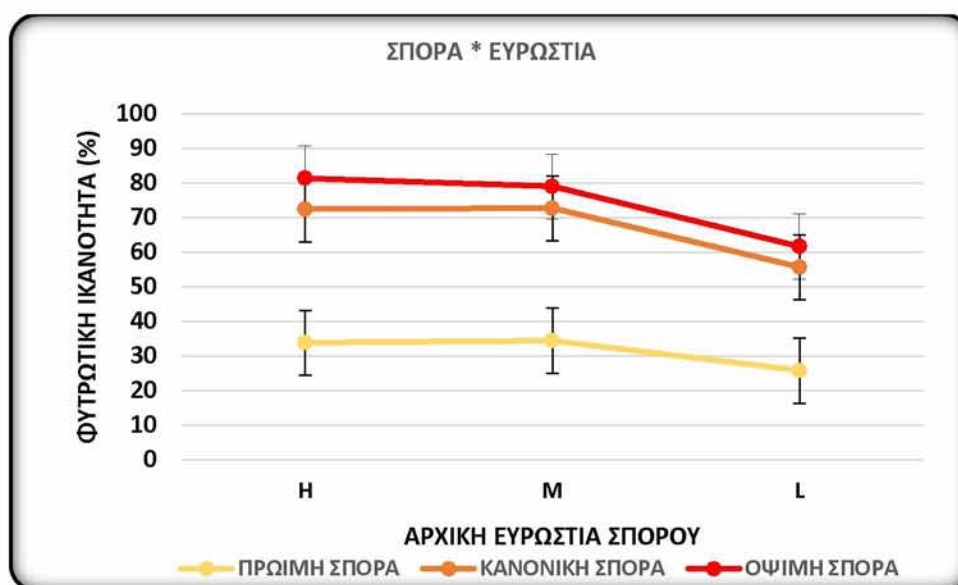
Το πειραματικό έτος 2012 προέκυψαν στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της εποχής σποράς και της ποικιλίας, της εποχής σποράς και της ευρωστίας και μεταξύ της ποικιλίας και της ευρωστίας του σπόρου ως προς τη φυτρωτική ικανότητα.

Συγκεκριμένα, στην αλληλεπίδραση της εποχής σποράς με την ποικιλία η πρώιμη εποχή σποράς είχε τις μικρότερες τιμές φυτρωτικής ικανότητας για όλες τις ποικιλίες (Atlanta: 26,5 %, Babylon: 29,8 %, Lider: 37,7 %). Στις ποικιλίες Babylon και Lider η φυτρωτική ικανότητα δεν παρουσιάζει διαφορές μεταξύ της κανονικής και όψιμης σποράς (Babylon: 67,9 % – 74,8 % και Lider: 76,7 % – 75,5 %, αντίστοιχα) (Σχήμα 24).



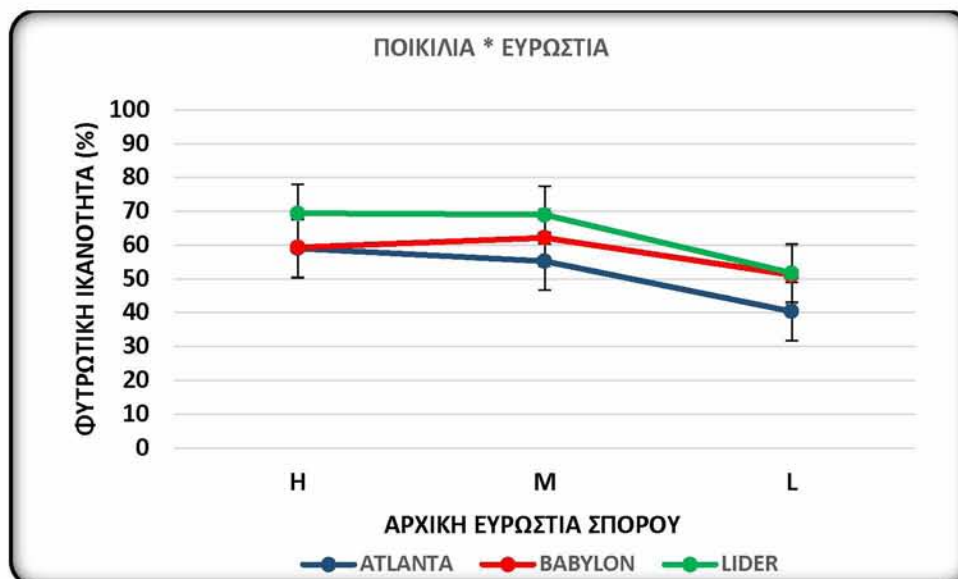
Σχήμα 24. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας ως προς τη φυτρωτική ικανότητα το πειραματικό έτος 2012

Ομοίως και στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου, η φυτρωτική ικανότητα ήταν μικρότερη κατά την πρώιμη σπορά και για τα τρία επίπεδα ευρωστίας (H: 33,8 %, M: 34,4 %, L: 25,8 %). Η φυτρωτική ικανότητα στα επίπεδα ευρωστίας H και M δε διαφέρει ανά εποχή σποράς, αλλά και μεταξύ της κανονικής και της όψιμης σποράς. Επίσης, και στο επίπεδο ευρωστίας L δεν παρουσιάζονται διαφορές στη φυτρωτική ικανότητα μεταξύ της κανονικής και της όψιμης σποράς (55,7% - 61,7%, αντίστοιχα) (Σχήμα 25).



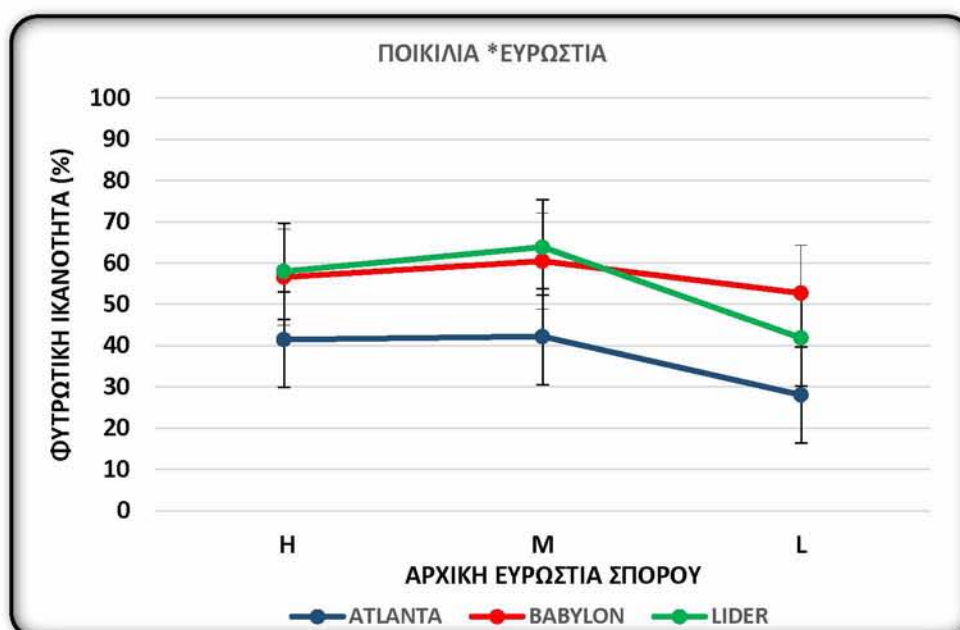
Σχήμα 25. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη φυτρωτική ικανότητα το πειραματικό έτος 2012.

Στην αλληλεπίδραση της ποικιλίας με την αρχική ευρωστία του σπόρου το 2012 προκύπτει ότι η ποικιλία Lider είχε την υψηλότερη φυτρωτική ικανότητα σε όλα τα επίπεδα ευρωστίας του σπόρου σε σχέση με τις ποικιλίες Atlanta και Babylon. Συγκεκριμένα, στο επίπεδο ευρωστίας H η ποικιλία Lider (69%) διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις Atlanta (59%) και Babylon (59%). Στα αρχικά επίπεδα ευρωστίας του σπόρου M και L (Lider: 69% και 52%, αντίστοιχα) διαφέρει μόνο από την ποικιλία Atlanta (55% - 40%, αντίστοιχα) (Σχήμα 26).



Σχήμα 26. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη φυτρωτική ικανότητα το πειραματικό έτος 2012.

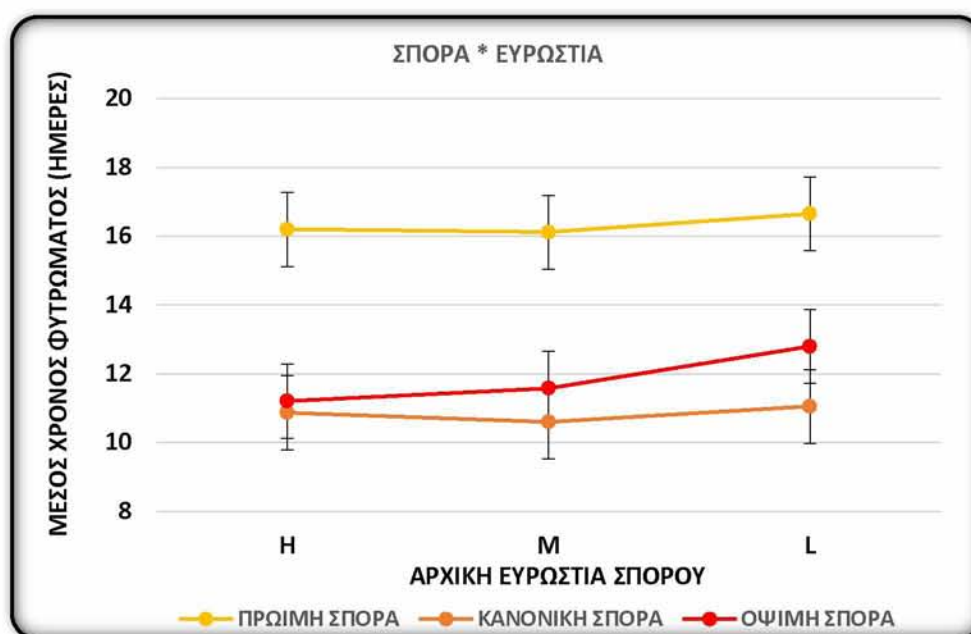
Το 2013 αλληλεπίδραση προέκυψε μεταξύ της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη φυτρωτική ικανότητα. Η ποικιλία Atlanta είχε τη μικρότερη φυτρωτική ικανότητα σε όλα τα επίπεδα ευρωστίας (H: 41%, M:42%, L:28%). Στο επίπεδο ευρωστίας L η ποικιλία Babylon είχε τη μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα (53%) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από την ποικιλία Atlanta (28%), αλλά όχι από την ποικιλία Lider (42%) (Σχήμα 27).



Σχήμα 27. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη φυτρωτική ικανότητα το πειραματικό έτος 2013.

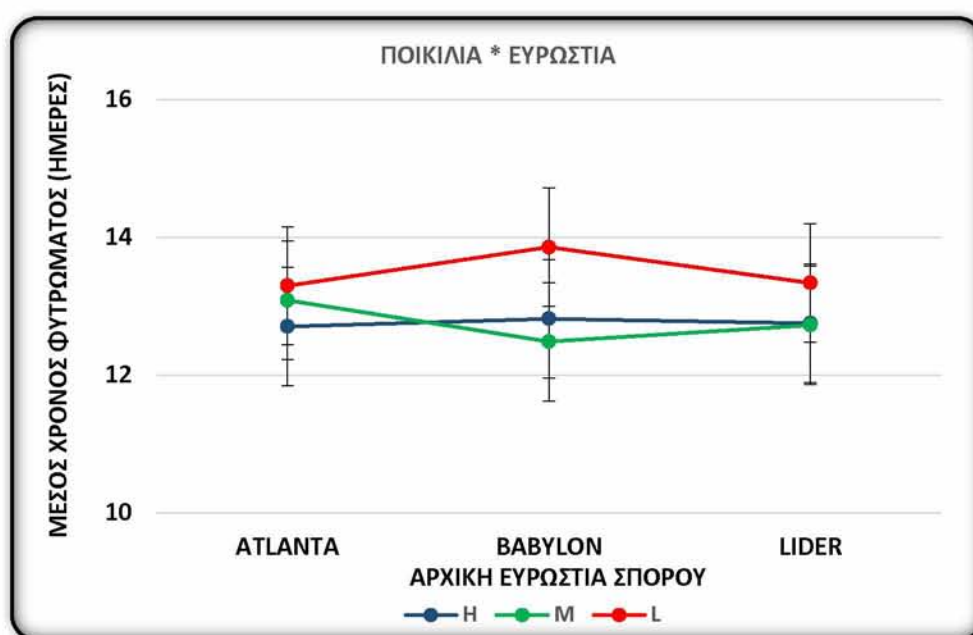
Όσον αφορά το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων το 2012 αλληλεπίδραση παρατηρήθηκε μεταξύ εποχής σποράς και της ευρωστίας, της ποικιλίας και της ευρωστίας καθώς και μεταξύ της εποχής σποράς, της ποικιλίας και της ευρωστίας του σπόρου.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου παρατηρήθηκε καθυστέρηση στο φύτρωμα των σπόρων της πρώιμης σποράς, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις άλλες δύο σπορές για τα αντίστοιχα επίπεδα ευρωστίας του σπόρου. Οι σπόροι με αρχική ευρωστία Η καθυστέρησαν στο φύτρωμα κατά 5,32 και 4,99 ημέρες σε σχέση με την κανονική και την όψιμη σπορά, αντίστοιχα. Οι σπόροι με επίπεδο ευρωστίας Μ καθυστέρησαν κατά 5,52 και 4,54 ημέρες και με επίπεδο ευρωστίας L κατά 5,60 και 3,76 ημέρες από την κανονική και την όψιμη σπορά, αντίστοιχα. Επίσης, στην πρώιμη και την κανονική σπορά δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων. Στην όψιμη εποχή σποράς ο μέσος χρόνος φυτρώματος δε διαφέρει για τους σπόρους με επίπεδα ευρωστίας Η και Μ (Σχήμα 28).



Σχήμα 28. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2012.

Όσον αφορά στην αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο στην ποικιλία Babylon μεταξύ των επιπέδων ευρωστίας ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων. Συγκεκριμένα, οι σπόροι με ευρωστία L φύτρωσαν στις 13,86 ημέρες και ο χρόνος αυτός διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το χρόνο φυτρώματος των σπόρων με ευρωστία M (12,48 ημέρες). Οι σπόροι με υψηλή (H) και μέση (M) ευρωστία δεν παρουσίασαν διαφορές στο μέσο χρόνο φυτρώματος στην ποικιλία Babylon (Σχήμα 29).



Σχήμα 29. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2012.

Στην αλληλεπίδραση των τριών παραγόντων (εποχή σποράς, ποικιλία, ευρωστία) ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων, οι μεγαλύτερες τιμές προέκυψαν από τους σπόρους της ποικιλίας Babylon με αρχική ευρωστία L κατά την πρώιμη εποχή σποράς (17,73 ημέρες). Ο μικρότερος μέσος χρόνος φυτρώματος παρατηρήθηκε στους σπόρους με ευρωστία M της ποικιλίας Lider κατά την κανονική σπορά (10,31 ημέρες) (Πίνακας 19).

Πίνακας 19. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2012.

ΠΡΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΘΥΚΩΝ ΤΟ ΚΑΙΡΑΓΑΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧ.			
ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	H	15,83
		M	16,50
		L	15,66
	BABYLON	H	16,45
		M	15,72
		L	17,73
	LIDER	H	16,31
		M	16,13
		L	16,56
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	H	11,03
		M	11,01
		L	11,47
	BABYLON	H	10,84
		M	10,48
		L	11,11
	LIDER	H	10,74
		M	10,31
		L	10,56
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	H	11,25
		M	11,74
		L	12,76
	BABYLON	H	11,16
		M	11,26
		L	12,73
	LIDER	H	11,20
		M	11,73
		L	12,89
F test			2,52
Ε.Σ.Δ.			1,107

Στο ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το 2012 παρουσιάστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας, εποχής σποράς και ευρωστίας και μεταξύ ποικιλίας και ευρωστίας του σπόρου.

Κατά τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης μεταξύ της εποχής σποράς και της ποικιλίας παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ρυθμό φυτρώματος είχαν οι σπόροι της ποικιλίας Lider κατά την κανονική σπορά (0,095), ο οποίος δε διαφέρει από τις

ποικιλίες Atlanta και Babylon για την ίδια σπορά. Ο μικρότερος ρυθμός φυτρώματος προέκυψε από σπόρους της ποικιλίας Babylon (0,060) κατά την πρώιμη σπορά (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας του σπόρου ως προς το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2012.

ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	0,063
	BABYLON	0,060
	LIDER	0,061
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	0,090
	BABYLON	0,093
	LIDER	0,095
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	0,084
	BABYLON	0,086
	LIDER	0,084
F test		5,17
Ε.Σ.Δ.		0,006

Οι σπόροι με αρχική ευρωστία Μ είχαν το μεγαλύτερο ρυθμό φυτρώματος κατά την κανονική σπορά (0,095) στην αλληλεπίδραση της εποχής σποράς με την ευρωστία του σπόρου. Ωστόσο, δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τους σπόρους με ευρωστία Η και Λ της κανονικής σποράς (0,092 και 0,091, αντίστοιχα), καθώς και από το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων με ευρωστία Η της όψιμης σποράς (0,089). Οι σπόροι με αρχική ευρωστία Λ είχαν το μικρότερο ρυθμό φυτρώματος σε όλες τις εποχές σποράς (0,060, 0,091 και 0,078, αντίστοιχα) σε σχέση με τους σπόρους με αρχική ευρωστία Η και Μ (Πίνακας 21).

Πίνακας 21. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2012.

ΣΠΟΡΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΠΡΩΙΜΗ	H	0,062
	M	0,062
	L	0,060
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	H	0,092
	M	0,095
	L	0,091
ΟΨΙΜΗ	H	0,089
	M	0,086
	L	0,078
F test		11,71
Ε.Σ.Δ.		0,008

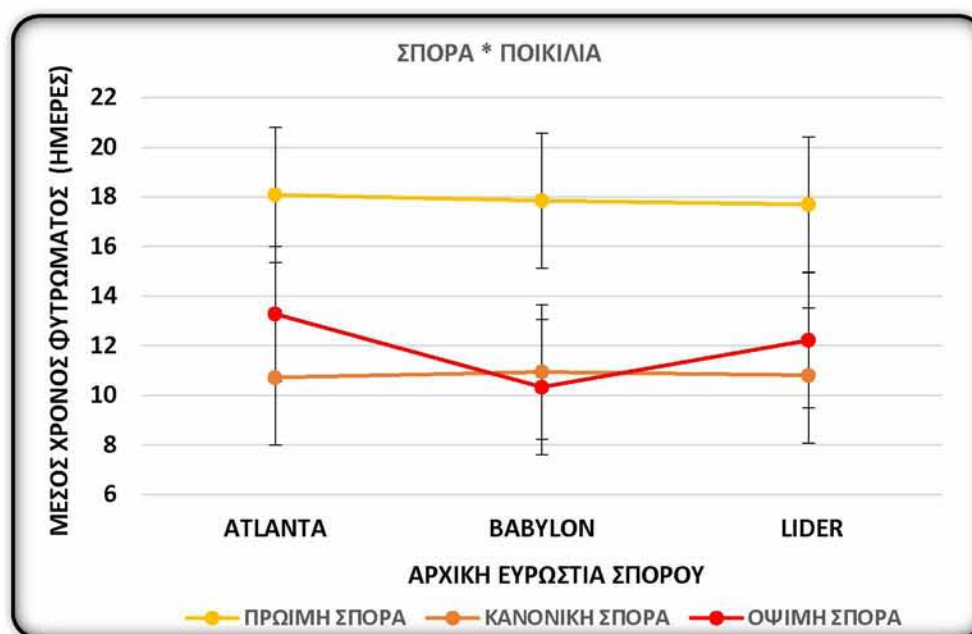
Στην αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και ευρωστίας του σπόρου το μεγαλύτερο ρυθμό φυτρώματος είχαν οι σπόροι με ευρωστία M της ποικιλίας Babylon (0,083), ο οποίος δε διαφέρει από τους σπόρους με ευρωστία H και με ευρωστία H και M των ποικιλιών Atlanta και Lider. Ο μικρότερος ρυθμός φυτρώματος προέκυψε επίσης από σπόρους της ποικιλίας Babylon με αρχική ευρωστία L (0,075) (Πίνακας 22).

Πίνακας 22. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2012.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ATLANTA	H	0,081
	M	0,079
	L	0,076
BABYLON	H	0,081
	M	0,083
	L	0,075
LIDER	H	0,081
	M	0,082
	L	0,078
F test		2,94
Ε.Σ.Δ.		0,004

Ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το 2013, αλληλεπίδραση παρουσιάστηκε μεταξύ της εποχής σπορά και της ποικιλίας. Συγκεκριμένα όλες οι ποικιλίες είχαν μεγαλύτερο ρυθμό φυτρώματος στην πρώιμη σπορά, χωρίς να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Στην όψιμη σπορά

εμφανίστηκε ο μικρότερος μέσος χρόνος φυτρώματος των σπόρων από σπόρους της ποικιλίας Babylon (10,32 ημέρες), ο οποίος διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το χρόνο φυτρώματος των σπόρων της ποικιλίας Atlanta (13,27 ημέρες) για την ίδια σπορά (Σχήμα 30).



Σχήμα 30. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2013.

Ο μεγαλύτερος ρυθμός φυτρώματος παρατηρήθηκε κατά την όψιμη σπορά από σπόρους της ποικιλίας Babylon (0,097), ενώ ο μικρότερος κατά την πρώιμη σπορά από σπόρους της ποικιλίας Atlanta (0,055) (Πίνακας 23).

Πίνακας 23. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας του σπόρου ως προς το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων το πειραματικό έτος 2013.

ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	0,055
	BABYLON	0,056
	LIDER	0,057
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	0,093
	BABYLON	0,091
	LIDER	0,093
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	0,076
	BABYLON	0,097
	LIDER	0,084
F test		19,13
Ε.Σ.Δ.		0,020

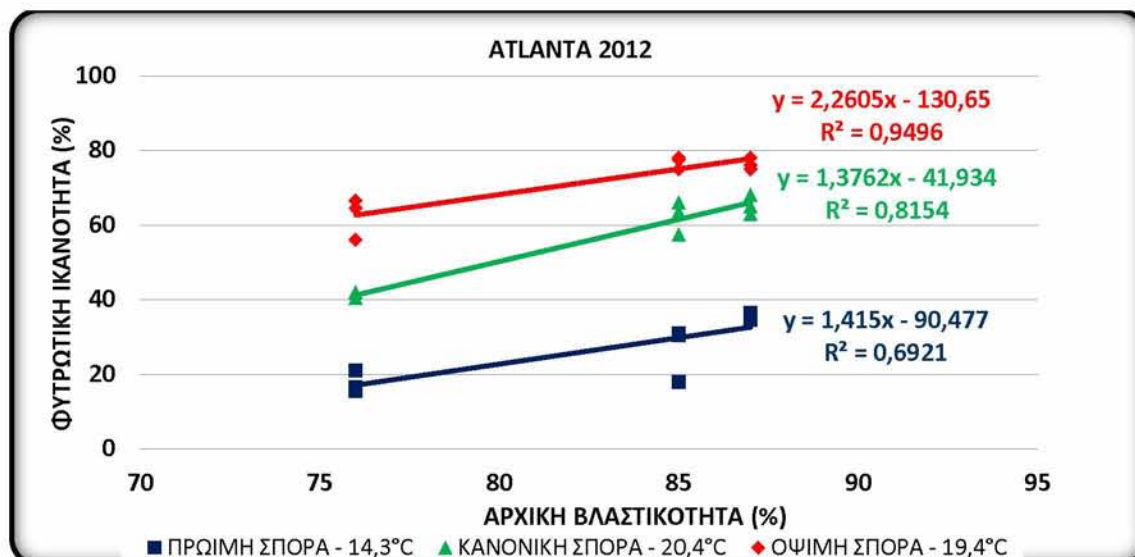
3.3 Μοντέλο Πρόβλεψης Φυτρωτικής Ικανότητας

Έναν από τους στόχους της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας σε σχέση με την αρχική ευρωστία του σπόρου και τη θερμοκρασία του εδάφους ή/και του αέρα κατά την περίοδο του φυτρώματος. Γι' αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκαν τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) και χρησιμοποιήθηκαν σπορομερίδες ποικιλιών διαφορετικής αρχικής βλαστικής ικανότητας και διαφορετικής αρχικής ευρωστίας.

Κατά την ανάλυση των δεδομένων για την ανάπτυξη του μοντέλου έγιναν διάφορες δοκιμές. Συγκεκριμένα έγινε ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ της θερμοκρασίας εδάφους στις διάφορες εποχές/περιόδους φυτρώματος με τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων στις αντίστοιχες περιόδους, μεταξύ των θερμομονάδων και της φυτρωτικής ικανότητας για τις αντίστοιχες περιόδους φυτρώματος, καθώς και ανάλυση συσχέτισης μεταξύ της αρχικής βλαστικής ικανότητας, όπως προέκυψε από το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας, και της φυτρωτικής ικανότητας και ανάλυση συσχέτισης μεταξύ της αρχικής ευρωστίας του σπόρου (Cool test) και της φυτρωτικής ικανότητας.

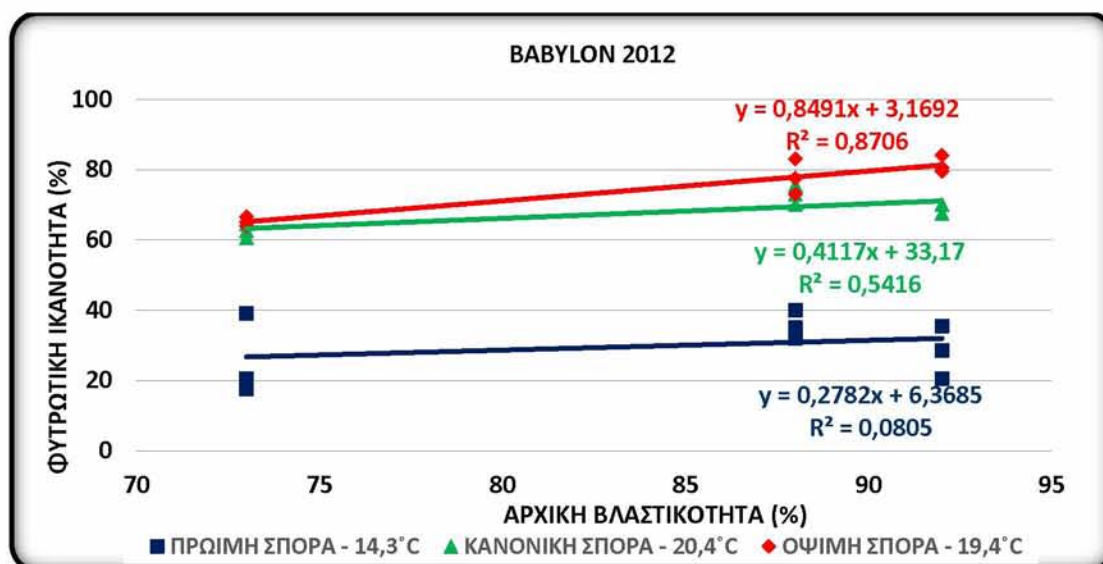
Αρχική βλαστική ικανότητα – Φυτρωτική ικανότητα

Εφαρμόστηκε ανάλυση της συσχέτισης της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας και για τις τρεις ποικιλίες με τη βλαστικότητα βάση της οποίας προέκυψε η κατηγοριοποίηση στα τρία επίπεδα ευρωστίας για τις τρεις σπορές του 2012 και του 2013. Σε κάθε εποχή σποράς και στα δύο έτη πειραματισμού αντιστοιχεί μια μέση θερμοκρασία εδάφους (Υλικά και Μέθοδοι). Για το 2012, 14,3 °C, 20,4 °C και 19,4 °C αντίστοιχα για τις τρεις σπορές και για το 2013, 17,3 °C, 20,9 °C και 24,4 °C. Από την ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας βρέθηκε πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση στην ποικιλία Atlanta για τα δεδομένα και των τριών εποχών σποράς του 2012 (Σχήμα 31) και εκεί βασίστηκε το μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας σε σχέση με την αρχική βλαστικότητα των σπόρων.



Σχήμα 31. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας στις τρεις εποχές σποράς για την ποικιλία Atlanta το πειραματικό έτος 2012.

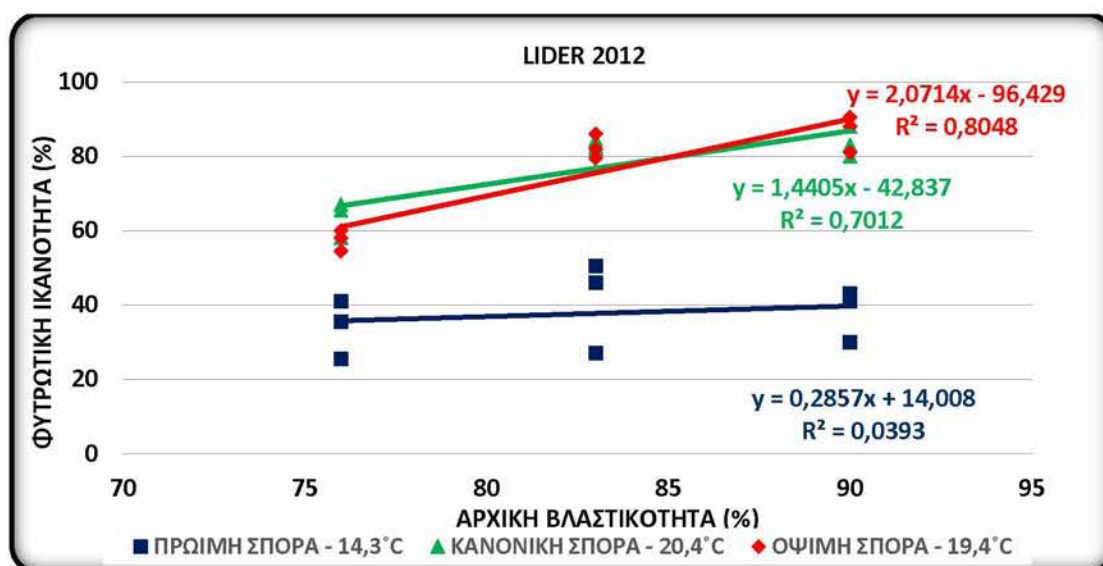
Στην ποικιλία Babylon παρατηρήθηκε πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας και της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων κατά την όψιμη σπορά του 2012 (R^2 : 0,87). Στην κανονική σπορά παρατηρήθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,54), ενώ δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση στην πρώιμη σπορά (R^2 : 0,0805) (Σχήμα 32).



Σχήμα 32. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας στις τρεις εποχές σποράς για την ποικιλία Babylon το πειραματικό έτος 2012.

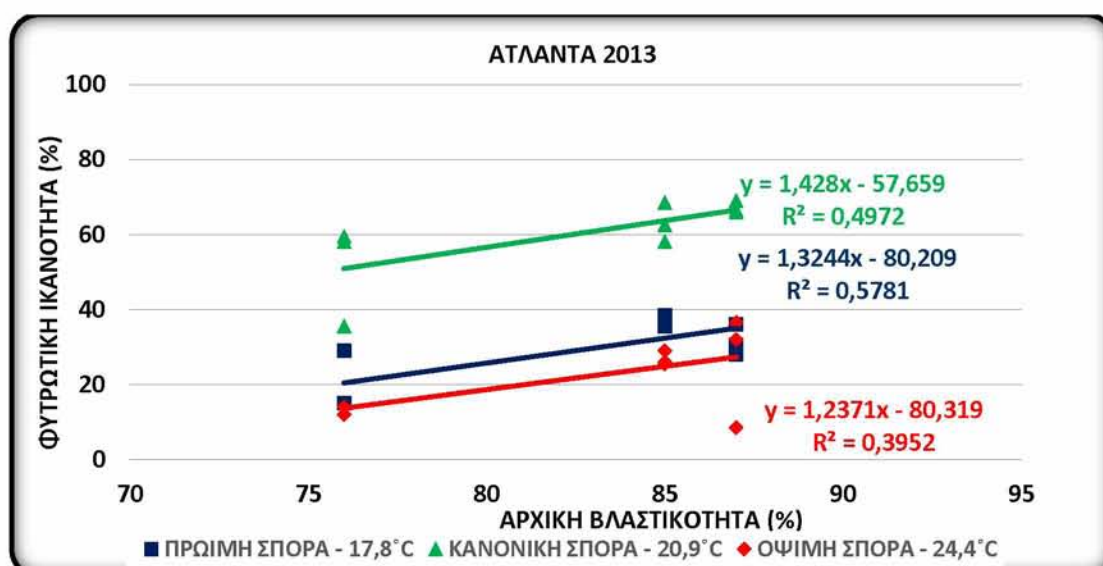
Όσον αφορά στην ποικιλία Lider, πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας των σπόρων και της φυτρωτικής ικανότητας βρέθηκε στα

δεδομένα της κανονικής και της όψιμης σποράς το 2012 (R^2 : 0,7012 και 0,8048, αντίστοιχα), ενώ στην πρώιμη σπορά δεν υπήρξε συσχέτιση (Σχήμα 33).



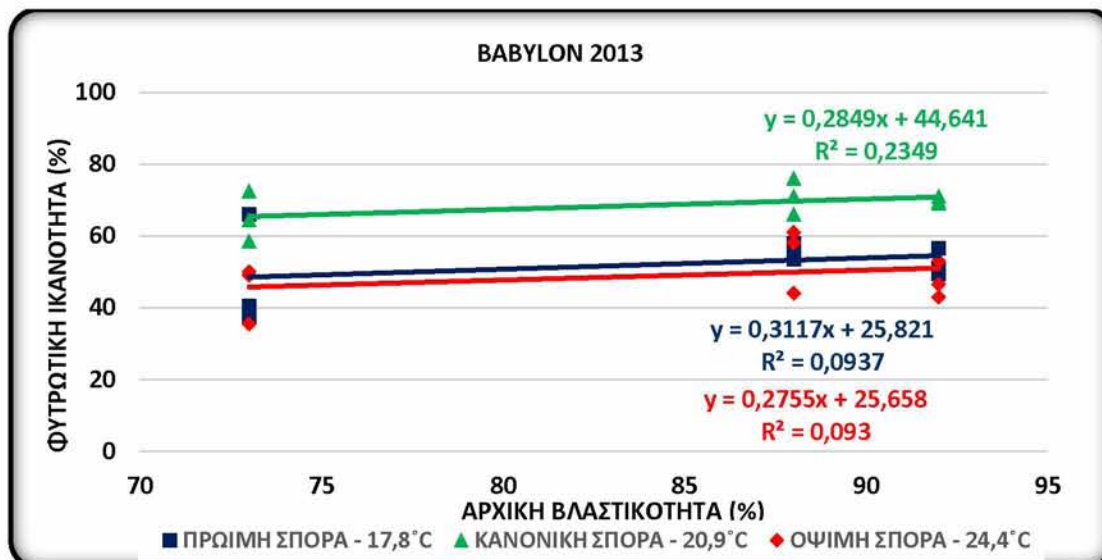
Σχήμα 33. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας στις τρεις εποχές σποράς για την ποικιλία Lider το πειραματικό έτος 2012.

Στα δεδομένα του 2013, στην ποικιλία Atlanta βρέθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,5781) μεταξύ της βλαστικής και της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων στην πρώιμη σπορά, ενώ στην κανονική και την όψιμη σπορά μέση γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,4972 και 0,3952, αντίστοιχα) (Σχήμα 34).



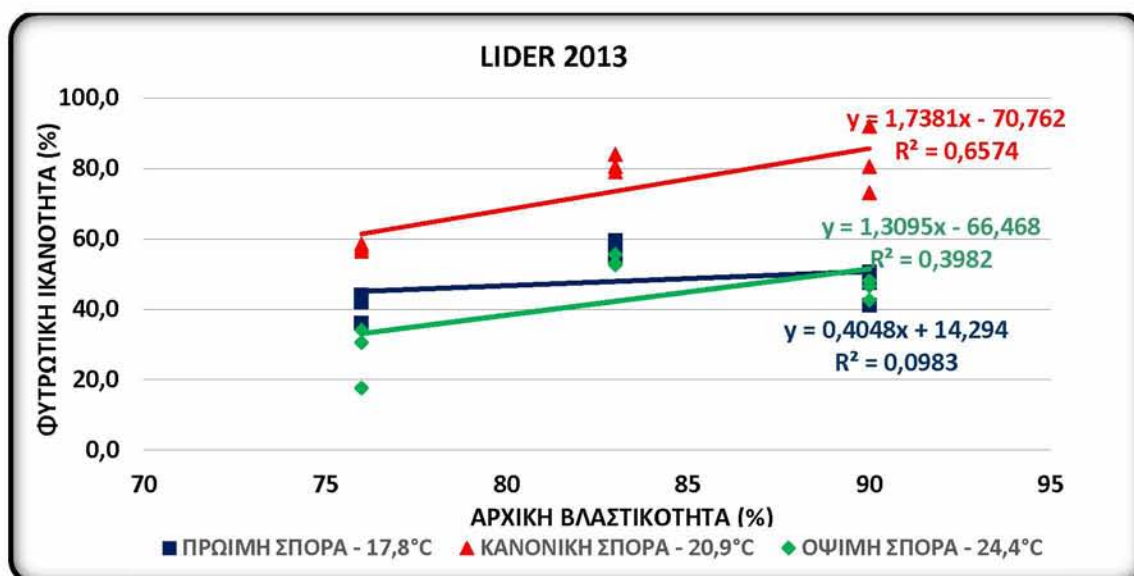
Σχήμα 34. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας στις τρεις εποχές σποράς για την ποικιλία Atlanta το πειραματικό έτος 2013.

Στην ποικιλία Babylon παρατηρήθηκε ασθενής γραμμική συσχέτιση στην κανονική σπορά ($R^2: 0,2349$), ενώ δεν υπήρξε συσχέτιση στην πρώιμη και την όψιμη σπορά ($R^2: 0,0937$ και $0,093$, αντίστοιχα) (Σχήμα 35).



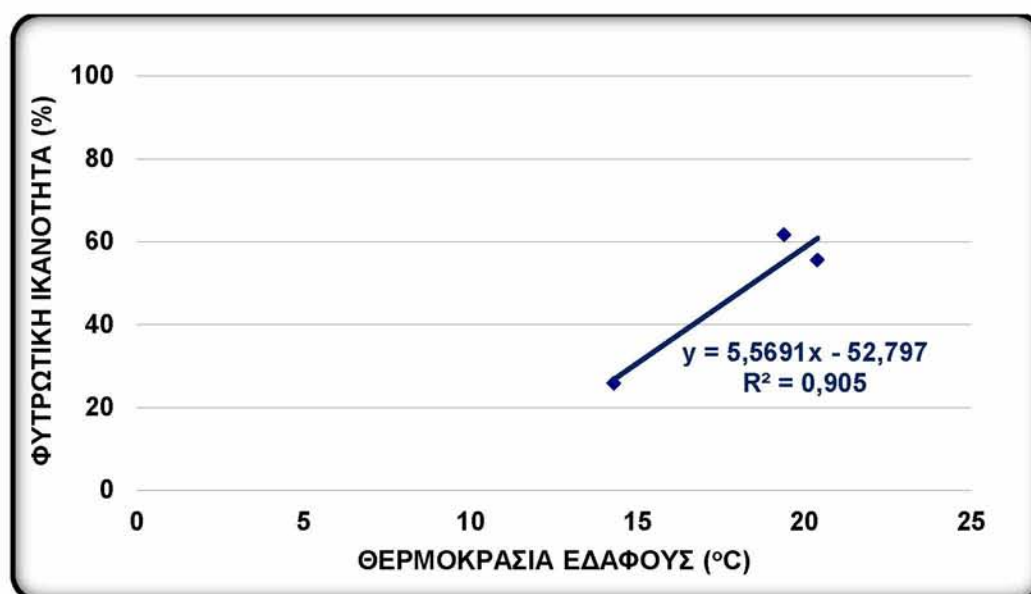
Σχήμα 35. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας στις τρεις εποχές σποράς για την ποικιλία Babylon το πειραματικό έτος 2013.

Στην ποικιλία Lider βρέθηκε πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας των σπόρων και της φυτρωτικής ικανότητας κατά την κανονική σπορά ($R^2: 0,6574$), μέση γραμμική συσχέτιση κατά την όψιμη σπορά ($R^2: 0,3982$), ενώ δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση στην πρώιμη σπορά ($R^2: 0,0983$) (Σχήμα 36).



Σχήμα 36. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας στις τρεις εποχές σποράς για την ποικιλία Lider το πειραματικό έτος 2013.

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ της θερμοκρασίας του εδάφους και των αντίστοιχων μέσων όρων της ελάχιστης φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων με χαμηλή ευρωστία όλων των ποικιλιών για το 2012. Βρέθηκε υψηλή συσχέτιση μεταξύ της θερμοκρασίας του εδάφους και της φυτρωτικότητας των σπόρων ($R^2: 0,905$) (Σχήμα 37).



Σχήμα 37. Συσχέτιση μεταξύ της θερμοκρασίας εδάφους και της ελάχιστης φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων με χαμηλή αρχική ευρωστία (L).

Η σχέση που προβλέπει τη φυτρωτική ικανότητα είναι της μορφής:

$$F = b_0 + b_1 * t + b_2 * G, \quad (1)$$

όπου t: θερμοκρασία εδάφους,

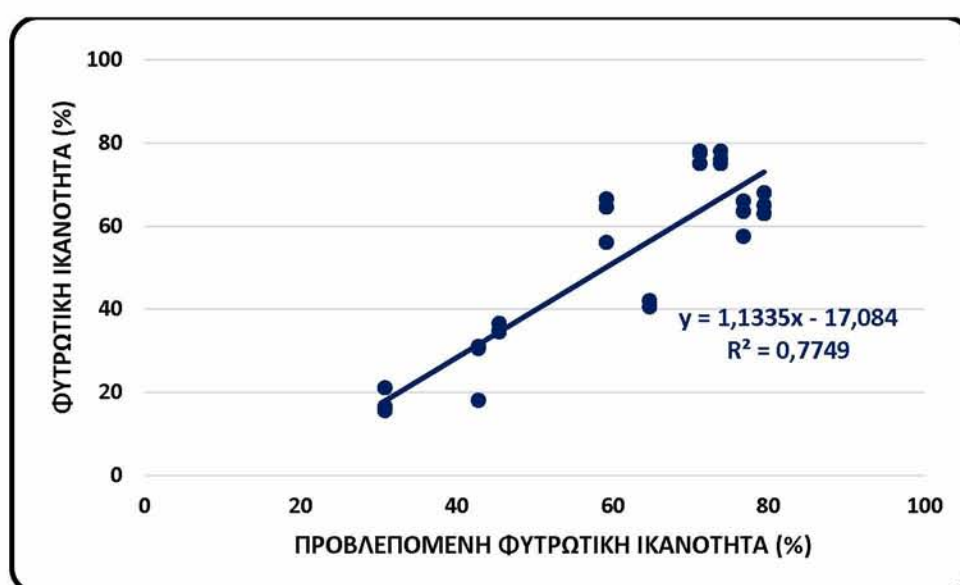
G: αρχική βλαστικότητα και b_0, b_1, b_2 σταθερές

Η προηγούμενη σχέση μετά και την ανάλυση της συσχέτισης της θερμοκρασίας και της φυτρωτικότητας γίνεται:

$$y = (5,5691t_{\text{εδ}} - 52,797) + (G_{\text{αρχ}} - G_{\text{min}}) * 20/15, \quad (2)$$

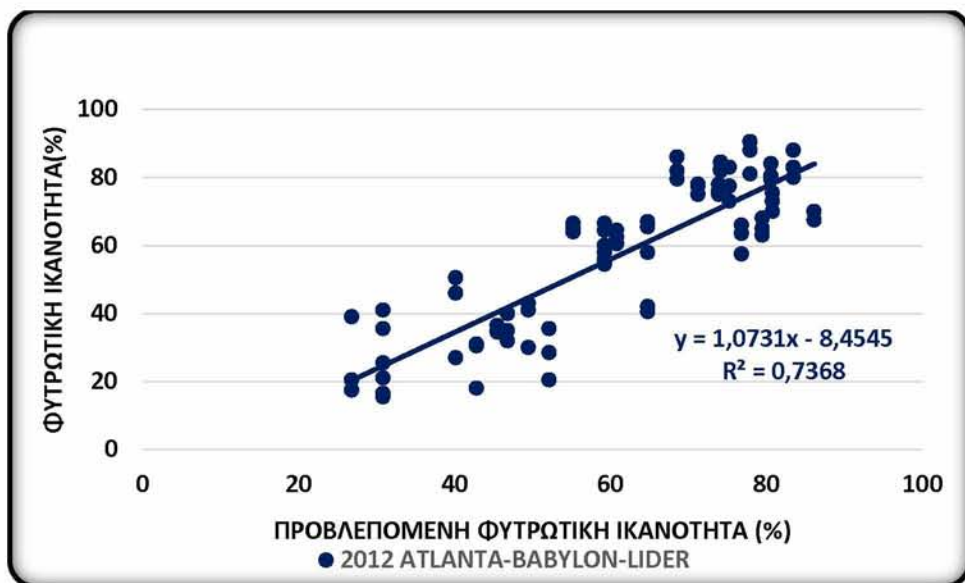
όπου t η θερμοκρασία εδάφους, 20/15 είναι η κλίση των γραμμών από τη ανάλυση της συσχέτισης των αρχικών βλαστικότητων και της φυτρωτικής ικανότητας για την ποικιλία Atlanta, $G_{αρχ}$ η αρχική βλαστικότητα και G_{min} η ελάχιστη αρχική βλαστικότητα των δειγμάτων που είχαμε στη διάθεση μας, η οποία είναι 73%.

Στο Σχήμα 38 φαίνεται η συσχέτιση της πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας της ποικιλίας Atlanta με τρία επίπεδα αρχικής ευρωστίας του σπόρου στις τρεις εποχές σποράς για το πειραματικό έτος 2012, για την επιβεβαίωση του μοντέλου.



Σχήμα 38. Συσχέτιση πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας που προέκυψε από το συνδυασμό της θερμοκρασίας εδάφους και της αρχικής βλαστικής ικανότητας των σπόρων της ποικιλίας ATLANTA με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του πειραματικού έτους 2012.

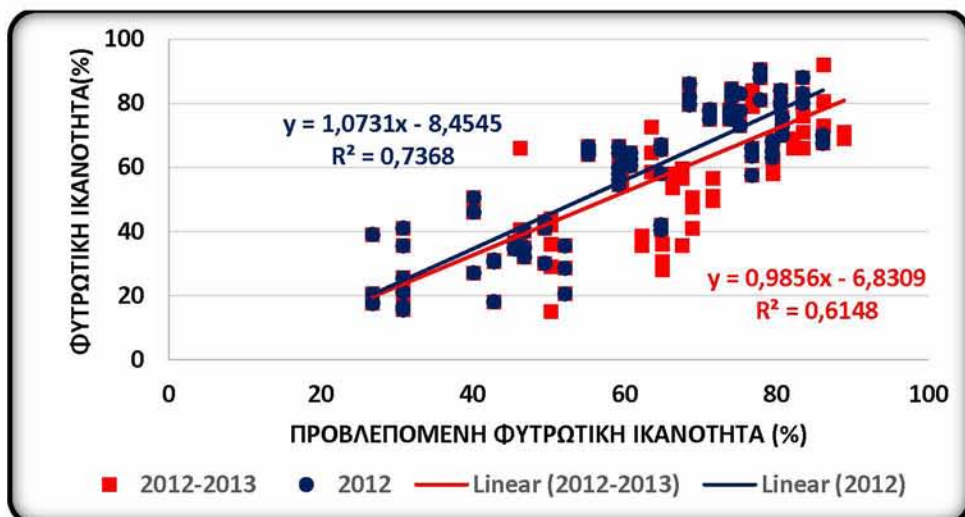
Το μοντέλο εφαρμόστηκε και στις άλλες δυο ποικιλίες βαμβακιού με τα δεδομένα του 2012 και επιβεβαιώθηκε με τη συσχέτιση της πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας ($R^2 = 0,7368$) (Σχήμα 39).



Σχήμα 39. Συσχέτιση πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας, που προέκυψε από το συνδυασμό της θερμοκρασίας εδάφους και της αρχικής βλαστικής ικανότητας των σπόρων, των τριών ποικιλιών, (Atlanta, Babylon και Lider) με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του πειραματικού έτους 2012.

Επίσης, το μοντέλο εφαρμόστηκε και στα δεδομένα του πειραματικού έτους 2013 για τις τρεις ποικιλίες βαμβாகιού και τα τρία επίπεδα ευρωστίας αντίστοιχα (Σχήμα 39).

Τα δεδομένα της όψιμης σποράς του 2013 δεν λήφθηκαν υπόψη στην επιβεβαίωση του μοντέλου με τα δεδομένα των δύο ετών, εξαιτίας της δημιουργίας κρούστας στο χωράφι κατά την περίοδο του φυτρώματος.



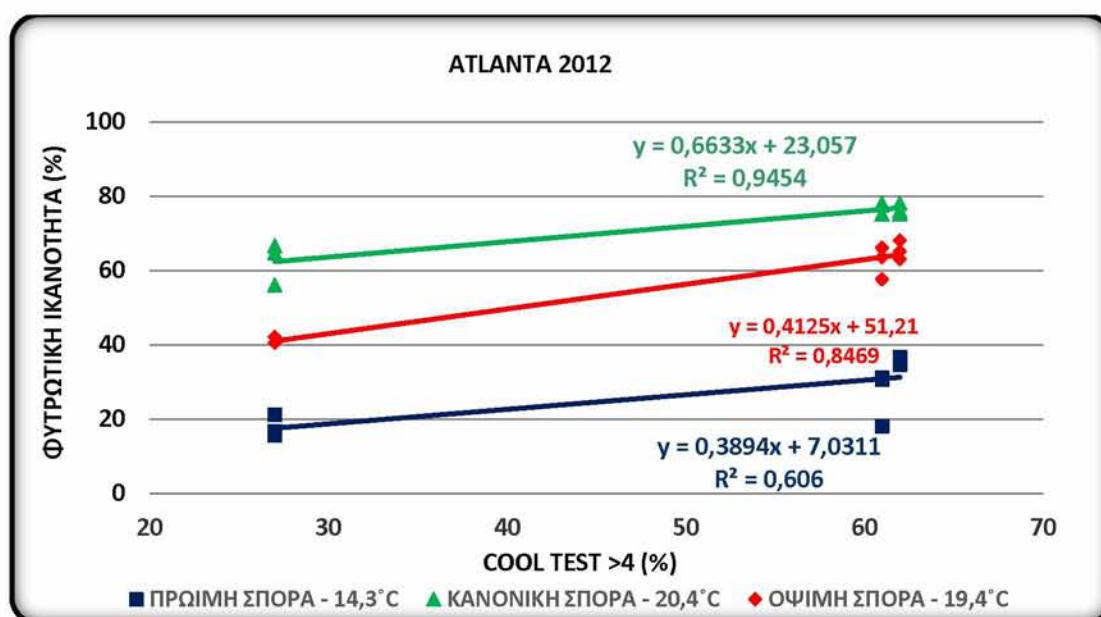
Σχήμα 40. Συσχέτιση πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας, που προέκυψε από το συνδυασμό της θερμοκρασίας εδάφους και της αρχικής βλαστικής ικανότητας των σπόρων, των τριών ποικιλιών, (Atlanta, Babylon και Lider) και τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του 2012 και τις δύο εποχές σποράς (πρώιμη και κανονική) του 2013.

Το μοντέλο αναφέρεται σε θερμοκρασίες από 14,3°C έως 20 °C περίπου και για ελάχιστη αρχική βλαστικότητα 73%.

Αρχική ευρωστία – Φυτρωτική ικανότητα

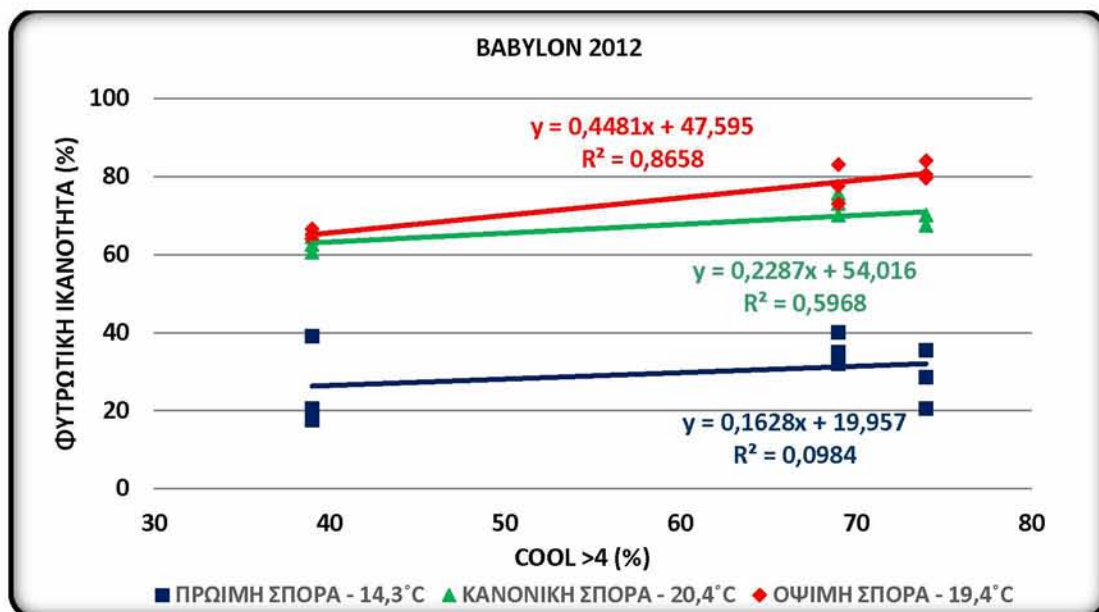
Επίσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος της συσχέτισης μεταξύ της αρχικής ευρωστίας του σπόρου (Cool Test II) (Πίνακας 4) και της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων βαμβακιού και για τις τρεις ποικιλίες (Atlanta, Babylon, Lider) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική, όψιμη).

Στην ποικιλία Atlanta υπήρξε πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας για την κανονική και την όψιμη σπορά (R^2 : 0,9454 και 0,8469, αντίστοιχα), αλλά και στην πρώιμη σπορά παρατηρήθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,606) μόνο για το πειραματικό έτος 2012 (Σχήμα 41).



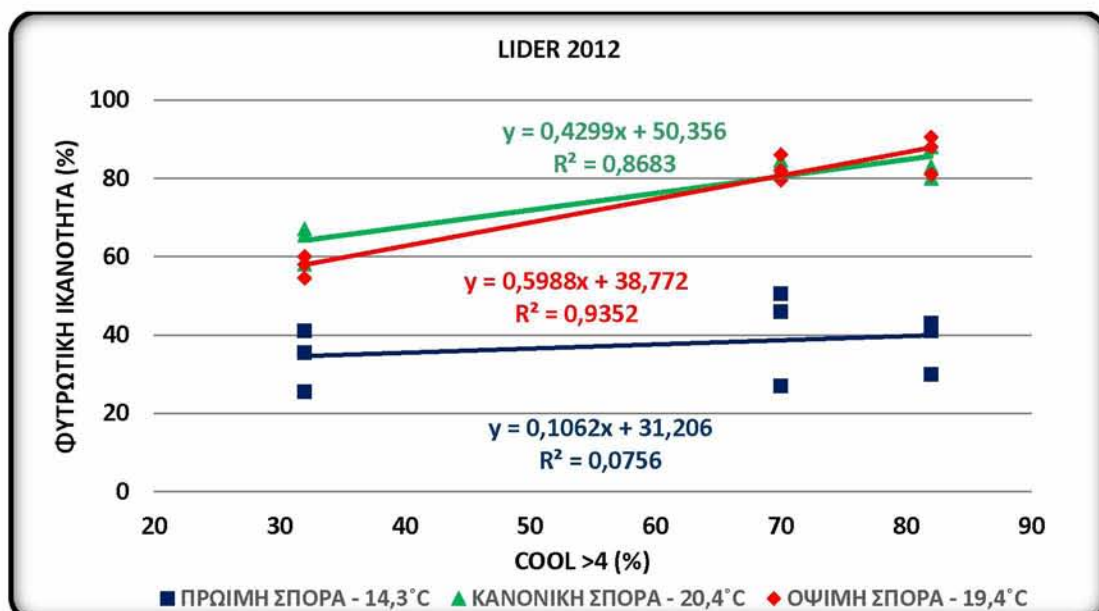
Σχήμα 41. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας (% βλαστικότητας σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 cm μετά από 7 ημέρες στους 18°C – Cool test) και της φυτρωτικής ικανότητας των σπορομερίδων της ποικιλίας Atlanta στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες εδάφους) του πειραματικού έτους 2012.

Στην ποικιλία Babylon το 2012 υπήρξε πολύ ισχυρή συσχέτιση στην όψιμη σπορά (R^2 : 0,8658), στην κανονική σπορά ισχυρή συσχέτιση (R^2 : 0,5968), ενώ στην πρώιμη σπορά δεν παρατηρήθηκε γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,0984) (Σχήμα 42).



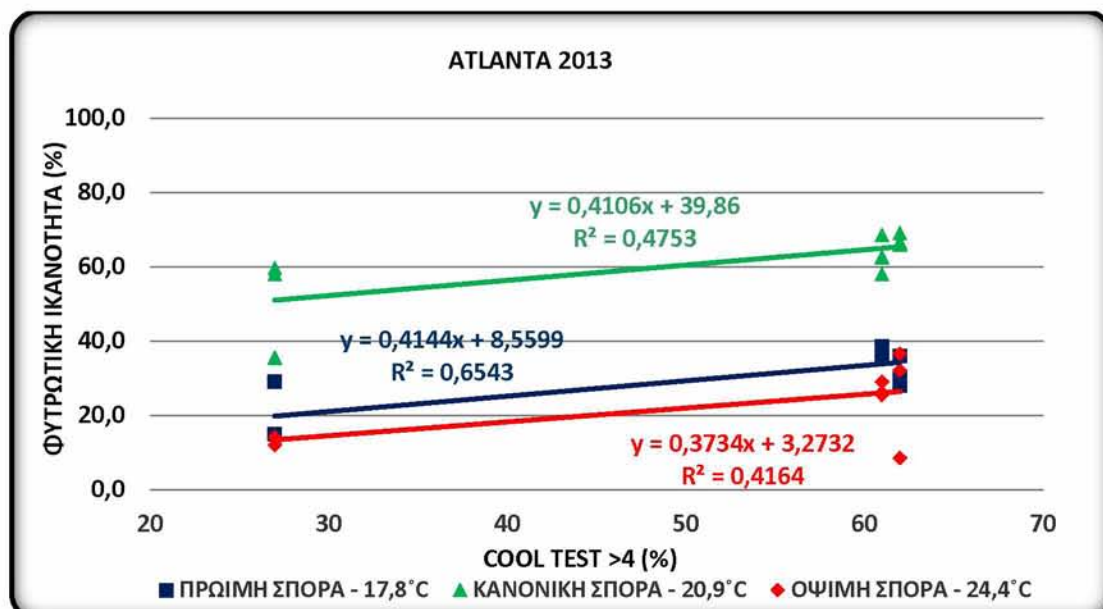
Σχήμα 42. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας (% βλαστικότητα σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 cm μετά από 7 ημέρες στους 18°C – Cool test) και της φυτρωτικής ικανότητας των σπορομερίδων της ποικιλίας Babylon στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες εδάφους) του πειραματικού έτους 2012.

Στην ποικιλία Lider την πρώτη χρονιά στην κανονική και στην όψιμη σπορά παρατηρήθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,8683 και 0,9352, αντίστοιχα), ενώ στην πρώιμη σπορά δεν παρατηρήθηκε γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,0756) (Σχήμα 43).



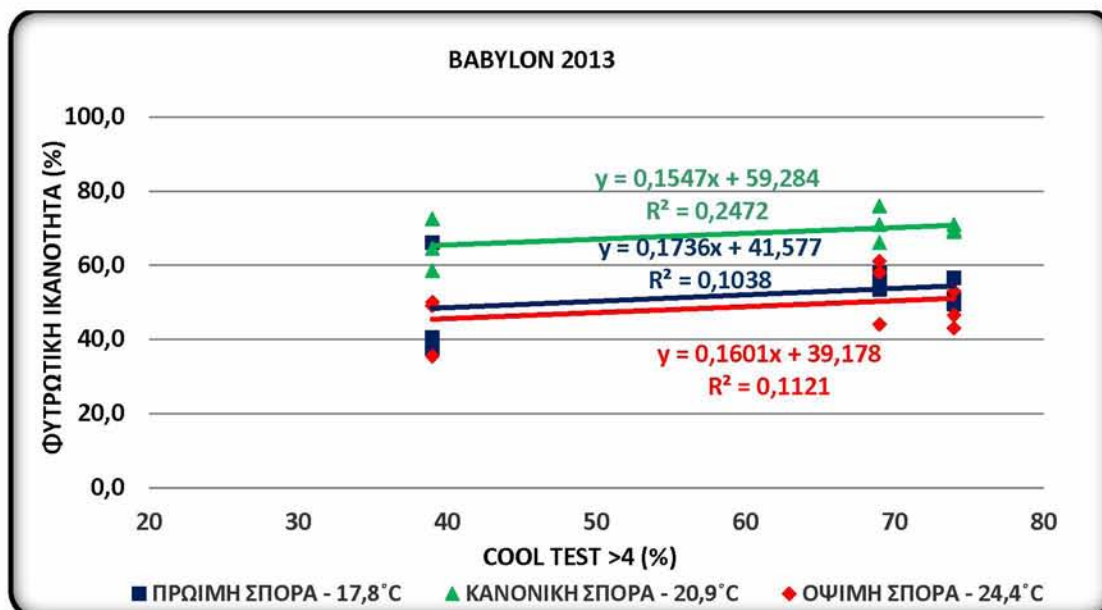
Σχήμα 43. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας (% βλαστικότητα σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 cm μετά από 7 ημέρες στους 18°C – Cool test) και της φυτρωτικής ικανότητας των σπορομερίδων της ποικιλίας Lider στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες εδάφους) του πειραματικού έτους 2012.

Το πειραματικό έτος 2013, στην ποικιλία Atlanta παρατηρήθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση στην κανονική και στην πρώιμη σπορά (R^2 : 0,65 και 0,48, αντίστοιχα), ενώ στην όψιμη σπορά μέση γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,42) (Σχήμα 44).



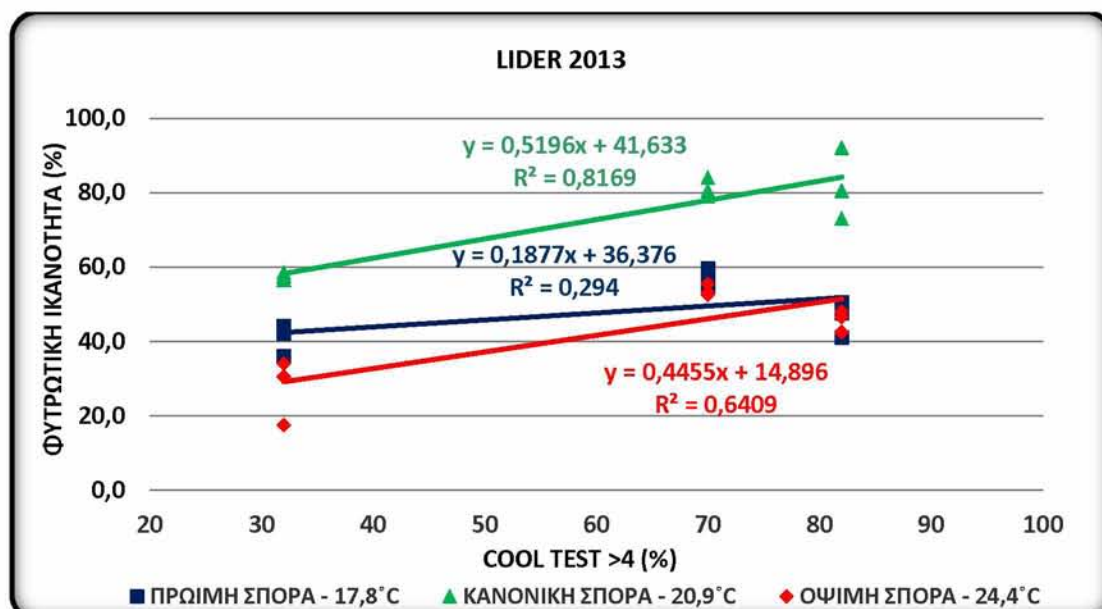
Σχήμα 44. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας (% βλαστικότητας σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 cm μετά από 7 ημέρες στους 18°C – Cool test) και της φυτρωτικής ικανότητας των σπορομερίδων της ποικιλίας Atlanta στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες εδάφους) του πειραματικού έτους 2013.

Στην ποικιλία Babylon υπήρξε ασθενής γραμμική συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας και στις τρεις εποχές σποράς, πρώιμη, κανονική και μέση, (R^2 : 0,10, 0,25 και 0,11, αντίστοιχα) (Σχήμα 45).



Σχήμα 45. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας (% βλαστικότητα σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 cm μετά από 7 ημέρες στους 18°C – Cool test) και της φυτρωτικής ικανότητας των σπορομερίδων της ποικιλίας Babylon στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες εδάφους) του πειραματικού έτους 2013.

Στην ποικιλία Lider πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας του σπόρου και της φυτρωτικής ικανότητας παρατηρήθηκε στην κανονική και την όψιμη σπορά (R^2 : 0,82 και 0,64), ενώ στην πρώιμη σπορά μέση γραμμική συσχέτιση (R^2 : 0,294) (Σχήμα 46).



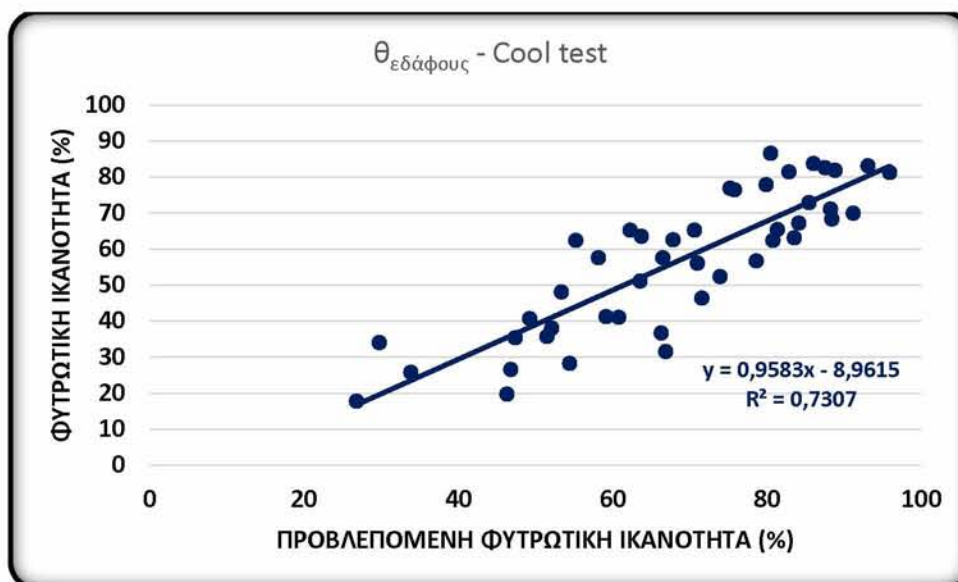
Σχήμα 46. Συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας (% βλαστικότητα σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 cm μετά από 7 ημέρες στους 18°C – Cool test) και της φυτρωτικής ικανότητας των σπορομερίδων της ποικιλίας Lider στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες εδάφους) του πειραματικού έτους 2013.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης της συσχέτισης η παραπάνω σχέση (2), που αφορά τη σχέση πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας σε σχέση με την αρχική βλαστικότητα των σπόρων (με βάση το Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας) γίνεται:

$$y = (5,5691 \cdot t_{\text{εδ}} - 52,797) + 0,588(\text{Cool}_{\text{αρχ}} - \text{Cool}_{\text{min}}), \text{ όπου}$$

$\text{Cool}_{\text{αρχ}}$ το αρχικό ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 , όπως προκύπτει από την εφαρμογή του Cool test, Cool_{min} είναι ίσο με 27% , που είναι η ελάχιστη τιμή βλαστικότητας των σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 από την εφαρμογή του Cool test των δειγμάτων που είχαμε στη διάθεση μας και 0,588 είναι η κλίση των γραμμών από τη ανάλυση της συσχέτισης των αρχικών βλαστικοτήτων με βάση το Cool test και της φυτρωτικής ικανότητας για την ποικιλία Atlanta.

Στο Σχήμα 47 φαίνεται η συσχέτιση της πραγματικής και της προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας των τριών ποικιλιών με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του 2012 και τις δύο εποχές σποράς (πρώιμη και κανονική) του 2013 για την επιβεβαίωση του μοντέλου. Όπως φαίνεται υπάρχει ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της πραγματικής και της προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας.



Σχήμα 47. Συσχέτιση πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητα, που προέκυψε από το συνδυασμό της θερμοκρασίας εδάφους και της αρχικής ευρωστίας των σπόρων των τριών ποικιλιών, (Atlanta, Babylon και Lider) με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του 2012 και τις δύο εποχές σποράς (πρώιμη και κανονική) του 2013.

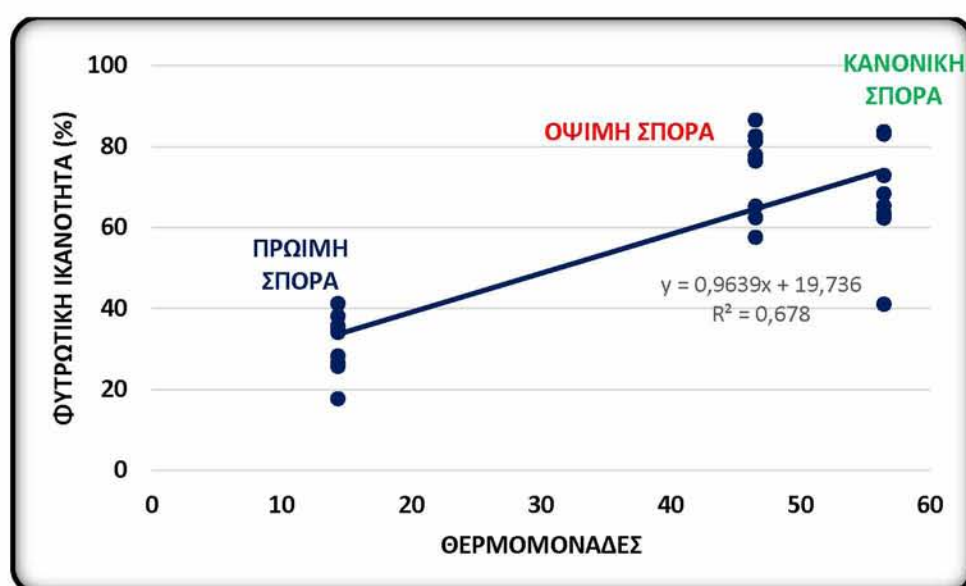
Παράλληλα, υπολογίστηκαν οι θερμομονάδες (heat units) για κάθε περίοδο φυτρώματος και για τις τρεις σπορές κάθε πειραματικού έτους. Ως ελάχιστη θερμοκρασία ορίστηκε η 15 °C, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Danalatos, 1993). Ο υπολογισμός έγινε σύμφωνα με τη σχέση (Danalatos, 1993):

$$\sum \frac{T_{\max} + T_{\min} - 15}{2}$$

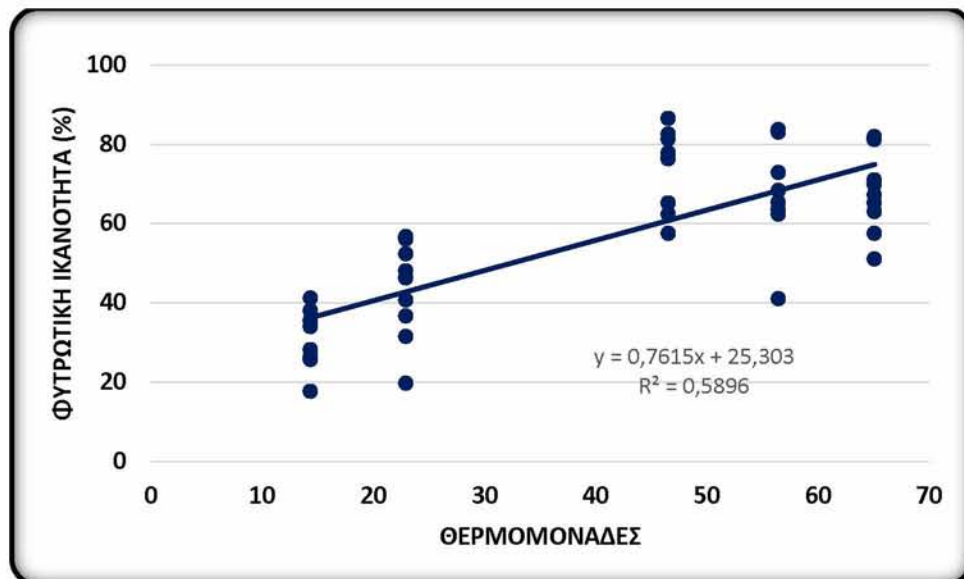
όπου T_{\max} η μέγιστη θερμοκρασία ημέρας και T_{\min} η ελάχιστη θερμοκρασία ημέρας.

Το πειραματικό έτος 2012 οι θερμομονάδες για τις τρεις περιόδους σποράς/φυτρώματος (από τη σπορά μέχρι τη λήξη καταγραφής της φυτρωτικής ικανότητας) ήταν 14,35, 56,45 και 46,55 ΘΜ, αντίστοιχα (πρώιμη, κανονική, όψιμη). Το 2013, οι αντίστοιχες τιμές για την πρώιμη, την κανονική και την όψιμη σπορά ήταν 22,95, 65,10 και 100,2. Εξαιτίας του σχηματισμού κρούστας στο έδαφος κατά την όψιμη σπορά το πειραματικό έτος 2013, τα συγκεκριμένα δεδομένα δεν λήφθηκαν υπόψη για την ανάπτυξη του μοντέλου πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας.

Στη συνέχεια έγινε έλεγχος της συσχέτισης μεταξύ των θερμομονάδων και της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων των τριών ποικιλιών με τρία αρχικά επίπεδα ευρωστίας και για τις τρεις εποχές σποράς του 2012, αλλά και συνολικά για τις 5 σπορές και των δυο πειραματικών ετών, 2012 και 2013, όπου βρέθηκε πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση (Σχήματα 48 και 49).



Σχήμα 48. Συσχέτιση μεταξύ των θερμομονάδων για τις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη), με θερμοκρασία βάσης 15 °C, και της φυτρωτικής ικανότητας των τριών ποικιλιών (Atlanta, Babylon και Lider) με τα τρία αρχικά επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) το πειραματικό έτος 2012.



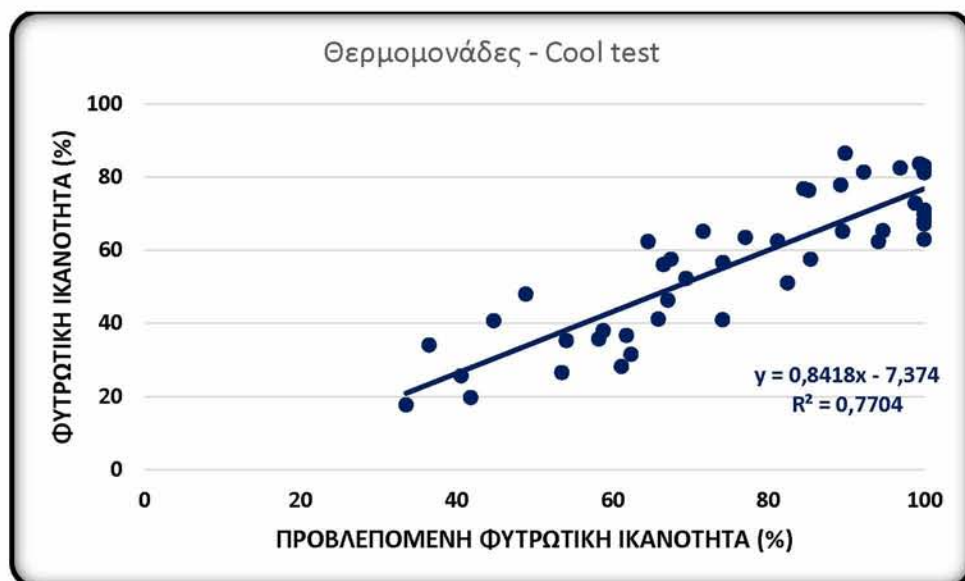
Σχήμα 49. Συσχέτιση μεταξύ των θερμομονάδων, με θερμοκρασία βάσης 15 °C, και της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων των τριών ποικιλιών (Atlanta, Babylon και Lider) με τα τρία αρχικά επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του 2012 και τις δύο εποχές σποράς (πρώιμη και κανονική) του 2013.

Η σχέση για την πρόβλεψη της φυτρωτικής ικανότητας με τη χρήση των θερμομονάδων και της συσχέτιση μεταξύ της φυτρωτικής ικανότητας και της αρχικής βλαστικότητας με την εφαρμογή του Cool test γίνεται:

$$y = 0,963 \cdot HU + 19,736 + 0,588 \cdot (Cool_{\alpha\rho\chi} - Cool_{\min}),$$

όπου HU οι θερμομονάδες της φυτρωτικής περιόδου και $Cool_{\alpha\rho\chi}$ το αρχικό ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων με μήκος ριζιδίου >4, όπως προκύπτει από την εφαρμογή του Cool test, $Cool_{\min}$ είναι ίσο με 27% , που είναι η ελάχιστη τιμή βλαστικότητας των σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 από την εφαρμογή του Cool test των δειγμάτων που είχαμε στη διάθεση μας και 0,588 είναι η κλίση των γραμμών από τη ανάλυση της συσχέτισης των αρχικών βλαστικότητων με βάση το Cool test και της φυτρωτικής ικανότητας για την ποικιλία Atlanta.

Για την επιβεβαίωση του μοντέλου με τη χρήση των θερμομονάδων και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου πραγματοποιήθηκε ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ της πραγματικής και της προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας των τριών ποικιλιών με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου στις τρεις εποχές σποράς του 2012 και στην πρώιμη και την κανονική σπορά του 2013, όπου βρέθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση ($R^2: 0,77$) (Σχήμα 50).



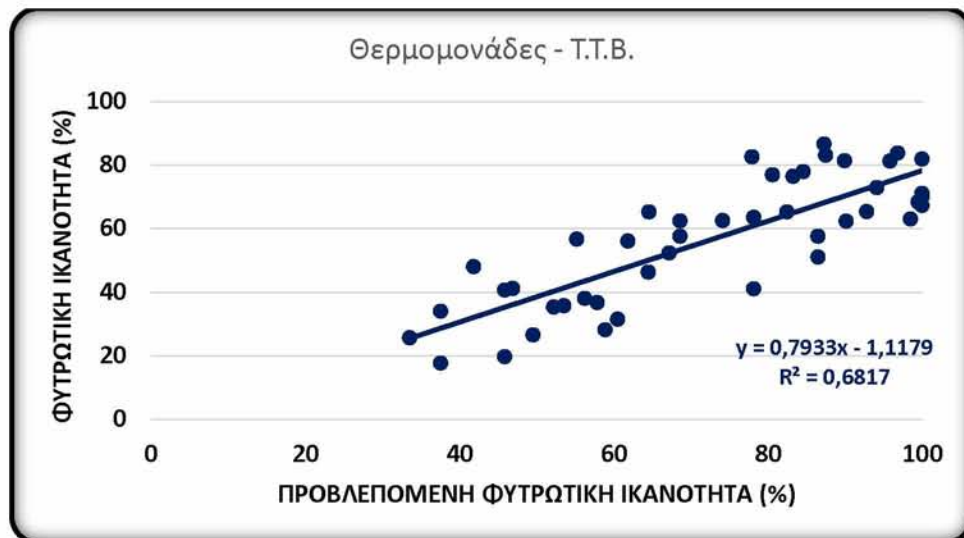
Σχήμα 50. Συσχέτιση πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας, που προέκυψε από το συνδυασμό των θερμομονάδων, με θερμοκρασία βάσης 15 °C, και της αρχικής ευρωστίας των σπόρων των τριών ποικιλιών, (Atlanta, Babylon και Lider) με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του 2012 και τις δύο εποχές σποράς (πρώιμη και κανονική) του 2013.

Επιπλέον, η σχέση για την πρόβλεψη της φυτρωτικής ικανότητας με τη χρήση των θερμομονάδων και της συσχέτιση μεταξύ της φυτρωτικής ικανότητας και της αρχικής βλαστικότητας με την εφαρμογή του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας γίνεται:

$$y = 0,963 \cdot HU + 19,736 + 20/15 \cdot (G_{\text{αρχ}} - G_{\text{min}}),$$

όπου HU οι θερμομονάδες της φυτρωτικής περιόδου, 20/15 είναι η κλίση των γραμμών από τη ανάλυση της συσχέτισης των αρχικών βλαστικотήτων και της φυτρωτικής ικανότητας για την ποικιλία Atlanta, $G_{\text{αρχ}}$ η αρχική βλαστικότητα και G_{min} η ελάχιστη αρχική βλαστικότητα των δειγμάτων που είχαμε στη διάθεση μας, η οποία είναι 73%.

Για την επιβεβαίωση του μοντέλου πραγματοποιήθηκε ξανά ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ της πραγματικής και της προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας, όπου βρέθηκε πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση ($R^2: 0,67$) (Σχήμα 51).



Σχήμα 51. Συσχέτιση πραγματικής και προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας, που προέκυψε από το συνδυασμό των θερμομονάδων, με θερμοκρασία βάσης 15 °C, και της αρχικής βλαστικής ικανότητας των σπόρων, των τριών ποικιλιών, (Atlanta, Babylon και Lider) με τα τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) στις τρεις εποχές σποράς (πρώιμη, κανονική και όψιμη) του 2012 και τις δύο εποχές σποράς (πρώιμη και κανονική) του 2013.

3.4 Χαρακτηριστικά ανάπτυξης

Επίδραση παραγόντων στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης

Εποχή σποράς

Η εποχή σποράς επηρέασε τον αριθμό των κόμβων ανά φυτό, τον κόμβο που εμφανίστηκε το τελευταίο καρποφόρο όργανο, τον αριθμό των χτενιών, των ανθέων και το συνολικό αριθμό καρποφόρων οργάνων ανά φυτό καθώς και τον αριθμό των καρποφόρων σε δεύτερη θέση το πειραματικό έτος 2012. Οι μεγαλύτερες τιμές προέκυψαν από την πρώιμη εποχή σποράς (Πίνακας 24).

Πίνακας 24. Επίδραση της εποχής σποράς στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του βαμβακιού, ύψος (cm), αριθμός κόμβων, ο κόμβος όπου εμφανίστηκε το πρώτο και το τελευταίο καρποφόρο όργανο, πλήθος καρποφόρων οργάνων ανά φυτό και πλήθος καρποφόρων οργάνων σε δεύτερη θέση το πειραματικό έτος 2012.

Έτος	Σπορά	Ύψος (cm)	Κόμβοι (No)	Κόμβος 1 ^ο καρποφόρο	Κόμβος τελευταίο καρποφόρο	Καρποφόρα όργανα			Καρποφόρα όργανα ανά φυτό	Καρποφόρα σε 2 ^η θέση
						Χτένια	Άνθη	Καρύδια		
2012	ΠΡΩΙΜΗ	70,6	16,2	6,3	15,1	3,9	3,3	8,1	15,3	3,8
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	75,2	15,3	6,2	14,3	2,7	2,8	6,7	12,2	2,4
	ΟΨΙΜΗ	72,8	14,4	5,8	13,2	0,9	1,0	6,6	8,4	1,0
F test		1,90	11,73	1,28	13,30	122,81	44,85	4,02	35,48	25,57
Ε.Σ.Δ.		ns	1,019	ns	1,054	0,535	0,707	1,683	2,254	1,102

Το 2013 η εποχή σποράς επηρέασε το ύψος των φυτών, τον αριθμό των χτενιών και των καρυδιών ανά φυτό. Μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά που προέκυψαν από την όψιμη σπορά (75 cm) καθώς και περισσότερα καρύδια ανά φυτό (11,5) (Πίνακας 25).

Πίνακας 25. Επίδραση της εποχής σποράς στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του βαμβακιού, ύψος (cm), αριθμός κόμβων, ο κόμβος όπου εμφανίστηκε το πρώτο και το τελευταίο καρποφόρο όργανο, πλήθος καρποφόρων οργάνων ανά φυτό και πλήθος καρποφόρων οργάνων σε δεύτερη θέση το πειραματικό έτος 2013.

Έτος	Σπορά	Ύψος (cm)	Κόμβοι (No)	Κόμβος 1ο καρποφόρο	Κόμβος τελευταίο καρποφόρο	Καρποφόρα όργανα			Καρποφόρα όργανα ανά φυτό	Καρποφόρα σε 2η θέση
						Χτένια	Άνθη	Καρύδια		
2013	ΠΡΩΙΜΗ	46,0	14,6	6,1	13,5	5,5	3,5	4,8	13,9	3,9
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	57,7	16,0	5,8	15,0	2,5	2,6	10,2	15,3	3,9
	ΟΨΙΜΗ	75,2	15,6	5,6	14,6	3,5	3,8	11,5	18,9	4,8
F test		44,29	5,21	4,36	5,35	12,62	2,92	168,34	6,55	2,33
Ε.Σ.Δ.		8,7	ns	ns	ns	1,707	ns	1,075	4,056	ns

Ποικιλία

Κατά τη σύγκριση των τριών ποικιλιών το 2012, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς όλα τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης εκτός από τον κόμβο όπου εμφανίστηκε το πρώτο καρποφόρο και τον αριθμό των καρυδιών ανά φυτό. Μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά της ποικιλίας Lider (80 cm) ενώ πιο κοντά ήταν τα φυτά της ποικιλίας Atlanta (64,4cm). Σε φυτά της ποικιλίας Atlanta καταγράφηκαν και τα λιγότερα καρποφόρα όργανα ανά φυτό (9) (Πίνακας 26).

Πίνακας 26. Επίδραση της ποικιλίας στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του βαμβακιού, ύψος (cm), αριθμός κόμβων, ο κόμβος όπου εμφανίστηκε το πρώτο και το τελευταίο καρποφόρο όργανο, πλήθος καρποφόρων οργάνων ανά φυτό και πλήθος καρποφόρων οργάνων σε δεύτερη θέση το πειραματικό έτος 2012.

Έτος	Ποικιλία	Ύψος (cm)	Κόμβοι (No)	Κόμβος 1ο καρποφόρο	Κόμβος τελευταίο καρποφόρο	Καρποφόρα όργανα			Καρποφόρα όργανα ανά φυτό	Καρποφόρα σε 2η θέση
						Χτένια	Άνθη	Καρύδια		
2012	Atlanta	64,4	14,7	6,0	13,4	1,5	1,3	6,2	8,9	1,1
	Babylon	74,1	15,5	5,9	14,4	3,0	3,1	8,1	14,2	3,5
	Lider	80,0	15,8	6,3	14,7	2,9	2,7	7,2	12,8	2,7
F test		18,1	4,9	1,2	7,8	41,5	31,1	3,7	41,1	33,7
Ε.Σ.Δ.		5,718	0,814	ns	0,747	0,414	0,536	ns	1,310	0,646

Το 2013 παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών, στον αριθμό των κόμβων ανά φυτό, στον κόμβο όπου εμφανίστηκε το τελευταίο καρποφόρο όργανο, στον αριθμό των καρυδιών ανά φυτό και στο συνολικό

αριθμό καρποφόρων οργάνων ανά φυτό, υπό την επίδραση της ποικιλίας. Ψηλότερα φυτά είχε η ποικιλία Atlanta (68,4 cm) ενώ μικρότερο ύψος είχαν τα φυτά της ποικιλίας Lider (54 cm) (Πίνακας 27).

Πίνακας 27. Επίδραση της ποικιλίας στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του βαμβακιού, ύψος (cm), αριθμός κόμβων, ο κόμβος όπου εμφανίστηκε το πρώτο και το τελευταίο καρποφόρο όργανο, πλήθος καρποφόρων οργάνων ανά φυτό και πλήθος καρποφόρων οργάνων σε δεύτερη θέση το πειραματικό έτος 2013.

Έτος	Ποικιλία	Ύψος (cm)	Κόμβοι (No)	Κόμβος 1ο καρποφόρο	Κόμβος τελευταίο καρποφόρο	Καρποφόρα όργανα			Καρποφόρα όργανα ανά φυτό	Καρποφόρα σε 2η θέση
						Χτένια	Άνθη	Καρύδια		
2013	Atlanta	68,4	16,4	5,9	15,3	3,2	3,1	9,1	15,4	3,9
	Babylon	56,5	15,2	5,8	14,1	4,3	3,6	9,8	17,7	4,9
	Lider	54,0	14,6	5,8	13,6	4,0	3,2	7,7	14,7	3,8
F test		22,21	16,71	0,68	15,78	2,81	1,59	5,92	4,34	3,00
Ε.Σ.Δ.		5,057	0,667	ns	0,682	ns	ns	1,340	2,343	ns

Ευρωστία του σπόρου

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε κανένα από τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης των φυτών βαμβακιού στα δύο έτη πειραματισμού (Πίνακες 28 και 29).

Πίνακας 28. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του βαμβακιού, ύψος (cm), αριθμός κόμβων, ο κόμβος όπου εμφανίστηκε το πρώτο και το τελευταίο καρποφόρο όργανο, αριθμός/πλήθος καρποφόρων οργάνων ανά φυτό και πλήθος καρποφόρων οργάνων σε δεύτερη θέση το πειραματικό έτος 2012.

Έτος	Αρχική Ευρωστία	Ύψος (cm)	Κόμβοι (No)	Κόμβος 1ο καρποφόρο	Κόμβος τελευταίο καρποφόρο	Καρποφόρα όργανα			Καρποφόρα όργανα ανά φυτό	Καρποφόρα σε 2η θέση
						Χτένια	Άνθη	Καρύδια		
2012	H	72,3	15,2	6,1	14,1	2,5	2,3	7,1	11,8	2,4
	M	75,3	15,6	6,2	14,4	2,6	2,4	7,3	12,3	2,5
	L	71,0	15,2	6,0	14,1	2,3	2,5	7,1	11,8	2,3
F test		1,81	1,33	0,82	0,59	0,73	0,22	0,21	0,23	0,11
Ε.Σ.Δ.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Πίνακας 29. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του βαμβακιού, ύψος (cm), αριθμός κόμβων, ο κόμβος όπου εμφανίστηκε το πρώτο και το τελευταίο καρποφόρο όργανο, αριθμός/πλήθος καρποφόρων οργάνων ανά φυτό και πλήθος καρποφόρων οργάνων σε δεύτερη θέση το πειραματικό έτος 2013.

Έτος	Αρχική Ευρωστία	Ύψος (cm)	Κόμβοι (No)	Κόμβος 1ο καρποφόρο	Κόμβος τελευταίο καρποφόρο	Καρποφόρα όργανα			Καρποφόρα όργανα ανά φυτό	Καρποφόρα σε 2η θέση
						Χτένια	Άνθη	Καρύδια		
2013	H	58,8	15,0	5,7	14,0	3,8	3,3	8,9	15,9	4,1
	M	59,9	15,5	5,9	14,5	4,1	3,3	9,0	16,2	4,3
	L	60,2	15,6	5,8	14,6	3,8	3,3	8,7	15,8	4,1
F test		0,48	2,31	0,39	2,21	0,62	0,01	0,01	0,11	0,12
Ε.Σ.Δ.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

3.5 Παραγωγή

Εποχή σποράς

Η εποχή σποράς επηρέασε τα χαρακτηριστικά της παραγωγής (αριθμό καρυδιών στο 1 m, σύσπορο και σπόρο στο στρέμμα) το πειραματικό έτος 2012. Η μεγαλύτερη παραγωγή προέκυψε από την κανονική σπορά με βάρος σύσπορου βαμβακιού 450,4 kg/στρέμμα, οποία δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την πρώιμη σπορά (390,9 kg/στρέμμα). Η μικρότερη παραγωγή προήλθε από την όψιμη σπορά (311,3 kg/στρέμμα) (Πίνακας 30).

Πίνακας 30. Επίδραση της εποχής σποράς στα χαρακτηριστικά παραγωγής, πλήθος καρυδιών, απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (kg /στρέμμα) και απόδοση σε σπόρο (kg /στρέμμα), το πειραματικό έτος 2012.

Έτος	Σπορά	Καρύδια (No)	Σύσπορο (kg/στρέμμα)	Σπόρος (kg/στρέμμα)
2012	ΠΡΩΙΜΗ	98,8	390,9	220,7
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	116,0	450,4	255,8
	ΟΨΙΜΗ	80,9	311,3	174,2
F test		8,22	7,51	8,02
Ε.Σ.Δ.		23,99	100,04	56,78

Το πειραματικό έτος 2013 δεν υπήρξαν διαφορές στην παραγωγή μεταξύ των τριών εποχών σποράς (Πίνακας 31).

Πίνακας 31. Επίδραση της εποχής σποράς στα χαρακτηριστικά παραγωγής, πλήθος καρυδιών, απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (kg /στρέμμα) και απόδοση σε σπόρο (kg /στρέμμα), το πειραματικό έτος 2013.

Έτος	Σπορά	Καρύδια (No)	Σύσπορο (kg/στρέμμα)	Σπόρος (kg/στρέμμα)
2013	ΠΡΩΙΜΗ	89,9	338,4	183,0
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	104,5	388,0	219,5
	ΟΨΙΜΗ	101,3	392,1	216,6
F test		0,91	0,88	1,11
Ε.Σ.Δ.		ns	ns	ns

Ποικιλία

Στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν μεταξύ των τριών ποικιλιών ως προς τα συστατικά της και τα δύο πειραματικά έτη 2012 -2013. Το 2012 η μεγαλύτερη παραγωγή προέκυψε από τις ποικιλίες Babylon και Lider (418,1 και 415,4 kg/στρέμμα

αντίστοιχα), που δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν από την ποικιλία Atlanta, που έδωσε τη μικρότερη παραγωγή (318,9 kg/στρέμμα) (Πίνακας 32).

Πίνακας 32. Επίδραση της ποικιλίας στα χαρακτηριστικά παραγωγής, πλήθος καρυδιών, απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (kg /στρέμμα) και απόδοση σε σπόρο (kg /στρέμμα), το πειραματικό έτος 2012.

Έτος	Ποικιλία	Καρύδια (No)	Σύσπορο (kg/στρέμμα)	Σπόρος (kg/στρέμμα)
2012	Atlanta	75,8	318,9	180,1
	Babylon	115,0	418,1	234,4
	Lider	104,9	415,5	236,2
F test		17,18	9,51	8,89
Ε.Σ.Δ.		15,13	56,48	32,97

Το 2013 μεγαλύτερη παραγωγή σύσπορου βαμβακιού έδωσε η ποικιλία Atlanta (420,4 kg /στρέμμα) και τη μικρότερη η ποικιλία Lider (336,8 kg /στρέμμα), η οποία δε διαφέρει από την ποικιλία Babylon (361,4 kg /στρέμμα) (Πίνακας 33).

Πίνακας 33. Επίδραση της ποικιλίας στα χαρακτηριστικά παραγωγής, πλήθος καρυδιών, απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (kg /στρέμμα) και απόδοση σε σπόρο (kg /στρέμμα), το πειραματικό έτος 2013.

Έτος	Ποικιλία	Καρύδια (No)	Σύσπορο (kg/στρέμμα)	Σπόρος (kg/στρέμμα)
2013	Atlanta	98,8	420,4	231,5
	Babylon	105,2	361,4	195,8
	Lider	91,6	336,8	181,8
F test		7,16	23,15	29,14
Ε.Σ.Δ.		7,83	27,51	14,65

Ευρωστία

Κατά τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ως προς τα χαρακτηριστικά της παραγωγής, προέκυψαν διαφορές μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου το πειραματικό έτος 2012. Η μέση αρχική ευρωστία του σπόρου έδωσε τη μεγαλύτερη παραγωγή βαμβακιού το 2012 (413,8 kg /στρέμμα). Η παραγωγή της υψηλής και της χαμηλής ευρωστίας του σπόρου δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 34).

Πίνακας 34. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στα χαρακτηριστικά παραγωγής, πλήθος καρυδιών, απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (kg/στρέμμα) και απόδοση σε σπόρο (kg/στρέμμα), το πειραματικό έτος 2012.

Έτος	Ευρωστία	Καρύδια (No)	Σύσπορο (kg/στρέμμα)	Σπόρος (kg/στρέμμα)
2012	H	96,5	376,6	212,9
	M	109,0	413,8	233,0
	L	90,3	362,2	204,7
F test		12,03	4,96	4,51
Ε.Σ.Δ.		7,87	34,27	19,64

Το 2013 η μεγαλύτερη παραγωγή προέκυψε από την υψηλή και τη μέση αρχική ευρωστία του σπόρου (388,2 και 377,8 kg /στρέμμα, αντίστοιχα) ενώ η μικρότερη παραγωγή από την χαμηλή ευρωστία, η οποία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την παραγωγή της μέσης αρχικής ευρωστίας του σπόρου (Πίνακας 35).

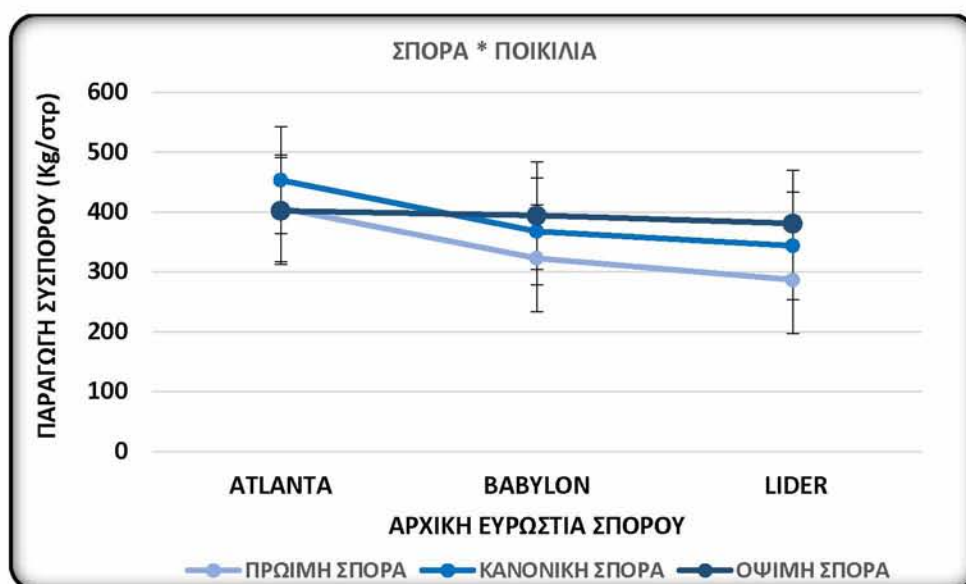
Πίνακας 35. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στα χαρακτηριστικά παραγωγής, πλήθος καρυδιών, απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (kg /στρέμμα) και απόδοση σε σπόρο (kg /στρέμμα), το πειραματικό έτος 2013.

Έτος	Ευρωστία	Καρύδια (No)	Σύσπορο (kg/στρέμμα)	Σπόρος (kg/στρέμμα)
2013	H	101,4	388,2	212,4
	M	102,2	377,8	205,0
	L	92,1	352,6	191,7
F test		5,94	3,37	3,65
Ε.Σ.Δ.		6,60	28,66	15,73

Από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων του 2012 δεν προέκυψαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων. Στα δεδομένα του πειραματικού έτους 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας, όσον αφορά στην παραγωγή σε σύσπορο βαμβάκι, καθώς και μεταξύ της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου προέκυψε επίσης και για την παραγωγή σε σπόρο.

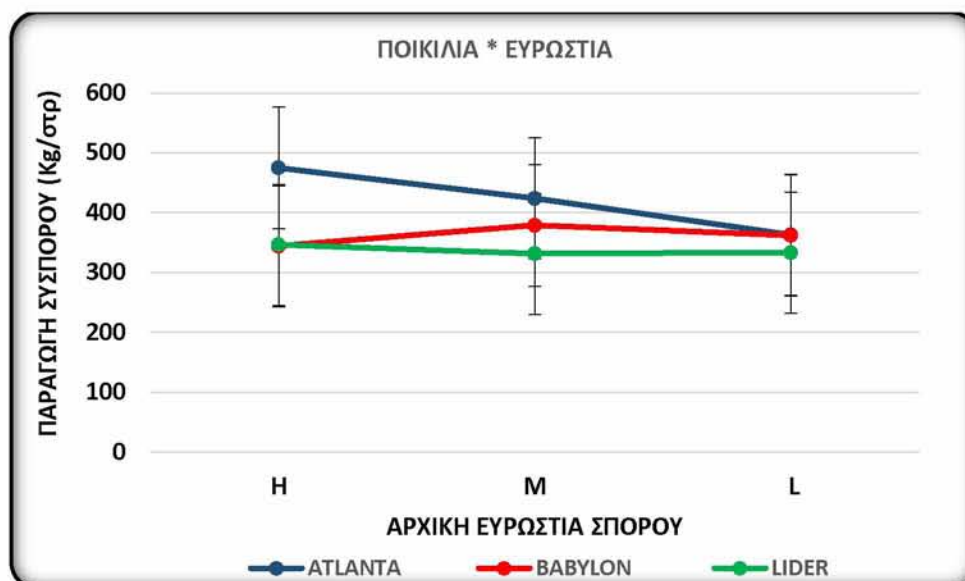
Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας η μεγαλύτερη παραγωγή σε σύσπορο βαμβάκι προέκυψε από την ποικιλία Atlanta την κανονική εποχή σποράς (453,2 kg/στρέμμα). Γενικά η ποικιλία Atlanta είχε την μεγαλύτερη απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι. Η ποικιλία Lider στην όψιμη εποχή σποράς είχε τη

μικρότερη παραγωγή σε σύσπορο βαμβάκι (286,4 kg/στρέμμα), η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από την απόδοση της ποικιλίας Babylon κατά την όψιμη σπορά (394,1 kg/στρέμμα) και της ποικιλίας Atlanta για όλες τις εποχές σποράς (Σχήμα 52).



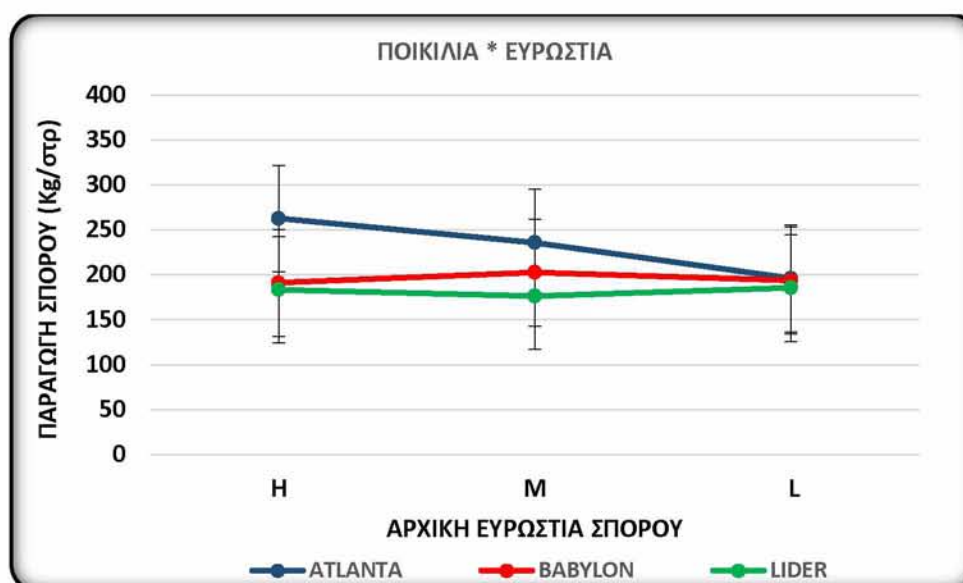
Σχήμα 52. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας ως προς την παραγωγή (kg/ στρέμμα) σε σύσπορο βαμβάκι το πειραματικό έτος 2013.

Επίσης στην αλληλεπίδραση της ποικιλίας με την αρχική ευρωστία του σπόρου ως προς την παραγωγή σε σύσπορο υπερέχει η ποικιλία Atlanta για αρχική ευρωστία του σπόρου Η (475kg/ στρέμμα) και Μ (424kg/στρ). Στη μέση και χαμηλή αρχική ευρωστία του σπόρου δεν υπήρξαν διαφορές στην παραγωγή σε σύσπορο μεταξύ των ποικιλιών (Σχήμα 53).



Σχήμα 53. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς την παραγωγή (kg/στρ) σε σύσπορο βαμβάκι το πειραματικό έτος 2013.

Όσον αφορά στην απόδοση σε σπόρο κατά την αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου προέκυψαν διαφορές στις αρχικές ευρωστίες Η και Μ μεταξύ των ποικιλιών. Συγκεκριμένα, στα φυτά που προήλθαν από σπόρους με αρχική ευρωστία σπόρου Η και Μ μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο είχε η ποικιλία Atlanta (263 kg/στρέμμα και 236 kg/στρέμμα, αντίστοιχα), η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την ποικιλία Lider στα αντίστοιχα επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (183 kg/στρέμμα και 176 kg/στρέμμα) (Σχήμα 54).



Σχήμα 54. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς την παραγωγή (kg/στρέμμα) σε σπόρο βαμβακιού το πειραματικό έτος 2013.

Παραγόμενος σπόρος

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση στα δεδομένα λαμβάνοντας υπόψη αρχικά τους τρεις παράγοντες εποχή σποράς, ποικιλία και αρχική ευρωστία του σπόρου προκειμένου να διερευνηθεί η ύπαρξη διαφορών. Σε δεύτερη φάση έγινε στατιστική ανάλυση συμπεριλαμβανομένων των παραγόντων της συγκομιδής και της θέσης συγκομιδής.

3.6 Βάρος 1000 σπόρων

Εποχή σποράς

Το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων προέκυψε από την πρώιμη σπορά και τα δύο πειραματικά έτη, 2012 και 2013, (74,20 g και 71,46 g, αντίστοιχα) χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις άλλες δύο εποχές σποράς (Πίνακας 36).

Πίνακας 36. Επίδραση της εποχής σποράς στο βάρος 1000 σπόρων (g) τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2012	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2013
ΠΡΩΙΜΗ	74,20	71,46
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	73,77	66,24
ΟΨΙΜΗ	71,98	66,28
F test	0,57	3,46
Ε.Σ.Δ.	ns	ns

Ποικιλία

Στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το βάρος 1000 σπόρων, υπό την επίδραση της ποικιλίας, προέκυψαν μόνο κατά το 2013. Η ποικιλία Atlanta είχε το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων (74,64 g), το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την ποικιλία Babylon (63,47 g), αλλά όχι από την ποικιλία Lider (68,06 g) (Πίνακας 37).

Πίνακας 37. Επίδραση της ποικιλίας στο βάρος 1000 σπόρων (g) κατά τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2012	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2013
ATLANTA	73,02	72,64
BABYLON	71,45	63,47
LIDER	75,48	68,06
F test	2,40	5,83
Ε.Σ.Δ.	ns	4,62

Ευρωστία

Διαφορές στο βάρος 1000σπόρων ως προς την αρχική ευρωστία του σπόρου παρατηρήθηκαν μόνο την πρώτη χρονιά (2012). Το μικρότερο βάρος είχαν οι σπόροι που προέκυψαν από τα φυτά με αρχική ευρωστία σπόρου Μ (71,37 g) και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτούς που προέκυψαν από φυτά με αρχική ευρωστία σπόρου Η και L (74,34 g και 74,24 g, αντίστοιχα) (Πίνακας 38).

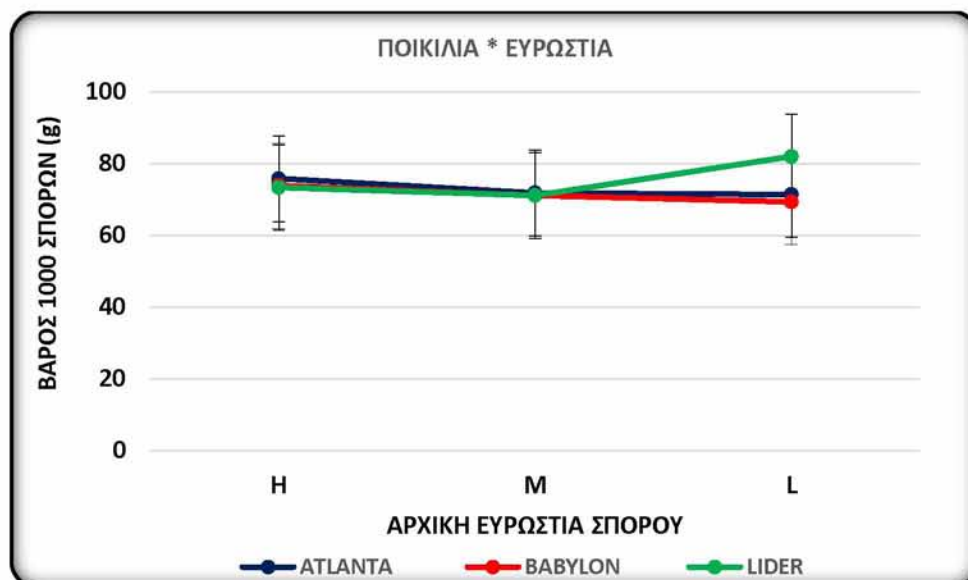
Πίνακας 38. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στο βάρος 1000σπόρων(g) κατά τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΑΡΧΙΚΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑ	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2012	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2013
Η	74,34	67,74
Μ	71,37	66,67
Λ	74,24	69,68
Ftest	8,24	0,249
Ε.Σ.Δ.	1,67	ns

Το έτος 2012 στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση προέκυψε μεταξύ της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου, καθώς και μεταξύ της εποχής σποράς, της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου, η ποικιλία Lider με αρχική ευρωστία σπόρου L είχε το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων

(81,96 g) το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από την ποικιλία Babylon για την ίδια αρχική ευρωστία του σπόρου (69,36 g) (Σχήμα 55).



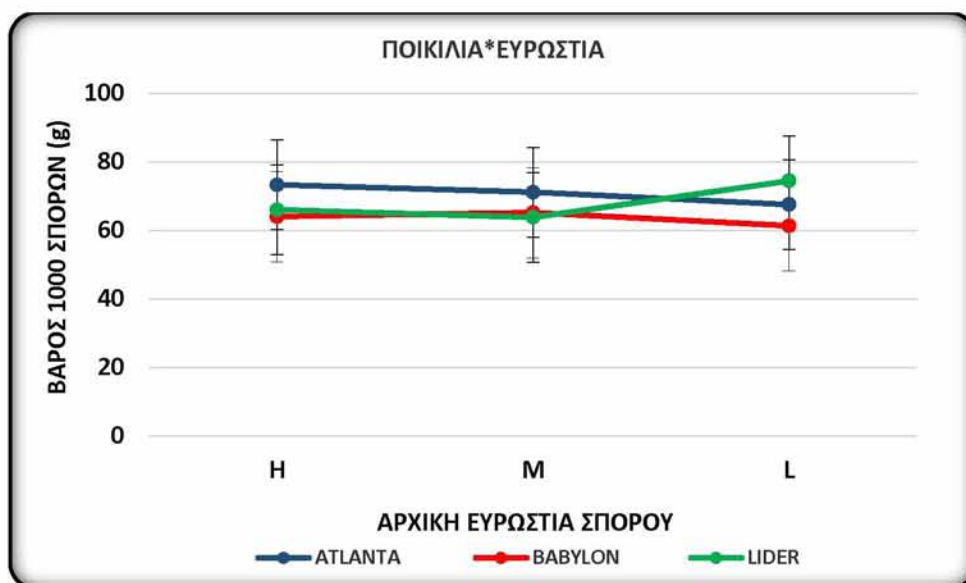
Σχήμα 55. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το βάρος 1000 σπόρων (g) κατά το πειραματικό έτος 2012.

Στην αλληλεπίδραση των τριών παραγόντων, της εποχής σποράς, της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου, το μικρότερο βάρος 1000 σπόρων είχαν οι σπόροι που προέκυψαν από την ποικιλία Atlanta με αρχική ευρωστία σπόρων L κατά την όψιμη σπορά (64,97g). Το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων προέκυψε, επίσης, από φυτά της όψιμης σποράς από την ποικιλία Lider για αρχική ευρωστία του σπόρου L (84,97 g) (Πίνακας 39).

Πίνακας 39. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το βάρος 1000 σπόρων (g) κατά το πειραματικό έτος 2012.

100 σπόρων (g) κατά το πειραματικό έτος 2012.			
ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2012
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	H	83,16
		M	73,25
		L	75,14
	BABYLON	H	75,54
		M	73,93
		L	71,03
	LIDER	H	69,40
		M	67,51
		L	78,88
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	H	78,51
		M	70,05
		L	74,13
	BABYLON	H	73,81
		M	68,81
		L	70,29
	LIDER	H	73,14
		M	73,11
		L	82,04
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	H	65,72
		M	72,27
		L	64,93
	BABYLON	H	72,28
		M	70,62
		L	66,77
	LIDER	H	77,53
		M	72,77
		L	84,97
F test			3,13
Ε.Σ.Δ.			8,86

Το πειραματικό έτος 2013 αλληλεπίδραση εμφανίστηκε μόνο μεταξύ της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου. Ομοίως με τα αποτελέσματα του 2012, η ποικιλία Lider με αρχική ευρωστία σπόρου L είχε το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων (74,42 g) το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από την ποικιλία Babylon για την ίδια αρχική ευρωστία του σπόρου (61,32 g) (Σχήμα 56).



Σχήμα 56. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το βάρος 1000 σπόρων (g) κατά το πειραματικό έτος 2012.

3.7 Βλαστική ικανότητα παραγόμενου σπόρου – Τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας

Εποχή σποράς

Η εποχή σποράς επηρέασε τη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου το 2012. Οι σπόροι που προήλθαν από το συγκομιζόμενο βαμβάκι της κανονικής σποράς είχαν μεγαλύτερη βλαστικότητα (90,1 %), η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από αυτή των σπόρων της πρώιμης και της όψιμης σποράς (87,1 % και 83,0 %, αντίστοιχα). Επίσης, διαφορές προέκυψαν στο μέσο χρόνο βλάστησης και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου. Οι παραγόμενοι σπόροι της πρώιμης σποράς είχαν το μεγαλύτερο μέσο χρόνο βλάστησης (2,84 ημέρες) (Πίνακας 40).

Πίνακας 40. Επίδραση της εποχής σποράς στη βλαστική ικανότητα(%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΠΡΩΙΜΗ	87,1	2,84	0,413
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	90,1	2,51	0,406
ΟΨΙΜΗ	83,0	2,63	0,391
F test	29,59	37,33	70,57
Ε.Σ.Δ.	2,3	0,05	0,005

Το πειραματικό έτος 2013, η μεγαλύτερη βλαστικότητα του παραγόμενου σπόρου προέκυψε επίσης από την κανονική σπορά (82,3 %), η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την όψιμη σπορά (74,7 %), αλλά όχι από την πρώιμη (81,5%). Η πρώιμη σπορά έδωσε σπόρους με το μικρότερο μέσο χρόνο βλάστησης (2,53 ημέρες) και το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης (0,418) (Πίνακας 41).

Πίνακας 41. Επίδραση της εποχής σποράς στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2013.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΠΡΩΙΜΗ	81,5	2,53	0,418
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	82,3	2,61	0,405
ΟΨΙΜΗ	74,7	3,23	0,319
F test	68,71	174,94	188,78
Ε.Σ.Δ.	1,7	0,11	0,014

Ποικιλία

Η βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου μεταξύ των ποικιλιών δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά και τα δύο πειραματικά έτη 2012 και 2013 (Πίνακες 34 και 35). Διαφορές ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης και το ρυθμό βλάστησης παρατηρήθηκαν μόνο το 2012. Η ποικιλία Atlanta είχε το μεγαλύτερο μέσο χρόνο βλάστησης (2,69 ημέρες), ο οποίος διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις ποικιλίες Babylon (2,41 ημέρες) και Lider (2,53 ημέρες). Αντίστοιχα, η ποικιλία Atlanta είχε το μικρότερο ρυθμό βλάστησης (0,339) (Πίνακες 42 και 43).

Πίνακας 42. Επίδραση της ποικιλίας στη βλαστική ικανότητα(%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2012.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ATLANTA	88,6	2,69	0,339
BABYLON	86,0	2,41	0,420
LIDER	85,5	2,53	0,402
F test	3,3	19,90	12,78
Ε.Σ.Δ.	ns	0,10	0,013

Πίνακας 43. Επίδραση της ποικιλίας στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2013.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ATLANTA	79,3	2,88	0,374
BABYLON	80,1	2,77	0,386
LIDER	79,2	2,81	0,382
F test	0,32	1,61	1,72
E.Σ.Δ.	ns	ns	ns

Ευρωστία

Οι σπόροι που προέκυψαν από φυτά υψηλής αρχικής ευρωστίας (H) είχαν μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα (88,0 %) από τους σπόρους που παράχθηκαν από σπόρους φυτών με αρχική ευρωστία L (85,2 %). Ωστόσο, το ποσοστό αυτό ήταν μεγαλύτερο από 80%, που αποτελεί το κατώτερο όριο βλαστικής ικανότητας για αποδεκτές σπορομερίδες ως προς τη βιωσιμότητα με την εφαρμογή του Τυποποιημένου Τεστ Βλαστικότητας. Η βλαστική ικανότητα των σπόρων που προήλθαν από την αρχική ευρωστία του σπόρου M δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτές με αρχική ευρωστία H και L. Διαφορές εμφανίστηκαν στο μέσο χρόνο βλάστησης και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου το 2012. Οι σπόροι που προήλθαν από σπόρους χαμηλής ευρωστίας βλάστησαν γρηγορότερα σε σχέση με τους σπόρους που προήλθαν από την υψηλή και τη μέση αρχική ευρωστία (μέσος χρόνος βλάστησης: 2,47 ημέρες, ρυθμός βλάστησης: 0,412) (Πίνακας 44).

Πίνακας 44. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

ΑΡΧΙΚΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
H	88,0	2,62	0,395
M	86,9	2,54	0,403
L	85,2	2,47	0,412
F test	3,5	15,4	8,91
E.Σ.Δ.	2,1	0,055	0,008

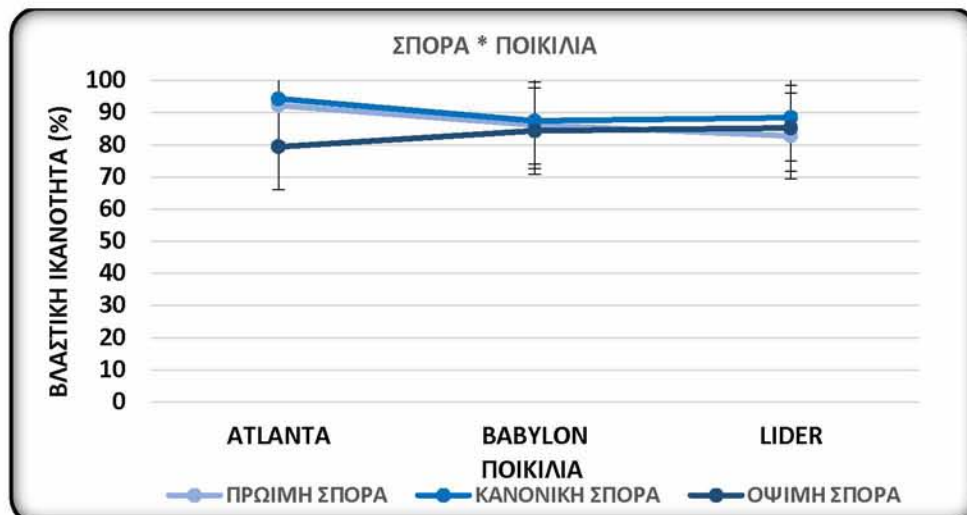
Το 2013, μεγαλύτερη βλαστικότητα είχαν οι σπόροι που προήλθαν από φυτά με χαμηλή αρχική ευρωστία του σπόρου (81,6 %), ενώ οι σπόροι που προήλθαν από φυτά με υψηλή αρχική ευρωστία είχαν τη μικρότερη βλαστική ικανότητα (76,8 %). Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε το μέσο χρόνο βλάστησης και το ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου (Πίνακας 45). Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου.

Πίνακας 45. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2012.

ΑΡΧΙΚΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
H	76,8	2,84	0,381
M	80,1	2,78	0,384
L	81,6	2,84	0,377
F test	9,44	0,64	0,66
Ε.Σ.Δ.	2,3	ns	ns

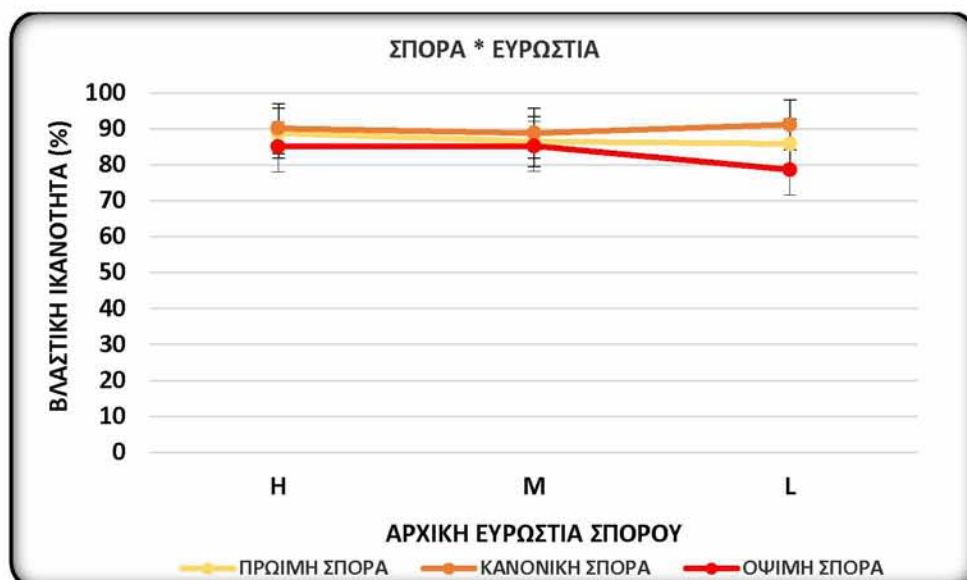
Το πειραματικό έτος 2012 προέκυψαν στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της εποχής σποράς και της ποικιλίας, μεταξύ της εποχής σποράς και της ποικιλίας και μεταξύ της εποχής σποράς, της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη βλαστική ικανότητα.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας, οι σπόροι που προήλθαν από την όψιμη σπορά της ποικιλίας Atlanta είχαν τη μικρότερη βλαστική ικανότητα (79,4 %), η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από τους σπόρους της πρώιμης (94,3 %) και της κανονικής σποράς (92,3 %). Στις ποικιλίες Babylon και Lider δεν υπήρξαν διαφορές τόσο μεταξύ τους όσο και μεταξύ των εποχών σποράς (Σχήμα 57).



Σχήμα 57. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας του σπόρου ως προς βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2012.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου, η βλαστικότητα των παραγόμενων σπόρων της αρχικής ευρωστίας L ήταν μικρότερη στην όψιμη εποχή σποράς (78,7 %) και διέφερε από την πρώιμη και την κανονική σπορά (85,8 % και 91,2 %, αντίστοιχα) για το αντίστοιχο αρχικό επίπεδο ευρωστίας των σπόρων. Ωστόσο, δεν υπάρχουν διαφορές στη βλαστική ικανότητα μεταξύ των εποχών σποράς για τα αρχικά επίπεδα ευρωστίας H και M, αλλά διαφορές δεν υπάρχουν επίσης και μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας H και M για όλες τις σπορές και της αρχικής ευρωστίας L για την πρώιμη και την κανονική σπορά (Σχήμα 58).



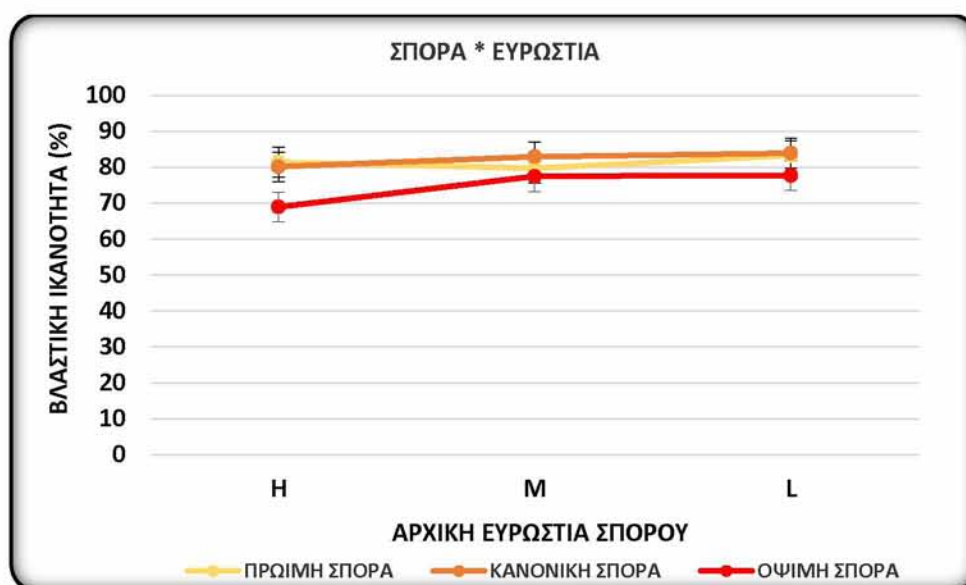
Σχήμα 58. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2012.

Στην αλληλεπίδραση των τριών παραγόντων, την μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα είχαν οι σπόροι που προήλθαν από φυτά της κανονικής σποράς της ποικιλίας Atlanta με αρχική ευρωστία του σπόρου L (96 %) και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή των σπόρων της πρώιμης σποράς της ποικιλίας Lider με αρχική ευρωστία M (81 %) και L (81,5 %), καθώς και από τους σπόρους της όψιμης σποράς της ποικιλίας Atlanta με αρχική ευρωστία H (79,91 %) και L (69,13 %) και της ποικιλίας Lider με αρχική ευρωστία L (82,06 %) (Πίνακας 46).

Πίνακας 46. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	H	92,13
		M	92,25
		L	92,38
	BABYLON	H	88,50
		M	86,25
		L	83,63
	LIDER	H	85,88
		M	81,00
		L	81,50
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	H	95,00
		M	91,88
		L	96,00
	BABYLON	H	91,13
		M	86,00
		L	85,19
	LIDER	H	84,38
		M	88,63
		L	92,38
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	H	79,91
		M	89,13
		L	69,13
	BABYLON	H	85,19
		M	83,06
		L	84,75
	LIDER	H	90,06
		M	83,50
		L	82,06
F test			4,44
Ε.Σ.Δ.			13,46

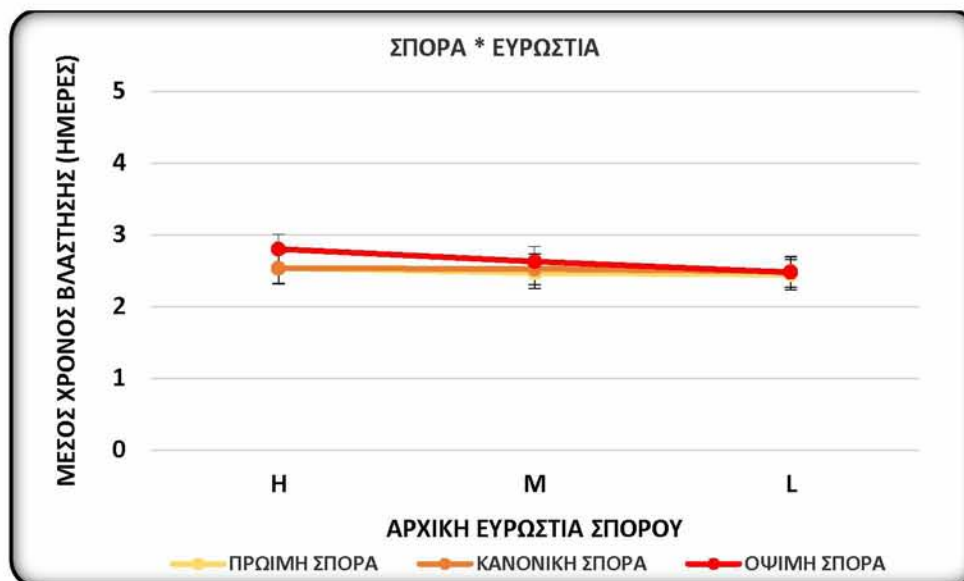
Το πειραματικό έτος 2013, αλληλεπίδραση προέκυψε μόνο μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη βλαστική ικανότητα. Η όψιμη εποχή σποράς έδωσε σπόρους με τη μικρότερη βλαστική ικανότητα και στα τρία αρχικά επίπεδα ευρωστίας του σπόρου. Επιπλέον, οι σπόροι που προήλθαν από την αρχική ευρωστία Η είχαν τη μικρότερη βλαστική ικανότητα (68,9 %) στην όψιμη εποχή σποράς και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα αρχικά επίπεδα ευρωστίας Μ (77,5 %) και Λ (77,3 %) της ίδιας σποράς. Μεταξύ της πρώιμης και της κανονικής σποράς δεν υπάρχουν διαφορές στη βλαστική ικανότητα των παραγόμενων σπόρων ανεξάρτητα από την αρχική ευρωστία του σπόρου (Σχήμα 59).



Σχήμα 59. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2013.

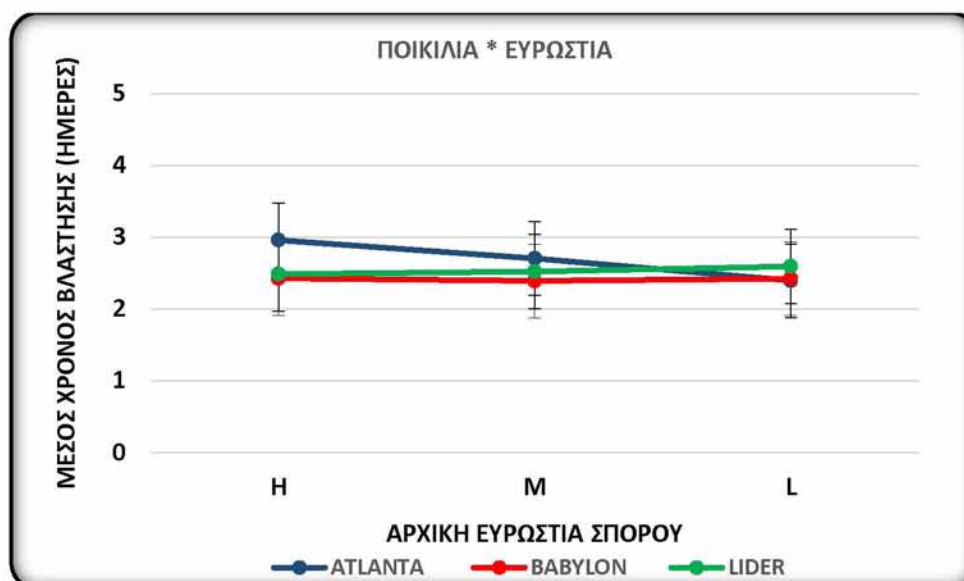
Ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης των σπόρων το 2012, αλληλεπίδραση παρουσιάστηκε μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου και μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου.

Στην όψιμη εποχή σποράς παρατηρήθηκε καθυστέρηση στη βλάστηση των παραγόμενων σπόρων κατά τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης μεταξύ της εποχής σποράς και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου. Ωστόσο, η καθυστέρηση αυτή ήταν στατιστικά σημαντική στους σπόρους που προήλθαν από αρχική ευρωστία Η, οι οποίοι βλάστησαν στις 2,80 ημέρες (Σχήμα 60).



Σχήμα 60. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης (%) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

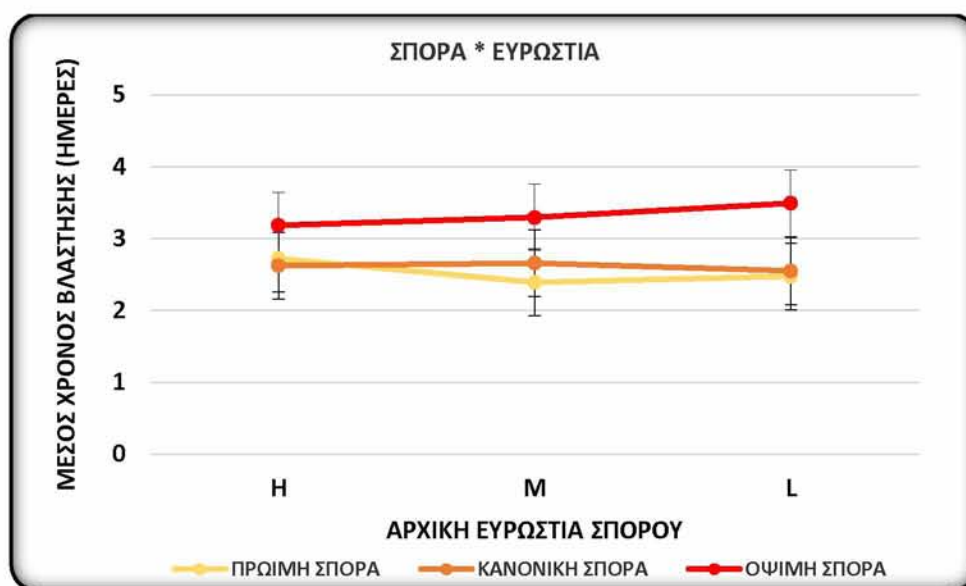
Στην αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου, οι σπόροι της ποικιλίας Atlanta με αρχική ευρωστία H είχαν το μεγαλύτερο μέσο χρόνο βλάστησης (2,95 ημέρες), ο οποίος διέφερε από τους σπόρους της ποικιλίας Babylon για αρχική ευρωστία H (2,42 ημέρες) , M (2,39 ημέρες) και L (2,39 ημέρες), καθώς και από τους παραγόμενους σπόρους της ίδιας ποικιλίας (Atlanta) για αρχική ευρωστία L (2,42 ημέρες) (Σχήμα 61).



Σχήμα 61. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

Το πειραματικό έτος 2013 αλληλεπίδραση παρουσιάστηκε μεταξύ σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου και μεταξύ εποχής σποράς, ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης των σπόρων .

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου, η όψιμη σπορά έδωσε σπόρους με μεγαλύτερο μέσο χρόνο βλάστησης, ο οποίος δε διαφέρει μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας. Επίσης, δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αρχικών ευρωστιών του σπόρου και για κάθε εποχή σποράς ξεχωριστά. Στην αρχική ευρωστία Η (3,184 ημέρες) ο μέσος χρόνος βλάστησης των παραγόμενων σπόρων στην όψιμη σπορά διαφέρει από αυτόν της κανονικής σποράς (2,622 ημέρες), για την αρχική ευρωστία Μ (3,923 ημέρες) διαφέρει από την πρώιμη (2,391 ημέρες) και κανονική σπορά (2,658 ημέρες) και για αρχική ευρωστία Λ (3,492 ημέρες) διαφέρει από την πρώιμη (2,472 ημέρες) και την κανονική σπορά (2,548 ημέρες) (Σχήμα 62).



Σχήμα 62. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2013.

Στην αλληλεπίδραση των τριών παραγόντων, οι σπόροι που προήλθαν από φυτά της όψιμης σποράς της ποικιλίας Atlanta με αρχική ευρωστία σπόρου Μ είχαν το μεγαλύτερο μέσο χρόνο βλάστησης (3,732 ημέρες). Γρηγορότερα βλάστησαν οι σπόροι που παράχθηκαν από φυτά της πρώιμης σποράς της ποικιλίας Babylon για αρχική ευρωστία σπόρου Μ (2,292 ημέρες), ο οποίος διαφέρει στατιστικά σημαντικά

μόνο από τους σπόρους που προήλθαν από την όψιμη σπορά σε όλες τις ποικιλίες και τα αρχικά επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (Πίνακας 47).

Πίνακας 47. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2013.

ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (%)
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	H	2,848
		M	2,457
		L	2,335
	BABYLON	H	2,395
		M	2,292
		L	2,773
	LIDER	H	2,919
		M	2,424
		L	2,309
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	H	2,433
		M	2,793
		L	2,545
	BABYLON	H	2,533
		M	2,700
		L	2,551
	LIDER	H	2,902
		M	2,484
		L	2,548
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	H	3,202
		M	3,732
		L	3,571
	BABYLON	H	3,289
		M	3,115
		L	3,311
	LIDER	H	3,062
		M	3,032
		L	3,596
F test			3,52
Ε.Σ.Δ.			0,679

Ως προς το ρυθμό βλάστησης των σπόρων το 2012, αλληλεπίδραση παρουσιάστηκε μεταξύ της σποράς και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου και μεταξύ της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης ανά σπορά προέκυψε από σπόρους που προήλθαν από την αρχική ευρωστία L (0,417, 0,408, 0,410, αντίστοιχα για τις τρεις σπορές). Το μικρότερο ρυθμό φυτρώματος είχαν οι σπόροι που παράχθηκαν από την όψιμη σπορά και με αρχικό επίπεδο ευρωστίας H (0,373) (Πίνακας 48).

Πίνακας 48. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

ΣΠΟΡΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΠΡΩΙΜΗ	H	0,408
	M	0,414
	L	0,417
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	H	0,405
	M	0,406
	L	0,408
ΟΨΙΜΗ	H	0,373
	M	0,389
	L	0,410
F test		3,77
Ε.Σ.Δ.		0,026

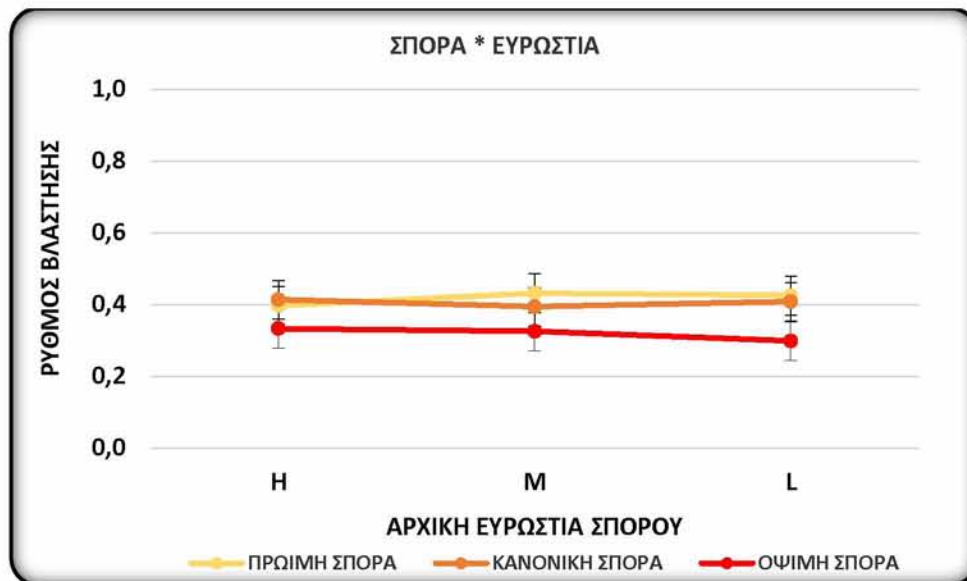
Στην αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης προέκυψε από σπόρους που προήλθαν από την αρχική ευρωστία L της ποικιλίας Atlanta (0,46). Το μικρότερο ρυθμό φυτρώματος είχαν οι σπόροι που παράχθηκαν από την όψιμη σπορά και με αρχικό επίπεδο ευρωστίας H (0,37), ενώ ο μικρότερος από σπόρους φυτών με αρχική ευρωστία σπόρων H (0,359) της ίδιας ποικιλίας (Πίνακας 49).

Πίνακας 49. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ATLANTA	H	0,359
	M	0,382
	L	0,425
BABYLON	H	0,418
	M	0,423
	L	0,418
LIDER	H	0,409
	M	0,404
	L	0,392
F test		22,90
Ε.Σ.Δ.		0,064

Το 2013 αλληλεπίδραση παρουσιάστηκε μεταξύ σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου και μεταξύ εποχής σποράς, ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό βλάστησης των παραγόμενων σπόρων.

Όσον αφορά στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου, οι σπόροι που προέκυψαν από την όψιμη σπορά είχαν μικρότερο ρυθμό βλάστησης και στα τρία αρχικά επίπεδα ευρωστίας (H: 0,332, M: 0,325, L: 0,298) σε σχέση με την πρώιμη και την κανονική σπορά. Οι ρυθμοί βλάστησης στην πρώιμη και στην κανονική σπορά δεν παρουσιάζουν διαφορές τόσο μεταξύ των εποχών σποράς όσο και μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (Σχήμα 63).



Σχήμα 63. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2013.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών παραγόντων, μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης είχαν οι σπόροι των φυτών της πρώιμης σποράς της ποικιλίας Atlanta (0,445), ο οποίος διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τους σπόρους που προήλθαν από την όψιμη σπορά σε όλες τις ποικιλίες και τα αρχικά επίπεδα ευρωστίας του σπόρου. Ωστόσο, και οι σπόροι που προέκυψαν από φυτά με χαμηλή αρχική ευρωστία κατά την όψιμη εποχή σποράς δεν παρουσιάζουν διαφορές σε σχέση με το υψηλό και το μέσο αρχικό επίπεδο ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό βλάστησης (Πίνακας 50).

Πίνακας 50. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς το ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2013.

ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	H	0,382
		M	0,420
		L	0,445
	BABYLON	H	0,431
		M	0,441
		L	0,391
	LIDER	H	0,378
		M	0,434
		L	0,439
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	H	0,430
		M	0,377
		L	0,409
	BABYLON	H	0,421
		M	0,391
		L	0,415
	LIDER	H	0,389
		M	0,413
		L	0,401
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	H	0,332
		M	0,288
		L	0,282
	BABYLON	H	0,321
		M	0,339
		L	0,324
	LIDER	H	0,346
		M	0,350
		L	0,289
F test			4,19
Ε.Σ.Δ.			0,071

3.8 Ευρωστία παραγόμενου σπόρου – Cool test

Εποχή σποράς

Το μεγαλύτερο ποσοστό σπόρων που βλάστησαν με μήκος ριζιδίου μεγαλύτερο από 4 cm κατά την εφαρμογή του Cool test προέκυψε από την κανονική εποχή σποράς και τις δύο χρονιές (70,95 % και 51,12 %, αντίστοιχα) ενώ το μικρότερο ποσοστό από την όψιμη σπορά (63,92 % και 41,85 %, αντίστοιχα) (Πίνακας 51).

Πίνακας 51. Επίδραση της εποχής σποράς στη βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4 cm κατά την εφαρμογή του Cool test τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	Cool>4 2012	Cool>4 2013
ΠΡΩΙΜΗ	66,36	49,75
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	70,95	51,12
ΟΨΙΜΗ	63,92	41,85
F test	11,50	117,41
Ε.Σ.Δ.	4,13	1,81

Ποικιλία

Η ποικιλία επηρέασε το ποσοστό βλάστησης των σπόρων με μήκος ριζιδίου μεγαλύτερο από 4 cm το πειραματικό έτος 2012, αλλά όχι το 2013. Συγκεκριμένα οι σπόροι της ποικιλίας Atlanta είχαν το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (71,6 %), το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτό των ποικιλιών Babylon και Lider (63,2 % και 66,4 %, αντίστοιχα) (Πίνακας 52).

Πίνακας 52. Επίδραση της ποικιλίας στη βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4 cm κατά την εφαρμογή του Cool test τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Cool>4 2012	Cool>4 2013
ATLANTA	71,6	49,0
BABYLON	63,2	45,3
LIDER	66,4	48,5
F test	16,72	2,83
Ε.Σ.Δ.	3,20	ns

Ευρωστία

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε τα αποτελέσματα του Cool test το 2012. Διαφορές παρουσιάστηκαν το 2013, οι σπόροι των φυτών μέσης αρχικής ευρωστίας είχαν την υψηλότερη βλαστικότητα (50,52 %) ενώ αυτή των υψηλής και χαμηλής αρχικής ευρωστίας δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (46,03 % και 46,17 %, αντίστοιχα) (Πίνακας 53).

Πίνακας 53. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στη βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4 cm κατά την εφαρμογή του Cool test τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΕΥΡΩΣΤΙΑ	Cool>4 2012	Cool>4 2013
H	68,4	46,0
M	66,5	50,5
L	66,4	46,2
F test	1,07	6,45
Ε.Σ.Δ.	ns	2,88

3.9 Επίδραση της εποχής σποράς, του χρόνου συγκομιδής και της θέσης συγκομιδής των καρυδιών

3.9.1 Βάρος 1000 σπόρων

Εποχή Σποράς

Η εποχή σποράς δεν επηρέασε το βάρος 1000 σπόρων τα δύο πειραματικά έτη, 2012 και 2013. Οι σπόροι που προέκυψαν από τα φυτά της πρώιμης σποράς είχαν μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων και τις δύο χρονιές, ωστόσο δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το βάρος των σπόρων των άλλων δύο εποχών σποράς (Πίνακας 54).

Πίνακας 54. Επίδραση της εποχής σποράς στο βάρος 1000 σπόρων (g) τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2012	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2013
ΠΡΩΙΜΗ	74,22	70,51
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	73,73	66,24
ΟΨΙΜΗ	71,03	66,13
F test	0,82	3,07
Ε.Σ.Δ.	ns	ns

Συγκομιδή

Το βάρος 1000 σπόρων ήταν μεγαλύτερο κατά την πρώτη συγκομιδή και τις δύο χρονιές. Ωστόσο, οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές μόνο το 2013 (71,91 g και 63,34 g αντίστοιχα για την πρώτη και δεύτερη συγκομιδή) (Πίνακας 55).

Πίνακας 55. Επίδραση του χρόνου συγκομιδής στο βάρος 1000 σπόρων (g) τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2012	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2013
1	76,88	71,91
2	69,09	63,34
F test	3,06	192,8
Ε.Σ.Δ.	ns	1,51

Θέση συγκομιδής

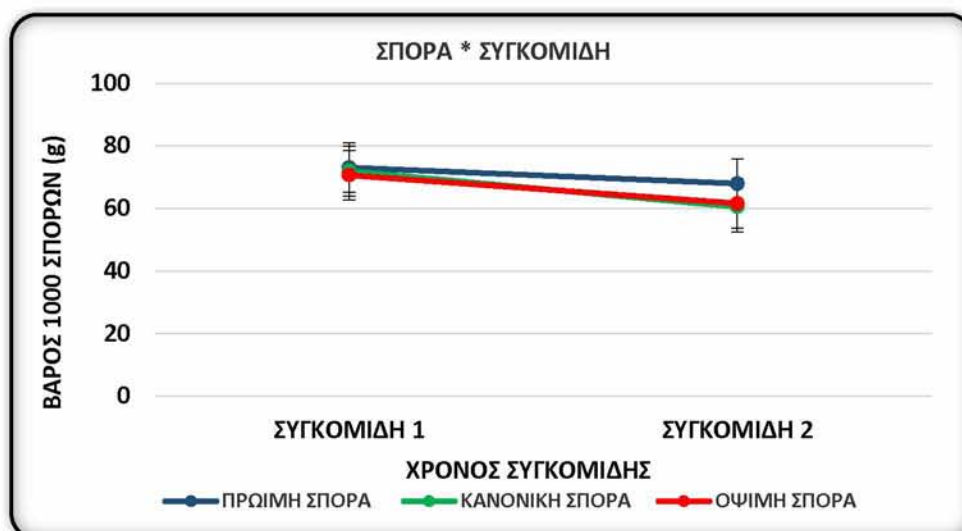
Η θέση σχηματισμού των καρυδιών επηρέασε το βάρος 1000 σπόρων και τα δύο πειραματικά έτη, 2012 και 2013. Το μεγαλύτερο βάρος προέκυψε από την πρώτη θέση συγκομιδής. Συγκεκριμένα, οι 1000 σπόροι της πρώτης θέσης είχαν βάρος 77,83 g και 72,44 g ενώ της δεύτερης θέσης 68,15 g και 62,81 g, αντίστοιχα για τις δύο χρονιές (Πίνακας 56).

Πίνακας 56. Επίδραση της θέσης των καρυδιών στο βάρος 1000 σπόρων (g) τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΘΕΣΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2012	Βάρος 1000 σπόρων (g) 2013
1	77,83	72,44
2	68,15	62,81
F test	39,18	176,56
Ε.Σ.Δ.	3,37	1,58

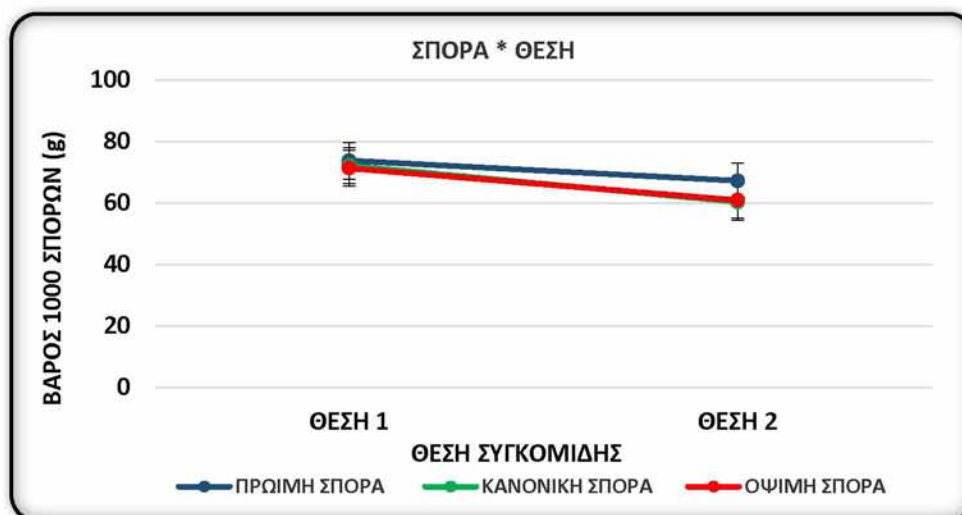
Το 2012 δεν προέκυψαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων. Το 2013 αλληλεπίδραση εμφανίστηκε μεταξύ εποχής σποράς και χρόνου συγκομιδής, εποχής σποράς και θέσης συγκομιδής, καθώς και μεταξύ χρόνου και θέσης συγκομιδής.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και χρόνου συγκομιδής το μικρότερο βάρος 1000 σπόρων προέκυψε από τη δεύτερη συγκομιδή της κανονικής σποράς (60,50 g), το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτό της πρώιμης σποράς για την ίδια συγκομιδή (67,95 g), καθώς και από το βάρος των σπόρων της πρώτης συγκομιδής και των τριών εποχών σποράς (73,07 g, 71,99 g και 70,67 g, αντίστοιχα) (Σχήμα 64).



Σχήμα 64. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και χρόνου συγκομιδής στο βάρος 1000 σπόρων (g) το πειραματικό έτος 2013.

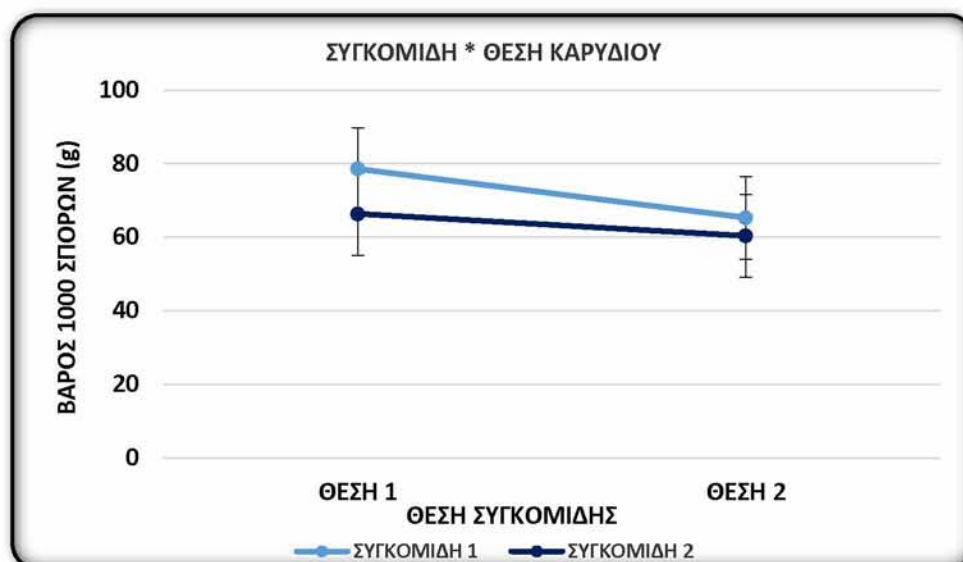
Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα και στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και θέσης συγκομιδής των καρυδιών. Οι σπόροι των καρυδιών της δεύτερης θέσης είχαν το μικρότερο βάρος 1000 σπόρων σε όλες τις εποχές σποράς. Ωστόσο, η κανονική σπορά έδωσε το μικρότερο βάρος (60,32 g), το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την πρώιμη σπορά, αλλά και από το βάρος των σπόρων της πρώτης θέσης όλων των εποχών σποράς (73,80 g, 72,17 g και 71,35 g, αντίστοιχα) (Σχήμα 65).



Σχήμα 65. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και θέσης των καρυδιών στο βάρος 1000 σπόρων (g) το πειραματικό έτος 2013.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου και θέσης συγκομιδής των καρυδιών, οι σπόροι των καρυδιών της πρώτης θέσης κατά την πρώτη συγκομιδή είχαν το μεγαλύτερο βάρος (78,54 g) και διαφέρει στατιστικά σημαντικά τόσο από το βάρος

των σπόρων της δεύτερης θέσης για την ίδια συγκομιδή, όσος και από το βάρος των σπόρων της πρώτης και δεύτερης θέσης κατά τη δεύτερη συγκομιδή (66,34 g και 60,35 g, αντίστοιχα) (Σχήμα 66).



Σχήμα 66. Αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου συγκομιδής και θέσης των καρυδιών στο βάρος 1000 σπόρων (g) το πειραματικό έτος 2013.

3.9.2 Βλαστική ικανότητα παραγόμενου σπόρου – Τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας

Εποχή Σποράς

Η εποχή σποράς δεν επηρέασε τη βλαστική ικανότητα και το μέσο χρόνο βλάστησης του παραγόμενου σπόρου το πειραματικό έτος 2012. Στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν στο ρυθμό βλάστησης των παραγόμενων σπόρων. Συγκεκριμένα, οι σπόροι των φυτών, που προέκυψαν από την όψιμη εποχή σποράς είχαν το μικρότερο ρυθμό βλάστησης (0,388) σε σχέση με την πρώιμη και την κανονική σπορά (0,413 και 0,406, αντίστοιχα) (Πίνακας 57).

Πίνακας 57. Επίδραση της εποχής σποράς στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2012.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΠΡΩΙΜΗ	86,9	2,482	0,413
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	90,1	2,513	0,406
ΟΨΙΜΗ	81,0	2,616	0,388
F test	2,94	3,15	8,39
Ε.Σ.Δ.	ns	ns	0,018

Το 2013 η όψιμη σπορά έδωσε τη μικρότερη βλαστική ικανότητα (75,2 %), η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από την πρώιμη και την κανονική σπορά (81,4 % και 87,7 %, αντίστοιχα). Διαφορές παρουσιάστηκαν επίσης στο μέσο χρόνο βλάστησης και στο ρυθμό βλάστησης των παραγόμενων σπόρων. Οι παραγόμενοι σπόροι των φυτών της όψιμης σποράς είχαν καθυστέρηση στη βλάστηση κατά 0,795 ημέρες και 0,713 ημέρες από την πρώιμη και την κανονική σπορά αντίστοιχα. Ανάλογα, εμφάνισαν μικρότερο ρυθμό βλάστησης (0,319) σε σχέση με την πρώιμη και την κανονική σπορά (0,418 και 0,405, αντίστοιχα) (Πίνακας 58).

Πίνακας 58. Επίδραση της εποχής σποράς στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2013.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΠΡΩΙΜΗ	81,4	2,528	0,418
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	82,7	2,610	0,405
ΟΨΙΜΗ	75,2	3,323	0,319
F test	9,97	66,44	104,80
Ε.Σ.Δ.	4,97	0,211	0,021

Συγκομιδή

Η μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου προέκυψε από την πρώτη συγκομιδή και τα δύο πειραματικά έτη. Ωστόσο, το 2012 οι διαφορές μεταξύ

των δύο χρόνων συγκομιδής δεν ήταν στατιστικά σημαντικές τόσο ως προς τη βλαστική ικανότητα όσο και ως προς το μέσο χρόνο βλάστησης και το ρυθμό βλάστησης του σπόρου (Πίνακας 59).

Πίνακας 59. Επίδραση του χρόνου συγκομιδής στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
1	88,8	2,570	0,397
2	83,2	2,504	0,408
F test	4,92	2,03	1,74
Ε.Σ.Δ.	ns	ns	ns

Το πειραματικό έτος 2013 ο χρόνος συγκομιδής επηρέασε τη βλαστική ικανότητα του σπόρου. Οι σπόροι που συγκομίστηκαν νωρίτερα είχαν μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα σε σχέση με τη δεύτερη συγκομιδή (82,7 % και 76,8 %, αντίστοιχα). Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στο μέσο χρόνο βλάστησης και στο ρυθμό βλάστησης των σπόρων (Πίνακας 60).

Πίνακας 60. Επίδραση του χρόνου συγκομιδής στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2013.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
1	82,7	2,801	0,386
2	76,8	2,839	0,376
F test	6,80	0,30	1,16
Ε.Σ.Δ.	5,52	ns	ns

Θέση συγκομιδής

Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα και για τη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου όπως αυτή προέκυψε από τις δύο θέσεις συγκομιδής. Ενώ τα καρύδια της πρώτης θέσης έδωσαν σπόρους με μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα,

αυτή ήταν στατιστικά σημαντικά μόνο το 2013 (83,7 % και 75,8 %, αντίστοιχα). Η θέση του καρυδιού επηρέασε το μέσο χρόνο βλάστησης και το ρυθμό βλάστησης των σπόρων το πειραματικό έτος 2012, αλλά όχι το 2013. Συγκεκριμένα, οι σπόροι των καρυδιών της δεύτερης θέσης είχαν μεγαλύτερο μέσο χρόνο βλάστησης (2,711 ημέρες) και αντίστοιχα μικρότερο ρυθμό βλάστησης (0,376) σε σχέση με τα καρύδια της πρώτης θέσης (2,363 ημέρες και 0,429, αντίστοιχα) (Πίνακες 61 και 62).

Πίνακας 61. Επίδραση της θέσης συγκομιδής των καρυδιών στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2012.

ΘΕΣΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
1	86,6	2,363	0,429
2	85,4	2,711	0,376
F test	0,41	10,29	10,93
Ε.Σ.Δ.	ns	0,237	0,034

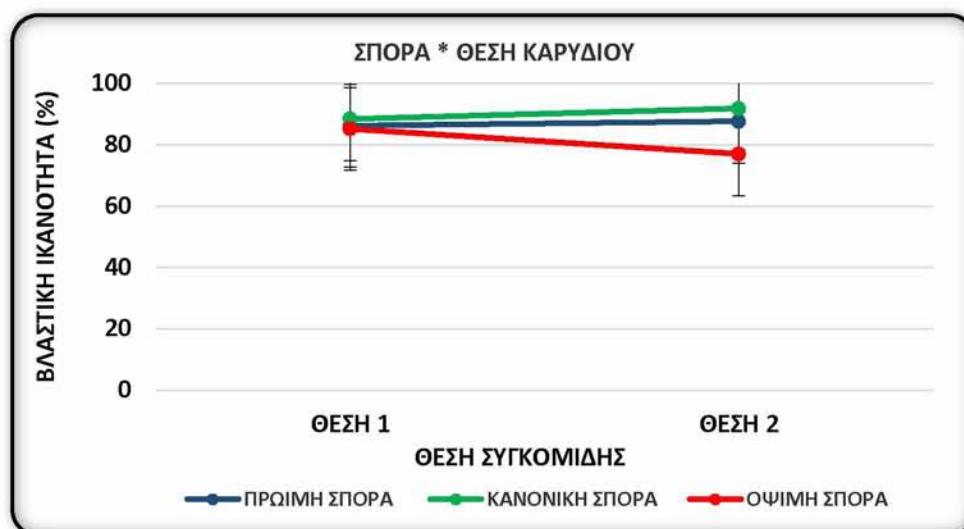
Πίνακας 62. Επίδραση της θέσης των καρυδιών στη βλαστική ικανότητα (%), στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τ.Τ.Β. το πειραματικό έτος 2013.

ΘΕΣΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
1	83,7	2,810	0,385
2	75,8	2,831	0,376
F test	19,12	0,27	3,50
Ε.Σ.Δ.	3,95	ns	ns

Το πειραματικό έτος 2012 υπήρξε αλληλεπίδραση της εποχής σποράς και της θέσης συγκομιδής ως προς τη βλαστική ικανότητα, ενώ το 2013 αλληλεπίδραση εμφανίστηκε μεταξύ της εποχής σποράς και της θέσης συγκομιδής, μεταξύ του χρόνου και της θέσης συγκομιδής και μεταξύ της εποχής σποράς, του χρόνου και της θέσης συγκομιδής στο μέσο χρόνο βλάστησης και στο ρυθμό βλάστησης των σπόρων.

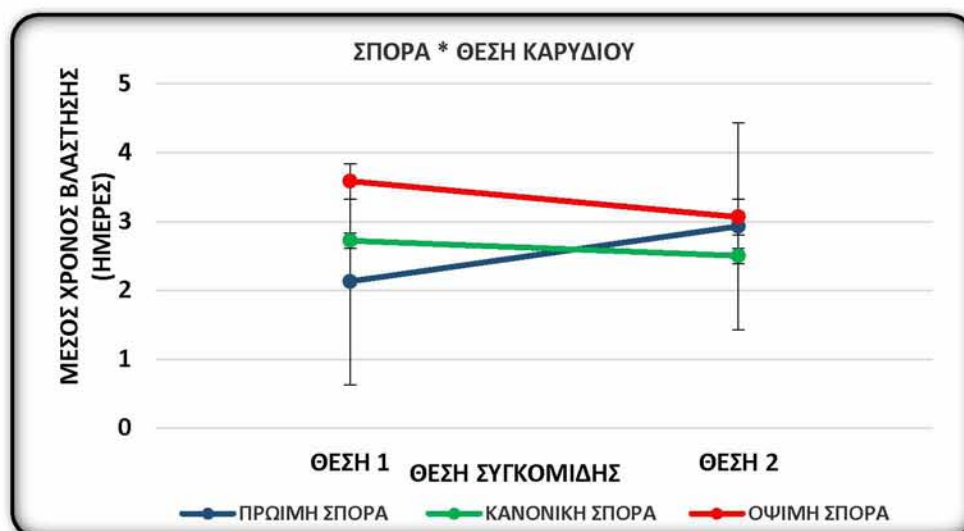
Στην αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και θέσης συγκομιδής, οι σπόροι των καρυδιών στη δεύτερη θέση της όψιμης εποχής σποράς είχαν τη μικρότερη

βλαστική ικανότητα (77 %). Για τους σπόρους της πρώτης θέσης δεν προέκυψαν διαφορές μεταξύ των εποχών σποράς, αλλά ούτε και μεταξύ της πρώιμης και της κανονικής σποράς για τη δεύτερη θέση (Σχήμα 67).



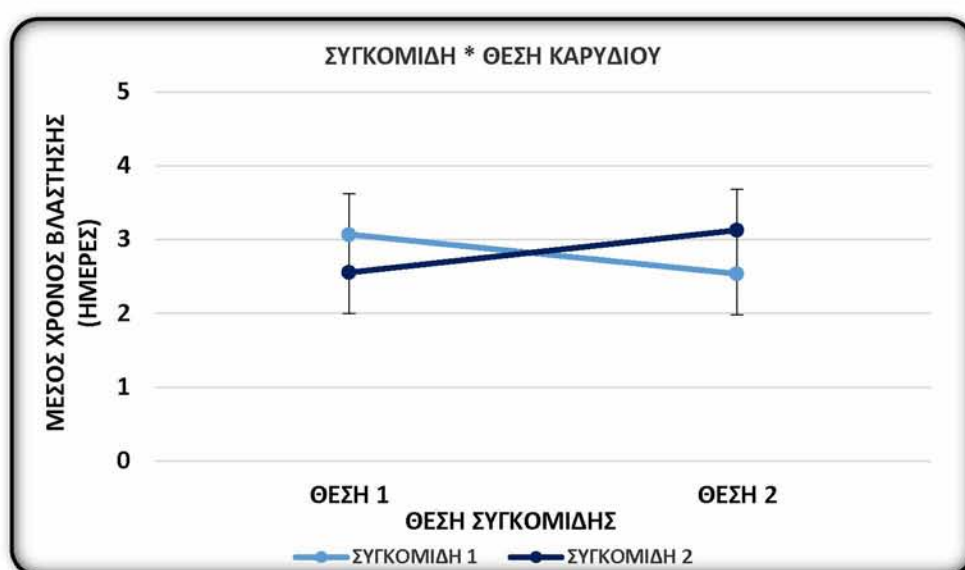
Σχήμα 67. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και θέσης συγκομιδής των καρυδιών στη βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2012.

Οι σπόροι των καρυδιών της πρώτης θέσης κατά την πρώιμη σπορά είχαν το μικρότερο χρόνο βλάστησης (2,128 ημέρες), ενώ οι αντίστοιχοι σπόροι της όψιμης σποράς είχαν το μεγαλύτερο χρόνο βλάστησης (3,582 ημέρες). Κατά την κανονική σπορά δεν προέκυψαν διαφορές μεταξύ των δύο θέσεων συγκομιδής (Σχήμα 68).



Σχήμα 68. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και θέσης συγκομιδής των καρυδιών στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του T.T.B. το πειραματικό έτος 2013.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου συγκομιδής και θέσης των καρυδιών, κατά την πρώτη συγκομιδή οι σπόροι που συγκομίστηκαν από καρύδια της πρώτης θέσης είχαν μεγαλύτερο χρόνο βλάστησης (3,067 ημέρες) σε σχέση με τους σπόρους των καρυδιών της δεύτερης θέσης (2,536 ημέρες) και τους αντίστοιχους της δεύτερης συγκομιδής (2,553 ημέρες). Οι σπόροι της δεύτερης θέσης και των δύο συγκομιδών είχαν μεγαλύτερο χρόνο βλάστησης σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις (Σχήμα 69).



Σχήμα 69. Αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου συγκομιδής και θέσης συγκομιδής των καρυδιών στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) του παραγόμενου σπόρου το πειραματικό έτος 2013.

Κατά τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης των τριών παραγόντων παρατηρήθηκε ότι γρηγορότερα βλάστησαν οι σπόροι που παράχθηκαν από καρύδια της δεύτερης θέσης κατά την πρώτη συγκομιδή της κανονικής σποράς (0,211 ημέρες) και είχαν αντίστοιχα το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης (0,478). Καθυστέρηση στη βλάστηση είχαν οι σπόροι που παράχθηκαν από καρύδια της πρώτης θέσης κατά την πρώτη συγκομιδή της όψιμης σποράς (Πίνακας 63).

Πίνακας 63. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, χρόνου συγκομιδής και θέσης των καρυδιών στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) και στο ρυθμό βλάστησης του παραγόμενου σπόρου το πειραματικό έτος 2013.

ΕΤΟΣ 2019				
ΣΠΟΡΑ	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	ΘΕΣΗ	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΡΥΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΠΡΩΙΜΗ	1	1	2,126	0,477
		2	3,017	0,341
	2	1	2,130	0,471
		2	2,839	0,383
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	1	1	3,176	0,335
		2	2,113	0,478
	2	1	2,264	0,451
		2	2,886	0,358
ΟΨΙΜΗ	1	1	3,899	0,263
		2	2,477	0,420
	2	1	3,265	0,316
		2	3,653	0,277
F test			63,31	78,76
Ε.Σ.Δ.			1,598	0,191

3.9.3 Ευρωστία παραγόμενου σπόρου – Cool Test

Εποχή Σποράς

Το πειραματικό έτος 2012 η εποχή σποράς δεν επηρέασε τα αποτελέσματα της βλαστικότητας του σπόρου κατά την εφαρμογή του Cool test (Πίνακας 64).

Πίνακας 64. Επίδραση της εποχής σποράς στη βλαστική ικανότητα (%) του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4cm, <4cm, στο ποσοστό των σπόρων που δεν βλάστησαν και στο ποσοστό των μη φυσιολογικών σπόρων κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2012.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	Cool>4	Cool<4	Μη βλαστημένοι σπόροι	Μη φυσιολογικοί σπόροι
ΠΡΩΙΜΗ	66,68	15,29	17,59	0,44
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	70,22	14,63	14,36	0,78
ΟΨΙΜΗ	62,51	18,28	18,76	0,45
F test	1,02	0,75	1,48	2,13
Ε.Σ.Δ.	ns	ns	ns	ns

Το 2013 η εποχή σποράς επηρέασε τη βλαστικότητα του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Cool test. Οι σπόροι των φυτών της κανονικής σποράς είχαν μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα (51,12 %), με μήκος ριζιδίου >4 cm, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή των σπόρων της όψιμης σποράς (41,61 %). Οι σπόροι των φυτών της πρώιμης σποράς έδωσαν μεγαλύτερο αριθμό βλαστημένων σπόρων με μήκος ριζιδίου <4 cm (38,626 %). Από την όψιμη σπορά προέκυψε μεγαλύτερο ποσοστό σπόρων που δε βλάστησαν και δεν ήταν φυσιολογικοί (38,626 % και 0,87 %, αντίστοιχα) (Πίνακας 65).

Πίνακας 65. Επίδραση της εποχής σποράς στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4cm, <4cm, στο ποσοστό των σπόρων που δεν βλάστησαν και στο ποσοστό των μη φυσιολογικών σπόρων κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2013.

ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ	Cool>4	Cool<4	Μη βλαστημένοι σπόροι	Μη φυσιολογικοί σπόροι
ΠΡΩΙΜΗ	46,52	25,44	27,411	0,63
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	51,12	20,16	28,420	0,30
ΟΨΙΜΗ	41,61	18,90	38,626	0,87
F test	10,03	6,10	10,03	45,38
Ε.Σ.Δ.	5,90	5,52	7,69	0,17

Χρόνος Συγκομιδής

Ο χρόνος συγκομιδής επηρέασε τον αριθμό των σπόρων που βλάστησαν και είχαν μήκος ριζιδίου >4 cm και τα δύο πειραματικά έτη. Οι σπόροι που συγκομίστηκαν κατά την πρώτη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα και τις δύο χρονιές (72,1 % και 53,7 %, αντίστοιχα). Επίσης, διαφορές εμφανίστηκαν και στο ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων με μήκος ριζιδίου < 4 cm το 2012 και στο ποσοστό των μη βλαστημένων σπόρων και τα δύο έτη πειραματισμού. Συγκεκριμένα, το ποσοστό των σπόρων που βλάστησαν και είχαν μήκος ριζιδίου 4 cm ήταν 14,2 % και 17,9 %, αντίστοιχα για τους δύο χρόνους συγκομιδής το 2012. Η δεύτερη συγκομιδή έδωσε μεγαλύτερο ποσοστό σπόρων που δε βλάστησαν (20,7 % και 37,9 %, αντίστοιχα το 2012 και 2013) (Πίνακες 66 και 67).

Πίνακας 66. Επίδραση του χρόνου συγκομιδής στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4cm, <4cm, στο ποσοστό των σπόρων που δεν βλάστησαν και στο ποσοστό των μη φυσιολογικών σπόρων κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2012.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	Cool>4	Cool<4	Μη βλαστημένοι σπόροι	Μη φυσιολογικοί σπόροι
1	72,1	14,2	13,1	0,55
2	60,8	17,9	20,7	0,57
F test	18,74	22,91	9,66	0,01
Ε.Σ.Δ.	6,41	1,92	5,96	ns

Πίνακας 67. Επίδραση του χρόνου συγκομιδής στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4cm, <4cm, στο ποσοστό των σπόρων που δεν βλάστησαν και στο ποσοστό των μη φυσιολογικών σπόρων κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2013.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	Cool>4	Cool<4	Μη βλαστημένοι σπόροι	Μη φυσιολογικοί σπόροι
1	53,7	20,4	25,1	0,76
2	39,0	23,0	37,9	0,44
F test	34,91	1,39	22,61	0,49
Ε.Σ.Δ.	6,07	ns	6,59	ns

Θέση συγκομιδής

Η θέση του καρυδιού επηρέασε τη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του τεστ. Οι σπόροι που συγκομίστηκαν από καρύδια της πρώτης θέσης έδωσαν βλαστημένους σπόρους με μήκος ριζιδίου >4 cm σε μεγαλύτερο ποσοστό και τις δυο χρονιές (73,8 και 52,6%, αντίστοιχα). Επίσης, διαφορές προέκυψαν και στο ποσοστό των μη βλαστημένων σπόρων τις δύο χρονιές, με μεγαλύτερες τιμές από τα καρύδια της δεύτερης θέσης, καθώς και στον αριθμό των μη φυσιολογικών σπόρων το 2012 (Πίνακες 68 και 69).

Πίνακας 68. Επίδραση της θέσης του καρυδιού στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου > 4cm, <4cm, στο ποσοστό των σπόρων που δεν βλάστησαν και στο ποσοστό των μη φυσιολογικών σπόρων κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2012.

ΘΕΣΗ	Cool>4	Cool<4	Μη βλαστημένοι σπόροι	Μη φυσιολογικοί σπόροι
1	73,8	14,7	11,2	0,32
2	59,2	17,5	22,6	0,80
F test	50,32	2,05	14,24	8,16
Ε.Σ.Δ.	4,49	ns	6,56	0,36

Πίνακας 69. Επίδραση της θέσης του καρυδιού στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου > 4cm, <4cm, στο ποσοστό των σπόρων που δεν βλάστησαν και στο ποσοστό των μη φυσιολογικών σπόρων κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2013.

ΘΕΣΗ	Cool>4	Cool<4	Μη βλαστημένοι σπόροι	Μη φυσιολογικοί σπόροι
1	52,6	20,5	26,23	0,64
2	40,2	22,5	36,74	0,56
F test	21,59	1,34	40,04	0,06
Ε.Σ.Δ.	5,83	ns	3,62	ns

Κατά τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων αλληλεπίδραση εμφανίστηκε το 2012 στη βλαστική ικανότητα των παραγόμενων σπόρων με μήκος ριζιδίου >4 cm μεταξύ της εποχής σποράς, του χρόνου και της θέσης συγκομιδής.

Συγκεκριμένα, οι σπόροι, προερχόμενοι από την πρώτη συγκομιδή και τα καρύδια της πρώτης θέσης της κανονικής σποράς είχαν υψηλότερο ποσοστό βλαστικής ικανότητα (84,03 %), η οποία δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από την βλαστική ικανότητα των σπόρων των καρυδιών της πρώτης θέσης της πρώτης συγκομιδής κατά την πρώιμη σπορά (79,93 %). Τα καρύδια της δεύτερης θέσης της δεύτερης συγκομιδής προερχόμενα από φυτά της πρώιμης σποράς έδωσαν σπόρους με τη μικρότερη βλαστικότητα (44,93 %) (Πίνακας 70).

Πίνακας 70. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, χρόνου συγκομιδής και θέσης συγκομιδής των καρυδιών στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου >4 cm κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2012.

ΣΠΟΡΑ	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	ΘΕΣΗ	COOL>4
ΠΡΩΙΜΗ	1	1	79,93
		2	75,81
	2	1	66,04
		2	44,93
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	1	1	84,03
		2	61,93
	2	1	72,58
		2	62,37
ΟΨΙΜΗ	1	1	72,00
		2	59,16
	2	1	68,11
		2	50,77
F test			4,11
Ε.Σ.Δ.			4,491

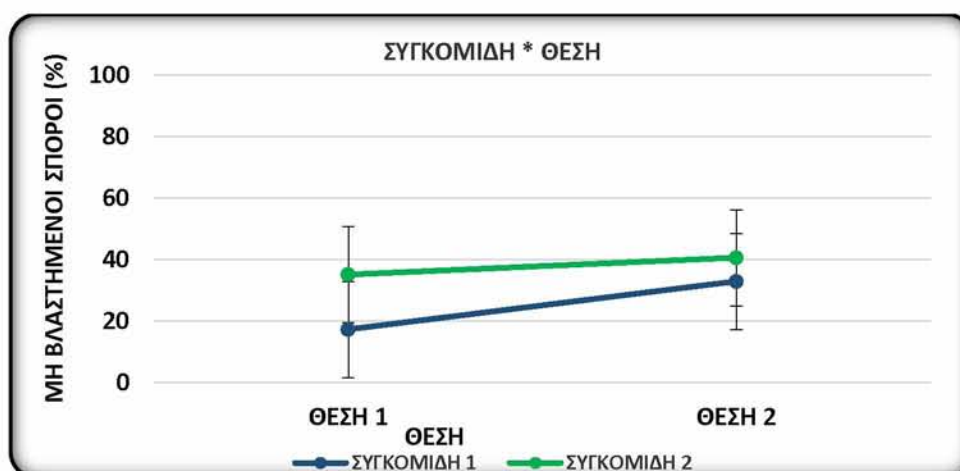
Το 2013 αλληλεπίδραση εμφανίστηκε μεταξύ της εποχής σποράς, του χρόνου και της θέσης συγκομιδής για το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων με μήκος ριζιδίου <4cm καθώς και στο ποσοστό των σπόρων που δε βλάστησαν μεταξύ του χρόνου και της θέσης συγκομιδής.

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών παραγόντων οι σπόροι της κανονικής σποράς, της πρώτης θέσης κατά την πρώτη συγκομιδή είχαν το μικρότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων με μήκος ριζιδίου μικρότερο από 4 cm (16,28 %). Περισσότεροι βλαστημένοι σπόροι με μήκος ριζιδίου μικρότερο από 4 cm προέκυψε από τους παραγόμενους σπόρους της πρώιμης σποράς από τη δεύτερη συγκομιδή και τα καρύδια της δεύτερης θέσης (36,06 %) (Πίνακας 71).

Πίνακας 71. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς, χρόνου συγκομιδής και θέσης συγκομιδής των καρυδιών στη βλαστική ικανότητα του παραγόμενου σπόρου με μήκος ριζιδίου <4 cm κατά την εφαρμογή του Cool test το πειραματικό έτος 2013.

ΣΠΟΡΑ	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	ΘΕΣΗ	COOL<4
ΠΡΩΙΜΗ	1	1	26,66
		2	21,38
	2	1	17,68
		2	36,06
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	1	1	16,28
		2	20,12
	2	1	25,65
		2	18,59
ΟΨΙΜΗ	1	1	19,95
		2	18,11
	2	1	16,79
		2	20,74
F test			8,41
Ε.Σ.Δ.			3,749

Στην αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου συγκομιδής και θέσης των καρυδιών ο μεγαλύτερος αριθμός σπόρων που δε βλάστησαν προέκυψε από τη δεύτερη συγκομιδή και τα καρύδια της δεύτερης θέσης (41 %) και διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τους σπόρους των καρυδιών της πρώτης θέσης και της πρώτης συγκομιδής (Σχήμα 70).



Σχήμα 70. Αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου συγκομιδής και θέσης συγκομιδής των καρυδιών ως προς τον αριθμό των σπόρων που δεν βλάστησαν το πειραματικό έτος 2013.

3.10 Βιομάζα

Χλωρή Βιομάζα

Η εποχή σποράς και η ποικιλία επηρέασαν το βάρος της τελικής χλωρής βιομάζας και τα δύο πειραματικά έτη. Συγκεκριμένα το 2012 στην κανονική εποχή σποράς τα φυτά είχαν μεγαλύτερο βάρος (593,6 g) σε σχέση με την πρώιμη και την όψιμη σπορά (518,3 g και 466,6 g, αντίστοιχα), το οποίο διέφερε στατιστικά σημαντικά μόνο από την όψιμη εποχή σποράς (Πίνακας 72). Η ποικιλία Atlanta είχε τη μεγαλύτερη χλωρή βιομάζα (619,4 g) σε σχέση με αυτή των ποικιλιών Babylon και Lider (469,9 g και 489,2 g, αντίστοιχα) (Πίνακας 73).

Το 2013 η όψιμη εποχή σποράς έδωσε φυτά με μεγαλύτερη τελική χλωρή βιομάζα (538,3 g) σε σχέση με την πρώιμη και την κανονική σπορά (391 g και 388 g, αντίστοιχα) (Πίνακας 72). Η ποικιλία Atlanta είχε τη μεγαλύτερη χλωρή βιομάζα (674 g) σε σχέση με αυτή των ποικιλιών Babylon και Lider (326,7 g και 316,1 g, αντίστοιχα) (Πίνακας 73).

Πίνακας 72. Επίδραση της εποχής σποράς στη χλωρή βιομάζα τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΣΠΟΡΑ	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2013 (g)
ΠΡΩΙΜΗ	518,3	391,2
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	593,6	387,7
ΟΨΙΜΗ	466,6	538,3
F test	8,28	6,06
Ε.Σ.Δ.	87,11	137,12

Πίνακας 73. Επίδραση της ποικιλίας στη χλωρή βιομάζα τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2013 (g)
ATLANTA	619,4	674,5
BABYLON	469,9	326,7
LIDER	489,2	316,1
F test	27,24	35,19
Ε.Σ.Δ.	48,03	105,93

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε την τελική χλωρή βιομάζα των φυτών τα δύο πειραματικά έτη 2012 και 2013 (Πίνακας 74).

Πίνακας 74. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στη χλωρή βιομάζα τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2013 (g)
H	511,6	486,7
M	563,1	423,3
L	503,7	407,2
F test	1,44	1,56
Ε.Σ.Δ.	ns	ns

Κατά τη στατιστική επεξεργασία αλληλεπίδραση παρουσιάστηκε μεταξύ της εποχής σποράς και της ποικιλίας και μεταξύ της εποχής σποράς και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου το 2012 ενώ το 2013 δεν υπήρξαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων .

Για όλες τις σπορές του 2012 η μεγαλύτερη χλωρή βιομάζα προέκυψε από την ποικιλία Atlanta (574,4 g, 763,5 g και 520,4 g, αντίστοιχα). Η ποικιλία Lider στην όψιμη σπορά είχε τη μικρότερη χλωρή βιομάζα (414,2 g), η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από αυτή της ποικιλίας Atlanta κατά την κανονική σπορά (763,5 g) (Πίνακας 75).

Πίνακας 75. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και ποικιλίας ως προς τη χλωρή βιομάζα το πειραματικό έτος 2012.

ΣΠΟΡΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)
ΠΡΩΙΜΗ	ATLANTA	574,4
	BABYLON	420,1
	LIDER	560,6
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ATLANTA	763,5
	BABYLON	524,3
	LIDER	492,8
ΟΨΙΜΗ	ATLANTA	520,4
	BABYLON	465,1
	LIDER	414,2
F test		8,35
Ε.Σ.Δ.		240,4

Στην αλληλεπίδραση της εποχής σποράς και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου η μεγαλύτερη χλωρή βιομάζα το 2012 προέκυψε από την υψηλή αρχική ευρωστία του

σπόρου Η (652,7 g) κατά την κανονική σπορά, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τη χλωρή βιομάζα των φυτών με αρχική ευρωστία του σπόρου L (385,7 g) της όψιμης σποράς (Πίνακας 76).

Πίνακας 76. Αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής σποράς και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς τη χλωρή βιομάζα το πειραματικό έτος 2012.

ΣΠΟΡΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΧΛΩΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)
ΠΡΩΙΜΗ	H	463,7
	M	558,8
	L	532,6
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	H	652,7
	M	535,0
	L	592,9
ΟΨΙΜΗ	H	418,3
	M	595,6
	L	385,7
F test		3,58
Ε.Σ.Δ.		252,6

Ξηρή βιομάζα

Όσον αφορά την τελική ξηρή βιομάζα το 2012 μόνο η εποχή σποράς επηρέασε τα αποτελέσματα ενώ το 2013 η εποχή σποράς και η ποικιλία. Συγκεκριμένα, το 2012 η κανονική εποχή σποράς είχε τη μεγαλύτερη ξηρή βιομάζα (234,1 g), η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά μόνο από τα φυτά της όψιμης σποράς (187,3 g). Η ποικιλία και η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασαν την τελική ξηρή βιομάζα (Πίνακες 77, 78 και 79).

Το 2013 η μεγαλύτερη ξηρή βιομάζα προέκυψε από την όψιμη εποχή σποράς (256 g) σε σχέση με αυτή των φυτών της πρώιμης και της κανονικής σποράς (156,2 g και 164,2 g, αντίστοιχα). Επίσης, η ποικιλία Atlanta είχε τη μεγαλύτερη ξηρή βιομάζα (265,7 g) σε σχέση με τα φυτά των ποικιλιών Babylon και Lider (155 g). Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε την τελική ξηρή βιομάζα (Πίνακες 77, 78 και 79).

Πίνακας 77. Επίδραση της εποχής σποράς στην ξηρή βιομάζα τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΣΠΟΡΑ	ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)	ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2013 (g)
ΠΡΩΙΜΗ	227,0	156,2
ΚΑΝΟΝΙΚΗ	234,1	164,2
ΟΨΙΜΗ	187,3	256,0
F test	13,43	11,42
Ε.Σ.Δ.	27,00	64,41

Πίνακας 78. Επίδραση της ποικιλίας στην ξηρή βιομάζα τα πειραματικά έτη 2012 και 2013.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)	ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2013(g)
ATLANTA	221,2	265,7
BABYLON	212,7	155,3
LIDER	214,5	155,4
F test	0,30	22,60
Ε.Σ.Δ.	ns	41,28

Πίνακας 79. Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στην ξηρή βιομάζα τα πειραματικά έτη 2012. και 2013

ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2012 (g)	ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2013 (g)
H	210,7	208,5
M	231,9	191,5
L	205,7	176,4
F test	2,51	1,45
Ε.Σ.Δ.	ns	ns

Το 2012 δεν προέκυψαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, ενώ το 2013 αλληλεπίδραση εμφανίστηκε μεταξύ της ποικιλίας και της αρχικής ευρωστίας του σπόρου.

Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη ξηρή βιομάζα προέκυψε από την ποικιλία Atlanta για αρχικό επίπεδο ευρωστίας του σπόρου M (275,2 g), η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από την ξηρή βιομάζα της ποικιλίας Lider με αρχική ευρωστία του σπόρου H (136,9 g) (Πίνακας 80).

Πίνακας 80. Αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας και αρχικής ευρωστίας του σπόρου ως προς την ξηρή βιομάζα το πειραματικό έτος 2013.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΥΡΩΣΤΙΑ	ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ 2013 (g)
ATLANTA	H	314,3
	M	275,2
	L	207,5
BABYLON	H	174,2
	M	152,6
	L	139,0
LIDER	H	136,9
	M	146,8
	L	182,5
F test		2,85
Ε.Σ.Δ.		111,71

Συζήτηση

4. Συζήτηση

4.1 Επίδραση του χρόνου σποράς

Τα χαμηλά ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας κατά την πρώιμη σπορά το πειραματικό έτος 2012 για όλα τα αρχικά επίπεδα ευρωστίας του σπόρου και κυρίως της χαμηλής αρχικής ευρωστίας L, μπορούν να αποδοθούν στην επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών. Η μέση θερμοκρασία αέρα κατά την περίοδο του φυτρώματος στην πρώιμη σπορά ήταν 14,6 °C. Σε προηγούμενες έρευνες, επίσης, αναφέρεται ότι το ποσοστό και ο χρόνος φυτρώματος μειώθηκε σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών (<15°C) κατά την περίοδο της σποράς και του φυτρώματος (Christiansen and Tomas 1969; Pettigrew 2002; Ritcie *et al.* 2007; Tuck *et al.*, 2010; Pereira *et al.*, 2005; Gipson *et al.*, 2006), ενώ ο Oosterhuis (2001) προτείνει ότι η θερμοκρασία του εδάφους στο βάθος της σποράς θα πρέπει να είναι υψηλότερη από 18 °C για να εξασφαλιστεί υγιής και ομοιόμορφη φυτεία. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Pettigrew and Meredith (2009), οι οποίοι αναφέρουν ότι η πρώιμη σπορά οδήγησε σε μικρότερο τελικό ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας κατά 16 % σε σχέση με την κανονική σπορά, εξαιτίας χαμηλών θερμοκρασιών εδάφους και αυξημένης εδαφικής υγρασίας. Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα και των Boquet and Clawson (2009), οι οποίοι αναφέρουν ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους, οι λιγότερες θερμομονάδες και οι βροχοπτώσεις συνδυαστικά οδήγησαν σε μείωση του τελικού ποσοστού φυτρώματος κατά 15% στις πρώιμες σπορές. Οι σπόροι χαμηλής ευρωστίας είναι περισσότερο ευαίσθητοι σε κρύα και υγρά περιβάλλοντα κατά την περίοδο της σποράς και του φυτρώματος (Hake *et al.*, 1990). Θα πρέπει, συνεπώς, να χρησιμοποιείται σπόρος καλής ποιότητας όταν πρόκειται να εφαρμοστεί πρώιμη σπορά.

Το βάρος 1000 σπόρων ήταν μεγαλύτερο στην πρώιμη σπορά και αυτό συμφωνεί με τους Hueta*l.* (2017), οι οποίοι παρατήρησαν ότι η όψιμη σπορά οδήγησε σε μείωση του βάρους των σπόρων βαμβακιού σε πειράματα δύο ετών, εξαιτίας της αδυναμίας των σπόρων να φτάσουν στη φυσιολογική ωρίμανση και να έχουν επομένως μέγιστο ξηρό βάρος (Delouche, 1980).

Η μεγαλύτερη παραγωγή προέκυψε από την κανονική σπορά το πειραματικό έτος 2012, η οποία δε διέφερε στατιστικά σημαντικά από την πρώιμη εποχή σποράς, ενώ το πειραματικό έτος 2013 δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των εποχών

σποράς. Από άλλες έρευνες προκύπτει ότι η πρώιμη σπορά οδηγεί σε μεγαλύτερες αποδόσεις (Pettigrew, 2002; Ali *et al.*, 2005; Gormus and Yucel, 2002). Επίσης, ο Huang (2016) αναφέρει ότι η κατά την πρώιμη σπορά η παραγωγή ήταν μεγαλύτερη, ωστόσο οι διαφορές με την κανονική και την όψιμη σπορά δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ως προς την παραγωγή είναι και αυτά των Braunack *et al.* (2012), οι οποίοι αναφέρουν ότι δεν προέκυψαν διαφορές στην παραγωγή μεταξύ των διαφόρων εποχών σποράς, που οδήγησαν σε συγκομιδή την περίοδο του Οκτωβρίου. Ομοίως και οι O' Berry *et al.* (2008) και Davidonis *et al.* (2004) αναφέρουν ότι η εποχή σποράς δεν επηρέασε την απόδοση της καλλιέργειας βαμβακιού. Οι Ullah *et al.* (2016) και οι Boquet and Clawson (2009) παρατήρησαν ότι η πρώιμη και η όψιμη σπορά οδήγησε σε μείωση της απόδοσης του σύσπορου βαμβακιού, λόγω της ανεπιτυχούς εγκατάστασης της καλλιέργειας και της αδυναμίας ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας, αντίστοιχα.

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ανάπτυξης και παραγωγής στο βαμβάκι και συγκεκριμένα μεγαλύτερο ύψος φυτών, περισσότερα καρύδια, περισσότεροι συμποδιακοί και μονοποδιακοί κλάδοι, πρώιμη άνθιση, μεγαλύτερη απόδοση σύσπορου βαμβακιού και μεγαλύτερος δείκτης σπόρου συνδέονται με την επιλογή του γενότυπου και την πρώιμη σπορά (Farzana *et al.*, 2005; Norfleet *et al.*, 1997; Wrather *et al.*, 2008). Ωστόσο, η επίδραση των διαφορετικών εποχών σποράς στις ιδιότητες του βαμβακόσπορου δεν έχει κατανοηθεί πλήρως.

4.2 Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου

Οι σπόροι χαμηλής αρχικής ευρωστίας είχαν και μικρότερα ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας καθώς και μικρότερο ρυθμό φυτρώματος. Οι σπόροι χαμηλής ευρωστίας χρειάζονται περισσότερο χρόνο να φυτρώσουν σε σχέση με τις σπορομερίδες υψηλής ευρωστίας (Ellis and Roberts, 1980). Ο Coolbear (1995) αναφέρει ότι ο αργός ρυθμός βλάστησης από σπόρους χαμηλής ευρωστίας μπορεί να οφείλεται στον επιπλέον χρόνο που χρειάζονται οι σπόροι για να διορθώσουν από μόνοι τους αυτή την κατάσταση. Οι Bishnoi και Delouche (1980) αναφέρουν ότι οι σπόροι βαμβακιού υψηλής ποιότητας φύτευαν ταχύτερα και είχαν υψηλότερο ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας σε σχέση με σπόρους χαμηλής ποιότητας. Παρόμοια μείωση στην τελική φυτρωτική ικανότητα εξαιτίας της υποβάθμισης του σπόρου βαμβακιού έχει

αναφερθεί από τους Iqbal *et al.* (2002). Επίσης, η καθυστέρηση του φυτρώματος, η αύξηση προσβολών από ασθένειες του σπόρου την περίοδο του φυτρώματος και η μείωση της τελικής φυτρωτικής ικανότητας αποτελούν επιδράσεις της χαμηλής ποιότητας βαμβακόσπορου (Bourland *et al.*, 1988). Ανάλογη επίδραση της ευρωστίας του σπόρου στο τελικό ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας έχει παρατηρηθεί και σε άλλα καλλιεργούμενα είδη, συμπεριλαμβανομένης της σόγιας (Khaliliaqdam *et al.*, 2012) του σόργου (Damavandi *et al.*, 2007) και του καλαμποκιού (Mondo *et al.*, 2012).

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε την αύξηση και την απόδοση των φυτών βαμβακιού στην παρούσα έρευνα. Η απώλεια της βιωσιμότητας επηρεάζει την παραγωγή μέσω της μείωσης του πληθυσμού των φυτών ανά μονάδα επιφάνειας εξαιτίας της μικρής φυτρωτικής ικανότητας και επηρεάζοντας αρνητικά την ευρωστία των σπορόφυτων, που κατάφεραν να φυτρώσουν (Basra, 1984). Ο Edmisten (2015) αναφέρει ότι η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε την παραγωγή βαμβακιού. Στις καλλιέργειες που συγκομίζονται στην πλήρη αναπαραγωγική ωριμότητα του προϊόντος, δεν φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας του σπόρου και της απόδοσης στις περισσότερες περιπτώσεις, ενώ οι καλλιέργειες που συγκομίζονται κατά τη διάρκεια της βλαστικής ή αναπαραγωγικής περιόδου, τότε υπάρχει θετική συσχέτιση της απόδοσης με την ευρωστία του σπόρου (TekronyandEgli, 1991). Η απόδοση σχετίζεται με την ευρωστία του σπόρου, εφόσον ο σπόρος αποτύχει να φυτρώσει, τα νεαρά φυτά δεν αναπτυχθούν γρήγορα και ομοιόμορφα ώστε να δημιουργήσουν πληθυσμό φυτών πάνω από το κρίσιμο όριο (Χα, 2008). Δεδομένου ότι μετά τον έλεγχο της φυτρωτικής ικανότητας πραγματοποιήθηκε αραίωση των φυτών, με τελικό αριθμό τα 20 φυτά στο τρέχον μέτρο και ως εκ τούτου ο τελικός πληθυσμός των φυτών ήταν ο ίδιος για όλες τις μεταχειρίσεις, η επίδραση της πυκνότητας της φυτείας, που επηρεάζεται από την αρχική ευρωστία του σπόρου, έπαψε να υφίσταται.

4.3 Επίδραση της ποικιλίας

Οι όποιες διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ των ποικιλιών ως προς τη φυτρωτική ικανότητα, τα συστατικά ανάπτυξης και απόδοσης και τη βιωσιμότητα και την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου δεν οδηγούν σε σαφή συμπεράσματα για την υπεροχή κάποιας ποικιλίας. Οι Barradas and Lopez – Bellido (2007) αναγνώρισαν

γενοτυπικές διαφορές ως προς τη φυτρωτική ικανότητα και το δείκτη ευρωστίας του σπόρου, αλλά χρησιμοποίησαν μόνο μια σπορομερίδα για κάθε ξεχωριστό γενότυπο. Επίσης, σε αρκετές έρευνες δεν έχουν διερευνηθεί διαφορετικές σπορομερίδες από διαφορετικά γενετικά υπόβαθρα και γι' αυτό το λόγο δεν είναι ξεκάθαρο αν μπορεί να υπάρξει αλληλεπίδραση μεταξύ γενότυπου και ποιότητας του σπόρου ως προς τη φυτρωτική ικανότητα, την απόδοση και άλλων χαρακτηριστικών της ανάπτυξης του βαμβακιού (Pettigrew and Meredith, 2009). Οι διαφορές στη φυτρωτική ικανότητα μεταξύ των ποικιλιών μπορεί να υποδηλώνει γενετική παραλλακτικότητα, αλλά δεν μπορούν να αποδοθούν μόνο σ' αυτό (στον γενότυπο), δεδομένου ότι οι σπορομερίδες έχουν παραχθεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα.

4.4 Επίδραση του χρόνου συγκομιδής και της θέσης των καρυδιών στη βιωσιμότητα και την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου

Αν και η φυσιολογική ωρίμανση του βαμβακόσπορου είναι στο μέγιστο αμέσως μετά το άνοιγμα της κάψας, δεν έχουν όλοι οι σπόροι της καλλιέργειας ισοδύναμη φυτρωτική ποιότητα στην ωρίμανση (Leffler, 1986). Οι σπόροι που σχηματίζονται σχετικά αργά στην καλλιεργητική περίοδο, είναι συνήθως μικροί σε μέγεθος και έχουν μικρά αποθεματικά σε θρεπτικά συστατικά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν κατά τη βλάστηση και την ανάπτυξη των νεαρών φυταρίων και επομένως, οι σπόροι αυτοί χαρακτηρίζονται από μικρή φυτρωτική ποιότητα. (Leffler, 1976). Αβιοτικοί παράγοντες, όπως η βροχόπτωση, η θερμοκρασία και η ακτινοβολία μπορούν να μεταβάλλουν την ανάπτυξη του σπόρου και της ίνας (Bradow and Davidonis, 2000).

Ο χρόνος συγκομιδής επηρέασε το ποσοστό βλαστικότητας του παραγόμενου σπόρου τόσο σε θερμοκρασία 25°C για 10 ημέρες (Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας) όσο και στους 18 °C για 7 ημέρες (Cool test), καθώς και το βάρος των σπόρων, με τις μεγαλύτερες τιμές να έχουν προκύψει από την πρώτη συγκομιδή. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Deho *et al.* (2014), οι οποίοι πραγματοποίησαν τέσσερις συγκομιδές ανάλογα με το ποσοστό ανοίγματος των καψών στην καλλιέργεια βαμβακιού. Η καθυστέρηση της συγκομιδής οδήγησε στη μείωση της βλαστικής ικανότητας του παραγόμενου σπόρου, αλλά και ο δείκτης σπόρου ήταν μεγαλύτερος κατά τις συγκομιδές που πραγματοποιήθηκαν όταν είχε ανοίξει το 50 και 70% των καρυδιών. Επίσης, οι Soomro *et al.* (2014)

πραγματοποίησαν τρεις συγκομιδές (1 Οκτωβρίου, 15 Οκτωβρίου και 1 Νοεμβρίου) και παρατήρησαν ότι οι σπόροι της πρώτης συγκομιδής είχαν μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα. Ομοίως οι Solangi *et al.* (2001) παρατήρησαν ότι η καθυστέρηση στη συγκομιδή προκάλεσε μείωση της βλαστικής ικανότητας του παραγόμενου σπόρου. Όσον αφορά το βάρος των σπόρων τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Dayal *et al.* (2017) και Chaudry *et al.* (1993), όπου η καθυστέρηση στη συγκομιδή οδήγησε σε μείωση του βάρους του σπόρου εξαιτίας νεκρών ή ανώριμων σπόρων.

Η θέση σχηματισμού των καρυδιών επηρέασε το βάρος του παραγόμενου σπόρου και τη βλαστική ικανότητα τόσο κατά την εφαρμογή του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας όσο και του Cool test. Οι σπόροι των καρυδιών της πρώτης θέσης είχαν μεγαλύτερο βάρος και μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα. Καθώς το βαμβάκι είναι μια καλλιέργεια με πολύπλοκη δομή ανάπτυξης και το στάδιο της ανθοφορίας και της ανάπτυξης και της ωρίμανσης των καρυδιών αλληλεπικαλύπτονται, τα καρύδια στους διάφορους συμποδιακούς κλάδους και πάνω σε αυτούς αναπτύσσονται σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Liu *et al.*, 2015a). Οι Zhao και Oosterhuis (2000) παρατήρησαν ότι το βάρος των καρυδιών μεταξύ των διαφορετικών θέσεων των συμποδιακών κλάδων διέφερε στατιστικά σημαντικά. Η θέση του συμποδιακού κλάδου επηρέασε σημαντικά το σχηματισμό των καρυδιών και την αντοχή της ίνας (Zhao *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2011). Ωστόσο, η έρευνα για την ανάπτυξη και την αύξηση του βαμβακόσπορου σε διαφορετικούς συμποδιακούς κλάδους και σε διαφορετικές θέσεις πάνω σε αυτούς είναι ελλιπής έρευνα όσον αφορά την επίδραση της θέσης των καρυδιών στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου είναι περιορισμένη. Από τις λίγες αναφορές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία οι Conkerton *et al.* (1993), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση της θέσης των καρυδιών στα διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου, παρατήρησαν ότι σπόρος καλύτερης ποιότητας (ως προς το ποσοστό σε ελεύθερα λιπαρά οξέα) βρέθηκε μόνο στις πρώτες θέσεις σχηματισμού των καρυδιών στους συμποδιακούς κλάδους και συγκεκριμένα μεταξύ του 12^{ου} και του 17^{ου} κόμβου. Επίσης, οι Kohel and Cherry (1983) αναφέρουν ότι η πολύπλοκη δομή ανάπτυξης του βαμβακιού, όσον αφορά στην καρποφορία, σχετίζεται με την παραλλακτικότητα της ποιότητας του βαμβακόσπορου, προερχόμενου από καρύδια από διαφορετικούς συμποδιακούς κλάδους πάνω στο ίδιο φυτό, εξαιτίας διαφορετικών μικροπεριβαλλοντικών συνθηκών.

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι και αυτά των Boquet and Moser (2003) και Ritchie *et al.*, (2007), οι οποίοι αναφέρουν ότι το βάρος των καρυδιών της πρώτης θέσης είναι μεγαλύτερο σε σχέση με τη δεύτερη και την τρίτη θέση. Επίσης ο Hu *et al.* (2017) αναφέρει ότι το βάρος των σπόρων μειώθηκε με την αύξηση του κόμβου του συμποδιακού κλάδου. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρυδιών για θρεπτικά μπορεί να επηρεάσει τη συγκράτηση και το μέγεθος των καρυδιών, γεγονός που τον καθιστά ένα σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την παραγωγικότητα του βαμβακιού (Boquet and Moser, 2003).

Ωστόσο, υπάρχουν αναφορές που δηλώνουν την υπεροχή της πρώτης θέσης των καρυδιών και ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας. Σύμφωνα με πολλές πηγές (Heitholt and Schmidt, 1994; Heitholt, 1997; Pettigrew, 2001; Davidonis *et al.*, 2004) το μήκος της ίνας ήταν μεγαλύτερο στα καρύδια της πρώτης θέσης σε σχέση με τις άλλες θέσεις των καρυδιών στους συμποδιακούς κλάδους. Η αντοχή της ίνας και οι τιμές του micronaire στις πρώτες θέσεις ήταν μεγαλύτερες σε σχέση με τα καρύδια της τρίτης θέσης (Chen *et al.*, 2017), ενώ οι Heitholt *et al.* (1993) και ο Pettigrew (1995) βρήκαν ανάλογα αποτελέσματα στην ποιότητα της ίνας ανάμεσα σε διαφορετικές θέσεις σχηματισμού των καρυδιών.

4.5 Μοντέλο πρόβλεψης φυτρωτικής ικανότητας του σπόρου

Κάθε τεστ ευρωστίας αποτελεί εργαλείο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας του σπόρου σε δεδομένες συνθήκες. Ο έλεγχος της βλαστικής ικανότητας αποτελεί το βασικό και διεθνώς αποδεκτό κριτήριο για τη βιωσιμότητα των σπόρων. Τιμές της βλαστικής ικανότητας κάτω από τα αποδεκτά όρια, συνήθως δηλώνει την υποβάθμιση του σπόρου (ISTA, 1995). Ωστόσο, για σπορομερίδες υψηλής βλαστικής ικανότητας, τα αποτελέσματα των δοκιμών βλαστικότητας μπορεί να μην παρέχουν αρκετές και ασφαλείς πληροφορίες για την πιθανή συμπεριφορά της σπορομερίδας κατά τη σπορά. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητα η εφαρμογή δοκιμών ευρωστίας του σπόρου. Ο Bolek (2010) αναφέρει ότι τα αποτελέσματα του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας με το συνδυασμό θερμοκρασιών 18 °C και 30 °C μπορούν να δώσουν καλύτερη πρόβλεψη της φυτρωτικής ικανότητας του βαμβακόσπορου. Σύμφωνα με έρευνα του Savoy (2005), ο δείκτης ευρωστίας (Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας*Cool test) οδηγεί σε λογική πρόβλεψη της φυτρωτικής ικανότητας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας σπορομερίδων βαμβακιού με δεδομένη ποιότητα (όπως προέκυψε από την εφαρμογή των τεστ ευρωστίας και βιωσιμότητας των σπόρων) σε σχέση με τη θερμοκρασία. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν τέσσερις γραμμικές σχέσεις πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας σε σχέση με τη θερμοκρασία του εδάφους και (α) την αρχική βλαστική ικανότητα και (β) την αρχική ευρωστία των σπορομερίδων, και σε σχέση με τις θερμομονάδες κατά την περίοδο του φυτρώματος και (α) την αρχική βλαστική ικανότητα και (β) την αρχική ευρωστία των σπορομερίδων. Σε όλες τις περιπτώσεις έγινε σύγκριση του μοντέλου με τις πραγματικές μετρήσεις της φυτρωτικής ικανότητας, όπου και βρέθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση.

Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μοντέλα φυτρωτικής ικανότητας είναι απλά γραμμικά μοντέλα, αν και έχουν περιγραφεί και κάποια πολυωνυμικά μοντέλα φυτρώματος (Soltani *et al.*, 2006). Τα μηχανιστικά μοντέλα φυτρώματος που βασίζονται στη θερμοκρασία έχουν αναπτυχθεί από δεδομένα πειραμάτων, που πραγματοποιήθηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες, όπως θερμοκήπια και θαλάμους ανάπτυξης. Παρά το μεγάλο όγκο δεδομένων από εργαστηριακές μετρήσεις τα μηχανιστικά μοντέλα είναι σχετικά λίγα, καθώς, επίσης, λίγες είναι οι αναφορές που συγκρίνουν το μοντέλο προσομοίωσης με πραγματικές μετρήσεις της φυτρωτικής ικανότητας (Forcella *et al.*, 2000). Ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί επιτυχώς ορισμένα εμπειρικά μοντέλα, τα οποία περιλαμβάνουν τις παραμέτρους της εδαφικής υγρασίας και θερμοκρασίας (Gitz *et al.*, 2015). Αυτά τα υδροθερμικά μοντέλα έχουν περιορισμένη χρήση κυρίως στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, πιθανόν λόγω της δυσκολίας προσδιορισμού των εισροών υγρασίας στους διάφορους τύπους εδαφών (Gitz *et al.*, 2015). Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υγρασία του εδάφους απαιτεί τον προσδιορισμό αρκετών παραμέτρων, με αποτέλεσμα να εμποδίζει την εφαρμογή τέτοιων μοντέλων (Rinaldi *et al.*, 2005).

4.5.1 Συσχέτιση αρχικής βλαστικότητας με φυτρωτική ικανότητα

Από την ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας και της φυτρωτικής ικανότητας των σπορομερίδων στις τρεις εποχές σποράς βρέθηκε ισχυρή γραμμική συσχέτιση για την ποικιλία Atlanta, ενώ για τις ποικιλίες Babylon και Liderμόνο κατά την κανονική και την όψιμη σπορά του 2012. Το 2013 παρατηρήθηκε

ισχυρή γραμμική συσχέτιση μόνο στην πρώιμη σπορά της ποικιλίας Atlantakαι στην κανονική σπορά της ποικιλίας Lider. Οι Barradas και Lopez-Bellido (2007) βρήκαν ασθενή γραμμική συσχέτιση μεταξύ του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας και της φυτρωτικής ικανότητας. Πιθανόν, η αναμενόμενη επίδραση της ποιότητας του σπόρου στη φυτρωτική ικανότητα να επικαλύφθηκε ή να διαταράχθηκε από την επίδραση άλλων παραγόντων (σχηματισμός κρούστας στο έδαφος) σε σχέση με την αβιοτική πίεση λόγω θερμοκρασίας που ασκείται στους σπόρους. Αλλά και οι Bishnoi and Delouche (1980) δεν βρήκαν συσχέτιση μεταξύ της βλαστικής ικανότητας, από την εφαρμογή του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας, και της φυτρωτικής ικανότητας σε σπορομερίδες βαμβακιού. Επίσης υπάρχουν αναφορές για την απουσία σημαντικής συσχέτισης μεταξύ του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας και της φυτρωτικής ικανότητας στο καλαμπόκι και για το λόγο αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά για την πρόβλεψη της φυτρωτικής ικανότητας σε σπορομερίδες καλαμποκιού (Ilbi *et al.*, 2009; Lovato *et al.*, 2005). Αντίθετα οι Mohammadreza and Behrooze (2012) παρατήρησαν ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του τυποποιημένου τεστ βλαστικότητας και της φυτρωτικής ικανότητας στο βαμβάκι, αλλά ασθενή γραμμική συσχέτιση με τα αποτελέσματα του Cool test.

4.5.2 Συσχέτιση αρχικής ευρωστίας με φυτρωτική ικανότητα

Από την ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ του Cool test και της φυτρωτικής ικανότητας ήταν αναμενόμενο να βρεθεί ισχυρή συσχέτιση, λόγω του ότι η συγκεκριμένη δοκιμή ευρωστίας προσομοιώνει καλύτερα τις συνθήκες σποράς στον αγρό. Ωστόσο, τα αποτελέσματα ήταν ανάλογα με αυτά της ανάλυσης της συσχέτισης μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας και της φυτρωτικής ικανότητας. Οι Smith και Varvil (1984) βρήκαν ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στο ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων με μήκος ριζιδίου μεγαλύτερο από 38mm μετά από 7 ημέρες στους 18°C και της φυτρωτικής ικανότητας σε συνθήκες εδάφους χαμηλής θερμοκρασίας. Οι Bishnoi and Delouche (1980) βρήκαν ισχυρή συσχέτιση μεταξύ αποτελεσμάτων διαφόρων δοκιμών ευρωστίας (ψυχρό τεστ, τεστ επιταχυνόμενης γήρανσης και τεστ αναπνοής) με τη φυτρωτική ικανότητα σπορομερίδων βαμβακιού διαφορετικών επιπέδων ευρωστίας. Εξάλλου και στο καλαμπόκι σε σπορομερίδες υψηλής και χαμηλής ευρωστίας αναφέρεται ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του Cool test και της φυτρωτικής

ικανότητας (Ilbi *et al.*, 2009). Περαιτέρω έρευνα, με τη συλλογή περισσότερων δεδομένων από διαφορετικές ποικιλίες, διαφορετικά επίπεδα ευρωστίας των σπορομερίδων και διαφορετικά περιβάλλοντα σποράς και φυτρώματος ενδεχομένως να ενισχύσει αυτά τα ευρήματα και να αποτελέσει ένα γενικευμένο μοντέλο πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας.

Συμπεράσματα

5. Συμπεράσματα

Ο χρόνος σποράς φαίνεται να επηρεάζει τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων, αφού τα μεγαλύτερα ποσοστά προκύπτουν κατά την επικράτηση θερμοκρασιών μεγαλύτερες από 19 °C περίπου την περίοδο της σποράς και του φυτρώματος. Στην πρώιμη σπορά παρατηρείται καθυστέρηση στο φύτρωμα και μείωση του ρυθμού φυτρώματος, εξαιτίας της επικράτησης χαμηλών θερμοκρασιών.

Η μεγαλύτερη απόδοση της καλλιέργειας φαίνεται να προκύπτει στην κανονική σπορά, ενώ το μέγιστο βάρος 1000 σπόρων στην πρώιμη σπορά, αφού ο σπόρος έχει τη δυνατότητα να αποκτήσει μέγιστο ξηρό βάρος και να φτάσει στη φυσιολογική ωρίμανση. Αυτό επαληθεύεται στην παρούσα εργασία και από το γεγονός ότι οι σπόροι που παράγονται κατά την όψιμη σπορά έχουν μικρότερη βλαστική ικανότητα τόσο κατά την εφαρμογή του Τυποποιημένου Τεστ Βλαστικότητας όσο και του Cool test.

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν προκύπτει να επηρεάζει τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης και παραγωγής, καθώς επίσης και τη βιωσιμότητα και την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου. Στην περίπτωση που τα φυτά από σπορομερίδες χαμηλής ποιότητας είναι υγιή και καταφέρνουν να αναπτυχθούν κανονικά και ο τελικός πληθυσμός των φυτών είναι ο ίδιος για όλες της μεταχειρίσεις (πραγματοποιήθηκε αραίωση μετά την καταγραφή της φυτρωτικής ικανότητας στα 20 φυτά στο τρέχον μέτρο) η ευρωστία του σπόρου δεν επηρεάζει τα συστατικά απόδοσης του βαμβακιού αλλά και την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου. Επηρεάζει, ωστόσο, σημαντικά τη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος, ιδίως σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους, υγρά εδάφη και εδάφη με κρούστα. Προφανώς σε τέτοια περιβάλλοντα θα πρέπει να προτιμώνται σπόροι καλής ποιότητας, με υψηλή βιωσιμότητα και ευρωστία για την επιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Ο γενότυπος φαίνεται να επηρεάζει τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων βαμβακιού, την απόδοση της καλλιέργειας και την ευρωστία του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Cool test. Ωστόσο, δεν φαίνεται να επηρεάζει το βάρος 1000 σπόρων και τη βιωσιμότητα του παραγόμενου σπόρου κατά την εφαρμογή του Τυποποιημένου Τεστ Βλαστικότητας.

Ο χρόνος συγκομιδής φαίνεται να επηρεάζει την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου και συγκεκριμένα το βάρος του σπόρου, τη βιωσιμότητα και την ευρωστία. Οι σπόροι που συλλέγονται νωρίτερα έχουν μεγαλύτερο βάρος. Επίσης, οι σπόροι που προέρχονται από την πρώτη συγκομιδή έχουν μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα, όπως προκύπτει τόσο από το Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας όσο και από την εφαρμογή του Cool test.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων μπορεί να θεωρηθεί ότι η θέση των καρυδιών στους συμποδιακούς κλάδους επηρεάζει την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου. Οι σπόροι των καρυδιών της πρώτης θέσης έχουν μεγαλύτερο βάρος και υψηλότερα ποσοστά βλαστικής ικανότητας, κατά την εφαρμογή του Τυποποιημένου Τεστ Βλαστικότητας και του Cool test.

Ειδικό κομμάτι της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας, όπου για τη δημιουργία του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε ο συνδυασμός διαφόρων παραμέτρων και συγκεκριμένα η θερμοκρασία του εδάφους με την αρχική βλαστική ικανότητα (Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας) ή την αρχική ευρωστία (Cool test) και ο συνδυασμός των θερμομονάδων την περίοδο του φυτρώματος με την αρχική βλαστική ικανότητα (Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας) ή την αρχική ευρωστία (Cool test) των σπορομερίδων. Από τα δεδομένα αυτά αναπτύχθηκαν τέσσερις σχέσεις πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας. Η ανάπτυξη του μοντέλου σε κάθε μια από τις περιπτώσεις πραγματοποιήθηκε σε εύρος θερμοκρασίας εδάφους 14°C έως 21°C και εύρος θερμομονάδων 14 έως 65 ανά εποχή σποράς και περίοδο φυτρώματος, ενώ η ελάχιστη βλαστική ικανότητα ορίστηκε στο 73 % και 27 % αντίστοιχα σύμφωνα με τα αποτελέσματα που λήφθηκαν από το Τυποποιημένο Τεστ Βλαστικότητας και το Cool test. Η βαθμονόμηση των εξισώσεων πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας έγινε χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της ποικιλίας Atlanta για το πειραματικό έτος 2012, γιατί το συγκεκριμένο σετ δεδομένων παρείχε πολύ καλύτερες συσχετίσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Ενώ η επαλήθευση των εξισώσεων πρόβλεψης έγινε με την εφαρμογή όλων των πειραματικών δεδομένων για όλες τις υπό μελέτη ποικιλίες, όλα τα επίπεδα ευρωστίας και όλες τις εποχές σποράς για τα δύο έτη πειραματισμού 2012 και 2013, εκτός των δεδομένων της όψιμης σποράς του 2013, εξαιτίας της

δημιουργίας κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους κατά την περίοδο του φυτρώματος.

Και στις τέσσερις περιπτώσεις προκύπτουν ικανοποιητικές συσχετίσεις μεταξύ της πραγματικής και της προβλεπόμενης φυτρωτικής ικανότητας, με ισχυρότερες από τα δεδομένα της αρχικής ευρωστίας, γεγονός που υποδεικνύει την ικανοποιητική αξιοπιστία των συγκεκριμένων εξισώσεων που δημιουργήθηκαν.

Το μοντέλο πρόβλεψης αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση της φυτρωτικής ικανότητας ιδίως σε μη ευνοϊκές αγροκλιματικές συνθήκες καθώς και στην περίπτωση χρήσης σπόρου υποβαθμισμένης ποιότητας. Επίσης, παρέχει αρκετά ικανοποιητική ακρίβεια χρησιμοποιώντας ελάχιστες παραμέτρους, γεγονός που συμβάλλει καθοριστικά στη μεγάλη ευκολία εφαρμογής του συγκριτικά με άλλα μοντέλα, που παρέχουν αντίστοιχη ακρίβεια, αλλά απαιτούν επίπονη και χρονοβόρα παραμετροποίηση. Θα μπορούσε να ενισχυθεί περαιτέρω για μεγαλύτερη ακρίβεια πρόβλεψης της φυτρωτικής ικανότητας με την εφαρμογή διατοπικών πειραμάτων αγρού, την αξιολόγηση περισσότερων ποικιλιών και ενδεχομένως με την εισαγωγή νέων παραμέτρων, όπως της υγρασίας του εδάφους. Ωστόσο, τα περισσότερα υδροθερμικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί έχουν περιορισμένη χρήση στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην πράξη. Αυτό οφείλεται είτε στη δυσκολία προσδιορισμού των υδατικών εισροών στους διάφορους τύπους εδαφών, σε σύγκριση με την ευκολία που μπορεί να προσδιοριστεί η θερμοκρασία του εδάφους, είτε διότι στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται ο προσδιορισμός αρκετών παραμέτρων που σχετίζονται με την υγρασία του εδάφους.

Βιβλιογραφία

6. Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

- Ali H., Afzal M.N., Muhammad D. 2009. Effect of sowing dates and plant spacing on growth and dry matter partitioning in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pak. J. Bot. 41 (5): 2145-2155.
- Ali Y., Aslam Z., Hussain F. 2005. Genotype and environment interaction effect on yield of cotton under naturally salt stress condition. Int. J. Environ. Sci. Tech. 2(2): 169-173.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. AOSA, Ithaca, NY, USA.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1967. Progress report on the seed vigor handbook. AOSA Newsletter. 50(2):1-30.
- Austin R.B. 1972. Effects of Environment Before Harvesting on Viability. In: Viability of Seeds, Roberts, E.H. (Ed.). Syracuse University Press, New York, pp: 114-149.
- Baalbaki R., Elias, S., Marcos-Filho, J., McDonald M.B. 2009. Seed vigor testing handbook, AOSA, Ithaca, NY, USA. (Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32).
- Baker K.F. 1972. Seed pathology. In Seed Biology, ed. T. Kozlowski, New York: Academic Press. 2:317-416.
- Bange M.P., Milory S.P. 2004. Growth and dry matter partitioning of diverse cotton genotypes. Field Crops Res. 87:73-87.
- Barradas G., Lopez-Bellido R.J. 2007. Seed weight, seed vigor index and field emergence in six upland cotton cultivars. Journal of Food and Agriculture & Environment. Vol. 5 (2): 116-121.
- Baskin C.C., Baskin J.M. 1998. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press.
- Basra S.M.A., Ashraf M., Iqbal N., Khaliq A., Ahmad R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cottonseed. Seed Sci. & Technol. 32: 837-846
- Basra S.A. 1984. Seed quality Basic Mechanisms and Agricultural Implications. Food Product press
- Bauer P.J., Frederich J.R., Bradow J.M., Sadler E.J., Evans D.E. 2000. Canopy photosynthesis and fiber properties of normal and late planted cotton. Agronomy Journal. 92: 518-523.
- Bradford K.J. 1995. Water relations in seed germination In: Kigel J, Galili G, eds. Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, 351-396.
- Bewley J.D., Bradford K.J., Hilhorst H.W.M., Nonogaki, H. 2013. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. Third Edition. (New York: Springer)
- Bishnoi V.R., Delouche J.C. 1980. Relationship of vigour tests and seed lots to cotton seedling establishment. Seed Sci. Technol. 8:341-346.

- Bishnoi U.R., Delouche J.C. 1975. Cottonseed quality and its relation to performance in laboratory and field tests. *Agron. Abstr.* 1975:90.
- Bolek Y.A. 2010. Predicting Cotton Seedling Emergence for Cold Tolerance(*Gossypium hirsutum* L.). *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 38 (1) : 134-138.
- Bourland F.M., Furbeck S.M., Kaiser G. 1988. Effects of seed deterioration on cotton development in uniform plant stands. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, p. 108, National Cotton Council of America, Memphis, TN.
- Boquet J.D., Clawson L.E. 2009. Cotton Planting Date: Yield, Seedling Survival, and Plant Growth *Agronomy Journal*.
- Boquet D.J., Moser E.B. 2003. Boll retention and boll size among intrasymphodial fruiting sites in cotton. *Crop Science* 43:195–201.
- Boyd M.L., Phipps B.J., Wrather J.A., Newman M., Sciumbato G. 2004. Cotton Pests Scouting and Management. Plant Protection Programs College of Food, Agriculture and Natural Resources. University of Missouri.
- Bradow J.M. 1991. Cotton cultivar responses to suboptimal post emergence temperatures. *Crop Science*. 31: 1595-1599.
- Bradow J.M., Davidonis G.H. 2000. Quantitation of fiber quality and the cotton production–processing interface: A physiologist's perspective. *J. Cotton Science*. 4:34–64.
- Braunack M.V. 2013. Cotton farming systems in Australia: Factors contributing to changed yield and fibre quality. *Crop Pasture Sci.* 64:834–844.
- Burris J.S., Wahab A.H., Edje O.T. 1971. Effects of seed size on seedling performance in soybeans. I. Seedling growth and respiration in the dark. *Crop Science* 11:429–436.
- Burris J.S. 1973. Effect of seed size on seedling performance in soybeans. II. Seedling growth and photosynthesis, and field performance. *Crop Science* 13:207–210.
- Byrd L.R., Reyes L.S. 1967. Effects of cottonseed quality on seed and seedlings. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.* 27:147-151.
- Caldwell W.P. 1972. Relationship of preharvest environmental factors to seed deterioration in cotton. Ph.D. Dissertation, Mississippi State University. In Copeland L.O. and McDonald M.B. 2001. Principles of seed science and technology, 4th edn. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers
- Chaudhry A.S, Arshad M., Afzal M. Effect of picking dates on ginning out turn, seed index and lint indices of four commercial cotton varieties of *G. hirsutum* L. *The Pak. Cottons*. 37(02):77.
- Chen B.L., Yang H.K., Ma Y.N., Liu J.R., Lv F.J., Chen J., Meng Y.L., Wang Y.H., Zhou Z.G. 2017. Effect of shading on yield, fiber quality and physiological characteristics of cotton subtending leaves on different fruiting positions. *Photosynthetica* 55 (2): 240-250
- Ching T.M., Schoolcraft I. 1968. Physiological and chemical differences in aged seeds. *Crop Science* 8: 407-409

- Christiansen M.N. 1963. Influence of chilling upon seedling development of cotton. *Plant Physiology* 38: 520-522
- Christiansen M.N. 1964. Influence of chilling upon subsequent growth and morphology of cotton seedlings. *Crop Science*. 4:584-586.
- Christiansen M.N., Thomas R.O. 1969. Season-long effects of chilling treatments applied to germinating cottonseed. *Crop Science*. 9:672-673.
- Chu Y.N., Coble C.G., Jordan W.R. 1991. Hypocotyl elongation and swelling of cotton as affected by soil temperature, moisture and physical impedance. *Crop Science*. 31:410-41.
- Coble C.G., Bowen H.D. 1970. Physical Factors Affecting Oxygen Stress of Germinating Cotton Seeds. *Transactions of the ASAE* 13(2):162-167.
- Conkerton E.I., Chapital D.C., Vinyard B.T., Schneider G.R., Jenkins I.N. 1993. Fruiting sites in cotton: seed quality. *J. agric and Food Chern.*, 41(6): 882-885.
- Constable G.A. 1991. Mapping the Production and Survival of Fruit on Field-Grown Cotton. *Agronomy Journal* 83: 374-378.
- Coolbear P. 1995. Mechanisms of seed deterioration. p. 223- 278. In: A.S. Basra (ed.). *Seed quality*. Food Products Press, New York
- Copeland L.O., McDonald M.B. 2001. *Principles of seed science and technology*, 4th edn. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers
- Damavandi A., Latifi N., Dashtban A.R. 2007. Analisis of seed vigor tests and it's performance in Sorghum, *J. Agric. Sci. and Natur. Resou.* 14(5): 16-23.
- Danalatos N.G. 1993. Quantified analysis of selected land use systems in the Larissa region, Greece. Wageningen University Press. Wageningen, The Netherlands, 370 pp.
- Davidonis G.H., Johnson A.S., Landivar J.A., Fernandez C.J. 2004. Cotton fiber quality is related to boll location and planting date. *Agronomy Journal*. 96: 42-47.
- Dayal A., Mor V.S., Dahiya O.S., Punia R.C. and Ovais H. 2017. Effect of pickings on seed quality parameters of *Gossypium hirsutum*L. varieties. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(4): 858-862
- Deho, Z.H., Tunio, S., Chachar, Q., Oad, F.C. 2014. Impact of sowing dates and picking stages on yield and seed maturity of cotton (*Gossypium hirsutum*L.) varieties. *Sarhad Journal of Agriculture*, 30(4): 404-410.
- Delouche, J.C. 1974. Maintaining soybean seed quality. In: *Soybean: Production, Marketing, and Use*. Muscle Shoals, Ala.: NFDC, TVA, Bulletin Y-69:46-62.
- Delouche J.C. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. *Horticultural Science* 15:775-780.
- Delouche J.C., Baskin C.C. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. & Technol.*, 1, 427-452.
- Dodd G.L., Donovan L.A. 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *American J. of botany*. 86: 1146-1153.

- Dong H., Li W., Tang W., Li Z., Zhang D., Niu Y. 2006. Yield, quality and leaf senescence of cotton grown at varying sowing dates and plant densities in the Yellow River Valley of China. *Field Crops Res.* 98:106-115.
- Drummond E.A., Savoy B.R. 1996. Influence of cotton planting seed quality on seedling health. *Proceedings of the Belt Cotton Research Conference, National Cotton Council, 1996, Memphis, TN., pp: 238-240.*
- Edmisten K., Collins G. 2017. Planting decisions. p. 19-22. In Edmisten K. (ed.) 2017 Cotton Information Publ. North Carolina State University Coop. Ext. Service, Raleigh, NC.
- Edmisten K. 2015. Seed Size and Cool Germination Effects on Cotton Stand, Early Growth, and Yield. In Edmisten K. (ed.) 2015 Cotton Publ. North Carolina State University Coop. Ext. Service, Raleigh, NC.
- Ellis R.H., Roberts E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. Technol.* 9: 373-409.
- Ellis R.H., Roberts E.H. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. p. 605-635. In: P.D. Hebblethwaite (ed.). *Seed production.* Butterworths, London.
- El-Sharkawi H.M., Springuel I. 1977. Germination of some crop plant seeds under reduced water potential. *Seed Science and Technology* 5:677-688.
- FAO. 2015. *Statistical Pocket Book Food and Agriculture Organization of the United Nations.* Rome.
- Faircloth J.C. 2007. Planting. p. 4. In J.C. Faircloth (ed.) 2007 Virginia Cotton Production Guide. Publ. 424-300. Virginia Polytechnic Institute and State University Coop. Ext. Service, Blacksburg, VA.
- Farzana T., Chandio S.D., Tunio H., Majeedanol., Tunio G.S. 2005. Effect of different sowing dates on qualitative and quantitative characters of some commercial and upcoming cotton genotypes. *Indus Cotton.* 2(2): 115-121.
- Fernandez, R. G., Laird R. J. 1959. Yield and protein content of wheat in central Mexico as affected by available soil moisture and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal* 51:33-36.
- Fontes J.A.N., Ohlrogge A.J. 1972. Influence of seed size and population on yield and other characteristics of soybeans. (*Glycine max* L. Merr.). *Agronomy Journal.* 64:833-836.
- Forcella F., Benec Arnold R.L., Sanchez R., Ghera C.M. 2000. Modeling Seedling Emergence. *Field Crops Research*, 67, 123-139.
- Fox R.L., Albrecht W.A. 1957. Soil fertility and the quality of seeds. *Missouri Agricultural Experiment Station Research Bulletin* 619.
- Gipson J.R., Joham H.E. 1969. Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). IV. Seed Quality *Agronomy J.* 61:365-367.

- Gipson J.R., Ray J.R., Flowers L.L. 2006. Influence of night temperature of seed development of five varieties of cotton. Proc. Beltwide Cotton Conf. 117–118
- Gitz III D.C., Baker J.T., Mahan J.R. 2015. Evaluation of a Metabolic Cotton Seedling Emergence Model. American Journal of Plant Sciences, 6, 1727-1733.
- Gormus O., Yucel C. 2002. Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Çukurova region, Turkey. Field Crop Res. 78, 141-149.
- Grilli I., Bacci E., Lombardi T., Spano C., Floris C. 1995. Natural Aging: Poly (A) Polymerase in germination embryos of *Triticum durum* wheat. Ann. Bot. 76: 15-21
- Guterman Y. 2000. Maternal Effects on Seeds During Development. In Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CAB International 2000. 2nd edition 59 (ed. M. Fenner).
- Hadas A. 1970. Factors affecting seed germination under soil moisture stress. Israel Journal of Agricultural Research. 20: 3-14.
- Hadas A., Russo D. 1974. Water uptake by seeds as affected by water stress, capillary conductivity and seed soil contact: I. Experimental study. Agronomy Journal 66: 643-647.
- Hadas A., Stibbe E. 1973. Analysis of water uptake and growth patterns of seedlings of four species prior to emergence. In Hadas A., Swartzendruber D., Rijtema P.E., Fuchs M., Yaron B. (Eds.), Physical Aspects of Soil Water and Salts in Ecosystems (97-106). Ecological Studies 4. Berlin: Springer Verlag.
- Hake S.J., Kerby T.A., Hake K.D. 1996. Cotton Production Manual, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
- Hake K., McCarty W., Hopper N., Jividen G. 1990. Seed Quality and Germination. Cotton Physiology Today. NCC Technical Services NCC Production.
- Hake-Johnson S., Hake K.D., Kerby T.A. 1996. Planting and stand establishment. In: Hake-Johnson, S., T.A. Kerby, K.D. Hake (Eds) Cotton Production Manual. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Publication No. 3352. pp. 21-28.
- Harrington J.F. 1972. Seed storage and longevity, p. 145-245. In: T.T. Kozlowski (ed.). Seed biology, vol. III. Academic. New York.
- Heitholt J.J. 1997. Floral bud removal from specific fruiting positions in cotton: Yield and fiber quality. Crop Science. 37: 826–832.
- Heitholt J.J., Pettigrew W.T., Meredith W.R.J. 1993. Growth, boll opening rate, and fiber properties of narrow-row cotton. Agronomy Journal 85:590-594.
- Heitholt J.J., Schmidt J.H. 1994. Receptacle and ovary assimilate concentrations and subsequent boll retention in cotton. Crop Science 34: 125–131
- Heydecker W. 1972. Vigor. Viability of Seeds, ed. Roberts E.H., Syracuse, N.Y.: Syracuse University Press, pp. 209–252.

- Horrocks D., Kerby T.A., Buxton D.R. 1978. Carbon Source for Developing Bolls in Normal and Superokra Leaf Cotton. *New Phytologist*. 80, 335-340.
- Hu W., Chen M., Zhao W., Chen B., Wang Y., Wang S., Meng Y., Zhou Z. 2017. The effects of sowing date on cottonseed properties at different fruiting-branch positions. *Journal of Integrative Agriculture*. 16: 60345-7
- Huang J. 2016. Different sowing dates affected cotton yield and yield components. *International Journal of Plant Production* 10(1): 63-84
- Huda M.N. 2001. Quality status. Why Quality Seed? Reality and Vision. Published by Bangladesh –German Seed Development Project, pp. 106-108.
- Iqbal N., Basra S.M.A., Rehman K.U. 2002. Evaluation of vigour and oil quality in cottonseed during accelerated ageing. *Int. J. Agri. Biol.* 4(3): 318-322
- Ilbi H., Kavak S., Eser B. 2009. Cool germination test can be an alternative vigour test for maize. *Seed Sci. & Technol.*, 37: 516-519.
- Isely D. 1957. Vigor tests. *Proceedings of Association of Official Seed Analysts* 47: 176-182.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2009. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Switzerland.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2005. Handbook of Method Validation. ISTA, Bassersdorf, Switzerland
- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. Edition 2004. Bassersdorf. 2004. 410 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1995. Understanding seed vigour. ISTA Vigour Test Committee. International Seed Testing Association, Zurich, CH-Switzerland.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Rules 1985. *Seed Science and Technology*. 13(2), 299-520.
- Jenkins J.N., McCarty J.C., Parrott W.L. 1990a. Effectiveness of fruiting sites in cotton yield. *Crop Science*. 30: 365-369.
- Jenkins J.N., McCarty J., Parrott W. 1990b. Fruiting efficiency in cotton: Boll size and boll set percentage. – *Crop Science*. 30: 857- 860, 1990.
- Johnson D.R., Leudders V.D. 1974. Effects of planted seed size on emergence and yield in soybeans (*Glycine max* L. Merr.). *Agronomy Journal* 66:117–118.
- Johnson, R.R., Wax L. M. 1978. Relationship of soybean germination and vigor test to field performance. *Agronomy Journal*. 70:275-278.
- Jyoti, Malik C.P. 2013. Seed deterioration: a review. *International Journal of Life Science Botany and Pharmacy Research* 2 (3): 374- 85.
- Khaliliaqdam N., Soltani A., Latifi N., Ghaderi F.F. 2012. Seed Vigor and Field Performance of Soybean Seed Lots. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 12 (2), 262-268.

- Karyoti A., Hatzigiannakis E., Bartzialis D., Danalatos N. 2017. Spatial Variation Assessment of Selected Soil Properties for Precision Field Experimentation. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)* Volume 35, No 1, pp 352-363.
- Kerby T.A., Buxton D.R. 1981. Competition between adjacent fruiting forms. *Agronomy Journal*. 73:867-871.
- Kerby T.A., Hake K.D. 1996. Monitoring Cotton's Growth. In: Hake-Johnson, S., T.A. Kerby, and K.D. Hake (Eds) *Cotton Production Manual*. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Publication No. 3352. pp. 341.
- Kerby T.A., Keeley M., Johnson S. 1987. Growth and Development of Acala Cotton. *Bulletin 1921*. Agricultural Experimental Station, University of California. Oakland, CA.
- Kerby T.A., Keeley M., Johnson S. 1989. Weather and seed quality variables to predict cotton seedling emergence. *Agronomy Journal* 81:415-419.
- Kerby T.A., Ruppenicker G.F. 1989. Node and fruiting branch position effects on fiber and seed quality characteristics. In: J.M. Brown (Editor). *Proceedings: Beltwide Cotton Production Research Conferences*, pp. 98-100.
- Kohel R.J., Cherry J.P. 1983. Variation of Cottonseed Quality with Stratified Harvests1. *Crop Sci.* 23:1119-1124
- Lakon G. 1949. The Topographical Tetrazolium Method For Determining The Germinating Capacity of Seeds. *Plant Physiology*. 24(3): 389–394.
- Leeks C.R.F. 2006. Determining seed vigour in selected Brassica species, Master thesis, Lincoln University. In Milosevic M., Vujakovic M. AND Karagic D. 2010, Vigour tests as indicators of seed viability. *Genetika*. 42(1): 103- 118
- Leffler H.R. 1976. Development of cotton fruit. I. Accumulation and distribution of dry matter. *Agronomy Journal*. 68:855-857.
- Leffler H.R. 1986. Development aspects of planting seed quality. In Mauney J.R., McD.J. Stewart(ed.) *Cotton physiology*. The Cotton Foundation, Memphis, TN. p. 465-474
- Leggatt C.W. 1948. Germination of boron-deficient peas. *Scientific Agriculture*. 28:131–139.
- Liu J., Meng Y., Chen J., Lü F., Ma Y., Chen B., Wang Y., Zhou Z., Oosterhuis D.M. 2015a. Effect of late planting and shading on cotton yield and fiber quality formation. *Field Crops Research*, 183, 1–13.
- Liu J., Meng Y., Lü F., Chen J., Ma Y., Wang Y., Chen B., Zhang L., Zhou Z. 2015b. Photosynthetic characteristics of the subtending leaf of cotton boll at different fruiting branch nodes and their relationships with lint yield and fiber quality. *Frontiers in Plant Science*, 6, 747.
- Lovato, A., Noli E., Lovato A.F.S., Beltrami E., Grassi E. 2001. Comparison between three cold test low temperatures, accelerated ageing test and field emergence on maize seed. *Seed Symposium, ISTA Congress, Angers, France*.

- Lovato A., Noli E., Lovato A.F.S. 2005. The relationship between three cold temperatures, accelerated ageing test and field emergence of maize seed. *Seed Science and Technology*, 33, 249-253.
- Mauney J.R. 1986. Vegetative Growth and Development of Fruiting Sites. pp. 11-28. In Mauney J.R., Stewart J.McD. (ed.). *Cotton Physiology*. The Cotton Foundation, Memphis.
- Maguire J.D. 1962. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Manohar M.S. 1966. Effect of osmotic systems on germination of peas (*Pisum sativum* L.). *Planta* 71:81-88.
- McCarter S.M., Roncaddri R.W. 1970. Influence of chilling during germination on seedling vigor and susceptibility to pythium. 30th Cotton Council, p. 17, National Cotton Council, Memphis, Tenn.
- McDonald M.B.Jr. 1975. A review and evaluation of seed vigor tests. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts* 65:109-139.
- McDonald M.B.Jr. 1980. Vigor test subcommittee report. *Assoc. Off. Seed Anal. Newsletter* 54: 37-40.
- McDonald, M.B. 1980. Assessment of seed quality. *HortScience* 15: 784-788
- McDonald M.B., Phannendranath B.R. 1978. A modified accelerated aging vigor test procedure. *Journal of Seed Technology* 3: 27-37.
- McDonough W.T. 1975. Water potential of germinating seeds. *Botanical Gazette* 136: 106-108.
- McNeal F.H., Berg M.A., Brauig P.L., McGuire C.F. 1971. Productivity and quality response of five spring wheat genotypes (*T. aestivum*) to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal* 63:908-910.
- McWilliams J.R., Phillips P.J. 1970. Effect of osmotic and matric potentials on the availability of water for seed germination. *Australian Journal of Biological Science*, 24:423-431.
- Medeiros Filho S., Silva S.O., Dutra A.S., Torres S.B. 2006. Comparison of germination test methodologies of linted and delinted cotton seeds. *Revista Caatinga* 19: 56-60. (in Portuguese with abstract in English).
- Meredith W.R.Jr, Bridge R.R. 1973. Yield, yield component and fiber property variation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) within and among environments. *Crop Science*. 13:307-312.
- Matthews S., Powell A.A. 1981. Electrical conductivity test. In: Perry, D.A. (Ed.) *Handbook of vigour test methods*. Zurich: International Seed Testing Association 37-41.
- Metzer R.B. 1987. Seed vigor index – field emergence relationship. In *Proc. Belt. Cotton Prod. Res..Conf. , Natl. Cotton Council. Of Am., Memphis,TN*. 130-131.

- Michel B.E. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiology*. Vol. 72. p. 66 – 70.
- Miles D.F., Copeland L.O. 1980. The relationship of vigor tests and field performance in soybeans. *Agron. Abstr.* 1980:111.
- Milosevic M., Vujakovic M., Karagic D. 2010. Vigour test as indicator of seed viability. *Genetika*, 42 (1): 103-118.
- Mohammadi H., Soltani A., Sadeghipour H.R., Zeinali E. 2011. Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. *International Journal of Plant Production*. 5:(1) 65-70
- Mohammadreza N., Behrooz E. 2012. Study the relationship between seed vigor tests and seed field performance of some industrial crops in Iran. *Tech. J. Engin. and App. Sci.*, 2 (8): 245-249.
- Mondo V.H.V., Cicero S.M., Dourado-Neto D., Pupim T.L., Dias M.A.N. 2012. Maize seed vigor and plant performance. *Brazilian Seed Journal*, 34 (1), 143-155.
- Mosavi N.S.M., Gholami tilebeni H., Kord firouz jae G.H., Sadeghi M., Sedighi E. 2011. Free fatty acid and electrical conductivity changes in cotton seed (*Gossypium hirsutum*) under seed deteriorating conditions. *International Journal of Agricultural Science*, Vol. 1, No. 2, pp. 62-66.
- Muchena S.C., Grogan C.O., 1977. Effects of seed size on germination of corn (*Zea mays*) under simulated water stress conditions. *Canadian Journal of Plant Science*, 57:921-923.
- Nicholson J.F., Dhingra O.D., Sinclair J.B. 1972. Internal seed-borne nature of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Phomopsis spp.* and their effects on soybean seed quality. *Phytopathology*, 61:1261–1263.
- Norfleet M.L., Reeves D.W., Burmester C.H., Monks C.D. 1997. Optimal planting dates Alabama. *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, 1: 644–647
- O’Berry N.B., Faircloth J.C., Edmisten K. L., Collins G. D., Stewart A. M., Abaye A. O., Herbert D. A., Jr., Haygood R. A. 2008. Plant Population and Planting Date Effects on Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Growth and Yield. *The Journal of Cotton Science* 12:178–187.
- Oosterhuis D.M. 2001. Development of a Cotton Plant. In: Seagull, R. and P. Alspaugh (eds) *Cotton Fiber Development and Processing, an illustrated overview*. International Textile Center, Texas Tech University, Lubbock, TX.
- Oosterhuis D.M. 1990. Growth and development of the cotton plant. In: W.N. Miley and D.M. Oosterhuis (eds) *Nitrogen Nutrition in Cotton: Practical Issues*. Proc. Southern Branch Workshop for Practicing Agronomists. Publ. Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
- Oosterhuis D.M., WuSchleger S.D. 1988. Cotton leaf area distribution in relation to yield development. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, New Orleans, LA. pp 82-84.

- Pádua G.P., França-neto J.B., Carvalho M.L.M., Krzyzanowski F.C., Guimarães R.M. 2009. Incidence of green soybean seeds as a function of environmental stresses during seed maturation, *Revista Brasileira de Sementes*, Vol. 31, No. 3, pp. 150-159.
- Parmar M.T., Moore R.P. 1968. Carbowax 6000, mannitol, and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. *Agronomy Journal*. 60:192–195.
- Parish D.J., Leopold A.C. 1977. Transient changes during soybean imbibition. *Plant Physiol*. 59:1111-1115.
- Pereira J.R., Alves M.C., Lima S.V., Souza R.N., Santos J.W., Bezerra J.R., 2005. Germinação de sementes de algodão herbáceo, cultivadas sob diferentes tratamentos de irrigação, em diferentes condições ambientais de plantio. In: Congresso brasileiro de algodão, 5. 2005, Embrapa Algodão, 2005, Resumo. Salvador
- Perry D.A. 1978. Report of the vigor test committee 1974–1977. *Seed Science and Technology*. 6:159–181.
- Perry D.A. 1984. Commentary on ISTA vigour test committee collaborative trials. *Seed Science & Technology* 12: 301-308
- Pettigrew W.T. 2001. Environmental effects on cotton fiber carbohydrate concentration and quality. *Crop Sci*. 41:1108-1113.
- Pettigrew W.T. 2002. Improved yield potential with an early planting cotton production system. *Agronomy Journal*, 94, 997–1003.
- Pettigrew W.T., Meredith Jr.W.R. 2009. Seed quality and planting date effects on cotton lint yield, yield components, and fiber quality. *Journal of Cotton Science*, 13, 37-47.
- Pollock B.M., Roos E.E. 1972. Seed and seedling vigor. In: *Seed Biology*, Vol. 1, ed. T. T. Kozlowski, pp. 314–318. New York: Academic Press.
- Pollock B.M., Toole V.K. 1966. Imbibition period as the critical temperature and sensitive stage in germination of lima bean seeds. *Plant Physiol*. 44:221-229.
- Potts H.C, Duangpatra J.D., Hairston W.G., Delouche J.C. 1978. Some influences of hardseededness on soybean seed quality. *Crop Science* 18:221–224.
- Powell A.A., Yule L.J., Jing H., Groot S.P.C., Bino R.J., Pritchard H.W. 2000. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations *Journal of Experimental Botany*, Volume 51, (353): 2031–2043.
- Powell A.A. 2006. Seed vigor and its assessment. In: Basra A.S. ed. *Handbook of seed science and technology*. CRC Press, Boca Raton, FL, 60–648
- Priestley D.A., Warner B.G., Leopold A. 1985. The susceptibility of soybean seed lipids to artificially enhanced atmospheric condition. *J. Exp. Bot.*, 36: 1653–9.
- Priestley D.A. 1986. *Seed ageing*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Priestley J.T. 1958. Relation of protoplast permeability to cotton seed viability and predisposition to seedling disease. *Plant Disease Reporter* 42: 852.

- Prisco J.T., Babbista C.R., Pinheiro J.L. 1992. Hydration dehydration seed pretreatment and its effects on seed germination under water stress condition. *Revta Brasil Bot* 15 (1) : 31-35.
- Ramey H.H. 1999. Classing of fiber. In C. W. Smith & J. T. Cothren (Eds.), *Cotton: Origin, history, technology and production* (pp. 709–727). Hoboken: Wiley.
- Ries S.K., Moreno O., Meggitt W.F., Schweizer C.J., Ashkar S.A. 1970. Wheat seed protein-chemical influence on and relationship to subsequent growth and yield in Michigan and Mexico. *Agronomy Journal* 62:746–748.
- Rinaldi, M., Di Paolo, E., Richter, G.M. and Payne, R.W. 2005. Modeling the Effect of Soil Moisture on Germination and Emergence of Wheat and Sugar Beet with the Minimum Number of Parameters. *Annals of Applied Biology*
- Ritchie G.L., Bednarz C.W., Jost P.H., Brown S.M. 2007. *Cotton Growth and Development*. University of Georgia Cooperative Extension Service Bulletin 1253
- Roncadori R.W., Brooks O.L., Perry C.E. 1972. Effect of field exposure on fungal invasion and deterioration of cotton seed. *Phytopathology* 62:1137–1139.
- Salter P.J. 1985. Crop establishment: Recent research and trends in commercial practice. *Scientific Horticulture* 36: 32-47.
- Salwe R.B., Gulhane U.D., Dahake R.J., Isadkar A.M. 2015. Developing Cost Effective Automation for Cotton Seed Delinting. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)* Vol. 5 Iss.4 45-52.
- Savoy B.R. 2005. Cool germination test: principles and applications in cotton. *Seed Technol.* 27(1):127-129.
- Sharma M.L. 1973. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. *Agronomy Journal* 65:982–987.
- Singh J.N., Tripathi S.K., Negi P.S. 1972. Note on the effect of seed size on germination, growth, and yield of soybeans. *Indian Journal of Agricultural Science* 42:83–86.
- Simpson D.M., Stone B.M. 1935. Viability of cottonseed as affected by field conditions. *Journal of Agricultural Research* 50:435–447.
- Scott D.J. 1980. In: Lancashire, J.A., editor. *Herbage Seed Production*. Grasslands Research and Practice Series No. 1, New Zealand Grassland Association, Palmerston North, p 103-109.
- Smith C.W., Varvil J.J. 1984. Standard and cool germination tests compared with field emergence in upland cotton. *Agronomy Journal* 76: 587–589.
- Solangi M.Y., Solangi M.H., Solangi M.S., Lakho A.R., Panhwar G.N., Chang M.S., Tunio G.H. 2001. Relative effect of picking dates, seed germination percentage, seed immaturity and seed index of three cotton varieties of *Gossypium hirsutum* L. Sindh Balochistan J. of Plant Sc. (Suppl.) 3 (1&2) 87-92.
- Soltani A., Robertson M.J., Torabi B., Yousefi-Daz M., Sarparast R. 2006. Modeling Seedling Emergence in Chickpea as Influenced by Temperature and Sowing Depth. *Agricultural and Forest Meteorology*, 138, 156-167.

- Soomro A.W., Majidano M.S., Ahsan M.Z., Channa A.R., Panhwar F.H., Bhutto H., Kalhoro A.D. 2014. Effects of Picking Dates on Seed Germination, G₀ and Fiber Traits of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) European Academic Research - Vol. II, (9):12339-12345
- Staus H.L., Hopper N.W. 1984. Evaluation of several tests to determine seed quality of cotton. *Prodc. Beltwide Cotton Prod. Conf.* 1984: 38.
- Stewart R.R., Bewley J.D. 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. *Plant Physiology*. 65:245-248.
- Suryatmana G., Copeland L.D., Miles D.F. 1981. Indices of seed vigor with field performance in soybeans. *Agron. Abstr.* 1980:111.
- TeKrony D.M., Egli D.B. 1977. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Science* 17:573–577.
- TeKrony D.M., Egli D.B., Balles I. 1980a. The effect of the field production environment on soybean seed quality. In: *Seed Production*, ed. P. D. Hebblethwaite. London: Butterworth and Co., Ltd.
- TeKrony, D.M., Phillips A.D., Egli D.B. 1980b. The effect of field weathering on soybean seed viability and vigor. *Crop Science*. 72:749–753.
- TeKrony D.M., Egli D.B. 1976. Relationship between laboratory indices. *Crop Science*. 17:573-577.
- TeKrony D.M., Egli, D.B. (1997). Relationship between standard germination, accelerated ageing germination and field emergence in soybean, In: Ellis, R.H., Black, M., Murdoch, A.J. and Hong, T.D. (Eds.), *Basic and Applied Aspects of Seed Biology*. Kluwer Academic, pp. 593–600
- TeKrony D.M., Egli D.B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. *Crop Science* 31:816–822.
- Thompson J.R. 1979. *An Introduction to Seed -Technology*. Leonard Hill, Glasgow and London. pp. 252.
- Trawatha S.E., TeKrony D.M., Hidebrand D.F. 1995. Relationship of soybean seed quality to fatty acid and C6-Aldehyde levels during storage. *Crop Science*. 35, 1415–1422.
- Tuck A.G., Tan D.K.Y., Bange M.P., Stiller W.N. 2010. Cold-tolerance screening for cotton cultivars using germination chill protocols. *J. Plant. Science*. 45: 145–150.
- Ullah K., Khan N., Usman Z. , Ullah R. , Saleem F.Y. , Shah S.A.I. , Salman M. 2016. Impact of temperature on yield and related traits in cotton genotypes. *Journal of Integrative Agriculture* 15(3): 678–683
- USDA.NRCS. 2015. The Plants Database. (<http://plants.usda.gov>) National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
- Wanjura D.F., Hudspeth E.B. Jr., Bilbro J.D.Jr. 1969. Emergence time, seed quality, and planting depth effects on yield and survival of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Agronomy Journal*. 61:63-65.

- Wanjura D.F., Buxton D.R. 1972. Hypocotyl and radicle elongation of cotton as affected by soil environment. *Agronomy Journal*. 64, 431–434.
- Woodruff J.M., McCain F.S., Hoveland C.S. 1967. Effect of Relative Humidity, Temperature, and Light Intensity During Boll Opening on Cottonseed Quality. *Agronomy Journal*. 59:441-444.
- Woodstock L.W. 1973. Physiological and biochemical tests for seed vigor. *Seed Science and Technology*. 1:127–157.
- Woodstock L.W. 1969. Seedling growth as a measure of seed vigor. *Proceedings of International Seed Testing Association*. 34:273-280.
- Woodstock L.W. 1968. Relationship between respiration during imbibition and subsequent growth rates in germinating seeds. In: 3rd International Symposium on Quantitative Biology of Metabolism, ed. A. Locker, pp. 136–146.
- Woodstock L.W., Grabe D.F. 1967. Relationship between seed respiration during imbibition and subsequent seedlings growth in *Zea mays* L. *Plant Physiology*. 42:1071–1076.
- Wrather J.A., Phipps B.J., Stevens W.E., Phillips A.S., Vories E.D. 2008. Cotton Planting date and plant population effect on yield and fiber quality in the Mississippi Delta. *J. Cotton Science*. 12: 1–7
- Young E.F. Jr., Taylor R.M., Peterson H.D. 1980. Day-degree units and time in relationship to vegetative development and fruiting for three cultivars of cotton. *Agronomy Journal*. 20:270–274.
- Yucel C., Gormus O. 2002. Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Cukurova region, Turkey. *Field Crops Res.* 78: 141-149.
- Zhao D., Oosterhuis D.M. 2000 Cotton responses to shade at different growth stages: growth, lint yield and fibre quality. *Experimental Agriculture*. 36:27–39.
- Zhao W., Meng Y., Chen B., Wang Y., Li W., Zhou Z. 2011. Effects of fruiting-branch position, temperature-light factors and nitrogen rates on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) fiber strength formation. *Scientia Agricultura Sinica*. 44, 3721–3732.
- Zhao X.H., Wang Y.H., Shu H.M., Zhou Z.G. 2010. Effect of plant physiological age on biomass and nitrogen accumulation in cottonboll. *Scientia Agricultura Sinica*. 43, 4605–4613.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ευθυμιάδης Π., 2009. Σποροπαραγωγή. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη.
- Καράταγλης Σ. 1995. Φυσιολογία φυτών. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις ArtotText.
- Ξυνιάς Ι., Ι. Τοκατλίδης, 2014. Σποροπαραγωγή: Θεωρία και ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο Ο.Ε.
- Παπακώστα Τασοπούλου, Δ. (2002). Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία

Χα Ι.Α. 2008. Φυσιολογία, Οικολογία και Τεχνολογία Σπόρου, Πανεπιστημιακές παραδόσεις.

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

<http://www.statistics.gr>

<http://www.minagric.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ









