



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
Π.Μ.Σ.: ΓΕΩΡΓΙΑ & ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

***Επίδραση της θερμοκρασίας και της υδατικής καταπόνησης στο ρυθμό  
φυτρώματος τριών ποικιλιών βαμβακιού (Gossypium hirsutum L.)***

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ Λ. ΚΑΡΦΗ**

**Επιβλέπουσα: Παπαστυλιανού Παναγιώτα-Θηρεσία, Λέκτορας**



**ΑΘΗΝΑ 2012**

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
Π.Μ.Σ.: ΓΕΩΡΓΙΑ & ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

***Επίδραση της θερμοκρασίας και της υδατικής καταπόνησης στο ρυθμό  
φυτρώματος τριών ποικιλιών βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.)***

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ Λ. ΚΑΡΦΗ**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

**Παπαστυλιανού Παναγιώτα-Θηρεσία**, Λέκτορας, ως Επιβλέπουσα

**Αυγουλάς Χρήστος**, Καθηγητής, ως Μέλος

**Μπιλάλης Δημήτριος**, Επ. Καθηγητής, ως Μέλος

ΑΘΗΝΑ 2012

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατ' αρχάς, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στη Λέκτορα κα. Παπαστυλιανού Παναγιώτα, τόσο για την ανάθεση της παρούσας μελέτης, όσο και για την κριτική επίβλεψη και τις παρατηρήσεις της κατά τη συγγραφή της μελέτης.

Επιπλέον, ξεχωριστά θέλω να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Αυγουλά Χρήστο για τις εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις του. Αισθάνομαι ακόμα την ανάγκη να ευχαριστήσω τον Επ. Καθηγητή κ. Μπιλάλη Δημήτριο για το χρόνο που αφιέρωσε στη μελέτη της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας κ. Στέλιο Τσιώρο, κα. Δελατόλα Ρόζμαρη και κ. Μαργαρίτη Κώστα για την πολύτιμη συνδρομή τους, όποτε αυτή τους ζητήθηκε.

Ξεχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω το συνάδελφο και φίλο Δρ. Βασίλη Κωτούλα για την ουσιαστική συμπαράστασή του σε επιστημονικό και προσωπικό επίπεδο, κατά τη διάρκεια του πειράματος και τη συγγραφή της μελέτης. Θα ήταν παράλειψή μου αν δεν εξέφραζα τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου σε όλους τους φίλους μου που στάθηκαν δίπλα μου κατά τη διάρκεια του Π.Μ.Σ.

Ολοκληρώνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Λεωνίδα και Αμαλία και την αδερφή μου Μαρία για την οικονομική και κυρίως για την ηθική τους συμπαράσταση, χωρίς την οποία θα ήταν ανέφικτη η ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Περίληψη.....	1
Summary.....	3

## Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

1.1 Γενικά στοιχεία	
1.1.1 Η σημασία της καλλιέργειας του βαμβακιού παγκόσμια, στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα.....	5
1.1.2 Η καλλιέργεια βαμβακιού στην Ελλάδα.....	9
1.1.3 Η σποροκαλλιέργεια βαμβακιού στην Ελλάδα.....	11
1.1.4 Σημερινή κατάσταση στην Ελλάδα προβλήματα .....	11
1.2 Ο Σπόρος του βαμβακιού.....	14
1.2.1 Σύσταση σπερμάτων .....	14
1.2.2 Ανατομία σπερμάτων.....	14
1.2.3 Βλαστικότητα - Φάσεις βλάστησης - Διεργασίες στη διάρκεια της βλάστησης .....	15
1.2.3.1 Βλαστικότητα .....	15
1.2.3.2 Φάσεις φυτρώματος .....	16
1.2.3.3 Διεργασίες στη διάρκεια της βλάστησης .....	18
1.2.4 Παράγοντες που επιδρούν στο φυτόμα .....	21
1.2.4.1 Θερμοκρασία .....	21
1.2.4.2 Υγρασία .....	24
1.2.4.3 Αερισμός .....	25
1.2.4.4 Φώς .....	27
1.3 Χειρισμοί για την βελτίωση του φυτρώματος .....	28
1.3.1 Επίδραση οσμωτικών μέσων .....	28
1.3.2 Χειρισμοί και μεταχειρίσεις.....	30
1.3.3 Μεταχείριση οσμω- και υδρο-βελτίωσης.....	31
1.4 Η σημασία της πρώιμης σποράς της καλλιέργειας του βαμβακιού στην Ελλάδα. Προβλήματα.....	38
1.5 Σκοπός της Μελέτης.....	43

## Κεφάλαιο 2 - Υλικά και μέθοδοι

2.1 Αναφορά πειραμάτων.....	44
2.2 Υλικά.....	44
2.3 Αναλυτική περιγραφή πειραμάτων .....	46
2.4 Προετοιμασία του πειράματος .....	47
2.5 Πειραματική διαδικασία – Εκτέλεση του πειράματος .....	48
2.6 Μετρήσεις .....	48
2.7 Εξισώσεις και παράμετροι κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων .....	49
2.7.1 Χρόνος βλάστησης για διαφορετικά κλάσματα πληθυσμού (10%, 50%, 90%) .....	49
2.7.2 Θερμικό μοντέλο.....	49
2.7.3 Μοντέλο υδατικού χρόνου.....	50
2.7.4 Περιεχόμενη υγρασία των σπόρων.....	50

## Κεφάλαιο 3 – Αποτελέσματα

3.1 Πορείες φυτρώματος .....	51
3.1.1 Θερμοκρασία 12 °C.....	51
3.1.2 Θερμοκρασία 15 °C.....	58
3.1.3 Θερμοκρασία 18 °C.....	65
3.1.4 Θερμοκρασία 22 °C.....	75
3.1.5 Θερμοκρασία 25 °C.....	85
3.2 Τελικό ποσοστό βλάστησης .....	95
3.2.1 Τελικό ποσοστό βλάστησης ποικιλίας <i>Lider</i> .....	95
3.2.2 Τελικό ποσοστό βλάστησης ποικιλίας <i>Campo</i> .....	97
3.2.3 Τελικό ποσοστό βλάστησης ποικιλίας <i>Fantom</i> .....	99
3.2.4 Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης .....	102
3.2.5 Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο Student Newman-Keul .....	103
3.3 Χρόνος βλάστησης για διαφορετικά κλάσματα κάθε πληθυσμού (10%, 50%, 90%)	107
3.3.1 Χρόνος βλάστησης του κλάσματος 10% του πληθυσμού. ....	107
3.3.2 Χρόνος βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού. ....	111
3.3.3 Χρόνος βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού. ....	114
3.3.4 Ανάλυση της παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης των τριών κλασμάτων του πληθυσμού.....	117
3.3.4.1 Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 10% του πληθυσμού .....	117
3.3.4.2 Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο Student Newman-Keul .....	119
3.3.4.3 Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού .....	122
3.3.4.4 Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο Student Newman-Keul .....	124
3.3.4.5 Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 90% του πληθυσμού .....	128
3.3.4.6 Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο Student Newman-Keul .....	129
3.4 Περιεχόμενη Υγρασία (Σημεία Αναφοράς 3h, 27h και 51h).....	133
3.4.1 Θερμοκρασία 12 °C .....	133
3.4.1.1 Σημείο Αναφοράς 3h .....	133
3.4.1.2 Σημείο Αναφοράς 27h .....	134
3.4.1.3 Σημείο Αναφοράς 51h .....	135
3.4.2 Θερμοκρασία 15 °C .....	136
3.4.2.1 Σημείο Αναφοράς 3h .....	136
3.4.2.2 Σημείο Αναφοράς 27h .....	137
3.4.2.3 Σημείο Αναφοράς 51h .....	138
3.4.3 Θερμοκρασία 18 °C .....	139
3.4.3.1 Σημείο Αναφοράς 3h .....	139
3.4.3.2 Σημείο Αναφοράς 27h .....	140
3.4.3.3 Σημείο Αναφοράς 51h .....	141
3.4.4 Θερμοκρασία 22 °C .....	142
3.4.4.1 Σημείο Αναφοράς 3h .....	142
3.4.4.2 Σημείο Αναφοράς 27h .....	143
3.4.4.3 Σημείο Αναφοράς 51h .....	144
3.4.5 Θερμοκρασία 25 °C .....	145
3.4.5.1 Σημείο Αναφοράς 3h .....	145
3.4.5.2 Σημείο Αναφοράς 27h .....	146
3.4.5.3 Σημείο Αναφοράς 51h .....	147
3.5 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό φυτρώματος .....	148
3.5.1 Ποικιλίες χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης .....	148
3.5.2 Ποικιλίες με εφαρμογή προμεταχείρισης .....	152

3.6 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στο ρυθμό φυτρώματος.....	156
3.6.1 Ποικιλίες χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης .....	156
3.6.2 Ποικιλίες με εφαρμογή προμεταχείρισης .....	161
Κεφάλαιο 4	
4.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	166
4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	174
Βιβλιογραφία .....	176

## Περίληψη

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σκοπός του πειράματος ήταν καταρχήν η συγκριτική μελέτη της βλαστικότητας του βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης με ωσμωτικά μέσα (PEG) και η καταγραφή δεδομένων, τόσο των πορειών του φυτρώματος, όσο και των τελικών ποσοστών βλάστησης. Το πείραμα επαναλήφθηκε με επιπλέον επέμβαση την προμεταχείριση της υδροβελτίωσης που δέχτηκαν οι σπόροι των τριών ποικιλιών, η οποία περιλαμβάνει την μερική ενυδάτωση των σπόρων. Μέσω αυτής επιταχύνεται η βλάστηση και βελτιώνεται η ομοιομορφία του φυτρώματος. Παράλληλα καταγράφηκαν εκ νέου τα δεδομένα βλάστησης.

Οι επεμβάσεις του πειράματος αφορούσαν: α. Τρεις εμπορικές ποικιλίες βαμβακιού (*Lider, Campo, Fantom*), β. Πέντε θερμοκρασίες βλάστησης (12, 15, 18, 22, 25°C), γ. Πέντε επίπεδα ωσμωτικής καταπόνησης (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 MPa) και τον μάρτυρα (νερό). Για να γίνει η πρόβλεψη του θερμικού και του υδατικού χρόνου που απαιτούνται για τη βλάστηση των σπόρων, χρησιμοποιήθηκε το θερμικό και το υδατικό μοντέλο. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του πειράματος ήταν τα ποσοστά βλάστησης των ποικιλιών, πριν και μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης, καθώς και η περιεχόμενη υγρασία των σπόρων σε διάφορες χρονικές φάσεις της ενυδάτωσής τους.

Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις προσδιορίστηκαν οι πορείες βλάστησης των ποικιλιών, ο χρόνος βλάστησης των κλασμάτων 10%, 50% και 90%, ο ρυθμός απορρόφησης υγρασίας των σπόρων και η πρόβλεψη της οριακής θερμοκρασίας και του ελάχιστου υδατικού δυναμικού που απαιτείται για τη βλάστηση του κλάσματος 50% του πληθυσμού των βλαστημένων σπόρων.

Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η υδατική προμεταχείριση βελτίωσε τα τελικά ποσοστά βλάστησης των σπόρων σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης και προήγαγε τη βλάστηση σε ορισμένα από τα χαμηλά υδατικά δυναμικά. Επιπλέον, αύξησε το ρυθμό απορρόφησης υγρασίας κυρίως σε δυσμενείς συνθήκες (χαμηλή θερμοκρασία και χαμηλό υδατικό δυναμικό). Ο απαιτούμενος χρόνος προς βλάστηση των διαφορετικών κλασμάτων μειώθηκε μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης. Τα δύο μοντέλα προέβλεψαν σε ικανοποιητικό βαθμό το θερμικό και τον υδατικό χρόνο. Από τις τρεις ποικιλίες εκείνη που

ανταποκρίθηκε καλύτερα στην εφαρμογή της προμεταχείρισης ήταν *Campo*. Ειδικότερα, η ποικιλία *Lider* βλάστησε καλύτερα από τις άλλες μόνο στο μάρτυρα, στους 12°C. Στις περισσότερες θερμοκρασίες, καθώς και στις περισσότερες συγκεντρώσεις των ωσμωτικών διαλυμάτων τη μεγαλύτερη βλαστικότητα παρουσίασε η ποικιλία *Campo*, τόσο πριν, όσο και μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης. Η ποικιλία *Fantom* στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες παρουσίασε παραπλήσια συμπεριφορά με την ποικιλία *Campo*. Όσον αφορά στην απορρόφηση νερού η ποικιλία *Campo* κατέγραψε τη μεγαλύτερη τελική περιεχόμενη υγρασία σε σχέση με τις άλλες δύο. Η ποικιλία *Fantom* ωστόσο βλάστησε με μικρότερα ποσοστά υγρασίας. Μετά την προμεταχείριση και στο σημείο αναφοράς των τριών ωρών, οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* συμπλήρωσαν το 75% της τελικής περιεχόμενης υγρασίας, ειδικά στο μάρτυρα. Στα περισσότερα ΩΔ ο θερμικός χρόνος μειώθηκε σημαντικά και στις τρεις ποικιλίες μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης.

Λέξεις Κλειδιά: βαμβακόσπορος, βλαστικότητα, θερμοκρασία βλάστησης, υδατική καταπόνηση, υδροβελτίωση.



## SUMMARY

### **Effect of temperature and water stress to the germination of three cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.)**

The experiment was conducted at the Agronomy Laboratory of the Agricultural University of Athens. The objective of the research was to perform a comparative study of cotton's germinability (*Gossypium hirsutum* L.) under water stress conditions through osmotic solutions. The courses of growth as well as the final germination percentages were also recorded. The experiment was repeated with an additional treatment, the pretreatment of hydropriming according to which the seeds of all three varieties were subjected to partial hydration. Through this treatment germination accelerates and uniformity of growth is improved. Meanwhile, a new record of germination data was created.

The treatments regarded a) 3 cotton varieties (*Lider*, *Campo*, *Fantom*), b) five germination temperatures (12, 15, 18, 22, 25°C), c) five water potential ranges (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 MPa) and the control (pure water). To determine the thermal and hydrothermal time needed for germination of the seeds, germination time courses were analysed according to the thermal and hydrothermal model. The measurements performed within the experiment included the germination percentages of the varieties, before and after the application of the pretreatment, as well as the moisture contained in the seeds in various phases of their hydration.

Based on the above measurements the germination courses of the varieties, germination time of 10%, 50% and 90% fractions, the seeds' moisture absorption rate were determined. Moreover the base temperature as well as the minimum water potential needed in germination of 50% of the germinated seeds was predicted successfully.

From the results it evident that hydropriming not only improved the final germination percentages of the seeds under water stress conditions but also promoted germination in low potential ranges. Moreover, it increased the rate in which moisture was absorbed especially under unfavorable conditions (low temperature, low water supply). The time needed for germination of the various fractions was reduced after the application of pretreatment. *Campo* variety responded best to the application of the pretreatment. More specifically, the *Lider* variety germinated better than the others only in regard to the control, at 12°C. *Campo* showed the highest germination among most temperatures as well as among the most

concentrations of osmotic solutions both before and after the application of the pretreatment. *Fantom* exhibited similar behavior to *Campo* for the two highest temperatures. In regard to water absorption *Campo* recorded the highest final moisture content in comparison to the other two. However, *Fantom* germinated with lower percentages of moisture absorption. After the pretreatment and at the three-hour measurement, *Campo* and *Fantom* reached 75% of the final moisture content, especially in the control. In the most osmotic potentials, after the application of the pretreatment, thermal time was reduced significantly in all three varieties.

Key words: cotton seed, germination, germination temperature, water stress, hydropriming.

## Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

### 1.1 Γενικά στοιχεία

#### 1.1.1 Η σημασία της καλλιέργειας του βαμβακιού παγκόσμια, στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα

Το βαμβάκι καλλιεργείται παγκοσμίως για την παραγωγή ινών για τη χρήση τους στην υφαντουργία. Συγκομίζεται σύσπορο και μετά ακολουθεί διαχωρισμός των σπόρων από τις ίνες (εκκοκκισμός). Οι ίνες επεξεργάζονται περαιτέρω ανάλογα με το είδος του υφάσματος που θα παραχθεί και κατόπιν υφαίνονται. Τα σπέρματα του βαμβακιού είναι πλούσια σε λιπαρά οξέα, τα οποία εξάγονται με σύνθλιψη και χρησιμοποιούνται για παραγωγή βρώσιμων ελαίων, μαργαρινών, σαπουνιού και πλαστικών (Gregory *et al.*, 1999). Το μέρος των σπερμάτων που έχει υποστεί αφαίρεση ελαίου, χρησιμοποιείται για παραγωγή ζωοτροφών (γνωστό ως βαμβακόπιτα), μιας και το προϊόν αυτό περιέχει έως 41% πρωτεΐνη (Smith, 1995). Τα εκκοκκισμένα σπέρματα καλύπτονται από τριχίδια, τα οποία μετά την απομάκρυνσή τους έχουν ποικίλες χρήσεις όπως, την παραγωγή στρωμάτων και παραγωγή κυτταρίνης για χημική χρήση ή για χρήση στη βιομηχανία των τροφίμων (Gregory *et al.*, 1999). Την καλλιεργητική περίοδο 2010-2011 καλλιεργήθηκαν στην Ελλάδα περίπου 3.000.000 στρέμματα και παρήχθησαν 280.000 τόνοι εκκοκκισμένου προϊόντος (Anonymus, 2011). Η παγκόσμια κατανομή των σημαντικότερων χωρών παραγωγής εκκοκκισμένου βαμβακιού φαίνεται στον Πίνακα 1 (Anonymus, 2011). Σε παγκόσμιο επίπεδο η χώρα μας κατέλαβε σε παραγωγή βαμβακιού την 12<sup>η</sup> θέση το έτος 2010. Η θέση της Ελλάδας κυμαίνεται ανάλογα με το ετήσιο ύψος παραγωγής των μεγαλύτερων βαμβακοπαραγωγικών χωρών. Τα τελευταία χρόνια κατέχει την 6<sup>η</sup> έως 8<sup>η</sup> θέση ως εξαγωγική χώρα ακατέργαστου βαμβακιού μετά τις ΗΠΑ, το Ουζμπεκιστάν, τις γαλλόφωνες αφρικανικές χώρες, την Αυστραλία και την Αργεντινή.

**Πίνακας 1:** Παραγωγή εκκοκκισμένου βαμβακιού στις 6 μεγαλύτερες χώρες παραγωγής παγκοσμίως (USDA, 2011).

Χώρα	Παραγωγή Εκκοκκισμένου βάμβακος 2010(εκ. τόνοι)
<b>Κίνα</b>	8.532
<b>Ινδία</b>	8.139
<b>ΗΠΑ</b>	5.633
<b>Πακιστάν</b>	2.784
<b>Ουζμπεκιστάν</b>	1.623
<b>Βραζιλία</b>	1.380

Η Ε.Ε. διαδραματίζει μικρό ρόλο στη διεθνή σκηνή, συμβάλλοντας μόνον κατά περίπου 2,5% στη συνολική παγκόσμια παραγωγή. Η παραγωγή βαμβακιού στην Ε.Ε. αφορά συγκεκριμένες χώρες, ενώ η εμπορία και η μεταποίηση του παρουσιάζει ενδιαφέρον για όλες σχεδόν. Οι μεγαλύτεροι καταναλωτές βαμβακιού στον κόσμο είναι οι χώρες με εδραιωμένες μεταποιητικές βιομηχανίες. Η Κίνα καταναλώνει το 25,4% της συνολικής ποσότητας βαμβακιού, ακολουθούμενη από την Ινδία, τις Η.Π.Α. και το Πακιστάν, ενώ η Κοινοτική κατανάλωση αντιστοιχεί στο 5% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. Οι κυριότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε κατανάλωση βαμβακιού είναι η Ιταλία, η Πορτογαλία, η Γαλλία και η Γερμανία (Townseed, 2000).

Έως και τις μέρες μας 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 0,5% του συνόλου της γεωργικής παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ήταν και παραμένει μια σημαντική καλλιέργεια για την Ελλάδα. Συμβάλλει κατά 79,4% στην συνολική ευρωπαϊκή παραγωγή βαμβακιού και αντιπροσωπεύει το 9,0% της συνολικής γεωργικής παραγωγής της χώρας μας (Tsaliki, 2005).

**Πίνακας 2:** Η Ευρωπαϊκή παραγωγή βάλβακος 2009-2010 (Eurostat, 2011).

	Ελλάδα			Ισπανία		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
<b>Έκταση(στρ.)</b>	2.326.150	2.603.230	2.800.000	564.700	621.667	664.593
<b>Παραγωγή Σύσπορου(τόνους)</b>	600.000	500.000	825.000	67.500	128.000	180.000

Στο παρελθόν η κατανάλωση βάλβακος στην Ευρωπαϊκή Ένωση άγγιζε το 5-6% της παγκόσμιας κατανάλωσης και κυμαινόταν μεταξύ 800.000 και 1.200.000 τόνων (Eurostat, 2000). Οι ανάγκες της Ε.Ε., οι οποίες υπερβαίνουν κατά πολύ την παραγωγή της, καλύπτονται με εισαγωγές από τρίτες χώρες. Η Ε.Ε., με 708.000 τόνους εισαγωγών (κατά το 2004) και 227.000 τόνους εξαγόμενου εκκοκκισμένου βάλβακος κατείχε την πρώτη θέση στις εισαγωγές, στην παγκόσμια αγορά. Κλείσιμο της ψαλίδας μεταξύ της κατανάλωσης και

της παραγωγής την περίοδο 2011/2012, προβλέπει το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α. (USDA, 2011). Η διαφορά τους πλέον μειώνεται στους 648.000 τόνους (γεγονός που παρατηρείται για πρώτη φορά από την περίοδο 2004/2005).

Σύμφωνα με καταγραφές της περιόδου 2008-2009 διαπιστώθηκε σημαντική μείωση της καλλιεργηθείσας έκτασης και της παραγωγής στις δύο βασικές χώρες καλλιέργειας βαμβακιού στην Ε.Ε. σε σχέση με το 2007-2008. Επίσης, σύμφωνα με πηγές του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ (Anonymous, 2011) υπήρξε εξαιρετικά σημαντική μείωση των εξαγωγών της εμπορικής περιόδου 2008/09 σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο, τόσο για την Ελλάδα (-24%), όσο και για την Ισπανία (-55.17%). Με βάση ελληνικά δεδομένα η καλλιεργηθείσα έκταση το 2008 ανήλθε σε 2.800.000 στρέμματα, με την παραγωγή σύσπορου βάμβακος να κυμαίνεται στο επίπεδο των 600.000 τόνων περίπου. Το 2010 καλλιεργήθηκαν στην Ελλάδα περίπου 3.000.000 στρέμματα και παρήχθησαν 280.000 τόνοι εκκοκκισμένου προϊόντος (ΥΠΑΑΤ, 2011). Σύμφωνα με τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία παρατηρήθηκε μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων της τάξεως του 18%, συνοδευόμενη με πτώση της παραγωγής κατά 25% περίπου, για την περίοδο 2008, ενώ για την περίοδο 2010 η πτώση της παραγωγής εκτιμάται περίπου 33%.

Η εξέλιξη της καλλιέργειας του βαμβακιού στην Ελλάδα είναι εντυπωσιακή. Η καλλιεργούμενη έκταση από 200.000 στρέμματα το 1930 έφτασε τα 2.000.000 στρέμματα το 1963 και ξεπέρασε τα 4.000.000 στρέμματα το 1998, εκ των οποίων το 95% είναι αρδευόμενες εκτάσεις. Το 2010 η καλλιεργούμενη έκταση μειώθηκε στα 2.550.000 στρέμματα. Οι ενισχύσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 1981 και μετά ήταν ο κυριότερος λόγος της μεγάλης εξάπλωσης της βαμβακοκαλλιέργειας (Οργανισμός Βάμβακος, 2001). Ακόμη πιο εντυπωσιακή υπήρξε η αύξηση της παραγωγής, η οποία ήταν αποτέλεσμα, τόσο της αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων, όσο και της αύξησης των αποδόσεων. Η μέση στρεμματική απόδοση σύσπορου βαμβακιού στο σύνολο της χώρας ήταν 55 kg το 1931, 110 kg το 1960, 257 kg το 1980 και 309 kg το 1994 ενώ το 2010 ήταν 196kg στο στρέμμα (ΥΠΑΑΤ, 2011). Η αύξηση των αποδόσεων οφείλεται στη βελτίωση των καλλιεργούμενων ποικιλιών, στην εκμηχάνιση, στη χρήση αγροχημικών και λιπασμάτων, στην επέκταση των αρδευόμενων εκτάσεων και στη βελτίωση των καλλιεργητικών τεχνικών (Αυγουλάς & Κούτρου, 1997).

**Πίνακας 3:** Η καλλιεργούμενη έκταση, παραγωγή και απόδοση της καλλιέργειας βαμβακιού στην Ελλάδα την περίοδο 2000-2010 (ΥΠΙΑΑΤ, 2011).

Έτος	Έκταση (στρέμματα)	Παραγωγή (τόνους)	Απόδοση (kg/στρ.)
2000	4.050.000	1.235.000	305
2001	3.787.378	1.246.839	329
2002	3.605.000	1.131.500	314
2003	3.671.000	972.000	265
2004	3.837.910	1.254.780	327
2005	3.630.000	946.000	261
2006	3.803.800	765.400	201
2007	3.387.240	668.181	197
2008	2.841.570	670.000	236
2009	2.330.000	600.000	258
2010	2.550.000	500.000	196

Αντίστοιχα, η παραγωγή του βαμβακιού στη Ελλάδα από 362.000 τόνους το 1980, έφτασε τους 663.000 τόνους το 1990, ανήλθε στους 1.368.000 τόνους το 2001 και κυμάνθηκε μέχρι και το 2005 περίπου στους 1.100.000 τόνους σύσπορο βαμβάκι ή 400.000 περίπου εκκοκκισμένο. Το 2010 η παραγωγή ανήλθε μόλις στους 500.000 τόνους (ΥΠΙΑΑΤ, 2011). Η παραγωγή αυτή κατέτασσε την χώρα μας στην 9<sup>η</sup> θέση μεταξύ των μεγαλύτερων βαμβακοπαραγωγών χωρών του κόσμου, ενώ πλέον η χώρα μας κατατάσσεται στην 12<sup>η</sup> θέση (Anonymus, 2011). Με εξαίρεση την Ισπανία, η οποία παράγει μικρή ποσότητα βάμβακος, η Ελλάδα είναι η μόνη κατ' ουσία βαμβακοπαραγωγός χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (έχει το 80% περίπου της παραγωγής) και δεύτερη στην Ευρώπη, μετά τη Ρωσία (Bartzialis & Galanopoulou, 2005).

Οι κυριότερες περιοχές παραγωγής βαμβακιού στην Ελλάδα είναι η Θεσσαλία, η Μακεδονία, η Θράκη και η Στερεά Ελλάδα (Εικόνα 1). Στη Θεσσαλία, η καλλιέργεια του βαμβακιού αποτελεί το 60% των αρόσιμων εκτάσεων και υπάρχει μια τάση προς τη μονοκαλλιέργεια, ενώ στην περιοχή της Στερεάς Ελλάδας η καλλιέργεια του βαμβακιού καταλαμβάνει περίπου το μισό της καλλιεργήσιμης γης. Ο τομέας του βάμβακος στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μικρές, υψηλής εξειδίκευσης εκμεταλλεύσεις (Tsaliki, 2005).



**Εικόνα 1:** Οι κύριες περιοχές καλλιέργειας βαμβακιού στην Ελλάδα (Tsaliki, 2005)

### 1.1.2 Η καλλιέργεια βαμβακιού στην Ελλάδα

Η γεωργία στη χώρα μας εξακολουθεί να κατέχει δεσπόζουσα θέση στην ελληνική οικονομία. Το ακαθάριστο γεωργικό προϊόν συνεχίζει να αυξάνεται, παρόλο που η συμμετοχή του ως ποσοστό στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν συνεχώς μειώνεται (Λιανός κ.α. 1998; Κιτσοπανίδης & Καμενίδης, 2003). Στη διαμόρφωση της ακαθάριστης αξίας της γεωργικής παραγωγής της χώρας μας, το βαμβάκι κατέχει την πρώτη θέση συμμετέχοντας με ποσοστό 12% (Κιτσοπανίδης & Καμενίδης, 2003). Δικαιολογημένα από πολλούς χαρακτηρίζεται ως «εθνικό προϊόν» ή «λευκός χρυσός» της πατρίδας μας (Ρουσόπουλος 1995; Μυγδάκος, 1995; Αυγουλάς & Κούτρου, 1997).

Στην Ελλάδα οι ποικιλίες βαμβακιού που καλλιεργούνται ανήκουν στο είδος *Gossypium hirsutum* L.. Το βαμβάκι καλλιεργείται σε ένα γεωγραφικό πλάτος μεταξύ των 35°B- 41°B και μόνο το 0,5% καλλιεργείται νοτιότερα από τον 38°B παράλληλο (Kosmidou & Rousopoulos, 1988). Το κλίμα της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από υψηλή αστάθεια κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο, στοιχείο που ασκεί μεγάλη επίδραση στην

βαμβακοκαλλιέργεια μιάς και οι δύο εποχές είναι κρίσιμες για τα αντίστοιχα στάδια ανάπτυξης (φύτρωμα- ωρίμανση) (Domenikiotis *et al.*, 2003). Η αστάθεια κατά τις εποχές αυτές είναι αποτέλεσμα των δύο διαφορετικών κλιμάτων που επικρατούν στον Ελλαδικό χώρο, του Μεσογειακού και του Ηπειρωτικού κλίματος. Οι πεδιάδες στις οποίες εγκαθίσταται η καλλιέργεια έχουν συνήθως αλλουβιακά εδάφη, κάτι που θεωρείται ιδανικό για το βαμβάκι και όταν οι υπόλοιπες συνθήκες είναι ευνοϊκές, οι αποδόσεις είναι υψηλές. Το αρδευτικό νερό προέρχεται κατά 46% από επιφανειακά ύδατα και κατά 54% από υπόγεια ύδατα. Εάν οι βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του προηγούμενου χειμώνα είναι περιορισμένες, η ανεπάρκεια αρδευτικού νερού είναι συνήθης (όπως τα έτη 1977, 1978, 1985) (Kosmidou & Rousopoulos, 1988).

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του βαμβακιού απαιτεί 170-210 μέρες για τη συμπλήρωση του βιολογικού της κύκλου, ανάλογα με την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες. Ο βιολογικός κύκλος της καλλιέργειας του βαμβακιού μπορεί να χωριστεί σε πέντε στάδια ανάπτυξης (Danalatos, 2007). Πρώτο στάδιο είναι το φύτρωμα που περιλαμβάνει την περίοδο από τη σπορά μέχρι την ανάδυση των φυταρίων, όπου το υποκοτύλιο με τις κοτυληδόνες διαπερνούν την εδαφική επιφάνεια (Meier, 1997). Το φύτρωμα διαρκεί συνήθως 8-10 μέρες, αλλά σε χρονιές με μη ιδανικές καιρικές συνθήκες μπορεί να διαρκέσει από δύο έως τέσσερις εβδομάδες. Δεύτερο στάδιο αποτελεί η πρώτη ανάπτυξη, που χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας, την έκπτυξη των κοτυληδόνων και την εμφάνιση του πρώτου πραγματικού φύλλου. Αυτό το στάδιο διαρκεί, ανάλογα πάντα με τις καιρικές συνθήκες, 35-50 μέρες. Το τρίτο στάδιο αποτελεί η εμφάνιση της ταξιανθίας και είναι η περίοδος από την εμφάνιση του πρώτου φύλλου, μέχρι την εμφάνιση του πρώτου άνθους. Διαρκεί συνήθως 20-25 μέρες. Ως τέταρτο στάδιο αναφέρεται η άνθιση και ο σχηματισμός καρπών. Διαρκεί 45-50 μέρες και διακρίνεται από το πρώτο ανοιγμένο άνθος και τελειώνει όταν σχεδόν όλοι οι κάψες έχουν συμπληρώσει το τελικό μέγεθός τους. Πέμπτο και τελευταίο στάδιο αποτελεί η ωρίμανση των καρπών όπου διαρκεί 45-70 μέρες ανάλογα με την ποικιλία και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Χαρακτηρίζεται από το άνοιγμα των πρώτων καψών έως ότου το 90% των καψών έχουν ανοίξει (Meier, 1997).



### **1.1.3 Η σποροκαλλιέργεια βαμβακιού στην Ελλάδα**

Η σποροκαλλιέργεια είναι ανεπτυγμένη στην τοπική βιομηχανία που σχετίζεται με το βαμβάκι. Ένας από τους βασικούς περιορισμούς για την παραγωγή υψηλής ποιότητας σπόρων (με σημείο αναφοράς την υψηλή ευρωστία του σπόρου) είναι το υγρό και θερμό κλίμα που επικρατεί στο στάδιο ωρίμανσης των σπόρων, το οποίο προκαλεί οψίμιση της παραγωγής. Η σποροκαλλιέργεια βαμβακιού πραγματοποιείται σε κεντρικές και βόρειες περιοχές της χώρας και ορισμένες φορές νοτιότερα. Αν και μερικές ποικιλίες έχουν προσαρμοστεί στις ελληνικές περιβαλλοντικές συνθήκες με υψηλή απόδοση, η ποιότητα των παραγόμενων σπόρων τους είναι μερικές φορές κατώτερη σε σύγκριση με τους εισαγόμενους σπόρους. Αξιοσημείωτο είναι ότι ενώ μέχρι το 1995 το 50% των σπόρων βαμβακιού που χρησιμοποιούνταν στην Ελλάδα παράγονταν στην Ελλάδα, το 2005 το ποσοστό μειώθηκε στο 10-12% (Efthimiadis, 2005).

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που πιθανόν να επηρεάζουν την ποιότητα των σπόρων, όπως οι ακατάλληλες γεωργικές πρακτικές. Ειδικότερα τα διαστήματα μεταξύ των φυτών, τα ανεπαρκή συστήματα άρδευσης, οι καταπονήσεις από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες σε ευαίσθητες ποικιλίες, ο χρόνος συγκομιδής και οι συνθήκες μετά την συγκομιδή (κατά την αποθήκευση και την εκκόκκιση) (Khah & Passam, 1994; Gürsoy *et al.*, 2011).

### **1.1.4 Σημερινή κατάσταση στην Ελλάδα προβλήματα**

Το σημαντικό αυτό προϊόν, όπως και η γεωργία στο σύνολό της, τόσο σε εθνικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, αντιμετωπίζουν τα τελευταία χρόνια διάφορες προκλήσεις σχετικά με την αύξηση του κόστους παραγωγής, την έλλειψη αρδευτικού ύδατος και το αυξημένο ενδιαφέρον του κόσμου αναφορικά με τις συνέπειες της αγροτικής παραγωγής στο περιβάλλον. Το γεγονός αυτό είναι απόρροια των μεγάλων εισροών πρώτων υλών και ενέργειας, πάνω στις οποίες στηρίχτηκε η γεωργία την τελευταία πεντηκονταετία, οι οποίες είχαν θετική μεν επίδραση στην αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών, αρνητική δε στο περιβάλλον και στην υγεία των ανθρώπων, των ζώων κλπ. (Gliessman *et al.* 1990; Lampkin 1990; McCauley 1999). Αυτό αφορά ιδιαίτερα τη βαμβακοκαλλιέργεια, η οποία θεωρείται διεθνώς ο κύριος καταναλωτής αγροχημικών, το κόστος των οποίων ξεπερνά το 50% του συνολικού κόστους παραγωγής του προϊόντος, αποτελώντας το σημαντικότερο παράγοντα ρύπανσης των υδάτων (Beltrao *et al.*, 1994; ICAC, 1994).

Απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγή βάμβακος, το οποίο θα είναι ανταγωνιστικό στην διεθνή αγορά, είναι η παραγωγή ινών καλής ποιότητας. Το πρώτο κρίσιμο στάδιο στην παραγωγή ινών είναι η ποικιλιακή πανσπερμία (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί σημαντικά ο αριθμός των ποικιλιών που καλλιεργούνται, με αποτέλεσμα την παραγωγή ανομοιόμορφου προϊόντος. Εκτιμάται ότι μετά το 1993 οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βαμβακιού αυξήθηκαν από 5 σε 75 (European Commission, 2007). Η έλλειψη τυποποίησης αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της εμπορίας που καλείται να αντιμετωπίσει το Ελληνικό βαμβάκι (Γαλανοπούλου- Σενδούκα, 2002). Επίσης, ο χειρισμός που γίνεται από τους παραγωγούς κατά τη συλλογή είναι πολλές φορές ακατάλληλος (υπερβολική υγρασία, μη εφαρμογή αποφύλλωσης) (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1997). Επιπρόσθετα, η μη ύπαρξη κατάλληλης υποδομής για αποθήκευση από τον παραγωγό οδηγεί στην απευθείας μεταφορά του στα εκκοκκιστήρια, στη δημιουργία συνωστισμού και ανάμιξης διαφορετικών ποικιλιών, κατά την παράδοση σε περιόδους αιχμής και τελικά στην υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1997).

Η εκκόκκιση του βαμβακιού είναι το δεύτερο κρίσιμο στάδιο της παραγωγής ινών και είναι καθοριστικής σημασίας για την τύχη των προϊόντων που θα παραχθούν. Το Ελληνικό βαμβάκι έχει πολλά από τα επιθυμητά αγρονομικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά όταν είναι ακόμη στο φυτό (μήκος ίνας, χρώμα, αντοχή, λευκότητα κ.ά.). Η μεταχείρισή του όμως από το στάδιο της συγκομιδής, μέχρι τη δεματοποίηση του πλέον σαν εκκοκκισμένο, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, δεν είναι η ενδεδειγμένη, με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν που θα παραχθεί να είναι υποβαθμισμένης ποιότητας (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1997).

Η καλλιέργεια του βαμβακιού στα ίδια χωράφια για πολλά χρόνια χωρίς αμειψισπορά υποβαθμίζει επίσης την ποιότητα. Συγκριτικά με το κόστος παραγωγής κύριων βαμβακοπαραγωγικών χωρών σε όλο τον κόσμο, το μέσο κόστος παραγωγής στη χώρα μας βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα. Το υψηλό ενοίκιο του εδάφους, το κόστος των εισαγόμενων μηχανημάτων (ιδίως των βαμβακοσυλλεκτικών), η πολυτεμαχισμένη γεωργική εκμετάλλευση, η προσπάθεια αύξησης των αποδόσεων με οποιοδήποτε κόστος, όπως και άλλοι παράγοντες, συμβάλλουν σημαντικά στο υψηλό επιχειρηματικό κόστος παραγωγής. Επίσης, το παγκόσμιο φαινόμενο της στασιμότητας στην αύξηση των αποδόσεων, που ισχύει και για τη χώρα μας, επιδρά στη μείωση του εισοδήματος των παραγωγών (ICAC, 1998). Ήδη, σε παγκόσμιο επίπεδο γίνονται συζητήσεις για τους τρόπους μείωσης του κόστους

παραγωγής, αφού η ζήτηση και οι τιμές είναι χαμηλές. Πρόβλημα αποτελεί επίσης η στασιμότητα και κάμψη της ανάπτυξης της ελληνικής κλωστοϋφαντουργίας, που μεταξύ άλλων περιορίζει τη ζήτηση στην εσωτερική αγορά, αλλά και οι εξελίξεις της παγκόσμιας αγοράς που οδηγούν σε δυσκολίες εξασφάλισης σταθερών αγορών και σε μείωση της ανταγωνιστικότητας. Επίσης οι περιορισμοί στις ενισχύσεις της Ε.Ε, οι προτάσεις πολλών βαμβακοπαραγωγικών χωρών για μηδενισμό των ενισχύσεων παραγωγής βαμβακιού και η αβεβαιότητα ως προς τη συνέχιση του ίδιου καθεστώτος και του ύψους των ενισχύσεων στα πλαίσια της αναμόρφωσης της Κ.Α.Π. της Ε.Ε., επιτείνουν τα προβλήματα της βαμβακοκαλλιέργειας. Στα παραπάνω θα μπορούσε να προστεθεί και η αποδυνάμωση της τεχνικής-επιστημονικής στήριξης-προσφοράς υψηλού επιπέδου υπηρεσιών του τομέα βαμβακιού. Οι επενδύσεις σήμερα στη βαμβακοκαλλιέργεια έχουν μεγάλη αβεβαιότητα, λόγω της ρευστότητας των εξελίξεων του τομέα. Μείωση των επενδύσεων πιθανώς θα προκαλέσει και περαιτέρω αύξηση του κόστους παραγωγής, επιδεινώνοντας ακόμα περισσότερο την κατάσταση (ICAC, 1998).

Η ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος συνδέεται κύρια με κλιματικούς παράγοντες, αλλά επιτείνεται ακόμη περισσότερο από την τεχνική της καλλιέργειας που εφαρμόζεται με στόχο τις υψηλές αποδόσεις (υπερβολικές αρδεύσεις, λιπάνσεις, οψιμότητα) (Μάττας & Πολύμερος, 1999; Παπακώστα – Τασοπούλου, 2002). Σε συνδυασμό με την ανάγκη για περιορισμό του κόστους παραγωγής, η βαμβακοκαλλιέργεια πρέπει να απομακρυνθεί από την επιδίωξη της μεγιστοποίησης των αποδόσεων και να προσανατολιστεί στην οικονομικότητα της απόδοσης και την αναβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος. Έτσι, η άμεση λήψη μέτρων για την ορθολογική χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και αρδευτικού νερού, που έχει ήδη ανακοινώσει το Υπουργείο Γεωργίας, είναι ενέργεια που οδηγεί την καλλιέργεια στη σωστή κατεύθυνση, αρκεί να γίνει αυστηρή εφαρμογή τους. Τα μέτρα αυτά κρίνονται αναγκαία, όχι μόνο για λόγους οικονομικότητας, αλλά και προστασίας του περιβάλλοντος. Ιδιαίτερα όσον αφορά το αρδευτικό νερό, η έλλειψη του είναι πλέον, όχι μόνο ορατή αλλά και αισθητή. Η κακή διαχείριση του νερού είχε αποτέλεσμα τεράστιες απώλειες, τόσο κατά τη μεταφορά του, όσο και κατά την εφαρμογή στο χωράφι (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1997). Επιπλέον, έχουν δρομολογηθεί εξελίξεις για μεταβολές στους φορείς τεχνικής στήριξης και διαχείρισης των ενισχύσεων, που και αυτές θα επηρεάσουν τη δυναμικότητα του προϊόντος. Η παραγωγή βέβαια προϊόντων βαμβακιού υψηλής ποιότητας προαπαιτεί επιμελημένη προσπάθεια του ίδιου του παραγωγού και όλων των εμπλεκόμενων

παραγόντων της μεταποίησης του, αλλά και υποδομές, έρευνα και τεχνογνωσία που θα παράσχει κυρίως το κράτος.

## 1.2 Ο Σπόρος του βαμβακιού

### 1.2.1 Σύσταση σπερμάτων

Η χημική σύσταση των σπερμάτων του βαμβακιού μετά την αφαίρεση της λίντας (λίντερ) φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 4):

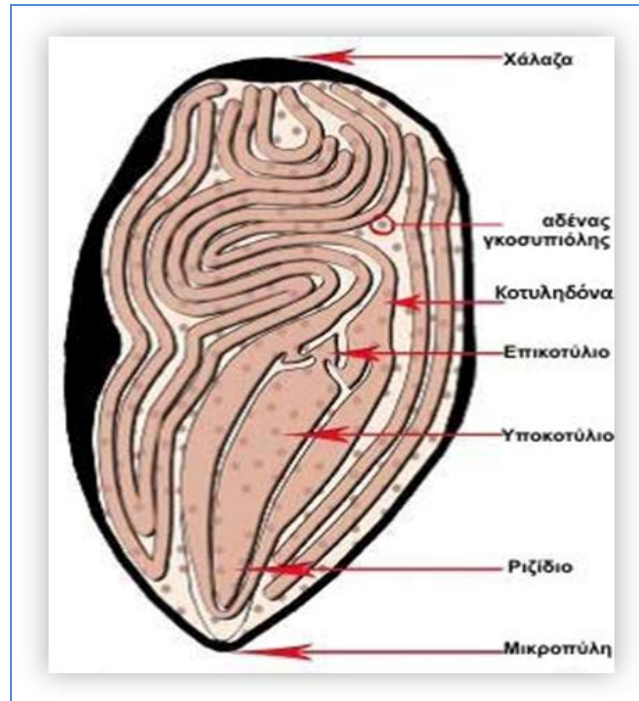
**Πίνακας 4:** Χημική σύσταση του σπόρου του βαμβακιού μετά την αφαίρεση του χνουδιού (ή λίντερ) (Kohel & Lewis, 1984).

Σύσταση	Ποσοστό %
Ξηρά Ουσία	90%
Ολική πρωτεΐνη	25,6%
Λιπαρά	23,6%
Ασβέστιο	0,12%
Φώσφορος	0,50%
Κάλιο	1,18%
Μαγνήσιο	0,41%
Μη ινώδεις υδατάνθρακες	9,4%
Ολικά σάκχαρα	6,8%
Τέφρα	4,4%
Ίνες διαφόρων ειδών	13,8%
Λυσίνη	3,2%
Ολική γκοσσυπόλη	0,99%

### 1.2.2 Ανατομία σπερμάτων

Το σπέρμα του βαμβακιού περιέχει όλα τα απαραίτητα όργανα για την ανάπτυξη και ανάπτυξη του φυταρίου. Το σπέρμα είναι σφηγοειδές στο ένα άκρο (μικροπύλη) και στρογγυλοποιείται, από την άλλη (χάλαζα). Η άκρη της πρωτογενούς ρίζας ή ριζίδιο, τοποθετείται απέναντι από τη μικροπύλη και οι καταβολές του βλαστιδίου και των κοτυληδόνων είναι εμφανείς εντός του σπέρματος (Εικ. 2). Η χάλαζα είναι η κύρια περιοχή απορρόφησης του νερού και του οξυγόνου κατά τη διάρκεια της βλάστησης. Η άκρη του ριζιδίου είναι το πρώτο μέρος του φυτού που εμφανίζεται μέσα από τη μικροπύλη. Οι κοτυληδόνες αναλαμβάνουν τη θρέψη του νέου σπορόφυτου και βρίσκονται διπλωμένες στο

εσωτερικό του σπέρματος, με το υποκοτύλιο κάτω από αυτές, το οποίο θα επιμηκυνθεί και θα ωθήσει το σπορόφυτο προς την επιφάνεια του εδάφους. Οι αδένες γκοστυπόλης είναι ορατοί σε όλο το εσωτερικό του σπέρματος, αλλά και στους ιστούς των αρτιβλάστων.



*Εικόνα 2* : Ανατομία του σπέρματος βαμβακιού, (Ritchie *et al.* 2004).

### 1.2.3 Βλαστικότητα - Φάσεις βλάστησης - Διεργασίες στη διάρκεια της βλάστησης

#### 1.2.3.1 Βλαστικότητα



*Εικόνα 3*: Βλαστημένος Σπόρος Βαμβακιού.

Ως βλαστικότητα των σπερμάτων ορίζεται η ικανότητα του εμβρύου να αναπτύσσεται σε σπορόφυτο μετά την παράκαμψη του ληθάργου που συνήθως ακολουθεί την ωρίμανση του εμβρύου. Στο βαμβάκι, ως εμπειρικός δείκτης ποιότητας του σπόρου, χρησιμοποιείται συχνά η περιεκτικότητά του σε ελεύθερα λιπαρά οξέα. Όταν η συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων είναι μεγαλύτερη από 8%, η βλαστικότητα των σπερμάτων είναι χαμηλή, ενώ για τη διάθεση του σπόρου για συστηματική καλλιέργεια, απαιτείται συγκέντρωση λιπαρών οξέων χαμηλότερη από 1% (Hoffrauir *et al.*, 1950).

Μορφολογικά, στην αρχή το φύτρωμα χαρακτηρίζεται από την επιμήκυνση του ριζιδίου, το οποίο εξέρχεται από τη μικροπύλη και μετά από ορισμένες ώρες αρχίζει να επιμηκύνεται το βλαστίδιο μέσω της επιμήκυνσης του υποκοτυλίου. Η διαδικασία ξεκινά με το νερό να διαπερνά το περίβλημα του σπόρου στην περιοχή της χάλαζας με διάχυση. Έπειτα διογκώνονται τα κύτταρα του περισπεμίου και απομακρύνεται η καλύπτρα. Έτσι, δημιουργούνται εσωτερικές δυνάμεις στο σπόρο που έχουν σαν αποτέλεσμα την διάρρηξη του ιστού του περισπεμίου. Ακολουθεί ενυδάτωση των κοτυληδόνων και ενεργοποίηση του ενζυμικού μηχανισμού βλάστησης. Η ανάδυση του φυταρίου και των κοτυληδόνων πραγματοποιείται με τη βοήθεια του υποκοτυλίου, που πριν εξέλθει από το έδαφος κυρτώνει και παίρνει μορφή ανεστραμμένου άγκιστρου, ενώ μετά την επαφή του με το φως στις πρώτες ώρες ευθυτενίζεται.

Φυσιολογικά καθώς η βλάστηση αρχίζει, μπαίνουν σε κινητοποίηση πολλές μεταβολικές διαδικασίες που μέχρι στιγμής ήταν σε αδράνεια. Οι λειτουργικές αυτές δραστηριότητες συμπεριλαμβάνουν την ενυδάτωση των σπερμάτων, την αύξηση της αναπνοής, ενεργοποίηση ενζύμων, αύξηση νουκλεϊνικών οξέων, αποικοδόμηση αποταμιευμένων θρεπτικών ουσιών και μεταφορά αποικοδομημένων προϊόντων στο έμβρυο, όπου συντίθενται κυτταρικά συστατικά και τέλος αύξηση της κυτταρικής διαίρεσης και επιμήκυνσης. Η σειρά των μεταβολικών διαδικασιών δεν είναι ξεκάθαρη, ενώ υπάρχει σημαντική αλληλοκάλυψη (Καράταγλης, 1995).

### **1.2.3.2 Φάσεις Φυτρώματος**

Η διαδικασία απορρόφησης νερού από ώριμους σπόρους χωρίζεται σε τρεις φάσεις, μια αρχική φάση με ταχεία απορρόφηση νερού (φάση I), ακολουθούμενη από μια φάση ισορροπίας (φάση II). Περαιτέρω αύξηση στην απορρόφηση νερού εμφανίζεται μόνο όταν το φύτρωμα έχει ολοκληρωθεί (φάση III), κατά την επιμήκυνση των εμβρυακού άξονα. Ως εκ τούτου σπόροι που βρίσκονται σε λήθαργο δεν ολοκληρώνουν το φύτρωμα τους και δεν εισέρχονται στην φάση III (Bewley, 1997).

Κατά την είσοδο του νερού στα κύτταρα των σπόρων (φάση I), προκαλείται προσωρινή διαταραχή των δομικών συστατικών του σπόρου και συγκεκριμένα των μεμβρανών. Συνέπεια αυτού είναι η άμεση και ταχεία μεταφορά διαλυμένων ουσιών και μεταβολιτών με χαμηλό μοριακό βάρος, συστατικών του σπόρου, στο περιβάλλον διάλυμα απορρόφησης. Αυτή η μετάβαση είναι ενδεικτική της λειτουργίας των φωσφολιπιδίων,

συστατικών των μεμβρανών (Crowe & Crowe, 1992). Μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα επανενυδάτωσης, οι μεμβράνες επιστρέφουν στην πιο σταθερή τους σύνθεση και η μεταφορά διαλυμένων ουσιών είναι πλέον περιορισμένη.

Ο τρόπος επιδιόρθωσης των 'ζημιών' που προκαλούνται στις μεμβράνες και στα οργανίδια αυτών κατά την ενυδάτωση και αφυδάτωση του σπόρου είναι ακόμη άγνωστος. Παρόλα αυτά, κατά τη διάρκεια της ενυδάτωσης των σπόρων βαμβακιού, η συγκέντρωση της N-acetylphosphatidylethanolamin, μίας ένωσης που προσδίδει σταθερότητα στις μεμβράνες, αυξάνεται, όπως και η αντίστοιχη σύνθεση. Αυτά τα μόρια μπορεί να συμμετέχουν στη διατήρηση ή την ενίσχυση της ακεραιότητας της μεμβράνης (Sandoval *et al.*, 1995).

Μετά την απορρόφηση, η φάση της ισορροπίας επαναφέρει τη μεταβολική δραστηριότητα στους σπόρους. Οι δομές και τα ένζυμα που είναι αναγκαία για αυτή την επαναφορά της μεταβολικής δραστηριότητας θεωρείται γενικότερα ότι είναι παρόντα στον ξηρό σπόρο, έχοντας επιβιώσει, τουλάχιστον εν μέρει ανέπαφα, από τη φάση της ξήρανσης κατά την ωρίμανση των σπόρων. Επανείσοδος νερού κατά τη διάρκεια της ενυδάτωσης είναι επαρκής για την επαναλειτουργία των μεταβολικών δραστηριοτήτων, με επαναδημιουργία ή αντικατάσταση των αναγκαίων συστατικών, καθιστώντας το έτσι μέσα σε λίγες ώρες πλήρως μεταβολικό.

Η πρώτη αλλαγή που παρατηρείται κατά την απορρόφηση του νερού είναι η επανέναρξη της αναπνευστικής δραστηριότητας, η οποία εντοπίζεται εντός των πρώτων λεπτών. Μετά από μία απότομη αρχική αύξηση στην κατανάλωση οξυγόνου, το ποσοστό μειώνεται μέχρι το ριζίδιο να διαπεράσει το περίβλημα. Εκείνη τη στιγμή μία ακόμη έντονη αναπνευστική δραστηριότητα λαμβάνει χώρα (Botha *et al.*, 1992; Bewley & Black, 1994). Τα μονοπάτια της γλυκολυτικής και οξειδωτικής πεντόζης, της φωσφάτης, επαναλαμβάνονται κατά την διάρκεια της φάσης I και τα ένζυμα αυτά υπεισέρχονται στο κύκλο του Krebs' ο οποίος ενεργοποιείται (Nicolas & Aldasoro, 1979; Salon *et al.*, 1988). Σπόροι πολλών ειδών κατά τη διαδικασία βλάστησης, συχνά παράγουν αιθανόλη (Morohashi & Shimokoriyama, 1972). Αυτό είναι αποτέλεσμα μιας εσωτερικής ανεπάρκειας οξυγόνου που προκαλείται εξαιτίας των περιορισμών στη διάχυση του οξυγόνου από τις δομές που περιβάλλουν το σπόρο και από την πυκνή εσωτερική δομή των περισσότερων σπόρων. Αυτή η έλλειψη οξυγόνου μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση παραγωγής πυροσταφυλικού οξέως που

χρησιμοποιείται στον κύκλο του Kreb's και στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων. Οι ιστοί του ώριμου σπόρου περιέχουν μιτοχόνδρια και παρόλο που τα οργανίδια έχουν διαφοροποιηθεί ελάχιστα κατά την ωρίμανση, περιέχουν επαρκή ένζυμα για τον κύκλο του Kreb's, ενώ οι οξειδάσες παρέχουν επαρκείς ποσότητες ATP για την υποστήριξη του μεταβολισμού για αρκετές ώρες μετά την απορρόφηση του νερού (Ehrenschaft & Brambl, 1990; Attucci *et al.*, 1991).

Κατά τη διαδικασία του φυτρώματος των εμβρύων υπάρχουν δύο διαφορετικά πρότυπα ανάπτυξης των μιτοχονδρίων. Οι διαφορετικοί τρόποι ανάπτυξης όπου εντοπίζονται κυρίως στις κοτυληδόνες, εξαρτώνται από τα αποθηκευμένα θρεπτικά στοιχεία στο σπόρο. Σε σπόρους που αποθηκεύεται άμυλο, κυριαρχεί η επιδιόρθωση και η ενεργοποίηση των προϋπάρχοντων οργανιδίων, ενώ σε σπόρους που αποθηκεύεται έλαιο παράγονται νέα μιτοχόνδρια (Morohashi & Bewley, 1980; Morohashi, 1986).

### **1.2.3.3 Διεργασίες στη διάρκεια της βλάστησης**

Η αύξηση της ενυδάτωσης συνδέεται με την κυτταρική διαίρεση και επιμήκυνση των αυξανόμενων μερών, καθώς και με την απελευθέρωση των ορμονών, που διεγείρουν το σχηματισμό και τη δραστηριότητα των ενζύμων (Καράταγλης, 1995). Πριν από τη βλάστηση, το ώριμο σπέρμα είναι αφυδατωμένο (περιέχει περίπου 11% υγρασία) και είναι μεταβολικά αδρανές. Η διαδικασία βλάστησης, αρχίζει με ταχεία απορρόφηση νερού η οποία συνεχίζεται αργότερα με μικρότερη ταχύτητα. Η απορρόφηση νερού συνεχίζεται έως ότου το ποσοστό νερού στο σπέρμα φτάσει περίπου το 60% του αρχικού ξηρού βάρους (Christiansen & Rowland, 1981). Στους 30°C η ενυδάτωση μπορεί να γίνει σε 4-5 ώρες, αν και ο ρυθμός διαφέρει μεταξύ των ειδών του γένους *Gossypium* (Cole & Christiansen, 1975). Το νερό μπαίνει αρχικά από τη χάλαζα, ακολουθεί τους ιστούς γύρω από το έμβρυο και κατευθύνεται στο ριζίδιο που είναι το πρώτο σημείο ενυδάτωσης του εμβρύου. Υπάρχουν σπόροι που έχουν αδιαπέραστο από το νερό περίβλημα, οι οποίοι λόγω κληρονομικότητας έχουν κλειστή τη χάλαζα με πεντοζάνες, λιγνίνες, κηρώδεις και άλλες αδιάλυτες στο νερό ουσίες (Christiansen & Rowland, 1981). Τα σπέρματα του βαμβακιού υπόκεινται σε χημική αφαίρεση των ινών (λιντάρισμα) για βελτίωση των χαρακτηριστικών τους (λ.χ. ευκολότερος χειρισμός από σπартικές μηχανές), αλλά και για τη βελτίωση της ενυδάτωσης του σπέρματος που διευκολύνει τη βλάστηση (Kohel & Lewis, 1984). Οι Kerby *et al.* (1996), αναφέρουν ότι ο «μαύρος σπόρος», δηλαδή ο σπόρος στον οποίο έχουν αφαιρεθεί οι ίνες, έχει σημαντικά



μεγαλύτερες πιθανότητες να δώσει φυτάριο από ότι ο σπόρος με ίνες. Αυτό οφείλεται στην αυξημένη επαφή με το έδαφος που έχει το επεξεργασμένο σπέρμα που έχει ως συνέπεια την αποτελεσματικότερη ενυδάτωσή του. Με την απορρόφηση του νερού και την ενυδάτωση των μακρομορίων του σπέρματος αρχίζει η κινητοποίηση μιας σειράς μεταβολικών διαδικασιών. Τα σκληρά περιβλήματα μαλακώνουν, αρχίζει η σύνθεση ή η ενεργοποίηση διαφόρων ενζύμων, ενώ η διόγκωση του εμβρύου διαρρηγνύει το περίβλημα επιτρέποντας την εμφάνιση του ριζιδίου (Καράταγλης, 1995).

Η μεταβολική δραστηριότητα κατά τη βλάστηση είναι πολύπλοκότερη από κάθε άλλη φάση ανάπτυξης του φυτού. Κινητοποιούνται και μεταφέρονται αποθηκευμένα συστατικά, εκλύεται και αναλύεται ενέργεια και αναπτύσσονται μεταβολικά συστήματα, καθώς σχηματίζονται νέα προϊόντα. Η αναπνευστική δραστηριότητα αρχικά είναι αυξητική μέχρι ένα μέγιστο πρόσληψης οξυγόνου. Η αναπνοή περιλαμβάνει την οξειδωτική διάσπαση των οργανικών αποταμιευτικών συστατικών του σπέρματος (αμυλόκοκκοι, σάκχαρα, οργανικά οξέα, τριγλυκερίδια), με την οποία αποδίδονται μεγάλα ποσά ενέργειας με την μορφή ATP (Καράταγλης, 1995). Η μεγάλη συγκέντρωση ενώσεων διαφόρων μορφών φωσφορικής αδενοσίνης (AMP, ADP, ATP) σημαίνει και έντονη αναπνευστική δραστηριότητα.

Τα σπέρματα των φυτών αποθηκεύουν αποθησαυριστικές ουσίες με βάση τον άνθρακα για τη βλάστηση των σπερμάτων και την εγκατάσταση των νεαρών φυταρίων. Οι αποθησαυριστικές μορφές του άνθρακα είναι λιπίδια, υδατάνθρακες, κυρίως με τη μορφή του αμύλου, και πρωτεΐνες (Bewley & Black, 1994). Πολλά φυτά, όπως το βαμβάκι, αποθηκεύουν στα σπέρματά τους λιπίδια, τα οποία χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας και βιοσυνθετικών πρόδρομων ενώσεων κατά τη βλάστηση, πριν αναπτυχθούν οι φωτοσυνθετικοί μηχανισμοί. Στο βαμβάκι, κατά μέσο όρο, το σπέρμα περιέχει 16,2% υδατάνθρακες, 23,6% λιπαρές ουσίες και 25,6% πρωτεΐνη (Kohel & Lewis 1984). Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα για την αποδόμηση των λιπαρών οξέων, στο βαμβάκι, αποτυπώνονται παρακάτω (Σχήμα 1).



**Σχήμα 1:** Το μονοπάτι της γλυκονεογένεσης (Kohel & Lewis, 1984)

Η αύξηση του εμβρύου απαιτεί θρεπτικές ουσίες και ενέργεια, τα οποία προμηθεύεται από την αποικοδόμηση των πλούσιων σε ενέργεια μορίων (αμύλου, λιπιδίων, πρωτεϊνών). Στα βλαστώνοντα σπέρματα, η ενεργός νεογλυκογένεση παρέχει γλυκόζη για τη σύνθεση σακχαρόζης και πολυσακχαριτών που προέρχονται από τις εξόζες. Όλα τα ένζυμά της έχουν δημιουργηθεί κατά τη μορφογένεση και παραμένουν στα μιτοχόνδρια και στα γλυοξυσώματα (Trelease *et al.*, 1971). Στο αναπτυσσόμενο φυτό η σακχαρόζη προσφέρει μεγάλο μέρος της ενέργειας και των σκελετών άνθρακα που απαιτούνται για την αρχική αύξηση. Δευτερευόντως, εκκρίνονται υδρολυτικά ένζυμα που η λειτουργία τους είναι να αποδομήσουν τα κυτταρικά τοιχώματα περιοχών του περιβλήματος των σπερμάτων, απομακρύνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τα μηχανικά εμπόδια για την έκπτυξη των ριζιδίων (Leubner - Metzger *et al.*, 1995; Nonogaki & Morohashi, 1996; Sitrit *et al.*, 1999; Chen & Bradford, 2000).

Με την έναρξη της βλάστησης αρχίζει έντονη δραστηριότητα της λιπάσης για την υδρόλυση των λιπιδίων και παράλληλα υφίσταται ένας συνεχής μεταβολισμός των λιπαρών οξέων σε άλλα οργανικά οξέα και σάκχαρα. Η δραστηριότητα της ισοκιτράσης είναι έντονη κατά την βλάστηση του σπόρου και υπεισέρχεται στην ενεργοποίηση του κύκλου μετατροπής των λιπαρών οξέων. Αποδείχθηκε ότι είναι το πιο ευαίσθητο ένζυμο στις χαμηλές θερμοκρασίες (Smith *et al.*, 1971), καθώς ο βαθμός ενεργοποίησής του συνδέεται με τη βλαστική ικανότητα (Scholl, 1976). Κατά τη βλάστηση επίσης, παρατηρείται και υδρόλυση πρωτεϊνών, μεταφορά αμινοξέων και ανασύνθεση ουσιών αναγκαίων για την ανάπτυξη του εμβρύου. Έχει διαπιστωθεί έντονη δραστηριότητα ριβοσωμάτων και

πρωτεολυτικών συστημάτων. Επίσης, παρατηρήθηκε τετραπλασιασμός ριβονουκλεάσης σε πέντε μέρες από την έναρξη ενυδάτωσης παράλληλα με την μεγάλη αύξηση πολυριβωσωμάτων (Phillip, 1984).

Η αύξηση των φυτών και η αποθήκευση οργανικών ουσιών υψηλής ενέργειας στα όργανα των φυτών, απαιτεί συνεχή ροή θρεπτικών συστατικών. Στα περισσότερα φυτικά είδη, η σακχαρόζη είναι η κύρια μεταφερόμενη οργανική ουσία. Η σακχαρόζη συντίθεται κυρίως στο μεσόφυλλο κατά τη φωτοσύνθεση, και μεταφέρεται στα κέντρα κατανάλωσης μέσω του ηθμού, όπου χρησιμοποιείται στη διαδικασία δημιουργίας βασικών δομικών και ενεργειακών συστατικών της κυτταρικής αύξησης. Κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της βλαστητικής αύξησης, η γρήγορα αυξανόμενη ζώνη της ρίζας, είναι ο βασικός καταναλωτής των φωτοσυνθετικών προϊόντων. Είναι ευρέως αποδεκτό, ότι η αποφόρτιση του ηθμού (phloem unloading) στη ρίζα εκδηλώνεται μόνο στις ζώνες εκείνες στις οποίες απαιτούνται ουσίες για κατανάλωση. Αυτό το συμπέρασμα βασίστηκε σε ανατομικές μελέτες που έδειξαν, ότι τα δομικά συστατικά του ώριμου ηθμού εκτείνονται κατά μήκος ολόκληρης της ζώνης επιμήκυνσης (Demchenko, 1989; Dolan *et al.*, 1993). Παράλληλα, αναπτύσσονται τα βλαστητικά όργανα δημιουργώντας νέα φύλλα, στελέχη, αλλά και θέσεις αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Στη συνέχεια οι αναπτυσσόμενοι καρποί αποτελούν ισχυρότερους πόλους έλξης των παραγόμενων φωτοσυνθετικών προϊόντων, αλλά και αποθηκευμένων αποθησαυριστικών ουσιών.

## **1.2.4 Παράγοντες που επιδρούν στο φύτερωμα**

### **1.2.4.1 Θερμοκρασία**

Για τη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας στον αγρό υπολογίστηκε ότι σε μια κανονική περίοδο καλλιέργειας των 200 ημερών, το βαμβάκι απαιτεί σχετικά υψηλές θερμοκρασίες στο μεγαλύτερο μέρος της καλλιεργητικής περιόδου. Θερμοκρασίες εδάφους κάτω από 15.5°C επιβραδύνουν την ανάπτυξη των φυτών, ειδικά κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας και στο στάδιο σχηματισμού της κάψας. Στην πράξη, χαμηλές θερμοκρασίες λίγο μετά το φύτερωμα, κατά τη διάρκεια της ανάδυσης των φυταρίων από το έδαφος, καθώς και χαμηλές θερμοκρασίες νυκτός σε οποιοδήποτε στάδιο της καλλιέργειας, μπορεί να είναι δυνητικά επιβλαβείς για το φυτό. Για να εξασφαλιστεί

ικανοποιητική εγκατάσταση της φυτείας, η θερμοκρασία του εδάφους, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 18°C. Χαμηλές θερμοκρασίες εδαφικού περιβάλλοντος (15°C ή χαμηλότερες) κατά τη διάρκεια της βλάστησης καθυστερούν την ανάδυση του φυταρίου (Ritchie *et al.*, 2004).

Πέρα από την ανάδυση του φυταρίου και ο ρυθμός ανάπτυξης του βαμβακιού επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Στις δροσερές ημέρες η ανάπτυξη του βαμβακιού επιβραδύνεται σημαντικά, συγκριτικά με τις ζεστές ημέρες, οπότε μετρήσεις της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για την εκτίμηση του σταδίου ανάπτυξης του φυτού. Οι θερμικές μονάδες, ή DD<sub>15.5</sub>, είναι μια εκτίμηση της επίδρασης της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια μίας ημέρας, με βάση το μέσο όρο των μέγιστων και ελάχιστων ημερησίων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου (<sup>0</sup>C<sub>max</sub> και <sup>0</sup>C<sub>min</sub>, αντίστοιχα), (Stewart, 1986). Ο αριθμός 15.5 αφαιρείται από το μέσο όρο, γιατί οι 15.5°C, είναι γενικά αποδεκτό ως η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία παρατηρείται αύξηση του βάμβακος. Ο τύπος για τον υπολογισμό των θερμικών μονάδων ανά ημέρα έχει ως εξής:

$$[(^{\circ}\text{C}_{\text{max}} \text{ ημερήσια} + ^{\circ}\text{C}_{\text{min}} \text{ ημερήσια}) \div 2] - 15.5^{\circ}\text{C} = \text{DD}_{15.5}$$

**Πίνακας 5:** Θερμικός χρόνος για κάθε στάδιο ανάπτυξης

Στάδιο Ανάπτυξης	Ημέρες	Θερμικές Μονάδες DD <sub>15.5</sub>
<b>Φύτευση μέχρι την ανάδυση</b>	4 με 7	1.5 με 1.8
<b>Ανάδυση μέχρι 1<sup>ο</sup> οφθαλμό</b>	27 με 38	12.6 με 14.5
<b>Οφθαλμό μέχρι άνθος</b>	20 με 25	9 με 11
<b>Φύτευση έως πρώτο άνθος</b>	60 με 70	23 με 27

Ο σπόρος του βαμβακιού βλαστάνει ικανοποιητικά στους 20°C (αν και αργά), στους 25°C, καθώς και σε ενδιάμεσες θερμοκρασίες των 15°C με 36°C. Η ιδανική θερμοκρασία, ωστόσο, κυμαίνεται στο θερμοκρασιακό εύρος 20°C με 30°C, με βάση τόσο το ρυθμό βλάστησης όσο και το τελικό ποσοστό βλάστησης. Οι Medeiros Filho *et al.* (2006) επίσης

κατέληξαν σε παρόμοια αποτελέσματα σε πείραμα με μη εκκοκκισμένους σπόρους, όπου το συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών (20°C με 30°C) θεωρήθηκε το άριστο για τη βλάστηση του μη λινταρισμένου σπόρου. Έπειτα οι Novembre & Marcos-Filho (1999) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η πιο ευνοϊκή θερμοκρασία είναι αυτή των 25°C, στην οποία καταμετρήθηκαν βλαστημένοι σπόροι την τρίτη ημέρα μετά τη σπορά. Με τη χρήση ενός θερμογράφου οι Cole & Wheeler (1974) μελέτησαν την επίδραση της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα σπερμάτων βαμβακιού και παρατήρησαν το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας στους 30°C, η οποία ήταν και η μεγαλύτερη θερμοκρασία που μελετήθηκε, αλλά ένα ισοδύναμο ποσοστό βλαστικής ικανότητας λήφθηκε επίσης στις θερμοκρασίες μεταξύ 24°C έως 30°C για χρονικό διάστημα επτά ημερών. Σε μία παρόμοια μελέτη, οι Cole & Christiansen (1975) βρήκαν ότι σπόροι του *Gossypium hirsutum* βλαστάνουν εξίσου καλά σε όλες τις θερμοκρασίες μεταξύ 22°C και 30°C. Ενώ ο Bohorquez (1977) επίσης με τη χρήση θερμογράφου αξιολόγησε την επίδραση διαφορετικών θερμοκρασιών στο φύτευμα διαφόρων σποροπαρτίδων βαμβακιού. Τα υψηλότερα ποσοστά βλάστησης για τις τρεις από τις τέσσερις παρτίδες που χρησιμοποιήθηκαν κατά το πείραμα, ελήφθησαν σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες, οι οποίες είναι 26°C, 28°C και 30°C – 32°C. Σε θερμοκρασίες έως και 2°C υψηλότερες ή χαμηλότερες από τη βέλτιστη για κάθε παρτίδα, το ποσοστό ήταν σημαντικά μειωμένο. Η τέταρτη παρτίδα σπόρων βλάστησε εξίσου καλά εντός του θερμοκρασιακού εύρους 20°C – 28°C για περίοδο περίπου 14 ημερών. Αρκετές μελέτες τέλος έχουν επικεντρωθεί στον περαιτέρω περιορισμό θερμοκρασιών για τη βλάστηση των σπόρων βαμβακιού. Αποτελέσματα ερευνών που διεξήχθησαν έδειξαν ότι η μέγιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων βαμβακιού είναι περίπου 39°C έως 40°C. Έμφαση παρόλα αυτά δίνεται για την εύρεση ορίων στις χαμηλές θερμοκρασίες βλάστησης, καθώς το βαμβάκι φυτεύεται την άνοιξη, όταν οι θερμοκρασίες του εδάφους είναι χαμηλές και αποτελούν ένα σημαντικό κίνδυνο αποτυχίας του φυτρώματος. Οι Pereira *et al.* (2009) δεν παρατήρησαν βλαστική ικανότητα στους 14°C. Αν και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη βλαστικότητα των σπερμάτων του βαμβακιού είναι κατά κανόνα γνωστοί, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων αυτών και η επίδρασή τους στη βλαστικότητα απαιτεί περισσότερη έρευνα.

#### 1.2.4.2 Υγρασία

Η αναγκαιότητα του νερού για τη βλάστηση των σπόρων θεωρείται δεδομένη, αλλά όσον αφορά την ποσότητα του νερού που απαιτείται για τη βλάστηση των σπόρων και τους τρόπους απορρόφησης και διάδοσης της υγρασίας στο εσωτερικό του σπόρου, δεν έχει αποδοθεί η ανάλογη προσοχή. Παρόλο που η σχετική βιβλιογραφία για το κάθε είδος είναι περιορισμένη, μπορούμε να παραθέσουμε μερικά αποτελέσματα αναφορών.

Η ποσότητα του νερού που απορροφάται από τα διαφορετικά είδη σπόρων, δεν είναι η ίδια. Οι 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. Ο ρυθμός απορρόφησης του νερού είναι εξαρτημένος από τη θερμοκρασία και η επίδραση των δύο παραγόντων στη βλάστηση των σπόρων δεν είναι διακριτή. Η ταχύτητα πρόσληψης του νερού σε δεδομένη στιγμή, βρέθηκε να έχει σχεδόν αντιστρόφως εκθετική συνάρτηση σε σχέση με την ποσότητα νερού που απορροφήθηκε προηγουμένως από το σπόρο.

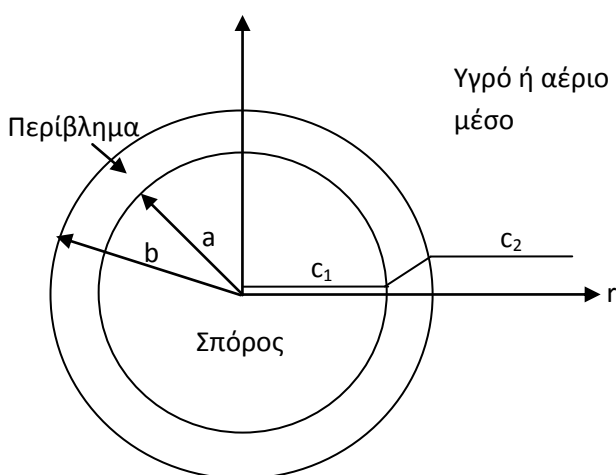
Μία λειτουργία του περιβλήματος του σπόρου είναι να χρησιμεύσει ως όχημα για τη μεταφορά του νερού, συνεπώς η δομή και η διαπερατότητά του είναι ιδιαίτερης σημασίας. Έχει αναφερθεί η ύπαρξη ημιπερατότητας στα περιβλήματα των σπόρων διαφόρων ειδών (σιτάρι, κριθάρι, ζαχαρότευτλα), η οποία παρεμποδίζει τη δράση του θειϊκού οξέως. Σε αυτή την περίπτωση τα μεσαία και τα εσωτερικά στρώματα του περιβλήματος του σπέρματος είναι κυρίως υπεύθυνα για τα παρατηρούμενα φαινόμενα.

Τελικώς, υπάρχουν είδη με σκληρούς σπόρους των οποίων τα περιβλήματα είναι αδιαπέρατα από το νερό. Μεταξύ αυτών είναι σπόροι οσπρίων, τριφύλλι, γλυκό τριφύλλι, καφέ φασόλια, τα σπαράγγια, οι μπάμιες, τριαντάφυλλο, κλπ. Οι αιτίες της σκληρότητας είναι ακόμη ασαφείς και πιθανότατα αφορούν στη χημική φύση ορισμένων στρωμάτων κυττάρων του testa. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το εξωτερικό στρώμα των κυττάρων μπορεί να αφαιρεθεί, ιδίως στο τριαντάφυλλο παρόλα αυτά οι σπόροι να παραμείνουν σκληροί. Τέτοιοι σπόροι μπορεί να βρίσκονται στο νερό για μήνες χωρίς να απορροφήσουν σημαντικές ποσότητες υγρασίας (Stiles, 1947).

### 1.2.4.3 Αερισμός

Το οξυγόνο αποτελεί μια από τις τέσσερις περιβαλλοντικές συνθήκες που απαιτούνται για τη βλάστηση των σπόρων βαμβακιού. Οι διεργασίες της βλάστησης απαιτούν ενέργεια και οι διαδικασίες που παράγουν την απαιτούμενη αυτή ενέργεια γίνονται είτε με παρουσία είτε με απουσία ελεύθερου οξυγόνου. Κάτω από αναερόβιες συνθήκες η λειτουργικότητα των περισσότερων φυτικών ιστών δεν μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, κάτι που ισχύει και για τους σπόρους του βαμβακιού, οι οποίοι δεν μπορούν να λάβουν την επαρκή ποσότητα οξυγόνου από το νερό για να βλαστήσουν και να αναπτυχθούν. Απαιτείται να έλθουν σε επαφή με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο για την κανονική αναπνοή και ανάπτυξη και επηρεάζονται αρνητικά από παρατεταμένη βύθιση στο νερό.

Οι Coble & Bowen (1970) ανέλυσαν θεωρητικά την διάχυση του οξυγόνου διαμέσου των περιβλημάτων του σπόρου του βαμβακιού για να απαντηθεί το ερώτημα, γιατί ένας σπόρος βαμβακιού μπορεί να λαμβάνει επαρκές οξυγόνο από τον αέρα και από ακόρεστα εδάφη, αλλά δεν φαίνεται να λαμβάνει επαρκές οξυγόνο από νερό κορεσμένο με αέρα και από βαριά εδάφη για να ξεκινήσει και να ολοκληρώσει την διαδικασία της βλάστησης. Ένα παραστατικό σχέδιο ιδανικού μοντέλου βλάστησης βαμβακόσπορου που απορροφά οξυγόνο από το μέσο βλάστησης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (2):



**Σχήμα 2:** Ιδανικό μοντέλο βλάστησης βαμβακόσπορου (Coble & Bowen,1970)

Δεχόμενοι ότι οι σημαντικοί φυσιολογικοί παράγοντες του συστήματος είναι: α) η συγκέντρωση του οξυγόνου στο σπόρο, β) η συγκέντρωση του οξυγόνου στο μέσο ανάπτυξης, γ) το πάχος του περιβλήματος και δ) ο συντελεστής διάχυσης του οξυγόνου και το πορώδες του περιβλήματος του σπέρματος.

Οι παραδοχές της ανάλυσης αυτής είναι: Πρώτον ότι ο σπόρος θεωρείται μια σφαιρική μάζα κυττάρων που περιέχει μεγάλους διασυνδεδεμένους μεσοκυττάριους χώρους γεμάτους με αέρα. Περιβάλλεται από ένα πορώδες περίβλημα, το οποίο δε φέρει ασυνέχειες. Δεύτερον, ο όγκος των πόρων στη μεμβράνη του περιβλήματος του σπόρου περιγράφεται από το πορώδες P, ενώ ο όγκος των πόρων αυτών είναι γεμάτος είτε με αέρα είτε με νερό, ανάλογα με την κατάσταση του περιβάλλοντος χώρου. Τρίτον, όλες οι μετακινήσεις εντός και μέσω των τοιχωμάτων του περιβλήματος του σπόρου γίνονται μέσω της διάχυσης του αέρα από το ρευστό (αέρας ή νερό) μέσα στους πόρους του περιβλήματος. Τέταρτον, ο συντελεστής διάχυσης του οξυγόνου μέσω του περιβλήματος σε οποιαδήποτε θερμοκρασία εξαρτάται μόνο από το μέσο από το οποίο διαχέεται το οξυγόνο μέσω του περιβλήματος, δηλαδή τον αέρα ή το νερό. Και στα δύο μέσα, ο συντελεστής διάχυσης του οξυγόνου είναι ανεξάρτητος του χρόνου και της ακτινικής απόστασης από το κέντρο του σπόρου. Επίσης, ο σπόρος, το περίβλημα και οι ενδιάμεσοι χώροι έχουν την ίδια θερμοκρασία. Πέμπτον, οι αντιστάσεις της μετακίνησης του οξυγόνου μέσα στο σπόρο είναι ασήμαντες σε σύγκριση με τις αντιστάσεις του περιβλήματος. Η συγκέντρωση οξυγόνου  $C_1$  μέσα στο σπόρο θεωρείται σταθερή συναρτήσει του χρόνου και της ακτινικής απόστασης  $0 \leq r \leq a$ . Έκτον, το μέσο στο οποίο ο σπόρος είναι βυθισμένος θεωρείται ομοιόμορφο, έτσι ώστε η συγκέντρωση του οξυγόνου  $C_2$  στο εξωτερικό μέσο να είναι σταθερή. Και τέλος το σύστημα έχει φτάσει σε μια σταθερή κατάσταση. Δεδομένου ότι ο σπόρος θεωρείται σφαιρικός, μόνο ακτινική διάχυση υπολογίζεται. Ο Crank (1957) παραθέτει την μερική διαφορική εξίσωση για ακτινική διάχυση ως:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{1}{r^2} \left[ \frac{\partial}{\partial r} \left[ D r^2 \frac{\partial C}{\partial r} \right] \right]$$

όπου C: συγκέντρωση r: ακτίνα t: χρόνος και D: συντελεστής διάχυσης.

Οι θεωρητικές εκτιμήσεις από τους Coble & Bowen (1967) για την διάχυση του οξυγόνου σε ένα σπόρο βαμβακιού μέσω ενός πλήρως ενυδατωμένου περιβλήματος είτε από τον αέρα είτε από νερό κορεσμένο με αέρα, έδειξαν ότι το ποσοστό της διάχυσης οξυγόνου



δεν ήταν αρκετά μεγάλο για να καλύψει τις απαιτήσεις της αερόβιας αναπνοής του σπόρου για τη βλάστηση. Ωστόσο, η θεωρία αναφέρει ότι θα πρέπει να υπάρχει αισθητή πτώση των εσωτερικών πιέσεων του οξυγόνου σε ένα σπόρο με ξηρό περίβλημα όταν εκτεθεί στον αέρα. Η εσωτερική μερική πίεση του οξυγόνου των σπόρων βαμβακιού μετρήθηκε σε σπόρους εκτεθειμένους σε αέρα, σε νερό κορεσμένο με αέρα και σε έδαφος διαφόρων επιπέδων συμπίεσης και από ξηρό έως κορεσμένο με νερό. Ο κύριος παράγοντας που περιορίσε την παροχή οξυγόνου στους βλαστάνοντες σπόρους ήταν το νερό. Όταν οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε βάθος 2.5 cm σε αμμοπηλώδες έδαφος, η μερική πίεση του οξυγόνου παρέμεινε σε επίπεδα αντίστοιχα της ατμοσφαιρικής, ενώ όταν ένας βλαστάνων σπόρος βυθίστηκε σε νερό κορεσμένο με αέρα, η μερική πίεση του οξυγόνου στο εσωτερικό του σπόρου μειώθηκε στο μηδέν σε ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Αφαίρεση του σπόρου από το νερό και ξήρανση του περιβλήματός του αποκατέστησε την εσωτερική μερική πίεση του οξυγόνου σε επίπεδα αντίστοιχα της ατμοσφαιρικής. Οι παρατηρήσεις αυτές υποστήριξαν τη θεωρία, ότι ένα αδιαπέραστο περίβλημα περιορίζει σοβαρά το πέρασμα του οξυγόνου από τον αέρα ή το νερό στους ιστούς στο εσωτερικό του σπόρου.

Συμπερασματικά υποστηρίχθηκε η υπόθεση ότι ένα πλήρως ενυδατωμένο περίβλημα μειώνει τη διάχυση του οξυγόνου που απαιτείται για την κανονική αναπνοή του σπόρου σε μικρότερο ποσοστό από ένα ξηρό περίβλημα. Μέσω πειραμάτων επαληθεύτηκε ότι οι σπόροι βαμβακιού δε λαμβάνουν αρκετό οξυγόνο για τη βλάστηση, όταν βυθίζονται σε νερό κορεσμένο με αέρα ή σε έδαφος κορεσμένο με νερό σε θερμοκρασίες άνω των 20 περίπου °C.

#### **1.2.4.4 Φώς**

Οι σπόροι των εμπορικών γονοτύπων του βαμβακιού δεν χρειάζονται φως κατά την διαδικασία της βλάστησης τους, όπως επίσης το υπέρυθρο και κόκκινο φως δεν αποτελεί κρίσιμο παράγοντα αυτής της διαδικασίας. Επομένως, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και την κατάστασή του, ένα βάθος σποράς 2 με 4 cm είναι το προτεινόμενο (Munro, 1987). Μία αβαθής σπορά μειώνει το ποσοστό υγρασίας που είναι διαθέσιμο για τη βλάστηση του σπόρου. Αντιθέτως, σε μεγαλύτερο βάθος σποράς αυξάνεται η αντίσταση και καθυστερείται η εμφάνιση του σπορόφυτου. Σε ένα καλό βάθος σποράς οι κοτυληδόνες των σπορόφυτων μετά την ανάδυση βρίσκονται 4 με 7 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Σε αντίθεση με τους βλαστάνοντες σπόρους τα σπορόφυτα του βαμβακιού ανταποκρίνονται σε μορφολογικό επίπεδο στα διάφορα μήκη φωτός (υπέρυθρο- ερυθρό) από τη στιγμή της εμφάνισής τους (Kasperbauer & Hunt, 1992; Kasperbauer, 1994). Τα σπορόφυτα βαμβακιού ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητα στο ερυθρό και υπέρυθρο φως κατά το τέλος της ημέρας και οι αντιδράσεις ήταν αντιστρέψιμες, δηλαδή τα φυτά αντέδρασαν στο χρώμα φωτός που δέχτηκαν τελευταίο (Kasperbauer & Hunt, 1992). Τα σπορόφυτα που δέχτηκαν μεγάλο ποσοστό υπέρυθρης και ερυθρής ακτινοβολίας στο τέλος κάθε μέρας ανέπτυξαν μακρύτερα και παχύτερα στελέχη, λιγότερο συμπαγείς ρίζες, χαμηλά ειδικά βάρη και μεγαλύτερες αναλογίες βιομάζας βλαστών προς ρίζα. Τα σπορόφυτα του βαμβακιού δέχτηκαν την ερυθρή και υπέρυθη ακτινοβολία με αντανάκλαση από την επιφάνεια του εδάφους, καθώς τα φυτά αναπτύχθηκαν πάνω από κόκκινο, πράσινο ή άσπρο κάλυμμα του εδάφους (επιστρωμάτων). Οι βλαστοί των φυταρίων που αναπτύχθηκαν επί 5 εβδομάδες πάνω σε κόκκινη ή πράσινη επιφάνεια ήταν 130% μακρύτεροι σε σύγκριση με βλαστούς που αναπτύχθηκαν πάνω σε λευκή επιφάνεια (Kasperbauer, 1994).

### **1.3 Χειρισμοί για την βελτίωση του φυτρώματος**

#### **1.3.1 Επίδραση ωσμωτικών μέσων**

Οι καλλιεργητές προσπαθούν να επιτύχουν την καλύτερη εγκατάσταση της φυτείας, αλλά ορισμένοι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες προκαλούν καταπονήσεις και δεν επιτρέπουν τη σωστή εγκατάσταση των φυταρίων στις συνθήκες αγρού. Σε περιοχές που οι βροχοπτώσεις είναι λίγες και ακανόνιστες, η θερμοκρασιακή και η υδατική καταπόνηση αποτελούν τους δύο κύριους περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν το φύτεμα και την επιτυχημένη εγκατάσταση της καλλιέργειας του βαμβακιού (Bradow, 1991; Prisco *et al.*, 1992). Η αλατότητα των εδαφών και η ξηρασία μειώνουν τις αποδόσεις στα διάφορα συστήματα καλλιεργειών. Οι βελτιωτές επιδιώκουν να αναπτύξουν και να προσδιορίσουν είδη και ποικιλίες πιο ανεκτικές στην έλλειψη νερού και στην καταπόνηση που προκαλείται από την αλατότητα. Οι ξηρικές συνθήκες καλλιέργειας και η αυξημένη κατανάλωση νερού σε όλο το κόσμο έχουν επιφέρει την ανάγκη για καλλιέργειες ανθεκτικές στην ξηρασία. Φυτά τα οποία καταναλώνουν το νερό πιο αποτελεσματικά δίνουν υψηλότερες αποδόσεις υπό ξηρικές συνθήκες ανάπτυξης.

Οι καταπονήσεις που προκαλούνται από τους δύο προαναφερθέντες αβιοτικούς παράγοντες οφείλονται στην έλλειψη κάποιων εδαφικών συστατικών. Οι ακανόνιστες βροχοπτώσεις αμέσως μετά την εμφάνιση των φυτών, οδηγούν τα φυτά σε πρόωρη αφυδάτωση σε συστήματα ξηρικών καλλιεργειών (El Hafid *et al.*, 1998). Μία άλλη αρνητική επίδραση προκαλείται στη βλάστηση των σπόρων από την αλατότητα των εδαφών (Yagmur *et al.*, 2007). Η αλατότητα προκαλεί ταυτόχρονα ωσμωτική και ιοντική καταπόνηση (Ueda *et al.*, 2003). Υπάρχουν πολλοί τρόποι να παρακαμφθούν οι αρνητικές επιδράσεις της ξηρασίας και της αλατότητας στη βλάστηση των σπόρων, κάτι το οποίο αποτελεί αντικείμενο εργαστηριακής μελέτης πολλών ερευνητών.

Η βλάστηση των σπόρων αποτελεί ένα κρίσιμο σημείο για την εγκατάσταση των φυταρίων και κατ' επέκταση την υγεία και ευρωστία της φυτείας. Οι σπόροι είναι δυνατό να είναι πιο ευαίσθητοι από τα ώριμα φυτά στις καταπονήσεις, εξαιτίας της έκθεσής τους στο δυναμικό εδαφικό περιβάλλον κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (Dodd *et al.*, 1999). Η αντίδραση των σπόρων στην αλατότητα μπορεί να προσομοιωθεί εργαστηριακά με την χρήση NaCl που προκαλεί ιοντική καταπόνηση στα πειράματα βλαστικότητας. Το ιοντικό στρες προκαλείται μέσω τοξικής συσσώρευσης του NaCl στους φυτικούς ιστούς. Τα ποσοστά βλάστησης μειώνονται, καθώς υπάρχει αύξηση των συγκεντρώσεων NaCl (Murillo-Amador *et al.*, 2002). Ο σχηματισμός των ριζικών τριχιδίων επίσης μειώνεται με την αυξημένη συγκέντρωση διαλυτών στο μέσο βλάστησης. Τα ριζικά τριχίδια είναι κρίσιμης σημασίας για την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από την εδαφική ριζόσφαιρα και πιθανή μείωση της πυκνότητας τους αναστέλλει την ορθή εγκατάσταση των φυταρίων. Έρευνες για σπόρους με μεγάλη αντοχή στις καταπονήσεις από άλατα, οδήγησαν στην ανάπτυξη ποικιλιών με αντοχή στην αλατότητα.

Η υδατική καταπόνηση μπορεί να προσομοιωθεί στα πειράματα βλαστικότητας με πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG). Το PEG μειώνει το υδατικό δυναμικό του εξωτερικού μέσου, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα του νερού για τη βλάστηση των σπόρων (Michel *et al.*, 1972). Σε αντίθεση με το διάλυμα NaCl που διαπερνά τις μεμβράνες των φυτών, η PEG δεν τις διαπερνά και δε συσσωρεύεται στους ιστούς του φυτού. Οι Alam *et al.* (2003) διαπίστωσαν ότι το διάλυμα NaCl είχε μικρότερη επίδραση από το διάλυμα PEG στα τελικά ποσοστά βλάστησης, εξαιτίας του ότι η απορρόφηση νερού από τους σπόρους που βλάστησαν σε διάλυμα NaCl ήταν μεγαλύτερη από ό,τι σε διάλυμα PEG παρόμοιων ωσμωτικών

δυναμικών. Συνεπώς, οι βλαστάνοντες σπόροι είναι ικανοί να ξεπεράσουν την καταπόνηση της αλατότητας, αλλά όχι την υδατική καταπόνηση (Almansouri *et al.*, 2001).

Διαλύματα μανιτόλης ή θρεπτικά διαλύματα που περιέχουν μανιτόλη χρησιμοποιούνται επίσης στα εργαστηριακά πειράματα, ως μέσα προαγωγής υδατικών καταπονήσεων στα φυτά ή σε ιστοκαλλιέργειες. Η μανιτόλη είναι ένα φυτικό προϊόν που συσσωρεύεται σε ορισμένα κατώτερα και ανώτερα φυτικά είδη. Δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η μανιτόλη απορροφάται από τα φυτά, όταν καλλιεργούνται σε μέσο που περιείχε μανιτόλη (Lipavska & Vreugdenhil, 1996; Fritz & Ehwald, 2010). Ένα τέτοιο σύστημα δεν είναι κατάλληλο για τη μελέτη της αντίδρασης του φυτού στην υδατική καταπόνηση, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα. Τα φυτά ανταποκρίνονται στην καταπόνηση σύμφωνα με το ποσοστό και την επίδραση της ποσότητας της μανιτόλης που έχει συσσωρευθεί στους ιστούς και όχι μόνο μέσω της επίδρασης της υδατικής κατάστασης του μέσου ανάπτυξης.

### 1.3.2 Χειρισμοί και μεταχειρίσεις

Με τη σωστή επιλογή ποικιλιών και ειδών κατάλληλων για την αλατότητα και τις ξηρικές συνθήκες αποφεύγονται οι δυσμενείς επιπτώσεις (Ashraf *et al.*, 1992). Μία εναλλακτική λύση για την παράκαμψη των καταπονήσεων αυτών, είναι η εφαρμογή μεταχειρίσεων στους σπόρους είτε με υδροβελτίωση είτε με άλλου είδους μεταχείριση ωσμωβελτίωσης.

Οι τεχνικές προμεταχείρισης των σπόρων όπως υδροβελτίωση, ωσμωβελτίωση, θερμοσκληραγώγηση και ορμονικές μεταχειρίσεις έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί για την επιτάχυνση εμφάνισης των ριζών, για πιο εύρωστα φυτά και μεγαλύτερη αντοχή στην ξηρασία, σε πολλές καλλιέργειες, όπως το σιτάρι (Iqbal & Ashraf, 2007), το ρεβίθι (Kaur *et al.*, 2002), ο ηλίανθος (Kaya *et al.*, 2006) και το βαμβάκι (Casenave & Toselli, 2007).

Μεταχειρίσεις του σπόρου με φωσφορικά άλατα ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) έχουν δείξει ότι προάγουν την ενίσχυση της βλάστησης, της ανάδυσης και της ανάπτυξης των φυτών σιταριού (Das & Choudhury, 1996; Korkmaz & Pill, 2003; Ghana & Schillinger, 2003). Η μέθοδος της

υδροβελτίωσης έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στο σιτάρι (Iqbal & Ashraf, 2007), στο ρεβίθι (Kaur *et al.*, 2002), στον ηλίανθο (Kaya *et al.*, 2006) και στο βαμβάκι (Casenave & Toselli, 2007). Επιπλέον, η μέθοδος αυτή έχει αυξήσει τη βλαστικότητα των σπόρων και την ανάπτυξη των φυταρίων κάτω από συνθήκες καταπόνησης από αλατότητα και ξηρασία (Kaur *et al.*, 2002; Kaya *et al.*, 2006; Casenave & Toselli, 2007). Εκτός από το τελικό ποσοστό και την ταχύτητα φυτρώματος οι μεταχειρίσεις βελτιώνουν επιπροσθέτως τη συχνότητα και την ομοιομορφία της εμφάνισης των φυταρίων ιδιαίτερα υπό συνθήκες καταπόνησης (Parera & Cantliffe, 1991). Η αποτελεσματικότητα των διαφόρων παραγόντων μεταχείρισης, ποικίλλει σε διαφορετικές εντάσεις καταπόνησης και διαφορετικά είδη καλλιεργειών (Iqbal & Ashraf, 2005).

### **1.3.3 Μεταχείριση ωσμω- και υδρο-βελτίωσης**

Η προ-μεταχείριση του σπόρου με νερό ή διάφορα ωσμωτικά μέσα, περιλαμβάνει τη μερική ενυδάτωση των σπόρων και έχει ως σκοπό να επιταχύνει τη βλάστησή τους και να βελτιώσει την ομοιομορφία του φυτρώματος (Parera & Cantliffe, 1994; Bradford, 1995). Αυτή η μορφή ενυδάτωσης επιτυγχάνεται με τη χρήση ωσμωλυτών ή ακόμη και καθαρού νερού, με το δεύτερο τρόπο να είναι πιο εφικτός και οικονομικός. Σύμφωνα με τους Toselli & Casenave (2005) η μέθοδος της υδροβελτίωσης (water-priming ή hydropriming) αποδείχτηκε αρκετά αποτελεσματική στην ενίσχυση της βλάστησης σπόρων βαμβακιού κάτω από διάφορες συνθήκες καταπόνησης. Όταν η ενυδάτωση των σπόρων και κατά συνέπεια η βλαστική διαδικασία, φτάσει σε προχωρημένο στάδιο, τότε πιθανή αφυδάτωση των σπόρων προκαλεί μη αναστρέψιμες ζημιές στο έμβρυο (Bradford, 1995; Taylor *et al.*, 1998). Παρόλα αυτά η ανεπαρκής ενυδάτωση, η οποία επιτρέπει την έναρξη κάποιων μεταβολικών διαδικασιών είναι η βάση της προμεταχείρισης που είναι γνωστή ως ωσμωβελτίωση (priming) και οδηγεί στην επιτάχυνση και στην επίτευξη ομοιομορφίας κατά τη βλάστηση, ιδιαίτερα κάτω από αντίξοες συνθήκες (Bradford, 1986; Parera & Cantliffe, 1994; Bradford, 1995).

Τα περισσότερα είδη επηρεάζονται σημαντικά από τη θερμοκρασία και η ανάπτυξή τους χαρακτηρίζεται από μία ελάχιστη, μέγιστη και άριστη θερμοκρασία. Χάρη στην εξέλιξη της πληροφορικής, παρουσιάστηκαν νέα εργαλεία που μπορούν εύκολα να λύσουν σύνθετα μαθηματικά μοντέλα, ικανά να εκφράσουν τη συμπεριφορά ενός φαινομένου, επιτυγχάνοντας σημαντικές προσαρμογές μεταξύ των διαφόρων μεταβλητών. Ένα από τα πιο

σημαντικά θέματα είναι η κατανόηση της βιολογικής σημασίας των παραμέτρων που συμμετέχουν στο εκάστοτε μοντέλο. Έτσι, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ένα μοντέλο για τη βλάστηση των σπόρων σε ένα εύρος θερμοκρασιακών συνθηκών πέραν της άριστης, το οποίο θα μπορεί να χαρακτηρίζει τις χρονικές πορείες βλάστησης χρησιμοποιώντας ως παραμέτρους το θερμικό χρόνο και τις βασικές θερμοκρασίες. (Bradford, 1995; Cheng & Bradford, 1999).

Κατά το παρελθόν, χρησιμοποιήθηκαν αρκετές εμπειρικές εξισώσεις, για να αναλυθεί η βλάστηση, ως συνάρτηση του χρόνου υπό διαφορετικές συνθήκες. Παρόλα αυτά, κάποια από τα μοντέλα δεν είχαν τη δυνατότητα να προβλέψουν άμεσα την επίδραση στη βλάστηση, από τη μεταβολή κάποιας από τις παραμέτρους ή απαιτούσαν τη χρήση πολλών παραμέτρων, στις οποίες δεν μπορεί να αποδοθεί πάντα βιολογική σημασία.

Με το μοντέλο του θερμικού χρόνου ο χρόνος βλάστησης σε διαφορετικές θερμοκρασίες πέραν της ιδανικής, μπορεί να χαρακτηριστεί από θερμικές μονάδες ή αλλιώς από το θερμικό χρόνο με βάση την παρακάτω σχέση:

$$\theta_T(g) = (T - T_b) t_g$$

όπου  $\theta_T(g)$  είναι ο θερμικός χρόνος,  $T$  είναι η θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T_b$  είναι η οριακή θερμοκρασία και  $t_g$  είναι ο χρόνος βλάστησης ενός ποσοστού  $g$  σπόρων. Ο θερμικός χρόνος είναι ο αριθμός των βαθμοημερών πάνω από την οριακή θερμοκρασία, εντός του χρόνου  $t$  που απαιτείται για τη βλάστηση του κλάσματος  $g$  σπόρων. Η οριακή θερμοκρασία είναι το κατώτατο όριο ή η ελάχιστη θερμοκρασία που επηρεάζει τα ποσοστά βλάστησης ή αλλιώς η θερμοκρασία όπου  $t_g = \infty$ . Επομένως, διαφορετικά κλάσματα πληθυσμού σπόρων απαιτούν διαφορετικό θερμικό χρόνο για τη βλάστηση τους (Garcia-Huidobro *et al.*, 1982; Covell *et al.*, 1986).

Το μοντέλο του υδατικού χρόνου, αντιθέτως ερμηνεύει τη βλάστηση ως μία συνάρτηση διάφορων υδατικών δυναμικών και σε αντίθεση με τα εμπειρικά μοντέλα, μπορεί αυτόματα να δημιουργήσει χρονικές πορείες βλάστησης που να ανταποκρίνονται στις μεταβολές του υδατικού δυναμικού (Bradford, 1995).

Το μοντέλο προϋποθέτει ότι η επιμήκυνση του ριζιδίου σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, εξαρτάται από δύο μεταβλητές: τον υδατικό χρόνο ( $\theta_H$ ) που είναι σταθερός για

δεδομένο πληθυσμό σπόρων και το οριακό δυναμικό ( $\Psi_b$ ) που μεταβάλλεται αντίστοιχα μέσα στον πληθυσμό. Οι παράμετροι αυτές συνδέονται με την παρακάτω σχέση:

$$\theta_H = (\Psi - \Psi_{b(g)})t_g$$

όπου,  $\Psi$  είναι το υδατικό δυναμικό του μέσου παρεμπόδισης,  $\Psi_{b(g)}$ , το οριακό δυναμικό του ποσοστού  $g$  των σπόρων που βλάστησαν και  $t_g$  ο χρόνος εμφάνισης του ριζιδίου σε  $g$  ποσοστό των σπόρων. Αν η  $\theta_H$  είναι σταθερή, ο  $t_g$  μεταβάλλεται αντίστροφα από τη διαφορά  $\Psi - \Psi_{b(g)}$ . Το γεγονός ότι οι σπόροι δε φυτρώνουν ταυτοχρόνως μπορεί να αποδοθεί στη διακύμανση του οριακού δυναμικού, κάτι το οποίο ποσοτικοποιείται με βάση την τυπική απόκλιση (Gummerson, 1986; Bradford, 1990; Ni & Bradford, 1992). Χρησιμοποιώντας μόνον τρεις παραμέτρους  $\theta_H$ ,  $\Psi_{b(50)}$  (μέσο οριακό δυναμικό) και  $\sigma_{\psi b}$ , το μοντέλο μπορεί να προβλέψει τη βλάστηση των σπόρων σε μέσα διαφορετικού υδατικού δυναμικού (Bradford, 1990; Bradford 1995).

Σε πολλά είδη η ανταπόκριση της βλάστησής τους στο υδατικό δυναμικό του μέσου που χρησιμοποιήθηκε, εξηγήθηκε με βάση τις παραμέτρους που προήλθαν από αυτό το μοντέλο (Dahal & Bradford, 1994; Cheng & Bradford, 1999; Toselli & Casenave, 2002).

Η επίδραση διαφόρων παραγόντων στην ταχύτητα της βλάστησης εξηγείται με βάση τη σχετική επίδρασή τους στον υδατικό χρόνο, το οριακό δυναμικό και την ομοιομορφία της βλάστησης μέσα σε μια σποροπαρτίδα (Dahal & Bradford, 1990). Οι παράμετροι αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν, προκειμένου να ερμηνευθούν και να συγκριθούν οι επιδράσεις διαφόρων ωσμωβελτιωτικών μεταχειρίσεων πάνω στη βλάστηση. Η μεταχείριση της ωσμωβελτίωσης επίσης, χρησιμοποιήθηκε σε ένα πλήθος φυτικών ειδών, για να επιταχύνει την εγκατάστασή τους (Parera & Cantliffe, 1994). Πολλοί συγγραφείς πιστεύουν ότι η αύξηση της ταχύτητας βλάστησης των σπόρων που παρατηρήθηκε με τη χρήση της ωσμωτικής προμεταχείρισης, οφείλεται στη μείωση του  $\theta_H$ , που συνδέεται με τη συντόμευση της φάσης II της βλαστικής διαδικασίας (Dahal & Bradford, 1990; Bradford, 1995). Σε άλλες μελέτες όμως, η αύξηση του ρυθμού βλάστησης αποδόθηκε στη μείωση του  $\Psi_b$  (Welbaum *et al.*, 1998).

Η συνολική απορρόφηση νερού που μπορεί να επιτύχουν οι σπόροι κατά την ωσμωτική προμεταχείριση, εξαρτάται από το υδατικό δυναμικό, το ωσμωτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε, τη θερμοκρασία και τη διάρκεια της μεταχείρισης. Παρόλο που η

πολυαιθυλενογλυκόλη είναι το πιο σύνηθες ωσμωτικό μέσο, διότι είναι χημικά ανενεργός και δεν έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο έμβρυο, δε δίνει πάντα αξιόπιστα αποτελέσματα (Parera & Cantliffe, 1994). Έτσι, ενώ πολλοί ερευνητές βρήκαν θετική επίδραση, σε άλλες μελέτες τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά (Prisco, *et al.*, 1992; Fujikura, *et al.*, 1993; Sung & Chang, 1993; Capron *et al.*, 2000; Sivritepe & Eris, 2000).

Παρόλο που η ωσμοβελτίωση είναι μια μεταχείριση που βασίζεται στην ελλιπή ενυδάτωση του σπόρου, λίγες έρευνες αναφέρουν το υδατικό περιεχόμενο που έφτασαν οι σπόροι, όταν χρησιμοποιήθηκαν διάφορες ωσμωτικές συνθήκες. Αν η αποτελεσματικότητα της υδρο- και ωσμο- βελτίωσης εξαρτάται μόνον από το υδατικό περιεχόμενο των σπόρων κατά την επέμβαση, τότε αναμένονται ανάλογα αποτελέσματα κάτω από διάφορες συνθήκες βελτιωτικής προμεταχείρισης από τη στιγμή που οι σπόροι φτάνουν στα ίδια επίπεδα ενυδάτωσης.

Σύμφωνα με τους Casenave & Toselli (2007) δεν υπήρξε βλάστηση των σπόρων βαμβακιού όταν αυτοί τοποθετήθηκαν σε ωσμωτικό διάλυμα  $-0.8\text{MPa}$ . Παρατήρησαν ότι η αύξηση της υδατικής καταπόνησης οδήγησε σε μειωμένο ποσοστό βλάστησης. Διαπίστωσαν ότι δημιουργήθηκαν τρία διαφορετικά επίπεδα βλαστικότητας. Το πρώτο στους  $12, 15$  και  $18^{\circ}\text{C}$  (οι 3 θερμοκρασίες δεν διέφεραν μεταξύ τους), το δεύτερο στους  $22^{\circ}\text{C}$  και το τρίτο στους  $25^{\circ}\text{C}$ . Αξιοσημείωτη ήταν η μείωση της βλαστικότητας στους  $12^{\circ}\text{C}$ , ακόμα και με χαμηλή ένταση υδατικής καταπόνησης, ενώ σε υψηλότερα επίπεδα καταπόνησης ( $-0.4$  και  $-0.6\text{MPa}$ ) η μείωση της βλαστικότητας ήταν σημαντική ακόμα και στους  $18^{\circ}\text{C}$ . Τα συνολικά ποσοστά βλάστησης ήταν αυξημένα κατά  $32\%$  όταν χρησιμοποιήθηκε υδροβελτίωση, ενώ η στατιστική ανάλυση έδειξε αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων. Χωρίς υδατική καταπόνηση σημειώθηκε μειωμένη βλαστικότητα στους  $12^{\circ}\text{C}$  και στη συγκεκριμένη θερμοκρασία η υδροβελτίωση δεν επηρέασε τα αποτελέσματα. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η υδροβελτίωση βελτίωσε τη βλαστικότητα ακόμη και σε αυξημένο ωσμωτικό δυναμικό ( $-0.2$  έως  $-0.6\text{MPa}$ ). Η προμεταχείριση προήγαγε τη βλάστηση των σπόρων όταν αυτοί υπέστησαν ταυτόχρονα θερμική και υδατική καταπόνηση ( $12^{\circ}\text{C}$  σε  $\Omega\Delta -0.2\text{MPa}$ ,  $12, 15$  και  $18^{\circ}\text{C}$  σε  $\Omega\Delta -0.4\text{MPa}$ ).

Οι ίδιοι ερευνητές παρατήρησαν ότι ο μέσος χρόνος βλάστησης αυξήθηκε με την αύξηση της υδατικής και θερμικής καταπόνησης. Ακόμη και στη μεταχείριση  $-0.6\text{MPa}$ , στους  $22^{\circ}\text{C}$  παρατηρήθηκε βλάστηση, παρόλο που η ιδανική θερμοκρασία θεωρείται αυτή



των 25°C (ISTA, 2003). Η υδροβελτίωση μείωσε το χρόνο  $T_{50}$  (ο χρόνος που απαιτείται για να βλαστήσει το 50%) ή με άλλα λόγια επιτάχυνε σημαντικά τη βλάστηση σε σχέση με το μάρτυρα. Στη συγκεκριμένη μελέτη παρατηρήθηκε ότι η μείωση της βλαστικότητας εξαιτίας της καταπόνησης ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με προηγούμενες μελέτες (Toselli & Casenave, 2003). Οι διαφορές αποδόθηκαν σε διαφοροποιήσεις των ωσμωτικών διαλυμάτων (Michel & Kaufmann, 1973) που στη συγκεκριμένη μελέτη διορθώθηκαν με ωσμόμετρο ακριβείας.

Σύμφωνα με άλλες μελέτες (Prisco *et al.*, 1992) δεν παρατηρήθηκε βλάστηση σε ωσμωτικά διαλύματα πυκνότερα από -0.8MPa. Οι Casenave & Toselli (2007) παρατήρησαν χρονική υστέρηση της βλάστησης ακόμα και σε επίπεδο -0.2MPa, όμως αυτή ήταν μικρότερη σε σχέση με αυτή που βρήκαν οι Prisco *et al.*, (1992).

Σύμφωνα με τους Welbaum *et al.* (1998) η ωσμωτική προμεταχείριση δε μεγαλώνει το θερμοκρασιακό εύρος βλάστησης των σπόρων, αλλά επιτρέπει σε ένα μεγαλύτερο ποσοστό να βλαστήσει σε θερμοκρασίες που δεν είναι οι άριστες. Παρόλο που στη συγκεκριμένη μελέτη δε μελετήθηκαν θερμοκρασίες κάτω από την οριακή θερμοκρασία (Christiansen & Rowland, 1986; Gipson, 1986) και πάνω από την άριστη, διαπιστώθηκε ότι η ωσμωτική προμεταχείριση μπορεί να συντελέσει στο να ξεπεραστεί η θερμική παρεμπόδιση που προκαλείται σε άριστες θερμοκρασίες, κάτι που παρατηρήθηκε και σε άλλα φυτά (Parera & Cantliffe, 1994; Nascimento, 2003). Η ωσμωτική προμεταχείριση δρα θετικά κάτω από αντίξοες συνθήκες βλάστησης, δεν αποτελεί όμως απαραίτητη διαδικασία όταν επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες (Toselli & Casenave, 2005). Στην περίπτωση αυτή μπορεί να είναι επιβλαβές κατά την αποθήκευση των σπόρων (Olouch & Welbaum, 1996; Welbaum *et al.*, 1998). Πολλοί μάλιστα ερευνητές διαπίστωσαν αποσύνθεση των σπόρων, όταν δεν τηρήθηκε το πρωτόκολλο της ξήρανσης των σπόρων μετά την προμεταχείριση (Nascimento & West, 2000).

Η βελτίωση του ρυθμού βλάστησης που παρατηρήθηκε σε χαμηλές θερμοκρασίες αποδόθηκε σε μείωση του θερμικού χρόνου, ταπείνωση της οριακής θερμοκρασίας ή σε συνδυασμό και των δύο (Welbaum *et al.*, 1998).

Τόσο για το βαμβάκι, όσο και για άλλα είδη, η βελτίωση της βλάστησης που προκαλεί η υδροβελτίωση οφείλεται σε μείωση του θερμικού χρόνου και όχι της οριακής θερμοκρασίας, η οποία παραμένει σταθερή (11.6 έως 11.7°C).

Οι Cheng & Bradford (1999), βασιζόμενοι στη συσχέτιση μεταξύ ελάχιστου υδατικού δυναμικού και μέσου θερμικού χρόνου, κατέληξαν ότι το ελάχιστο υδατικό δυναμικό συνδέθηκε με το μειωμένο θερμικό χρόνο που απαιτήθηκε για την ανάπτυξη του ριζιδίου.

Σύμφωνα με τους Toselli & Casenave (2005), η υδροβελτίωση αύξησε σημαντικά την ταχύτητα βλάστησης, τόσο σε κανονικές συνθήκες (νερό και 25°C) όσο και κάτω από ωσμωτική και υδατική καταπόνηση, ενώ δεν είχε επίδραση στο τελικό ποσοστό βλάστησης. Έτσι, μείωσε το χρόνο  $T_{50}$  στους 25°C με χρήση καθαρού νερού και διαλύματος NaCl κατά 0.73 και 0.65 ημέρες αντίστοιχα. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι στο ίδιο ωσμωτικό δυναμικό (-0.4MPa) η συμπεριφορά των σπόρων διαφοροποιήθηκε, ανάλογα με το ωσμωτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε. Έτσι, το 50% της βλάστησης για διάλυμα PEG παρατηρήθηκε κατά την τέταρτη ημέρα, ενώ στο διάλυμα NaCl, δύο μέρες νωρίτερα. Η μικρότερη παρεμπόδιση που είχε το διάλυμα άλατος μπορεί να αποδοθεί στην ανθεκτικότητα που παρουσιάζει το βαμβάκι στην αλατότητα (Maas, 1986).

Το βαμβάκι είναι ένα είδος αρκετά ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες (Christiansen & Rowland, 1986) και παρόλο που στους 18°C δεν επηρεάζεται το τελικό ποσοστό βλάστησης, εντούτοις βρέθηκε ότι μειώνεται η ταχύτητα της διαδικασίας. Κάτω από αυτές τις συνθήκες παρατηρήθηκε ότι η υδροβελτίωση είχε ευνοϊκή επίδραση στη βλάστηση, καθώς μείωσε το χρόνο  $T_{50}$  κατά μία ημέρα σε σχέση με τους σπόρους που δε δέχθηκαν τη μεταχείριση. Η αύξηση της ταχύτητας μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι η μεταχείριση πραγματοποιήθηκε στους 25°C, οπότε και ενεργοποιήθηκαν οι ευνοϊκές για τη βλάστηση μεταβολικές διεργασίες, κάτι που δε θα συνέβαινε σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (Welbaum *et al.*, 1998).

Η αύξηση της ταχύτητας βλάστησης οδήγησε σε ελαφρώς αυξημένη αρχική ανάπτυξη του μήκους του ριζιδίου και του υποκοτυλίου, κάτω από συνθήκες καταπόνησης. Οι Parera & Cantliffe (1994) οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι η επίδραση της ωσμωτικής προμεταχείρισης στην ανάπτυξη, είναι έμμεση και οφείλεται κυρίως στην επιτάχυνση του φυτρώματος και όχι στην επίδραση πάνω στην ίδια την ανάπτυξη του φυταρίου.

Οι Toselli & Casenave (2003) μελέτησαν την υδρω- και ωσμο-βελτίωση σε σπόρους βαμβακιού. Βρήκαν ότι η υγρασία που απορρόφησαν οι σπόροι κατά την έναρξη της διαδικασίας βλάστησης, ήταν παρόμοια με αυτή που αναφέρουν οι Prisco *et al.* (1992) παρόλο που οι δεύτεροι ανέφεραν την έναρξη της βλάστησης 18 ώρες νωρίτερα σε σχέση με

τους πρώτους συγγραφείς. Η απορρόφηση νερού στο ωσμωτικό διάλυμα των  $-0.8\text{MPa}$  έφτασε κοντά στο 40-43% του νωπού βάρους του σπόρου. Ωστόσο δεν παρατηρήθηκε ταχεία αύξηση του υδατικού περιεχομένου των σπόρων κατά την έναρξη της φάσης III, πιθανόν λόγω της καθυστερημένης βλάστησης στο συγκεκριμένο υδατικό δυναμικό. Στο ωσμωτικό διάλυμα  $-2.2\text{MPa}$ , δεν υπήρξε απορρόφηση και ως εκ τούτου δεν παρατηρήθηκε βλάστηση, κάτι που έρχεται σε συμφωνία και με άλλες μελέτες. Οι σπόροι παρέμειναν στη φάση II της βλάστησης μέχρι το τέλος του πειράματος (503 ώρες). Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν τη σημασία του υδατικού μοντέλου στον υπολογισμό των οριακών δυναμικών, στα οποία δεν παρουσιάστηκε βλάστηση σπόρων βαμβακιού (Toselli & Casenave, 2002).

Οι ίδιοι ερευνητές (Toselli & Casenave, 2003) παρατήρησαν ότι η ταχύτητα απορρόφησης νερού ήταν ίδια και στις δύο συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων PEG που μελετήθηκαν ( $-0.8$  και  $-2.2\text{MPa}$ ) και έφτασε το 20% στις 9 και 10 ώρες αντίστοιχα, για τις δύο συγκεντρώσεις. Δεδομένου ότι το υδατικό δυναμικό ενός σπόρου μπορεί να φτάσει τα  $-100\text{MPa}$ , είναι προφανές ότι η διαφορά μεταξύ των δύο συγκεντρώσεων θεωρείται αμελητέα κατά την έναρξη τουλάχιστον της βλάστησης.

Παρατήρησαν επίσης ότι οι σπόροι με το ίδιο υδατικό περιεχόμενο, φύτρωναν σε διαφορετικά ποσοστά, ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιήθηκε (PEG, νερό). Οι διαφορές αυτές έγιναν πιο εμφανείς με την αύξηση της συγκέντρωσης του διαλύματος PEG. Πιο συγκεκριμένα στο πυκνότερο διάλυμα παρατηρήθηκε ότι ακόμα και σε υδατικό περιεχόμενο μεγαλύτερο από το αραιό διάλυμα οι σπόροι παρουσίασαν χαμηλότερη βλαστικότητα. Αυτό έδειξε, σύμφωνα με τους ερευνητές, ότι δεν επιδρά μόνο το υδατικό περιεχόμενο στη βλάστηση των σπόρων.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Bray, 1995; Vertucci & Farrant, 1995; Sivritepe & Eris, 2000) ο μηχανισμός που εξηγεί τη θετική επίδραση της ωσμωτικής προμεταχείρισης παρατηρήθηκε κατά τη διαδικασία της βλάστησης όταν το υδατικό περιεχόμενο των σπόρων ήταν 35-45%. Ο χρόνος που απαιτήθηκε για να επιτευχθεί αυτό το υδατικό περιεχόμενο ήταν από 2 έως 20 φορές μεγαλύτερος στα διαλύματα PEG απ' ό,τι στο νερό. Έτσι, χρειάστηκαν μόλις 8 ώρες για να φτάσουν οι σπόροι υγρασία 30% στο νερό, ενώ για το ίδιο ποσοστό απαιτήθηκαν 15 και 96 ώρες για τα διαλύματα PEG  $-0.8$  και  $-2.2\text{MPa}$  αντίστοιχα. Παρόλο που παρατηρήθηκαν μηχανισμοί επιδιόρθωσης σε αυτές τις συγκεντρώσεις, διαπιστώθηκε αποσύνθεση μακρομορίων και παραγωγή τοξινών (Vertucci & Farrant, 1995; McDonald,

1999). Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής προμεταχείρισης οι σπόροι υπόκεινται ταυτόχρονα σε διαδικασίες επιδιόρθωσης και αποδόμησης και η επικρατούσα δύναμη καθορίζει την επιτυχία ή την αποτυχία της μεταχείρισης. Ο παρατεταμένος χρόνος παραμονής των σπόρων στο διάλυμα PEG, πιθανόν να αποτέλεσε την αιτία έναρξης των προαναφερόμενων διαδικασιών αποδόμησης. Η αρνητική επίδραση μετά από επιμήκυνση του χρόνου παραμονής στο διάλυμα αναφέρθηκε και σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε άλλα είδη, στα οποία ξεπέρασε τις 5 ημέρες (Chojnowski *et al.*, 1997; Capron *et al.*, 2000).

Αξιοσημείωτες επίσης είναι οι τοξικές επιδράσεις του διαλύματος PEG (Grzesik & Nowak, 1998), καθώς και η μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου (Welbaum *et al.*, 1998) παράγοντας που μπορεί να ευθύνεται για τις ζημιές λόγω υποξίας που αναφέρθηκαν από τους Sung & Chang (1993). Το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για σπόρους με υψηλό περιεχόμενο σε λιπίδια (όπως ο σπόρος του βαμβακιού), καθώς αυτοί έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε οξυγόνο (Christiansen & Rowland, 1986). Η θετική επίδραση που είχε η μεταχείριση της ωσμωτικής προμεταχείρισης στο διάλυμα -0.8 MPa (ακραία υδατική καταπόνηση) επιβεβαίωσε τη θετική επίδραση που βρήκαν οι Prisco *et al.* (1992) σε λιγότερο αρνητικές συνθήκες (-0.2 και -0.4 MPa).

Οι Fujikura *et al.* (1993) και οι Sung & Chang (1993), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση της ωσμωτικής προμεταχείρισης σε κουνουπίδι και αραβόσιτο αντίστοιχα, διαπίστωσαν τη θετική επίδρασή του σε συνθήκες καταπόνησης από χαμηλές θερμοκρασίες, κάτι που έχει ενδιαφέρον και στο βαμβάκι, αφού είναι ένα ευαίσθητο φυτό σε αυτή τη μορφή καταπόνησης (Christiansen & Rowland, 1986).

#### **1.4 Η σημασία της πρώιμης σποράς της καλλιέργειας του βαμβακιού στην Ελλάδα. Προβλήματα**

Η Ελλάδα αποτελεί όριο της καλλιέργειας του βαμβακιού στο βόρειο ημισφαίριο. Ως εκ τούτου, η καλλιέργεια ολοκληρώνει οριακά το βιολογικό της κύκλο στα μέσα φθινοπώρου, περίοδος που χαρακτηρίζεται συνήθως από βροχοπτώσεις, οι οποίες αφενός μεν δυσχεραίνουν τη συγκομιδή, αφ ετέρου δε υποβαθμίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος, δηλαδή της ίνας του βαμβακιού. Για να αποφευχθούν οι παραπάνω δυσάρεστες και επιζήμιες για τον παραγωγό καταστάσεις είναι επιθυμητή η συγκομιδή της καλλιέργειας όσο το δυνατόν νωρίτερα, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απαιτούμενης ποσότητας άρδευσης της καλλιέργειας, τη μείωση των εντομοκτόνων και μεγαλύτερη

προστασία σε όψιμες μορφές ασθενειών (Zaxos *et al.*, 2011). Μέσω μίας πρώιμης σποράς μπορεί να επιτευχθεί σημαντική πρωίμιση του χρόνου συγκομιδής.

Το βαμβάκι είναι ένα φυτό που επηρεάζεται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, κάτω από τις οποίες αναπτύσσεται. Αβιοτικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική υγρασία, η βροχόπτωση και η εδαφική υγρασία επηρεάζουν, τόσο την απόδοση, όσο και την ποιότητα της ίνας (Bradow & Davidonis, 2000). Είναι λοιπόν απαραίτητη η κατανόηση της επίδρασης των περιβαλλοντικών συνθηκών και των καλλιεργητικών τεχνικών στην ανάπτυξη του φυτού, προκειμένου να σχεδιαστεί ενός βέλτιστο σύστημα διαχείρισης της καλλιέργειας (Killi & Bolek, 2006). Για τον καθορισμό της καλύτερης ημερομηνίας σποράς λαμβάνονται υπόψη από τους καλλιεργητές η ποιότητα του σπόρου, όπως καθορίζεται από τη φυτρωτικότητα του για μία σπορομερίδα, ο υπολογισμός βαθμομερών για τις επόμενες πέντε μέρες μετά την σπορά, η θερμοκρασία, καθώς και το βάθος σποράς (Μπαξεβάνος, 2001).

Η σπορά του βαμβακιού γίνεται όταν η θερμοκρασία του εδάφους σταθεροποιηθεί στους 15 °C σε βάθος 5 cm. Στόχος των παραγωγών είναι να έχουν μια όσο το δυνατόν πιο πρώιμη σπορά, η οποία συνήθως για τα ελληνικά δεδομένα συμπίπτει με το πρώτο 10ήμερο του Απριλίου. Επιτυχής θεωρείται η σπορά όταν έχουμε καλή εγκατάσταση των νεαρών φυτών έως τις 5 Μαΐου. Οι κακές καιρικές συνθήκες αυτή την περίοδο μπορεί να καθυστερήσουν το φύτευμα ή να προκαλέσουν βλάβη στα φυτάρια, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει τον καλλιεργητή σε επανασπορά, η οποία συνεπάγεται αύξηση του κόστους παραγωγής και συνήθως μείωση των αποδόσεων (Kosmidou & Rousopoulos, 1988).

Μη ικανοποιητική εγκατάσταση γίνεται λόγω ανεπαρκούς εδαφικής υγρασίας, σε περιπτώσεις αλατούχου εδάφους, με ιόντα νατρίου έδαφος, βαθιά σπορά και όταν επικρατούν συνθήκες ψυχρής και υγρής άνοιξης που οδηγούν σε ψύξη και ασθένειες των σπορόφυτων. Η άριστη τελική πυκνότητα είναι 7.500 μέχρι 12.500 φυτά στο στρέμμα. Σημαντικός παράγοντας είναι η γνώση της άριστης πυκνότητας κάθε ποικιλίας. Έρευνες έδειξαν ότι κενά του ενός μέτρου δεν έχουν σημαντική επίδραση στην παραγωγή. Σε περίπτωση επανασποράς επιβεβλημένη είναι η σύγκριση της αναμενόμενης παραγωγής από την υπάρχουσα φυτεία και της παραγωγής από την επανασπειρόμενη (Μπαξεβάνος, 2001).

Η πρωίμιση της παραγωγής στο βαμβάκι είναι ζητούμενη στις βόρειες περιοχές καλλιέργειάς του, όπου οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες την άνοιξη και η καλλιέργεια

έχει στη διάθεσή της λιγότερες θερμικές μονάδες, προκειμένου να ολοκληρώσει το βιολογικό της κύκλο, σε σχέση με πιο θερμές περιοχές (Edmisten, 2007; Faircloth, 2007). Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς η σπορά του βαμβακιού πρέπει να πραγματοποιείται όταν η θερμοκρασία του εδάφους κυμαίνεται από 15-18 °C σε βάθος 7.6 cm στις 10:00 το πρωί. Ακόμα όμως και αν πληρούνται αυτές οι προϋποθέσεις, η σπορά πρέπει να καθυστερήσει αν η ατμοσφαιρική θερμοκρασία αναμένεται να πέσει κάτω από τους 10 °C για τις επόμενες 5 ημέρες μετά τη σπορά, καθώς αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ανάπτυξης των φυταρίων (Christiansen & Thomas, 1969; Pettigrew, 2002). Η πρόωμη σπορά αποτελεί μία πρόκληση για την κανονική εγκατάσταση της καλλιέργειας μιας και το περιβάλλον εγκατάστασης του σπόρου είναι μη ιδανικό (πιθανότερα με χαμηλότερη θερμοκρασία και με μεγαλύτερη υγρασία), κάτι που οδηγεί αναγκαστικά σε χρήση υψηλότερων ποσοτήτων σπόρου (Pettigrew & Johnson, 2005). Σε μία πρόωμη σπορά όταν επικρατήσουν συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών πρέπει να χρησιμοποιηθεί σπόρος υψηλής ποιότητας αντίθετα με σπορές που γίνονται στα πλαίσια των κανονικών ημερομηνιών σποράς (Smith & Varvil, 1984). Επιπλέον, η πρώτη γραμμή άμυνας για τις ασθένειες των φυταρίων είναι η χρήση υψηλής ποιότητας σπόρου, ο οποίος είναι επενδεδυμένος με μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα (Phipps, 2012). Στην πραγματικότητα ένα μολυσμένο φυτάριο που παρακάμπτει την ασθένεια δεν αποδίδει εξίσου καλά με ένα εξαρχής υγιές φυτάριο (Minton *et al.*, 1982).

Η εποχή σποράς επιδρά σημαντικά σε ένα πλήθος παραγόντων που σχετίζονται με την παραγωγικότητα των φυτών βαμβακιού, όπως το ξηρό βάρος και ο ρυθμός ανάπτυξης. Έρευνες έδειξαν ότι πρόωμη σπορά οδήγησε σε αύξηση του αριθμού των ανθέων κατά 10%, αύξηση των ανοιχτών καψών κατά 23% και αύξηση της τελικής παραγωγής ίνας κατά 13%, σε σχέση με πιο όψιμη σπορά (Arshad *et al.*, 2007). Από την άλλη, η όψιμη σπορά, σύμφωνα με πολλούς ερευνητές οδήγησε σε μείωση των αποδόσεων (Saroya *et al.*, 1980) και αύξηση την ευαισθησία σε εντομολογικές προσβολές και σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (Gormus & Yucel, 2002).

Σύμφωνα με τους Bilbro & Ray (1973), η καθυστέρηση της σποράς προκάλεσε μείωση του μήκους της ίνας, καθώς και του δείκτη micronaire, ενώ αυξήθηκε η αντοχή. Οι Porter *et al.* (1996), πειραματίστηκαν με έξι ποικιλίες βαμβακιού, τις οποίες έσπειραν σε διάφορες περιόδους (από πολύ πρόωμα έως πολύ όψιμα) στη Νότια Καρολίνα και διαπίστωσαν αύξηση της αντοχής και της επιμήκυνσης της ίνας και μείωση του micronaire σε όψιμη σπορά, ενώ δεν παρατήρησαν καμία επίδραση στο μήκος της ίνας. Οι Cathey &

Meredith (1988), διαπίστωσαν ότι η όψιμη σπορά μείωσε το micronaire και την απόδοση σε ίνα, αλλά δεν επηρέασε το μήκος, την αντοχή και την επιμήκυνση της ίνας. Οι Mukundan *et al.* (1993), βρήκαν ότι η όψιμη σπορά αύξησε το ποσοστό, τόσο των κοντών, όσο και των ανώριμων ινών.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με την απόδοση του βαμβακιού, είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Pettigrew, 1994). Οι μεγαλύτερες απαιτήσεις του φυτού σε ηλιακή ακτινοβολία διαπιστώθηκαν κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης. Έτσι, ενώ η μέγιστη ημέρα είναι στις 21 Ιουνίου, στην κοιλάδα του Μισσισιπι το βαμβάκι φτάνει στην πλήρη άνθιση τη δεύτερη εβδομάδα του Ιουλίου (Pettigrew, 2002). Ανάλογος είναι ο βιολογικός κύκλος του φυτού στην Ελλάδα, καθώς σύμφωνα με τον Τόλη (1986) η έναρξη της ανθοφορίας στην Ελλάδα τοποθετείται περί τις αρχές Ιουλίου, ενώ το τέλος της στις 15 Αυγούστου. Μία τεχνική που μπορεί να ακολουθηθεί, προκειμένου να επιτευχθεί μετατόπιση της άνθισης νωρίτερα (προκειμένου να συμπέσει με μεγαλύτερες ημέρες) είναι η πρόιμη σπορά.

Όταν παράλληλα χρησιμοποιούνται και πρόιμες ποικιλίες, αποφεύγεται η έκθεση της φυτείας σε όψιμες μορφές καταπόνησης, όπως είναι οι προσβολές από έντομα. Η αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων έχει μεγάλη επίδραση στη βιοποικιλότητα και στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε έντομα (Qayum *et al.*, 1990; Bashir *et al.*, 2001). Μέσω του χειρισμού της ημερομηνίας σποράς ελαχιστοποιούνται οι ζημιές από έντομα, καθώς αποφεύγεται συγχρονισμός μεταξύ του φυτού ξενιστή και του εντόμου. Η πρόιμη σπορά συντελεί στο να αποφευχθούν ζημιές από τις τελευταίες γενιές των εντόμων. Γίνεται λοιπόν εμφανές ότι είναι εφικτή η μείωση εισροών που αφορούν σε εντομοκτόνα (Pettigrew, 2002). Παράλληλα, η έγκαιρη ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου του φυτού (πριν τις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις) μπορεί να καθιστά αποτελεσματικότερη την εφαρμογή των χημικών αποφυλλωτικών.

Πέραν από τα πλεονεκτήματα της πρόιμης σποράς υπάρχουν και ορισμένοι κίνδυνοι. Οι Christiansen & Rowland (1986) αναφέρουν ότι αυξάνεται ο κίνδυνος καταπόνησης των φυταρίων από χαμηλές θερμοκρασίες. Οι δυσμενείς συνθήκες που μπορεί να επικρατήσουν αυτή την περίοδο αυξάνουν τον κίνδυνο προσβολής από τα παθογόνα του εδάφους. Ωστόσο, αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί από ένα πλήθος μυκητοκτόνων λαμβάνοντας υπόψη του ο παραγωγός το κόστος τέτοιων επεμβάσεων και αν αυτό αντισταθμίζεται από το όφελος της

πρώιμησης της καλλιέργειάς του. Η χαμηλή θερμοκρασία, σε συνδυασμό με την υψηλή υγρασία μπορεί να επιδράσουν σε μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φυτών και να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση σε ίνα (Kittock *et al.*, 1987; Bauer & Bradow, 1996). Οι Rahman *et al.*, (2007) διαπίστωσαν σε πρώιμες καλλιέργειες ότι η κρίσιμη περίοδος της αναπαραγωγικής φάσης συνέπεσε με τις πιο θερμές ημέρες της καλλιεργητικής περιόδου, με αποτέλεσμα η θερμική καταπόνηση να οδηγήσει σε απόπτωση αναπαραγωγικών οργάνων και μείωση της τελικής παραγωγής. Τέλος, οι Kittock *et al.*, (1981) διαπίστωσαν ότι η πρώιμη σπορά επηρέασε θετικά μόνον το βαμβάκι τύπου pima (*G. barbadense*) και πολύ λιγότερο το upland (*G. hirsutum*). Στην Ινδία όπως αναφέρεται και στην επιστημονική βιβλιογραφία, πρώιμες σπορές καταστρέφονται από το *Helicoverpa armigera* ενώ όψιμες σπορές αποφεύγουν την καταστροφή (Dhawan *et al.*, 1987; Iiango & Uthamasamy, 1989; Ihrig *et al.*, 1996; Tomar *et al.*, 2000; Rasool *et al.*, 2002). Επίσης, οι Zheng *et al.* (2002) ανέφεραν ότι η πρώιμη σπορά οδήγησε σε χαμηλότερη αντίσταση των καψών στο πράσινο σκουλήκι ενώ η όψιμη σπορά βελτίωσε την αντίσταση αυτή στην Κίνα.

Αντίθετα με την Ελλάδα, που το θέμα δεν έχει μελετηθεί επαρκώς, στη βαμβακοπαραγωγική ζώνη των Η.Π.Α. πραγματοποιήθηκαν από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα μέχρι σήμερα αρκετές μελέτες με αντικείμενο την ημερομηνία σποράς (Kittock *et al.*, 1987; Cathey & Meredith, 1988). Οι περισσότερες από αυτές βασίστηκαν στο γεγονός ότι η ανάπτυξη των βαμβακόφυτων καθίσταται ανενεργή κάτω από τους 15 °C (Waddle, 1984) και πολλές φορές συνδυάζεται με αύξηση των τήξεων των φυταρίων.

Για να αντιμετωπιστούν τέτοιου τύπου προβλήματα αναφέρονται διάφοροι τρόποι που προάγουν την αντοχή των νεαρών φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνοντας τα οφέλη της πρώιμης σποράς. Ένας από αυτούς είναι η χρήση ποικιλιών που να ανταποκρίνονται καλύτερα στις πιθανές αντίξοες καιρικές συνθήκες που επικρατούν νωρίς την άνοιξη. Υπάρχουν επίσης αναφορές για φυτά τα οποία αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπια ή θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών και με τη χρήση κατάλληλων χημικών ουσιών προήχθη σχετική αντοχή στο ψύχος (Pettigrew, 2002). Για παράδειγμα, αναφέρθηκε ότι η εφαρμογή ABA σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες μείωσε τις ζημιές σε νεαρά φυτά, όταν αυτά εξετέθησαν σε χαμηλές θερμοκρασίες (Rikin *et al.*, 1979, 1983). Ωστόσο η επίδραση όλων αυτών των μεθόδων σε επίπεδο αγρού δεν μελετήθηκε (Pettigrew, 2002).



## 1.5 Σκοπός της Μελέτης

Είναι κοινώς αποδεκτή η σημασία και η αποτελεσματικότητα της πρώιμης σποράς, προκειμένου να αποφευχθούν δυσμενείς καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα το φθινόπωρο όταν η καλλιέργεια του βαμβακιού ολοκληρώνει το βιολογικό της κύκλο. Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται συνήθως από βροχοπτώσεις, οι οποίες αφενός μεν δυσχεραίνουν τη συγκομιδή μειώνοντας τις αποδόσεις, αφ' ετέρου δε υποβαθμίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος, δηλαδή της ίνας του βαμβακιού.

Σκοπός του πειράματος που πραγματοποιήθηκε ήταν καταρχήν η συγκριτική μελέτη της βλαστικότητας των τριών εμπορικών ποικιλιών βαμβακιού (*Lider, Campo, Fantom*) σε ξηρούς και μερικώς ενυδατωμένους σπόρους, με συνδυασμό θερμοκρασιακής και υδατικής καταπόνησης με ωσμωτικά μέσα (PEG), μέσω της καταγραφής δεδομένων των τελικών ποσοστών και του χρόνου βλάστησης. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε τόσο σε χαμηλές θερμοκρασίες όπου είναι συνήθεις κατά την σπορά, ικανές βέβαια για την έναρξη της βλάστησης του φυτού, καθώς και σε θερμοκρασίες κοντά στην άριστη, με στόχο να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων. Τα ανωτέρω πειράματα μας παρείχαν σημαντικές πληροφορίες και παραμέτρους για τον υπολογισμό της οριακής θερμοκρασίας βλάστησης για κάθε ποικιλία, μέσω του θερμικού μοντέλου. Παράλληλα, υπολογίστηκε ο θερμικός χρόνος που απαιτείται για τη βλάστηση σε κάθε θερμοκρασία. Επιπροσθέτως, μέσω των υδατικών καταπονήσεων που εφαρμόστηκαν στα πειράματα, έγινε εφικτή η μελέτη του συνδυασμού των δύο βασικών παραγόντων που υπεισέρχονται στη βλάστηση, της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Με βάση το υδατικό μοντέλο σκοπός ήταν να επιτευχθεί ο υπολογισμός του ελάχιστου υδατικού δυναμικού βλάστησης και του υδατικού χρόνου που απαιτείται για τη βλάστηση.

Τέλος, μελετήθηκε η ταχύτητα απορρόφησης νερού και η τελική περιεχόμενη υγρασία, με στόχο τη δημιουργία ολοκληρωμένης εικόνας όσον αφορά την παρεμπόδιση που ασκεί το ωσμωτικό μέσο στην απορρόφηση του νερού στην εκάστοτε θερμοκρασία, καθώς και την καταγραφή των διαφορών σε ξηρούς και μερικώς ενυδατωμένους σπόρους.

## Κεφάλαιο 2 - Υλικά και μέθοδοι

### 2.1 Αναφορά πειραμάτων

Τρία πειράματα πραγματοποιήθηκαν υπό εργαστηριακές συνθήκες για τη μελέτη και τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη διαδικασία βλάστησης σπόρων βαμβακιού. Μέσω των δύο πρώτων πειραμάτων παρατηρήθηκαν οι πορείες φυτρώματος, τα τελικά ποσοστά βλάστησης καθώς και ο χρόνος βλάστησης διαφορετικών κλασμάτων κάθε πληθυσμού (10%, 50%, 90%). Η μελέτη έγινε σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες και αφορούσε την επίδραση της υδατικής καταπόνησης μέσω πέντε διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικών διαλυμάτων σε τρεις ποικιλίες βαμβακιού. Τα δύο πειράματα διέφεραν στο ότι οι σπόροι του δεύτερου πειράματος δέχτηκαν μία προ-μεταχείριση. Η προ-μεταχείριση αυτή ήταν ενυδάτωση των σπόρων κάτω από συγκεκριμένες και σταθερές συνθήκες οι οποίες αναφέρονται παρακάτω. Στο τρίτο πείραμα μελετήθηκε η περιεχόμενη υγρασία των σπόρων καθώς και ο ρυθμός απορρόφησης νερού. Η μελέτη έγινε τόσο σε σπόρους που δεν δέχτηκαν την ειδική προ-μεταχείριση όσο και σε σπόρους με προ-μεταχείριση, σε κάθε πειραματική επέμβαση.

### 2.2 Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τα πειράματα ήταν σπόροι τριών εμπορικών ποικιλιών βαμβακιού, πλαστικά τρυβλία διαμέτρου 14 εκατοστών για τα δύο πρώτα πειράματα και μικρότερης διαμέτρου για το τρίτο, διηθητικό χαρτί, 5 ωσμωτικά διαλύματα με έναν μάρτυρα, και τέλος ένας θάλαμος σταθερών συνθηκών (Climas). Του οποίου η απόκλιση στη θερμοκρασία είναι  $\pm 0.5$  °C.

Οι ποικιλίες βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) που μελετήθηκαν ήταν οι *LIDER*, *CAMPO* και *FANTOM*. Η συγκομιδή της σπορομερίδας που εξετάστηκε κατά τα πειράματα έγινε το έτος 2010. Οι σπόροι ήταν χημικά αποχλώμενοι και επένδεδυμένοι με Vitavax (4l/t σπόρου). Τα κύρια χαρακτηριστικά των ποικιλιών αυτών σύμφωνα με την εταιρεία εμπορίας τους αναφέρονται παρακάτω:

#### *LIDER:*

- Μεσοπρώιμη ποικιλία
- Υψηλή προσαρμοστικότητα στους περισσότερους τύπους εδαφών
- Ύψος φυτού 80-100 cm
- Θαμνώδες ζωηρό φυτό
- Καλή αντοχή στο βερτισίλιο
- Δυνατότητα συγκράτησης μεγάλου αριθμού καρυδιών
- Μεγάλου μεγέθους καρύδια ( 5- 5.5gr.)

#### *CAMPO:*

- Εξαιρετικό δυναμικό παραγωγής
- Μεγάλη απόδοση και ανώτερης ποιότητας ίνα
- Ιδιαίτερα βαθύρριζη ποικιλία, ώστε να εκμεταλλεύεται κατά το μέγιστο την εδαφική υγρασία
- Πάρα πολύ καλή αντοχή στο βερτισίλιο
- Μεσοόψιμη ποικιλία
- Εξαιρετική αντοχή σε συνθήκες ξηρασίας, αντεπεξέρχεται άριστα σε ακανόνιστες αρδεύσεις, συνθήκες καταπόνησης και έλλειψης νερού
- Ολοκληρωτική εκμετάλλευση της εδαφικής υγρασίας κατά τη διάρκεια της περιόδου πλήρους άνθησης
- Υψηλή προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές εδαφικές και κλιματικές συνθήκες
- Υψηλή βλαστική ικανότητα, ιδανική ποικιλία για πρώιμες σπορές
- Αξιοποιεί τη χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης
- Νέας τεχνολογίας ποικιλία βαμβακιού, έχοντας αναπτυχθεί για υψηλή απόδοση σε ίνα

#### *FANTOM:*

- Υπερπρώιμη ποικιλία
- Εντυπωσιακό δυναμικό παραγωγής
- Μεγάλου μεγέθους και βάρους καρύδια (5-6gr.)
- Ορθόκλαδος, συμπαγής τύπος φυτού με καρποφορία κοντά στο κεντρικό στέλεχος
- Πολύ πρώιμη και σταδιακή ανθοφορία
- Ιδανική τόσο σε πρώιμες όσο και σε όψιμες σπορές
- Χνουδωτά φύλλα
- 4-5 κόμποι για την έκπτυξη του πρώτου καρποφόρου οργάνου
- Μέσο προς υψηλό φυτό (80-120 cm)
- Πολύ καλή αντοχή σε συνθήκες θυέλλης
- Καλή αντοχή στο βερτισίλιο (αδρομύκωση)

### 2.3 Αναλυτική περιγραφή πειραμάτων

➤ Βλαστικότητα κάτω από θερμοκρασιακή και υδατική καταπόνηση (Πείραμα 1<sup>ο</sup>)

Σε κάθε ποικιλία επιδιώχθηκε δημιουργία υδατικής καταπόνησης μέσω πέντε ωσμωτικών διαλυμάτων αυξανόμενης συγκέντρωσης (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 MPa) και ένα διάλυμα απιονισμένου νερού ως μάρτυρα. Τα ποσοστά βλαστικότητας και οι πορείες φυτρώματος των σπόρων με τις συγκεκριμένες μεταχειρίσεις μελετήθηκαν σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες κατάλληλες για βλάστηση του βαμβακιού. Η χαμηλότερη θερμοκρασία που μελετήθηκε ήταν αυτή των 12 °C και ακολούθως οι θερμοκρασίες των 15 °C, 18 °C, 22 °C και 25 °C.

➤ Υδροβελτίωση (Πείραμα 2<sup>ο</sup>)

Το πείραμα αυτό βασίστηκε επίσης στην δημιουργία υδατικής καταπόνησης με τους ίδιους βαθμούς ώσμωσης όπως και ανωτέρω με διαφορά την προ-μεταχείριση που δέχτηκαν οι σπόροι του βαμβακιού. Η προ-μεταχείριση αφορούσε την ενυδάτωση των σπόρων με απιονισμένο νερό για 16h σε σταθερή θερμοκρασία των 25 °C και έπειτα οι σπόροι αφέθηκαν για 24h σε συνθήκες φυσικού περιβάλλοντος για απώλεια της περίσσειας υγρασίας. Το πείραμα αυτό εξετάστηκε επίσης στις πέντε προαναφερθείσες θερμοκρασίες βλάστησης.

➤ Περιεχόμενη Υγρασία (Πείραμα 3<sup>ο</sup>)

Για την καλύτερη κατανόηση και μεγαλύτερη ανάλυση της διαδικασίας βλάστησης των σπόρων πραγματοποιήθηκε τέλος ένα πείραμα με σκοπό την μελέτη ταχύτητας και ποσότητας απορρόφησης νερού από τους σπόρους. Η μελέτη έγινε σε όλα τα διαλύματα αυξανόμενης συγκέντρωσης ωσμωτικών δυναμικών, σε σπόρους που δέχτηκαν προ-μεταχείριση και μη, ενώ τέλος παρατηρήσεις λήφθηκαν και από τις πέντε πειραματικές θερμοκρασίες.

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν εντελώς τυχαιοποιημένο παραγοντικό με παράγοντες τις 3 ποικιλίες, τις 5 θερμοκρασίες και τις 6 συγκεντρώσεις υδατικών διαλυμάτων συμπεριλαμβανομένου του μάρτυρα.

## 2.4 Προετοιμασία του πειράματος

Παρασκευάστηκαν τα ωσμωτικά διαλύματα με τη χρήση πολυαιθυλενογλυκόλης (PEG 6000) σύμφωνα με την μέθοδο Michel and Kaufmann (1973) σε πέντε διαφορετικές συγκεντρώσεις της διαλυτής ουσίας (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 MPa) και ένα απουσία αυτής, ο μάρτυρας (0). Οι ποσότητες της διαλυτής ουσίας διαφοροποιήθηκαν σε μικρό βαθμό μεταξύ των θερμοκρασιών όπως παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

**Πίνακας 6:** Ποσότητες σε gr της διαλυτής ουσίας PEG 6000 για την παρασκευή πέντε ωσμωτικών διαλυμάτων αυξανόμενης συγκέντρωσης σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Ωσμωτικά Δυναμικά	Θερμοκρασίες				
	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<b>-0.2 MPa</b>	51.00	52.82	54.76	57.53	59.78
<b>-0.4 MPa</b>	78.38	80.65	83.04	86.45	89.17
<b>-0.6 MPa</b>	99.65	102.2	104.9	108.8	111.8
<b>-0.8 MPa</b>	117.7	120.5	123.5	127.6	131.0
<b>-1.0 MPa</b>	133.6	136.6	139.8	144.3	147.9

Οι παραπάνω ποσότητες της διαλυτής ουσίας χρησιμοποιήθηκαν για παρασκευή διαλυμάτων όγκου 500ml ενώ για το ζύγισμα χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας. Η διάλυση της ουσίας έγινε με συνεχόμενη ανάδευση για 10 λεπτά.

Από κάθε ποικιλία επιλέχθηκαν με τυχαία επιλογή 1200 σπόροι για κάθε θερμοκρασία. Οι 600 από αυτούς δέχτηκαν την προ-μεταχείριση υδροβελτίωσης (πείραμα 2<sup>ο</sup>). Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε κωνικές φιάλες των 500ml με απεσταγμένο νερό και διατηρήθηκαν προς ενυδάτωση για 16h σε συνθήκες σκότους σε θάλαμο με σταθερή θερμοκρασία 25 °C, έπειτα από αυτό το διάστημα οι σπόροι απλώθηκαν πάνω σε απορροφητικά χαρτιά και παρέμειναν για 24 ώρες σε συνθήκες εργαστηρίου για στέγνωμα και μείωση της απορροφηθείσας υγρασίας. Οι 600 υπόλοιποι σπόροι χρησιμοποιήθηκαν χωρίς καμία προ-μεταχείριση για τη μελέτη της βλαστικότητας υπό υδατική καταπόνηση (πείραμα 1<sup>ο</sup>).

Για τις μετρήσεις των ποσοστών βλάστησης τόσο των σπόρων με τη προμεταχείριση όσο και των σπόρων χωρίς προμεταχείριση καθώς και εντός των μεταχειρίσεων των ωσμωτικών διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα τρυβλία με διηθητικά χαρτιά τα οποία αποτέλεσαν τις επαναλήψεις κάθε επέμβασης. Το κάθε τρυβλίο περιείχε 25 σπόρους, ενώ

στο πείραμα μελέτης της περιεχόμενης υγρασίας (πείραμα 3<sup>ο</sup>) σε κάθε τρυβλίο τοποθετήθηκαν 5 σπόροι. Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στο θάλαμο σταθερών συνθηκών και ελήφθησαν οι επιθυμητές παρατηρήσεις σε κάθε πείραμα ξεχωριστά, με καθημερινή παρακολούθηση, στις πέντε εξεταζόμενες θερμοκρασίες (12 °C, 15 °C, 18 °C, 22 °C και 25 °C).

## **2.5 Πειραματική διαδικασία – Εκτέλεση του πειράματος**

Κατά την τοποθέτηση των σπόρων στα τρυβλία οι σπόροι ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας για την πιθανή αλληλεπίδραση και συσχέτιση του βάρους των σπόρων κάθε ποικιλίας με τα τελικά ποσοστά βλάστησης αυτής. Σε κάθε τρυβλίο οι σπόροι τοποθετήθηκαν ανάμεσα σε δύο διηθητικά φύλλα κάτω και ένα πάνω με σκοπό την ενυδάτωσή τους .

Έπειτα έγινε προσθήκη στα τρυβλία 10 ml από το αντίστοιχο κάθε φορά διάλυμα, κλείσιμο αυτών και μεταφορά στο θάλαμο σταθερών συνθηκών. Στο πείραμα της περιεχόμενης υγρασίας τα τρυβλία τα οποία περιείχαν πέντε σπόρους σε κάθε επανάληψη και ήταν μικρότερης διαμέτρου η ενυδάτωση έγινε με 7 ml διαλύματος.

Ακολουθήθηκε η ίδια ακριβώς διαδικασία διαδοχικά στις θερμοκρασίες 12, 15, 18, 22 και 25 °C και καταγράφηκαν όλες οι παρατηρήσεις.

## **2.6 Μετρήσεις**

Σαν ένδειξη βλάστησης θεωρήθηκε η έξοδος του ριζιδίου από τη μικροπύλη κατά 1 mm περίπου και η γεωτροπική καμπυλότητα. Σε όλες τις θερμοκρασίες για να μελετηθεί η πορεία βλάστησης οι παρατηρήσεις ελήφθησαν κάθε 24 ώρες ακριβώς. Η επώαση έγινε σε συνθήκες σκότους με εξαίρεση τα σύντομα χρονικά διαστήματα των μετρήσεων όπου οι σπόροι δέχτηκαν εργαστηριακό φώς.

Σε κάθε μέτρηση οι βλαστημένοι σπόροι απομακρύνθηκαν με λαβίδες, ενώ ταυτόχρονα έγινε έλεγχος της επάρκειας υδατικού διαλύματος και όποτε κρίθηκε αναγκαίο έγινε προσθήκη περίπου 3 ml ακόμη. Στις υψηλές θερμοκρασίες η προσθήκη διαλυμάτων ήταν πιο συχνή σε σχέση με τις χαμηλές θερμοκρασίες. Στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκε

ανάπτυξη παθογόνων μυκήτων έγινε μεταφορά όλων των υπολοίπων σπόρων σε νέο καθαρό τρυβλίο με καινούργια διηθητικά χαρτιά. Ο προσβεβλημένος σπόρος καταμετρήθηκε ως μη βλαστημένος. Τέλος, όταν για 2 με 3 μετρήσεις σημειώθηκε η ίδια ένδειξη (=0) θεωρήθηκε ότι η βλάστηση είχε ολοκληρωθεί.

Όσον αφορά τις μετρήσεις που έγιναν στο πείραμα μελέτης της περιεχόμενης υγρασίας (Πείραμα 3<sup>ο</sup>) της ποσότητας δηλαδή που απορροφήθηκε από ένα σπόρο τις πρώτες ώρες μετά την ενυδάτωση του ακολουθήθηκε ένας διαφορετικός τρόπος καταγραφής τους. Η παρακολούθηση της απορρόφησης ήταν συνεχόμενη ανά τρεις ώρες και αποτελέσματα καταγράφηκαν για τις εξής ώρες από τη στιγμή που ο σπόρος ήλθε σε επαφή με το διάλυμα: 3h, 6h, 9h, 24h, 27h, 30h, 33h, 48h, 51h και 54h. Το πείραμα για κάθε θερμοκρασία διατηρήθηκε στο θάλαμο για τρεις ημέρες. Μία εξαίρεση έγινε στην χαμηλή θερμοκρασία των 12 °C όπου οι μετρήσεις κράτησαν για πέντε ημέρες εξ' αιτίας της αργής απορρόφησης νερού από το σπόρο στη συγκεκριμένη θερμοκρασία.

## **2.7 Εξισώσεις και παράμετροι κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων**

### **2.7.1 Χρόνος βλάστησης για διαφορετικά κλάσματα του πληθυσμού (10%, 50%, 90%)**

Για την εξυπηρέτηση των αναγκών του πειράματος έγινε αντίστοιχα προσδιορισμός του χρόνου που απαιτήθηκε για τη βλάστηση του ποσοστού 10% ( $T_{10}$ ), του 50% ( $T_{50}$ ) και του 90% ( $T_{90}$ ) των σπόρων από τις χρονικές πορείες βλάστησης. Αναλυτικά, ως  $T_{10}$  ορίζεται το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη βλάστηση του 10% του συνολικού αριθμού σπόρων που φύτεψαν. Ως  $T_{50}$  ορίζεται το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη βλάστηση του 50% του συνολικού αριθμού σπόρων που φύτεψαν. Και ως  $T_{90}$  ορίζεται το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη βλάστηση του κλάσματος 90% του συνολικού αριθμού των βλαστημένων σπόρων.

### **2.7.2 Θερμικό μοντέλο**

Με τη χρήση του θερμικού μοντέλου ο χρόνος βλάστησης σε διαφορετικές θερμοκρασίες κάτω από την άριστη μπορεί να χαρακτηριστεί από θερμικές μονάδες ή αλλιώς από τον θερμικό χρόνο με βάση την παρακάτω σχέση:

$$\theta_T(g) = (T - T_b) t_g$$

όπου  $\theta_T(g)$  είναι ο θερμικός χρόνος,  $T$  είναι η θερμοκρασία (°C),  $T_b$  είναι η οριακή θερμοκρασία και  $t_g$  είναι ο χρόνος βλάστησης ενός ποσοστού  $g$  σπόρων. Ο θερμικός χρόνος είναι ο αριθμός των βαθμοημερών πάνω από την οριακή θερμοκρασία εντός του χρόνου  $t$  που απαιτείται για την βλάστηση του κλάσματος  $g$  σπόρων (Garcia-Huidobro *et al.*, 1982).

### 2.7.3 Μοντέλο υδατικού χρόνου

Το μοντέλο προϋποθέτει ότι η επιμήκυνση του ριζιδίου σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, εξαρτάται από δύο μεταβλητές: τον υδατικό χρόνο ( $\theta_H$ ) που είναι σταθερός για δεδομένο πληθυσμό σπόρων και το οριακό δυναμικό ( $\Psi_b$ ) που μεταβάλλεται αντίστοιχα μέσα στον πληθυσμό. Οι παράμετροι αυτές συνδέονται με την παρακάτω σχέση:

$$\theta_H = (\Psi - \Psi_{b(g)}) t_g$$

όπου,  $\Psi$  είναι το υδατικό δυναμικό του μέσου παρεμπόδισης,  $\Psi_{b(g)}$ , το ελάχιστο υδατικό δυναμικό του ποσοστού  $g$  των σπόρων που βλάστησαν και  $t_g$  ο χρόνος εμφάνισης του ριζιδίου σε  $g$  ποσοστό των σπόρων. Αν η  $\theta_H$  είναι σταθερή, ο  $t_g$  μεταβάλλεται αντίστροφα από τη διαφορά  $\Psi - \Psi_{b(g)}$ . Το γεγονός ότι οι σπόροι δεν φυτρώνουν ταυτοχρόνως μπορεί να αποδοθεί στη διακύμανση του οριακού δυναμικού, κάτι το οποίο ποσοτικοποιείται με βάση την τυπική απόκλιση (Gummerson, 1986; Bradford, 1990; Ni & Bradford, 1992).

### 2.7.4 Περιεχόμενη υγρασία των σπόρων

Χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας και η μετατροπή έγινε βάση την παρακάτω εξίσωση (Cabrerera & Mourad, 1995):

$$\text{Υγρασία} = \{(\text{Νωπό Βάρος} - \text{Αρχικό Βάρος}) / \text{Νωπό Βάρος}\} * 100$$

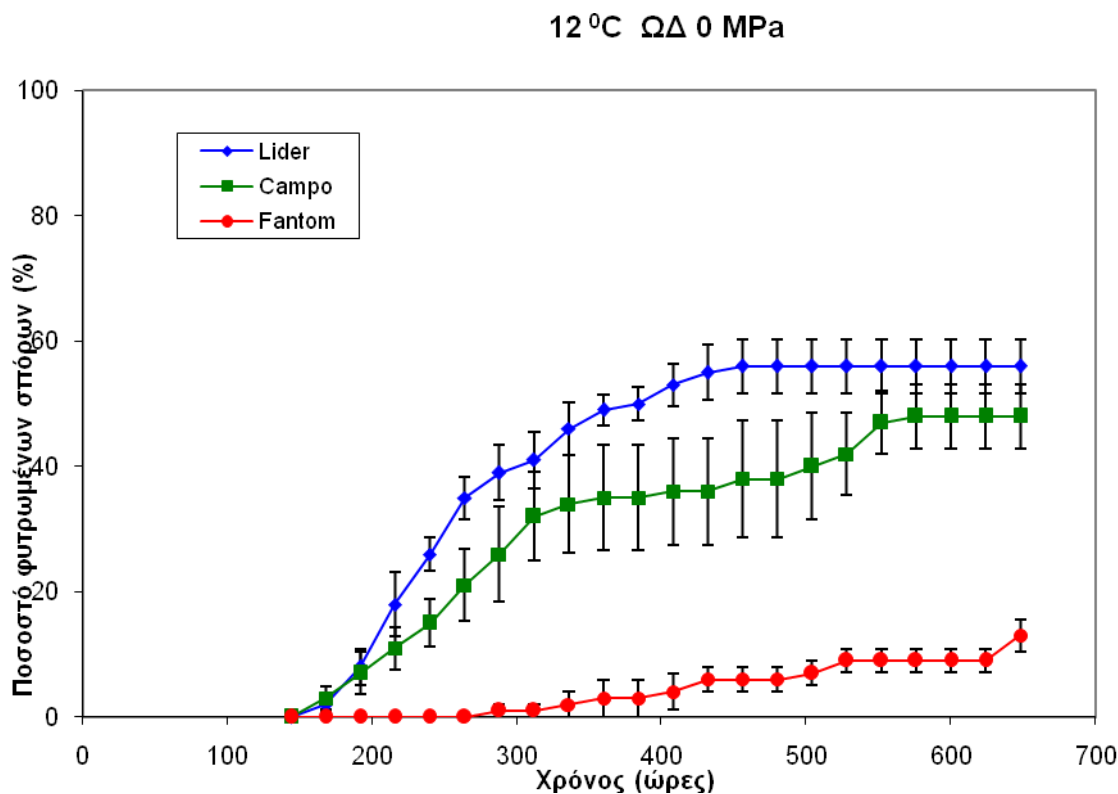
Όπου το νωπό βάρος αναφέρεται στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ανά 3h, 6h, 9h, 24h, 27h, 30h, 33h, 48h, 51h και 54h και το αρχικό βάρος στη μέτρηση των ξηρών σπόρων.



## Κεφάλαιο 3 – Αποτελέσματα

### 3.1 Πορείες φυτρώματος

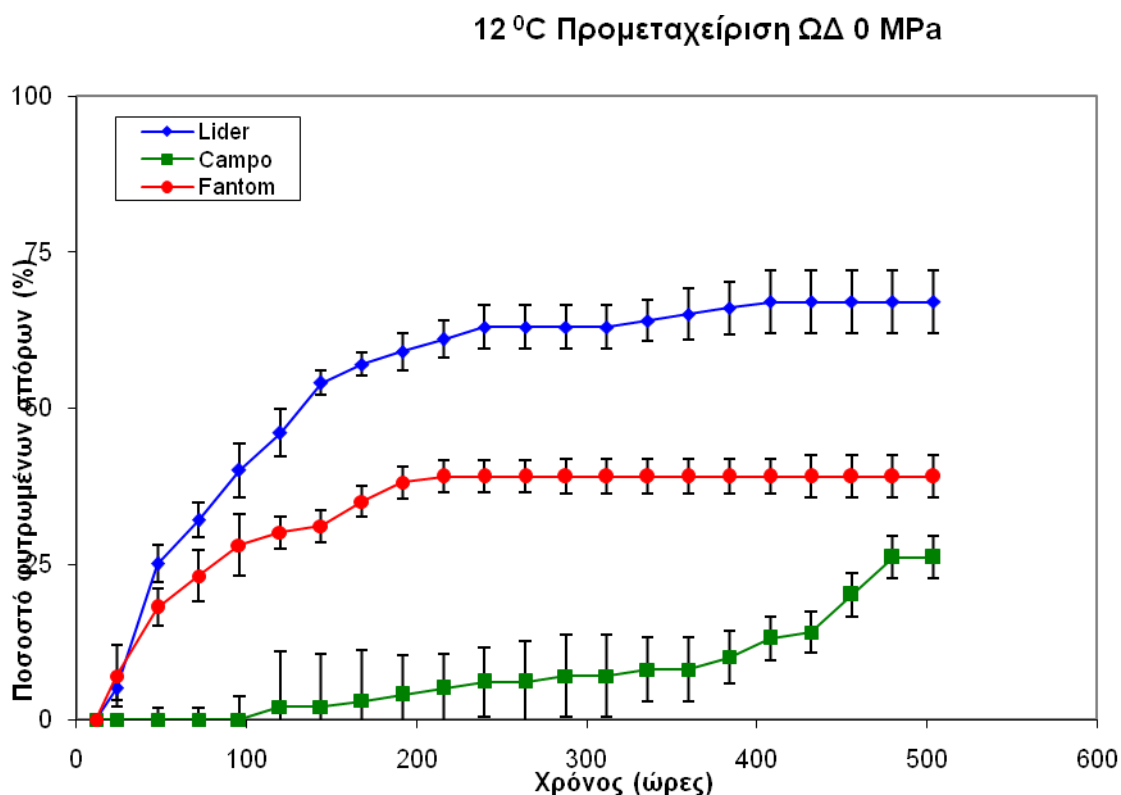
#### 3.1.1 Θερμοκρασία 12 °C



Διάγραμμα 3.1: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 12°C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1 διαπιστώνεται ότι στους 12°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa που αποτέλεσε τον μάρτυρα, οι σπόροι των ποικιλιών *Lider* και *Campo* ξεκίνησαν την βλάστηση τους στις 168h από την τοποθέτησή τους στον θάλαμο, ενώ με φανερή καθυστέρηση η ποικιλία *Fantom* ξεκίνησε στις 288h. Τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης παρουσίασε η ποικιλία *Lider*, καθώς όπως φαίνεται από το διάγραμμα η καμπύλη που περιγράφει τη βλάστησή της έχει την μεγαλύτερη κλίση. Ο μέγιστος ρυθμός της παρατηρήθηκε στις 456h. Αξιοσημείωτο είναι ότι η ποικιλία *Lider* ολοκλήρωσε πρώτη τη βλάστηση της στις 456h, με ποσοστό βλαστημένων σπόρων 56%, ακολούθως η ποικιλία *Campo* ολοκλήρωσε δεύτερη τη βλάστηση της με ποσοστό 48% στις 576h και τέλος, η ποικιλία *Fantom* στις 648h έδωσε το χαμηλότερο ποσοστό βλάστησης για αυτήν την θερμοκρασία, με 13% ποσοστό βλαστημένων σπόρων.

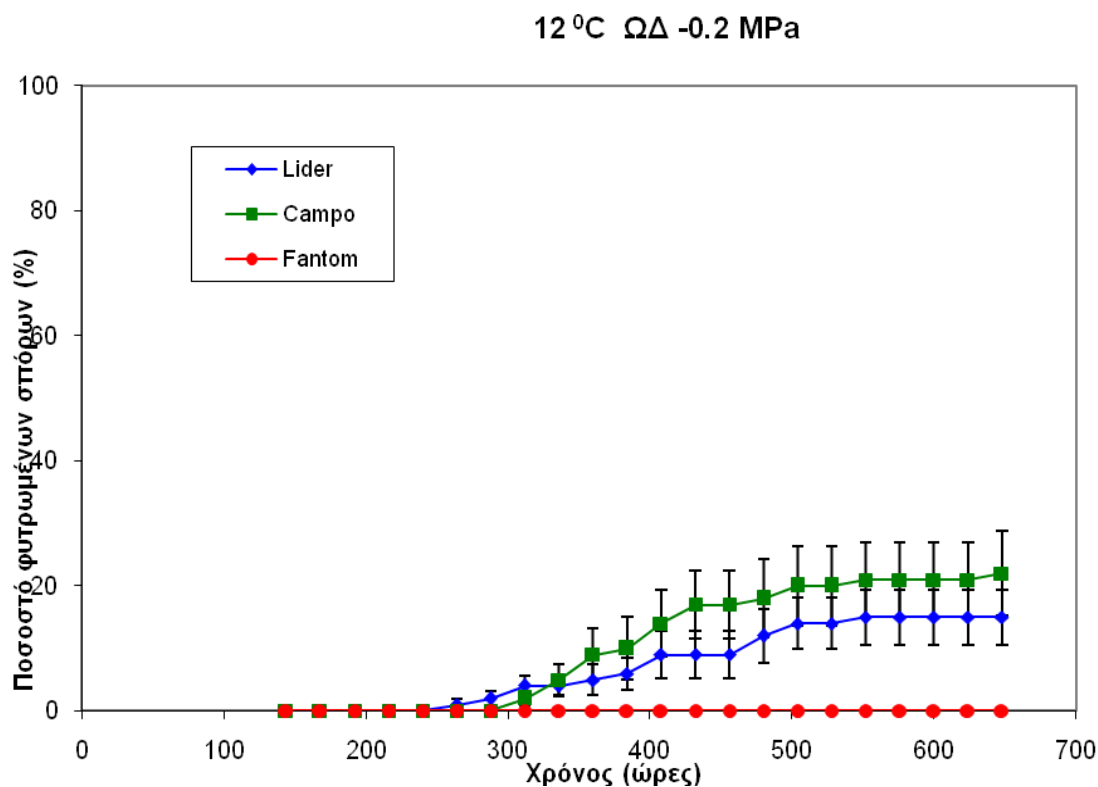
Οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθ' όλη την πορεία βλάστησής τους, αντιθέτως σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 παρατηρήθηκε μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Fantom* από τις 288h μέχρι το τέλος της πορείας βλάστησης.



Διάγραμμα 3.2: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 12°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο διάγραμμα 3.2 παρουσιάζονται οι πορείες βλάστησης των τριών ποικιλιών αφού δέχτηκαν την προ-μεταχείριση. Πρώτοι ξεκίνησαν να βλαστάνουν οι σπόροι των ποικιλιών *Lider* και *Fantom* στις 24h από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και 24h αργότερα βλάστησε η ποικιλία *Campo*. Η ποικιλία *Fantom* παρουσίασε το μέγιστο της βλάστησης της στις 168h με ποσοστό βλαστημένων σπόρων 71%, ενώ ολοκλήρωσε την διαδικασία στις 432h με τελικό ποσοστό 73%. Η συγκεκριμένη ποικιλία είχε τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης σε αυτές τις συνθήκες. Ακολούθως η ποικιλία *Lider* στις 408h σημείωσε τελικό ποσοστό βλάστησης 67% και 48h μετά η ποικιλία *Campo* ολοκλήρωσε την βλάστηση της με τελικό ποσοστό 69%.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 καταγράφηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Campo* καθ' όλη την διάρκεια βλάστησης ενώ μεταξύ της ποικιλίας *Lider* και *Fantom* σημειώθηκαν διαφορές από τις 144h έως τις 360h. Τέλος, η ποικιλία *Fantom* διέφερε σημαντικά από την ποικιλία *Campo* από την έναρξη μέχρι τις 360h.



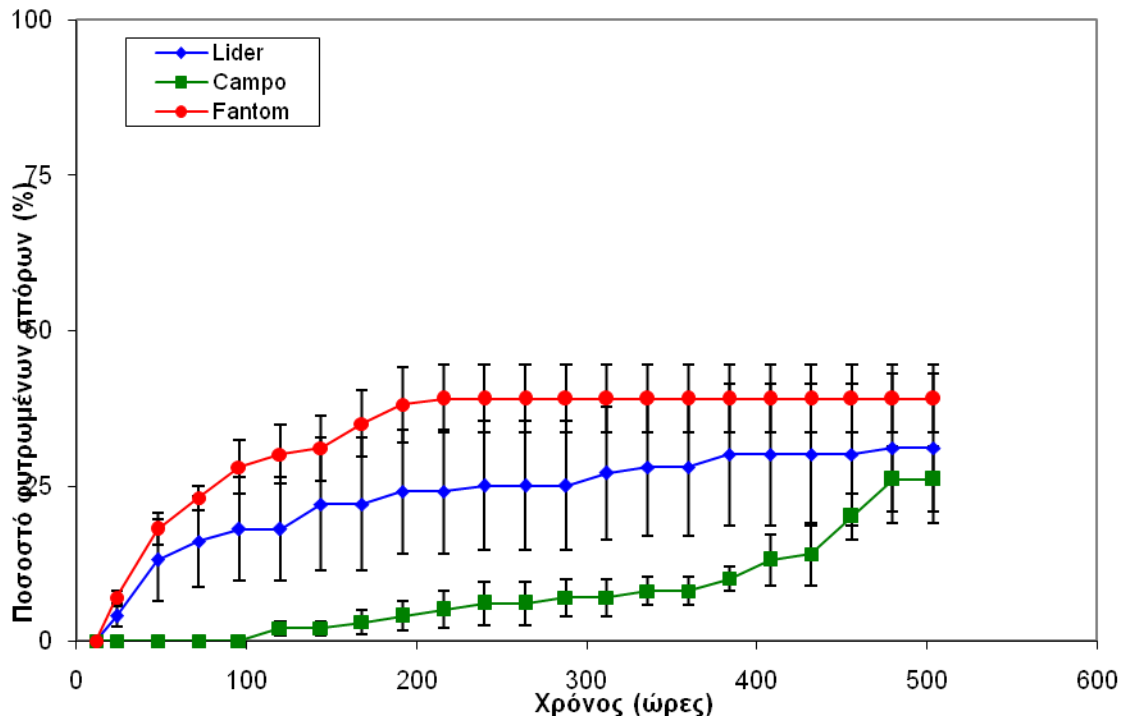
Διάγραμμα 3.3: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 12°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3 διαπιστώθηκε ότι στους 12 °C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa, οι σπόροι της ποικιλίας *Lider* ξεκίνησαν πρώτοι τις διαδικασίες βλάστησης στις 264h και έπειτα οι σπόροι της ποικιλίας *Campo* στις 312h. Παρατηρήθηκε ότι σε αυτό το οσμωτικό δυναμικό η ποικιλία *Fantom* δεν βλάστησε. Μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης σημειώθηκε από την ποικιλία *Campo* με μέγιστο στις 504h. Οι δύο ποικιλίες, *Lider* και *Campo* ολοκλήρωσαν ταυτόχρονα την βλάστησή τους στις 552h με διαφορά ότι η πρώτη

σημείωσε τελικό ποσοστό βλάστησης 15%, λίγο χαμηλότερο από την δεύτερη ποικιλία όπου σημείωσε ποσοστό 21% .

Τέλος, στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν παρατηρήθηκαν σε όλη την διαδικασία μεταξύ των δύο ποικιλιών που βλάστησαν.

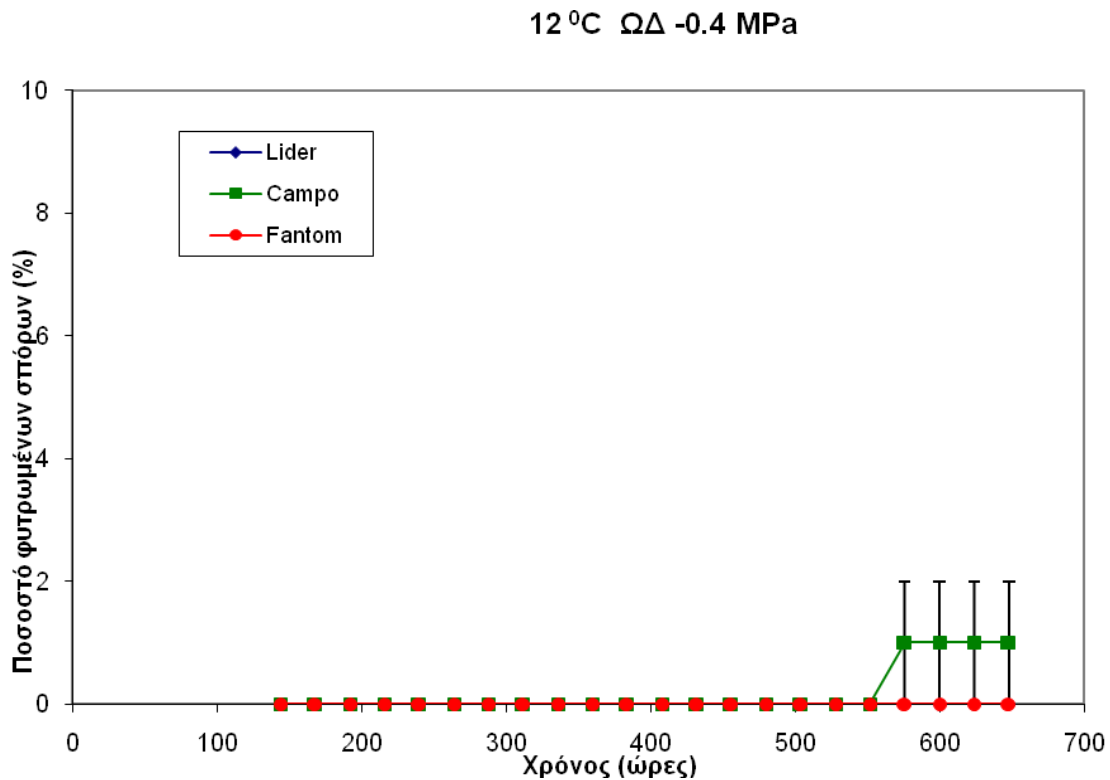
### 12 °C Προμεταχείριση ΩΔ 0,2 MPa



Διάγραμμα 3.4: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 12°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο διάγραμμα 3.4 παρουσιάζονται οι πορείες βλάστησης των ποικιλιών σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa, αφού οι σπόροι δέχτηκαν προ-μεταχείριση. Η έναρξη βλάστησης σημειώθηκε για τις ποικιλίες *Lider* και *Fantom* στις 24h, ενώ για την ποικιλία *Campo* στις 120h. Η ποικιλία *Fantom* σημείωσε τελικό ποσοστό βλάστησης 39% συμπληρώνοντας πρώτη τη βλάστησή της στις 216h, το αμέσως μικρότερο ποσοστό, 31%, παρουσίασε η ποικιλία *Lider* στις 480h, ενώ τέλος η ποικιλία *Campo* κατέγραψε 26% τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων, επίσης στις 480h. Η ποικιλία με τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης είναι φανερά η *Fantom* και το μέγιστο της σημειώθηκε στις 120h.

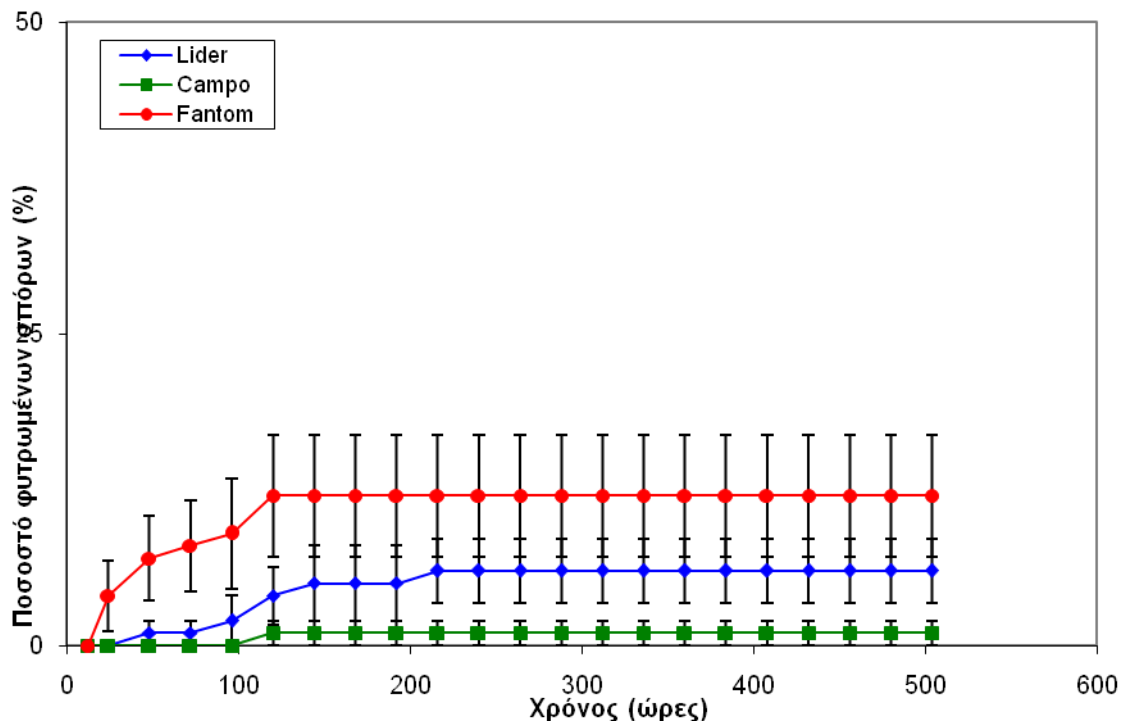
Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν σε όλη την πορεία βλάστησης μεταξύ των ποικιλιών *Fantom* και *Campo*. Ενώ οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* διέφεραν σημαντικά από τις 24h έως τις 144h. Τέλος, οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* διέφεραν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 από το χρονικό διάστημα της βλάστησής τους από τις 168h έως τις 240h.



Διάγραμμα 3.5: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 12°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5 διαπιστώθηκε ότι στους 12 °C στην συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa, η μοναδική ποικιλία που δραστηριοποιήθηκε προς βλάστηση ήταν η *Campo*. Η βλάστηση σημειώθηκε αρκετά καθυστερημένη, στις 576h από την τοποθέτηση της ποικιλίας στο θάλαμο. Το τελικό ποσοστό βλάστησης ήταν το κατώτερο, δηλαδή 1%. Οι δύο άλλες ποικιλίες δε βλάστησαν υπό αυτές τις συνθήκες θερμοκρασιακής και υδατικής ανάπτυξης.

### 12 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,4 MPa

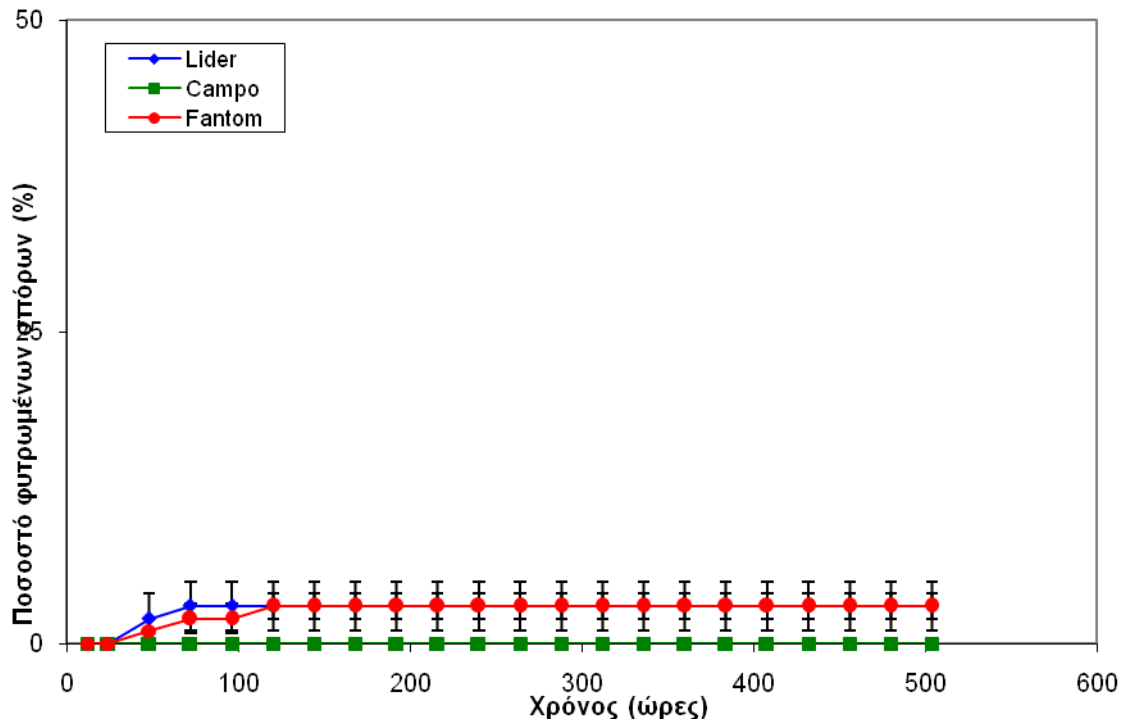


Διάγραμμα 3.6: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 12°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6 στη συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.4MPa διαπιστώνεται ότι η ποικιλία *Fantom* βλάστησε πρώτη 24h μετά την τοποθέτηση της στο θάλαμο και στις 120h συμπλήρωσε τις διαδικασίες βλάστησης με τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων 12%. Η ποικιλία *Lider* ξεκίνησε δεύτερη στις 48h και στις 216h σημείωσε τελικό ποσοστό βλάστησης 6%. Τέλος, η ποικιλία *Campo* στις 120h ξεκίνησε και ολοκλήρωσε τη βλάστηση της με το χαμηλότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων, 1%. Ταχύτερο ρυθμό βλάστησης είχε φανερά υπό αυτές τις συνθήκες η ποικιλία *Fantom*.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Fantom* έναντι των άλλων δυο ποικιλιών από τις 24h έως 96h, σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05. Οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε όλη την πορεία βλάστησής τους.

### 12 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,6 MPa

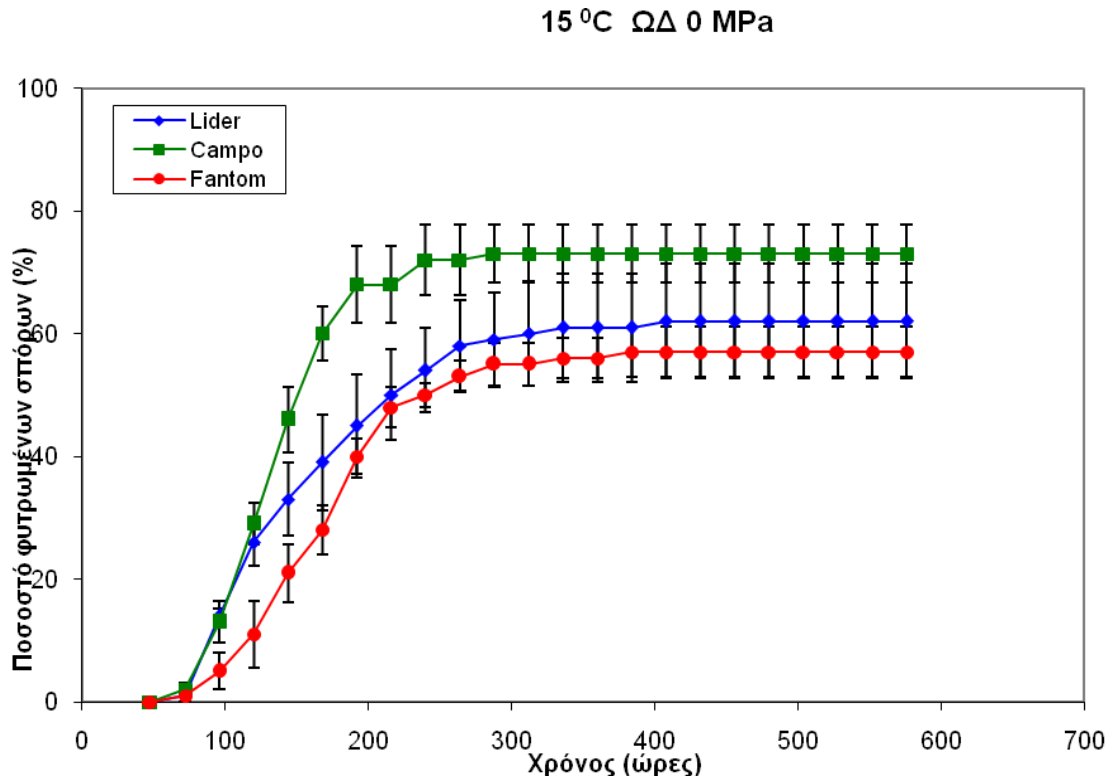


Διάγραμμα 3.7: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 12°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Με την εφαρμογή ωσμωτικού διαλύματος συγκέντρωσης -0.6MPa στην θερμοκρασία των 12 °C, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.7, η ποικιλία *Campo* δεν πραγματοποίησε έναρξη διαδικασιών βλάστησης. Αντίθετα, οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* σημείωσαν βλαστική δραστηριότητα στις 48h από την ενυδάτωσή τους. Και οι δύο σημείωσαν τελικό ποσοστό βλάστησης 3%, ενώ πρώτη ολοκλήρωσε την διαδικασία η ποικιλία *Lider* στις 72h. Υπό αυτές τις συνθήκες ήταν η ταχύτερη ποικιλία με βάση το ρυθμό βλάστησής της.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 οι τρεις ποικιλίες δεν σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

### 3.1.2 Θερμοκρασία 15 °C



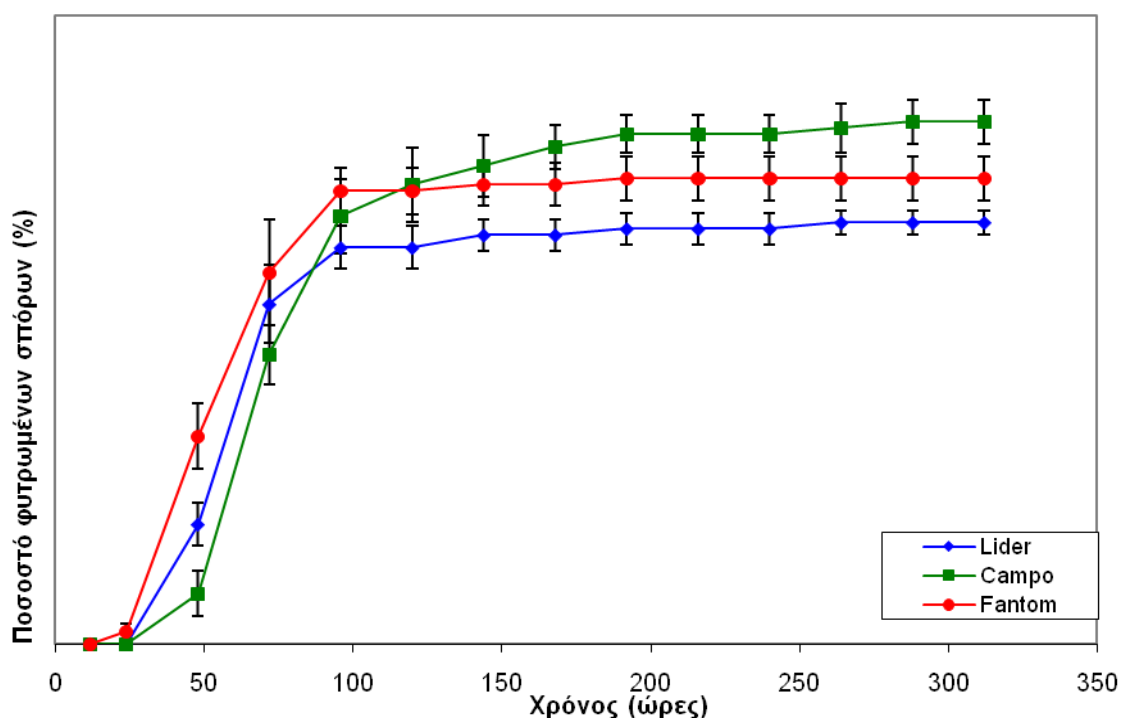
Διάγραμμα 3.8: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 15°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο διάγραμμα 3.8 παρατηρείται ότι η εκκίνηση βλάστησης έγινε για όλες τις ποικιλίες ταυτόχρονα στις 72h από την τοποθέτηση των σπόρων στο θάλαμο. Πρώτη ολοκλήρωσε τη βλάστηση της η ποικιλία *Campo* στις 288 ώρες και ακολούθησαν οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* στις 336 και 384 ώρες αντίστοιχα. Το ταχύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Campo* σε αυτήν την θερμοκρασία και το μέγιστο της σημειώθηκε στις 240h. Η συγκεκριμένη ποικιλία έδωσε και το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλάστησης, το οποίο ήταν 73%, ενώ η ποικιλία *Lider* σημείωσε ποσοστό 62%. Τέλος η ποικιλία *Fantom* σημείωσε 57% τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Campo* έναντι των άλλων δύο το χρονικό διάστημα μεταξύ των 168 ωρών έως τις 240 ώρες.



### 15 °C Προμεταχείριση ΩΔ 0 MPa

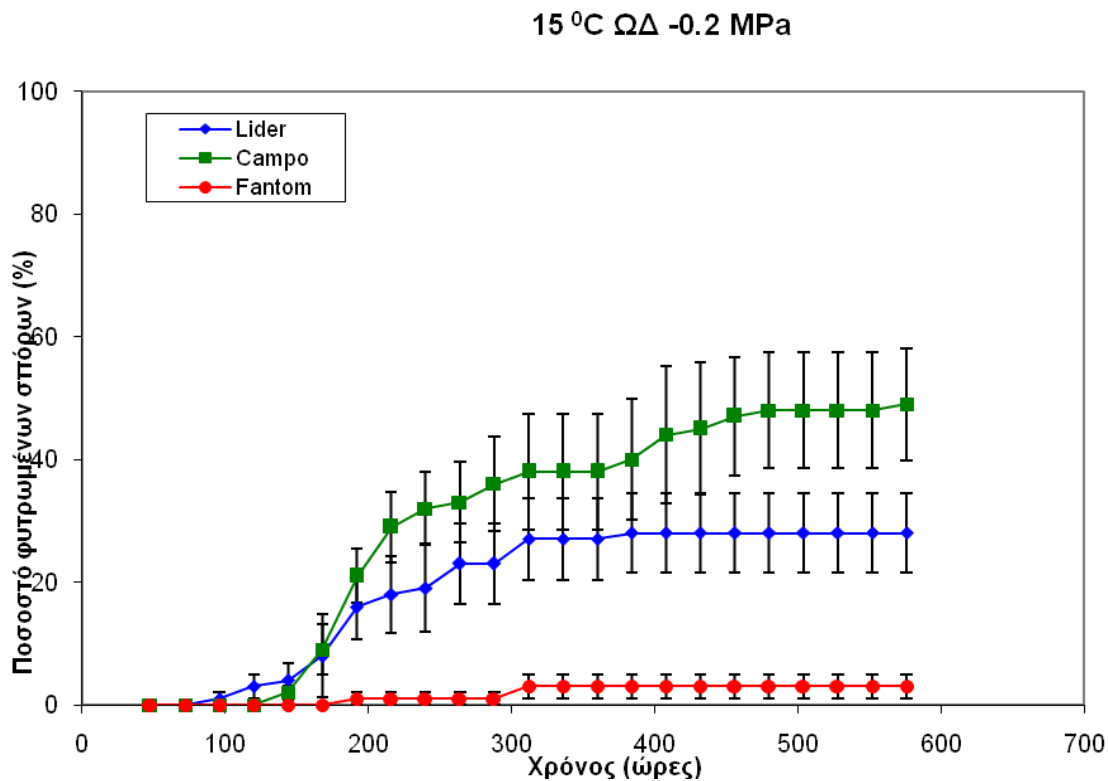


Διάγραμμα 3.9: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 15°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από την μελέτη του διαγράμματος 3.9 παρατηρείται ότι από τις ποικιλίες που δέχτηκαν προ-μεταχείριση στην θερμοκρασία 15° C, πρώτη βλάστησε η ποικιλία *Fantom* στις 24h και ακολούθως οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* στις 48h από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο. Στις 192h η ποικιλία *Fantom* ολοκλήρωσε την διαδικασία βλάστησής της με ποσοστό βλαστημένων σπόρων 74%. Η ποικιλία *Campo* έδωσε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων, 83%, το οποίο σημειώθηκε στις 288h όπου και συμπλήρωσε την βλάστησή της. Η ποικιλία *Lider* τέλος, ολοκλήρωσε την βλάστηση στις 264h (νωρίτερα από την ποικιλία *Campo*) αλλά με χαμηλότερο τελικό ποσοστό βλάστησης (67%). Μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης παρατηρήθηκε για την ποικιλία *Fantom* και το μέγιστο της να σημειώνεται στις 96h.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 η ποικιλία *Campo* διέφερε σημαντικά από την ποικιλία *Fantom* από την έναρξη της βλάστησης μέχρι τις 72h, ενώ από την ποικιλία *Lider* διέφερε σημαντικά από τις 168h έως το τέλος της βλάστησης. Τέλος, στατιστικά

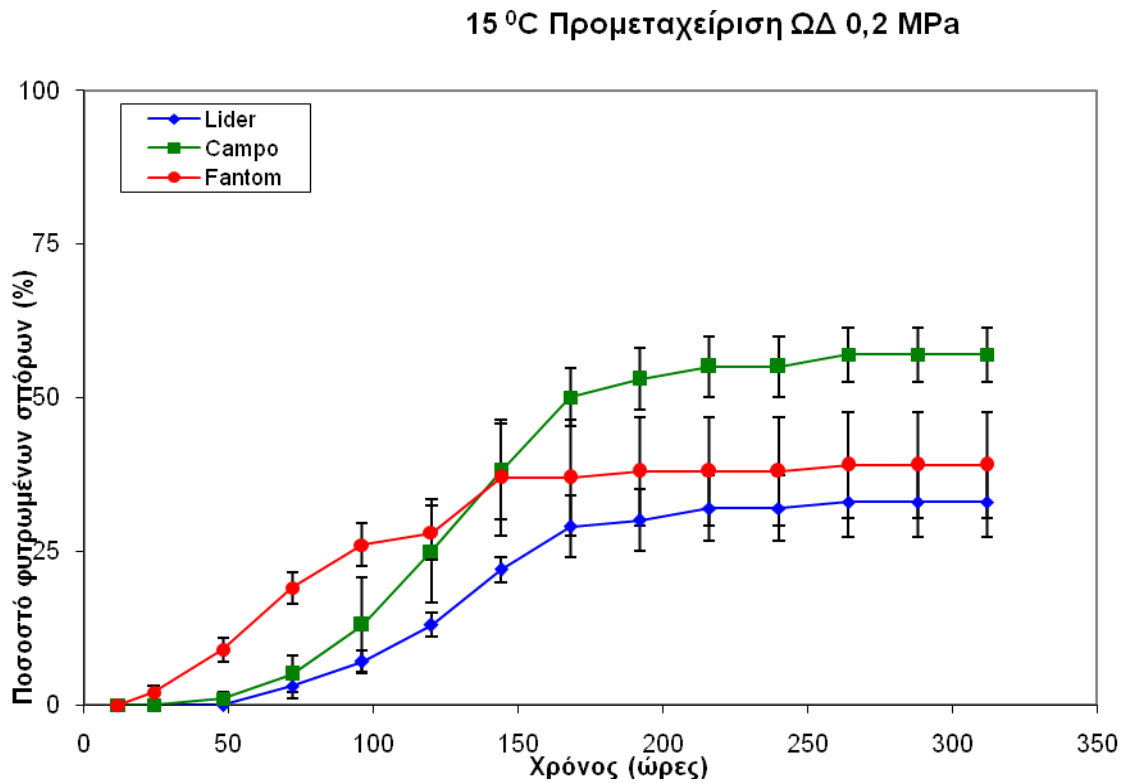
σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν στις πορείες βλάστησης των ποικιλιών *Lider* και *Fantom*.



Διάγραμμα 3.10: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 15°C στην συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στην θερμοκρασία των 15°C και στην συγκέντρωση -0.2MPa οσμωτικού δυναμικού, παρατηρήθηκε ότι πρώτη βλάστησε η ποικιλία *Lider* μετά από 96h (Διάγρ. 3.10). Μετά από 48h βλάστησε η ποικιλία *Campo* και τέλος στις 192h βλάστησε η ποικιλία *Fantom*. Παρόλο που η ποικιλία *Campo* καθυστέρησε την έναρξη της βλάστησης, σημείωσε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων, 49%, σε σχέση με την ποικιλία *Lider*, η οποία αν και βλάστησε πρώτη, σημείωσε 28% τελικό ποσοστό βλάστησης, ενώ η ποικιλία *Fantom* σημείωσε φανερά το χαμηλότερο ποσοστό (3%). Ταχύτερο ρυθμό κατά την διαδικασία της βλάστησης παρουσίασε η ποικιλία *Campo*, η οποία στις 432h κατέγραψε το μέγιστο της. Η συγκεκριμένη ποικιλία βέβαια ολοκλήρωσε την βλάστηση της στις 480h, ενώ η διαδικασία βλάστησης ολοκληρώθηκε για τις δύο άλλες ποικιλίες στις 336h.

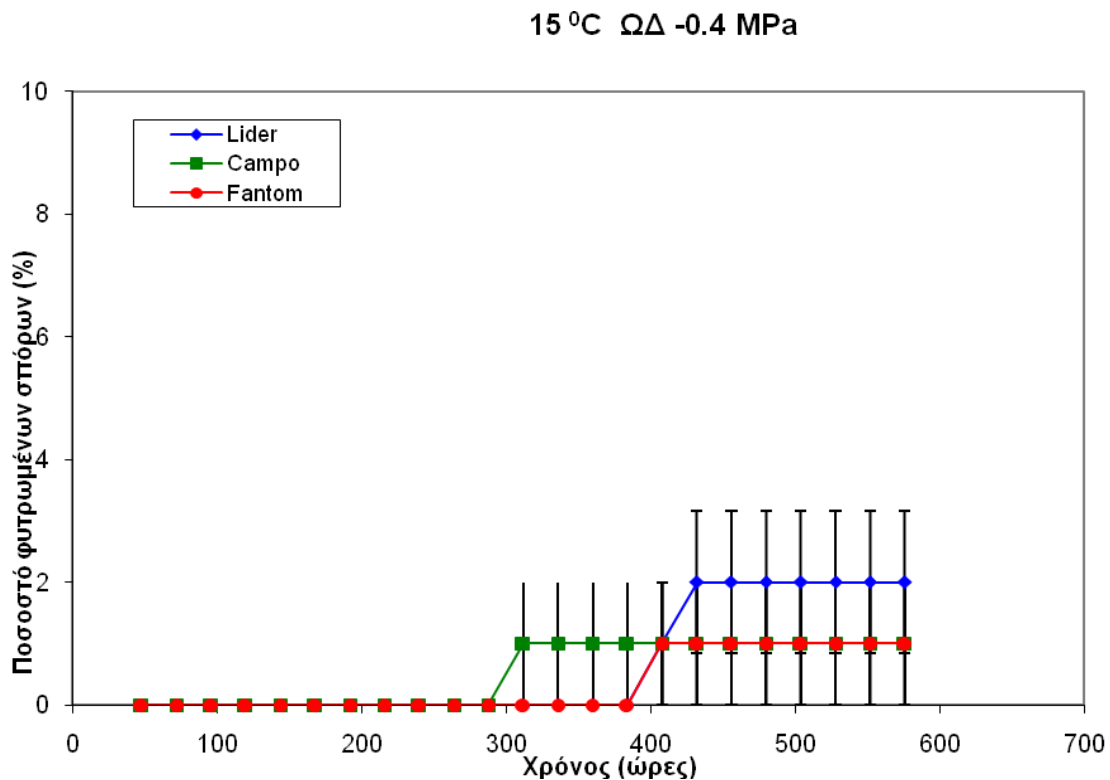
Στατιστικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 παρατηρήθηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Fantom* και των άλλων δύο σε όλη την πορεία βλάστησης, ενώ από τις 432h μέχρι το τέλος σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Campo*.



Διάγραμμα 3.11: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 15°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.11 στην θερμοκρασία 15° C και συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2MPa η ποικιλία *Fantom* πρώτη ξεκίνησε την βλάστηση της στις 24h μετά την τοποθέτησή της στο θάλαμο. Με 24h διαφορά από την πρώτη βλάστησε και η ποικιλία *Campo*, ενώ στις 72h βλάστησε η ποικιλία *Lider*. Το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό σημείωσε η ποικιλία *Campo* με αριθμό βλαστημένων σπόρων 57% και ακολούθως οι ποικιλίες *Fantom* και *Lider* με ποσοστό 39% και 33% αντίστοιχα. Η βλάστηση των τριών ποικιλιών ολοκληρώθηκε ταυτόχρονα στις 264h. Το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης, παρότι είχε χαμηλό τελικό ποσοστό βλάστησης, σημείωσε η ποικιλία *Fantom* με το μέγιστό της να βρίσκεται στις 144h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Lider* και *Fantom* την χρονική διάρκεια από τις 72h έως τις 144h. Ενώ η πρώτη ποικιλία διέφερε σημαντικά και από την ποικιλία *Campo* από τις 144h έως το τέλος της πορείας βλάστησης. Οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* παρουσίασαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 τις μικρότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές και αυτές σημειώθηκαν μεταξύ των 48h έως τις 96h.

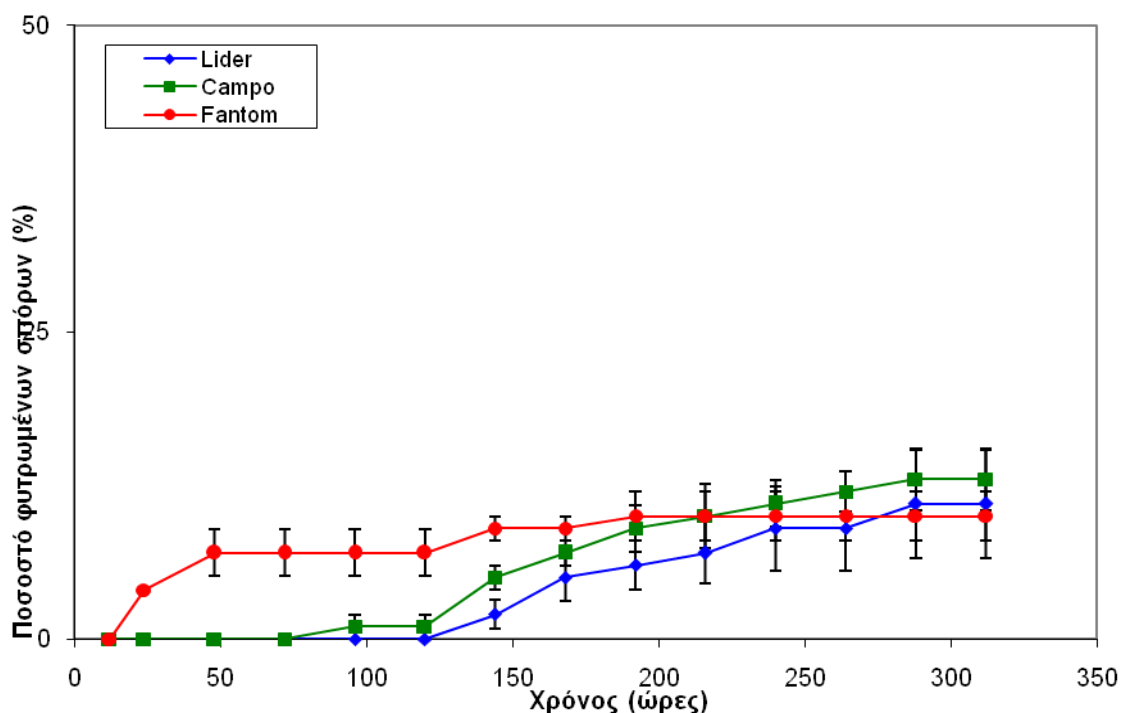


Διάγραμμα 3.12: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 15°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.12 η συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4MPa στην θερμοκρασία των 15° C παρεμπόδισε αρκετά την βλάστηση των σπόρων. Αυτό είναι εμφανές, διότι οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* σημείωσαν τελικά ποσοστά βλάστησης μόνο 1%, ενώ η ποικιλία *Lider* 2%. Παρόλα αυτά πρώτη δραστηριοποιήθηκε η ποικιλία *Campo* στις 312h, ενώ φαίνεται να έχει και τον ταχύτερο ρυθμό βλάστησης με βάση την κλίση της καμπύλης του διαγράμματος.

Τέλος, δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 μεταξύ των ποικιλιών.

### 15 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,4 MPa

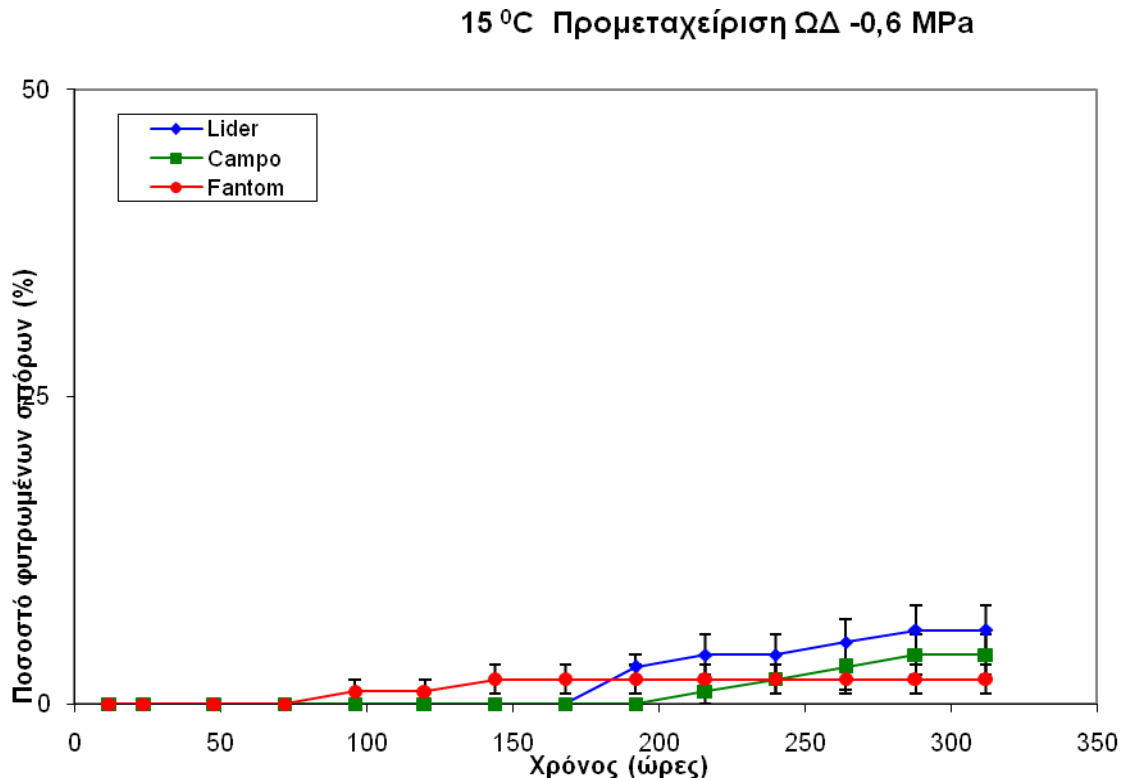


Διάγραμμα 3.13: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 15°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Με βάση το διάγραμμα 3.13, οι ποικιλίες μετά την εφαρμογή της προ-μεταχείρισης και στην συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4MPa, σημείωσαν χαμηλά ποσοστά βλάστησης και σύμφωνα με τις πορείες φαίνεται ότι η ποικιλία *Fantom* βλάστησε πρώτη στις 24h. Δεύτερη βλάστησε η ποικιλία *Campo* στις 96h, ενώ με αρκετή καθυστέρηση βλάστησε η *Lider* στις 144h. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης δεν ακολούθησαν την σειρά βλάστησης των ποικιλιών. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό για τις συγκεκριμένες συνθήκες σημείωσε η ποικιλία *Campo* (13%), ενώ ακολούθησε η ποικιλία *Lider* με 11%. Τέλος, η ποικιλία *Fantom* σημείωσε το χαμηλότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (10%), αν και βλάστησε πιο γρήγορα από τις άλλες δύο. Όπως προαναφέρθηκε η ποικιλία *Fantom* με βάση την κλίση της καμπύλης βλάστησής της, φαίνεται να έχει το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης με μέγιστο σημείο τις 144h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 παρατηρήθηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Fantom* και της ποικιλίας *Campo* από τις 24h, δηλαδή την έναρξη βλάστησης μέχρι και τις 144h, ενώ η ίδια ποικιλία διέφερε

σημαντικά με την ποικιλία *Lider* από τις 24h μέχρι τις 168h. Οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* δεν σημείωσαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε όλη την πορεία βλάστησής τους.

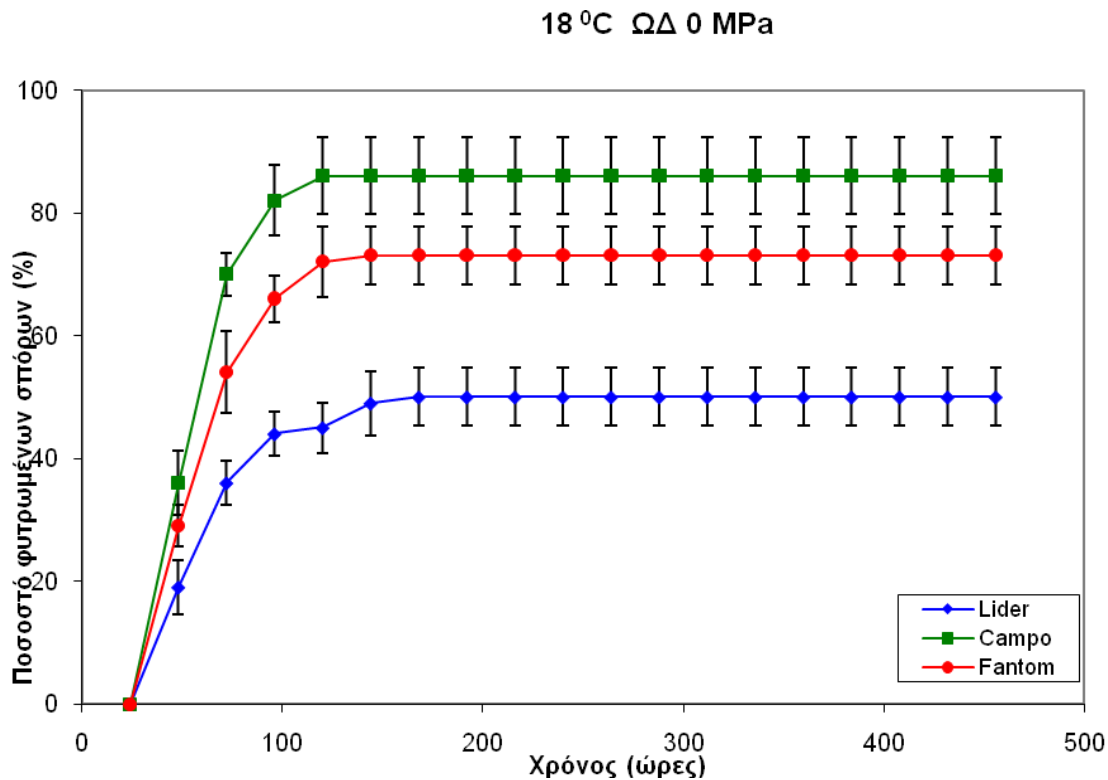


Διάγραμμα 3.14: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 15°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.14, η έναρξη των διαδικασιών βλάστησης ήταν αργοπορημένη για όλες τις ποικιλίες. Πρώτη δραστηριοποιήθηκε η ποικιλία *Fantom* στις 96h, ενώ στις 144h ολοκλήρωσε την βλάστησή της με το χαμηλότερο τελικό ποσοστό (2%). Στις 192h σημειώθηκε έναρξη βλάστησης για την ποικιλία *Lider*, η οποία ολοκληρώθηκε στις 288h με τελικό ποσοστό 6%, το μεγαλύτερο που σημειώθηκε υπό αυτές τις συνθήκες. Τέλος, η ποικιλία *Campo* σημείωσε τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων 4%, ενώ η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 216h. Μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Lider* παρόλο που καθυστέρησε να βλαστήσει.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν καταγράφηκαν μεταξύ των τριών ποικιλιών.

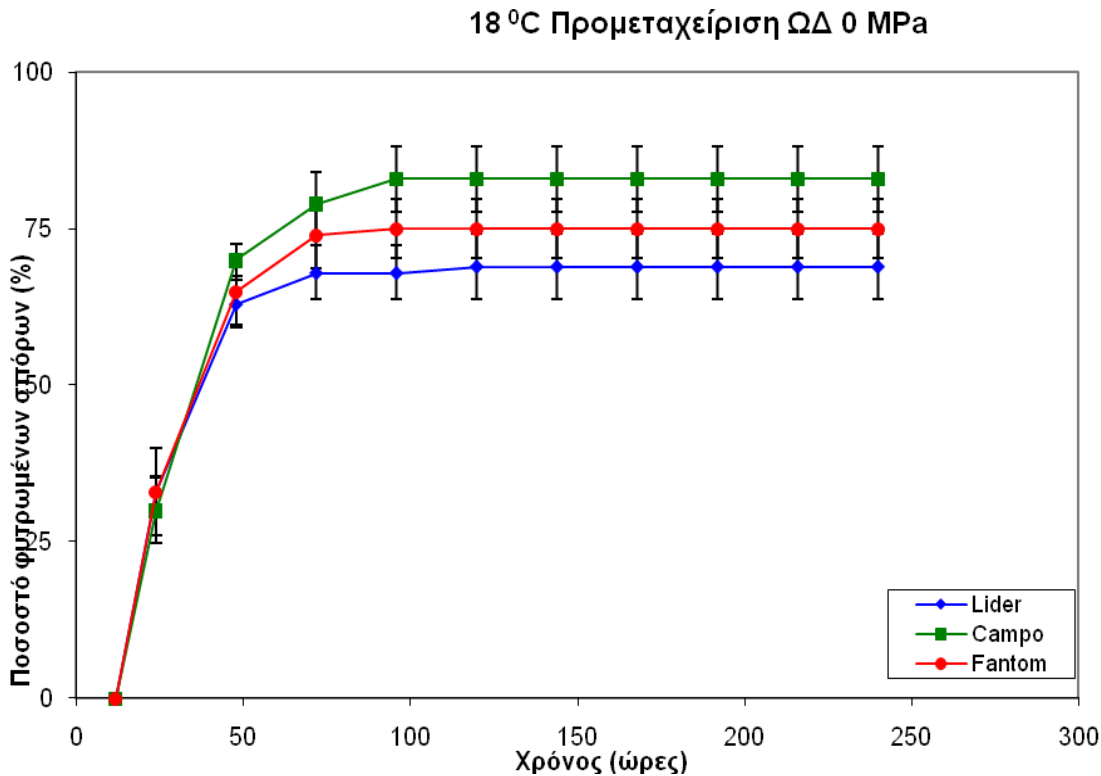
### 3.1.3 Θερμοκρασία 18 °C



Διάγραμμα 3.15: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Με βάση το διάγραμμα 3.15 φαίνεται ότι όλες οι ποικιλίες ξεκίνησαν την βλάστησή τους μετά από 48 ώρες. Αντίθετα, για την ολοκλήρωση των διαδικασιών κάθε ποικιλία χρειάστηκε διαφορετικό χρόνο. Πρώτη φύτρωσε η ποικιλία *Campo* στις 120 ώρες, σημειώνοντας το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης, 86%. Ακολούθησε ποικιλία *Fantom* με ποσοστό 73% στις 144h και τελευταία η ποικιλία *Lider* με το μικρότερο ποσοστό βλάστησης (50%) με καθυστέρηση μιας ημέρας από την προηγούμενη. Η ποικιλία *Campo* επίσης είχε το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης με το μέγιστο να σημειώνεται στις 96h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσίασε η ποικιλία *Lider* έναντι των άλλων δύο ποικιλιών, κυρίως μετά την πάροδο των 120h από την έναρξη της βλάστησης.



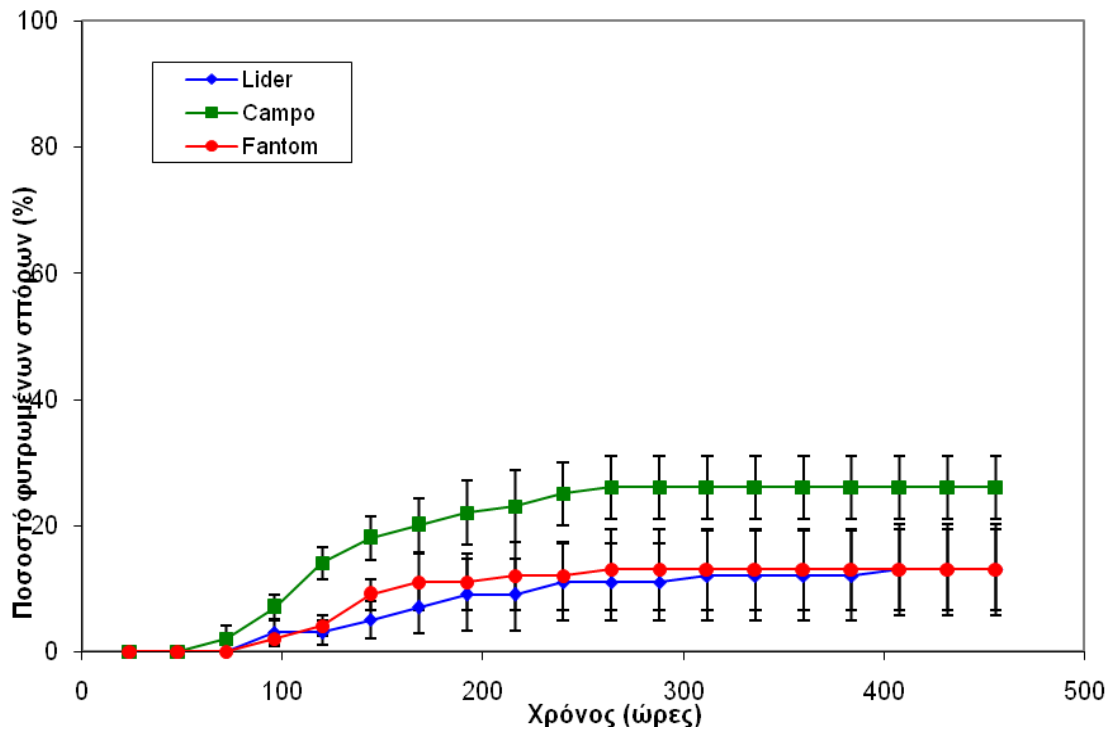
Διάγραμμα 3.16: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.16 οι τρεις ποικιλίες ξεκίνησαν την βλάστησή τους στις 24h και ολοκλήρωσαν ταυτόχρονα σχεδόν στις 96h. Η ποικιλία *Campo* καθυστέρησε ένα 24ωρο, και ολοκλήρωσε την βλάστησή της στις 120h. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν αρκετά υψηλά, καθώς η ποικιλία *Campo* σημείωσε το υψηλότερο 83%, ενώ 75% σημειώθηκε από την ποικιλία *Fantom*. Τέλος η ποικιλία *Lider* σημείωσε 69% ποσοστό φητρωμένων σπόρων. Ταχύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Campo* για την θερμοκρασία των 18° C καθώς η κλίση της καμπύλης βλάστησής ήταν η μεγαλύτερη, όπως παρατηρείται και στο παραπάνω διάγραμμα.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 παρατηρήθηκαν μόνο μεταξύ της ποικιλίας *Campo* και *Lider* κατά την χρονική διάρκεια από τις 72h έως τις 96h. Κατά την σύγκριση των υπόλοιπων ποικιλιών δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις πορείες βλάστησής τους.



18 °C ΩΔ -0,2 MPa

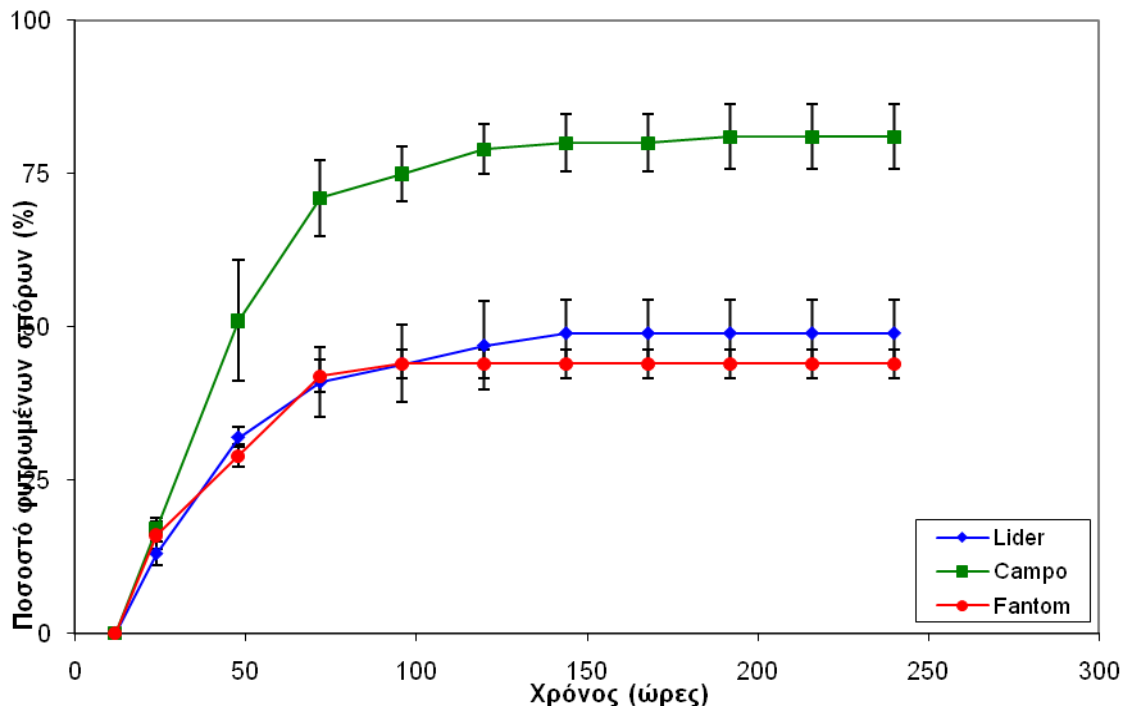


Διάγραμμα 3.17: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο ωσμωτικό δυναμικό -0.2 MPa όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.17, επηρεάστηκαν σημαντικά τα τελικά ποσοστά βλάστησης των ποικιλιών. Η ποικιλία *Campo* βλάστησε πρώτη στις 72h και σημείωσε συνολικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων 26%, το μεγαλύτερο από τις τρεις ποικιλίες. Οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* ξεκίνησαν την διαδικασία βλάστησης ταυτόχρονα στις 96h, ενώ σημείωσαν και οι δύο 13% τελικό ποσοστό βλάστησης. Το πέρας της φυτρωτικής διαδικασίας σημειώθηκε πρώτα για τις ποικιλίες *Campo* και *Fantom* στις 264h, ενώ για την ποικιλία *Lider* σημειώθηκε λίγο αργότερα στις 312h. Η ποικιλία *Campo* κατεγράφη και σε αυτές τις συνθήκες ως η ποικιλία με το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης έχοντας μέγιστο σημείο στις 216h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Campo* και των άλλων δύο ποικιλιών, *Lider* και *Fantom*, κατά το χρονικό διάστημα των 96h έως τις 144h με επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

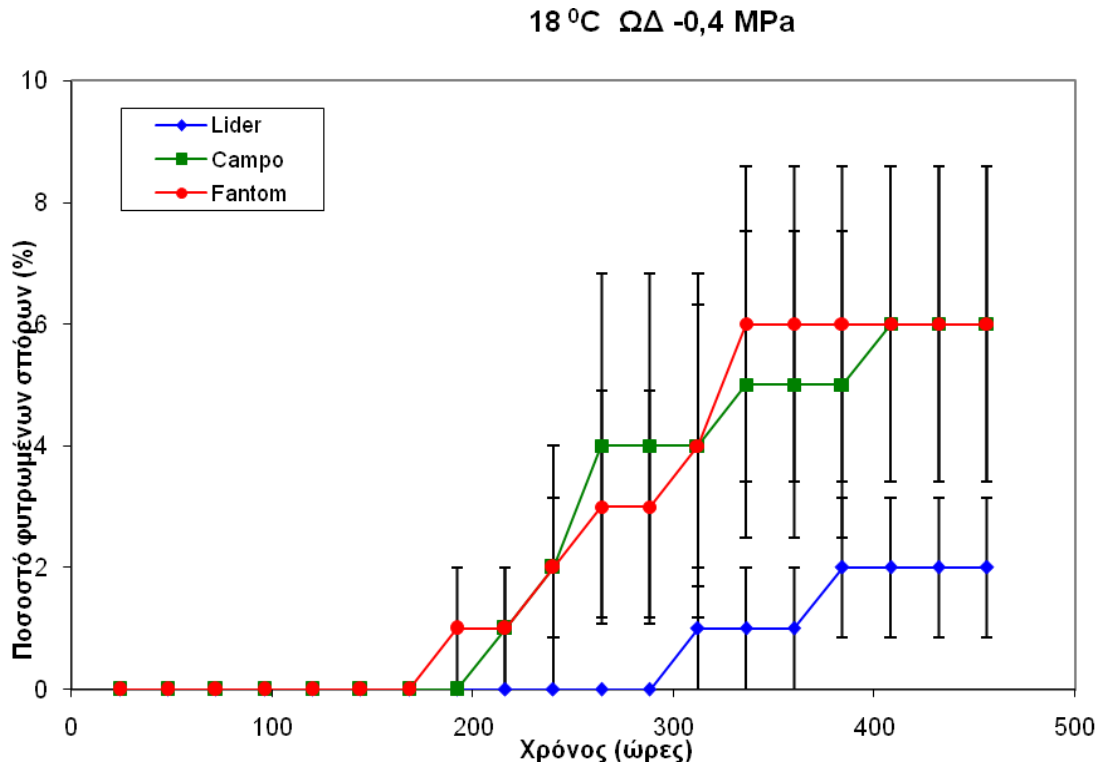
### 18 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,2 MPa



Διάγραμμα 3.18: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.18, κατά εφαρμογή του συγκεκριμένου οσμωτικού δυναμικού (-0.2 MPa), οι σπόροι των τριών ποικιλιών μετά την προ-μεταχείριση δραστηριοποιήθηκαν προς βλάστηση τις πρώτες 24ώρες. Για την ολοκλήρωση των διαδικασιών κάθε ποικιλία χρειάστηκε διαφορετικό χρόνο. Η ποικιλία *Fantom* απαίτησε το λιγότερο χρόνο και στις 96h σημείωσε ποσοστό βλαστημένων σπόρων 44%. Στις 144h η ποικιλία *Lider* κατέγραψε τελικό ποσοστό βλάστησης 49%, ενώ η ποικιλία *Campo* χρειάστηκε 192h, σημειώνοντας βέβαια το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (81%) μεταξύ των τριών εξεταζόμενων ποικιλιών. Σύμφωνα με τα παραπάνω και όπως φαίνεται στο διάγραμμα, η ποικιλία *Campo* για τις συγκεκριμένες συνθήκες είχε τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν σημειώθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Fantom* σε όλη την διάρκεια βλάστησής τους. Αντίθετα, η ποικιλία *Campo* διέφερε σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 από τις δύο άλλες ποικιλίες από τις 72h έως το τέλος.

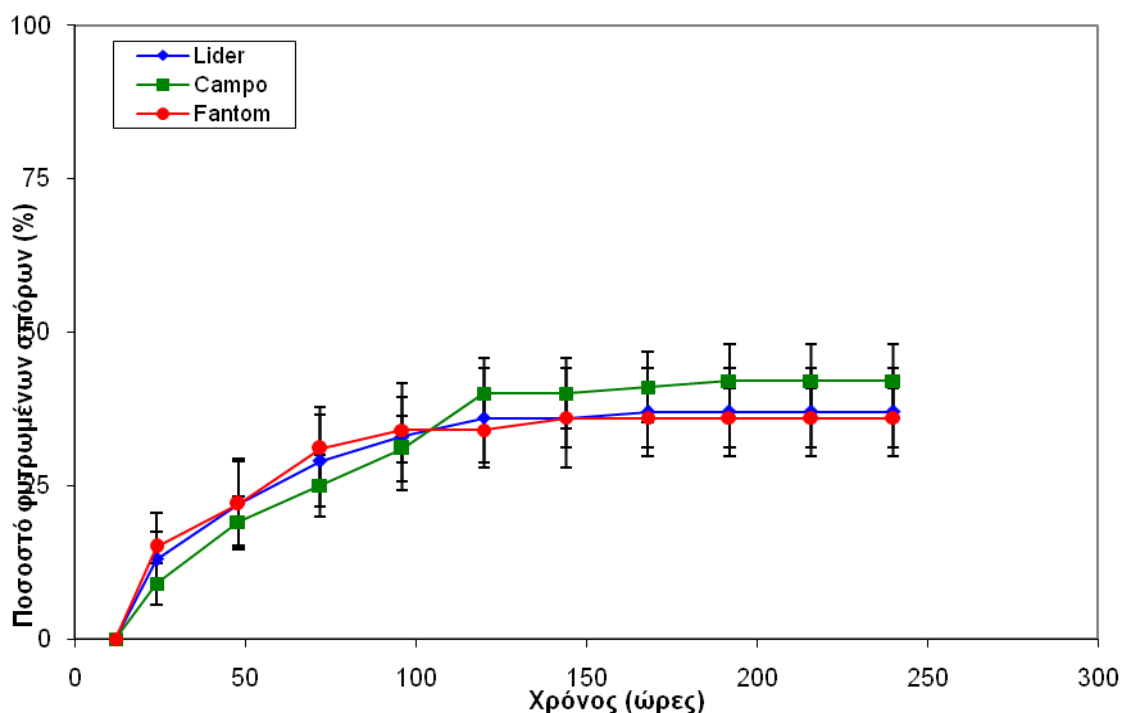


Διάγραμμα 3.19: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4MPa, σύμφωνα με το διάγραμμα 3.19, οι σπόροι των τριών ποικιλιών σημείωσαν χαμηλά ποσοστά βλάστησης. Η ποικιλία *Lider* δραστηριοποιήθηκε μετά από 312h από την τοποθέτηση της στο θάλαμο και παρουσίασε το χαμηλότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (2%). Οι άλλες δύο ποικιλίες κατέγραψαν τελικό ποσοστό βλάστησης 6%. Η ποικιλία *Fantom* βλάστησε στις 192h και η *Campo* στις 216h. Η ολοκλήρωση της διαδικασίας βλάστησης έγινε για κάθε ποικιλία σε διαφορετικό χρόνο. Έτσι 336h χρειάστηκε η *Fantom* και ακολούθως οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* ολοκλήρωσαν στις 384h και 408h αντίστοιχα. Μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης κατέγραψε η ποικιλία *Fantom*.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ποικιλία *Lider* έναντι των άλλων δύο σε όλη την πορεία βλάστησης. Οι δύο τελευταίες με επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν σημείωσαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

### 18 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,4 MPa

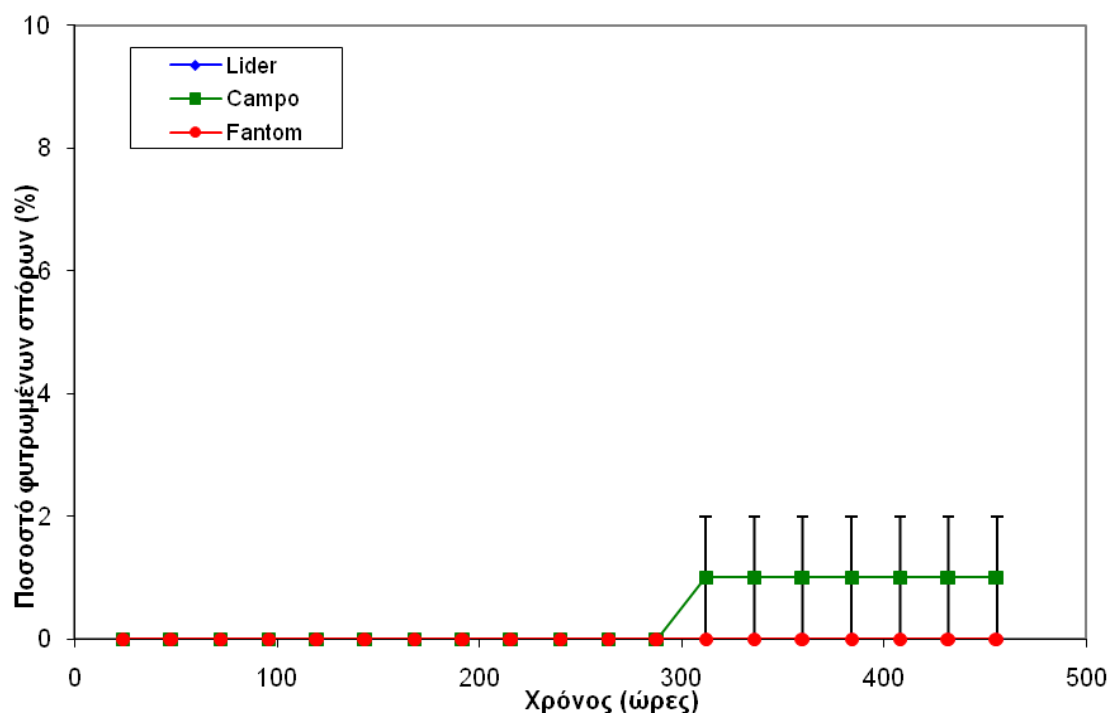


Διάγραμμα 3.20: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Κατά την εφαρμογή ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa στους σπόρους των ποικιλιών που δέχτηκαν την προ-μεταχείριση, βλαστημένοι σπόροι καταγράφηκαν από τις πρώτες 24h (διάγ. 3.20). Αντίθετα, κάθε ποικιλία ολοκλήρωσε τη βλάστησή της σε διαφορετική χρονική στιγμή. Έτσι η ποικιλία *Fantom* στις 144h ολοκλήρωσε πρώτη και ακολούθως οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* που ολοκλήρωσαν στις 168h και 192h αντίστοιχα. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης δεν ξεπέρασαν το 50%, καθώς οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* κατέγραψαν τα χαμηλότερα 37% και 36% ποσοστά βλαστημένων σπόρων αντίστοιχα. Ελαφρώς μεγαλύτερο ποσοστό (42%) σημειώθηκε από την ποικιλία *Campo*. Παρά το χαμηλό τελικό ποσοστό βλάστησης της, η *Fantom* παρουσίασε το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης σύμφωνα με την κλίση της καμπύλης της στο διάγραμμα 3.20.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των τριών ποικιλιών.

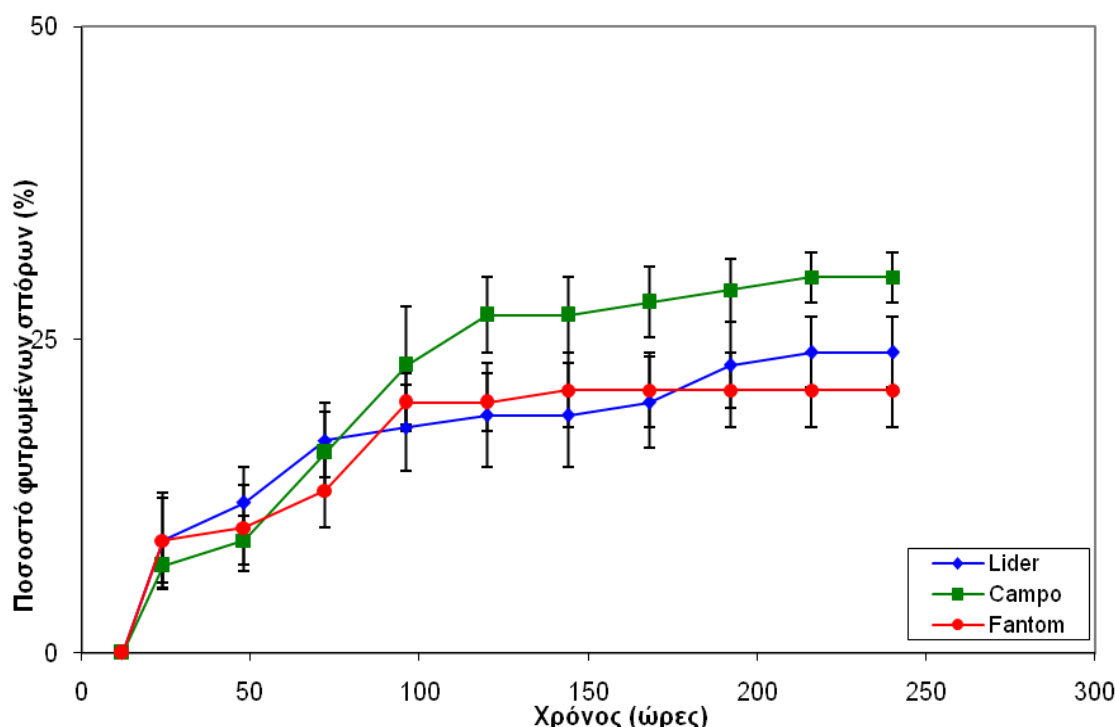
18 °C ΩΔ -0,6 MPa



Διάγραμμα 3.21: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.21 η μόνη ποικιλία που βλάστησε ήταν η *Campo*. Οι άλλες δύο ποικιλίες στη συγκεκριμένη θερμοκρασία με την εφαρμογή της συγκέντρωσης -0.6MPa οσμωτικού διαλύματος δεν απορρόφησαν νερό και συνεπώς δε βλάστησαν. Η ποικιλία *Campo* με φανερή καθυστέρηση σημείωσε στις 312h τελικό ποσοστό βλάστησης 1%.

### 18 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,6 MPa

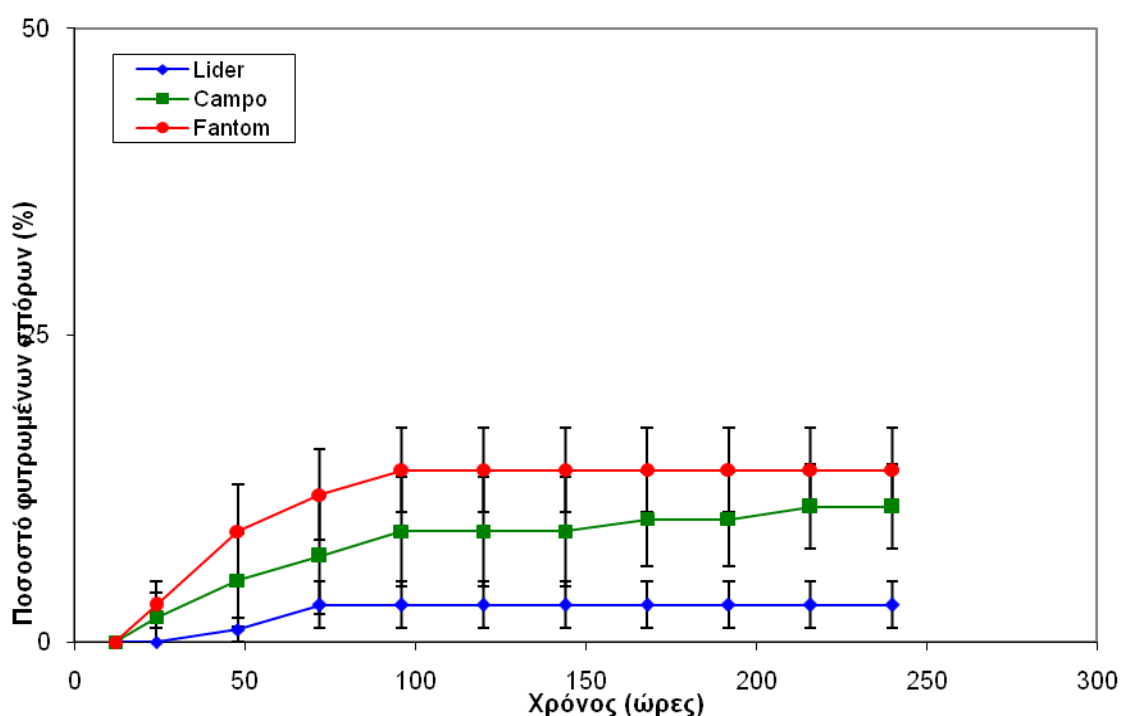


Διάγραμμα 3.22: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από το διάγραμμα 3.22 φαίνεται ότι με την πάροδο των 24h οι σπόροι των τριών ποικιλιών ξεκίνησαν τις διαδικασίες βλάστησής τους. Πρώτη η ποικιλία *Fantom* ολοκλήρωσε τη βλάστηση της στις 144h, ενώ οι άλλες δύο ποικιλίες ολοκλήρωσαν 72h αργότερα, δηλαδή στις 216h. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν σχετικά χαμηλά, καθώς η *Campo* σημείωσε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (30%), έπειτα η ποικιλία *Lider* με 24% και τέλος η ποικιλία *Fantom* με τελικό ποσοστό 21%. Τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης παρουσίασε η ποικιλία *Lider* με κορύφωση της πορείας της 120h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν καταγράφηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Fantom*. Αντίθετα η ποικιλία *Campo* διέφερε στατιστικά σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 το χρονικό διάστημα από τις 120h έως το τέλος με τις δύο άλλες ποικιλίες.

### 18 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,8 MPa

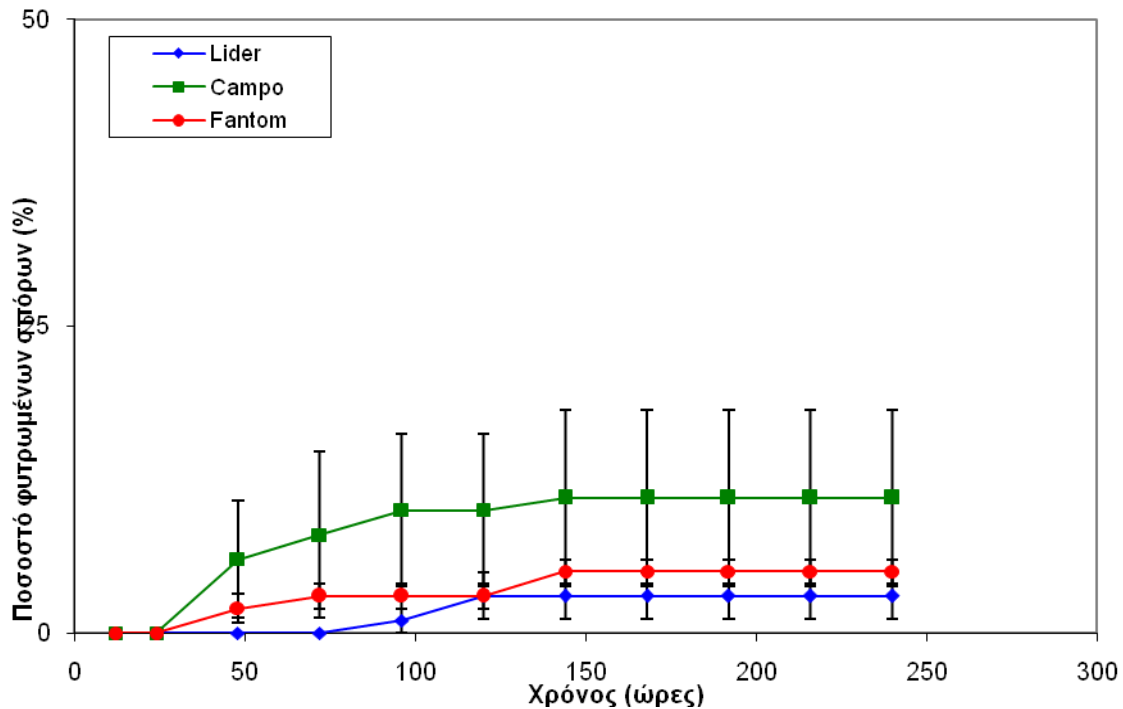


Διάγραμμα 3.23: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Κατά την εφαρμογή ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa οι δύο ποικιλίες *Fantom* και *Campo* βλάστησαν στις 24h από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο με θερμοκρασία 18° C (διάγ. 3.23). Η ποικιλία *Campo* δραστηριοποιήθηκε 24h αργότερα. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης, όπως ήταν αναμενόμενο, ήταν χαμηλά. Η ποικιλία *Lider* στις 72h ολοκλήρωσε τη βλάστηση της με το χαμηλότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (3%). Στη συνέχεια η ποικιλία *Campo* σημείωσε τελικό ποσοστό 11% και ολοκλήρωσε τη διαδικασία βλάστησης της στις 216h, ενώ η ποικιλία *Fantom* στις 96h κατέγραψε ποσοστό φυτρωμένων σπόρων 14%. Η τελευταία επισημαίνεται και για τον υψηλό ρυθμό βλάστησης της υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες.

Οι μεγαλύτερες στατιστικά σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Fantom* και *Lider* σε όλη την πορεία βλάστησής τους. Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών *Campo* και *Fantom*.

### 18 °C Προμεταχείριση ΩΔ -1,0 MPa



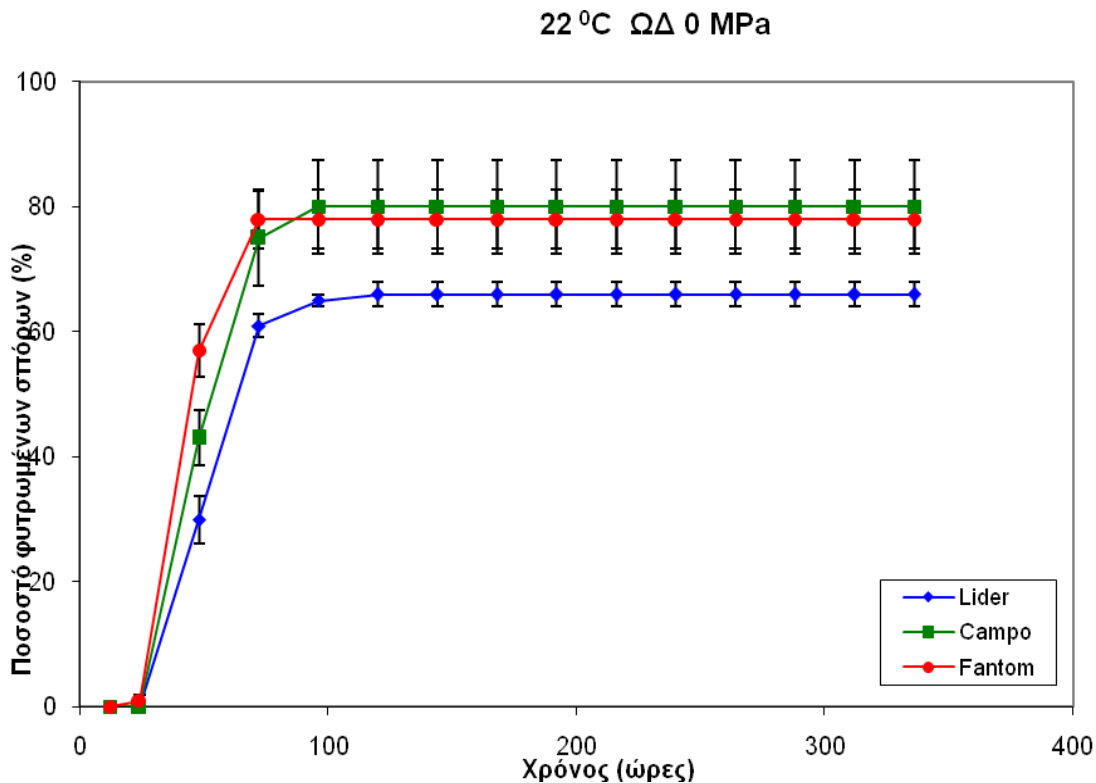
Διάγραμμα 3.24: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 18°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο διάγραμμα 3.24 παρατηρείται ότι η έναρξη βλάστησης παρεμποδίστηκε αρκετά από το οσμωτικό διάλυμα συγκέντρωσης -1.0 MPa. Οι ποικιλίες *Fantom* και *Campo* με την πάροδο 48h κατέγραψαν βλαστημένους σπόρους ενώ η ποικιλία *Lider* χρειάστηκε 96h. Η ολοκλήρωση της βλάστησης των σπόρων δεν απαίτησε μεγάλο χρονικό διάστημα. Στις 144h οι ποικιλίες *Fantom* και *Campo* σημείωσαν τελικά ποσοστά βλάστησης 5% και 11% αντίστοιχα. Η ποικιλία *Lider* στις 120h κατέγραψε το χαμηλότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (3%). Υψηλότερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Campo*.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Campo* έναντι των άλλων δύο ποικιλιών σε όλη την πορεία βλάστησης τους.



### 3.1.4 Θερμοκρασία 22 °C

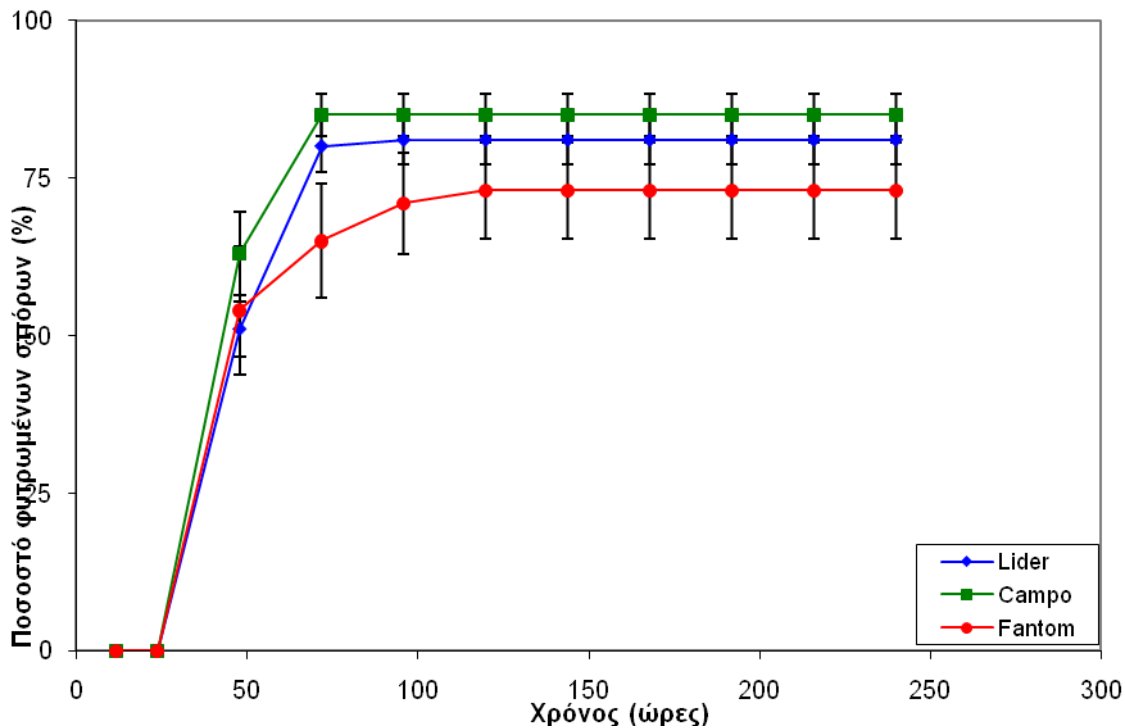


Διάγραμμα 3.25: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.25 οι ποικιλίες σημείωσαν υψηλά ποσοστά βλάστησης εντός των πρώτων 72h. Οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* βλάστησαν πρώτες 24h από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο, ενώ η ποικιλία *Lider* βλάστησε στις 48h. Το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων κατέγραψε η ποικιλία *Campo*, 80%, η οποία ολοκλήρωσε την βλάστησή της στις 96h. Ακολούθως η ποικιλία *Fantom* ολοκλήρωσε νωρίτερα (72h) από την ποικιλία *Campo*, έχοντας 72% τελικό ποσοστό βλάστησης. Η ποικιλία *Lider* ολοκλήρωσε τελευταία στις 120h και σημείωσε το χαμηλότερο τελικό ποσοστό μεταξύ των τριών ποικιλιών (66%). Τον υψηλότερο ρυθμό βλάστησης παρουσίασε η ποικιλία *Fantom*, η οποία ξεκίνησε και ολοκλήρωσε πρώτη τη βλάστησή της με αρκετά υψηλό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Campo* και *Fantom*. Αντίθετα, η ποικιλία *Campo* διέφερε σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 από την ποικιλία *Lider* κατά το χρονικό διάστημα από τις 72h έως τις 120h.

### 22 °C Προμεταχείριση ΩΔ 0 MPa

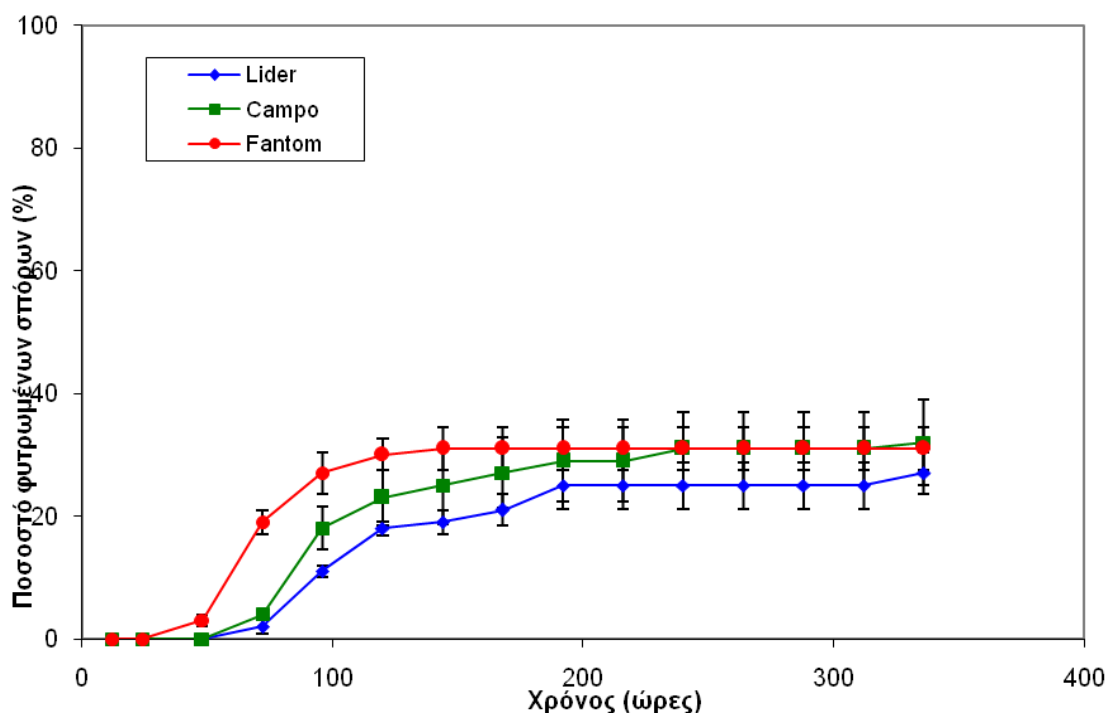


Διάγραμμα 3.26: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.26 οι τρεις ποικιλίες βλάστησαν 48h μετά την τοποθέτησή τους στο θάλαμο. Πρώτη η ποικιλία *Campo* ολοκλήρωσε την βλάστηση της στις 72h, σημειώνοντας και το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης (85%) που αποτέλεσε και το τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων. Η ποικιλία *Lider* σημείωσε το αμέσως επόμενο υψηλό ποσοστό βλάστησης 81% ολοκληρώνοντας την πορεία βλάστησης της στις 96h. Τέλος, η ποικιλία *Fantom* ολοκλήρωσε τη βλάστησή της στις 120h με τελικό ποσοστό βλάστησης 73%. Ταχύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Campo*, κάτι που φαίνεται ξεκάθαρα και από την κλίση της πορείας της στο διάγραμμα, με το μέγιστο της να καταγράφεται στις 72h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν καταγράφηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Campo* στις πορείες βλάστησης τους. Αντίθετα, η ποικιλία *Fantom* διέφερε σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 από την ποικιλία *Campo* την χρονική διάρκεια της πορείας βλάστησής τους από τις 48h έως τις 96h.

22 °C ΩΔ -0,2 MPa

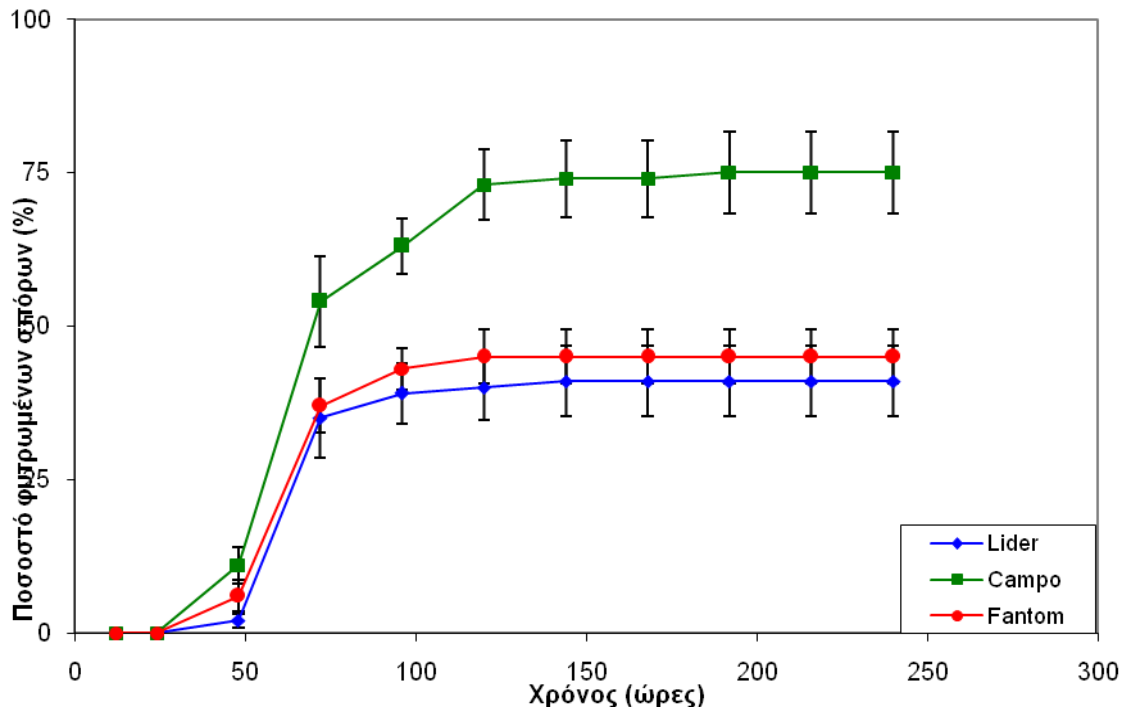


Διάγραμμα 3.27: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Κατά την εφαρμογή της συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa σε σπόρους χωρίς προ-μεταχείριση, προέκυψαν οι πορείες που φαίνονται στο διάγραμμα 3.27. Οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* δραστηριοποιήθηκαν μετά από 48h, ενώ η ποικιλία *Lider* μετά από 72h. Οι ποικιλίες σημείωσαν παρόμοια ποσοστά βλάστησης και η *Campo* ξεχώρισε με το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (32%). Η ποικιλία *Fantom* ακολούθησε με 31% και τέλος η ποικιλία *Lider* με 27%, σημείωσε το μικρότερο τελικό ποσοστό βλάστησης. Οι ποικιλίες *Campo* και *Lider* ολοκλήρωσαν ταυτόχρονα τη βλάστησή τους στις 336h ενώ η ποικιλία *Fantom* αρκετά νωρίτερα, στις 144h. Συνεπώς, η τελευταία ποικιλία είχε και το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης, όπως φαίνεται και από την κλίση της καμπύλης της στο διάγραμμα.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Campo* σε όλη την πορεία βλάστησής τους. Αντίθετα, η ποικιλία *Fantom* διέφερε σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 από την ποικιλία *Lider* το διάστημα από τις 72h έως τις 144h της πορείας βλάστησής τους.

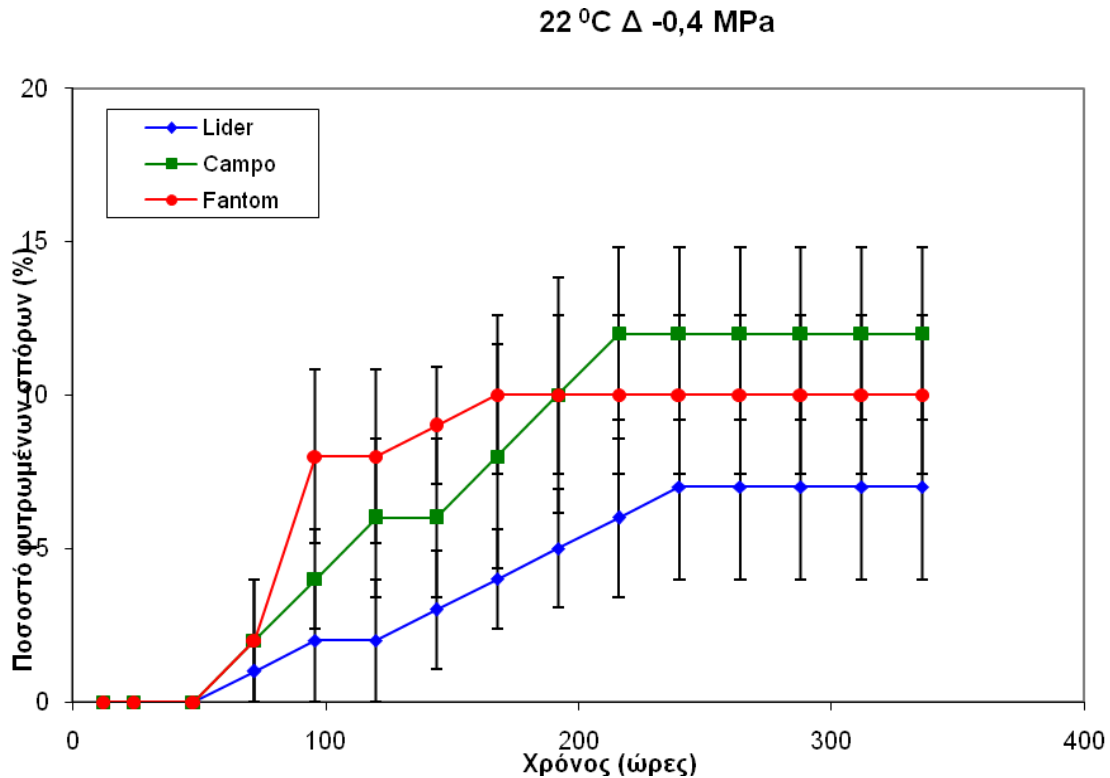
### 22 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,2 MPa



Διάγραμμα 3.28: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Με βάση τις πορείες βλάστησης που εμφανίζονται στο διάγραμμα 3.28, ξεχώρισε η πορεία βλάστησης της ποικιλίας *Campo*. Η συγκεκριμένη ποικιλία ξεκίνησε την βλάστησή της 48h μετά την τοποθέτησή της στο θάλαμο, ενώ τον ίδιο χρόνο χρειάστηκαν και οι άλλες δύο ποικιλίες. Σημείωσε τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων 75%, ποσοστό αρκετά μεγαλύτερο από τα τελικά ποσοστά βλάστησης που σημειώθηκαν από τις ποικιλίες *Lider* και *Fantom* τα οποία ήταν 41% και 45% αντίστοιχα. Βέβαια, η ποικιλία *Campo* ολοκλήρωσε τελευταία τη βλάστησή της στις 192h, ενώ πρώτη ολοκλήρωσε η ποικιλία *Fantom* στις 120h και ενδιάμεσα (144h) ολοκλήρωσε η ποικιλία *Lider*. Η ποικιλία *Campo* παρουσίασε και τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης με το μέγιστο να βρίσκεται στις 120h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Fantom*. Αντίθετα, η ποικιλία *Campo* διέφερε σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 από τις δύο άλλες ποικιλίες από τις 72h της πορείας βλάστησής τους έως το τέλος.

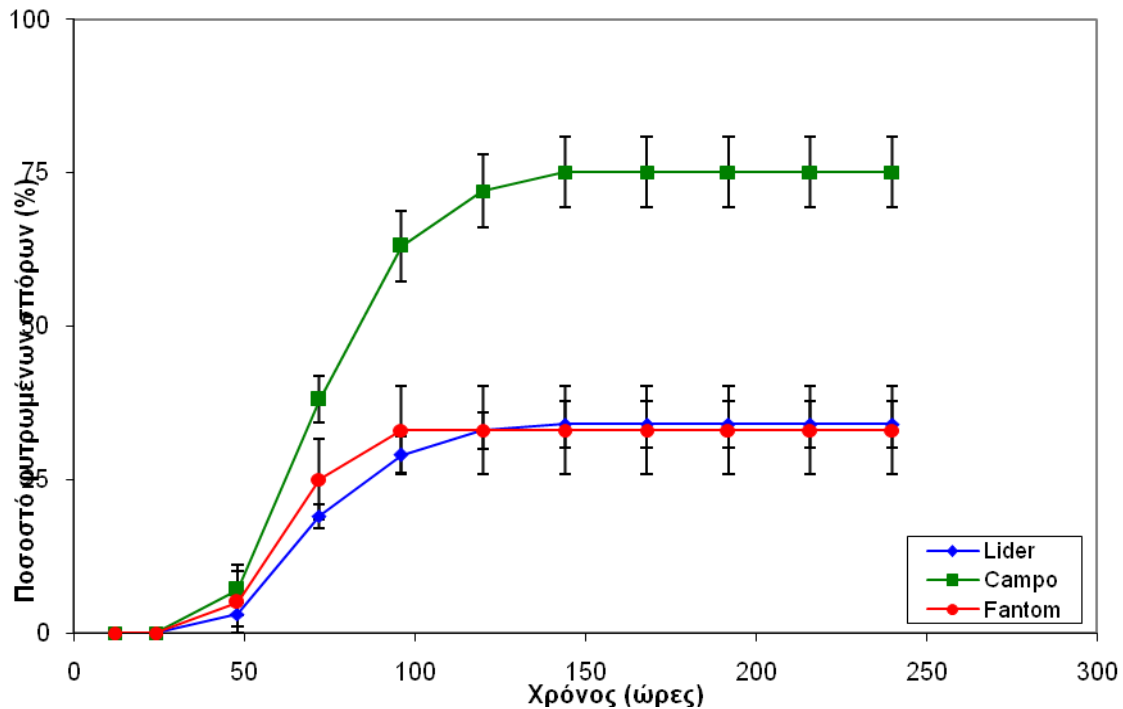


Διάγραμμα 3.29: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο διάγραμμα 3.29 παρατηρείται ότι και οι τρεις ποικιλίες ξεκίνησαν τη βλάστηση τους μετά την πάροδο των πρώτων 72h. Στις 168h η ποικιλία *Fantom* ολοκλήρωσε τη βλάστησή της με τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων 10%, ενώ 12% ποσοστό σημείωσε η ποικιλία *Campo* στις 216h. Η ποικιλία *Lider* απαίτησε περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσει τη βλάστηση της και στις 240h σημείωσε ποσοστό βλαστημένων σπόρων 7% που ήταν και το μικρότερο μεταξύ των τριών ποικιλιών. Τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης παρουσίασε η ποικιλία *Fantom* σημειώνοντας το μέγιστο στις 96h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Fantom* το χρονικό διάστημα από τις 96h έως τις 168h. Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* δε διέφεραν. Αντίθετα, η ποικιλία *Campo* παρουσίασε διαφορές από την ποικιλία *Lider* από τις 168h έως το τέλος της βλάστησης.

### 22 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,4 MPa

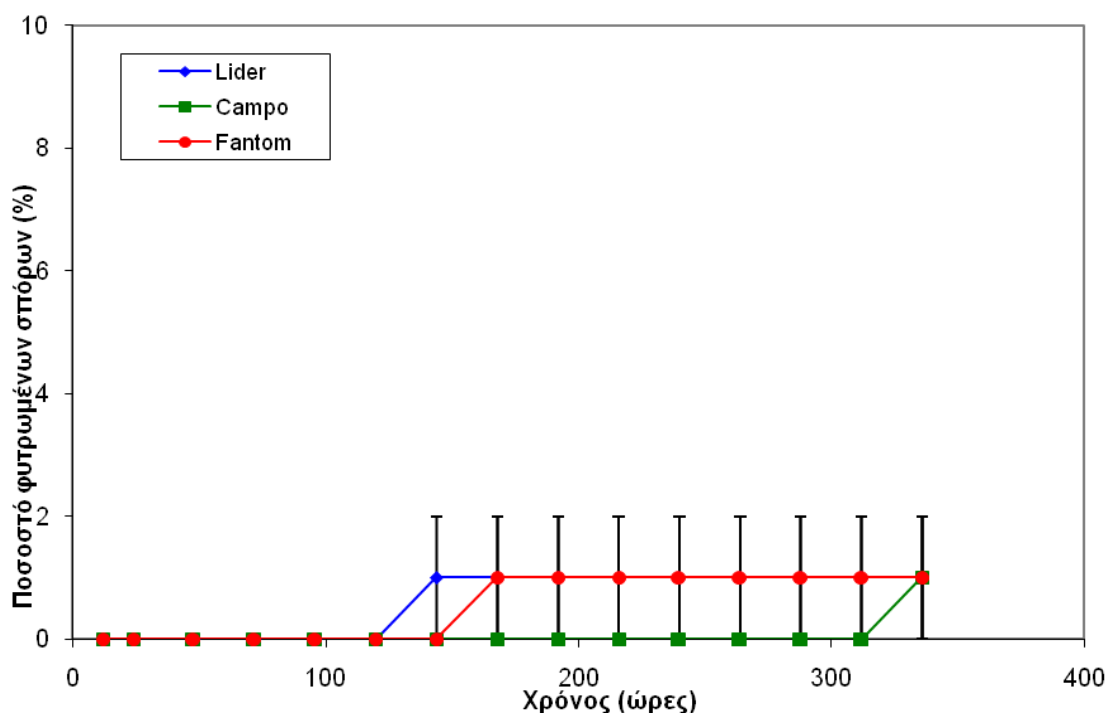


Διάγραμμα 3.30: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.30 και οι τρεις ποικιλίες ξεκίνησαν τη βλάστησή τους μετά την πάροδο 48h. Πρώτη ολοκλήρωσε τη βλάστηση της η ποικιλία *Fantom* στις 96h και ακολούθως οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* στις 144h. Το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλάστησης σημείωσε η ποικιλία *Campo*, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα με 75% βλαστημένους σπόρους. Αντίθετα, οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* σημείωσαν χαμηλά ποσοστά βλάστησης, 34% και 33% αντίστοιχα. Ταχύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Campo* με μέγιστο σημείο τις 96h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Fantom* σε όλη την πορεία βλάστησής τους. Η ποικιλία *Campo* όμως, σημείωσε στατιστικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες από τις 72h έως τις 144h.

22 °C ΩΔ -0,6 MPa

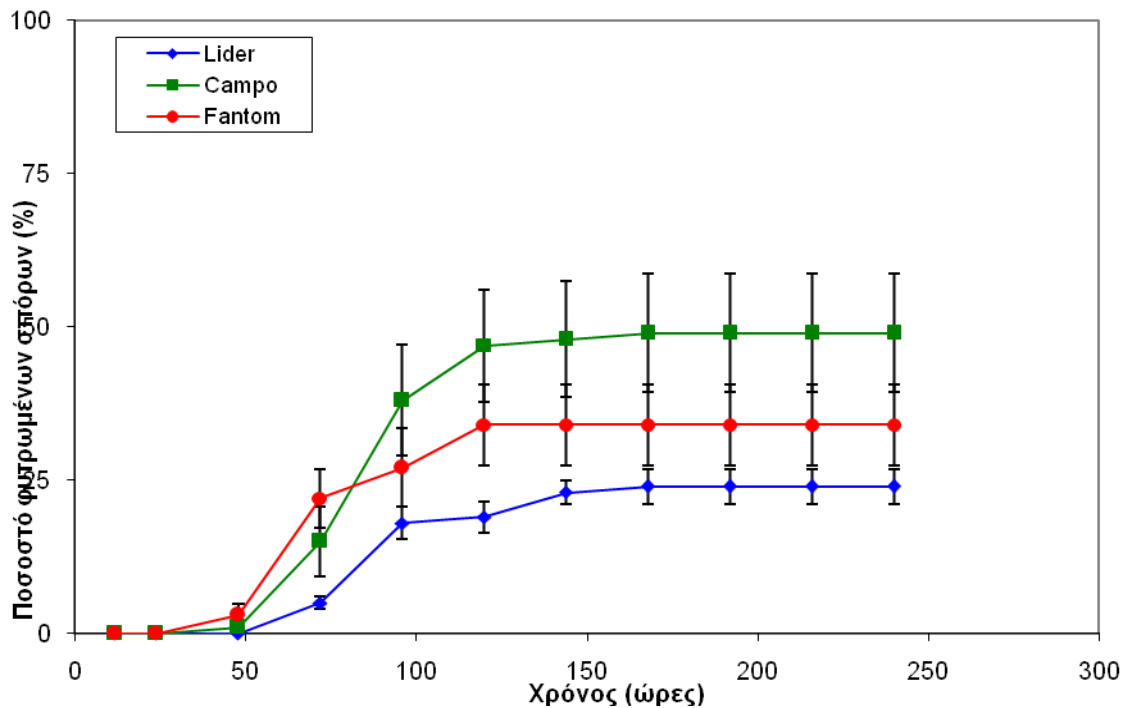


Διάγραμμα 3.31: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa η απορρόφηση νερού παρεμποδίστηκε αρκετά και όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.31 οι ποικιλίες καθυστέρησαν να βλαστήσουν. Στις 144h δραστηριοποιήθηκαν οι ποικιλίες *Lider* και *Campo*, ενώ η ποικιλία *Fantom* στις 168h. Η ολοκλήρωση της βλάστησης έγινε και για τις τρεις ποικιλίες στις 336h. Το τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων ήταν 1% για όλες τις ποικιλίες.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 οι τρεις ποικιλίες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

### 22 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,6 MPa



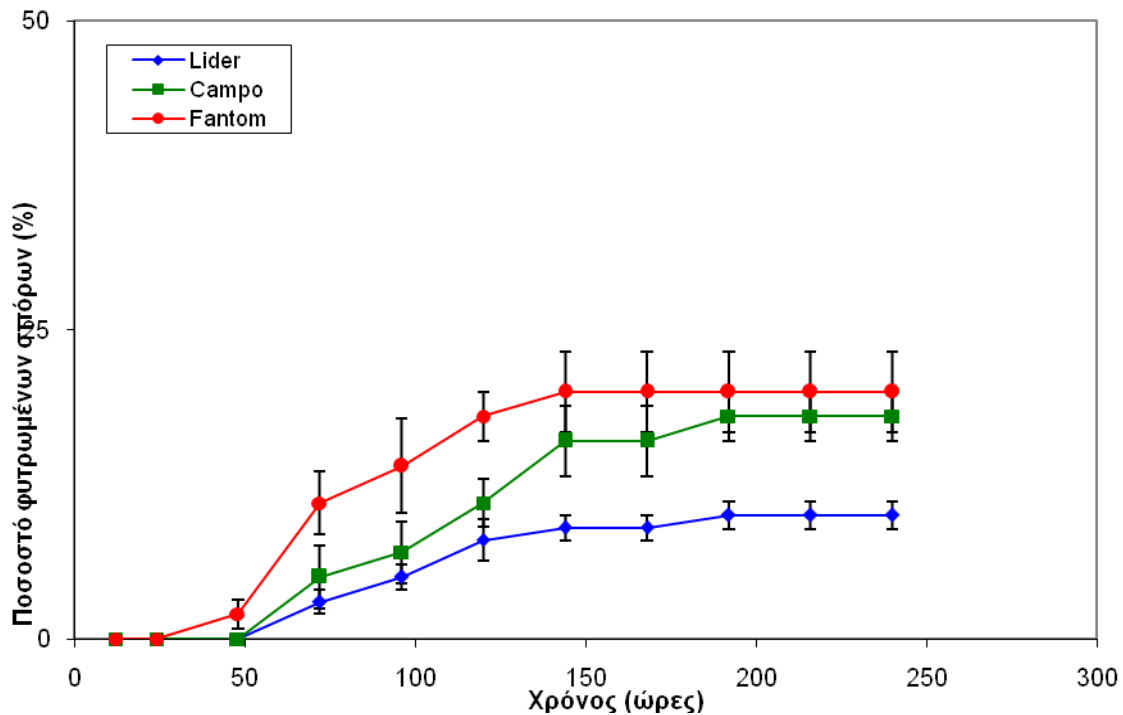
Διάγραμμα 3.32: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο διάγραμμα 3.32 φαίνεται η πορεία βλάστησης των τριών ποικιλιών στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa. Οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* δραστηριοποιήθηκαν μετά τις πρώτες 48h, ενώ η ποικιλία *Lider* μετά τις 72h. Στις 168h οι ποικιλίες *Campo* και *Lider* ολοκλήρωσαν τη βλάστηση τους σημειώνοντας 49% και 24% αντίστοιχα τελικά ποσοστά βλαστημένων σπόρων. Η ποικιλία *Fantom* ολοκλήρωσε νωρίτερα (120h) και κατέγραψε ενδιάμεσο ποσοστό βλάστησης (34%). Ταχύτερη ως προς το ρυθμό βλάστησης φαίνεται η ποικιλία *Campo* και το μέγιστο της παρατηρήθηκε στις 120h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ποικιλίας *Campo* και *Lider* από τις 72h έως τις 168h. Η ποικιλία *Fantom* αντίθετα δεν παρουσίασε διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 με την ποικιλία *Campo*, ενώ με την ποικιλία *Lider* σημείωσε διαφορές στις 72h.



22 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,8 MPa

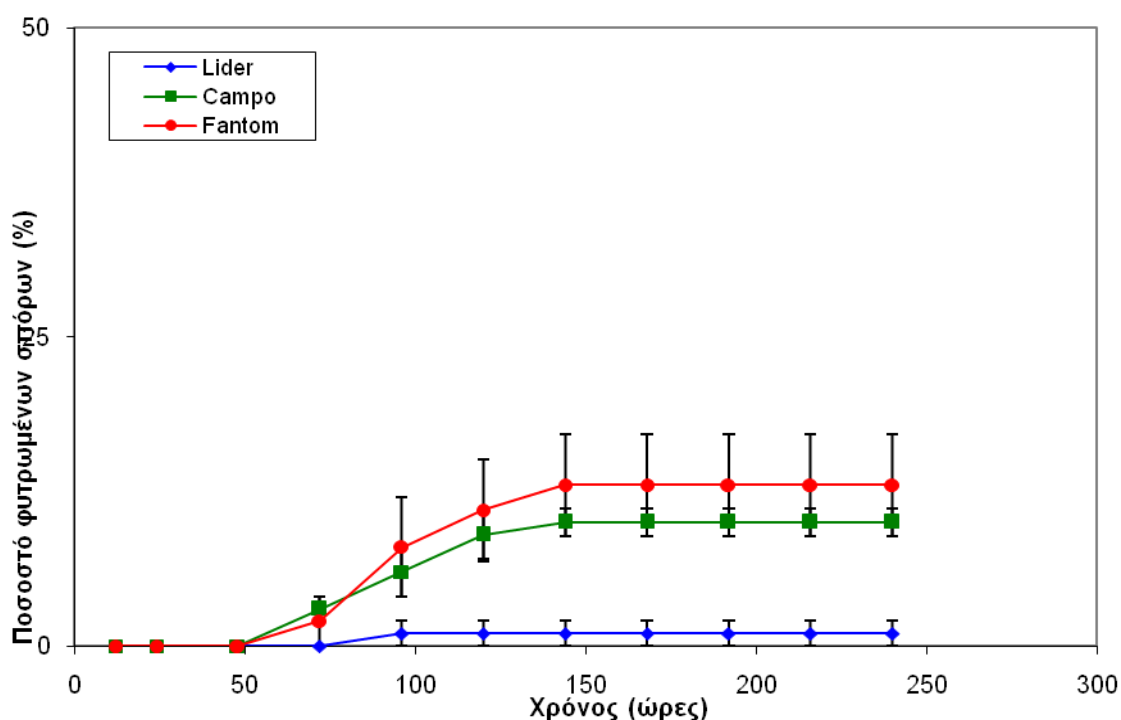


Διάγραμμα 3.33: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.33 η ποικιλία *Fantom* ξεκίνησε πρώτη τη βλάστησή της στις 48h, ενώ αργότερα, στις 72h ξεκίνησαν να βλαστάνουν οι ποικιλίες *Lider* και *Campo*. Πρώτη ολοκλήρωσε η ποικιλία *Fantom* στις 144h και σημείωσε ποσοστό 20%, το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων υπό αυτές τις συνθήκες. Οι δύο άλλες ποικιλίες συμπλήρωσαν τη βλάστηση τους στις 192h και σημείωσαν τελικά ποσοστά βλάστησης 18% και 10% για τις ποικιλίες *Campo* και *Lider* αντίστοιχα. Ταχύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Fantom* με μέγιστο στις 120h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσίασαν οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* από τις 144h έως το τέλος της πορείας βλάστησής τους. Επίσης, η ποικιλία *Fantom* διέφερε σημαντικά από την ποικιλία *Campo* στις 120h όπως διέφερε και από την ποικιλία *Lider* σε όλη την πορεία βλάστησης, σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

### 22 °C Προμεταχείριση ΩΔ -1,0 MPa

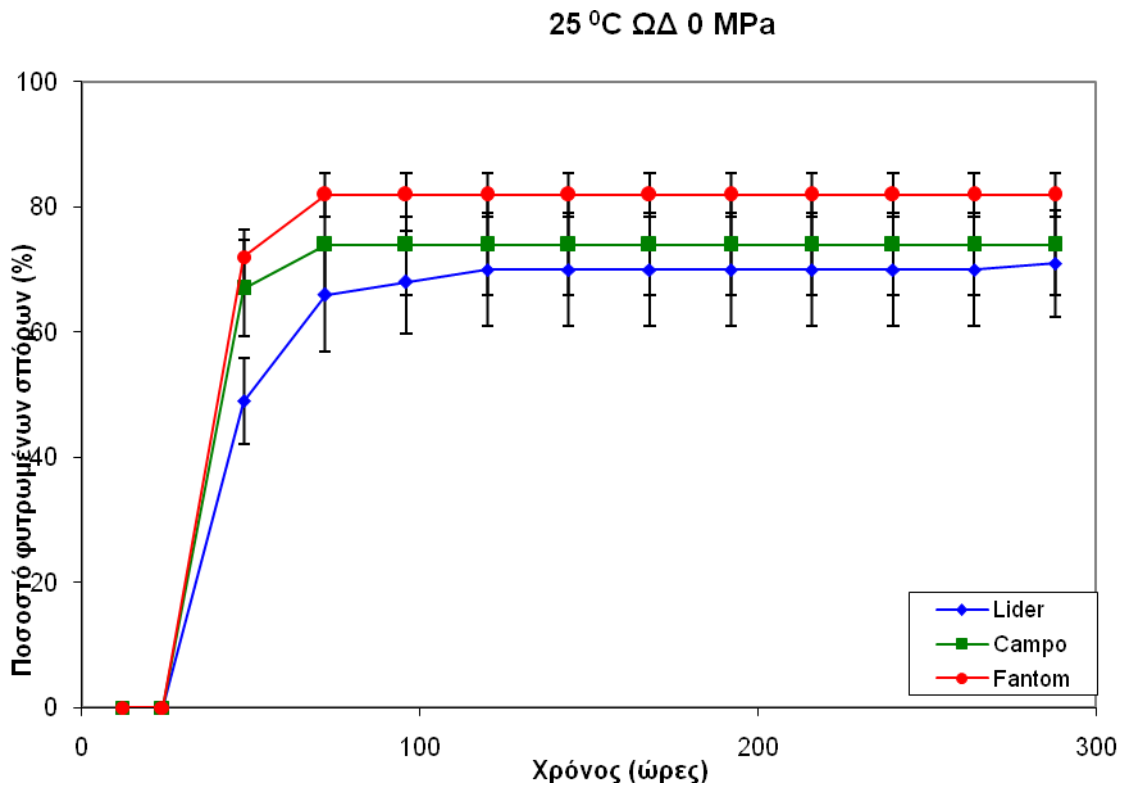


Διάγραμμα 3.34: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 22°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.34, χρειάστηκε αρκετός χρόνος για την έναρξη βλάστησης των τριών ποικιλιών. Οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* βλάστησαν στις 72h, ενώ η ποικιλία *Lider* στις 96h. Η ολοκλήρωση της βλάστησης έγινε στις 144h, όταν και η ποικιλία *Fantom* παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (13%) και ακολούθως η ποικιλία *Campo* με το αμέσως μικρότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (10%). Η ποικιλία *Lider* κατέγραψε τελικό ποσοστό βλάστησης 1%. Το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης σημείωσε η ποικιλία *Fantom* με μέγιστο στις 120h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Campo* και *Fantom*, ενώ οι δύο προαναφερθείσες διέφεραν σημαντικά από την ποικιλία *Lider* σε όλη την πορεία βλάστησης της.

### 3.1.5 Θερμοκρασία 25 °C

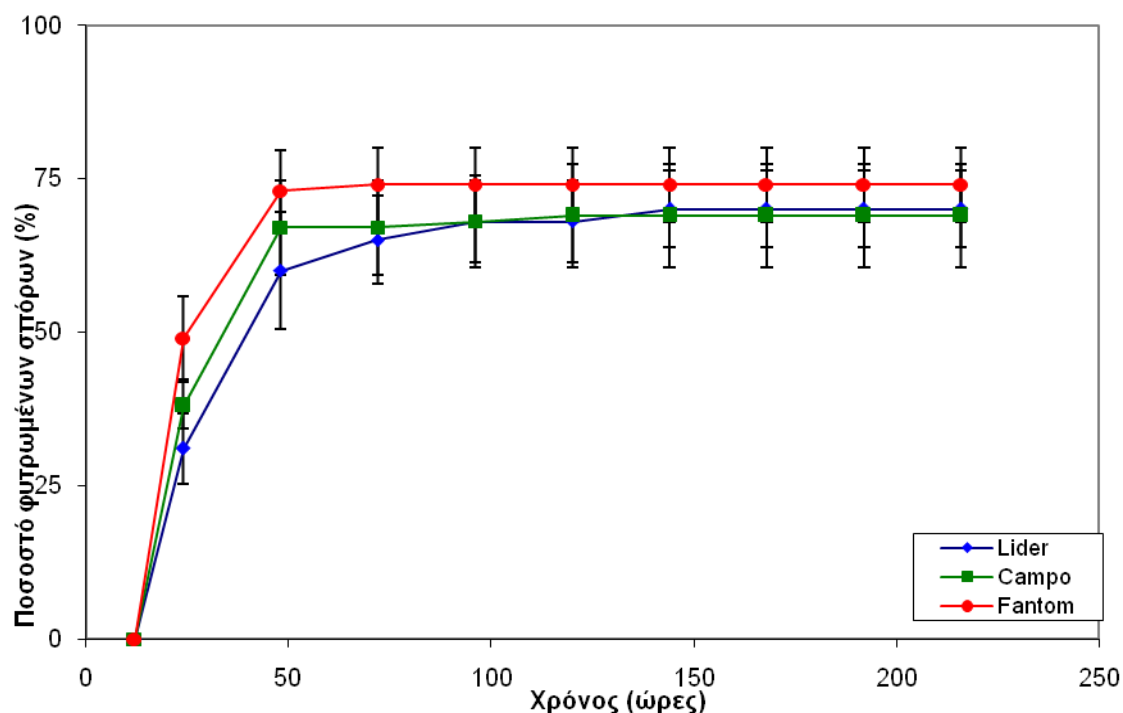


Διάγραμμα 3.35: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.35, οι τρεις ποικιλίες ξεκίνησαν τη βλάστηση τους στους 25°C, 48h από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο. Το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης σημείωσε η ποικιλία *Fantom* (82%) ολοκληρώνοντας την πορεία της στις 72h. Στις 72h ολοκλήρωσε και η ποικιλία *Campo* με το αμέσως μικρότερο ποσοστό βλάστησης (74%). Η ποικιλία *Lider* στις 120h ολοκλήρωσε τελευταία τη βλάστησή της με 71% βλαστημένους σπόρους, έχοντας το χαμηλότερο ποσοστό που σημειώθηκε. Η ποικιλία *Fantom* παρουσίασε τον υψηλότερο ρυθμό βλάστησης και το μέγιστο της καταγράφηκε κατά το χρονικό διάστημα από τις 48h έως τις 72h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά τη βλάστηση, δεν παρουσίασαν οι ποικιλίες *Fantom* και *Campo*. Αντίθετα, σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 η ποικιλία *Fantom* διέφερε από την ποικιλία *Lider* από την έναρξη του φυτρώματος έως τις 120h.

### 25 °C Προμεταχείριση ΩΔ 0 MPa

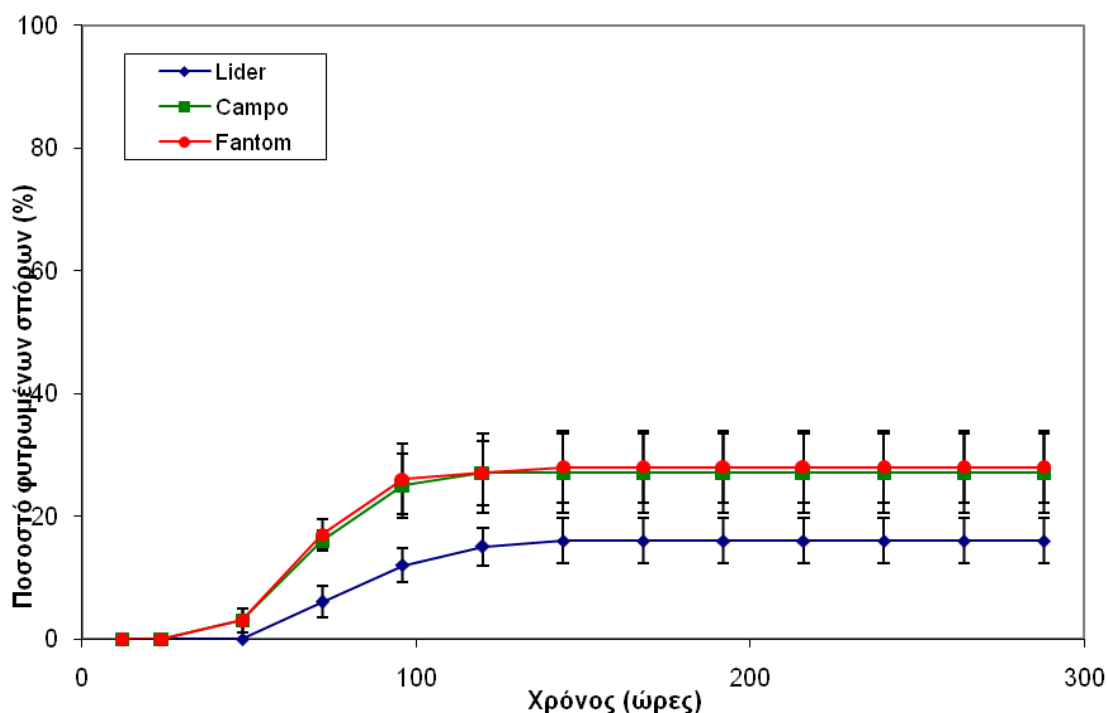


Διάγραμμα 3.36: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.36 οι σπόροι αφότου δέχτηκαν την προ-μεταχείριση, ξεκίνησαν να βλαστάνουν από τις πρώτες 24h. Πρώτη ολοκλήρωση τη βλάστησή της η ποικιλία *Fantom* στο σύντομο χρονικό διάστημα των 72h και σημείωσε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (74%). Οι ποικιλίες *Lider* και *Campo* ολοκλήρωσαν τη βλάστησή τους στις 144h και 120h αντίστοιχα. Τα ποσοστά βλάστησης τους ήταν 70% για την ποικιλία *Lider* και 69% για την ποικιλία *Campo*. Τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης παρουσίασε η ποικιλία *Fantom* με το μέγιστο να σημειώνεται στις 48h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Fantom* και *Campo*, όπως επίσης και μεταξύ των *Campo* και *Lider*. Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 η ποικιλία *Fantom* διέφερε από την ποικιλία *Lider* το χρονικό διάστημα από τις 24h έως τις 72h.

25 °C ΩΔ -0,2 MPa

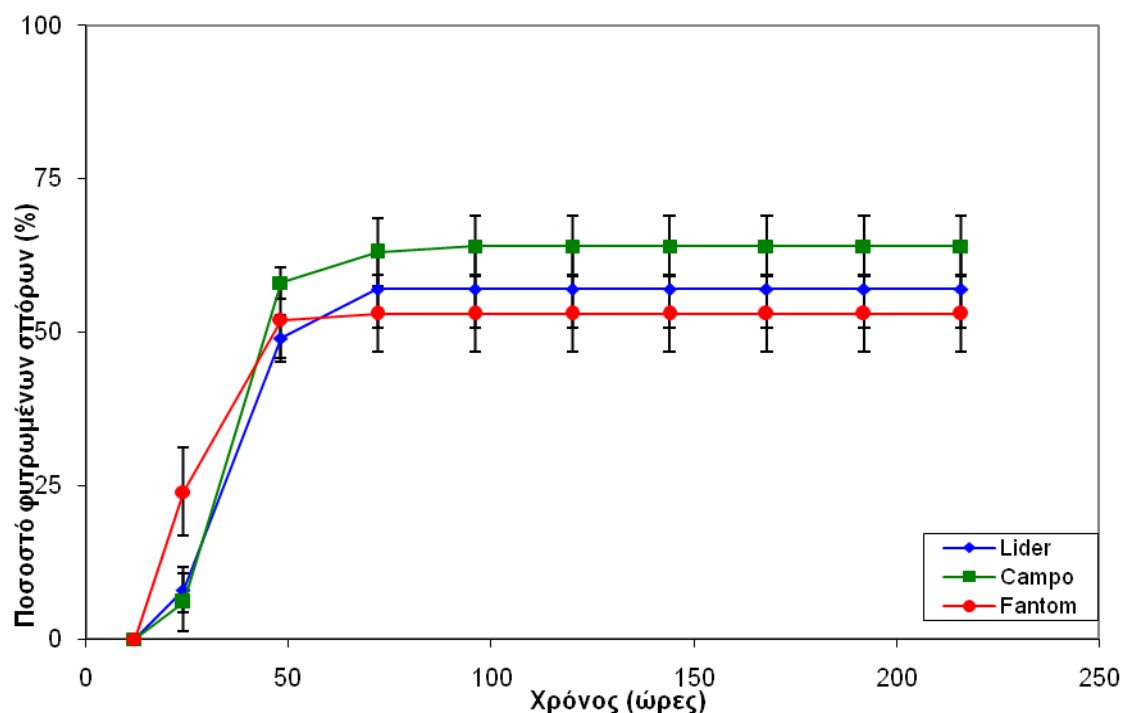


Διάγραμμα 3.37: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στο διάγραμμα 3.37 παρατηρείται η βλάστηση των τριών ποικιλιών στην συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa. Οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* βλάστησαν πρώτες στις 48h, ενώ η ποικιλία *Lider* βλάστησε 24 ώρες αργότερα. Πρώτη ολοκλήρωσε την πορεία βλάστησής της η ποικιλία *Campo* στις 120h, με τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων 27%. Ακολούθως, οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* ολοκλήρωσαν τη βλάστηση τους μετά την πάροδο 144h και σημείωσαν ποσοστά βλάστησης 16% και 28% αντίστοιχα. Η ποικιλία *Fantom* παρουσίασε το μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης με ελάχιστη διαφορά από την ποικιλία *Campo* και το μέγιστο του ρυθμού σημειώθηκε στις 96h.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* δεν παρουσίασαν στατιστικές διαφορές στις πορείες βλάστησης τους, ενώ η ποικιλία *Lider* διέφερε σημαντικά από τις άλλες δύο το χρονικό διάστημα από τις 72h έως τις 120h.

### 25 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,2 MPa

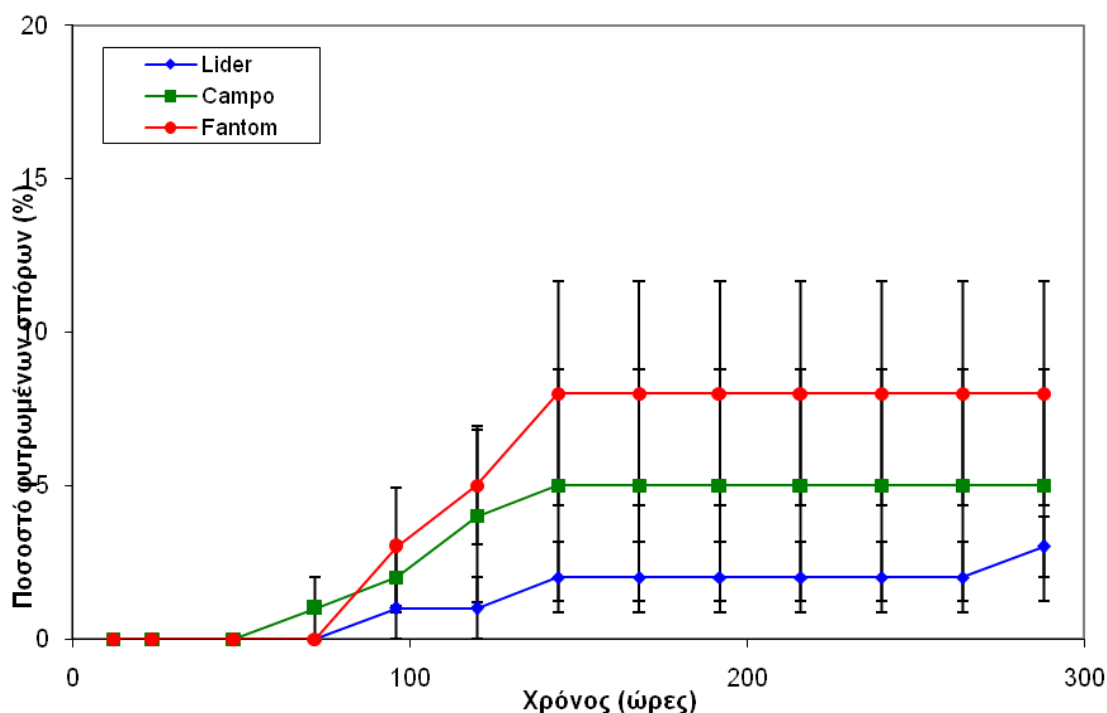


Διάγραμμα 3.38: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Με βάση το διάγραμμα 3.38 οι τρεις ποικιλίες ξεκίνησαν ταυτόχρονα τη βλάστηση τους στις 24h. Το τέλος της βλάστησης σημειώθηκε στις 72h για τις ποικιλίες *Lider* και *Fantom*, ενώ για την ποικιλία *Campo* σημειώθηκε στις 96h. Η τελευταία παρουσίασε και το υψηλότερο τελικό ποσοστό βλάστησης (64%). Η ποικιλία *Lider* κατέγραψε ποσοστό βλαστημένων σπόρων 57%, ενώ το μικρότερο σημείωσε η ποικιλία *Fantom* (53% τελικό ποσοστό). Υψηλότερο ρυθμό βλάστησης, παρά το χαμηλό ποσοστό βλαστημένων σπόρων, είχε η ποικιλία *Fantom* με μέγιστο στις 48h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών κατά τις πορείες βλάστησής τους.

25 °C ΩΔ -0,4 MPa

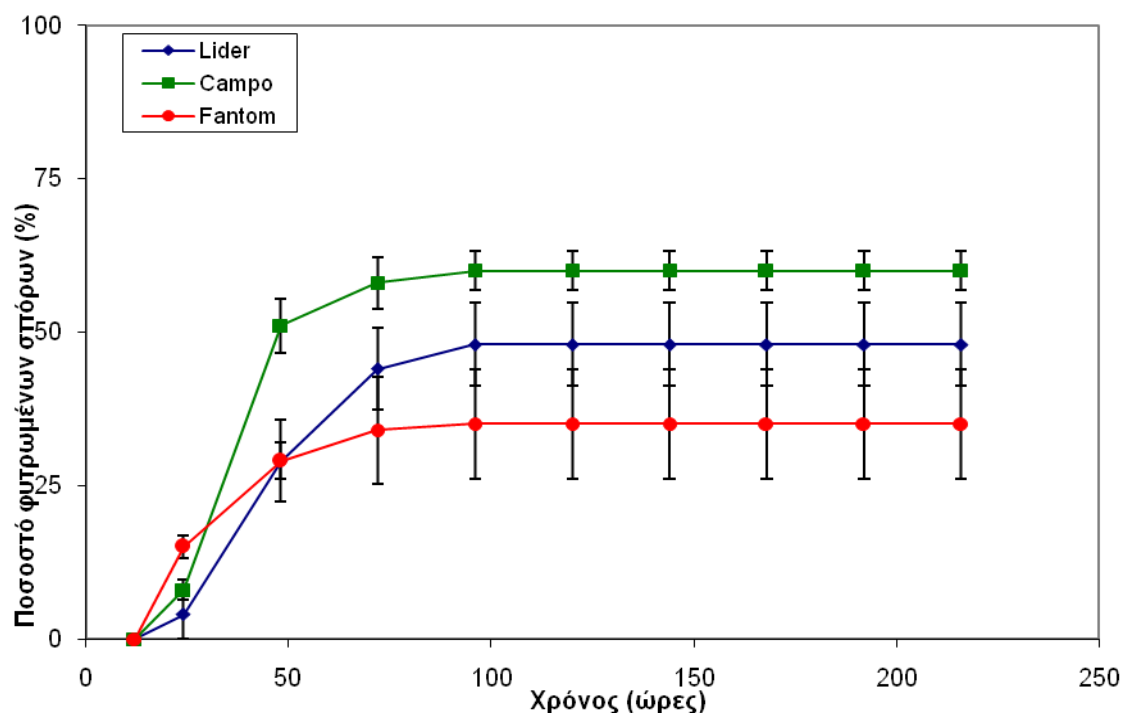


Διάγραμμα 3.39: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Με βάση το διάγραμμα 3.39, όπου παρουσιάζονται οι πορείες βλάστησης στην συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa, η έναρξη βλάστησης απαιτήσε πολλές ώρες από την τοποθέτηση των ποικιλιών στο θάλαμο. Έτσι, στις 96h βλάστησαν οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom*, ενώ κατά 24 ώρες νωρίτερα βλάστησε η ποικιλία *Campo*. Οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* ολοκλήρωσαν τη βλάστηση στις 144h και η ποικιλία *Lider* στις 288h. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν χαμηλά και για τις τρεις ποικιλίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (8%) σημειώθηκε από την ποικιλία *Fantom* και ακολούθως οι ποικιλίες *Campo* και *Lider* κατέγραψαν τελικά ποσοστά βλάστησης 5% και 3% αντίστοιχα. Ταχύτερο ρυθμό βλάστησης παρουσίασε η ποικιλία *Fantom* με μέγιστο στις 120h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Fantom* σε όλη την πορεία βλάστησής τους. Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές και μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Campo* κατά το διάστημα από τις 120h έως τις 144h.

### 25 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,4 MPa



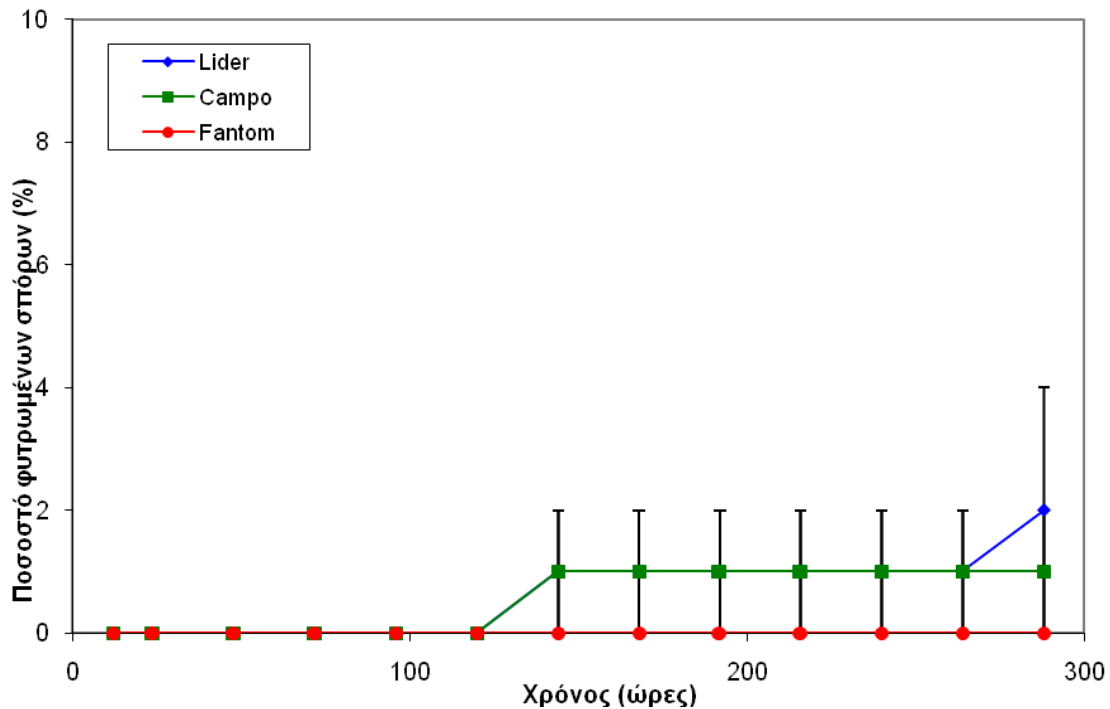
Διάγραμμα 3.40: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στην συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης οι σπόροι των ποικιλιών, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.40, βλάστησαν στις πρώτες 24h. Επίσης, οι ποικιλίες ολοκλήρωσαν ταυτόχρονα τη διαδικασία βλάστησής τους, σημειώνοντας βέβαια διαφορετικά ποσοστά βλάστησης. Το υψηλότερο ποσοστό (60%) σημείωσε η ποικιλία *Campo* και ακολούθως οι ποικιλίες *Lider* και *Fantom* με 48% και 35% αντίστοιχα τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων. Μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης σύμφωνα και με την κλίση της καμπύλης της στο διάγραμμα, κατέγραψε η ποικιλία *Campo* με μέγιστο ρυθμό στις 48h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Campo* και *Fantom* στο διάστημα από τις 48h έως τις 96h. Η ποικιλία *Lider* δε διέφερε σημαντικά από την ποικιλία *Fantom*, ενώ από την ποικιλία *Campo* σημείωσε διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 στις 48h.



25 °C ΩΔ -0,6 MPa

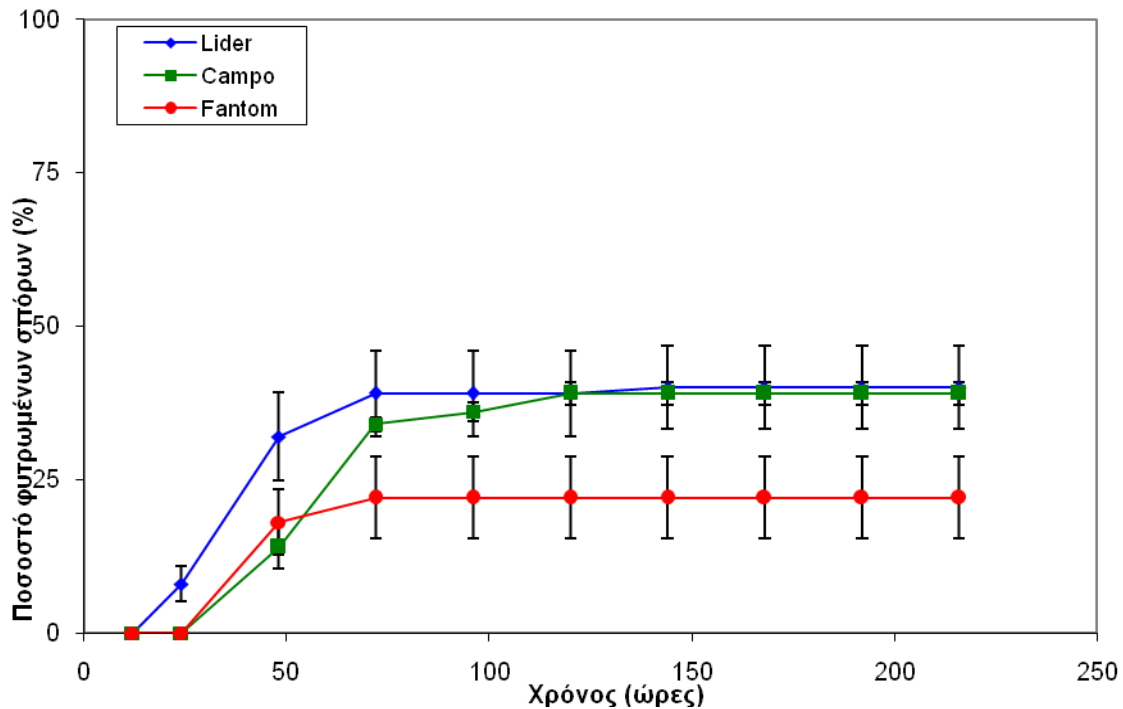


Διάγραμμα 3.41: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Η βλαστικότητα των τριών ποικιλιών στην συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.41, ήταν χαμηλή. Η ποικιλία *Fantom* δεν βλάστησε, ενώ οι ποικιλίες *Campo* και *Lider* σημείωσαν χαμηλά ποσοστά βλάστησης 1% και 2% αντίστοιχα. Η διαδικασία βλάστησης ξεκίνησε 144h από τη τοποθέτηση των σπόρων στο θάλαμο.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών που βλάστησαν.

### 25 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,6 MPa

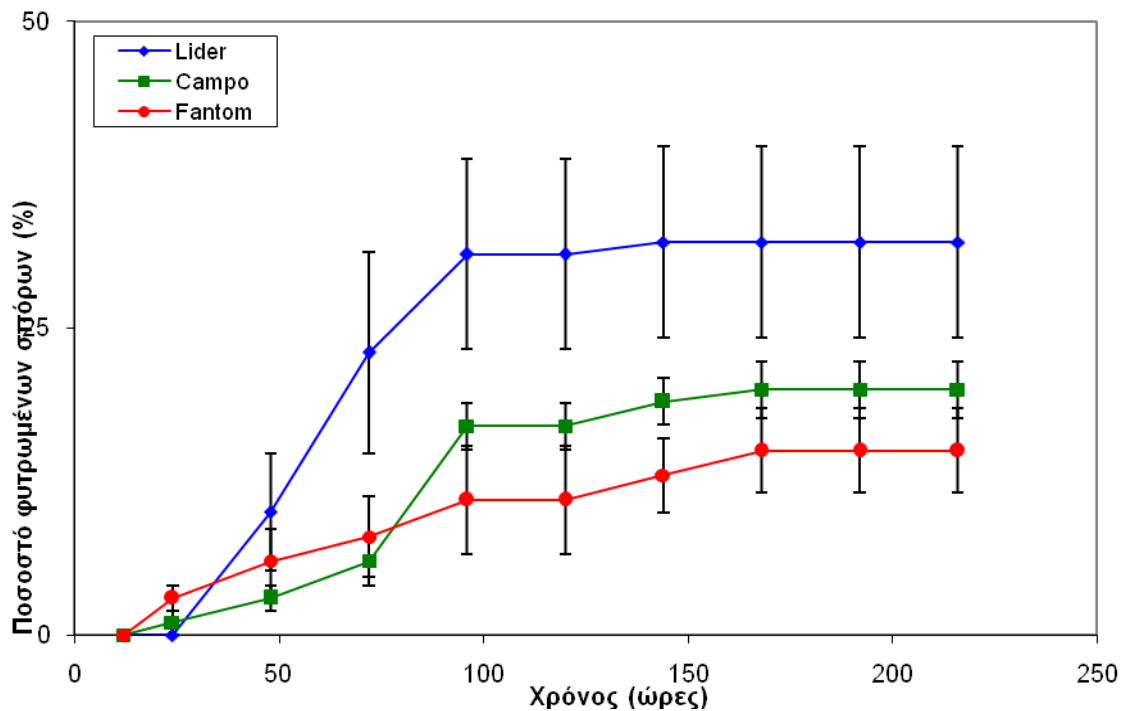


Διάγραμμα 3.42: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.42 πρώτη βλάστησε η ποικιλία *Lider* στις 24h από τη τοποθέτησή της στο θάλαμο. Οι δύο άλλες ποικιλίες βλάστησαν στις 48h και πρώτη, στις 72h, ολοκλήρωσε τη βλάστησή της η ποικιλία *Fantom*, σημειώνοντας το χαμηλότερο τελικό ποσοστό βλάστησης (22%). Η ποικιλία *Campo* ολοκλήρωσε δεύτερη στις 120h και σημείωσε ποσοστό βλαστημένων σπόρων 39%, ενώ η ποικιλία *Lider* τελείωσε στις 144h και κατέγραψε το μεγαλύτερο για τις συγκεκριμένες συνθήκες ποσοστό βλάστησης (40%). Υψηλότερο ρυθμό βλάστησης με βάση το διάγραμμα είχε η ποικιλία *Lider*, με το μέγιστο του ρυθμού να σημειώνεται στις 72h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών *Lider* και *Campo* στις 48h, ενώ η πρώτη διέφερε και από την ποικιλία *Fantom* στο διάστημα από τις 48h έως τις 96h.

### 25 °C Προμεταχείριση ΩΔ -0,8 MPa

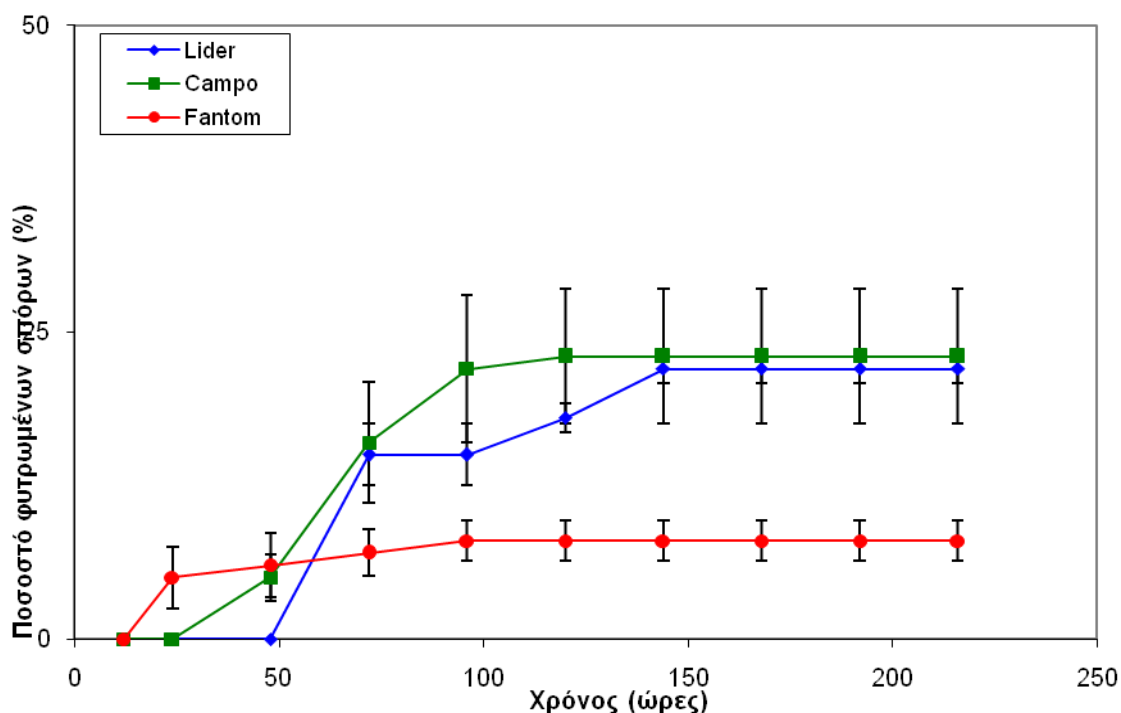


Διάγραμμα 3.43: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.43, πρώτες βλάστησαν οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom*, ενώ 24h αργότερα βλάστησε η *Lider*. Η τελευταία ολοκλήρωσε πρώτη τη βλάστησή της στις 144h, ενώ οι άλλες δύο ολοκλήρωσαν στις 168h. Το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε από την ποικιλία *Lider* (32%) και ακολούθησε με 20% η ποικιλία *Campo*. Τέλος το μικρότερο ποσοστό βλάστησης (15%) παρουσίασε η *Fantom*. Μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Lider* με μέγιστο σημείο στις 72h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσίασε η ποικιλία *Lider*, έναντι των άλλων δύο σε όλη την πορεία βλάστησής τους. Αντίθετα, σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους.

### 25 °C Προμεταχείριση ΩΔ -1,0 MPa



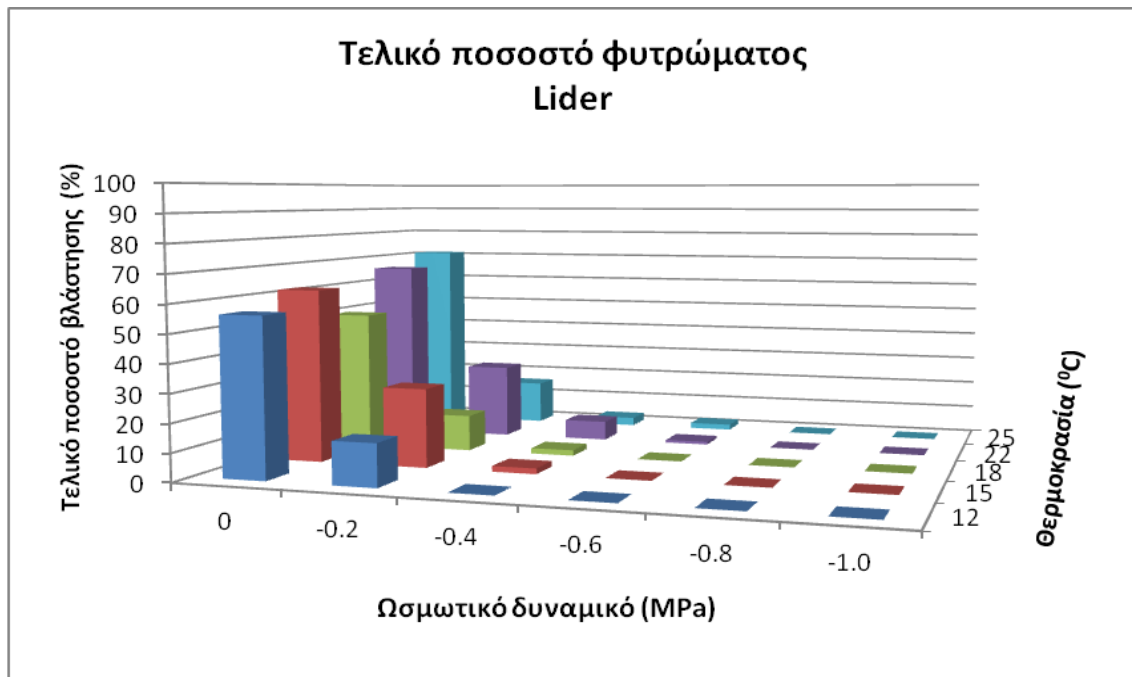
Διάγραμμα 3.44: Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων των τριών ποικιλιών στους 25°C στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στην συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa, σύμφωνα με το διάγραμμα 3.44, πρώτη η ποικιλία *Fantom* βλάστησε στις 24h και έπειτα στις 48h βλάστησε η ποικιλία *Campo*. Η ποικιλία *Lider* χρειάστηκε 72h από τη τοποθέτηση της στο θάλαμο για να βλαστήσει. Ανάλογα με τη σειρά βλάστησης και η ολοκλήρωση σημειώθηκε στις 96h για την ποικιλία *Fantom*, στις 120h για την ποικιλία *Campo* και στις 144h για την ποικιλία *Lider*. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης που παρατηρήθηκαν ήταν, 23% για την ποικιλία *Campo*, το οποίο αποτέλεσε και το υψηλότερο, 22% για την ποικιλία *Lider* και το χαμηλότερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων σημειώθηκε από την ποικιλία *Fantom* (8%). Μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης είχε η ποικιλία *Campo* με μέγιστο στις 96h.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν μόνο μεταξύ της ποικιλίας *Fantom* με τις άλλες δύο ποικιλίες σε όλη την πορεία βλάστησης.

## 3.2 Τελικό ποσοστό βλάστησης

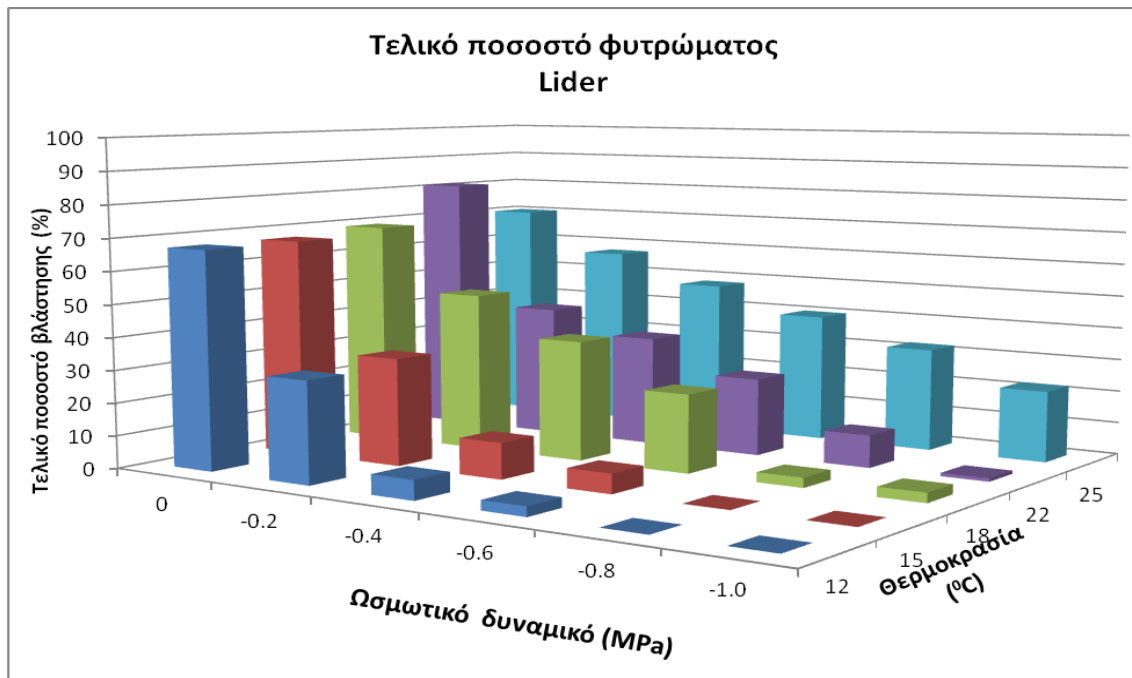
### 3.2.1 Τελικό ποσοστό βλάστησης ποικιλίας *Lider*.



Διάγραμμα 3.45: Τελικό ποσοστό βλάστησης της ποικιλίας βαμβακιού *Lider* στις πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.45, η ποικιλία *Lider* κατέγραψε τα μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης στο μάρτυρα με ανοδικές τιμές ανάλογα με την άνοδο της θερμοκρασίας με μία εξαίρεση τους 18° C. Συνεπώς, σημείωσε ποσοστά 56% στην θερμοκρασία 12 °C και 62% στη θερμοκρασία 15 °C. Στους 18° C είχε το μικρότερο τελικό ποσοστό βλάστησης (50%) και 66% στη θερμοκρασία 22 °C. Τέλος το μεγαλύτερο ποσοστό σημειώθηκε στους 25 °C (71%). Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa τα τελικά ποσοστά βλάστησης μειώθηκαν αρκετά και στις αντίστοιχες θερμοκρασίες καταγράφηκαν τα εξής ποσοστά: 15%, 28%, 13%, 27%, 16% για τις 5 θερμοκρασίες, αντίστοιχα. Αξιοσημείωτο είναι ότι το μεγαλύτερο ποσοστό σημειώθηκε στη θερμοκρασία των 15° C και το αμέσως επόμενο στους 22° C. Κατά την ενυδάτωση με το ωσμωτικό διάλυμα συγκέντρωσης -0.4MPa τα τελικά ποσοστά μειώθηκαν περαιτέρω. Στους 12 °C δεν καταγράφηκε βλαστημένος σπόρος και στις επόμενες θερμοκρασίες καταγράφηκαν τα ποσοστά 2%, 2%, 7%, 3%. Το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό σε αυτήν την συγκέντρωση παρατηρήθηκε στους 22 °C. Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa η απορρόφηση νερού από το σπόρο παρεμποδίστηκε περισσότερο, επομένως βλάστηση σημειώθηκε μόνο στις

υψηλότερες θερμοκρασίες, με τελικό ποσοστό βλάστησης 1% στους 22° C και 2% στους 25 °C. Στις συγκεντρώσεις -0.8MPa και -1.0MPa η ποικιλία *Lider* δε δραστηριοποιήθηκε προς βλάστηση.

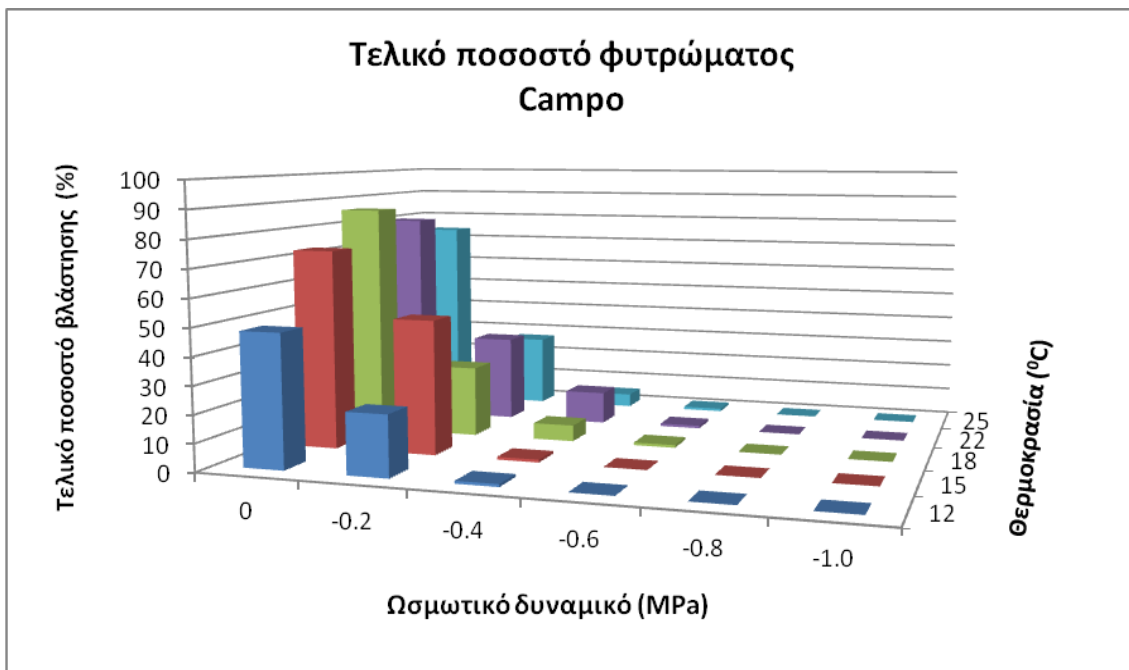


Διάγραμμα 3.46: Τελικό ποσοστό βλάστησης της ποικιλίας βαμβακιού *Lider* με εφαρμογή προ-μεταχείρισης στους σπόρους στις πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Τα τελικά ποσοστά βλάστησης της ποικιλίας *Lider* μετά την εφαρμογή προ-μεταχείρισης στους σπόρους, αποτυπώθηκαν στο διάγραμμα 3.46 και παρατηρήθηκε πως βλαστημένοι σπόροι σημειώθηκαν σε όλα τα ωσμωτικά διαλύματα. Στο μάρτυρα τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν αρκετά υψηλά και ξεκινώντας από την χαμηλότερη θερμοκρασία σημειώθηκαν τα εξής ποσοστά: 67%, 67%, 69%, 81% και 70%. Το μεγαλύτερο σημειώθηκε στην θερμοκρασία 22°C. Έπειτα, στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 31%, 33%, 49%, 41% και 57%. Το τελευταίο σημειώθηκε στην υψηλή θερμοκρασία των 25°C. Στα ίδια επίπεδα κυμάνθηκαν και τα ποσοστά των βλαστημένων σπόρων στην συγκέντρωση -0.4MPa ωσμωτικού διαλύματος και το μεγαλύτερο ποσοστό (48%) καταγράφηκε στη θερμοκρασία των 25 °C. Στους 12 °C σημειώθηκε ποσοστό 6%, στους 15°C, 11%, στους 18 °C το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (37%) και στους 22 °C ποσοστό 34%. Κατά την επέμβαση ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa τα ποσοστά βλάστησης μειώθηκαν και παρατηρήθηκαν κατά την άνοδο των θερμοκρασιών τα

παρακάτω τελικά ποσοστά: 3%, 6%, 24%, 24% και 40% για κάθε θερμοκρασία αντίστοιχα. Στις πυκνότερες συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων που μελετήθηκαν (-0.8MPa και -1.0MPa) οι σπόροι της ποικιλίας *Lider* δεν απορρόφησαν νερό στις θερμοκρασίες των 12 °C και 15 °C και συνεπώς δε βλάστησαν, ενώ στις επόμενες σημείωσαν μικρή φυτρωτικότητα με τελικά ποσοστά βλάστησης 3%, 10%, 32% (-0.8MPa) και 3%, 1% και 22% (-1.0MPa).

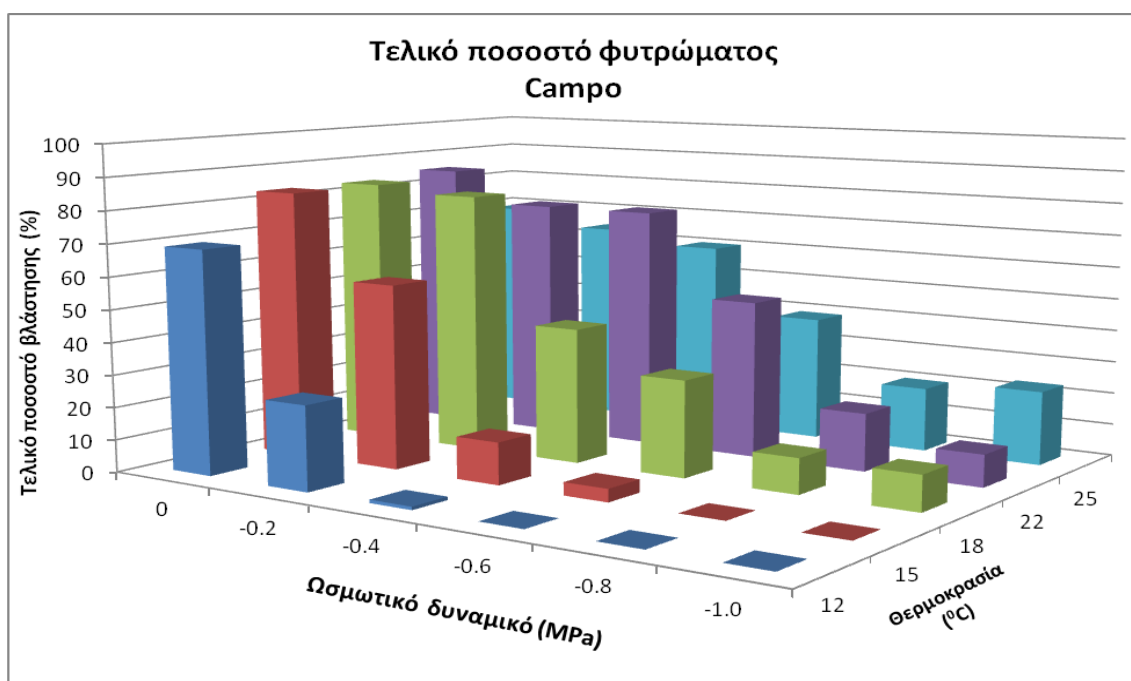
### 3.2.2 Τελικό ποσοστό βλάστησης ποικιλίας *Campro*.



Διάγραμμα 3.47: Τελικό ποσοστό βλάστησης της ποικιλίας βαμβακιού *Campro* στις πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Με βάση το διάγραμμα 3.47, η ποικιλία *Campro* σημείωσε υψηλά ποσοστά βλάστησης στην επέμβαση του μάρτυρα και κατέγραψε ποσοστό 48% στη θερμοκρασία των 12°C, 73% στη θερμοκρασία των 15 °C, 86% στη θερμοκρασία των 18 °C, 80% στη θερμοκρασία των 22 °C και τέλος στη θερμοκρασία 25 °C σημείωσε 74% τελικό ποσοστό βλάστησης. Αξιοσημείωτο είναι ότι το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλάστησης κατέγραψε στην ενδιάμεση θερμοκρασία των 18 °C. Έπειτα, στην επέμβαση του ωσμωτικού διαλύματος συγκέντρωσης -0.2MPa τα ποσοστά βλάστησης μειώθηκαν και το μεγαλύτερο παρατηρήθηκε στους 15 °C. Αντίστοιχα με τις ανοδικές τιμές θερμοκρασίας σημειώθηκαν τα εξής ποσοστά: 22%, 49%, 26%, 32% και 27%. Με την επέμβαση του ωσμωτικού διαλύματος

-0.4MPa η βλάστηση παρεμποδίστηκε επιπλέον και η συγκεκριμένη ποικιλία σημείωσε το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης της στους 22 °C. Στις χαμηλές θερμοκρασίες σημείωσε 1%, 1% και 6% ποσοστά βλάστησης αντίστοιχα. Στους 22 °C, 12% και στη θερμοκρασία των 25 °C κατέγραψε ποσοστό βλαστημένων σπόρων 5%. Με την επέμβαση ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa η ποικιλία *Campro* δε βλάστησε στις θερμοκρασίες 12 °C και 15 °C, ενώ στις τρεις επόμενες θερμοκρασίες σημείωσε το χαμηλό ποσοστό βλαστημένων σπόρων 1%. Τέλος, οι δύο πυκνές συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων -0.8MPa και -1.0MPa δεν επέτρεψαν στους σπόρους ικανοποιητική απορρόφηση νερού και επομένως δεν παρατηρήθηκε βλαστικότητα των σπόρων.



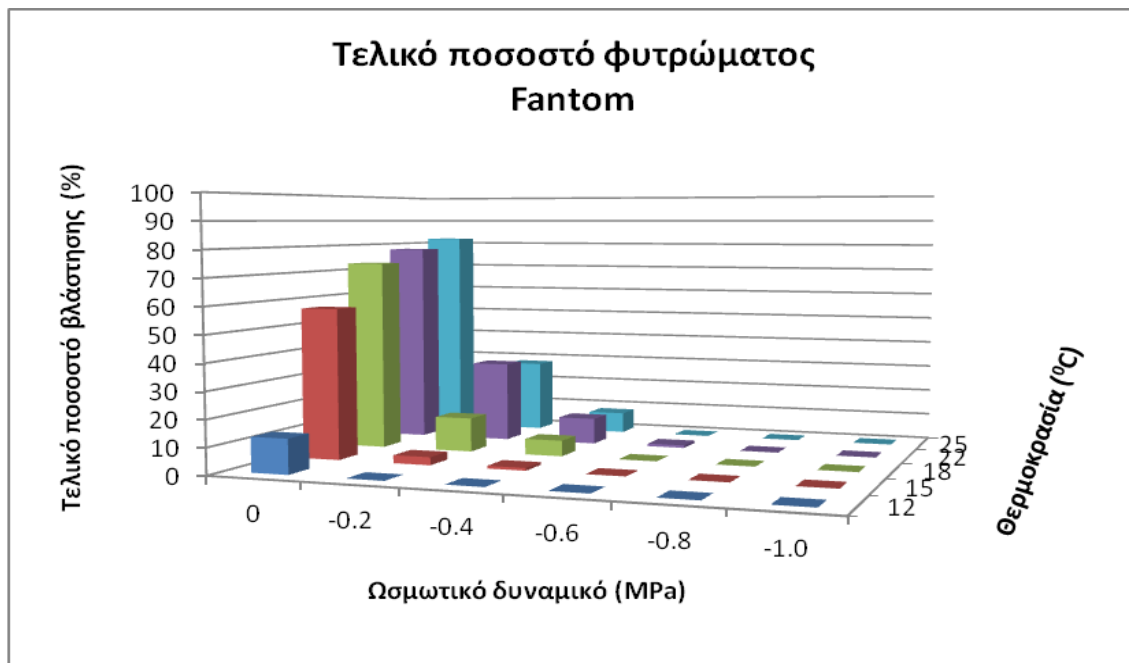
Διάγραμμα 3.48: Τελικό ποσοστό βλάστησης της ποικιλίας βαμβακιού *Campro* με εφαρμογή προ-μεταχείρισης στους σπόρους στις πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.48, στην επέμβαση του μάρτυρα η ποικιλία *Campro* σημείωσε υψηλά ποσοστά βλάστησης σε όλες τις θερμοκρασίες. Αξιοσημείωτο είναι ότι το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης (85%) σημειώθηκε στους 22 °C, ενώ στους 25 °C καταγράφηκε 69% ποσοστό βλαστημένων σπόρων. Στις θερμοκρασίες 12 °C, 15 °C, 18 °C παρατηρήθηκαν τελικά ποσοστά βλάστησης 69%, 83% και 83% αντίστοιχα. Στο ωσμωτικό διάλυμα -0.2MPa τα ποσοστά ήταν επίσης υψηλά με εξαίρεση τους 12 °C, όπου καταγράφηκε μόλις 26% τελικό ποσοστό βλάστησης. Το υψηλότερο σημειώθηκε στην



θερμοκρασία των 18 °C και ήταν 81%, ενώ στους 15 °C, 18 °C και 25 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν 57%, 75% και 64% αντίστοιχα. Στο επόμενο ωσμωτικό διάλυμα καταγράφηκαν ενδιάμεσα τελικά ποσοστά βλάστησης, όπου η θερμοκρασία των 22 °C ξεχώρισε με ποσοστό βλάστησης 75%. Τα αποτελέσματα ήταν 1%, 13%, 42%, 75% και 60% στις αντίστοιχες μελετηθείσες θερμοκρασίες. Στους 12 °C στο ωσμωτικό διάλυμα -0.6MPa δεν παρατηρήθηκε βλάστηση, ενώ στους 15 °C σημειώθηκε χαμηλό ποσοστό βλαστημένων σπόρων (4%). Ποσοστά 30%, 49% και 39% παρατηρήθηκαν στις τρεις επόμενες θερμοκρασίες. Τέλος, στα δύο πυκνότερα διαλύματα δε σημειώθηκε βλάστηση στις δύο μικρότερες θερμοκρασίες, ενώ καταγράφηκε τελικό ποσοστό βλάστησης 11% στους 18 °C. Με χαμηλά τελικά ποσοστά βλάστησαν οι σπόροι της ποικιλία *Fantom* και στις υψηλότερες θερμοκρασίες σημειώνοντας στο ωσμωτικό διάλυμα -0.8MPa ποσοστό βλάστησης 18% στους 22°C και 20% στους 25 °C. Αντίστοιχα στις ίδιες θερμοκρασίες στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.0MPa κατέγραψαν 10% και 23% τελικά ποσοστά βλάστησης.

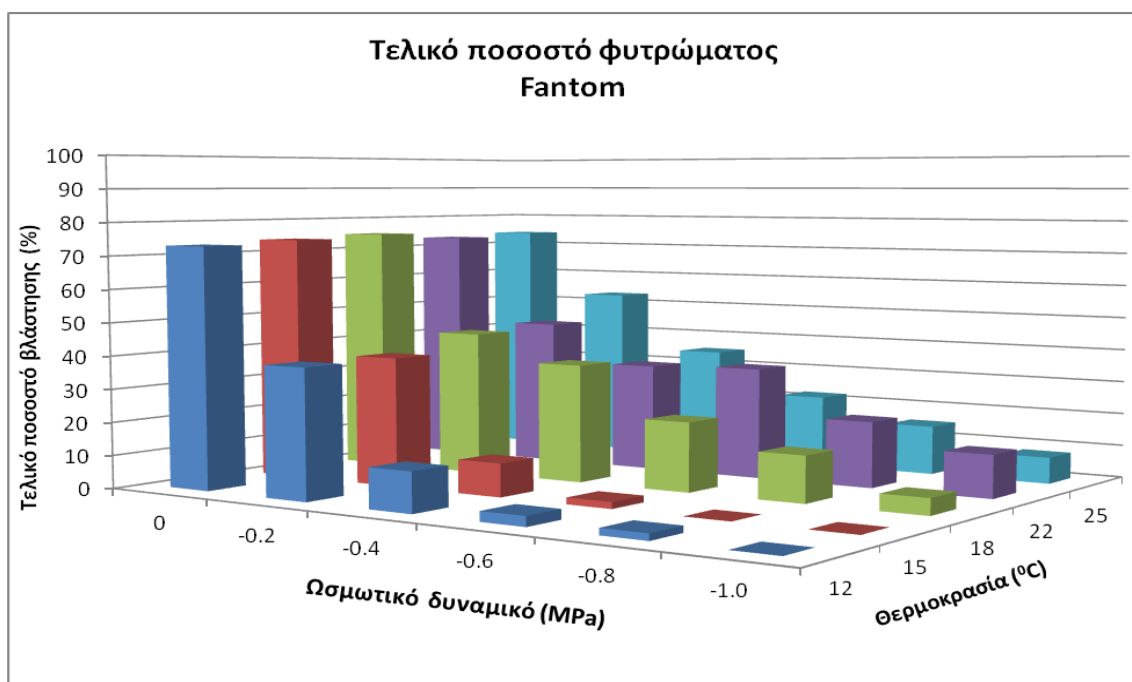
### 3.2.3 Τελικό ποσοστό βλάστησης ποικιλίας *Fantom*.



Διάγραμμα 3.49: Τελικό ποσοστό βλάστησης της ποικιλίας βαμβακιού *Fantom* στις πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Από το διάγραμμα 3.49 φαίνεται ότι η ποικιλία *Fantom* κατά την επέμβαση του μάρτυρα σημείωσε αυξανόμενα τελικά ποσοστά βλάστησης, παράλληλα με την

αύξηση των θερμοκρασιών επώασης. Συνεπώς, στη χαμηλότερη θερμοκρασία των 12 °C κατέγραψε ποσοστό βλάστησης 13% και κατ' αντιστοιχία με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες σημείωσε 57%, 73%, 78% και τέλος 82% στη μεγαλύτερη θερμοκρασία των 25 °C. Παρομοίως και στην επέμβαση ωσμωτικού διαλύματος συγκέντρωσης -0.2MPa, τα ποσοστά βλάστησης αυξήθηκαν παράλληλα με την αύξηση της θερμοκρασίας, με μόνη εξαίρεση τη θερμοκρασία των 25 °C. Επομένως, πέρα από τη θερμοκρασία 12 °C, όπου δε σημειώθηκε βλάστηση τα τελικά ποσοστά φυτρώματος ήταν τα παρακάτω 3%, 13%, 31% και 28%. Κατά την επέμβαση ωσμωτικού διαλύματος συγκέντρωσης -0.4MPa δεν σημειώθηκε βλάστηση των σπόρων στους 12 °C. Στους 15 °C καταγράφηκε το χαμηλό ποσοστό 1% βλαστημένων σπόρων και εν συνεχεία στις επόμενες θερμοκρασίες σημειώθηκαν ποσοστά 6%, 10% και 8% με σημείο ενδιαφέροντος ότι το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε επίσης στους 22 °C. Στις επόμενες τρεις συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων η ποικιλία *Fantom* σημείωσε μηδενικά ποσοστά βλάστησης σε όλες τις θερμοκρασίες ανάπτυξης με εξαίρεση τη θερμοκρασία 22 °C και στην επέμβαση του ωσμωτικού διαλύματος -0.6MPa, όπου κατέγραψε ποσοστό βλάστησης 1%.



Διάγραμμα 3.50: Τελικό ποσοστό βλάστησης της ποικιλίας βαμβακιού *Fantom* με εφαρμογή προ-μεταχείρισης στους σπόρους σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Τέλος, στο διάγραμμα 3.50 αναλύθηκαν τα ποσοστά βλάστησης της ποικιλίας *Fantom* μετά την εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Στο μάρτυρα τα ποσοστά που καταγράφηκαν ήταν παρόμοια για όλες τις θερμοκρασίες και αναφορικά ήταν 73%, 74%, 75%, 73% και 74%. Το υψηλότερο καταγράφηκε στη θερμοκρασία των 18 °C. Κατά την εφαρμογή του ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν όλα χαμηλότερα του 50% με εξαίρεση τους 25 °C. Πιο συγκεκριμένα για τις δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες ήταν 39% και ακολούθως 44%, 45%, και 53% για τις θερμοκρασίες 18 °C, 22 °C και 25 °C. Στο διάλυμα συγκέντρωσης -0.4MPa σημειώθηκαν τελικά ποσοστά βλάστησης 12% στους 12°C, 10% στους 15 °C, 36% στους 18 °C, 33% στους 22 °C και 35% στους 25 °C. Όπως και στο μάρτυρα, έτσι και στο συγκεκριμένο ωσμωτικό διάλυμα το μέγιστο ποσοστό σημειώθηκε στη θερμοκρασία των 18 °C. Στον επόμενο βαθμό ωσμωτικού διαλύματος (-0.6MPa) τα τελικά ποσοστά ήταν αρκετά χαμηλά στις χαμηλές θερμοκρασίες που μελετήθηκαν με τελικό ποσοστό 3% στους 12 °C και 2% στους 15 °C. Στις υπόλοιπες θερμοκρασίες υπήρχε βαθμιαία μείωση των τελικών ποσοστών βλάστησης σε σύγκριση με τα προηγούμενα ωσμωτικά διαλύματα στις ίδιες θερμοκρασίες αλλά εντός της ίδιας συγκέντρωσης τα ποσοστά ήταν ικανοποιητικά. Έτσι σημειώθηκε τελικό ποσοστό βλάστησης 21% στους 18 °C, 34% στους 22 °C και 22% στους 25 °C. Στη συγκέντρωση -0.8MPa ωσμωτικού διαλύματος τα ποσοστά ήταν κατ' αντιστοιχία με τις θερμοκρασίες 2%, 0%, 14%, 20%, 15%. Εν συνεχεία στη συγκέντρωση -1.0MPa καταγράφηκαν τελικά ποσοστά βλάστησης από τη θερμοκρασία των 18 °C και άνω, τα οποία ήταν 5% στην θερμοκρασία έναρξης και ακολούθως 13% στους 22 °C και 8% στους 25 °C. Αξιοσημείωτο είναι ότι στις δύο τελευταίες συγκεντρώσεις τα μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης καταγράφηκαν στη θερμοκρασία των 22 °C.

### 3.2.4 Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης

**Πίνακας 3.1:** Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης στην εκτέλεση του πειράματος χωρίς εφαρμογή προ-μεταχείρισης (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \*  $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ ).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	197117.2	39423.4	845.3	***
Θερμοκρασία	4	4711.6	1177.9	25.3	***
Ποικιλία	2	1579.8	789.9	16.9	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	9262.8	463.1	9.93	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	2990.8	299.1	6.41	***
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	2609.5	326.2	6.99	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	7190.5	179.7	3.85	***
Υπόλοιπο	270	12592	46.6		
Σύνολο	359	238054.2			

**Πίνακας 3.2:** Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης στην εκτέλεση του πειράματος με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \*  $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ ).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	201636.7	40327.3	479.7	***
Θερμοκρασία	4	32456.6	8114.2	96.5	***
Ποικιλία	2	4561.9	2280.9	27.1	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	12973.8	648.7	7.72	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	2848.3	284.8	3.39	***
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	5769.2	721.2	8.58	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	6601.9	165.1	1.96	***
Υπόλοιπο	270	22700	84.1		
Σύνολο	359	289548.4			

Όπως καταγράφηκε στους δύο παραπάνω πίνακες η ανάλυση παραλλακτικότητας του πειράματος χωρίς προμεταχείριση και του πειράματος με την προμεταχείριση έδειξε ανάλογες στατιστικές διαφορές. Μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ΩΔ. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των πέντε θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Οι τρεις ποικιλίες στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Τέλος οι τρεις παράγοντες που υπεισέρχονται στο

εκάστοτε πείραμα αλληλεπέδρασαν μεταξύ τους με στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η αλληλεπίδραση παρατηρήθηκε τόσο μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών των παραγόντων όσο και μεταξύ των τριών παραγόντων ταυτόχρονα.

### 3.2.5 Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο Student Newman–Keul

**Πίνακας 3.3:** Συγκρίσεις μέσω της ποικιλίας *Lider* με τη μέθοδο SNK στην εκτέλεση του πειράματος χωρίς εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12° C	15° C	18° C	22° C	25° C
<i>LIDER</i>	0	56 <b>Aa</b>	62 <b>Aa</b>	50 <b>Aa</b>	66 <b>Aa</b>	71 <b>Aa</b>
	-0.2	15 <b>Ba</b>	28 <b>Ba</b>	13 <b>Ba</b>	27 <b>Ba</b>	16 <b>Ba</b>
	-0.4	0 <b>Ba</b>	2 <b>Ca</b>	2 <b>Ba</b>	7 <b>Ba</b>	3 <b>Ba</b>
	-0.6	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	1 <b>Ba</b>	2 <b>Ba</b>
	-0.8	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>
	-1.0	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>

Η ποικιλία *Lider* κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε ωσμωτικό δυναμικό μεταξύ των διαφορετικών θερμοκρασιών. Για παράδειγμα στο μάρτυρα το τελικό ποσοστό βλάστησης στους 12 °C (56%) δε διέφερε στατιστικά σημαντικά από το τελικό ποσοστό βλάστησης στους 25 °C (71%). Αντίθετα, για κάθε θερμοκρασία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ. Στις θερμοκρασίες 12, 18, 22 και 25 °C ο μάρτυρας διέφερε από τα υπόλοιπα ωσμωτικά δυναμικά (τα οποία μεταξύ τους δεν κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές). Στη θερμοκρασία των 15 °C ο μάρτυρας διέφερε από τα υπόλοιπα ΩΔ όπως και το ΩΔ -0.2MPa διέφερε σημαντικά από τα υπόλοιπα.

**Πίνακας 3.4:** Συγκρίσεις μέσω της ποικιλίας *Lider* με τη μέθοδο SNK στην εκτέλεση του πειράματος με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12° C	15° C	18° C	22° C	25° C
<i>LIDER</i>	0	67 <b>Aa</b>	67 <b>Aa</b>	69 <b>Aa</b>	81 <b>Aa</b>	70 <b>Aa</b>
	-0.2	31 <b>Ba</b>	33 <b>Ba</b>	49 <b>ABa</b>	41 <b>Ba</b>	57 <b>ABa</b>
	-0.4	6 <b>Ba</b>	11 <b>Ba</b>	37 <b>ABa</b>	34 <b>BCa</b>	48 <b>ABa</b>
	-0.6	3 <b>Ba</b>	6 <b>Ba</b>	24 <b>BCa</b>	24 <b>BCa</b>	40 <b>ABa</b>
	-0.8	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	3 <b>Ca</b>	10 <b>BCa</b>	32 <b>ABa</b>
	-1.0	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	3 <b>Ca</b>	1 <b>Ca</b>	22 <b>Ba</b>

Η ποικιλία *Lider* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω των επίσης δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών. Στην εκάστοτε θερμοκρασία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ. Στους 12 και 15 °C ο μάρτυρας σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα υπόλοιπα ΩΔ. Στους 18 °C ο μάρτυρας δεν διέφερε από τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa σημειώνοντας σημαντικές διαφορές με τα υπόλοιπα, τα ΩΔ -0.2, -0.4 και -0.6 MPa δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, διαφέροντας από τα υπόλοιπα ΩΔ (με εξαίρεση το ΩΔ -0.6 MPa), ενώ τέλος εντός των ΩΔ -0.6,-0.8 και -1.0 MPa δεν σημειώθηκαν διαφορές. Στους 22°C ο μάρτυρας διέφερε στατιστικά από τα ΩΔ. Το ΩΔ -0.2 διέφερε μόνο από το -1.0 MPa. Τα υπόλοιπα ΩΔ δεν σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Τέλος στη θερμοκρασία των 25 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης του μάρτυρα διέφεραν μόνο από το ΩΔ -1.0 MPa, ενώ τα ΩΔ μεταξύ τους δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

**Πίνακας 3.5:** Συγκρίσεις μέσω της ποικιλίας *Campro* με τη μέθοδο SNK στην εκτέλεση του πειράματος χωρίς εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12° C	15°C	18°C	22°C	25°C
<i>CAMPO</i>	0	48 <b>Ab</b>	73 <b>Aa</b>	86 <b>Aa</b>	80 <b>Aa</b>	74 <b>Aa</b>
	-0.2	22 <b>Ba</b>	49 <b>Ba</b>	26 <b>Ba</b>	32 <b>Ba</b>	27 <b>Ba</b>
	-0.4	1 <b>Ba</b>	1 <b>Ca</b>	6 <b>Ba</b>	12 <b>BCa</b>	5 <b>Ca</b>
	-0.6	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	1 <b>Ba</b>	1 <b>Ca</b>	1 <b>Ca</b>
	-0.8	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>
	-1.0	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>

Η ποικιλία *Campro* κατά τις συγκρίσεις μέσω των δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών εκτός του μάρτυρα στη θερμοκρασία των 12 °C ο οποίος διέφερε σημαντικά από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στο τελικό ποσοστό βλάστησης. Στην εκάστοτε θερμοκρασία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ. Στη θερμοκρασία των 12 °C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από τα υπόλοιπα ΩΔ. Στους 15 °C ο μάρτυρας και το ΩΔ -0.2MPa διέφεραν σημαντικά τόσο μεταξύ τους όσο και με τα υπόλοιπα ΩΔ. Στους 18 °C ο μάρτυρας σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τελικά ποσοστά βλάστησης από τα ΩΔ.

Στους 22 °C ο μάρτυρας διέφερε από τα ΩΔ, ενώ το -0.2 MPa χωρίς να παρουσιάσει διαφορές από το -0.4MPa διέφερε από τα υπόλοιπα ΩΔ. Οι τελευταίες τέσσερις τιμές ΩΔ δεν κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Τέλος στους 25 °C ο μάρτυρας διέφερε από το ΩΔ -0.2MPa σημαντικά και το τελευταίο επίσης κατέγραψε διαφορές από τις μεγαλύτερες τιμές ΩΔ (τα οποία δεν διαφοροποιήθηκαν στα τελικά ποσοστά βλάστησης τους).

**Πίνακας 3.6:** Συγκρίσεις μέσω της ποικιλίας *Campro* με τη μέθοδο SNK στην εκτέλεση του πειράματος με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12° C	15° C	18° C	22° C	25° C
<i>CAMPO</i>	0	69 <b>Aa</b>	83 <b>Aa</b>	83 <b>Aa</b>	85 <b>Aa</b>	69 <b>Aa</b>
	-0.2	26 <b>Bb</b>	57 <b>Aa</b>	81 <b>Aa</b>	75 <b>ABa</b>	64 <b>ABa</b>
	-0.4	1 <b>Bc</b>	13 <b>Bbc</b>	42 <b>Bab</b>	75 <b>ABa</b>	60 <b>ABa</b>
	-0.6	0 <b>Bd</b>	4 <b>Bb</b>	30 <b>Bab</b>	49 <b>Ba</b>	39 <b>BCab</b>
	-0.8	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	11 <b>Ba</b>	18 <b>Ca</b>	20 <b>Ca</b>
	-1.0	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	11 <b>Ba</b>	10 <b>Ca</b>	23 <b>Ca</b>

Η ποικιλία *Campro* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω παρουσίασε διαφορές εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού εκτός από το μάρτυρα και τα ΩΔ -0.8 και -1.0 MPa. Το ΩΔ -0.2MPa στους 12 °C διαφοροποιήθηκε από τις υψηλότερες θερμοκρασίες, στο ΩΔ -0.4MPa η θερμοκρασία των 12 °C δεν διέφερε από τους 15 °C, ενώ η τελευταία δεν διέφερε από την θερμοκρασία των 18 °C. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης στις θερμοκρασίες των 18, 22 και 25 °C δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά στο συγκεκριμένο ΩΔ. Στο ΩΔ -0.6MPa η θερμοκρασία 22 °C διέφερε σημαντικά από τις δύο χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ στις υπόλοιπες δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης διαφορές καταγράφηκαν και εντός των ΩΔ στην εκάστοτε θερμοκρασία και αναλύονται παρακάτω. Στους 12 °C ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τα ΩΔ, ενώ στις θερμοκρασίες 15 και 18 °C ο μάρτυρας δεν διέφερε από το ΩΔ -0.2MPa ενώ και οι δύο παρουσίασαν διαφορές από τις μεγαλύτερες εντάσεις ΩΔ. Στους 22 και στους 25 °C ο μάρτυρας δεν διέφερε, τόσο από το ΩΔ -0.2 όσο και από το -0.4MPa, τα ΩΔ -0.2, -0.4, -0.6MPa δεν διέφεραν μεταξύ τους, καταγράφοντας στατιστικές διαφορές με τα πυκνότερα ΩΔ (εξαίρεση αποτελεί στους 25 °C ότι το ΩΔ -0.6MPa δεν διέφερε από τις μεγαλύτερες εντάσεις ΩΔ).

**Πίνακας 3.7:** Συγκρίσεις μέσω της ποικιλίας *Fantom* με τη μέθοδο SNK στην εκτέλεση του πειράματος χωρίς εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12° C	15°C	18°C	22°C	25°C
<i>FANTOM</i>	0	13 <b>Ab</b>	57 <b>Aa</b>	73 <b>Aa</b>	78 <b>Aa</b>	82 <b>Aa</b>
	-0.2	0 <b>Aa</b>	3 <b>Ba</b>	13 <b>Ba</b>	31 <b>Ba</b>	28 <b>Ba</b>
	-0.4	0 <b>Aa</b>	1 <b>Ba</b>	6 <b>Ba</b>	10 <b>BCa</b>	8 <b>BCa</b>
	-0.6	0 <b>Aa</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	1 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>
	-0.8	0 <b>Aa</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>
	-1.0	0 <b>Aa</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>

Η ποικιλία *Fantom* κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών, εκτός του μάρτυρα στη θερμοκρασία των 12 °C του οποίου τα τελικά ποσοστά βλάστησης διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Αντίθετα, στην εκάστοτε θερμοκρασία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ με εξαίρεση τη θερμοκρασία των 12 °C όπου οι διαφορές δεν θεωρήθηκαν στατιστικά σημαντικές. Στις θερμοκρασίες 15 και 18 °C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε σημαντικά από τα ΩΔ στα τελικά ποσοστά βλάστησης. Τέλος στις θερμοκρασίες 22 και 25 °C επίσης ο μάρτυρας διέφερε από όλα τα ΩΔ, ενώ το ΩΔ -0.2 δεν διέφερε από το -0.4MPa και το τελευταίο δεν κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τελικά ποσοστά βλάστησης από τα ΩΔ μεγαλύτερης πυκνότητας.

**Πίνακας 3.8:** Συγκρίσεις μέσω της ποικιλίας *Fantom* με τη μέθοδο SNK στην εκτέλεση του πειράματος με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12° C	15°C	18°C	22°C	25°C
<i>FANTOM</i>	0	73 <b>Aa</b>	74 <b>Aa</b>	75 <b>Aa</b>	73 <b>Aa</b>	74 <b>Aa</b>
	-0.2	39 <b>Ba</b>	39 <b>Ba</b>	44 <b>Ba</b>	45 <b>ABa</b>	53 <b>ABa</b>
	-0.4	12 <b>BCa</b>	10 <b>Ca</b>	36 <b>Ba</b>	33 <b>Ba</b>	35 <b>BCa</b>
	-0.6	3 <b>Ca</b>	2 <b>Ca</b>	21 <b>Ba</b>	34 <b>Ba</b>	22 <b>BCa</b>
	-0.8	2 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>	14 <b>Ba</b>	20 <b>Ba</b>	15 <b>Ca</b>
	-1.0	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>	5 <b>Ba</b>	13 <b>Ba</b>	8 <b>Ca</b>

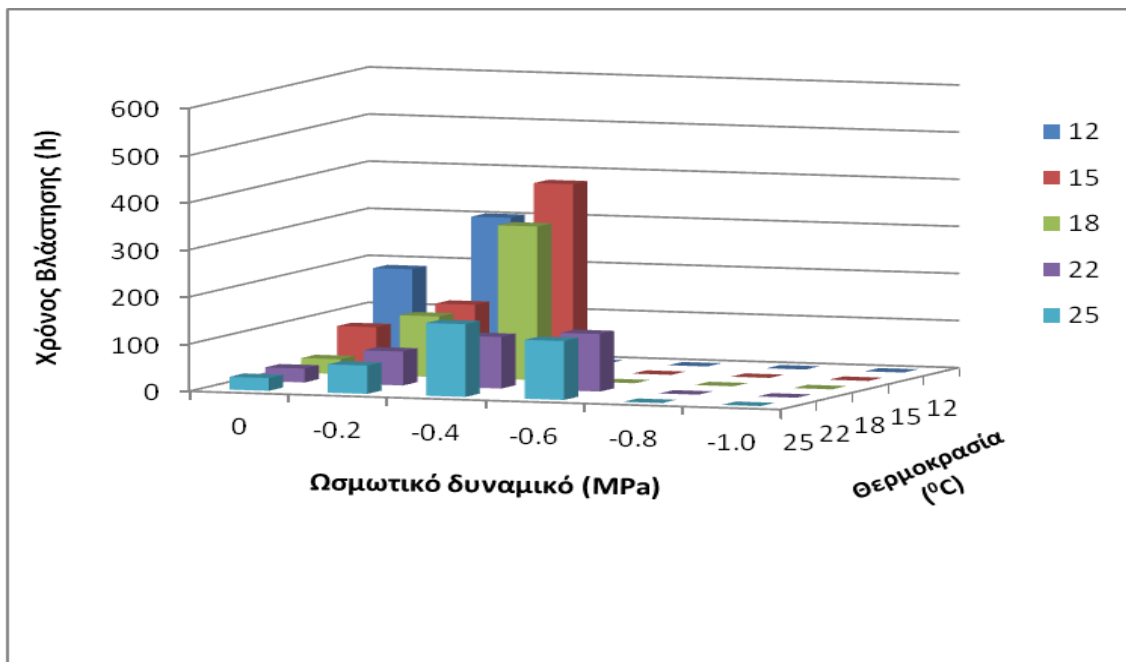


Η ποικιλία *Fantom* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω των δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών. Αντιθέτως, στις εκάστοτε θερμοκρασίες σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ. Στους 12 °C ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τα ΩΔ, καθώς και το ΩΔ -0.2 MPa ενώ δε διέφερε από το -0.4MPa σημείωσε σημαντικές διαφορές με τα υπόλοιπα. Στους 15 °C ο τόσο ο μάρτυρας όσο και το -0.2MPa διέφεραν από τα υπόλοιπα ΩΔ καθώς και μεταξύ τους. Στους 18 °C μόνο ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε στα τελικά ποσοστά βλάστησης από τα ΩΔ καθώς στους 22 °C ο μάρτυρας δε διέφερε από το -0.2MPa και διέφερε από τα υπόλοιπα ΩΔ, ενώ το τελευταίο δε διαφοροποιήθηκε από τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ΩΔ. Τέλος στους 25 °C ο μάρτυρας διέφερε με τα ΩΔ εκτός του -0.2MPa και το τελευταίο διαφοροποιήθηκε σημαντικά μόνο από τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa. Τέλος οι τέσσερις μεγαλύτερες τιμές ΩΔ στη συγκεκριμένη θερμοκρασία δεν κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

### 3.3 Χρόνος βλάστησης για διαφορετικά κλάσματα κάθε πληθυσμού (10%, 50%, 90%).

#### 3.3.1 Χρόνος βλάστησης του κλάσματος 10% του πληθυσμού.

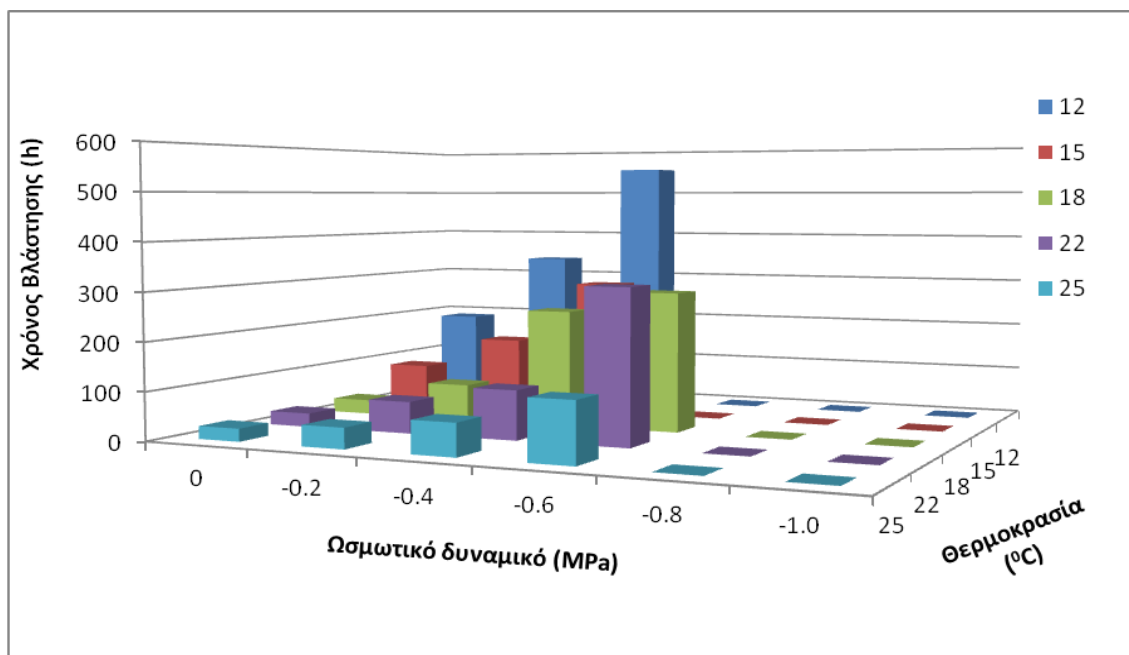
##### *Lider*



Διάγραμμα 3.51: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 10% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 3.51 παρουσιάζεται για την ποικιλία *Lider* το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μέχρι τη βλάστηση του κλάσματος 10% του πληθυσμού των φυτρωμένων σπόρων. Στο μάρτυρα στη θερμοκρασία 12 °C απαιτήθηκαν 187h για τη βλάστηση και παράλληλα με την άνοδο των θερμοκρασιών ο χρόνος μέχρι τη βλάστηση μειώθηκε. Έτσι, στους 15 °C απαιτήθηκε χρονικό διάστημα 82h, στους 18 °C χρειάστηκαν 32h, στους 22 °C 30h και τέλος στη θερμοκρασία των 25 °C απαιτήθηκαν μόλις 27h για τη βλάστηση του 10% του πληθυσμού. Στο ωσμωτικό διάλυμα συγκέντρωσης -0.2MPa σε όλες τις θερμοκρασίες απαιτήθηκε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Επομένως στους 12 °C η βλάστηση του 10% έγινε με την πάροδο 302h και στις επόμενες θερμοκρασίες η βλάστηση έγινε στις 136h, 129h, 72h και 60h αντίστοιχα. Κατά την επέμβαση του ωσμωτικού διαλύματος -0.4MPa στη θερμοκρασία των 12 °C δεν σημειώθηκε βλάστηση, ενώ στις επόμενες θερμοκρασίες ο απαιτούμενος χρόνος προς βλάστηση αυξήθηκε. Έτσι χρειάστηκε για τη συμπλήρωση του κλάσματος 10% 398h στους 15 °C, 326h στους 18°C, 109h στους 22 °C και στους 25 °C 154h. Αξιοσημείωτο είναι ότι στους 22 °C απαιτήθηκε μικρότερο χρονικό διάστημα από ότι στους 25 °C. Τέλος, στη συγκέντρωση ΩΔ -0.6MPa παρατηρήθηκε βλάστηση μόνο στις δύο υψηλότερες θερμοκρασίες με απαιτούμενο χρονικό διάστημα 122h και 125h αντίστοιχα.

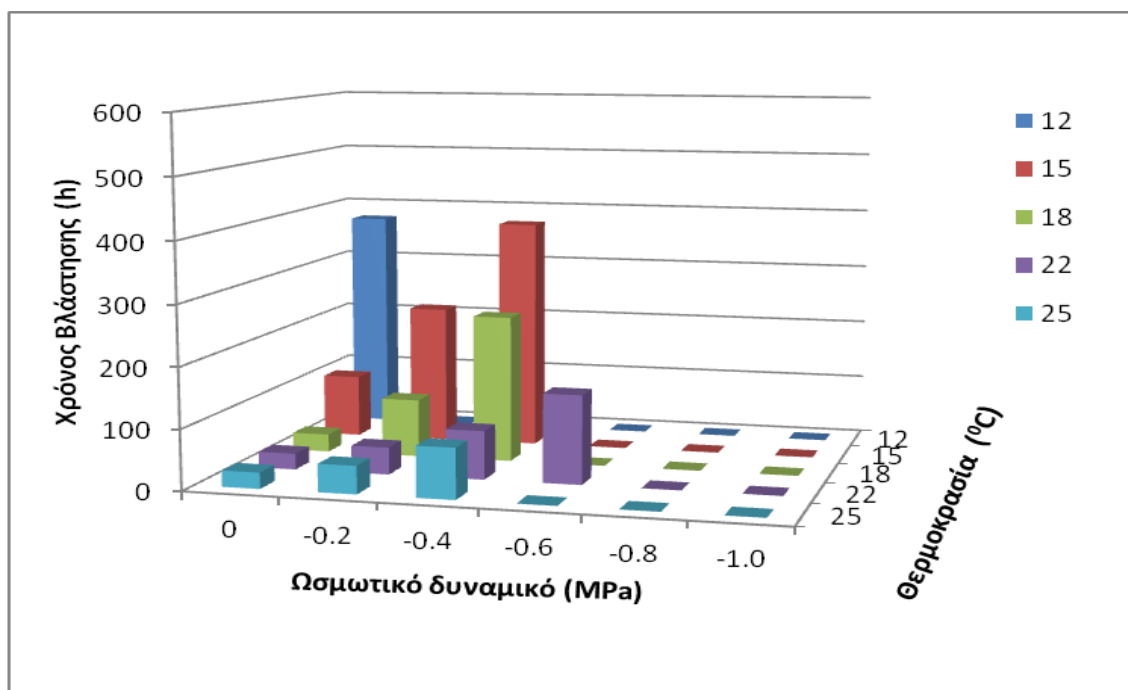
### Campro



Διάγραμμα 3.52: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 10% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campo* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.52, η ποικιλία *Campo*, στην επέμβαση του μάρτυρα, απαίτησε λίγο περισσότερο από μία ημέρα στις υψηλές θερμοκρασίες για τη συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 10%. Πιο αναλυτικά στους 25 °C απαίτησε 27h και στους 22 °C απαίτησε 29h. Με τη μείωση της θερμοκρασίας ο χρόνος βλάστησης αυξήθηκε, οπότε στους 18 °C, 15 °C, 12 °C χρειάστηκε 30h, 86h και 188h αντίστοιχα. Η αύξηση της συγκέντρωσης του ωσμωτικού δυναμικού επίσης, αύξησε τον απαιτούμενο χρόνο βλάστησης. Στο ΩΔ -0.2MPa στους 25 °C μετά την πάροδο 43h σημειώθηκε η βλάστηση του 10%, ενώ απαιτήθηκαν 66h, 76h, 155h, και 337h στις θερμοκρασίες 22 °C, 18 °C, 15 °C και 12 °C. Ανάλογες τιμές καταγράφηκαν και στην επέμβαση ΩΔ -0.4MPa και συγκεκριμένα 67h για τους 25 °C, 102h για τους 22 °C, 245h για τους 18 °C, 291h για τους 15 °C και τέλος το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χρειάστηκε στη θερμοκρασία των 12 °C όπου το 10% του πληθυσμού βλάστησε μετά την πάροδο των 554h. Στην τελευταία συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος όπου παρατηρήθηκε βλάστηση (-0.6MPa) στην υψηλότερη θερμοκρασία απαιτήθηκαν 122h για τη βλάστηση του κλάσματος 10%, ενώ 315h και 290h χρειάστηκε η ποικιλία *Campo* στις θερμοκρασίες 22 °C και 18 °C αντίστοιχα. Στις χαμηλότερες θερμοκρασίες στο συγκεκριμένο ωσμωτικό δυναμικό δεν καταγράφηκε φύτρωμα σπόρων.

### Fantom



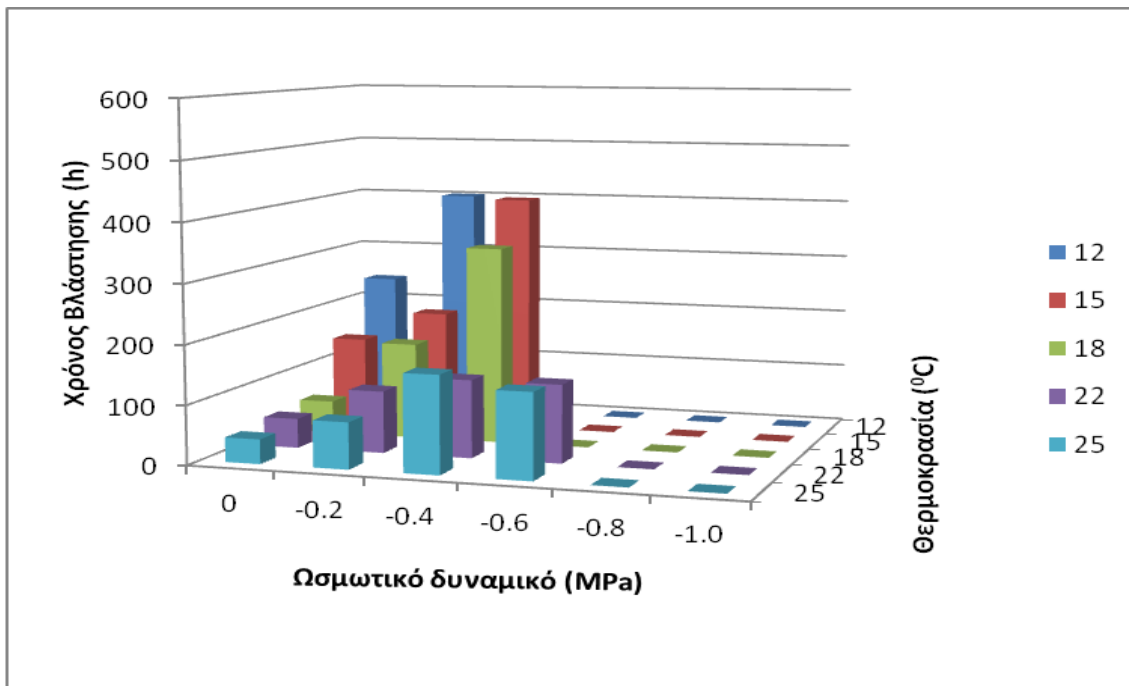
Διάγραμμα 3.53: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 10% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 3.53 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που απαιτήθηκαν από την ποικιλία *Fantom* για τη βλάστηση του κλάσματος 10% του πληθυσμού. Στην επέμβαση του μάρτυρα απαιτήθηκαν τα εξής χρονικά διαστήματα για την βλάστηση του 10%: 374h, 105h, 30h, 27h και 27h για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες 12 °C, 15 °C, 18 °C, 22 °C και 25 °C. Με την άνοδο της θερμοκρασίας μειώθηκε και ο απαιτούμενος χρόνος. Στη συγκέντρωση ΩΔ -0.2MPa στη χαμηλότερη θερμοκρασία δεν καταγράφηκε βλάστηση, ενώ για τις υπόλοιπες θερμοκρασίες το απαιτούμενο χρονικό διάστημα αυξήθηκε σε σχέση με το μάρτυρα, καθώς χρειάστηκαν 232h για τη θερμοκρασία των 15 °C, 97h για τη θερμοκρασία των 18 °C, 45h και 46h αντίστοιχα για τις θερμοκρασίες 22 °C και 25 °C. Στη συγκέντρωση ΩΔ -0.4MPa επίσης δεν σημειώθηκε βλάστηση στην θερμοκρασία των 12 °C. Τα απαιτούμενα χρονικά διαστήματα σχεδόν διπλασιάστηκαν από αυτά που απαιτήθηκαν για τη βλάστηση του κλάσματος 10% στο προηγούμενο ωσμωτικό δυναμικό και καταγράφηκαν οι χρόνοι των 386h, 245h, 81h και 84h για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες. Τέλος στις υπόλοιπες συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων δεν παρουσιάστηκε βλαστικότητα σπόρων με

εξαίρεση την συγκέντρωση ΩΔ -0.6MPa, όπου για την συμπλήρωση του κλάσματος στους 22 °C απαιτήθηκε χρονικό διάστημα 147h.

### 3.3.2 Χρόνος βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού.

#### *Lider*

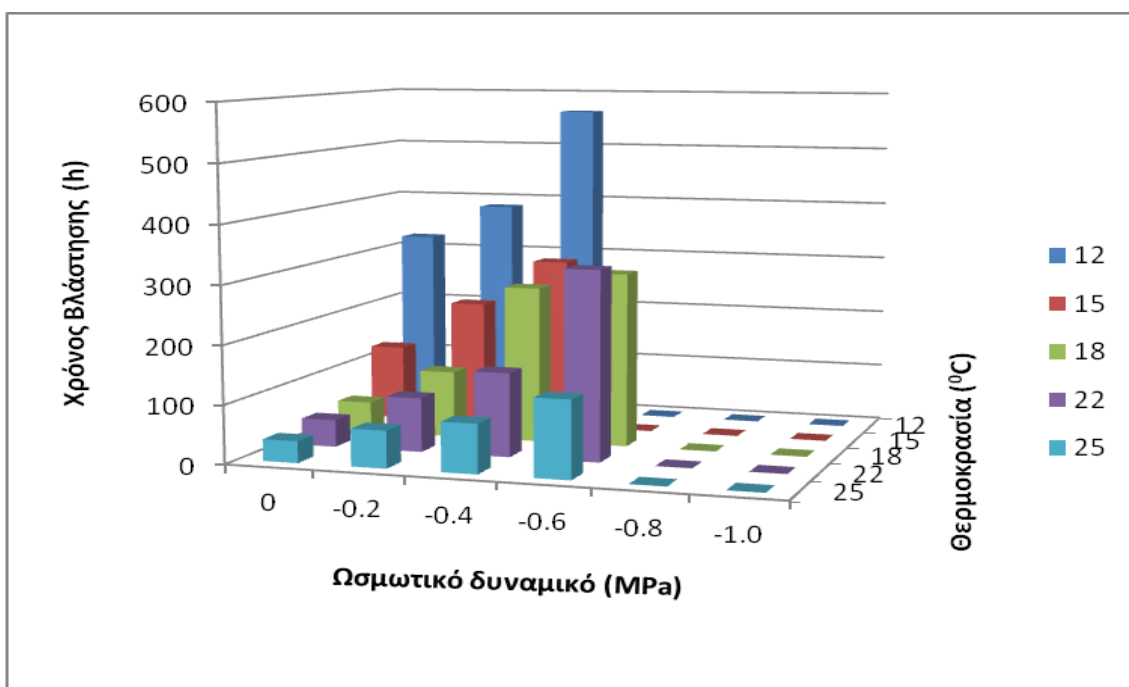


Διάγραμμα 3.54: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 3.54 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που απαιτήσε η ποικιλία *Lider* για τη συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού. Στον μάρτυρα για τη βλάστηση του 50% απαιτήθηκαν 42h, 50h, 56h, 146h και 241h για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες 25 °C, 22 °C, 18 °C, 15 °C και 12 °C. Παρατηρήθηκε πως με τη μείωση των θερμοκρασιών ο απαιτούμενος χρόνος αυξήθηκε κάθε φορά. Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa με αύξηση στον απαιτούμενο χρόνο εντονότερη στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι 79h απαιτήσε στους 25 °C, 105h στους 22 °C, 164h στους 18 °C, 199h στους 15 °C ενώ στους 12 °C απαιτήσε το μέγιστο χρονικό διάστημα των 401h. Στην επόμενη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος στη θερμοκρασία των 12 °C η ποικιλία *Lider* δε σημείωσε βλάστηση, ενώ στη

θερμοκρασία των 15 °C απαιτήσε το μέγιστο χρόνο των 408h για τη βλάστηση του κλάσματος 50% του πληθυσμού. Στη θερμοκρασία των 18 °C χρειάστηκαν 336h, 132h για τη θερμοκρασία των 22 °C και το λιγότερο χρόνο απαιτήσε στη θερμοκρασία των 25 °C, (164h). Στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.6MPa, η οποία ήταν και η τελευταία συγκέντρωση όπου καταγράφηκε βλάστηση, η χρονική διάρκεια μέχρι τη βλάστηση του 50% ήταν για τη θερμοκρασία 25 °C 144h και για τους 22 °C 132h. Στις χαμηλότερες θερμοκρασίες στο συγκεκριμένο οσμωτικό διάλυμα δεν καταγράφηκε βλαστικότητα.

### *Campro*

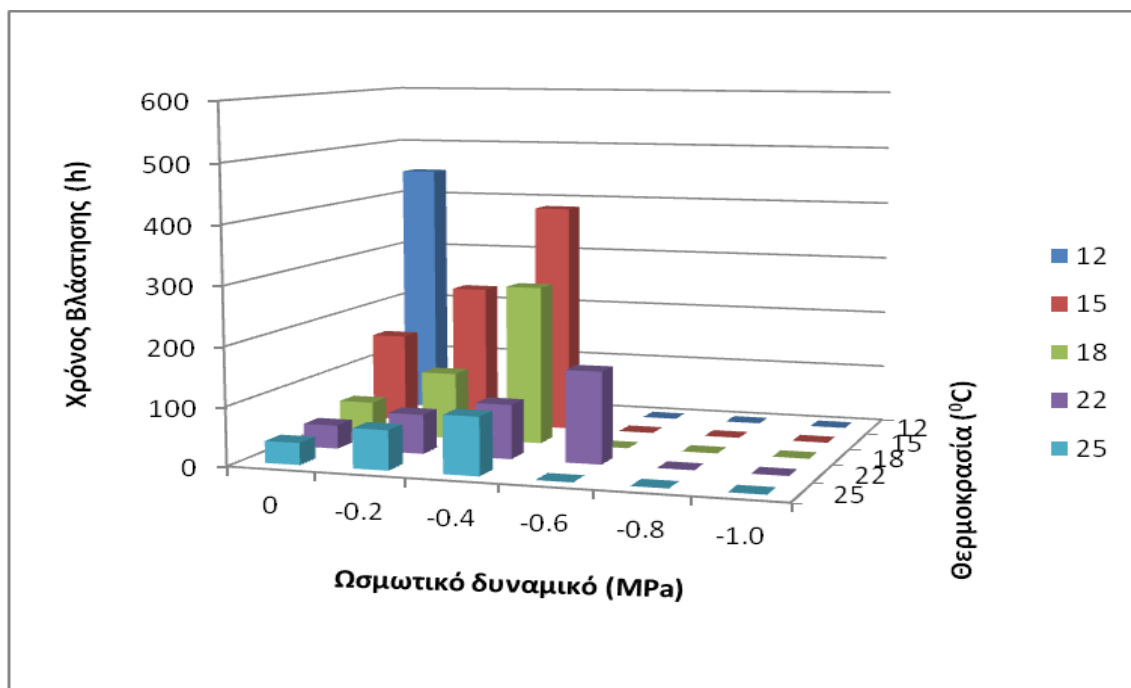


Διάγραμμα 3.55: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campro* σε πέντε συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3.55, η ποικιλία *Campro*, στην επέμβαση του μάρτυρα, απαιτήσε 37h στους 25 °C για τη συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού. Με τη μείωση των θερμοκρασιών ο απαιτούμενος χρόνος αυξήθηκε, οπότε στους 22 °C μεσολάβησε χρονικό διάστημα 47h, στους 18 °C 53h, στους 15 °C 131h και τέλος στους 12 °C το μεγαλύτερης διάρκειας διάστημα των 323h. Ο απαιτούμενος χρόνος σχεδόν διπλασιάστηκε κατά την εφαρμογή του ΩΔ -0.2MPa και κατά αύξουσα σειρά των θερμοκρασιών σημειώθηκαν τα παρακάτω χρονικά αποτελέσματα: 384h, 218h, 115h, 93h και 64h. Στη συνέχεια ο απαιτούμενος

χρόνος αυξήθηκε περαιτέρω στο μεγαλύτερης συγκέντρωσης ωσμωτικό διάλυμα (-0.4MPa) με το χρονικό διάστημα για τη βλάστηση του κλάσματος 50% στη θερμοκρασία των 12 °C να είναι 564h. Στους 15 °C διήρκεσε 300h, στους 18 °C 270h, στους 22 °C 144h και στους 25 °C σημειώθηκε το μικρότερο χρονικό διάστημα των 84h. Στο επόμενο ωσμωτικό διάλυμα δεν παρατηρήθηκε βλάστηση στις δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες και στις τρεις υψηλότερες απαιτήθηκε χρόνος 300h, 324h και 132h (18 °C, 22 °C, 25 °C) ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι το χρονικό διάστημα ήταν μικρότερο στους 18 °C από ότι στους 22 °C. Στις δύο πυκνότερες συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (-0.8 και -1.0MPa) δεν καταγράφηκε βλαστικότητα.

### *Fantom*



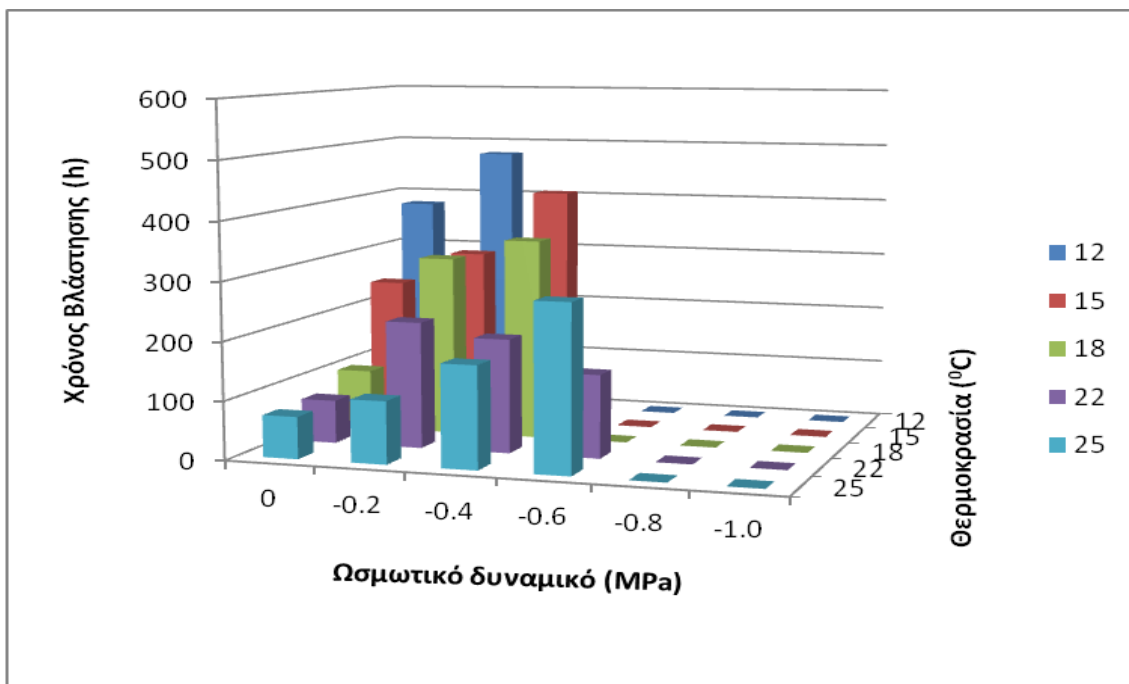
Διάγραμμα 3.56: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Τα χρονικά διαστήματα που απαιτήθηκαν για τη βλάστηση του κλάσματος 50% της ποικιλίας *Fantom* ήταν για το μάρτυρα τα παρακάτω: 447h, 154h, 56h, 40h και 38h για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες 12 °C, 15 °C, 18 °C, 22 °C και 25 °C (Διαγρ. 3.56). Από τη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa, καθώς και σε όλα τα επόμενα ωσμωτικά διαλύματα στη θερμοκρασία των 12 °C δεν καταγράφηκε βλαστικότητα σπόρων. Στη συγκεκριμένη επέμβαση (-0.2MPa) απαιτήθηκαν 246h για τη θερμοκρασία των 15 °C, 115h για τη θερμοκρασία των 18 °C και 67h για τις

θερμοκρασίες 22 °C και 25 °C. Τα χρονικά διαστήματα μέχρι τη βλάστηση του 50% διήρκεσαν περισσότερες ώρες στο ΩΔ -0.4MPa. Καταγράφηκαν έτσι 98h στην υψηλότερη θερμοκρασία, ελάχιστα λιγότερες ώρες (93h) για τη θερμοκρασία των 22 °C, 272h και 396h αντίστοιχα, για τις θερμοκρασίες 18 °C και 15 °C. Στις πυκνότερες συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων λόγω της έντονης παρεμπόδισης στην απορρόφηση νερού, η ποικιλία *Fantom* δεν βλάστησε. Εξαιρέση αποτέλεσε στη συγκέντρωση -0.6MPa η θερμοκρασία των 22°C όπου καταγράφηκε βλαστικότητα και απαιτήθηκε για το συγκεκριμένο κλάσμα χρονικό διάστημα 156h.

### 3.3.3 Χρόνος βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού.

#### *Lider*



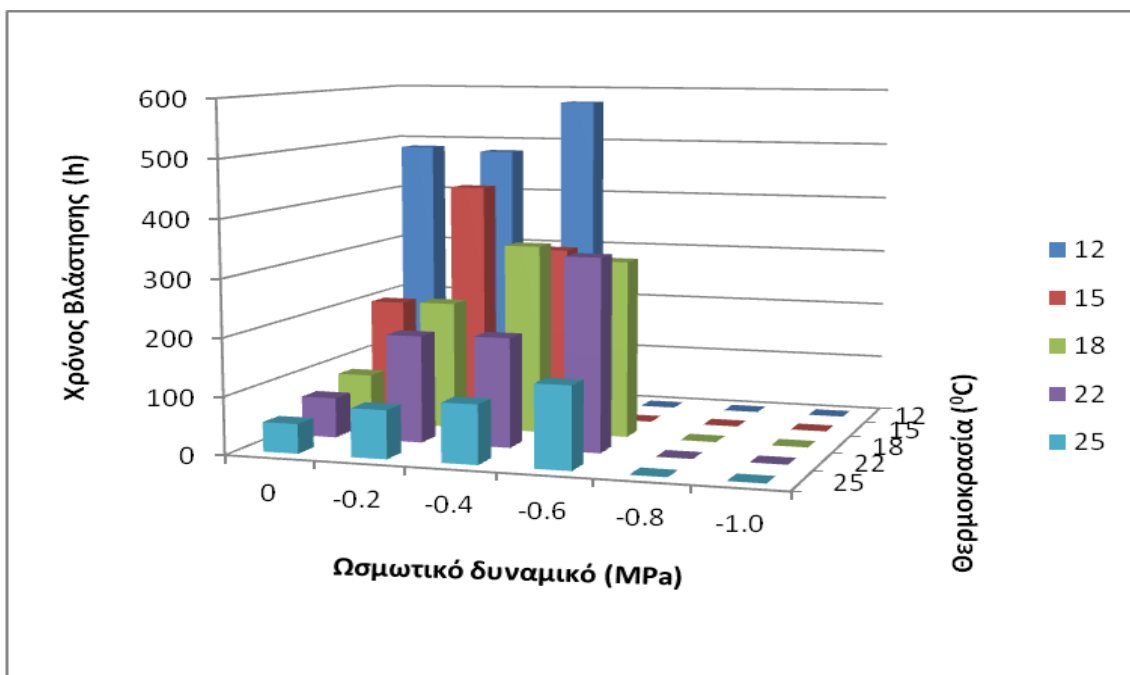
Διάγραμμα 3.57: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 90% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 3.57 απεικονίζονται τα χρονικά διαστήματα που απαιτήθηκαν από την ποικιλία *Lider* για τη συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού. Κατά την επέμβαση του μάρτυρα απαιτήθηκαν, συγκριτικά με τα υπόλοιπα ΩΔ, τα μικρότερα χρονικά διαστήματα σε όλες τις θερμοκρασίες. Αναφορικά απαιτήθηκαν 72h, 74h, 103h, 245h και 379h από τη μεγαλύτερη προς τη



μικρότερη θερμοκρασία που μελετήθηκε. Στη θερμοκρασία των 12 °C και στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2MPa, όπου ήταν και η μοναδική συγκέντρωση που παρατηρήθηκε βλάστηση στη συγκεκριμένη θερμοκρασία, απαιτήθηκε χρονικό διάστημα 477h. Κατά την αύξηση των θερμοκρασιών σημειώθηκαν οι εξής χρόνοι: 304h, 310h, 217h και 107h στην υψηλότερη θερμοκρασία. Στους 15 °C στην συγκέντρωση ΩΔ -0.4MPa καταγράφηκε χρονικό διάστημα 418h για το κλάσμα 90%. Ακολούθως 346h για την θερμοκρασία των 18 °C, 195h για την θερμοκρασία των 22 °C και τέλος στην θερμοκρασία των 25 °C χρόνος 174h. Η ποικιλία *Lider* δε σημείωσε βλάστηση στη συγκέντρωση ΩΔ -0.6MPa στις τρεις χαμηλότερες θερμοκρασίες, στους 25 °C απαίτησε χρονικό διάστημα 283h ενώ στους 22 °C απαίτησε λιγότερο χρόνο (142h). Τέλος, η ποικιλία *Fantom* δεν παρουσίασε βλαστικότητα στα δύο επόμενα ωσμωτικά διαλύματα (-0.8 και -1.0MPa).

### *Campo*

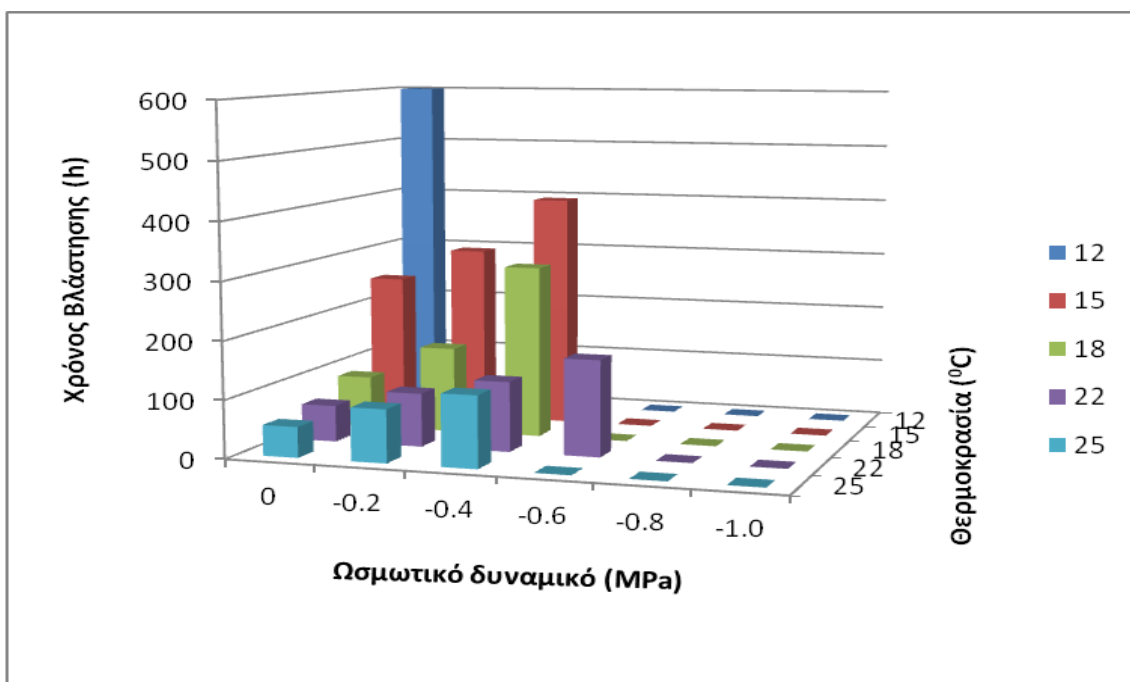


Διάγραμμα 3.58: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 90% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campo* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Η ποικιλία *Campo* με βάση το διάγραμμα 3.58, κατά την επέμβαση του μάρτυρα απαίτησε 485h, 202h, 87h, 70h και 51h για τις θερμοκρασίες 12 °C έως 25 °C αντιστοίχως, για τη συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού.

Στο πρώτο ωσμωτικό διάλυμα (-0.2MPa) απαιτήθηκαν χρονικά διαστήματα μεγαλύτερης διάρκειας και συγκεκριμένα στις αντίστοιχες με τις ανωτέρω θερμοκρασίες απαιτήθηκαν 479h, 421h, 224h, 187h και 84h στην υψηλότερη θερμοκρασία. Περαιτέρω αύξηση της συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος αύξησε και τους αντίστοιχους χρόνους προς βλάστηση του κλάσματος 90%. Συνεπώς στο ΩΔ -0.4MPa στους 25°C απαιτήθηκαν 102h, στους 22°C 191h, στους 18°C 332h, 310h και 574h στους 15°C και 12°C αντίστοιχα. Η ποικιλία *Campro* δεν κατέγραψε βλαστικότητα στις δύο χαμηλές θερμοκρασίες του ωσμωτικού διαλύματος συγκέντρωσης -0.6MPa. Στους 18 °C απαίτησε χρονικό διάστημα 310h, μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απαιτήθηκε για την συμπλήρωση της βλάστησης στους 22 °C (334h) και τέλος στην μεγαλύτερη θερμοκρασία (25 °C) απαίτησε 142h. Στις δύο πυκνότερες συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (-0.8 και -1.0MPa) δεν καταγράφηκε βλαστικότητα σε καμία από τις θερμοκρασίες που μελετήθηκαν.

### *Fantom*



Διάγραμμα 3.59: Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 90% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom* σε πέντε συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων με έναν μάρτυρα και σε πέντε θερμοκρασίες.

Όσον αφορά στην ποικιλία *Fantom* απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.59 ο απαιτούμενος χρόνος προς βλάστηση του κλάσματος 90% του πληθυσμού. Παρατηρήθηκε ξεκάθαρα και από το διάγραμμα ότι κατά την επέμβαση του μάρτυρα

στη χαμηλότερη θερμοκρασία σημειώθηκε ο μέγιστος χρόνος προς βλάστηση του 90% και ήταν 603h. Σε όλα τα ωσμωτικά διαλύματα στη συγκεκριμένη θερμοκρασία (12°C) δεν καταγράφηκε βλάστηση από την συγκεκριμένη ποικιλία. Εν συνεχεία στο μάρτυρα καταγράφηκαν οι εξής χρόνοι: 252h, 90h, 63h και 53h στις θερμοκρασίες 15 °C, 18 °C, 22 °C και 25 °C. Φανερό είναι η μείωση των χρονικών διαστημάτων κατά την αύξηση των θερμοκρασιών. Στο ΩΔ συγκέντρωσης -0.2MPa στις προαναφερθείσες θερμοκρασίες καταγράφηκαν 309h, 149h, 93h και 92h, προκειμένου να βλαστήσει το 90% των σπόρων. Στην επόμενη συγκέντρωση ΩΔ (-0.4MPa) η βλάστηση του κλάσματος 90% απαιτήσε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και συγκεκριμένα 123h στους 25 °C, ελαφρώς λιγότερες ώρες (121h) στην θερμοκρασία 22 °C, 299h στους 18 °C και τέλος 406h στην θερμοκρασία των 15 °C. Η ποικιλία *Fantom* επίσης δεν κατέγραψε βλάστηση στις συγκεντρώσεις -0.8MPa και -1.0MPa, ενώ στη συγκέντρωση -0.6MPa σημείωσε βλάστηση μόνο στη θερμοκρασία των 22°C και το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για την συμπλήρωση του κλάσματος 90% διήρκεσε 166h.

### 3.3.4 Ανάλυση της παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης των τριών κλάσματος του πληθυσμού

#### 3.3.4.1 Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 10% του πληθυσμού

**Πίνακας 3.9:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 10% του πληθυσμού στην εκτέλεση του πειράματος χωρίς εφαρμογή προ-μεταχείρισης. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	603709.4	120741.9	27.5	***
Θερμοκρασία	4	108830.9	27207.7	6.22	***
Ποικιλία	2	22829.8	11414.9	2.60	NS
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	699176.8	34958.8	7.97	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	98795.4	9879.5	2.25	*
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	27805.9	3475.7	0.793	NS
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	359853.4	8996.3	2.05	***
Υπόλοιπο	270	1183616	4383.8		
Σύνολο	359	3104617			

**Πίνακας 3.10:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 10% του πληθυσμού στην εκτέλεση του πειράματος με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	29693.3	5938.6	6.68	***
Θερμοκρασία	4	35467.6	8866.9	9.97	***
Ποικιλία	2	16561.6	8280.8	9.31	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	168448.4	8422.4	9.47	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	23870.3	2387.0	2.68	**
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	23790.2	2973.8	3.34	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	129108.4	3227.7	3.63	***
Υπόλοιπο	270	240076.3	889.2		
Σύνολο	359	667016			

Όπως καταγράφηκε στους δύο παραπάνω πίνακες κατά την ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 10%, τα δύο πειράματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Συγκεκριμένα, στο πείραμα χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης παρατηρήθηκαν, σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των πέντε θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Αντίθετα, οι τρεις ποικιλίες δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι αλληλεπιδράσεις των παραγόντων ήταν στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.001$ ) με εξαίρεση την αλληλεπίδραση θερμοκρασίες x ποικιλίες, η οποία δεν ήταν σημαντική. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ΩΔ και των ποικιλιών ήταν σημαντική σε επίπεδο 0.05. Στο πείραμα με εφαρμογή προμεταχείρισης σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 διέφεραν σημαντικά τα ΩΔ μεταξύ τους, οι θερμοκρασίες μεταξύ τους καθώς και οι ποικιλίες. Επίσης, οι τρεις παράγοντες που υπεισέρχονται στο πείραμα αλληλεπείδρασαν στατιστικά σημαντικά. Η αλληλεπίδραση παρατηρήθηκε, τόσο μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών των παραγόντων, όσο και μεταξύ των τριών παραγόντων ταυτόχρονα.

### 3.4.1.2 Συγκρίσεις μέσων με τη μέθοδο Student Newman–Keul

#### Ποικιλία *Lider*

**Πίνακας 3.11:** Συγκρίσεις μέσων με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 10% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>LIDER XM</i>	0	187 <b>ABa</b>	81.8 <b>Ba</b>	31.5 <b>Ba</b>	29.5 <b>Aa</b>	27.3 <b>Aa</b>
	-0.2	302.8 <b>Aa</b>	135.8 <b>Ba</b>	128.7 <b>ABa</b>	72 <b>Aa</b>	60 <b>Aa</b>
	-0.4	0 <b>Bb</b>	398 <b>Aa</b>	326 <b>Aa</b>	109.3 <b>Aab</b>	154.3 <b>Aab</b>
	-0.6	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	122 <b>Aa</b>	125 <b>Aa</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
<i>LIDER MM</i>						
	0	25 <b>Aa</b>	33.25 <b>Ba</b>	15.25 <b>Aa</b>	28 <b>Aa</b>	15 <b>Aa</b>
	-0.2	21.33 <b>Aa</b>	78.75 <b>ABCa</b>	16.25 <b>Aa</b>	49.5 <b>Aa</b>	21.5 <b>Aa</b>
	-0.4	107.66 <b>Aa</b>	136 <b>ABa</b>	18.75 <b>Aa</b>	44.75 <b>Aa</b>	25.25 <b>Aa</b>
	-0.6	38 <b>Ab</b>	173 <b>Aa</b>	17.25 <b>Ab</b>	60 <b>Ab</b>	19.5 <b>Ab</b>
	-0.8	0 <b>Aa</b>	0 <b>Ca</b>	38.5 <b>Aa</b>	60 <b>Aa</b>	33.75 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Aa</b>	0 <b>Ca</b>	86.5 <b>Aa</b>	74 <b>Aa</b>	52 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Lider* χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσων δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε ωσμωτικό δυναμικό μεταξύ των διαφορετικών θερμοκρασιών εκτός του ΩΔ -0.4MPa. Στο συγκεκριμένο ΩΔ η θερμοκρασία των 12 °C διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις θερμοκρασίες 15 και 18 °C, οι υπόλοιπες δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, για κάθε θερμοκρασία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ. Στη θερμοκρασία 12 °C το ΩΔ -0.2MPa ενώ δε διέφερε από τον μάρτυρα σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τους μέσους μεγαλύτερης συγκέντρωσης ΩΔ. Στους 15 °C το μόνο ΩΔ που διαφοροποιήθηκε από τα υπόλοιπα ήταν το -0.4MPa ενώ στους 18 °C το ΩΔ -0.4MPa χωρίς να διαφέρει σημαντικά από το -0.2 MPa διέφερε στατιστικά από τον μάρτυρα και τα υπόλοιπα ΩΔ. Στις υπόλοιπες θερμοκρασίες τα ωσμωτικά δυναμικά δε κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Η ποικιλία *Lider* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσων επίσης δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών. Εξαιρεση αποτελεί το ΩΔ -0.6MPa στο οποίο ο χρόνος για τη βλάστηση των σπόρων στη θερμοκρασία 15 °C διέφερε στατιστικά σημαντικά

από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ. Εξαιρέση αποτελεί εδώ η θερμοκρασία των 15 °C όπου ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τα ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa. Επίσης, από τα δύο τελευταία (εντός των οποίων δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές) διέφεραν και τα ΩΔ -0.4 και -0.6MPa. Αξιοσημείωτο ότι το ΩΔ -0.2MPa δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές απο κανένα ωσμωτικό δυναμικό.

### Ποικιλία *Campo*

**Πίνακας 3.12:** Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 10% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campo*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>Campo</i> XM	0	188 <b>BCa</b>	85.8 <b>ABa</b>	30 <b>ABa</b>	28.5 <b>Ba</b>	26.5 <b>Aa</b>
	-0.2	337.3 <b>Ba</b>	155.3 <b>ABa</b>	75.8 <b>ABa</b>	65.8 <b>Ba</b>	42.8 <b>Aa</b>
	-0.4	554 <b>Aa</b>	291 <b>Ab</b>	244.7 <b>ABb</b>	102 <b>Bb</b>	66.5 <b>Ab</b>
	-0.6	0 <b>Cb</b>	0 <b>Bb</b>	290 <b>Aa</b>	315 <b>Aa</b>	122 <b>Aab</b>
	-0.8	0 <b>C</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>C</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>
<i>Campo</i> MM						
	0	56.8 <b>Ba</b>	45.5 <b>Ba</b>	15.8 <b>Aa</b>	27.5 <b>Aa</b>	14.5 <b>Aa</b>
	-0.2	207.5 <b>Aa</b>	79.5 <b>Bb</b>	18 <b>Ab</b>	41.5 <b>Ab</b>	23.5 <b>Ab</b>
	-0.4	98 <b>Ba</b>	115 <b>Ba</b>	20 <b>Aa</b>	44.8 <b>Aa</b>	21 <b>Aa</b>
	-0.6	0 <b>Bb</b>	227.3 <b>Aa</b>	18.5 <b>Ab</b>	54.8 <b>Ab</b>	33.8 <b>Ab</b>
	-0.8	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	67.3 <b>Aa</b>	67.3 <b>Aa</b>	41.8 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	43.3 <b>Aa</b>	66 <b>Aa</b>	37.8 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Campo* χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε διαφορές εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στο μάρτυρα και στο ΩΔ -0.2MPa. Στο ΩΔ -0.4MPa η θερμοκρασία των 12 °C διαφοροποιήθηκε σημαντικά από τις υπόλοιπες, ενώ στο ΩΔ -0.6MPa οι δύο χαμηλές θερμοκρασίες δε διέφεραν μεταξύ τους αλλά σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις θερμοκρασίες των 18 και 22 °C. Ο χρόνος για τη βλάστηση των σπόρων στη θερμοκρασία των 25 °C δεν κατέγραψε σημαντικές διαφορές απο τις υπόλοιπες (στο ΩΔ -0.6MPa). Καταγράφηκαν σε κάθε θερμοκρασία εκτός των 25 °C σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ. Στη θερμοκρασία των 12 °C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε μόνο από το ΩΔ -0.4MPa ενώ τα ΩΔ -0.2, -0.4 και -0.6MPa μεταξύ τους σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στους 15 °C διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ

των ΩΔ -0.4 και -0.6MPa τα οποία δε διέφεραν από το ΩΔ -0.2MPa και τον μάρτυρα. Στους 18 °C ο μάρτυρας δε διέφερε από τα ΩΔ -0.2, -0.4 και -0.6MPa, ενώ το τελευταίο διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα μεγαλύτερα ΩΔ. Μεταξύ τους οι δύο ομάδες διέφεραν με στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στους 22 °C ο χρόνος βλάστησης διαφοροποιήθηκε σημαντικά μόνο για το ΩΔ -0.6MPa από τα υπόλοιπα, ενώ στους 25 °C δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ.

Η ποικιλία *Camro* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσωσιν επίσης παρουσίασε διαφορές μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στα ωσμωτικά δυναμικά συγκέντρωσης -0.2 και -0.6MPa. Στο πρώτο διαφοροποιήθηκε σημαντικά η θερμοκρασία των 12 °C ενώ στο δεύτερο η θερμοκρασία των 15 °C από τις υπόλοιπες. Στην εκάστοτε θερμοκρασία δε σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ με εξαίρεση τις δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στη θερμοκρασία των 12 °C το ΩΔ -0.2MPa διέφερε στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα και τα υπόλοιπα ΩΔ. Στη θερμοκρασία των 15 °C το ωσμωτικό δυναμικό το οποίο σημείωσε σημαντικές διαφορές στον χρόνο βλάστησης ήταν το -0.6MPa.

### Ποικιλία *Fantom*

**Πίνακας 3.13:** Συγκρίσεις μέσωσιν με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 10% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>Fantom XM</i>	0	373.8 <b>Aa</b>	105 <b>Bb</b>	29.8 <b>Ab</b>	26.8 <b>Ab</b>	26.8 <b>Ab</b>
	-0.2	0 <b>Ba</b>	232 <b>Aa</b>	97 <b>Aa</b>	45.3 <b>Aa</b>	46.3 <b>Aa</b>
	-0.4	0 <b>Bb</b>	386 <b>Aa</b>	245 <b>Aab</b>	80.8 <b>Ab</b>	83.7 <b>Ab</b>
	-0.6	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	147 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
<i>Fantom MM</i>						
	0	17.3 <b>Aa</b>	28.3 <b>Aa</b>	14.8 <b>Aa</b>	27.8 <b>Aa</b>	14 <b>Aa</b>
	-0.2	19.5 <b>Aa</b>	31.5 <b>Aa</b>	15.5 <b>Aa</b>	42.5 <b>Aa</b>	15.5 <b>Aa</b>
	-0.4	38.5 <b>Aa</b>	15.3 <b>Aa</b>	16.3 <b>Aa</b>	46.3 <b>Aa</b>	14.8 <b>Aa</b>
	-0.6	58.3 <b>Aa</b>	98.5 <b>Aa</b>	25.5 <b>Aa</b>	42.5 <b>Aa</b>	26.8 <b>Aa</b>
	-0.8	74.5 <b>Aa</b>	0 <b>Aa</b>	22.8 <b>Aa</b>	43 <b>Aa</b>	43.8 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Aa</b>	0 <b>Aa</b>	56.8 <b>Aa</b>	72.3 <b>Aa</b>	23.3 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Fantom* χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω παρουσίασε διαφορές εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στο μάρτυρα και στο ΩΔ -0.4MPa. Η συγκεκριμένη ποικιλία δε βλάστησε σε μεγαλύτερης συγκέντρωσης ΩΔ. Στο μάρτυρα διαφοροποιήθηκε σημαντικά η θερμοκρασία των 12 °C, ενώ στο ΩΔ -0.4MPa η θερμοκρασία 15 °C δε διέφερε σημαντικά από τη θερμοκρασία 18 °C καταγράφοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις υπόλοιπες. Στις δύο χαμηλές θερμοκρασίες καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ, ενώ στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Στη θερμοκρασία των 12 °C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από όλα τα ωσμωτικά δυναμικά. Στους 15 °C διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ των ΩΔ -0.2 και -0.4MPa από το μάρτυρα και τα υπόλοιπα ΩΔ, ενώ μεταξύ τους οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Η ποικιλία *Fantom* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε ωσμωτικό δυναμικό αλλά και μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Επίσης ο χρόνος για τη βλάστηση του κλάσματος 10% στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές εντός του μάρτυρα και των ωσμωτικών δυναμικών, αλλά και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ΩΔ.

### 3.3.4.3 Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού

**Πίνακας 3.14:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού στην εκτέλεση του πειράματος χωρίς εφαρμογή προ-μεταχείρισης. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	1333805	266761	54.7	***
Θερμοκρασία	4	218253.3	54563.3	11.2	***
Ποικιλία	2	30055.6	15027.8	3.08	*
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	1004670	50233.5	10.3	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	149652.2	14965.2	3.07	**
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	47543.4	5942.9	1.22	NS
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	432486.3	10812.2	2.22	***
Υπόλοιπο	270	1315641	4872.7		
Σύνολο	359	4532107			



**Πίνακας 3.15:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού στην εκτέλεση του πειράματος με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	79654.4	15930.9	13.2	***
Θερμοκρασία	4	36968.4	9242.1	7.64	***
Ποικιλία	2	41842.8	20921.4	17.3	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	371698.3	18584.9	15.6	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	52603	5260.3	4.35	***
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	38130.6	4766.3	3.94	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	251729	6293.2	5.20	***
Υπόλοιπο	270	326652.8	1209.8		
Σύνολο	359	1199279			

Όπως καταγράφηκε στους δύο παραπάνω πίνακες κατά την ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 50%, τα δύο πειράματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Συγκεκριμένα, στο πείραμα χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης παρατηρήθηκαν, σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των πέντε θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Επίσης οι τρεις ποικιλίες παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05. Η αλληλεπίδραση ΩΔ \* ποικιλίες ήταν στατιστικά σημαντική ( $p < 0.001$ ) όπως και η αλληλεπίδραση ΩΔ \* ποικιλίες ( $p < 0.01$ ). Μεταξύ των θερμοκρασιών και των ποικιλιών δεν υπήρξε αλληλεπίδραση σε κανένα επίπεδο σημαντικότητας. Στο πείραμα με εφαρμογή προμεταχείρισης σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 διέφεραν σημαντικά τα ΩΔ μεταξύ τους, οι θερμοκρασίες μεταξύ τους καθώς και οι ποικιλίες. Επίσης, οι τρεις παράγοντες που υπεισέρχονται στο πείραμα αλληλεπείδρασαν στατιστικά σημαντικά. Η αλληλεπίδραση παρατηρήθηκε, τόσο μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών των παραγόντων, όσο και μεταξύ των τριών παραγόντων ταυτόχρονα.

### 3.3.4.4 Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο Student Newman–Keul

#### Ποικιλία *Lider*

**Πίνακας 3.16:** Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>LIDER XM</i>	0	240.5 <b>Aa</b>	145.8 <b>Ba</b>	55.5 <b>Ba</b>	50 <b>Aa</b>	41.5 <b>Aa</b>
	-0.2	400.5 <b>Aa</b>	198.8 <b>ABa</b>	164 <b>Ba</b>	105 <b>Aa</b>	78.5 <b>Aa</b>
	-0.4	0 <b>Bb</b>	408 <b>Aa</b>	336 <b>Aa</b>	132 <b>Aab</b>	164 <b>Aab</b>
	-0.6	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	132 <b>Aa</b>	144 <b>Aa</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
<i>LIDER MM</i>						
	0	79.5 <b>Aa</b>	58.5 <b>Ba</b>	26 <b>Aa</b>	43.5 <b>Aa</b>	28.8 <b>Aa</b>
	-0.2	99.3 <b>Aa</b>	117.8 <b>Aa</b>	39.3 <b>Aa</b>	62 <b>Aa</b>	35.25 <b>Aa</b>
	-0.4	122 <b>Aa</b>	192 <b>Aa</b>	41.8 <b>Aa</b>	68.8 <b>Aa</b>	42 <b>Aa</b>
	-0.6	48 <b>Ab</b>	192 <b>Aa</b>	48.8 <b>Ab</b>	87.3 <b>Aa</b>	36.5 <b>Ab</b>
	-0.8	0 <b>Aa</b>	0 <b>Ba</b>	48 <b>Aa</b>	90 <b>Aa</b>	63.5 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Aa</b>	0 <b>Ba</b>	96 <b>Aa</b>	84 <b>Aa</b>	73 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Lider* χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε ωσμωτικό δυναμικό μεταξύ των διαφορετικών θερμοκρασιών εκτός του ΩΔ -0.4MPa. Στο συγκεκριμένο ΩΔ η θερμοκρασία των 12°C διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις θερμοκρασίες 15 και 18°C, οι υπόλοιπες δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Αντίθετα, για κάθε θερμοκρασία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ. Στη θερμοκρασία 12°C ο μάρτυρας δε διέφερε σημαντικά από το ΩΔ -0.2MPa ενώ και τα δύο σημείωσαν στατιστικές διαφορές με τα μεγαλύτερης συγκέντρωσης ΩΔ. Στους 15°C τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους, ενώ το τελευταίο διέφερε σημαντικά από τα υπόλοιπα ΩΔ και από το μάρτυρα. Στη θερμοκρασία των 18°C ο απαιτούμενος χρόνος προς βλάστηση στο ΩΔ -0.4MPa διαφοροποιήθηκε σημαντικά από τα υπόλοιπα. Στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) δεν καταγράφηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των ωσμωτικών δυναμικών, αλλά και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ΩΔ.

Η ποικιλία *Lider* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω επίσης δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού

μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών. Εξαιρέση αποτελεί το ΩΔ -0.6MPa στο οποίο ο χρόνος βλάστησης στις θερμοκρασίες 12,18 και 25°C δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ενώ από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες διέφεραν σημαντικά. Στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ, με εξαίρεση μία θερμοκρασία. Στους 15°C σχηματίστηκαν δύο επίπεδα ΩΔ με ανάλογους χρόνους βλάστησης. Το ένα επίπεδο αποτελείται από το μάρτυρα και τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa και το άλλο επίπεδο αποτελούν τα ΩΔ -0.2, -0.4 και -0.6MPa. Τα δύο επίπεδα μεταξύ τους σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

### Ποικιλία *Campo*

**Πίνακας 3.17:** Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campo*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>Campo</i> XM	0	323 <b>Aa</b>	131 <b>ABa</b>	52.8 <b>Aa</b>	46.5 <b>ABa</b>	37.3 <b>Aa</b>
	-0.2	384 <b>Aa</b>	218 <b>ABa</b>	115 <b>Aa</b>	93 <b>ABa</b>	63.8 <b>Aa</b>
	-0.4	564 <b>Aa</b>	300 <b>Ab</b>	270 <b>Ab</b>	144 <b>ABb</b>	84 <b>Ab</b>
	-0.6	0 <b>Bb</b>	0 <b>Bb</b>	300 <b>Aa</b>	324 <b>Aa</b>	132 <b>Aab</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>
<i>Campo</i> MM						
	0	148.5 <b>Ba</b>	70.3 <b>BCa</b>	30.5 <b>Aa</b>	40.8 <b>Aa</b>	23.5 <b>Aa</b>
	-0.2	360 <b>Aa</b>	126 <b>ABCb</b>	42.5 <b>Ab</b>	64 <b>Ab</b>	36 <b>Ab</b>
	-0.4	108 <b>Ba</b>	154.5 <b>ABa</b>	52.5 <b>Aa</b>	71.5 <b>Aa</b>	36.3 <b>Aa</b>
	-0.6	0 <b>Cb</b>	240 <b>Aa</b>	69.5 <b>Ab</b>	77.3 <b>Ab</b>	53 <b>Ab</b>
	-0.8	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>	85.5 <b>Aa</b>	95 <b>Aa</b>	79 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ca</b>	54.33 <b>Aa</b>	90 <b>Aa</b>	63.8 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Campo* χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε διαφορές εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στο μάρτυρα και στο ΩΔ -0.2MPa. Στο ΩΔ -0.4MPa η θερμοκρασία 12°C διαφοροποιήθηκε σημαντικά από τις υπόλοιπες, ενώ στο ΩΔ -0.6MPa οι δύο χαμηλές θερμοκρασίες δεν διέφεραν μεταξύ τους αλλά σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις θερμοκρασίες 18 και 22 °C. Ο χρόνος βλάστησης στη θερμοκρασία των 25 °C δεν κατέγραψε σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες (στο ΩΔ -0.6MPa). Καταγράφηκαν σε κάθε θερμοκρασία εκτός των 18 και 25 °C

σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ. Στη θερμοκρασία των 12 °C σχηματίστηκαν δύο επίπεδα ΩΔ με ανάλογους χρόνους βλάστησης. Το ένα επίπεδο αποτελείται από το μάρτυρα και τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa και το άλλο επίπεδο αποτελούν τα ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa. Τα δύο επίπεδα μεταξύ τους σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στους 15 °C το ΩΔ -0.6MPa διέφερε σημαντικά από το μάρτυρα, ενώ οι διαφορές του μάρτυρα από τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Στους 22 °C τέλος ο χρόνος βλάστησης διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μόνο για το ΩΔ -0.6MPa από τα υπόλοιπα, ενώ ο μάρτυρας με τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa δεν κατέγραψαν σημαντικές διαφορές.

Η ποικιλία *Camro* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω επίσης παρουσίασε διαφορές μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στα ωσμωτικά δυναμικά συγκέντρωσης -0.2 και -0.6MPa. Στο πρώτο διαφοροποιήθηκε σημαντικά η θερμοκρασία των 12 °C ενώ στο δεύτερο η θερμοκρασία των 15 °C από τις υπόλοιπες. Στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ με εξαίρεση τις δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στη θερμοκρασία των 12 °C το ΩΔ -0.2MPa διέφερε στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα και τα υπόλοιπα ΩΔ, ενώ ο μάρτυρας και το -0.4 MPa διέφεραν επίσης από τα υπόλοιπα ΩΔ. Στη θερμοκρασία των 15 °C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από όλα τα ωσμωτικά δυναμικά πέραν του ΩΔ -0.4MPa, το οποίο δεν κατέγραψε σημαντικές στατιστικά διαφορές στον χρόνο προς βλάστηση από τα ΩΔ -0.2 και -0.6MPa (χωρίς να διαφέρουν επίσης).

### Ποικιλία *Fantom*

**Πίνακας 3.18:** Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>Fantom XM</i>	0	447 <b>Aa</b>	154.3 <b>ABb</b>	55.5 <b>Ab</b>	40.3 <b>Ab</b>	37.3 <b>Ab</b>
	-0.2	0 <b>Ba</b>	246 <b>ABa</b>	114.5 <b>Aa</b>	67.3 <b>Aa</b>	67.3 <b>Aa</b>
	-0.4	0 <b>Bb</b>	396 <b>Aa</b>	272 <b>Aa</b>	92.5 <b>Ab</b>	98 <b>Ab</b>
	-0.6	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Aa</b>	156 <b>Aa</b>	0 <b>Aa</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>

<i>Fantom</i> MM						
	0	48.5 <b>Aa</b>	53 <b>Aa</b>	27.3 <b>Aa</b>	41.3 <b>Aa</b>	21.5 <b>Aa</b>
	-0.2	55.5 <b>Aa</b>	73.5 <b>Aa</b>	35 <b>Aa</b>	60.75 <b>Aa</b>	26.5 <b>Aa</b>
	-0.4	49.5 <b>Aa</b>	27 <b>Aa</b>	41 <b>Aa</b>	62 <b>Aa</b>	23.8 <b>Aa</b>
	-0.6	68 <b>Aa</b>	108 <b>Aa</b>	51.5 <b>Aa</b>	66.75 <b>Aa</b>	38.5 <b>Aa</b>
	-0.8	84 <b>Aa</b>	0 <b>Aa</b>	45.8 <b>Aa</b>	77.3 <b>Aa</b>	70.5 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Aa</b>	0 <b>Aa</b>	69 <b>Aa</b>	91 <b>Aa</b>	33 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Fantom* χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω παρουσίασε διαφορές εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στο μάρτυρα και στο ΩΔ -0.4MPa. Η συγκεκριμένη ποικιλία δεν βλάστησε σε μεγαλύτερη συγκέντρωση ΩΔ. Στο μάρτυρα διαφοροποιήθηκε σημαντικά η θερμοκρασία των 12 °C, ενώ στο ΩΔ -0.4MPa η θερμοκρασία 15°C δε διέφερε σημαντικά από τη θερμοκρασία 18°C ενώ και οι δύο κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις υπόλοιπες. Στις δύο χαμηλές θερμοκρασίες καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ, ενώ στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Στη θερμοκρασία των 12 °C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από όλα τα ωσμωτικά δυναμικά. Στους 15 °C οι διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του ΩΔ -0.2MPa δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές, ενώ το ΩΔ -0.4MPa διέφερε σημαντικά μόνο από τις μεγαλύτερες τιμές ΩΔ.

Η ποικιλία *Fantom* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε ωσμωτικό δυναμικό μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Επίσης ο χρόνος που απαιτήθηκε για τη βλάστηση του κλάσματος 50% στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές εντός του μάρτυρα και των ωσμωτικών δυναμικών, αλλά και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ΩΔ.

### 3.3.4.5 Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 90% του πληθυσμού

**Πίνακας 3.19:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού στην εκτέλεση του πειράματος χωρίς εφαρμογή προ-μεταχείρισης. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	2836208	567241.5	97.1	***
Θερμοκρασία	4	379517.6	94879.4	16.2	***
Ποικιλία	2	84724.1	42362.1	7.24	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	1838815	91940.7	15.7	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	366897.6	36689.8	6.27	**
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	60054.1	7506.8	1.28	NS
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	560291.7	14007.3	2.40	***
Υπόλοιπο	270	1578742	5847.2		
Σύνολο	359	7705249			

**Πίνακας 3.20:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού στην εκτέλεση του πειράματος με εφαρμογή προ-μεταχείρισης. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	5	249747.8	49949.6	21.8	***
Θερμοκρασία	4	41103.6	10275.9	4.48	**
Ποικιλία	2	46627.2	23313.6	10.2	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	20	1002033	50101.6	21.8	***
Ωσμ. δυν. x ποικιλία	10	36398.4	3639.8	1.59	NS
Θερμοκρασία. x ποικιλία	8	17311.2	2163.9	0.943	NS
Ωσμ. δυν. x θερμ. x ποικιλία	40	271205.6	6780.1	2.95	***
Υπόλοιπο	270	619714.5	2295.2		
Σύνολο	359	2284141			

Όπως καταγράφηκε στους δύο παραπάνω πίνακες κατά την ανάλυση παραλλακτικότητας του απαιτούμενου χρόνου για τη βλάστηση του κλάσματος 90%, τα δύο πειράματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στο πείραμα χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης μέσω της ανάλυσης σημειώθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ΩΔ. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των

πέντε θερμοκρασιών που μελετήθηκαν, ενώ και οι τρεις ποικιλίες στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Οι αλληλεπιδράσεις των παραγόντων κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές με εξαίρεση το ότι οι θερμοκρασίες δεν αλληλεπέδρασαν με τις ποικιλίες (όπως παρατηρήθηκε και στα κλάσματα 10% και 50%). Στο πείραμα με εφαρμογή προμεταχείρισης σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 διέφεραν σημαντικά τα ΩΔ μεταξύ τους, οι ποικιλίες μεταξύ τους καθώς και οι θερμοκρασίες ( $p < 0.01$ ). Μόνο η αλληλεπίδραση των θερμοκρασιών με τα ΩΔ κρίθηκε στατιστικά σημαντική. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των υπόλοιπων ζευγών των παραγόντων δεν κρίθηκε στατιστικά σημαντική σε κανένα επίπεδο σημαντικότητας σε αντίθεση με την αλληλεπίδραση τριών παραγόντων μαζί όπου σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 κρίθηκε στατιστικά σημαντική.

### 3.3.4.6 Συγκρίσεις μέσων με τη μέθοδο Student Newman-Keul

#### Ποικιλία *Lider*

**Πίνακας 3.21:** Συγκρίσεις μέσων με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>LIDER XM</i>	0	379.5 <b>Aa</b>	245 <b>Aa</b>	102.5 <b>BCa</b>	74 <b>Aa</b>	71.8 <b>Aa</b>
	-0.2	477.3 <b>Aa</b>	303.5 <b>Aab</b>	310 <b>ABab</b>	216.8 <b>Aab</b>	106.5 <b>Ab</b>
	-0.4	0 <b>Bb</b>	418 <b>Aa</b>	346 <b>Aa</b>	194.7 <b>Aab</b>	174 <b>Aab</b>
	-0.6	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ca</b>	142 <b>Aa</b>	283 <b>Aa</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>C</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>C</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
<i>LIDER MM</i>						
	0	207.5 <b>ABa</b>	79 <b>ABa</b>	50.8 <b>Aa</b>	65 <b>Aa</b>	65.5 <b>Aa</b>
	-0.2	296.7 <b>Aa</b>	176.5 <b>ABa</b>	92.8 <b>Aa</b>	81 <b>Aa</b>	52 <b>Aa</b>
	-0.4	147.3 <b>Ba</b>	226.3 <b>Aa</b>	102 <b>Aa</b>	80.5 <b>Aa</b>	66.8 <b>Aa</b>
	-0.6	58 <b>BCa</b>	251 <b>Aa</b>	159.5 <b>Aa</b>	118.3 <b>Aa</b>	73.25 <b>Aa</b>
	-0.8	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	58 <b>Aa</b>	138 <b>Aa</b>	94.5 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	105.5 <b>Aa</b>	94 <b>Aa</b>	128.3 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Lider* χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσων δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε ωσμωτικό δυναμικό μεταξύ των διαφορετικών θερμοκρασιών εκτός των ΩΔ -0.2 και -0.4MPa. Στο ΩΔ -0.2MPa η θερμοκρασία των 12°C διέφερε

στατιστικά σημαντικά από τη θερμοκρασία των 25°C ενώ τα υπόλοιπα ζεύγη θερμοκρασιών δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Στο ΩΔ -0.4MPa στατιστικά σημαντικά διέφερε η θερμοκρασία των 12°C από τις θερμοκρασίες 15 και 18°C. Επίσης, για κάθε θερμοκρασία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ εκτός από τις δύο υψηλότερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) . Στη θερμοκρασία 12°C ο μάρτυρας δεν διέφερε σημαντικά από το ΩΔ -0.2MPa ενώ και τα δύο σημείωσαν στατιστικές διαφορές με τα μεγαλύτερης συγκέντρωσης ΩΔ. Στους 15°C ο μάρτυρας δεν παρουσίασε διαφορές από τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa, καθώς από τα υπόλοιπα διέφεραν στατιστικά σημαντικά. Στη θερμοκρασία των 18°C η βλάστηση στα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa δε παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ το τελευταίο διαφοροποιήθηκε σημαντικά από το μάρτυρα. Στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) δεν καταγράφηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των ωσμωτικών δυναμικών, αλλά και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ΩΔ.

Η ποικιλία *Lider* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω επίσης δεν παρουσίασε διαφορές για κάθε διαφορετικό βαθμό ωσμωτικού δυναμικού μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών. Στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ, με εξαίρεση βέβαια τις δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στους 12°C το ΩΔ -0.2MPa κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα υπόλοιπα ΩΔ πλην του μάρτυρα. Αντιθέτως ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από το ΩΔ -0.6 MPa σημαντικά ενώ το τελευταίο δεν κρίθηκε πως διαφέρει στατιστικά από τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa. Στους 15°C σχηματίστηκαν δύο επίπεδα ΩΔ με ανάλογους χρόνους βλάστησης. Το ένα επίπεδο αποτελείται από το μάρτυρα και το ΩΔ -0.2MPa και το άλλο επίπεδο αποτελούν τα ΩΔ -0.4 και -0.6MPa. Τα δύο επίπεδα μεταξύ τους δε σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ το δεύτερο επίπεδο διέφερε σημαντικά από τις μεγαλύτερες τιμές ΩΔ.



## Ποικιλία *Campo*

**Πίνακας 3.22:** Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campo*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>Campo</i> ΧΜ	0	484.8 <b>Aa</b>	201.5 <b>ABb</b>	86.5 <b>ABb</b>	69.8 <b>ABb</b>	51.3 <b>Ab</b>
	-0.2	478.8 <b>Aa</b>	421.3 <b>Aab</b>	224.3 <b>ABab</b>	186.8 <b>ABab</b>	83.8 <b>Ab</b>
	-0.4	574 <b>Aa</b>	310 <b>Aab</b>	332.3 <b>Aab</b>	190.8 <b>ABb</b>	102 <b>Ab</b>
	-0.6	0 <b>Ba</b>	0 <b>Ba</b>	310 <b>Aa</b>	334 <b>Aa</b>	142 <b>Aa</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>
<i>Campo</i> ΜΜ						
	0	291.5 <b>ABa</b>	127.8 <b>ABb</b>	59.3 <b>Ab</b>	61.75 <b>Ab</b>	39.3 <b>Ab</b>
	-0.2	404 <b>Aa</b>	169.5 <b>ABb</b>	78.5 <b>Ab</b>	99.5 <b>Ab</b>	50.5 <b>Ab</b>
	-0.4	118 <b>BCa</b>	238.3 <b>Aa</b>	123.3 <b>Aa</b>	108.3 <b>Aa</b>	58.3 <b>Aa</b>
	-0.6	0 <b>Cb</b>	253 <b>Aa</b>	153.5 <b>Aab</b>	110.8 <b>Aab</b>	88.8 <b>Aab</b>
	-0.8	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	113.5 <b>Aa</b>	158.8 <b>Aa</b>	128.3 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Ca</b>	0 <b>Ba</b>	88.3 <b>Aa</b>	114 <b>Aa</b>	90.3 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Campo* χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω παρουσίασε διαφορές εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στο μάρτυρα και στο εκάστοτε ωσμωτικό δυναμικό. Στο μάρτυρα διαφοροποιήθηκε σημαντικά η θερμοκρασία των 12°C από τις υπόλοιπες, ενώ στο ΩΔ -0.2MPa η ίδια θερμοκρασία σημείωσε στατιστικά σημαντικά διαφορές με τη θερμοκρασία των 25°C χωρίς να διαφέρουν σημαντικά από τις υπόλοιπες. Στο ΩΔ -0.4MPa η θερμοκρασία 12°C διαφοροποιήθηκε σημαντικά από τις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) στο απαιτούμενο χρόνο προς βλάστηση. Στο ΩΔ -0.6MPa δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των θερμοκρασιών. Σε κάθε θερμοκρασία εκτός των 25°C καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ. Στη θερμοκρασία των 12°C σχηματίστηκαν δύο επίπεδα ΩΔ με ανάλογους χρόνους βλάστησης. Το ένα επίπεδο αποτελείται από τον μάρτυρα και τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa και το άλλο επίπεδο αποτελούν τα ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa. Τα δύο επίπεδα μεταξύ τους σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στους 15°C τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa ενώ δεν διέφεραν από τον μάρτυρα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα υπόλοιπα ΩΔ, ενώ μεταξύ τους οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Στους 18°C η βλάστηση δε διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ του μάρτυρα και του ΩΔ -0.2MPa καθώς και μεταξύ των ΩΔ -0.4 και -0.6MPa, οι μεταξύ τους διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές.

Η ποικιλία *Campro* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω παρουσίασε διαφορές μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών για κάθε ωσμωτικό δυναμικό. Στο μάρτυρα και στο ΩΔ -0.2MPa διαφοροποιήθηκε σημαντικά η θερμοκρασία των 12°C από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Στο ΩΔ -0.4MPa δεν καταγράφηκαν διαφορές εντός των θερμοκρασιών ενώ στο ΩΔ -0.6MPa διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους οι θερμοκρασίες 12 και 15°C. Μεταξύ των υπολοίπων θερμοκρασιών οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές εντός των ΩΔ με εξαίρεση τις δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στη θερμοκρασία των 12°C το ΩΔ -0.2MPa διέφερε στατιστικά σημαντικά από το ΩΔ -0.4MPa ενώ με το μάρτυρα δεν παρουσίασε διαφορές στον χρόνο βλάστησης. Στη θερμοκρασία των 15°C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από όλα τα ωσμωτικά δυναμικά πέραν του ΩΔ -0.2MPa και το ΩΔ -0.4MPa δε διέφερε σημαντικά από το ΩΔ -0.6MPa. Μεταξύ τους τα δύο επίπεδα που δημιουργήθηκαν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά.

### Ποικιλία *Fantom*

**Πίνακας 3.23:** Συγκρίσεις μέσω με τη μέθοδο SNK της βλάστησης του κλάσματος 90% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom*. Μέσοι με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα διαφέρουν μεταξύ των ωσμωτικών δυναμικών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και με διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν μεταξύ των θερμοκρασιών στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας.

Ποικιλίες	ΩΔ	12 °C	15 °C	18 °C	22 °C	25 °C
<i>Fantom XM</i>	0	602.8 <b>Aa</b>	251.5 <b>Ab</b>	89.8 <b>Ab</b>	63 <b>Ab</b>	53 <b>Ab</b>
	-0.2	0 <b>Bb</b>	308.5 <b>Aa</b>	149 <b>Aab</b>	92.75 <b>Aab</b>	91.5 <b>Aab</b>
	-0.4	0 <b>Bb</b>	406 <b>Aa</b>	299.3 <b>Aab</b>	121 <b>Aab</b>	123.3 <b>Aab</b>
	-0.6	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	166 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-0.8	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
	-1.0	0 <b>B</b>	0 <b>B</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>	0 <b>A</b>
<i>Fantom MM</i>						
	0	118.3 <b>Aa</b>	90.8 <b>Aa</b>	54.3 <b>Aa</b>	74.3 <b>Aa</b>	40.3 <b>Aa</b>
	-0.2	169 <b>Aa</b>	171 <b>Aa</b>	67.8 <b>Aa</b>	84.8 <b>Aa</b>	44 <b>Aa</b>
	-0.4	89.5 <b>Aa</b>	125.8 <b>Aa</b>	86.3 <b>Aa</b>	83.3 <b>Aa</b>	58 <b>Aa</b>
	-0.6	77.7 <b>Aa</b>	118 <b>Aa</b>	83 <b>Aa</b>	104 <b>Aa</b>	55.3 <b>Aa</b>
	-0.8	94 <b>Aa</b>	0 <b>Aa</b>	71.8 <b>Aa</b>	112.8 <b>Aa</b>	112.3 <b>Aa</b>
	-1.0	0 <b>Aa</b>	0 <b>Aa</b>	99.3 <b>Aa</b>	114.3 <b>Aa</b>	45 <b>Aa</b>

Η ποικιλία *Fantom* χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω παρουσίασε διαφορές εντός των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών στον μάρτυρα και στα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa. Η συγκεκριμένη ποικιλία δε βλάστησε σε μεγαλύτερη συγκέντρωση

ΩΔ. Στο μάρτυρα διαφοροποιήθηκε σημαντικά η θερμοκρασία των 12°C ενώ στα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa η ίδια θερμοκρασία διέφερε στατιστικά σημαντικά από την Θ 15°C χωρίς να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τις υπόλοιπες. Στις δύο χαμηλές θερμοκρασίες καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ, στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Στη θερμοκρασία των 12°C ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από όλα τα ωσμωτικά δυναμικά. Στους 15°C ο μάρτυρας δε διέφερε από τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa στον απαιτούμενο χρόνο προς βλάστηση ενώ κατέγραψαν (και τα τρία) διαφορές στατιστικά σημαντικές από τα υπόλοιπα ΩΔ.

Η ποικιλία *Fantom* μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κατά τις συγκρίσεις μέσω δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε ωσμωτικό δυναμικό μεταξύ των πέντε διαφορετικών θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Επίσης ο απαιτούμενος χρόνος προς βλάστηση του κλάσματος 90% στην εκάστοτε θερμοκρασία δεν κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές εντός του μάρτυρα και των ωσμωτικών δυναμικών, αλλά και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ΩΔ.

### 3.4 Περιεχόμενη Υγρασία (Σημεία Αναφοράς 3h, 27h και 51h)

#### 3.4.1 Θερμοκρασία 12°C

##### 3.4.1.1 Σημείο Αναφοράς 3h

**Πίνακας 3.24:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 3h απορρόφησης νερού στους 12°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι	
0	18.3	39.5	28.9	a	17.6	48.9	33.3	a	25.8	41.5	33.6	a
-0.2	13.9	37.9	25.9	a	18.6	40.6	29.6	ab	22.9	41.8	32.4	ab
-0.4	14.2	35.4	24.8	a	12.2	39.3	25.7	b	24.1	40.7	32.4	ab
-0.6	18.3	36.8	27.6	a	17.4	38.3	27.9	ab	15.7	34.7	25.2	b
-0.8	9.81	32.2	21.0	a	11.0	35.3	23.2	b	19.4	33.5	26.4	b
-1.0	16.4	28.9	22.6	a	10.3	35.5	22.9	b	11.1	37.9	24.5	b
Μέσοι	15.2	35.1			14.5	39.6			19.9	38.3		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		NS		ΩΔ		**		ΩΔ		*	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ *				ΩΔ *			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας 3h μετά τη τοποθέτηση των σπόρων στο θάλαμο παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών βαθμών ωσμωτικού δυναμικού στις ποικιλίες *Campo* και *Fantom*, ενώ και στις τρεις ποικιλίες εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 εντός των δύο μεταχειρίσεων. Οι παράγοντες μεταξύ τους δεν σημείωσαν αλληλεπίδραση. Συγκεκριμένα, στην ποικιλία *Lider* η απορρόφηση υγρασίας δεν διέφερε μεταξύ του μάρτυρα και των ωσμωτικών δυναμικών, ενώ στη συγκεκριμένη θερμοκρασία η απορρόφηση διέφερε σημαντικά μεταξύ των σπόρων που δεν δέχτηκαν μεταχείριση από αυτούς που δέχτηκαν. Η ποικιλία *Campo* κατέγραψε διαφορές εντός των ΩΔ και συγκεκριμένα ο μάρτυρας ενώ δεν διέφερε από τα ΩΔ -0.2 και -0.6MPa σημείωσε με τα υπόλοιπα στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας δεν διέφερε από τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa ενώ διαφοροποιήθηκε η απορρόφηση υγρασίας του από τα υπόλοιπα ΩΔ. Οι διαφορετικοί βαθμοί ΩΔ δεν κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

### 3.4.1.2 Σημείο Αναφοράς 27h

**Πίνακας 3.25:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 27h απορρόφησης νερού στους 12°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι	
0	45.2	45.7	45.5	a	43.4	52.2	47.8	a	46.0	44.7	45.3	a
-0.2	36.9	43.7	40.3	b	42.8	44.8	43.8	b	41.3	46.4	43.9	a
-0.4	38.2	41.1	39.6	b	36.5	45.2	40.8	bc	40.4	45.9	43.1	a
-0.6	38.3	43.5	40.9	b	37.5	44.7	41.1	bc	36.7	42.2	39.5	b
-0.8	32.3	40.4	36.3	c	34.2	42.0	38.1	c	38.1	40.3	39.2	b
-1.0	34.7	35.3	35.0	c	33.4	41.0	37.2	c	29.6	43.2	36.4	b
Μέσοι	37.6	41.6			38.0	45.0			38.7	43.8		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		***		ΩΔ		***		ΩΔ		***	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας στις 27h σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις ποικιλίες τόσο εντός των δύο μεταχειρίσεων όσο και μεταξύ των διαφορετικών βαθμών ΩΔ σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001. Επίσης δεν σημειώθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των

ΩΔ και των μεταχειρίσεων. Για την ποικιλία *Lider* ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από όλα τα ωσμωτικά δυναμικά, τα -0.2, -0.4 και -0.6MPa ΩΔ δεν παρουσίασαν διαφορές στην απορρόφηση ενώ διέφεραν από το -0.8 και -1.0MPa(τα οποία μεταξύ τους δεν κατέγραψαν διαφορές). Όσον αφορά την ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας διέφερε στατιστικά σημαντικά στην απορρόφηση υγρασίας από όλα τα ΩΔ, το ωσμωτικό δυναμικό -0.2 δεν διέφερε από το -0.4 και -0.6 ενώ σημαντική ήταν η διαφορά με τα μεγαλύτερης έντασης ΩΔ -0.8 και -1.0MPa. Αντίθετα τα -0.4 έως -1.0MPa ΩΔ δεν κατέγραψαν διαφορές μεταξύ τους στην συγκεκριμένη ποικιλία. Τέλος για την ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας παρουσίασε ανάλογη απορρόφηση με τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa χωρίς οι διαφορές τους να σημειώνονται ως στατιστικά σημαντικές, όπως και των ΩΔ -0.6,-0.8 και -1.0 τα οποία δεν διέφεραν μεταξύ τους. Οι δύο ομάδες που δημιουργήθηκαν σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

### 3.4.1.3 Σημείο Αναφοράς 51h

**Πίνακας 3.26:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 51h απορρόφησης νερού στους 12°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>					<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>			
ΩΔ	XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι	
0	46.7	47.3	47.0	a	44.9	53.3	49.1	a	47.6	46.2	46.9	a
-0.2	39.6	45.2	42.4	b	45.4	45.8	45.6	b	44.3	47.7	46.0	a
-0.4	40.4	42.5	41.4	bc	39.7	45.9	42.8	b	43.7	46.0	44.9	ab
-0.6	39.8	45.2	42.5	b	41.4	45.7	43.5	bc	40.7	44.0	42.4	bc
-0.8	36.2	42.3	39.2	cd	37.9	42.8	40.4	c	40.9	42.5	41.7	bc
-1.0	37.0	37.6	37.3	d	37.3	42.1	39.7	c	34.5	44.7	39.6	c
Μέσοι	39.9	43.4			41.1	46.0			42.0	45.2		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		***		ΩΔ		***		ΩΔ		***	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Στους 12°C στις 51h απορρόφησης υγρασίας οι εντάσεις των διαφορετικών τιμών ΩΔ διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 όπως και η απορρόφηση στους σπόρους χωρίς μεταχείριση με αυτούς που δέχτηκαν προμεταχείριση. Οι δυο παράγοντες μεταξύ τους δεν αλληλεπέδρασαν κατά την απορρόφηση υγρασίας στη βλάστηση τους. Στην ποικιλία *Lider* ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από τα ΩΔ, το -0.2MPa διέφερε μόνο από τα -0.8 και -1.0MPa και το -0.4MPa διέφερε σημαντικά από το ΩΔ -

1.0MPa. Μεταξύ των υπόλοιπων ζευγών δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας επίσης διαφοροποιήθηκε από τα ΩΔ κατά την απορρόφηση υγρασίας ενώ τα -0.2, -0.4 και -0.6MPa δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους όπως επίσης και τα -0.6, -0.8 και -1.0MPa. Για την ποικιλία *Fantom* η απορρόφηση των σπόρων στον μάρτυρα και τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa δεν διέφεραν στατιστικά σε σύγκριση με τους μεγαλύτερους βαθμούς ΩΔ πέρα του -0.4 MPa το οποίο δεν διέφερε από τα ΩΔ -0.6 και -0.8MPa. Τα τρία τελευταίοι επίπεδα ωσμωτικών δυναμικών δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά την απορρόφηση.

### 3.4.2 Θερμοκρασία 15°C

#### 3.4.2.1 Σημείο Αναφοράς 3h

**Πίνακας 3.27:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 3h απορρόφησης νερού στους 15°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	27.2	36.3	31.7	a	22.1	40.2	31.2	a	31.5	43.6	37.5	a
-0.2	31.6	37.3	34.5	a	22.7	41.0	31.9	a	32.6	40.5	36.6	a
-0.4	26.9	37.6	32.3	a	21.1	42.7	31.9	a	21.9	39.5	30.7	a
-0.6	19.5	37.5	28.5	a	18.5	39.0	28.8	a	29.4	39.2	34.3	a
-0.8	19.5	38.7	29.1	a	14.5	38.3	26.4	a	26.1	37.9	32.0	a
-1.0	19.7	36.1	27.9	a	18.8	33.2	26.0	a	25.0	39.6	32.3	a
Μέσοι	24.1	37.2			19.6	39.1			27.8	40.0		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		NS		ΩΔ		NS		ΩΔ		NS	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας 3h μετά την τοποθέτηση των σπόρων στο θάλαμο θερμοκρασίας 15°C δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών βαθμών ωσμωτικού δυναμικού και στις τρεις ποικιλίες. Οι διαφορές εντοπίστηκαν στο συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας (0.001) για τις τρεις ποικιλίες εντός των δύο μεταχειρίσεων. Αλληλεπίδραση δεν σημειώθηκε μεταξύ των δύο παραγόντων που υπεισέρχονται στο πείραμα. Παρατηρείται και βάσει του πίνακα ότι η απορρόφηση των σπόρων που δέχτηκαν προμεταχείριση είναι σαφώς μεγαλύτερη και σταθερά υψηλή σε όλες

τις εντάσεις ωσμωτικών δυναμικών. Αντίθετα στους σπόρους χωρίς προμεταχείριση η απορρόφηση μειώνεται σταδιακά με τις αυξανόμενες τιμές ΩΔ.

### 3.4.2.2 Σημείο Αναφοράς 27h

**Πίνακας 3.28:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 27h απορρόφησης νερού στους 15°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι		XM	MM	Μέσοι	
0	42.8	41.7	42.3	a	43.3	44.7	44.0	a	43.1	47.1	45.1	a
-0.2	44.8	40.9	42.9	a	43.2	44.8	44.0	a	45.2	44.4	44.8	a
-0.4	41.1	42.3	41.7	a	41.8	46.4	44.1	a	38.2	43.8	41.0	bc
-0.6	36.8	42.1	39.4	a	38.5	44.3	41.4	a	41.4	44.2	42.8	ab
-0.8	34.8	42.9	38.9	a	36.1	44.6	40.3	a	34.5	42.2	38.3	bc
-1.0	35.9	40.1	38.0	a	34.6	38.2	36.4	b	37.2	42.7	39.9	c
Μέσοι	39.4	41.7			39.6	43.8			39.9	44.1		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		NS		ΩΔ		**		ΩΔ		**	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας στις 27h σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις ποικιλίες τόσο εντός των δύο μεταχειρίσεων όσο και μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βαθμών ΩΔ. Εξάιρεση αποτελεί η ποικιλία *Lider* στην οποία δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά την απορρόφηση μεταξύ των ΩΔ. Αλληλεπίδραση δεν σημειώθηκε μεταξύ των δυο παραγόντων που υπεισέρχονται στο πείραμα σε καμία ποικιλία. Στην ποικιλία *Campo* η απορρόφηση υγρασίας δεν διαφοροποιήθηκε μεταξύ του μάρτυρα και των ΩΔ εκτός της μεγαλύτερης έντασης αυτών - 1.0MPa όπου σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα υπόλοιπα. Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τα ΩΔ -0.4,-0.8 και -1.0MPa (τα οποία μεταξύ τους δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές) ενώ το -0.6MPa διέφερε σημαντικά μόνο από το -1.0 MPa. Η απορρόφηση των σπόρων που δέχτηκαν προμεταχείριση είναι μεγαλύτερη από αυτούς που δεν δέχτηκαν και σημειώνεται βαθμιαία πτώση στις μεγαλύτερες τιμές ΩΔ.

### 3.4.2.3 Σημείο Αναφοράς 51h

**Πίνακας 3.29:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 51h απορρόφησης νερού στους 15°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		
0	44.1	44.6	44.3	a	45.2	47.0	46.1	a	44.3	49.5	46.9	a
-0.2	46.5	42.6	44.6	a	45.7	45.5	45.6	a	47.1	46.1	46.6	a
-0.4	43.4	43.2	43.3	a	43.9	47.2	45.5	a	41.2	45.1	43.2	bc
-0.6	39.2	43.2	41.2	a	41.1	45.2	43.1	ab	43.9	45.4	44.7	ab
-0.8	37.7	44.1	40.9	a	38.9	45.6	42.2	ab	37.3	43.4	40.3	c
-1.0	37.9	41.5	39.7	a	38.6	39.7	39.2	b	38.5	43.4	41.0	c
Μέσοι	41.5	43.2			42.2	45.0			42.0	45.5		
	a	a			a	b			a	b		
	ΩΔ		NS		ΩΔ		*		ΩΔ		***	
	MET		NS		MET		*		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Στους 15°C στις 51h οι εντάσεις των διαφορετικών βαθμών ΩΔ διέφεραν στατιστικά σημαντικά μόνο στις ποικιλίες *Campo* και *Fantom* όπως και η απορρόφηση στους σπόρους χωρίς μεταχείριση με αυτούς που δέχτηκαν προμεταχείριση (hydropriming). Στατιστικά οι διαφορές σημειώθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 για την ποικιλία *Fantom* ενώ σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 για την ποικιλία *Campo*. Οι δύο παράγοντες του πειράματος δεν αλληλεπέδρασαν κατά την απορρόφηση υγρασίας. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε μόνο από το ΩΔ -1.0MPa ενώ τα ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους. Πέραν του ΩΔ -1.0MPa οι υπόλοιπες εντάσεις ΩΔ επίσης δεν διέφεραν μεταξύ τους. Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας, το ΩΔ -0.2 και -0.6MPa δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όπως και τα ΩΔ -0.4,-0.8 και -1.0MPa. Τα υπόλοιπα ζεύγη ωσμωτικών δυναμικών κατέγραψαν σημαντικές διαφορές κατά την απορρόφηση υγρασίας.



### 3.4.3 Θερμοκρασία 18°C

#### 3.4.3.1 Σημείο Αναφοράς 3h

**Πίνακας 3.30:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 3h απορρόφησης νερού στους 18°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>					<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>			
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	14.1	33.2	23.6	a	10.1	40.1	25.1	a	25.3	43.2	34.3	a
-0.2	14.7	31.0	22.9	a	16.3	33.8	25.0	a	26.5	35.5	31.0	ab
-0.4	15.2	31.7	23.5	a	10.4	34.3	22.4	a	24.9	38.4	31.6	ab
-0.6	12.3	30.7	21.5	a	3.97	34.7	19.3	a	19.0	32.8	25.9	b
-0.8	10.7	28.2	19.4	a	12.1	31.0	21.6	a	24.8	29.1	26.9	b
-1.0	10.1	29.7	19.9	a	14.7	31.7	23.2	a	17.5	35.3	26.4	b
Μέσοι	12.9	30.8			11.3	34.3			23.0	35.7		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		NS		ΩΔ		NS		ΩΔ		*	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας στην θερμοκρασία των 18°C στις 3h δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών βαθμών ωσμωτικού δυναμικού εκτός από την ποικιλία *Fantom*. Οι σπόροι και των τριών ποικιλιών που δέχτηκαν και μη την προμεταχείριση παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απορρόφηση υγρασίας. Οι δύο παράγοντες δεν αλληλεπέδρασαν μεταξύ τους ούτε σε αυτή την θερμοκρασία. Για την ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο με τα ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa τα οποία μεταξύ τους δεν διαφοροποιήθηκαν ενώ δεν σημείωσαν και διαφορές με τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa. Η απορρόφηση υγρασίας στους σπόρους που δέχτηκαν προμεταχείριση ήταν λίγο περισσότερη από διπλάσια, από αυτούς χωρίς προμεταχείριση, στις ποικιλίες *Lider* και *Campo*, ενώ λίγο μικρότερη από διπλάσια στην ποικιλία *Fantom*. Η μείωση στην απορρόφηση υγρασίας καθώς αυξανόταν ο βαθμός του ΩΔ ήταν πιο έντονη στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση.

### 3.4.3.2 Σημείο Αναφοράς 27h

**Πίνακας 3.31:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 27h απορρόφησης νερού στους 18°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	42.2	40.1	41.1	a	43.4	45.1	44.2	a	43.6	48.9	46.3	a
-0.2	40.0	40.3	40.1	a	42.5	42.3	42.4	ab	41.9	44.6	43.2	ab
-0.4	39.1	40.6	39.8	a	39.1	43.8	41.5	ab	39.5	47.0	43.2	ab
-0.6	36.0	40.2	38.1	ab	29.4	43.2	36.3	c	39.9	41.4	40.6	bc
-0.8	35.7	37.3	36.5	b	37.0	39.5	38.3	b	37.2	39.0	38.0	c
-1.0	33.2	38.2	35.7	b	36.1	39.8	37.9	b	32.4	41.4	36.9	c
Μέσοι	37.7	39.4			37.9	42.3			39.0	43.7		
	a	a			a	b			a	b		
	ΩΔ		*		ΩΔ		**		ΩΔ		**	
	MET		NS		MET		**		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας στις 27h σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις ποικιλίες τόσο μεταξύ των διαφορετικών βαθμών ΩΔ όσο και εντός των δύο μεταχειρίσεων. Στην ποικιλία *Lider* μόνο δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στους 18°C μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Επίσης δεν αλληλεπίδρασαν οι δύο παράγοντες μεταξύ τους. Στην ποικιλία *Lider* διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ των ομάδων ΩΔ 0, -0.2, -0.4 με την ομάδα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa (εντός των ομάδων δεν σημειώθηκαν στατιστικές διαφορές), το ΩΔ -0.6MPa δεν διέφερε από τα υπόλοιπα κατά την απορρόφηση. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας δεν διέφερε από τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa, τα οποία παρουσίασαν παρόμοια απορρόφηση χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa. Το ΩΔ -0.6 διαφοροποιήθηκε σημαντικά από όλα τα υπόλοιπα. Στην ποικιλία *Fantom* διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ των ΩΔ 0, -0.2, -0.4 με τα ΩΔ -0.8 και -1.0MP. Το ΩΔ -0.6 διέφερε σημαντικά μόνο από τον μάρτυρα στην απορρόφηση υγρασίας. Μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε η διαφορά στην απορροφούμενη υγρασία σε σχέση με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες και ειδικότερα στις χαμηλές εντάσεις ΩΔ παρόλα αυτά οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικά σημαντικά.

### 3.4.3.3 Σημείο Αναφοράς 51h

**Πίνακας 3.32:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 51h απορρόφησης νερού στους 18°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	44.2	43.7	43.9	a	45.0	48.7	46.8	a	46.7	51.3	49.0	a
-0.2	42.0	42.3	42.1	ab	44.0	44.8	44.4	ab	43.8	47.2	45.5	ab
-0.4	41.6	42.2	41.9	ab	42.3	45.1	43.7	ab	42.9	48.5	45.7	ab
-0.6	38.4	41.8	40.1	b	34.0	45.0	39.5	c	42.5	43.6	43.0	bc
-0.8	38.1	39.4	38.8	b	39.9	41.1	40.5	bc	39.6	41.2	40.4	c
-1.0	36.3	40.6	38.5	b	39.2	41.8	40.5	bc	34.3	43.4	38.8	c
Μέσοι	40.1	41.7			40.7	44.4			41.6	45.9		
	a	a			a	b			a	b		
	ΩΔ		*		ΩΔ		**		ΩΔ		***	
	MET		NS		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Στους 18°C στις 51h οι εντάσεις των διαφορετικών βαθμών ΩΔ διέφεραν στατιστικά σημαντικά και στις τρεις ποικιλίες, ενώ η απορρόφηση στους σπόρους χωρίς μεταχείριση με αυτούς που δέχτηκαν προμεταχείριση διέφεραν στατιστικά σημαντικά μόνο στις ποικιλίες *Campo* και *Fantom*. Για ακόμη μία φορά δεν υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραπάνω παραγόντων. Στην ποικιλία *Lider* ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε σημαντικά από τα ΩΔ πέραν των εντάσεων -0.2 και -0.4MPa. Μεταξύ τους τα διαφορετικά ΩΔ δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές κατά την απορρόφηση. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας παρουσίασε ίδια αποτελέσματα με την ποικιλία *Lider*, αντίθετα όμως εντός των ΩΔ εντοπίστηκαν διαφορές του ΩΔ -0.6 από τα -0.2 και -0.4MPa (ενώ μεταξύ των υπολοίπων δεν παρατηρήθηκαν διαφορές). Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας επίσης δεν σημείωσε διαφορές από τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa τα οποία όμως διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa. Το ΩΔ -0.6MPa διαφοροποιήθηκε μόνο από τον μάρτυρα ενώ σημείωσε παρόμοια απορρόφηση υγρασίας με τα υπόλοιπα ΩΔ. Στις 51h καταγράφονται υψηλά ποσοστά υγρασίας τόσο στο πείραμα χωρίς μεταχείριση όσο και στο πείραμα με προμεταχείριση με στατιστικά σημαντικές διαφορές βέβαια (για την ποικιλία *Campo* και *Fantom*). Επισημαίνονται τα υψηλά ποσοστά υγρασίας στο πείραμα με εφαρμογή προμεταχείρισης ακόμη και στις υψηλές τιμές ΩΔ.

### 3.4.4 Θερμοκρασία 22°C

#### 3.4.4.1 Σημείο Αναφοράς 3h

**Πίνακας 3.33:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 3h απορρόφησης νερού στους 22°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	23.2	33.6	28.4	a	17.9	34.2	26.1	a	31.4	41.3	36.4	a
-0.2	24.0	34.5	29.6	a	22.7	31.8	27.2	a	26.1	35.2	30.6	ab
-0.4	23.1	26.8	25.0	a	12.0	34.0	23.0	a	29.6	39.7	34.6	a
-0.6	11.0	33.0	22.0	a	15.4	33.1	24.2	a	28.1	34.4	31.2	ab
-0.8	18.7	30.3	24.5	a	14.1	34.8	24.5	a	21.8	31.2	26.5	bc
-1.0	12.7	28.9	20.7	a	16.4	29.7	23.0	a	17.8	30.3	24.1	c
Μέσοι	18.8	31.2			16.4	33.0			25.8	35.4		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		NS		ΩΔ		NS		ΩΔ		***	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας 3h μετά την τοποθέτηση των σπόρων στο θάλαμο θερμοκρασίας 22°C παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ωσμωτικών δυναμικών μόνο στην ποικιλία *Fantom*, ενώ και στις τρεις ποικιλίες εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές εντός των δύο μεταχειρίσεων (οι δύο προηγούμενοι παράγοντες δεν αλληλεπέδρασαν μεταξύ τους). Στην ποικιλία *Fantom* τόσο ο μάρτυρας όσο και το ΩΔ -0.4MPa διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa κατά την απορρόφηση. Τα ΩΔ -0.2 και -0.6MPa διέφεραν στατιστικά σημαντικά μόνο από το -1.0MPa. Τα δύο μεγαλύτερης έντασης ΩΔ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Παρατηρείται ότι μεγαλύτερη απορρόφηση έχουν οι σπόροι που δέχτηκαν προμεταχείριση, και μία σταδιακή πτώση απορρόφησης με την αύξηση της έντασης του ωσμωτικού δυναμικού (μικρότερη η πτώση στους σπόρους με προμεταχείριση).

### 3.4.4.2 Σημείο Αναφοράς 27h

**Πίνακας 3.34:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 27h απορρόφησης νερού στους 22°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>				<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>				
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	43.2	45.8	44.5	a	43.9	47.0	45.4	a	46.3	51.0	48.6	a
-0.2	44.0	43.6	43.8	a	44.2	41.8	43.0	ab	43.0	44.0	43.5	b
-0.4	40.2	39.6	39.9	b	39.8	44.3	42.0	abc	41.1	47.6	44.3	b
-0.6	35.0	40.5	37.7	bc	37.2	41.6	39.4	bc	41.4	43.2	42.3	b
-0.8	35.5	38.7	37.1	bc	38.4	40.3	39.4	bc	38.0	38.7	38.3	c
-1.0	32.0	38.6	35.3	c	38.7	39.0	38.9	c	36.0	40.9	38.4	c
Μέσοι	38.3	41.1			40.4	42.3			41.0	44.2		
	a	b			a	a			a	b		
	ΩΔ		***		ΩΔ		**		ΩΔ		***	
	MET		***		MET		NS		MET		**	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Η απορρόφηση υγρασίας στις 27h σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις ποικιλίες μεταξύ των διαφορετικών βαθμών ΩΔ. Εντός των μεταχειρίσεων σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν για τις ποικιλίες *Lider* και *Fantom*. Οι προαναφερθέντες παράγοντες δεν αλληλεπέδρασαν. Στην ποικιλία *Lider* ο μάρτυρας και το ΩΔ -0.2MPa χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τα υπόλοιπα ΩΔ, ενώ η απορρόφηση στο ΩΔ -0.4 διαφοροποιήθηκε σημαντικά μόνο από το ΩΔ -1.0MPa. Οι τρεις μεγαλύτεροι βαθμοί ΩΔ δεν κατέγραψαν διαφορές μεταξύ τους. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας διέφερε μόνο από τα ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa καθώς επίσης η απορρόφηση ήταν παρόμοια μεταξύ των ΩΔ -0.2, -0.4, -0.6, -0.8MPa και των -0.4, -0.6, -0.8, -1.0MPa. Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας παρουσίασε διαφορές από όλα τα ΩΔ, και τα επίπεδα ΩΔ -0.2, -0.4, -0.6 διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα ΩΔ -0.8, -1.0MPa. Αξιοσημείωτη είναι η σταδιακή πτώση απορρόφησης με την αύξηση των τιμών των ωσμωτικών δυναμικών.

### 3.4.4.3 Σημείο Αναφοράς 51h

**Πίνακας 3.35:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 51h απορρόφησης νερού στους 22°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>					<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>			
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	47.9	54.0	50.9	a	50.0	53.5	51.8	a	51.1	57.2	54.1	a
-0.2	46.5	46.7	46.6	b	45.8	45.5	45.6	b	45.7	47.2	46.4	b
-0.4	42.5	41.6	42.0	c	42.1	46.3	44.2	bc	44.3	50.5	47.4	b
-0.6	37.7	41.7	39.7	cd	40.9	43.0	41.9	c	43.3	45.3	44.3	b
-0.8	38.0	40.1	39.0	cd	40.7	41.3	41.0	c	41.3	40.5	40.9	c
-1.0	33.9	40.2	37.1	d	40.7	40.8	40.7	c	38.9	42.5	40.7	c
Μέσοι	41.1	44.1			43.4	45.1			44.1	47.2		
	a	b			a	a			a	b		
	ΩΔ		***		ΩΔ		***		ΩΔ		***	
	MET		**		MET		NS		MET		**	
	ΩΔ * MET		NS		ΩΔ * MET		NS		ΩΔ * MET		NS	

Στις 51h απορρόφησης υγρασίας οι εντάσεις των διαφορετικών βαθμών ΩΔ διέφεραν στατιστικά σημαντικά και στις τρεις ποικιλίες το ίδιο και η απορρόφηση στους σπόρους χωρίς μεταχείριση με αυτούς που δέχτηκαν προμεταχείριση εκτός από την ποικιλία *Campo*. Στην ποικιλία *Lider* ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από όλα τα ΩΔ, όπως και το ΩΔ -0.2 από τα υπόλοιπα. Το ΩΔ -0.4 διέφερε μόνο από το -1.0 και τα υπόλοιπα σημείωσαν παρόμοιο ρυθμό απορρόφησης υγρασίας. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας επίσης διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα ΩΔ ενώ το ΩΔ -0.2 διέφερε από όλα εκτός του ΩΔ -0.4MPa. Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας παρουσίασε επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα ΩΔ και οι βαθμοί ΩΔ -0.2, -0.4 και -0.6 (χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους) διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa. Η απορρόφηση υγρασίας τόσο στον μάρτυρα όσο και στις χαμηλές εντάσεις ΩΔ έφτασε σχεδόν το διπλάσιο του αρχικού ξηρού βάρους του σπόρου.

### 3.4.5 Θερμοκρασία 25°C

#### 3.4.5.1 Σημείο Αναφοράς 3h

**Πίνακας 3.36:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 3h απορρόφησης νερού στους 25°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>					<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>			
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	16.7	37.0	26.9	a	14.4	40.2	27.3	ab	30.7	44.3	37.5	a
-0.2	26.3	36.7	31.5	a	22.7	37.2	30.0	a	32.1	39.8	35.9	a
-0.4	13.7	39.1	26.4	a	13.2	37.9	25.6	abc	28.0	37.6	32.8	a
-0.6	17.3	35.4	26.3	a	7.3	34.8	21.0	c	26.8	40.1	33.4	a
-0.8	12.6	33.0	22.8	a	11.8	36.2	24.0	bc	23.5	36.2	29.8	a
-1.0	14.7	35.0	24.8	a	17.0	32.9	25.0	abc	22.2	31.8	27.0	a
Μέσοι	16.9	36.0			14.4	36.5			27.2	38.3		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		NS		ΩΔ		*		ΩΔ		NS	
	MET		***		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Στην μεγαλύτερη μελετηθείσα θερμοκρασία η απορρόφηση υγρασίας σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΩΔ μόνο στην ποικιλία *Campo*. Εντός των δύο μεταχειρίσεων που εφαρμόστηκαν οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές σε όλες τις ποικιλίες. Οι δύο παραπάνω παράγοντες που υπεισέρχονται στο πείραμα δεν αλληλεπέδρασαν. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε μόνο από το ΩΔ -0.6MPa ενώ το ΩΔ -0.2 διέφερε από τα ΩΔ -0.6 και -0.8MPa. Οι διαφορές μεταξύ των άλλων ΩΔ δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Όπως και στις προηγούμενες θερμοκρασίες η απορρόφηση υγρασίας από τους σπόρους που δέχτηκαν προμεταχείριση ήταν φανερά μεγαλύτερη (παραπάνω από διπλάσια στις ποικιλίες *Lider* και *Campo*) από τους σπόρους χωρίς προμεταχείριση. Παρατηρείται επίσης σταδιακή πτώση απορρόφησης με την αύξηση των ωσμωτικών δυναμικών (και στις δυο μεταχειρίσεις).

### 3.4.5.2 Σημείο Αναφοράς 27h

**Πίνακας 3.37:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 27h απορρόφησης νερού στους 25°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>					<i>Campo</i>					<i>Fantom</i>				
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι			
0	40.6	45.6	43.1	a	44.0	50.6	47.3	a	47.2	52.0	49.6	a		
-0.2	42.9	43.3	43.1	a	45.1	45.0	45.0	a	44.6	45.7	45.1	b		
-0.4	39.4	44.7	42.1	a	39.5	43.3	41.4	b	41.4	45.5	43.5	b		
-0.6	38.3	42.3	40.3	ab	33.0	43.2	38.1	c	37.6	45.6	41.6	bc		
-0.8	35.6	38.5	37.0	b	31.8	40.0	35.9	c	36.6	40.9	38.8	cd		
-1.0	37.3	39.2	38.3	b	34.6	40.2	37.4	c	34.0	39.1	36.6	d		
Μέσοι	39.0	42.3			38.0	43.7			40.2	44.8				
	a	b			a	b			a	b				
	ΩΔ		**		ΩΔ		***		ΩΔ		***			
	MET		***		MET		***		MET		***			
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*					
	MET		NS		MET		NS		MET		NS			

Στο σημείο αναφοράς 27h η απορρόφηση υγρασίας και στις τρεις ποικιλίες έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ωσμωτικών δυναμικών καθώς επίσης και εντός των δύο μεταχειρίσεων. Οι παράγοντες μεταξύ τους δεν αλληλεπέδρασαν. Στην ποικιλία *Lider* ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά μόνο από τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa, καθώς επίσης με τα ίδια ΩΔ διέφεραν και τα -0.2 και -0.4MPa. Στην ποικιλία *Campo* ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε εκτός του ΩΔ -0.2MPa με όλα τα ΩΔ, όπως και το ΩΔ -0.4MPa διέφερε επίσης από όλα τα υπόλοιπα. Τα ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τα ΩΔ, και τα ΩΔ -0.2, -0.4 και -0.6MPa δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους με τα δύο πρώτα να σημειώνουν σημαντικές διαφορές με τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa (τα οποία δεν διέφεραν μεταξύ τους). Τέλος το ΩΔ -0,6 σημείωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά την απορρόφηση από το ΩΔ -1.0MPa. Φανερά μεγαλύτερη η απορρόφηση υγρασίας από τους σπόρους που δέχτηκαν προμεταχείριση σε αντίθεση με αυτούς που δε δέχτηκαν.



### 3.4.5.3 Σημείο Αναφοράς 51h

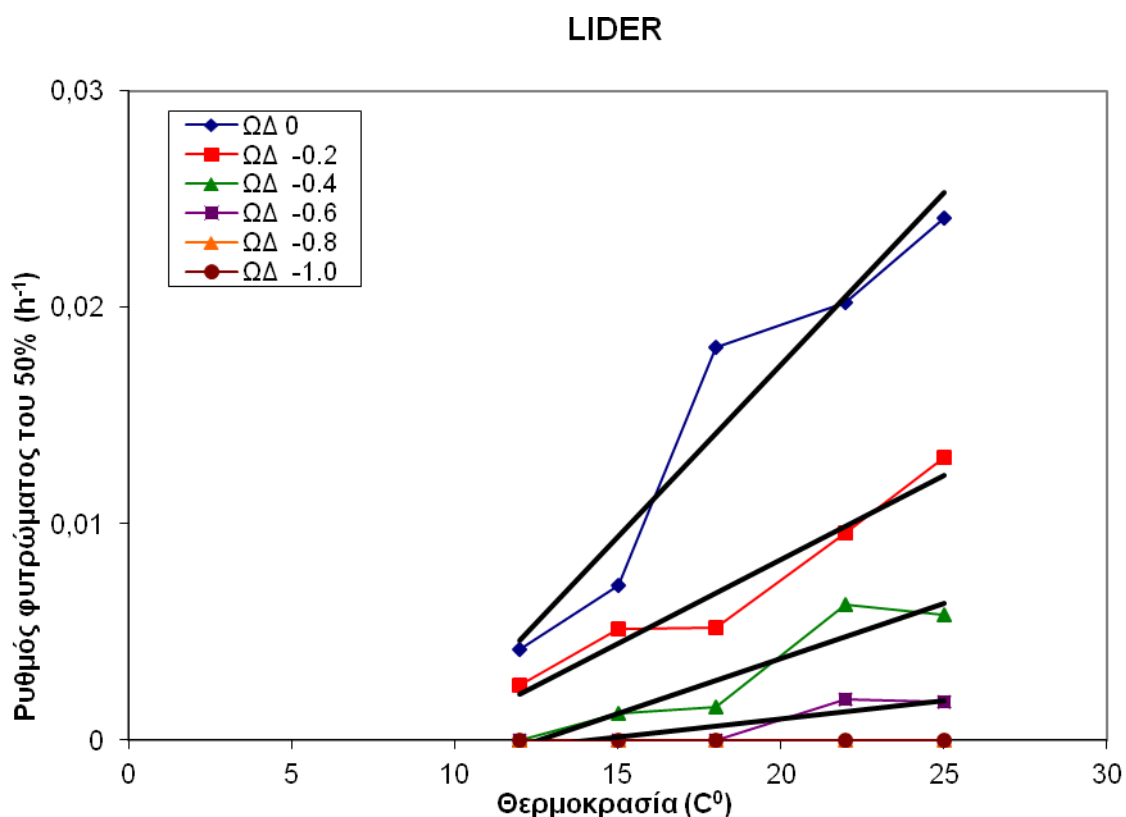
**Πίνακας 3.38:** Στατιστική ανάλυση της περιεχόμενης υγρασίας των τριών ποικιλιών (με και χωρίς προμεταχείριση) μετά από 51h απορρόφησης νερού στους 25°C. (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, \* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS: μη σημαντικό).

<i>Lider</i>					<i>Campo</i>				<i>Fantom</i>			
ΩΔ	ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι		ΧΜ	ΜΜ	Μέσοι	
0	50.7	52.6	51.6	a	50.3	57.0	53.6	a	54.9	57.3	56.1	a
-0.2	44.3	44.8	44.5	b	46.9	48.2	47.5	b	47.6	48.2	47.9	b
-0.4	41.1	46.0	43.6	bc	41.0	45.4	43.2	c	43.1	47.4	45.3	bc
-0.6	40.3	43.4	41.8	bcd	35.9	44.4	40.1	d	39.1	47.5	43.3	c
-0.8	36.9	39.8	38.4	d	34.5	40.9	37.7	d	38.8	41.6	40.2	cd
-1.0	39.0	40.6	39.8	c	35.9	41.4	38.6	d	34.6	41.5	38.1	d
Μέσοι	42.1	44.5			40.7	46.2			43.0	47.3		
	a	b			a	b			a	b		
	ΩΔ		***		ΩΔ		***		ΩΔ		***	
	MET		*		MET		***		MET		***	
	ΩΔ *				ΩΔ*				ΩΔ*			
	MET		NS		MET		NS		MET		NS	

Τέλος, στους 25°C, 51h μετά την τοποθέτηση των σπόρων στο θάλαμο η απορρόφηση και στις τρεις ποικιλίες διέφερε στατιστικά σημαντικά τόσο μεταξύ των διαφορετικών βαθμών ΩΔ όσο και μεταξύ των σπόρων χωρίς μεταχείριση από αυτούς που δέχτηκαν προμεταχείριση. Οι παράγοντες αυτοί δεν αλληλεπέδρασαν. Στην ποικιλία *Lider* ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τα ΩΔ. Το ΩΔ -0.2 διέφερε σημαντικά από τις δύο μεγαλύτερες εντάσεις ΩΔ, ενώ το -0.4 διέφερε από το -0.8 χωρίς να σημειώσει διαφορές στην απορρόφηση από το ΩΔ -1.0MPa. Στην ίδια ποικιλία διέφερε σημαντικά το ΩΔ -0,8 με το -1.0MPa. Στην ποικιλία *Campo* τόσο ο μάρτυρας όσο και τα ΩΔ -0.2 και -0.4 διέφεραν μεταξύ τους αλλά και από τα υπόλοιπα ΩΔ (τα οποία μεταξύ τους δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές). Στην ποικιλία *Fantom* ο μάρτυρας διαφοροποιήθηκε από τα ΩΔ, το ΩΔ -0.2 διέφερε από τα τρία ΩΔ με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, ενώ τα ΩΔ -0.4 και -0.6MPa διέφεραν από το ΩΔ -1.0MPa (τα ΩΔ -0.8 και -1.0 MPa δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους). Η απορρόφηση σε αυτό το σημείο αναφοράς ήταν σχεδόν διπλάσια του αρχικού ξηρού βάρους των σπόρων και στις δύο μεταχειρίσεις ειδικά στις χαμηλές εντάσεις ΩΔ και στον μάρτυρα.

### 3.5 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό φυτρώματος

#### 3.5.1 Ποικιλίες χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης



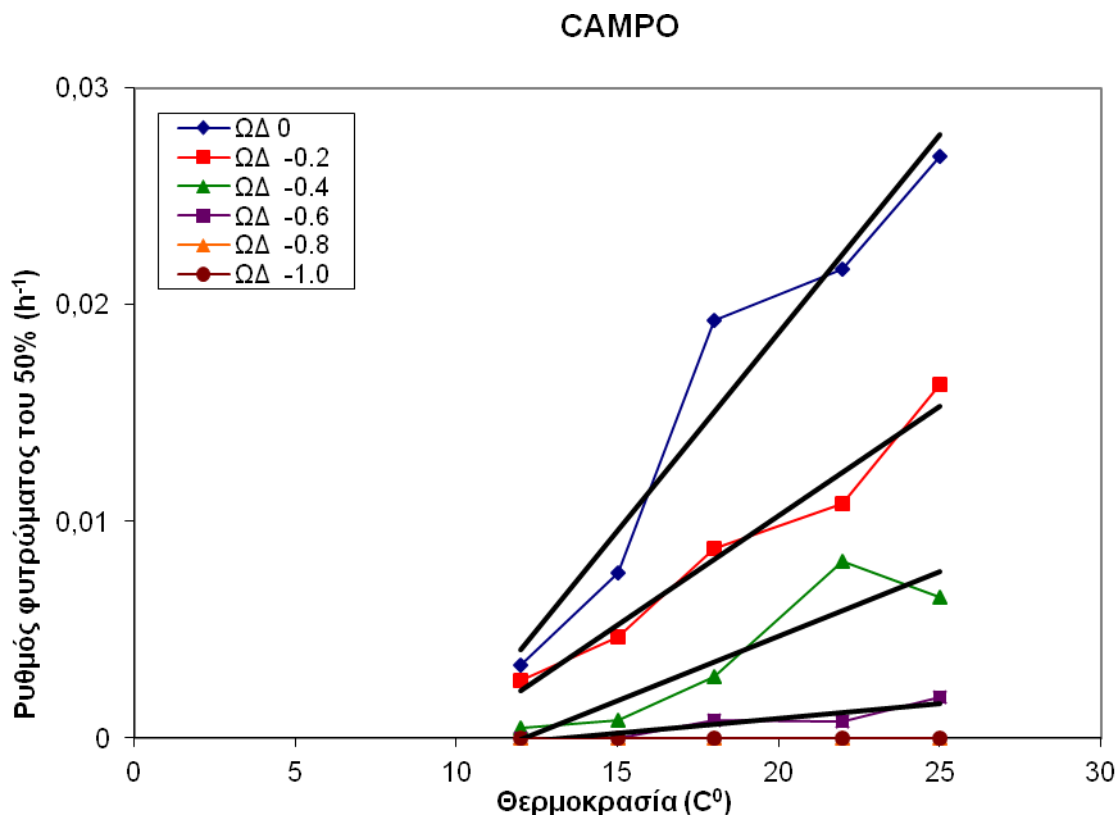
Διάγραμμα 3.60: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider* για κάθε ΩΔ.

**Πίνακας 3.39:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του θερμικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $T_b$ : οριακή θερμοκρασία,  $TT$ : θερμικός χρόνος).

<i>Lider</i>	a	B	$R^2$	$T_b$	$TT$
ΩΔ 0	-0.01451	0.001591	92.4	9.12	628.5
ΩΔ -0.2	-0.00718	0.000776	94.3	9.26	1288.7
ΩΔ -0.4	-0.00772	0.000595	85.4	13.0	1680.7
ΩΔ -0.6	-0.00235	0.000167	77.1	14.1	5988.0

Στο διάγραμμα 3.60 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Lider*. Για το μάρτυρα και το ΩΔ -0.2MPa η οριακή θερμοκρασία τείνει στους 9°C ενώ για το -0.4MPa και για το -0.6 MPa σε υψηλότερες τιμές. Στις μεγαλύτερες

συγκεντρώσεις ΩΔ δεν καταγράφηκε βλάστηση της συγκεκριμένης ποικιλίας. Οι τιμές του αντιστρόφου των κλίσεων των ευθειών (b) εκφράζουν το θερμικό χρόνο (δηλαδή τις θερμικές μονάδες που απαιτούνται για να φυτρώσει το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε κάθε ΩΔ). Η κλίση της ευθείας του μάρτυρα είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (628 θερμικές μονάδες). Ακολούθως τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa με σχεδόν παράλληλες ευθείες απαιτούν 1288 και 1680 θερμικές μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Την μικρότερη κλίση σημείωσε το ΩΔ -0.6MPa με απαιτούμενο το μεγαλύτερο θερμικό χρόνο των 5988 μονάδων.



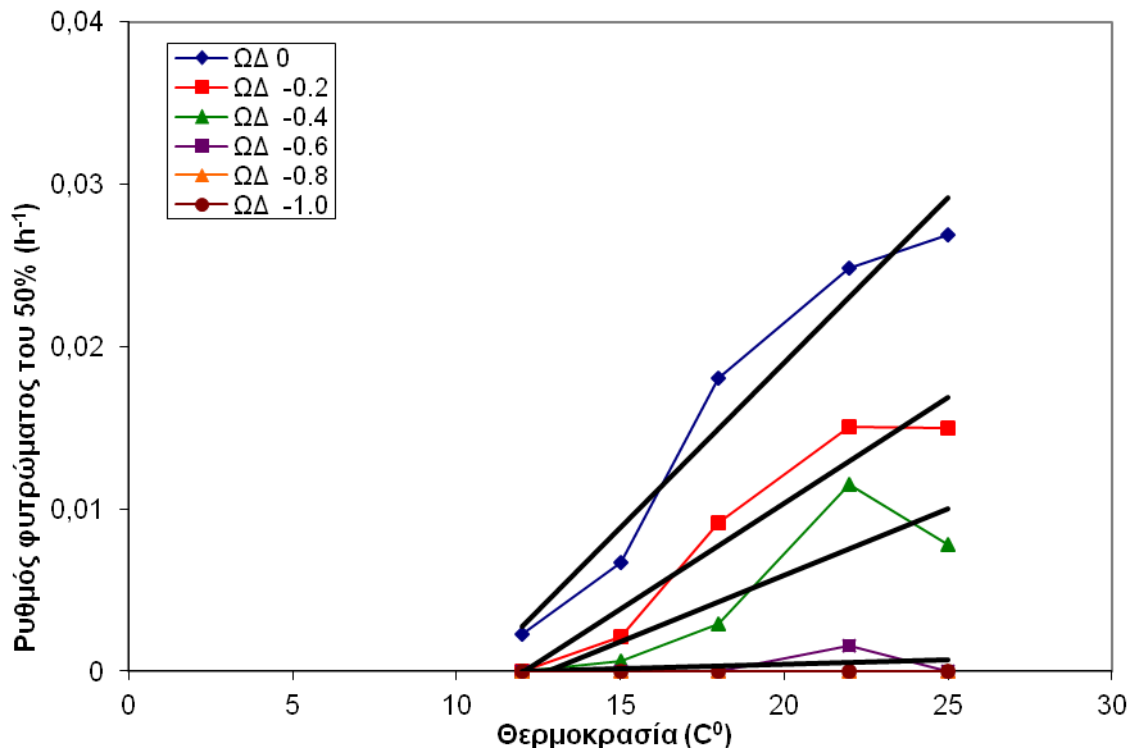
Διάγραμμα 3. 61: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campto* για κάθε ΩΔ.

**Πίνακας 3.40:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του θερμικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $T_b$ : οριακή θερμοκρασία,  $TT$ : θερμικός χρόνος).

<i>Campo</i>	a	b	$R^2$	$T_b$	$TT$
$\Omega\Delta$ 0	-0.01793	0.001831	94.0	9.79	546.1
$\Omega\Delta$ -0.2	-0.00948	0.000946	96.3	10.0	1057.1
$\Omega\Delta$ -0.4	-0.01005	0.000783	88.4	12.8	1277.1
$\Omega\Delta$ -0.6	-0.00182	0.000137	84.2	13.3	7299.3

Στο διάγραμμα 3.61 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Campo*. Για το μάρτυρα και το  $\Omega\Delta$  -0.2MPa η οριακή θερμοκρασία τείνει στους 10°C ενώ για το -0.4 και για το -0.6 στους 13°C. Στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις  $\Omega\Delta$  δεν καταγράφηκε βλάστηση της συγκεκριμένης ποικιλίας. Οι τιμές του αντιστρόφου των κλίσεων των ευθειών (b) εκφράζουν το θερμικό χρόνο στον οποίο μπορεί να φυτρώσει το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε κάθε  $\Omega\Delta$ . Η κλίση της ευθείας του μάρτυρα είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% και συγκεκριμένα 546 θερμικές μονάδες (κατά 82 μονάδες μικρότερος από την ποικιλία *Lider*). Ακολούθως τα  $\Omega\Delta$  -0.2 και -0.4MPa με σχεδόν παράλληλες ευθείες απαιτούν 1057 και 1277 θερμικές μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Τη μικρότερη κλίση σημείωσε το  $\Omega\Delta$  -0.6MPa με απαιτούμενο το μεγαλύτερο θερμικό χρόνο των 7299 θερμικών μονάδων.

## FANTOM



Διάγραμμα 3.62: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom* για κάθε  $\Omega\Delta$ .

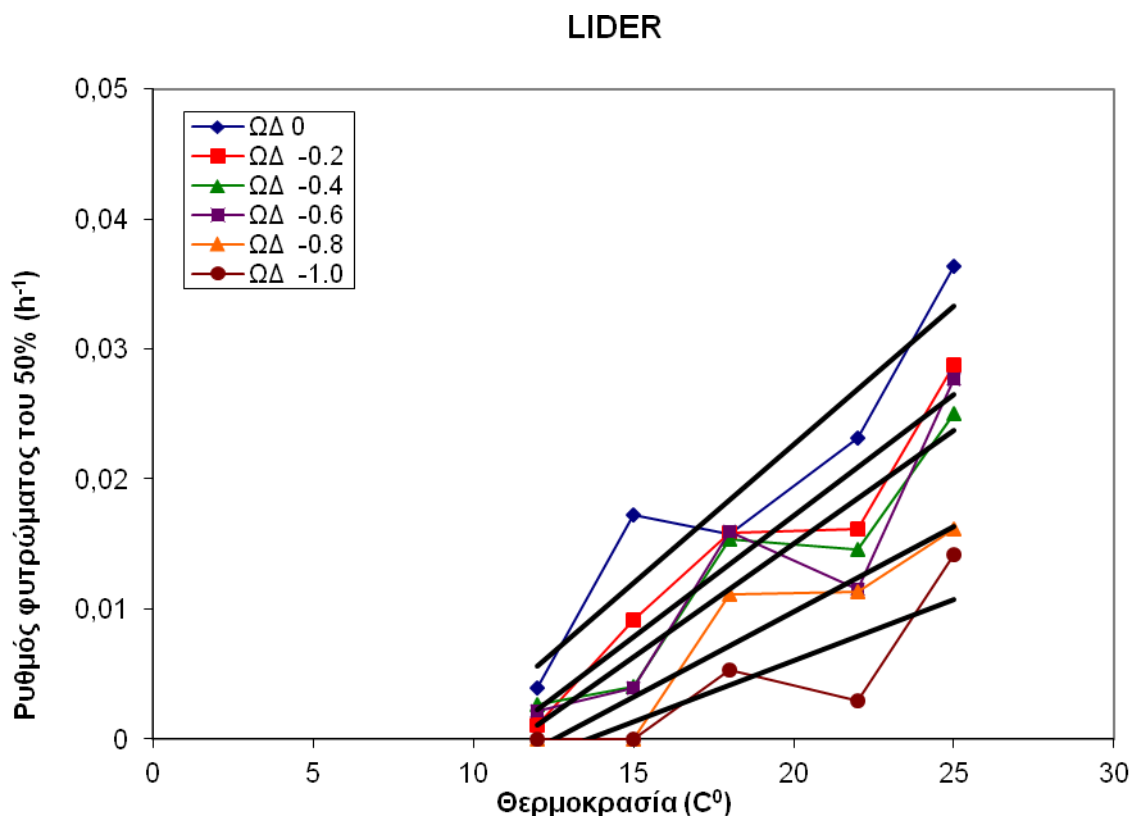
**Πίνακας 3.41:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του θερμικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $T_b$ : οριακή θερμοκρασία,  $TT$ : θερμικός χρόνος).

<i>Fantom</i>	a	B	$R^2$	$T_b$	$TT$
$\Omega\Delta$ 0	-0.02172	0.002036	95.1	10.7	491.2
$\Omega\Delta$ -0.2	-0.01566	0.0013	93.5	12.0	769.2
$\Omega\Delta$ -0.4	-0.0105	0.000819	75.1	12.8	1221.0

Στο διάγραμμα 3.62 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Fantom*. Για τον μάρτυρα η οριακή θερμοκρασία τείνει στους 10°C και για τα  $\Omega\Delta$  -0.2, -0.4 MPa στους 12°C. Στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις  $\Omega\Delta$  δεν καταγράφηκε βλάστηση της συγκεκριμένης ποικιλίας. Οι τιμές του αντιστρόφου των κλίσεων των ευθειών (b) εκφράζουν το θερμικό χρόνο στον οποίο μπορεί να φυτρώσει το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε κάθε  $\Omega\Delta$ . Η κλίση της ευθείας του μάρτυρα είναι η μεγαλύτερη οπότε

απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% και συγκεκριμένα 491 θερμικές μονάδες (ο μικρότερος σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες). Ακολούθως τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa απαιτούν 769 και 1221 θερμικές μονάδες προς βλάστηση αντίστοιχα.

### 3.5.2 Ποικιλίες Με εφαρμογή Προμεταχείρισης

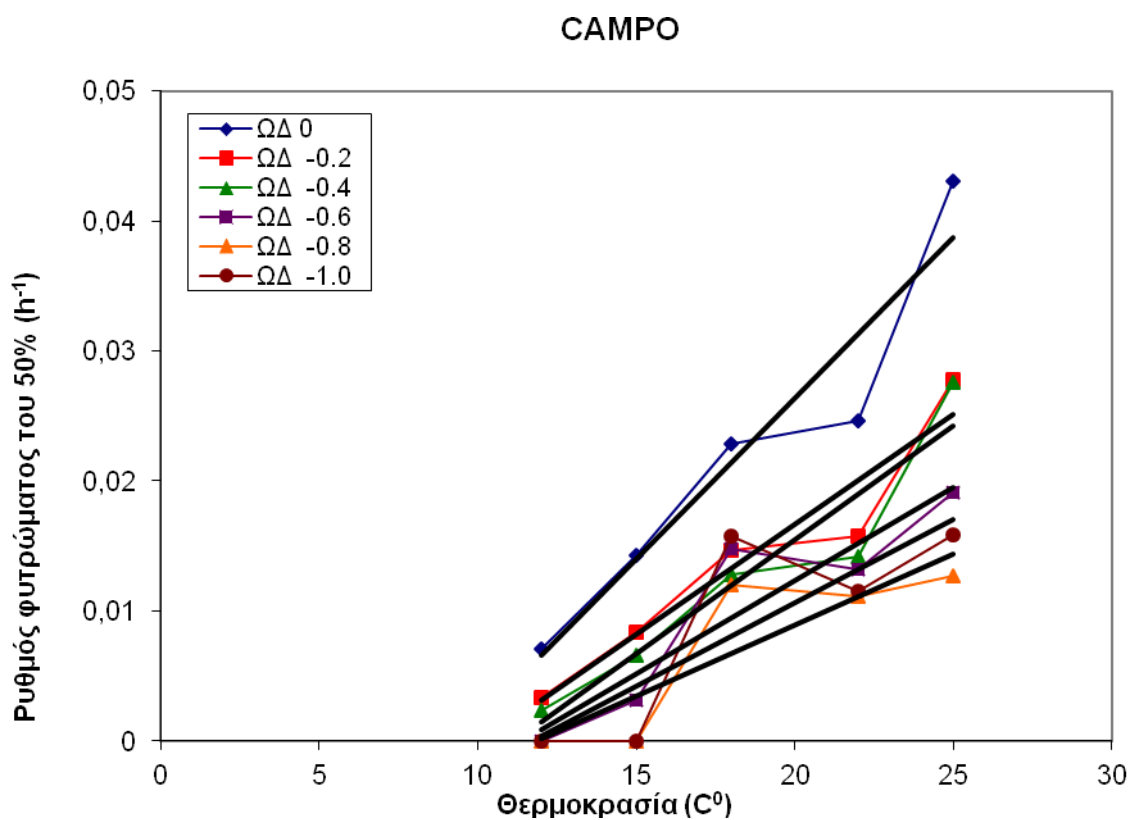


Διάγραμμα 3. 63: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider* για κάθε ΩΔ.

**Πίνακας 3.42:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του θερμικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $T_b$ : οριακή θερμοκρασία,  $TT$ : θερμικός χρόνος).

<i>Lider</i>	a	B	$R^2$	$T_b$	$TT$
ΩΔ 0	-0.01991	0.002129	89.0	9.35	469.7
ΩΔ -0.2	-0.02026	0.001872	91.3	10.8	534.2
ΩΔ -0.4	-0.0182	0.001659	88.6	11.0	602.8
ΩΔ -0.6	-0.01992	0.001747	78.6	11.4	572.4
ΩΔ -0.8	-0.01639	0.001311	87.2	12.5	762.8
ΩΔ -1.0	-0.01277	0.000938	69.7	13.6	1066.1

Στο διάγραμμα 3.63 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Lider*. Συγκεκριμένα για το μάρτυρα η οριακή θερμοκρασία τείνει στο σημείο των 9°C, για τα ΩΔ -0.2, -0.4 και -0.6MPa τείνει στους 11°C ενώ για το -0.8MPa στους 12.5°C και για το -1.0 στους 13.6°C. Οι τιμές του αντιστρόφου των κλίσεων των ευθειών (b) εκράζουν το θερμικό χρόνο στον οποίο μπορεί να φυτρώσει το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε κάθε ΩΔ. Η κλίση της ευθείας του μάρτυρα είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (469 θερμικές μονάδες). Ακολούθως τα ΩΔ -0.2 και -0.6MPa με σχεδόν παράλληλες ευθείες απαιτούν 534 και 572 θερμικές μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Το ΩΔ -0.4MPa απαιτεί περισσότερο θερμικό χρόνο (602 θ.μ.) σε σύγκριση με το αμέσως μεγαλύτερο του. Τέλος τις μικρότερες κλίσεις σημειώνουν τα ΩΔ -0.8 και 1.0MPa με απαιτούμενες 762 και 1066 θερμικές μονάδες αντίστοιχα. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο απαιτούμενος θερμικός χρόνος μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης είναι φανερά μικρότερος σε όλα τα ΩΔ.



Διάγραμμα 3. 64: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campro* για κάθε ΩΔ.

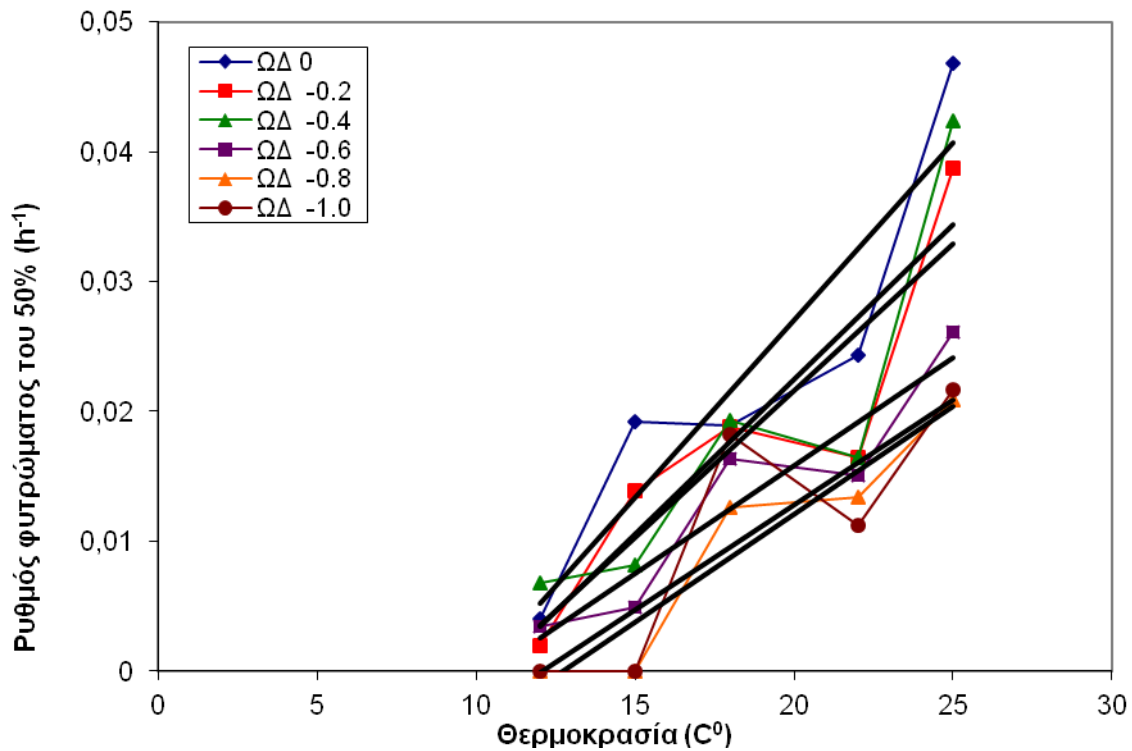
**Πίνακας 3.43:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του θερμικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $T_b$ : οριακή θερμοκρασία,  $TT$ : θερμικός χρόνος).

<i>Campo</i>	a	B	$R^2$	$T_b$	$TT$
$\Omega\Delta$ 0	-0.02309	0.002471	91.0	9.34	404.7
$\Omega\Delta$ -0.2	-0.01713	0.001691	91.9	10.1	591.4
$\Omega\Delta$ -0.4	-0.01948	0.001758	90.2	11.1	568.8
$\Omega\Delta$ -0.6	-0.01633	0.001433	85.7	11.4	697.8
$\Omega\Delta$ -0.8	-0.01289	0.001089	75.4	11.8	918.3
$\Omega\Delta$ -1.0	-0.01494	0.00128	68.9	11.7	781.3

Στο διάγραμμα 3.64 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Campo*. Συγκεκριμένα για το μάρτυρα η οριακή θερμοκρασία βρίσκεται σημείο των 9°C, για το  $\Omega\Delta$  -0.2MPa τείνει στους 10°C ενώ για τα υπόλοιπα  $\Omega\Delta$  η θερμοκρασία βάσης είναι 11°C (έως 12°). Οι τιμές του αντιστρόφου των κλίσεων των ευθειών (b) εκφράζουν το θερμικό χρόνο στον οποίο μπορεί να φυτρώσει το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε κάθε  $\Omega\Delta$ . Η κλίση της ευθείας του μάρτυρα είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (404 θερμικές μονάδες). Ακολουθώς τα  $\Omega\Delta$  -0.2 και -0.4MPa με σχεδόν παράλληλες ευθείες απαιτούν 591 και 568 θερμικές μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Τα μεγαλύτερης έντασης  $\Omega\Delta$  -0.6, -0.8 και -1.0MPa με τις μικρότερες κλίσεις απαιτούν περισσότερο θερμικό χρόνο (697, 918 και 781 θ.μ. αντίστοιχα) με το  $\Omega\Delta$  -0.8 MPa να κατέχει το μεγαλύτερο χρόνο. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο απαιτούμενος θερμικός χρόνος μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης είναι φανερά μικρότερος σε όλα τα  $\Omega\Delta$ , και η οριακή θερμοκρασία ελάχιστα μικρότερη (έως 1°C) κυρίως στα υψηλής συγκέντρωσης  $\Omega\Delta$ .



### FANTOM



Διάγραμμα 3. 65: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom* για κάθε ΩΔ.

**Πίνακας 3.44:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του θερμικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $T_b$ : οριακή θερμοκρασία,  $TT$ : θερμικός χρόνος).

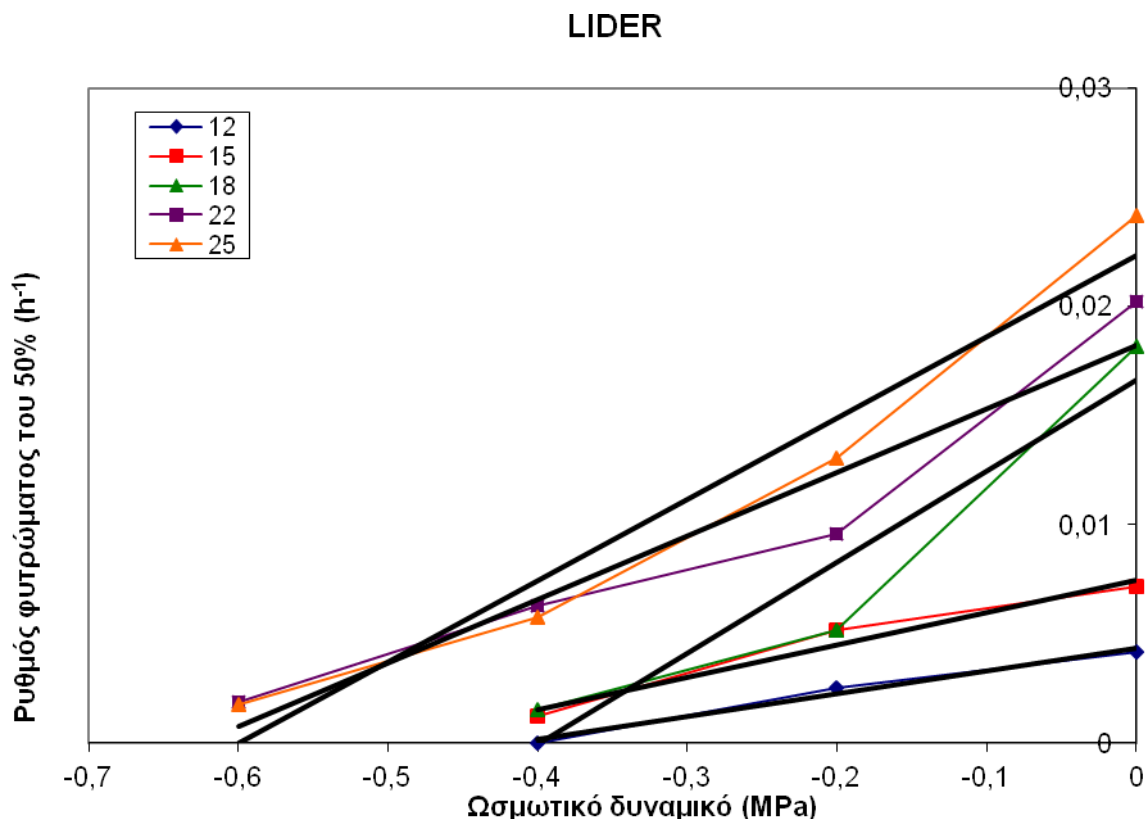
<i>Fantom</i>	a	b	$R^2$	$T_b$	$TT$
ΩΔ 0	-0.02761	0.002731	84.9	10.1	366.2
ΩΔ -0.2	-0.02367	0.002264	79.4	10.5	441.7
ΩΔ -0.4	-0.02514	0.00238	75.6	10.6	420.2
ΩΔ -0.6	-0.01739	0.001661	87.4	10.5	602.0
ΩΔ -0.8	-0.02115	0.00166	89.6	12.7	602.4
ΩΔ -1.0	-0.01944	0.001612	70.1	12.1	620.3

Στο διάγραμμα 3.65 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και της θερμοκρασίας βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Fantom*. Συγκεκριμένα για το μάρτυρα έως και το ΩΔ -0.6MPa η οριακή θερμοκρασία τείνει στους 10°C, ενώ για τα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa τείνει στους 12°C. Οι τιμές του αντιστρόφου των κλίσεων των ευθειών (b) εκφράζουν το θερμικό χρόνο στον

οποίο μπορεί να φυτρώσει το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε κάθε ΩΔ. Οι κλίσεις των ευθειών δημιουργούν τρεις ομάδες απαιτούμενου θερμικού χρόνου προς βλάστηση. Του μάρτυρα, η ευθεία έχει την μεγαλύτερη κλίση οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (366 θερμικές μονάδες). Ακολούθως τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa με σχεδόν παράλληλες ευθείες απαιτούν 441 και 426 θερμικές μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Τα μεγαλύτερης έντασης ΩΔ -0.6, -0.8 και -1.0MPa παρουσιάζουν τις μικρότερες κλίσεις και απαιτούν περισσότερο θερμικό χρόνο 602, 602 και 620μονάδες αντίστοιχα. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο απαιτούμενος θερμικός χρόνος μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης είναι φανερά μικρότερος σε όλα τα ΩΔ, και η οριακή θερμοκρασία, πέραν του μάρτυρα, ελάχιστα μικρότερη (έως 1°C) κυρίως στα υψηλής συγκέντρωσης ΩΔ.

### 3.6 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στο ρυθμό φυτρώματος

#### 3.6.1 Ποικιλίες Χωρίς εφαρμογή Προμεταχείρισης



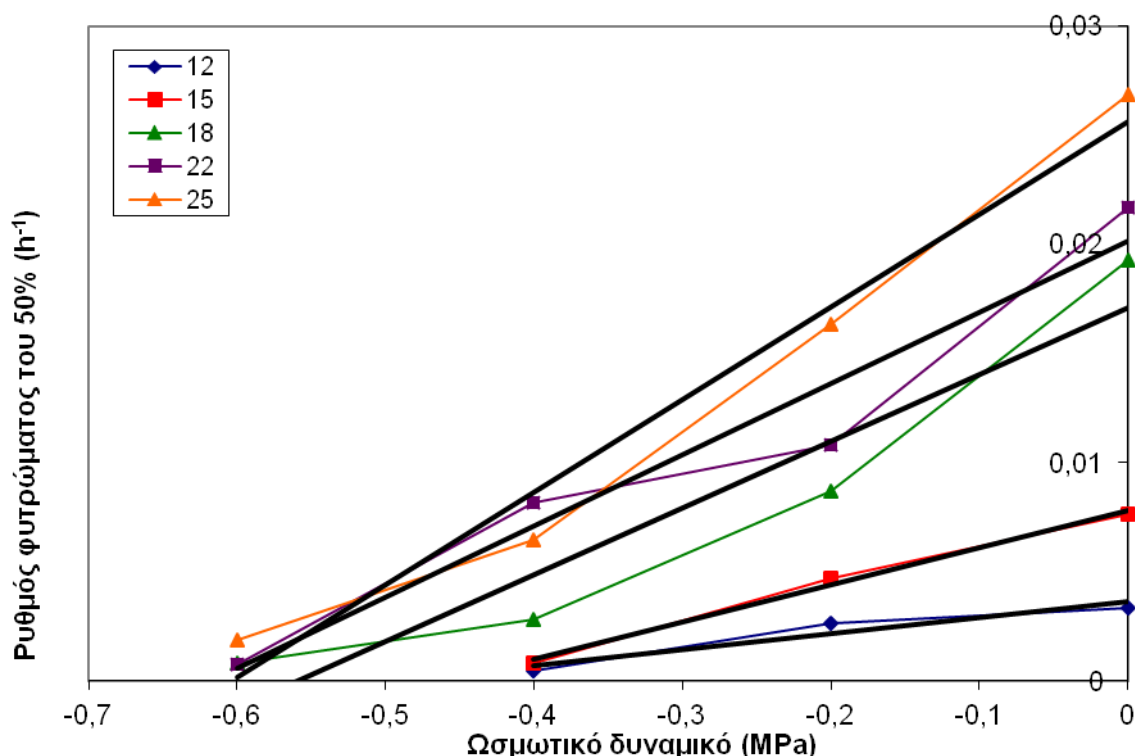
Διάγραμμα 3. 66: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider* σε κάθε θερμοκρασία.

**Πίνακας 3.45:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του υδατικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $\psi b$ : οριακό υδατικό δυναμικό, HT: υδατικός χρόνος).

<i>Lider</i>	a	b	$R^2$	$\psi b$	HT
12° C	0.004317	0.010427	98.5	-0.414	95.9
15° C	0.007479	0.014826	96.6	-0.504	67.4
18° C	0.016622	0.041667	90.6	-0.399	24.0
22° C	0.018233	0.029155	92.7	-0.625	34.3
25° C	0.022337	0.037221	95.7	-0.600	26.9

Στο διάγραμμα 3.66 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Lider*. Οι τομές των ευθειών με τον οριζόντιο άξονα αντιπροσωπεύουν τα αρνητικότερα ικανά υδατικά δυναμικά προς βλάστηση κάθε θερμοκρασίας. Επομένως για τους 12°C είναι το -0.4MPa, για τους 15°C το -0.5MPa και μικρότερη τιμή σημειώνεται στους 18°C (-0.3MPa). Στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) το μέγιστο συμπίπτει στο -0.6MPa, υποδηλώνοντας την ικανότητα των σπόρων προς βλάστηση σε μεγαλύτερες υδατικές καταπονήσεις στις συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Οι κλίσεις των ευθειών (b) εκφράζουν τον υδατικό χρόνο που απαιτείται για να φυτρώσει το κλάσμα 50% σε κάθε θερμοκρασία. Στις υψηλές θερμοκρασίες ο υδατικός χρόνος είναι μικρότερος συγκριτικά με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες και κυμαίνεται από 24 έως 34.3 μονάδες. Τη μικρότερη κλίση σημειώνουν οι δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες με παράλληλες σχεδόν ευθείες και απαιτούν το μέγιστο υδατικό χρόνο ( 95 μονάδες στους 12°C και 67 μονάδες στους 15°C).

### CAMPO



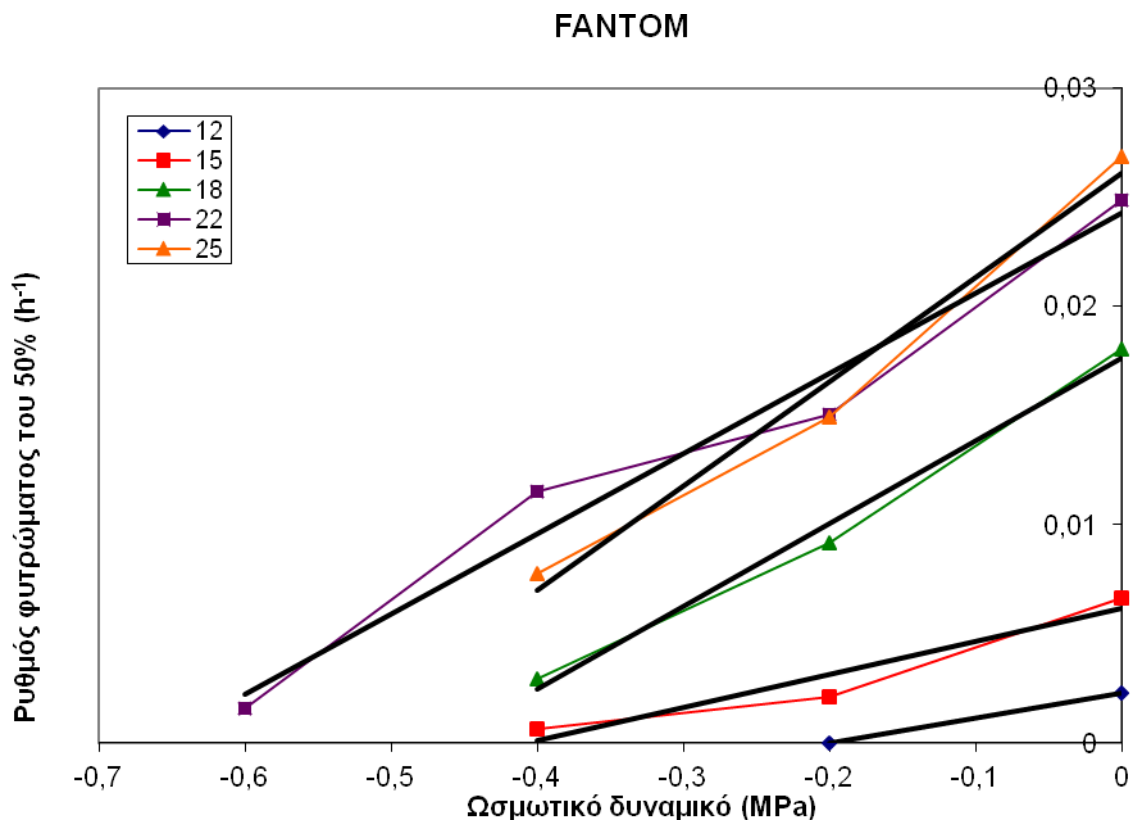
Διάγραμμα 3. 67: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campo* σε κάθε θερμοκρασία.

**Πίνακας 3.46:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του υδατικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $\psi b$ : οριακό υδατικό δυναμικό, HT: υδατικός χρόνος).

<i>Campo</i>	a	b	$R^2$	$\psi b$	HT
12° C	0.003611	0.007316	92.5	-0.494	136.7
15° C	0.007793	0.017032	99.4	-0.458	58.71
18° C	0.017094	0.030602	91.1	-0.559	32.68
22° C	0.020146	0.032649	94.9	-0.617	30.63
25° C	0.025603	0.042372	97.3	-0.604	23.60

Στο διάγραμμα 3.67 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Campo*. Οι τομές των ευθειών στον οριζόντιο άξονα αντιπροσωπεύουν τα αρνητικότερα ικανά υδατικά δυναμικά προς βλάστηση κάθε θερμοκρασίας. Επομένως για τους 12°C και 15°C είναι το -0.4MPa και για τους 18°C το -0.5MPa. Στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) το μέγιστο συμπίπτει στο -0.6MPa, υποδηλώνοντας την ικανότητα των σπόρων προς βλάστηση σε μεγαλύτερες υδατικές καταπονήσεις στις

συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Οι κλίσεις των ευθειών (b) εκφράζουν τον υδατικό χρόνο που απαιτείται για να φυτρώσει το κλάσμα 50% σε κάθε θερμοκρασία. Η κλίση της ευθείας των 25°C είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (23 μονάδες). Έπονται οι θερμοκρασίες 18 και 22°C (οι ευθείες τους είναι σχεδόν παράλληλες) με απαιτούμενο υδατικό χρόνο 30 και 32 μονάδες προς βλάστηση αντίστοιχα. Τη μικρότερη κλίση σημειώνουν οι δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες και απαιτούν το μέγιστο υδατικό χρόνο (136 μονάδες στους 12°C και 58 μονάδες στους 15°C).



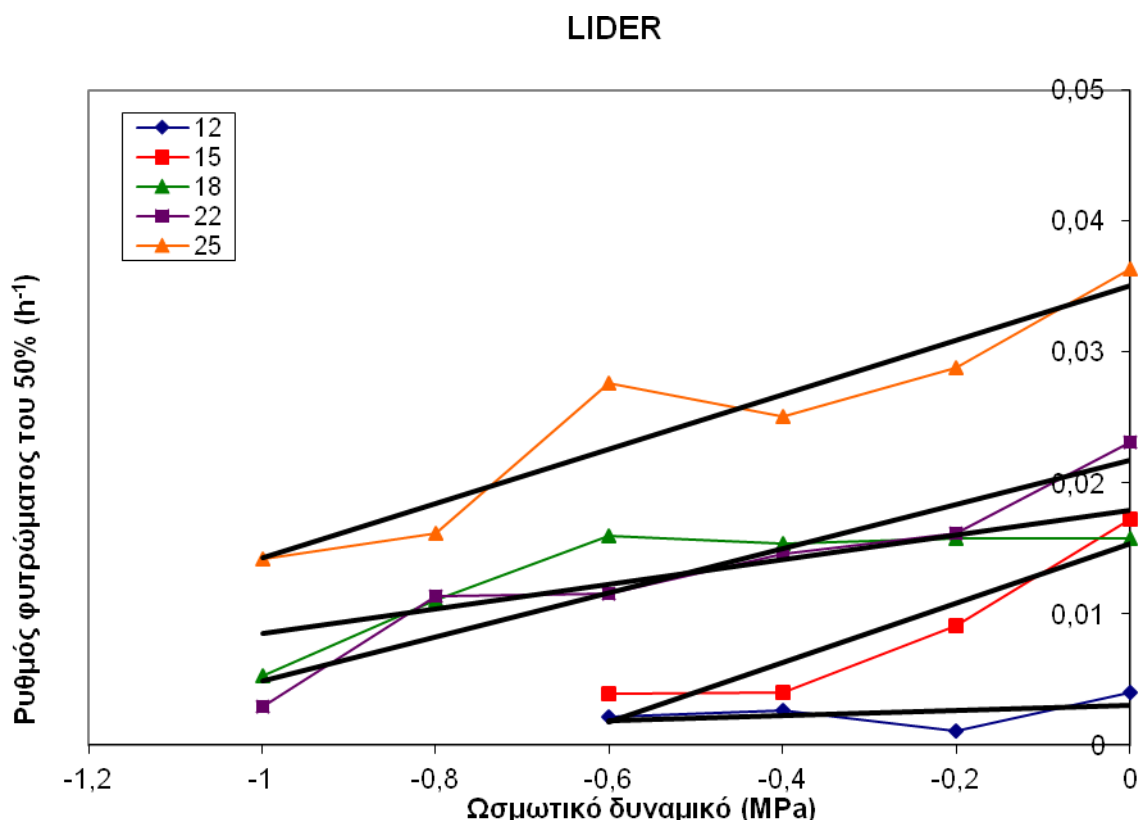
Διάγραμμα 3. 68: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom* σε κάθε θερμοκρασία.

**Πίνακας 3.47:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του υδατικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης, R<sup>2</sup>: συντελεστής προσδιορισμού, ψb: οριακό υδατικό δυναμικό, HT: υδατικός χρόνος).

<i>Fantom</i>	a	b	R <sup>2</sup>	ψb	HT
12° C	0.00229	0.011449	99	-0.200	87.34
15° C	0.006152	0.015059	92.3	-0.409	66.41
18° C	0.017612	0.037879	99.0	-0.465	26.40
22° C	0.026087	0.047762	98.0	-0.546	20.94
25° C	0.024249	0.036656	97.1	-0.662	27.28

Στο διάγραμμα 3.68 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Fantom*. Οι τομές των ευθειών στον οριζόντιο άξονα αντιπροσωπεύουν τα αρνητικότερα ικανά υδατικά δυναμικά προς βλάστηση κάθε θερμοκρασίας. Επομένως για τους 12°C είναι το -0.2MPa και για τους 15°C και 18°C το -0.4MPa. Στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες 22 και 25°C το αρνητικότερο υδατικό δυναμικό ικανό προς βλάστηση είναι το -0.5 και -0.6MPa αντίστοιχα (υποδηλώνοντας την ικανότητα των σπόρων προς βλάστηση σε μεγαλύτερες υδατικές καταπονήσεις στις συγκεκριμένες θερμοκρασίες). Οι κλίσεις των ευθειών (b) εκφράζουν τον υδατικό χρόνο που απαιτείται για να φυτρώσει το κλάσμα 50% σε κάθε θερμοκρασία. Η κλίση της ευθείας των 22°C είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (20 μονάδες). Έπονται οι θερμοκρασίες 18 και 25°C (οι ευθείες τους είναι σχεδόν παράλληλες) με απαιτούμενο υδατικό χρόνο 26 και 27 μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Τέλος τη μικρότερη κλίση σημειώνουν οι δύο χαμηλότερες θερμοκρασίες και απαιτούν το μεγαλύτερο υδατικό χρόνο (87 μονάδες στους 12°C και 66 μονάδες στους 15°C).

### 3.6.2 Ποικιλίες Με εφαρμογή Προμεταχείρισης



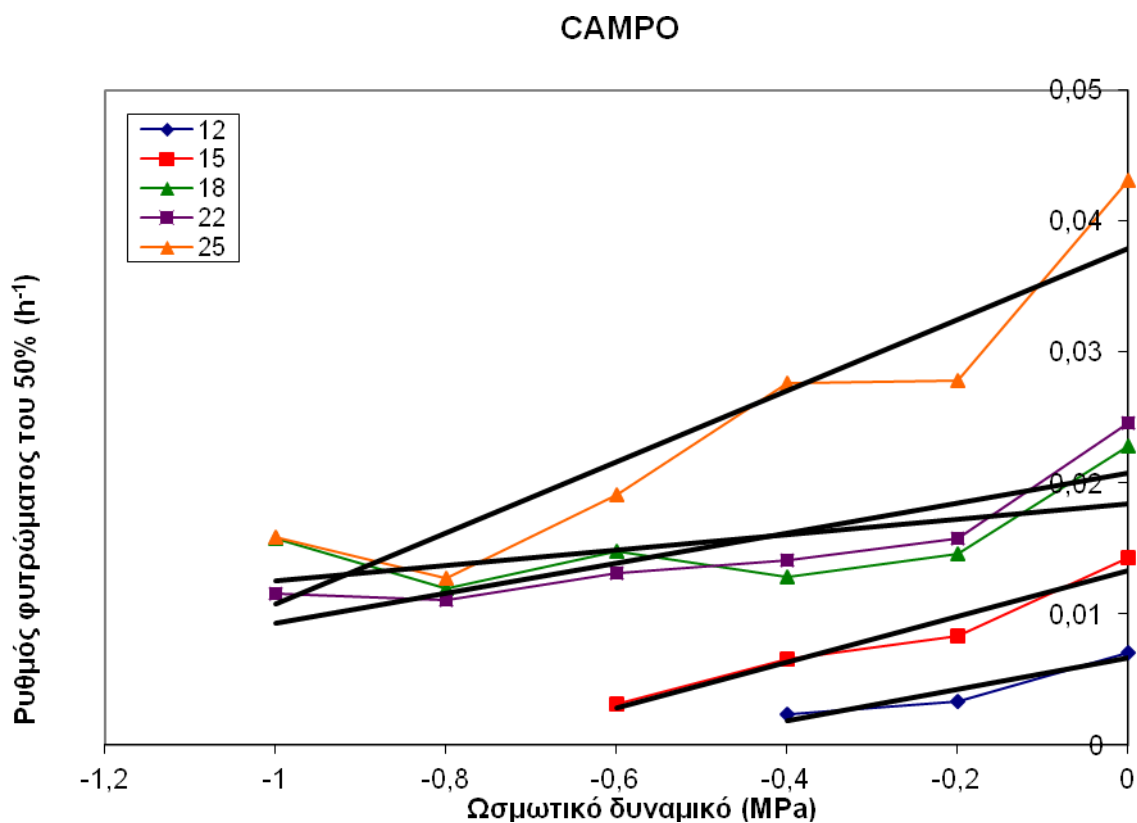
Διάγραμμα 3. 69: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Lider* σε κάθε θερμοκρασία.

**Πίνακας 3.48:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του υδατικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $\psi_b$ : οριακό υδατικό δυναμικό, HT: υδατικός χρόνος).

<i>Lider</i>	a	b	$R^2$	$\psi_b$	HT
12° C	0.003031	0.001988	17.7		
15° C	0.015343	0.022581	86.2	-0.679	44.29
18° C	0.017908	0.09386	66.7	-0.191	10.65
22° C	0.021726	0.016875	90.8	-1.29	59.26
25° C	0.035111	0.020824	88.4	-1.69	48.02

Στο διάγραμμα 3.69 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Lider*. Οι τομές των ευθειών στον οριζόντιο άξονα αντιπροσωπεύουν τα αρνητικότερα ικανά υδατικά δυναμικά προς βλάστηση κάθε θερμοκρασίας. Στην συγκεκριμένη ποικιλία στους 12°C δεν καταγράφηκε βλάστηση σε πιθανή υδατική καταπόνηση. Για τους 15°C το αρνητικότερο ΩΔ προς βλάστηση είναι το -0.6MPa και

σημαντικά μικρότερη τιμή σημειώνεται στους 18°C (-0.1MPa). Στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) είναι φανερή η επίδραση της προμεταχείρισης καθώς το μέγιστο ΩΔ ξεπερνά το -1.0MPa, υποδηλώνοντας την ικανότητα των σπόρων προς βλάστηση σε μεγάλες υδατικές καταπονήσεις στις συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Οι κλίσεις των ευθειών (b) εκφράζουν τον υδατικό χρόνο που απαιτείται για να φυτρώσει το κλάσμα 50% σε κάθε θερμοκρασία. Η κλίση της ευθείας των 25°C είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (48 μονάδες). Έπονται οι θερμοκρασίες 22 και 15°C με απαιτούμενο υδατικό χρόνο 59 και 44 μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Τη μικρότερη κλίση σημειώνει η θερμοκρασία των 18°C όπου απαιτεί μικρό υδατικό χρόνο (10 μονάδες) αλλά για σχετικά μικρή υδατική καταπόνηση. Η ευθεία της θερμοκρασίας 12°C είναι παράλληλη στον οριζόντιο άξονα με μηδενική κλίση και βλάστηση.



Διάγραμμα 3. 70: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Campro* σε κάθε θερμοκρασία.

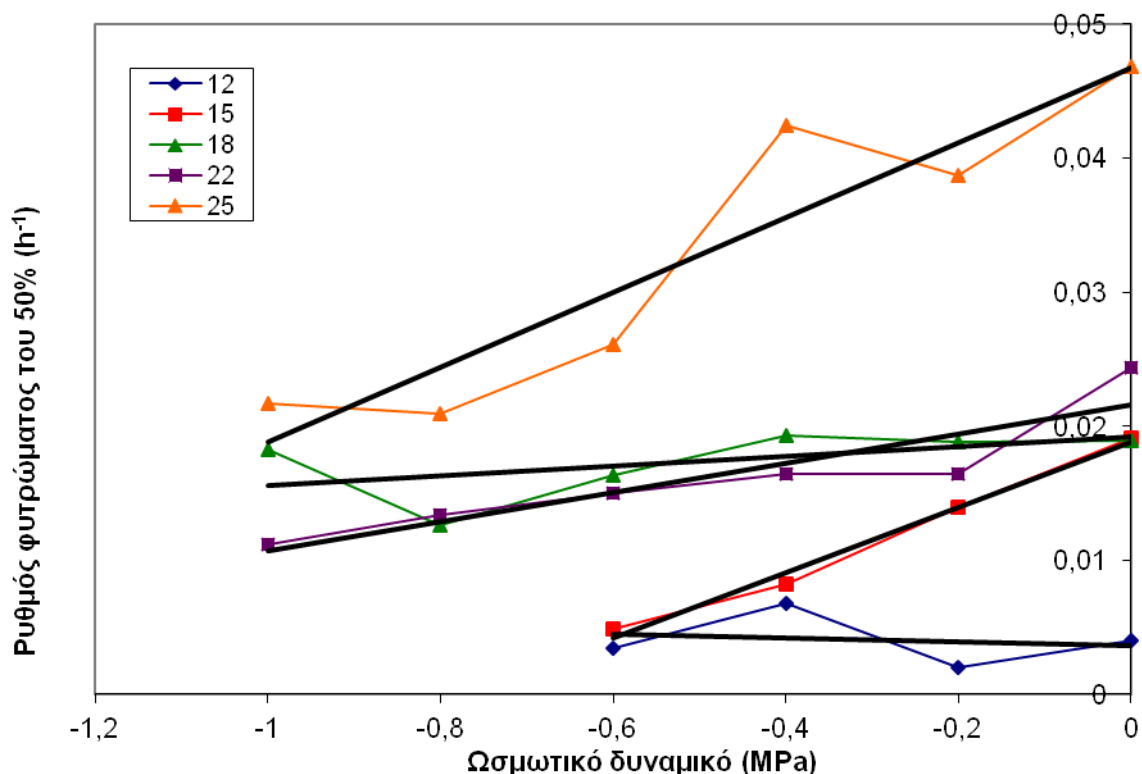


**Πίνακας 3.49:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του υδατικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $\psi b$ : οριακό υδατικό δυναμικό, HT: υδατικός χρόνος).

<i>Campo</i>	a	b	$R^2$	$\psi b$	HT
12° C	0.00662	0.011868	90.6	-0.558	84.26
15° C	0.013364	0.017595	94.8	-0.760	56.83
18° C	0.018441	0.005946	33.1		
22° C	0.020785	0.011492	74.4	-1.81	87.02
25° C	0.037916	0.02713	84.7	-1.40	36.86

Στο διάγραμμα 3.70 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Campo*. Οι τομές των ευθειών στον οριζόντιο άξονα αντιπροσωπεύουν τα αρνητικότερα ικανά υδατικά δυναμικά προς βλάστηση κάθε θερμοκρασίας. Επομένως για τους 12°C και 15°C είναι το -0.5 και -0.7MPa αντίστοιχα. Στη θερμοκρασία των 18°C λόγω της μικρής τιμής του συντελεστή προσδιορισμού δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός των παραμέτρων. Στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες (22 και 25°C) το μέγιστο  $\Omega\Delta$  ξεπερνά το -1.0MPa, υποδηλώνοντας την ικανότητα των σπόρων προς βλάστηση σε μεγαλύτερες υδατικές καταπονήσεις στις συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Οι κλίσεις των ευθειών (b) εκφράζουν τον υδατικό χρόνο που απαιτείται για να φυτρώσει το κλάσμα 50% σε κάθε θερμοκρασία. Η κλίση της ευθείας των 25°C είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (36 μονάδες). Έπονται οι θερμοκρασίες 12 και 15°C (οι ευθείες τους είναι σχεδόν παράλληλες) με απαιτούμενο υδατικό χρόνο 84 και 56 μονάδες για βλάστηση αντίστοιχα. Τη μικρότερη κλίση σημείωσε η θερμοκρασία των 22°C όπου απαίτησε το μέγιστο υδατικό χρόνο προς βλάστηση σε μεγαλύτερες βέβαια υδατικές καταπονήσεις (87 μονάδες).

## FANTOM



Διάγραμμα 3. 71: Σχέση του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού της ποικιλίας *Fantom* σε κάθε θερμοκρασία.

**Πίνακας 3.50:** Ανάλυση των παραμέτρων της εξίσωσης του υδατικού μοντέλου. (a,b: παράμετροι της γραμμικής εξίσωσης,  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού,  $\psi b$ : οριακό υδατικό δυναμικό, HT: υδατικός χρόνος).

<i>Fantom</i>	a	b	$R^2$	$\psi b$	HT
12° C	0.0036	-0.00155	0.038		
15° C	0.018827	0.024301	98.88	-0.775	41.15
18° C	0.019166	0.003573	27.5		
22° C	0.01966	0.003573	27.5		
25° C	0.046721	0.027914	86.09	-1.674	35.82

Στο διάγραμμα 3.71 παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού φυτρώματος και του υδατικού δυναμικού βλάστησης για το κλάσμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων για την ποικιλία *Fantom*. Οι τομές των ευθειών στον οριζόντιο άξονα αντιπροσωπεύουν τα αρνητικότερα ικανά υδατικά δυναμικά προς βλάστηση κάθε θερμοκρασίας. Επομένως για τους 15 °C σημειώθηκε ΩΔ -0.7MPa. Στις θερμοκρασίες 18 και 22°C τα δεδομένα δεν έδωσαν ικανοποιητική σχέση μεταξύ του υδατικού δυναμικού προς βλάστηση με το ρυθμό φυτρώματος. Στους 25°C το ωσμωτικό δυναμικό ικανό για βλάστηση των σπόρων είναι -

1.6MPa. Οι κλίσεις των ευθειών (b) εκφράζουν τον υδατικό χρόνο που απαιτείται για να φυτρώσει το κλάσμα 50% σε κάθε θερμοκρασία. Η κλίση των ευθειών των θερμοκρασιών 15 και 25°C είναι η μεγαλύτερη οπότε απαιτείται ο μικρότερος χρόνος προς βλάστηση του 50% (41 και 35 μονάδες αντίστοιχα).

## Κεφάλαιο 4

### 4.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Έπειτα από το σχολιασμό και την ανάλυση των διαγραμμάτων για τις χρονικές πορείες του αθροιστικού φυτρώματος των τριών ποικιλιών, παρατηρήθηκε ότι στη θερμοκρασία των 12 °C, η οποία αναφέρεται ως ελάχιστη για τη βλάστηση του βαμβακιού, σημειώθηκαν χαμηλά ποσοστά βλάστησης, τόσο στο μάρτυρα, όσο και σε ΩΔ -0.2MPa χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης. Μετά την προμεταχείριση καταγράφηκε βλάστηση σε χαμηλότερες τιμές ΩΔ (έως -0.6MPa), καθώς και μεγαλύτερα τελικά ποσοστά βλάστησης. Η ποικιλία *Lider* έδωσε καλύτερα αποτελέσματα στο μάρτυρα, τόσο όταν δέχτηκε την προμεταχείριση (71%), όσο και χωρίς αυτήν (56%). Η ποικιλία *Campo* στο πείραμα χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης σημείωσε μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλάστησης, καθώς και ρυθμό βλάστησης σε σύγκριση με τις δύο άλλες ποικιλίες στα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa. Όλες οι ποικιλίες παρουσίασαν υψηλότερα τελικά ποσοστά βλάστησης μετά την προμεταχείριση της υδροβελτίωσης στην υδατική καταπόνηση με την ποικιλία *Fantom* να ξεχωρίζει. Η επιτάχυνση και η επίτευξη ομοιομορφίας, μέσω της υδροβελτίωσης στη βλάστηση υπό αντίξοες συνθήκες ανάπτυξης, συμφωνεί με τα συμπεράσματα των Bradford (1986, 1995) και Parera & Cantliffe (1994).

Στη θερμοκρασία των 15 °C ξεχώρισε η ποικιλία *Campo*, τόσο στην προμεταχείριση, όσο και χωρίς αυτή, στο μάρτυρα και σε ΩΔ -0.2MPa. Στο μάρτυρα σημείωσε το υψηλότερο τελικό ποσοστό (73%), ενώ μετά την προμεταχείριση παρατηρήθηκε αύξηση του τελικού ποσοστού βλάστησης κατά 10%. Στο ΩΔ -0.2MPa παρατηρήθηκε αντίστοιχα 49% ποσοστό βλάστησης, χωρίς προμεταχείριση και 57% με προμεταχείριση. Στο ΩΔ -0.4MPa στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, η ποικιλία *Lider* έδωσε το καλύτερο ποσοστό βλάστησης, το οποίο όμως ήταν αρκετά χαμηλό. Σύμφωνα με τους Casenave & Toselli (2007) η αύξηση της υδατικής καταπόνησης οδήγησε σε μειωμένα ποσοστά βλάστησης. Με την εφαρμογή προμεταχείρισης η ποικιλία *Campo* σημείωσε το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης, ενώ η ποικιλία *Fantom* δραστηριοποιήθηκε πιο γρήγορα (όπως και στο ΩΔ -0.2 MPa). Συνεπώς και σύμφωνα με την μελέτη των Welbaum *et al.* (1998) η υδροβελτίωση δε μεγαλώνει το θερμοκρασιακό εύρος βλάστησης, αλλά επιτρέπει σε ένα μεγαλύτερο ποσοστό να βλαστήσει σε θερμοκρασίες που δεν είναι άριστες. Στο ΩΔ -0.6MPa μόνο μετά την εφαρμογή

προμεταχείρισης καταγράφηκε βλάστηση και η ποικιλία *Fantom* σημείωσε τον υψηλότερο ρυθμό βλάστησης και το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό.

Στη θερμοκρασία των 18 °C η ποικιλία *Campo* στο μάρτυρα σημείωσε το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλάστησης (83%) και έπεται η ποικιλία *Fantom* με ποσοστό βλάστησης 73%. Αξιοσημείωτο είναι ότι μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης ξεχώρισαν οι ίδιες ποικιλίες και τα ποσοστά βλάστησης ήταν παρόμοια, κάτι που συμφωνεί με τους Christiansen & Rowland (1986), οι οποίοι μελετώντας την ίδια θερμοκρασία συμπέραναν ότι δεν επηρεάζεται το τελικό ποσοστό βλάστησης (χωρίς υδατική καταπόνηση), αλλά μειώνεται ο χρόνος της διαδικασίας. Η προμεταχείριση έδειξε σημαντικές διαφορές σε χαμηλότερη τιμή ΩΔ (-0.2MPa), όπου η ποικιλία *Campo* ξεχώρισε επίσης με 26% τελικό ποσοστό βλάστησης στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, ενώ κατέγραψε 81% τελικό ποσοστό μετά την προμεταχείριση. Αντίστοιχα και στο ΩΔ -0.4MPa η ίδια ποικιλία στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση σημείωσε πολύ χαμηλό ποσοστό (καθώς καλύτερα αποτελέσματα σημείωσε η ποικιλία *Fantom*), ενώ μετά την προμεταχείριση κατέγραψε επίπεδα βλάστησης 42%. Σε χαμηλότερα ωσμωτικά δυναμικά οι σπόροι που δε δέχτηκαν προμεταχείριση δε βλάστησαν πέραν της ποικιλίας *Campo*, όπου στο ΩΔ -0.6MPa σημείωσε ελάχιστο ποσοστό βλάστησης. Στο πείραμα με την υδατική προμεταχείριση οι ποικιλίες παρά την υδατική καταπόνηση ενεργοποιήθηκαν προς βλάστηση, με την ποικιλία *Campo* να καταγράφει 30% τελικό ποσοστό βλάστησης στο ΩΔ -0.6MPa και 11% στο ΩΔ -1.0MPa. Στο ΩΔ -0.8MPa ξεχώρισε η ποικιλία *Fantom* με 14% ποσοστό βλάστησης. Με την άνοδο των θερμοκρασιών τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν υψηλότερα και εντάθηκε η επίδραση της προμεταχείρισης, κάτι το οποίο συντελεί στο να ξεπεραστεί η θερμική παρεμπόδιση που παρατηρήθηκε σε βέλτιστες θερμοκρασίες, όπως παρατήρησαν σε άλλα φυτά οι Parera & Cantliffe (1994) και Nascimento (2003) και συνεπώς προσδίδει την ικανότητα στις ποικιλίες για βλάστηση σε αυξημένες τιμές ωσμωτικών καταπονήσεων.

Στη θερμοκρασία των 22 °C στο μάρτυρα ξεχώρισε η ποικιλία *Campo*, τόσο στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, όσο και έπειτα της προμεταχείρισης. Στη θερμοκρασία αυτή οι Cole & Christiansen (1975) βρήκαν ότι οι σπόροι του βαμβακιού έχουν υψηλή βλαστική ικανότητα. Το τελικό ποσοστό βλάστησης (80%) αυξήθηκε μόνο κατά 5%, μετά τη μερική ενυδάτωση των σπόρων. Στο ΩΔ -0.2MPa η ποικιλία *Fantom* δραστηριοποιήθηκε προς βλάστηση πρώτη και έπειτα η ποικιλία *Campo* με τελικά ποσοστά 31% και 32% αντίστοιχα. Μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης η ποικιλία *Campo* σημείωσε το υψηλό ποσοστό

βλαστημένων σπόρων 75% και διέφερε σημαντικά από τις άλλες δύο ποικιλίες. Στο ΩΔ -0.4MPa, στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση επίσης δραστηριοποιήθηκε πρώτη η ποικιλία *Fantom* και ακολούθησε η ποικιλία *Campo* με τα τελικά ποσοστά βλάστησης σχετικά χαμηλά (12%). Στο ίδιο επίπεδο υδατικής καταπόνησης μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης, η ποικιλία *Campo* σημείωσε 75% ποσοστό βλαστημένων σπόρων, ενώ η πορεία βλάστησης της διέφερε σημαντικά από τις πορείες των δύο άλλων ποικιλιών. Στο ΩΔ -0.6MPa, στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν ελάχιστα και περαιτέρω μείωση των τιμών των ΩΔ δεν επέτρεψε στις τρεις ποικιλίες να βλαστήσουν. Αντίθετα, με την εφαρμογή προμεταχείρισης καταγράφηκε βλάστηση των ποικιλιών και στις μεγαλύτερες τιμές ΩΔ, κάτι το οποίο διαπίστωσαν και οι Casenave & Toselli (2007). Συνεπώς στο ΩΔ -0.6MPa ξεχώρισε η ποικιλία *Campo* με τελικό ποσοστό βλάστησης 49% και στα ΩΔ -0.8 και -1.0MPa δραστηριοποιήθηκε εντονότερα και ταχύτερα η ποικιλία *Fantom*, η οποία κατέγραψε 20% και 13% αντίστοιχα βλαστημένους σπόρους.

Στην θερμοκρασία των 25 °C η οποία έχει χαρακτηριστεί ως άριστη (International Seed Testing Association, 2003) στο μάρτυρα χωρίς προμεταχείριση από τις τρεις ποικιλίες ξεχώρισε η *Fantom* με τελικό ποσοστό βλάστησης 82%. Αξιοσημείωτο είναι ότι μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης η ίδια ποικιλία σημείωσε χαμηλότερο τελικό ποσοστό βλάστησης (74%). Συνεπώς, η προμεταχείριση δεν επιφέρει θετικότερα αποτελέσματα και δεν αποτελεί απαραίτητη διαδικασία όταν επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες βλάστησης (Toselli & Casenave, 2005). Στο ΩΔ -0.2MPa στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, οι ποικιλίες *Fantom* και *Campo* σημείωσαν τελικά ποσοστά βλάστησης 27 και 28% αντίστοιχα και έπειτα της προμεταχείρισης η ποικιλία *Campo* ξεχώρισε με μεγαλύτερο από το διπλάσιο ποσοστό βλάστησης (64%). Κάτι αντίστοιχο σημειώθηκε και στο ΩΔ -0.4MPa, στο οποίο χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης η ποικιλία *Fantom* σημείωσε το μεγαλύτερο από τις άλλες δύο ποικιλίες τελικό ποσοστό βλάστησης 8% και αφότου δέχτηκαν προμεταχείριση η ποικιλία *Campo* με σημαντική διαφορά κατέγραψε ποσοστό 60% βλαστημένων σπόρων. Στο ΩΔ -0.6MPa στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση οι ποικιλίες σημείωσαν ελάχιστα ποσοστά βλάστησης και πέραν αυτού του ΩΔ δεν κατέγραψαν βλάστηση, όπως αντίστοιχα παρατήρησαν και οι Prisco *et al.* (1992). Στο πείραμα με εφαρμογή της υδατικής προμεταχείρισης οι ποικιλίες βλάστησαν και στις μεγαλύτερες τιμές οσμωτικού δυναμικού με χαμηλά, αλλά σημαντικά ποσοστά βλάστησης. Έτσι στο ΩΔ -0.6MPa ξεχώρισαν οι ποικιλίες *Campo* και *Lider* (39 και 40% ποσοστά βλάστησης), στο ΩΔ -0.8MPa η ποικιλία

*Lider* κατέγραψε 32% ποσοστό βλαστημένων σπόρων και στο ΩΔ -1.0MPa η ποικιλία *Campo* ξεχώρισε με ελάχιστα μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (23%) από την ποικιλία *Lider* (22%). Παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία *Lider* απέδωσε καλύτερα μόνο στο πείραμα με τη μερική ενυδάτωση των σπόρων και δραστηριοποιήθηκε σε όλες τις τιμές της υδατικής καταπόνησης.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε για την καταγραφή της περιεχόμενης υγρασίας των σπόρων υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης παρατηρήθηκαν τα παρακάτω.

Στους 12 °C η απορρόφηση υγρασίας μεταξύ των δύο πειραμάτων διέφερε σημαντικά. Στις 3h, στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, η απορρόφηση ήταν χαμηλή, ενώ σχεδόν διπλάσια καταγράφηκε στο πείραμα με την προμεταχείριση, για όλες τις ποικιλίες. Μιας και το βαμβάκι είναι ευαίσθητο φυτό σε καταπονήσεις από χαμηλές θερμοκρασίες, σύμφωνα με τους Christiansen & Rowland (1986) διαπιστώνεται η θετική επίδραση της προμεταχείρισης κατά την απορρόφηση υγρασίας. Από τις 27 έως τις 51h η διαφορά στην τελική περιεχόμενη υγρασία μεταξύ των μεταχειρίσεων μειωνόταν και για τις τρεις ποικιλίες και τελικά η απορρόφηση δεν ξεπέρασε στη συγκεκριμένη θερμοκρασία το 50%, δηλαδή παραπάνω από το μισό βάρος του ξηρού σπόρου.

Στους 15 °C παρατηρήθηκαν ανάλογα αποτελέσματα με τους 12 °C, ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* στο πείραμα της προμεταχείρισης συμπλήρωσαν σχεδόν το 88% της τελικής περιεχόμενης υγρασίας τους εντός των πρώτων τριών ωρών απορρόφησης. Οι δύο μεταχειρίσεις στην ποικιλία *Lider* στις 51h δε σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ η απορρόφηση δε διέφερε επίσης και μεταξύ των ΩΔ όλο το χρονικό διάστημα.

Στους 18 °C τα δύο πειράματα, με και χωρίς προμεταχείριση, διέφεραν στατιστικά σημαντικά στην απορρόφηση. Η απορρόφηση στις 3h των σπόρων με προμεταχείριση ήταν παραπάνω από διπλάσια αυτής των σπόρων χωρίς προμεταχείριση για όλες τις ποικιλίες. Οι διαφορές στην απορρόφηση μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων για την ποικιλία *Lider* μετά τις 27h δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Από τις 27h έως τις 51h η διαφορά εντός των μεταχειρίσεων για τις δύο άλλες ποικιλίες μειώθηκε, με φανερά μεγαλύτερο ποσοστό του πειράματος προμεταχείρισης. Ουσιαστικά, στο πείραμα προμεταχείρισης οι σπόροι φτάνουν στο μέγιστο ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Ο χρόνος που απαιτήθηκε για να επιτευχθεί αυτό το υδατικό περιεχόμενο ήταν από 2 έως 12 φορές

μεγαλύτερος στα ΩΔ απο ότι στο μάρτυρα. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Bray (1995), Vertucci & Farrant (1995) και Sivritepe & Eris (2000). Η ποικιλία *Fantom* διέφερε από τις δύο άλλες ποικιλίες φτάνοντας το μεγαλύτερο ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας.

Στη θερμοκρασία των 22 °C η απορρόφηση στις 3h στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση αυξήθηκε σημαντικά σε σύγκριση με την προηγούμενη θερμοκρασία, ενώ κατά την προμεταχείριση στο μάρτυρα και στα χαμηλής έντασης ΩΔ, η απορρόφηση ήταν μικρότερη σε σύγκριση με τη θερμοκρασία των 18 °C. Σύμφωνα με τους Toselli & Casenave (2003) σε χαμηλά ωσμωτικά δυναμικά (-0.8 MPa) οι σπόροι του βαμβακιού απορρόφησαν υγρασία 40-43% μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης. Οι δύο μεταχειρίσεις διέφεραν σημαντικά στην περιεχόμενη υγρασία στις 3h, ενώ οι διαφορές τους μειώθηκαν από τις 27 έως τις 51h παραμένοντας βέβαια στατιστικά σημαντικές. Εξάιρεση αποτελεί η ποικιλία *Campo*, στην οποία η περιεχόμενη υγρασία από τις 27h και έπειτα δε διέφερε μεταξύ των δύο πειραμάτων, διατηρήθηκε όμως σε υψηλά ποσοστά. Στις τρεις ποικιλίες μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης στις 51h απορρόφησης νερού, η περιεχόμενη υγρασία ξεπέρασε το 50% του αρχικού τους βάρους (στον μάρτυρα). Το ίδιο συνέβη και στις ποικιλίες *Campo* και *Fantom* στο μάρτυρα και στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση.

Στους 25 °C η απορρόφηση υγρασίας στο πείραμα με προμεταχείριση ήταν ταχεία από τις 3 έως τις 27h, πλησιάζοντας τις τελικές τιμές της περιεχόμενης υγρασίας (στις 51h). Οι δύο μεταχειρίσεις διέφεραν με πολύ σημαντική στατιστικά διαφορά τις πρώτες ώρες απορρόφησης. Σύμφωνα με τους Toselli & Casenave (2005) η υδατική προμεταχείριση αύξησε σημαντικά την απορρόφηση νερού και την ταχύτητα βλάστησης, τόσο σε κανονικές συνθήκες (μάρτυρα και 25°C), όσο και κάτω από ωσμωτική καταπόνηση. Με την πάροδο του χρόνου η περιεχόμενη υγρασία έφτασε σε παρόμοια επίπεδα, με τη διαφορά να κρίνεται επίσης στατιστικά σημαντική. Αξιοσημείωτο είναι ότι στη συγκεκριμένη θερμοκρασία η απορρόφηση ήταν υψηλή σε όλες τις εντάσεις των ωσμωτικών δυναμικών.

Κατά τη μελέτη του απαιτούμενου προς βλάστηση θερμικού χρόνου στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία *Fantom* απαίτησε το μικρότερο χρόνο σε κάθε ΩΔ (μέχρι το -0.4MPa όπου κατέγραψε βλάστηση) σε σύγκριση με τις δύο άλλες ποικιλίες. Η ποικιλία *Campo* απαίτησε ενδιάμεσο χρόνο και η ποικιλία *Lider* το μεγαλύτερο, με εξαίρεση το ωσμωτικό δυναμικό -0.6MPa, όπου απαίτησε μικρότερο χρόνο από την *Campo*. Οι τρεις ποικιλίες συμπλήρωσαν τη βλάστηση του κλάσματος 50% του πληθυσμού



σε λιγότερο χρόνο για το μάρτυρα και ανάλογα με την αύξηση της υδατικής καταπόνησης αυξήθηκε και ο μέσος θερμικός χρόνος. Στο πείραμα με εφαρμογή προμεταχείρισης παρατηρήθηκε βλάστηση και των τριών ποικιλιών σε όλα τα ΩΔ και συγκριτικά με το άλλο πείραμα πλην του μάρτυρα η οριακή θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη κατά 1 με 2°C. Οι Welbaum *et al.* (1998) διαπίστωσαν ότι η βελτίωση του ρυθμού βλάστησης οφείλεται στη μείωση του θερμικού χρόνου, ταπείνωση της οριακής θερμοκρασίας ή σε συνδυασμό αυτών των δύο. Αντίθετα, οι Casenave & Toselli (2007) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή της προμεταχείρισης δεν επηρεάζει την οριακή θερμοκρασία αλλά μειώνει σημαντικά το θερμικό χρόνο. Ο θερμικός χρόνος μειώθηκε σημαντικά για κάθε ποικιλία σε σχέση με το χρόνο που απαιτήθηκε στο πείραμα χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης. Σύμφωνα με τις έρευνες των Dahal & Bradford (1990) και του Bradford (1995) η μείωση του θερμικού χρόνου συνδέεται με την συντόμευση της φάσης II της διαδικασίας απορρόφησης νερού κατά το φύτευμα. Επίσης, ο απαιτούμενος χρόνος βλάστησης ήταν μικρότερος στο μάρτυρα και παρατηρήθηκε ανάλογη αύξηση με την αύξηση της υδατικής καταπόνησης. Όπως και στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, έτσι και μετά την μερική ενυδάτωση των σπόρων η ποικιλία *Fantom* απαίτησε το μικρότερο θερμικό χρόνο έναντι των άλλων δύο ποικιλιών σε κάθε ΩΔ. Η ποικιλία *Campo* και η ποικιλία *Lider* απαίτησαν σε διαφορετικά ωσμωτικά δυναμικά διαφορετικούς θερμικούς χρόνους.

Κατά την μελέτη του υδατικού χρόνου που απαιτήθηκε για τη βλάστηση του κλάσματος του 50% του πληθυσμού στο πείραμα χωρίς προμεταχείριση, σε κάθε θερμοκρασία, διαφοροποιήθηκε η ελάχιστη τιμή του ωσμωτικού δυναμικού που απαιτήθηκε για τη βλάστηση. Η ποικιλία *Lider* στους 12 °C ήταν ικανή προς βλάστηση σε ΩΔ έως και -0.4 MPa και με την αύξηση των θερμοκρασιών αυξήθηκε η ένταση ανεκτής καταπόνησης (έως -0.6MPa), με εξαίρεση τη θερμοκρασία 18 °C όπου πέραν ΩΔ -0.3MPa δεν κατέγραψε βλάστηση. Η ποικιλία *Campo* σημείωσε αντίστοιχα ωσμωτικά δυναμικά στην εκάστοτε θερμοκρασία με την προηγούμενη ποικιλία. Η ποικιλία *Fantom*, επίσης χωρίς προμεταχείριση διαφοροποιήθηκε στους 12 °C, όπου σε ΩΔ -0.2MPa απαίτησε 87 μονάδες προς βλάστηση. Επίσης, στη θερμοκρασία των 22 °C βλάστησε σε μικρότερο κατά -0.1MPa από τις άλλες δύο ποικιλίες. Στους 25 °C, όπου και οι τρεις ποικιλίες ήταν ικανές προς βλάστηση σε ΩΔ -0.6MPa, η ποικιλία *Campo* απαίτησε το μικρότερο υδατικό χρόνο (23h) και η ποικιλία *Fantom* το μεγαλύτερο (27h).

Μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης οι τρεις ποικιλίες αύξησαν σημαντικά τα επίπεδα υδατικής καταπόνησης, στα οποία ήταν ικανές προς βλάστηση, ειδικά στις υψηλές θερμοκρασίες. Αυτό στηρίζεται στην υπόθεση ότι γίνεται έναρξη μεταβολικών διαδικασιών σε χαμηλότερα υδατικά δυναμικά από τα αναγκαία για βλάστηση, γεγονός που παρατήρησαν στην έρευνα τους και οι Casenave & Toselli (2007). Στους 12 °C μόνο η ποικιλία *Campo* κατέγραψε βλάστηση σε επίπεδο ΩΔ -0.5MPa και απαιτούμενο υδατικό χρόνο 84 μονάδες. Η ίδια ποικιλία στο πείραμα χωρίς εφαρμογή προμεταχείρισης, χρειαζόταν θερμοκρασία 18 °C για το ίδιο ωσμωτικό δυναμικό και υδατικό χρόνο 32 μονάδες. Η ποικιλία *Lider* δεν κατέγραψε ιδιαίτερα αρνητικά δυναμικά ικανά προς βλάστηση. Στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες σημείωσε βλάστηση σε -1.2 και -1.6MPa (στους 22° και 25°C) με απαιτούμενο υδατικό χρόνο 59 και 48 μονάδες αντίστοιχα. Η ποικιλία *Campo* ήταν ικανή προς βλάστηση σε παραπλήσια ωσμωτικά δυναμικά στις συγκεκριμένες ποικιλίες (-1.8 και 1.3MPa αντίστοιχα). Ο χρόνος αυξήθηκε όσο το ΩΔ μεγάλωνε, αλλά παράλληλα μειώθηκε με την άνοδο των θερμοκρασιών. Τέλος, στην ποικιλία *Fantom* το αρνητικότερο ΩΔ, στο οποίο οι σπόροι βλάστησαν, καταγράφηκαν στη θερμοκρασία 25°C, με -1.6MPa σχεδόν ωσμωτικό δυναμικό και απαιτούμενο υδατικό χρόνο 35 μονάδες.

Από τις μετρήσεις που αφορούν το χρόνο βλάστησης, που απαιτήθηκε για την βλάστηση του κλάσματος 10% του πληθυσμού, συμπεραίνεται ότι ο χρόνος μειώθηκε σημαντικά για την ποικιλία *Lider* μετά τη μερική ενυδάτωση των σπόρων. Ο μάρτυρας συγκεκριμένα στους 12 °C βλάστησε νωρίτερα κατά 748%. Με την αύξηση των θερμοκρασιών ο χρόνος βλάστησης μειώθηκε σημαντικά, ανεξάρτητα από την εφαρμογή της προμεταχείρισης. Παρόλα αυτά οι σπόροι που δέχθηκαν την επέμβαση φύτρωσαν με σταθερά μεγαλύτερο ρυθμό. Ανάλογη ήταν και η συμπεριφορά των σπόρων, στους οποίους εφαρμόστηκε υδατική καταπόνηση. Στο ίδιο κλάσμα (10%) η ποικιλία *Campo*, μετά την προμεταχείριση μείωσε το χρόνο βλάστησής της για το μάρτυρα. Ο απαιτούμενος για βλάστηση χρόνος μειώθηκε με την αύξηση των θερμοκρασιών. Στα ΩΔ ο χρόνος μειώθηκε, αν και σε μικρότερο βαθμό, με την εφαρμογή προμεταχείρισης. Αξιοσημείωτο είναι ότι στους 18 °C σε ΩΔ -0.4MPa ο χρόνος μειώθηκε από 244h στις 20h. Η *Fantom* αντίστοιχα, στο μάρτυρα μείωσε σημαντικά το χρόνο με την εφαρμογή προμεταχείρισης, στους 12 και 15 °C, ενώ στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες η διαφοροποίηση δεν ήταν τόσο μεγάλη. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει, ότι η προμεταχείριση έχει άμεσο αντίκτυπο στον απαιτούμενο χρόνο προς βλάστηση, κυρίως στις χαμηλές θερμοκρασίες. Σημαντική μείωση του χρόνου

βλάστησης παρατηρήθηκε με την προμεταχείριση, στους 15 °C στα ΩΔ -0.2 και -0.4 MPa και στους 18 °C στο -0.4 MPa.

Στο κλάσμα 50% των σπόρων που βλάστησαν, ο χρόνος βλάστησης μειώθηκε με την εφαρμογή προμεταχείρισης, σε μικρότερο όμως βαθμό σε σχέση με το κλάσμα 10%. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο μάρτυρας στους 12 °C, όπου ο χρόνος μειώθηκε κατά 300%, ενώ στο κλάσμα 10%, κατά 748%. Αξιοσημείωτο είναι ότι μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης ο χρόνος βλάστησης του 50% ήταν μεγαλύτερος στους 18 °C, τόσο στο μάρτυρα, όσο και στα ΩΔ, πλην του -1.0 MPa, από τη θερμοκρασία των 22 °C και στα περισσότερα επίπεδα ΩΔ των 25°C. Για την ποικιλία *Campo*, στους 12 °C για το μάρτυρα και το ΩΔ -0.4 MPa μειώθηκε σημαντικά ο χρόνος μετά την προμεταχείριση, ενώ στους 15 °C στο μάρτυρα και στα δύο χαμηλότερα ΩΔ, η ταχύτητα βλάστησης διπλασιάστηκε. Στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες η μείωση του απαιτούμενου χρόνου προς βλάστηση ήταν σημαντικότερη στα ΩΔ. Στην ποικιλία *Fantom*, η μείωση του χρόνου για τη βλάστηση ήταν επίσης σημαντική για το μάρτυρα στις δύο χαμηλές θερμοκρασίες, όπως και στα ΩΔ -0.2 και -0.4 MPa στους 15 και 18 °C.

Στο κλάσμα 90% των σπόρων που βλάστησαν, για τη *Lider*, ο χρόνος για τη βλάστηση μειώθηκε με την εφαρμογή προμεταχείρισης στις χαμηλές θερμοκρασίες στο μάρτυρα και στα ΩΔ, ενώ στις δύο μεγαλύτερες οι διαφορές ήταν μεγαλύτερες μόνον όταν εφαρμόστηκε υδατική καταπόνηση. Στην ποικιλία *Campo*, ο χρόνος μειώθηκε σημαντικά στο μάρτυρα στους 12 °C και στο ΩΔ -0.4MPa, ενώ στους 15 °C η μεγαλύτερη μείωση του χρόνου βλάστησης εντοπίστηκε στο ΩΔ -0.2MPa. Μεταξύ των μεγαλύτερων θερμοκρασιών και όπου εφαρμόστηκε υδατική καταπόνηση, η θερμοκρασία των 25 °C παρουσίασε τις μικρότερες διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, όσον αφορά στον απαιτούμενο χρόνο προς βλάστηση. Τέλος, στην ποικιλία *Fantom*, η μείωση του χρόνου βλάστησης ήταν σημαντική για το μάρτυρα στους 12 °C για όλες τις επεμβάσεις στους 15 °C και στους 18 °C για τα ΩΔ -0.2 και -0.4MPa. Στα ίδια ΩΔ στους 22 °C ο χρόνος βλάστησης δε διαφοροποιήθηκε σημαντικά με την εφαρμογή προμεταχείρισης.

Σύμφωνα με τους Christiansen & Rowland (1986) στους 18 °C δεν επηρεάστηκε το τελικό ποσοστό βλάστησης, εντούτοις ο χρόνος  $T_{50}$  μειώθηκε κατά μία ημέρα με την εφαρμογή προμεταχείρισης.

## 4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Η βλάστηση των σπόρων των τριών ποικιλιών χωρίς την εφαρμογή προμεταχείρισης ήταν ικανοποιητική μόνον για το μάρτυρα στις χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ στις υψηλές καλά ποσοστά βλάστησης σημείωσε και το ΩΔ -0.2MPa. Καταπόνηση εντονότερη από -0.6MPa δεν επέτρεψε στις ποικιλίες να βλαστήσουν.
- ✓ Η βλάστηση των σπόρων των τριών ποικιλιών αυξήθηκε μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης κυρίως στις χαμηλές θερμοκρασίες και στην υδατική καταπόνηση.
- ✓ Όσον αφορά τις ποικιλίες, η *Lider* βλάστησε καλύτερα από τις άλλες μόνο στο μάρτυρα στους 12°C. Στις περισσότερες θερμοκρασίες, καθώς και στις περισσότερες συγκεντρώσεις των οσμωτικών διαλυμάτων, τη μεγαλύτερη βλαστικότητα παρουσίασε η ποικιλία *Campo*, τόσο πριν, όσο και μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης. Η ποικιλία *Fantom* στις δύο μεγαλύτερες θερμοκρασίες παρουσίασε παραπλήσια συμπεριφορά με την ποικιλία *Campo*.
- ✓ Κατά την απορρόφηση νερού η ποικιλία *Campo* κατέγραψε τη μεγαλύτερη τελική περιεχόμενη υγρασία σε σχέση με τις άλλες δύο. Η ποικιλία *Fantom* ωστόσο βλάστησε με μικρότερα ποσοστά υγρασίας.
- ✓ Μετά την προμεταχείριση και στο σημείο αναφοράς των τριών ωρών οι ποικιλίες *Campo* και *Fantom* συμπλήρωσαν το 75% της τελικής περιεχόμενης υγρασίας, ειδικά στο μάρτυρα.
- ✓ Στα περισσότερα ΩΔ ο θερμικός χρόνος μειώθηκε σημαντικά και στις τρεις ποικιλίες μετά την εφαρμογή προμεταχείρισης.
- ✓ Το θερμικό μοντέλο προβλέπει σε πολύ καλό βαθμό τον θερμικό χρόνο που απαιτήθηκε προς βλάστηση στην εκάστοτε θερμοκρασία.
- ✓ Μέσω του υδατικού μοντέλου προβλέφθηκε το ελάχιστο υδατικό δυναμικό, κάτω από το οποίο μπορούν να βλαστήσουν οι τρεις ποικιλίες. Τα αποτελέσματα μετά την

εφαρμογή προμεταχείρισης έδειξαν την ικανότητα βλάστησης σε πολύ αρνητικές τιμές.

- ✓ Το υδατικό μοντέλο προβλέπει σε πολύ καλό βαθμό το χρόνο που απαιτήθηκε προς βλάστηση σε κάθε ΩΔ.
- ✓ Ο απαιτούμενος χρόνος προς βλάστηση των σπόρων, στις χαμηλότερες τιμές ΩΔ, με την εφαρμογή προμεταχείρισης, προσεγγίζει τα χρονικά διαστήματα στα οποία βλάστησαν οι σπόροι στο μάρτυρα, στο πείραμα που δε δέχτηκε προμεταχείριση.

## Βιβλιογραφία

### A. Ξένη

- Alam M.Z., T. Stuchbury, R.E.L. Naylor and M.A. Rashid, 2003.** Water uptake and germination pattern of rice seeds under iso-osmotic solutions of NaCl and PEG, different concentrations of CaCl<sub>2</sub> and combinations of NaCl and CaCl<sub>2</sub>. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6: 1059-1066.
- Almansouri M., J.M. Kinet and S. Lutts, 2001.** Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231: 243-254.
- Anonymous 2011.** Cotton statistics FES/USDA (Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α.).
- Arshad M., A. Wajid, M. Maqsood, K. Hussain, M. Aslam and M. Ibrahim, 2007.** Response of growth, yield and quality of different cotton cultivars to sowing dates. *Pakistan Journal of Agriculture*, 44(2): 208-212.
- Ashraf M., H. Bokhari and S.N. Cristiti, 1992.** Variation in osmotic adjustment of lentil (*Lens culinaris* Medic.) in response to drought. *Acta Botanica Neerlandica*, 41: 51-62.
- Attucci S., J.P. Carde, P. Raymond, V. Saint Gès, A. Spiteri and A. Pradet, 1991.** Oxidative phosphorylation by mitochondria extracted from dry sunflower seeds. *Plant Physiology*, 95: 390-398.
- Bartzialis D.I. and S. Galanopoulou-Sendouka, 2005.** An economic appraisal of narrow row cotton production. *Agricoltura Mediterranea*, 135: 249-256.
- Bashir M.H., M. Afzal, M.A. Sabri and A.M. Raza, 2001.** Relationship between sucking insect pests and physio-morphic plant characters towards resistance/susceptibility in some new cotton genotypes of cotton. *Pakistan Entomologist*, 22(1- 2): 75-78.
- Bauer P.J. and J.M. Bradow, 1996.** Cotton genotype response to early-season cold temperatures. *Crop Science*, 36:1602–1606.
- Beltrao N., R. Vieria and R. Braga, 1994.** Future Possibilities of organic cotton in Brazil. ICAC September.

- Bewley J.D., 1997.** Seed Germination and Dormancy The Plant Cell. *American Society of Plant Physiologists*, July 1997, 9: 1055-1066.
- Bewley J. and M. Black, 1994.** Seeds: Physiology of Development and Germination, 2<sup>nd</sup> ed. New York: Plenum. pp. 112.
- Bewley J.D. and M. Black, 1994.** Seeds: Physiology of Development and Germination. (New York: Plenum Press).
- Bilbro J.D. and L.L. Ray, 1973.** Effect of planting date on the yield and fiber properties of three cotton cultivars. *Agronomy Journal*, 65: 606–609.
- Bohorquez J.O., 1977.** Temperature relations of cotton seed germination. Thesis (M.S) - Mississippi State University.
- Botha F.C., G.P. Potgieter and A.M. Botha, 1992.** Respiratory metabolism and gene expression during seed germination. *Journal of Plant Growth Regulation*, 11: 211-224.
- Bradford K.J., 1986.** Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, 21: 1105–1112.
- Bradford K.J., 1990.** A water relations analysis of seed germination rates. *Plant Physiology*, 94: 840–849.
- Bradford K.J., 1995.** Water relations in seed germination. In: *Seed development and germination*, (eds. J. Kigel and G. Galili), pp. 351–396, Marcel Dekker, New York.
- Bradow J.M., 1991.** Cotton cultivar responses to suboptimal postemergent temperatures. *Crop Science*, 3: 1595–1599.
- Bradow J.M. and G.H. Davidonis, 2000.** Quantitation of fiber quality and the cotton production processing interface: A physiologist's perspective. *Journal of Cotton Science*, 4: 34-64.
- Bray C.M., 1995.** Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: *Seed development and germination*, (eds. J. Kigel and G. Galili), pp. 767-789, Marcel Dekker, New York.

- Cabrera E.R. and H.A. Mourad, 1995.** Cottonseed moisture determination. *Seed Science and Technology*, 23: 629- 638.
- Capron I., F. Corbineau, F. Dacher, C. Job, D. Côme, and D. Job, 2000.** Sugarbeet seed priming: effects of priming conditions on germination, solubilization of 11-S globulin and accumulation of LEA proteins. *Seed Science Research*, 10: 243–254.
- Casenave E.C. and M.E. Toselli, 2007.** Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions, *Seed Sci. & Technol.*, 35: 88-98.
- Cathey G.W. and W.R.Meredith, 1988.** Cotton response to planting date and mepiquat chloride. *Agronomy Journal*, 80: 463–466.
- Chen F. and K. Bradford, 2000.** Expression of an expansin is associated with endosperm weakening during tomato seed germination. *Plant Physiology*, 124: 1265–1274.
- Cheng Z. and K.J. Bradford, 1999.** Hydrothermal time analysis of tomato seed germination responses to priming treatments. *Journal of Experimental Botany*, 50: 89–99.
- Chojnowski M., F. Corbineau and D. Côme, 1997.** Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. *Seed Science Research*, 7: 323–331.
- Christiansen M.N. and R.O. Thomas, 1969.** Season-long effects of chilling treatments applied to germinating cottonseed. *Crop Science*. 9: 672-673.
- Christiansen M.N. and R. Rowland, 1981.** Cotton physiology - Seed and germination. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. : 315–318.
- Christiansen M.N. and R. Rowland, 1986.** Germination and stand establishment. p. 535–541. In J.R. Mauney and J. McD. Stewart (ed.) *Cotton physiology*. The Cotton Foundation, Memphis, TN.
- Crank J., 1957.** The mathematics of diffusion. Oxford University Press.
- Coble C.G. and H.D. Bowen, 1967.** Oxygen concentration measurements in biological material. *Transactions of the ASAE*, 10: (3)325, 326, and 329.



- Coble C.G. and H.D. Bowen, 1970.** Physical Factors Affecting Oxygen Stress of germinating Cotton Seeds, *Transactions of the ASAE*, 13: (2) 162-167
- Cole D. and F. Christiansen, 1975.** Effect of chilling duration on germination of cotton seed. *Crop Science*, 15: 41-412.
- Cole D.F. and J.E. Wheeler, 1974.** Effect of pregermination treatments on germination and growth of cotton seed at sub optimal temperatures. *Crop Science*, 14: 451-454.
- Cole D.F. and M.N. Christiansen, 1975.** Effect of chilling duration on germination of cottonseed. *Crop Science*, 15: 410-412.
- Crowe J.H. and L.M. Crowe, 1992.** Membrane integrity in anhydrobiotic organisms: Toward a mechanism for stabilizing dry seeds. In *Water and Life*, G.N.Somero, C.B. Osmond, and C.L. Bolis, eds (Berlin: Springer-Verlag), pp. 87-103.
- Dahal P. and K.J. Bradford, 1994.** Hydrothermal time analysis of tomato seed germination at suboptimal temperature and reduced water potential. *Seed Science Research*, 4: 71–80.
- Dahal P., K.J. Bradford and R.A. Jones, 1990.** Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. *Journal of Experimental Botany*, 41: 1431–1439.
- Danalatos N., 2007.** An introduction in crop production simulation. University of Thessaly Press, Volos.
- Das J.C. and A.K. Choudhury, 1996.** Effect of seed hardening, potassium fertilizer, and paraquat as anti-transpirant on rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian Journal of Agronomy*. 41: 397-400.
- Demchenko N.P., 1989.** Changes in DNA content in the cells of phloem complex of the wheat root during their development. *Tsitologiya*, 31: 664–676.
- Dhawan A.K., G. S. Simwat and A. S. Sidhu, 1987.** Effect of sowing dates on incidence of sucking pest and bollworms in Arboreum cotton. *Journal of Research Punjab Agriculture University*, 24: 75-85.

- Dodd G.L. and L.A. Donovan, 1999.** Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *American Journal of Botany*, 86:1146-1153.
- Dolan L., K. Janmaat, V. Willemsen, P. Linstead, S. Poethig, K. Roberts and B. Scheres, 1993.** Cellular organization of the *Arabidopsis thaliana* root. *Development* 119: 71–84.
- Domenikiotis C., M. Spiliotopoulos, E. Tsiros and N.R. Dalezios, 2003.** Remotely-Sensed innovative approach for the cumulative meteorological effects on cotton production Proceedings of the “Remote Sensing 2003, International Society for Optical Engineering (SPIE)”, Barcelona, Spain, 8-12 September 2003, 151-161.
- Edmisten K.L., 2007.** Planting decisions. p. 24-26. In Edmisten K (ed.). 2007 Cotton Information. Publ. AG-417. North Carolina State University Coop. Ext. Service, Raleigh, NC.
- Efthimiadis P., 2005.** Seed production. Book (in Greek language), publisher: Adelfi Kiriakidi A.E., Athens, Greece.
- Ehrenschaft M. and R. Brambl, 1990.** Respiration and mitochondrial biogenesis in germinating embryos of maize. *Plant Physiology*, 93: 295-304.
- El Hafid R., H. Smith Dan, M. Karrou and K. Samir, 1998.** Physiological responses of spring durum wheat cultivars to early-season drought in a Mediterranean Environment. *Annals of Botany*, 81: 363-370.
- European Commission, 2007.** Study On The Cotton Sector In The European Union. Brussels.
- Eurostat, 2000.** Cd-Rom. Intra and Extra E.U. Trade – Eurostat.
- Eurostat, 2011.** Cd-Rom. Intra and Extra E.U. Trade – Eurostat.
- Faircloth J.C., 2007.** Planting. In J.C. Faircloth (ed.) 2007 Virginia Cotton Production Guide. Publ. 424-300. Virginia Polytechnic Institute and State University Coop. Ext. Service, Blacksburg, VA. p. 4.
- Fritz M. and R. Ehwald, 2010.** Mannitol permeation and radial flow of water in maize roots. *New Phytologist*, 188: 210–217.

- Fujikura Y., H.L. Kraak, A.S. Basra and C.M. Karssen, 1993.** Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed Science and Technology*, 21: 639–642.
- Garcia-Huidobro J., J.L. Monteith and G.R. Squire, 1982.** Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. and H.). I. Constant temperatures. *Journal of Experimental Botany*, 33: 288-296.
- Ghana S.G. and W.F. Schillinger, 2003.** Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop Science*, 43: 2135-2141.
- Gipson J.R., 1986.** Temperature effects on growth, development and fiber properties. In Mauney, J.R. and Stewart, J. McD. (Eds.). *Cotton Physiology*. The Cotton Foundation, Memphis, Tennessee. USA.
- Gliessman S.R., S.L. Swezey, J. Allison, J. Cochran, J. Farrell, R. Kluson, F. Rosado-May and M. Werner, 1990.** Strawberry production systems during conversion to organic management, *California Agriculture*, v.44, p.4-7.
- Gormus O. and C. Yucel, 2002.** Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Cukurova region, Turkey. *Field Crops Research*, 78: 141–149.
- Gregory S.R., E. Hernandez and B.R. Savoy, 1999.** Cottonseed processing. Chapter 4.5. In: CW Smith, JT Cothren, eds. *Cotton: Origin, History, Technology and Production* pp. 793-819
- Grzesik M. and A.K. Nowak, 1998.** Effects of matricconditioning and hydropriming on *Helichrysum bracteatum* L. seed germination, seedling emergence and stress tolerance. *Seed Science and Technology*, 26: 363–376.
- Gummerson R.J., 1986.** The effect of constant temperature and osmotic potentials on the germination of sugar beet. *Journal of Experimental Botany*, 37: 729–741.
- Gürsoy S., A. Sessiz, E. Karademir, C. Karademir, B. Kolay, M. Urgun and S.S. Malhi, 2011.** Effects of ridge and conventional tillage systems on soil properties and cotton growth *International Journal of Plant Production*, 5 (3): 227-236.

- Hoffpauir C.L., S.E. Poe, L.U. Wilew and M. Hicks, 1950.** Germination and free fatty acids in seed stock lots of cottonseed. *Journal of the America Oil Chemist. Soc* 9: 347-348.
- Ihrig R.A., J.R.D. Bradley and D.A. Herbert, 1996.** The effect of early season terminal bud and square removal on cotton yields in North Carolina. Proc. Belt. Cott. Conf., National Cotton Council, Memphis TN, 2: 941-945.
- Iiango L. and S. Uthamasamy, 1989.** Influence of sowing time on the incidence of bollworms and its influence on boll rot complex of cotton. *Madras Agricultural Journal*, 76: 571-573.
- Iqbal M. and M. Ashraf, 2005.** Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt-stressed wheat plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49: 1003-1011.
- ISTA rules, 2003.**
- Kasperbauer M.J., 1994.** Cotton plant size and fiber developmental responses to FR/R reflected from the soil surface. *Physiologia Plantarum*, 91:317-321.
- Kasperbauer M.J., 1994.** Light and plant development. In R.E. Wilkinson (ed.) *Plant Environment Interactions*. Marcel Dekker, Inc., pp. 83-123.
- Kasperbauer M.J. and P.G. Hunt, 1992.** Root size and shoot root ratio as influenced by light environment of the shoot. *Journal of Plant Nutrition*, 15: 685–697.
- Kaur S., A.K. Gupta and N. Kaur, 2002.** Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Regulation*, 37: 17-22.
- Kaya M.D., G. Okcu, M. Atak, Y. Cikili and O. Kolsarici, 2006.** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.) *European Journal of Agronomy*, 24: 291-295.

- Kerby T.A., S. Johnson, K.D. Hake, L.M. Carter and R.H. Garber, 1996.** Seed quality and planting environment. Division of Agricultural and Natural Resources, University of California.
- Khah E.M. and H.C. Passam, 1994.** Sensitivity of seed of cotton cv. Zeta-2 to damage during acid-Delinting. *Plant Varieties and seeds*, 7, pp.51-57.
- Killi F. and Y. Bolek, 2006.** Timing of planting is crucial for cotton yield. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil and Plant Science*, 56: 155-60.
- Kittock D.L., B.B. Taylor and W.C. Hofmann, 1987.** Partitioning yield reduction from early cotton planting. *Crop Science*, 27:1011–1015.
- Kittock D.L., T.J. Hennebery and L.A. Bariola, 1981.** Fruiting of upland and pima cotton with different planting dates. *Agronomy Journal*, 73: 711-715.
- Kohel R.J. and C.F. Lewis, 1984.** Cotton Agronomy 24, American Society of Agronomy, Inc., *Crop Science* Society of America, Inc., and *Soil Science* of America, Inc., Madison, WI. p. 605.
- Korkmaz A. and W.G. Pill, 2003.** The effect of different priming treatments and storage conditions on germination performance of lettuce seeds. *European Journal of Horticultural Science*, 68: 260-265.
- Kosmidou-Dimitropoulou K. and D. Rousopoulos, 1988.** Cotton production and research in Greece. (Hellenic Cotton Board, Athens (Greece). Research Department), CIHEAM, Paris (France).
- Kosmidou-Dimitropoulou K. and Rousopoulos D., 1988.** Cotton production and research in Greece . In Braud M. (ed.), Campagne P. (ed.), Montpellier, CIHEAM-IAMM. *Le cotton en Méditerranée et au Moyen-Orient*, p. 53-70.
- Lampkin N., 1990.** Organic farming, *Farming Press Ipswich*, UK.
- Leubner-Metzger G., C. Frundt, R. Vogeli-Lange and F. Jr. Meins, 1995.** Class I [beta]-1,3-glucanases in the endosperm of tobacco during germination. *Plant Physiology*, 109: 751–759.

- Lipavska H. and D. Vreugdenhil, 1996.** Uptake of mannitol from the media by in vitro grown plants. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 45:103-107.
- Maas E.V., 1986.** Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*, 1: 12-26.
- McCauley D., 1999.** Simulation of cotton production for precision farming. *Precision Agriculture*, 1(1), April, p. 81-94.
- McDonald M.B., 1999.** Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27: 177–237.
- Medeiros Filho S., S.O. Silvas, A.S. Dutra and S.B. Torres, 2006.** Metodologia do teste de germinação em sementes de algodão, com linter e deslintada. *Revista Caatinga*, 19: 56-60.
- Meier U., 1997.** BBCH-monograph. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Vienna, 622.
- Michel B.E. and M.R. Kaufmann, 1973.** The osmotic potential of polyethyleneglycol 6000. *Plant Physiology*, 51: 914-916.
- Michel R., U. Herpens, H. Kulus and W. Herr, 1972.** Third Lunar Sci. Conf. (Cambridge: MIT Press), 1917.
- Minton E.B., G.C. Papavizas and J.A. Lewis, 1982.** Effect of fungicide seed treatments and seed quality on seedling diseases and yield of cotton. *Plant Disease*, 66: 832-835.
- Morohashi Y. and J.D. Bewley, 1980.** Development of mitochondrial activities in pea cotyledons during and following germination of the axis. *Plant Physiology*, 66: 70-73.
- Morohashi Y. and M. Shimokoriyama, 1972.** Physiological studies on germination of Phaseolus mungo seeds. II. Glucose and organic-acid metabolisms in the early phases of germination. *Journal of Experimental Botany*, 23: 54-61.
- Morohashi Y., 1986.** Patterns of mitochondrial development in reserve tissue of germinated seeds: A survey *Plant Physiology*, 66: 653-658.

- Mukundan S., K.V. Janardhanam and A.S. Reddy, 1993.** Effect of sowing dates and spacing on yield and fibre quality of cotton. *Journal of Indian Society for Cotton Improvement.*, 18: 87-88.
- Munro J.M., 1987.** Cotton, Longman Scientific and Technical London. p. 56-60.
- Murillo-Amador B., R. Lopez-Aguliar, C. Kaya, J. Larrinaga-Mayoral and A. Flores-Hernandez, 2002.** Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Journal of Agriculture and Crop Science*, 188: 235-247.
- Nascimento W.M. and S.H. West, 2000.** Drying during muskmelon (*Cucumis melo* L.) seed priming and its effects on seed germination and deterioration. *Seed Science and Technology*, 28: 211–215.
- Nascimento W.M., 2003.** Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. *Scientia Agricola*, 60: 71–75.
- Ni B.R. and K.J. Bradford, 1992.** Quantitative models characterizing seed germination responses to abscisic acid and osmoticum. *Plant Physiology*, 98: 1057–1068.
- Nicolás G. and J.J. Aldasoro, 1979.** Activity of the pentose phosphate pathway and changes in nicotinamide nucleotide content during germination of seeds of *Cicer arietinum* L. *Journal of Experimental Botany*, 30: 1163-1 170.
- Nonogaki H. and Y. Morohashi, 1996.** An endo-[beta]-mannanase develops exclusively in the micropylar endosperm of tomato seeds prior to radicle emergence. *Plant Physiology*, 110: 555–559.
- Novembre A.D.L.C. and J. Marcos-Filho, 1999.** Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslindadas mecanicamente. *Revista Brasileira de Sementes*, v.21, n.2, p.187-193.
- Oluoch M.O. and G.E. Welbaum, 1996.** Viability and vigor of osmotically primed muskmelon seeds after nine years of storage. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 121: 408–413.

- Parera C.A. and D.J. Cantliffe, 1994.** Presowing seed priming. *Horticultural Reviews*, 16: 109–141.
- Parera C.A. and D.J. Cantliffe, 1991.** Improved germination and modified imbibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116: 942-945.
- Pereira J.R., M.C. Alves, S.V. Lima, R.N. Souza, J.W. Santos and J.R. Bezerra, 2009.** 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, Salvador. Resumo. Salvador: Embrapa Algodão, 2005. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/212.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/212.pdf)>. Acesso em: 10 jun.
- Pettigrew W.T., 1994.** Source-to-sink manipulation effects on cotton lint yield and yield components. *Agronomy Journal*, 86:731–735.
- Pettigrew W.T., 2002.** Improved yield potential with an early planting cotton production system. *Agronomy Journal*, 94: 997–1003.
- Pettigrew W.T. and J.T. Johnson, 2005.** Effects of different seeding rates and plant growth regulators on early-planted cotton. *Journal of Cotton Science*, 9: 189-198.
- Phillip M., 1984.** Ribonucleoprotein particles from storage tissue of nature seeds *Biochimica et Biophysica Acta* 91(2) : 350- 351.
- Phipps P.M., 2012.** Field Crops. Disease and Nematode Management in Field Crops: Cotton pp. 3-53.
- Porter P.M., M.J. Sullivan and L.H. Harvey, 1996.** Cotton cultivar response to planting date on the Southeastern Coastal Plain. *Journal of Production Agriculture*, 9: 223–227.
- Prisco J.T., C.R. Baptista Haddad and J.L. Pinheiro Bastos, 1992.** Hydration-dehydration seed pre-treatment and its effects on seed germination under water stress conditions. *Revista Brasileira de Botânica*, 15: 31–35.



- Qayum S.M., A.H. Ansari, N.A. Chaudhry and M.A.A. Baig, 1990.** Seed Cotton yield its components and their inter relation response of six upland cotton cultivars with regard to sowing dates. *The Pakistan Cottons*, 34: 59-73.
- Rahman H.R., S.A. Malik, M. Saleem and F. Hussain, 2007.** Evaluation of seed physical traits in relation to heat tolerance in upland cotton. *Pakistan Journal of Botany.*, 39(2): 475-483.
- Rasool B., J. Arif, M. Hameed and S. Nadeem, 2002.** Field performance of *Trichogramma chilonis* against *Helicoverpa armigera* under varying sowing time and varieties of cotton. *Int. Journal of Agriculture and Biology*, 4(2): 113-114.
- Rikin A., D. Atsmon and C. Gitler, 1979.** Chilling injury in cotton (*Gossypium hirsutum* L.): Prevention by abscisic acid. *Plant Cell Physiology*, 20:1537–1546.
- Rikin A., D. Atsmon and C. Gitler, 1983.** Quantitation of chill-induced release of a tubulin-like factor and its prevention by abscisic acid in *Gossypium hirsutum* L. *Plant Physiology*, 71: 747–748.
- Ritchie G.L., C.W. Bednarz, P.H. Jost and S.M. Brown, 2004.** Cotton growth and Development Bull. 1253. Available at <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1252.htm> (accessed 13 Apr. 2006; verified 11 May 2006). The Univ. of Georgia College of Agricultural and Environ. Sci. Coop. Ext. Serv., Athens, GA.
- Salon C., P. Raymond and A. Pradet, 1988.** Quantification of carbon fluxes through the tricarboxylic acid cycle in early germinating lettuce embryos. *Journal of Biological Chemistry*, 263: 12278-12287.
- Sandoval J.A., H. Huang, D.C. Garrett, D.A. Gage and K.D. Chapman 1995.** N-Acylphosphatidylethanolamine in dry and imbibing cotton seeds. Amounts, molecular species, and enzymatic synthesis. *Plant Physiology*, 109: 269-275.
- Saroya A.R., M. Saeed and M. Umer, 1980.** Effect of different sowing dates on the yield of cotton (*G. hirsutum* L.) under Sahiwal conditions. *Pakistan Cottons*, 24: 267-273.

- Scholl R.L., 1976.** Variability within *Gossypium hirsutum* for seedling isocitrate activity. *Crop Science*, 16: 701-703.
- Sitrit Y., K.A. Hadfield, A.B. Bennett, K.J. Bradford and A.B. Downie, 1999.** Expression of a polygalacturonase associated with tomato seed germination. *Plant Physiology*, 121: 419–428.
- Sivritepe H.O. and A. Eris, 2000.** The effects of post-storage priming treatments on viability and repair of genetic damage in pea seeds. *Acta Horticulturae*, 517: 143–149.
- Smith C.W. and J.J. Varvil, 1984.** Standard and cool germination tests compared with field emergence in upland cotton. *Agronomy Journal*, 76: 587-589.
- Smith C.W., 1995.** Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Chapter 6. In: *Crop Production: Evolution, History, and Technology*. John Wiley and Sons, Inc., New York. pp. 287-349.
- Smith E.N., R.C. Fites and G.R. Noggle, 1971.** Effects of chilling temperature on isocitrate and malate synthetase levels during cotton seed germination. In Proceedings of Beltwide Cotton Production Research Conference 45-47.
- Stewart J.M., 1986.** Integrated events in the flower and fruit, In Mauney JR and Stewart JM, eds, Cotton Physiology 1. The Cotton Foundation, Memphis, Tenn.
- Stiles I.E., 1947.** Relation of water to the germination of corn and cottonseeds. *Plant physiology* : 201-204.
- Sung F.J.M. and Y.H. Chang, 1993.** Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. *Seed Science and Technology*, 21: 97–105.
- Taylor A.G., P.S. Allen, M.A. Bennett, K.J. Bradford, J.S. Burris and M.K. Misra, 1998.** Seed enhancements. *Seed Science Research*, 8: 245–256.
- Tomar S.K., A. Tomar, B.P. Dhyani, J.M. Sing and A.B. Singh, 2000.** Incidence of bollworms in relation to variety and time for sowing in cotton (*Gossypium* spp.). *Indian Journal of Agricultural Science*, 70: 633 634.
- Toselli M.E. and E.C. Casenave, 2002.** The hydrotime model analysis of cottonseed germination as tool in priming. *Seed Science and Technology*, 30: 549–557.

- Toselli M.E. and E.C. Casenave, 2003.** Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. *Seed Science and Technology*, 31: 727–735.
- Toselli M.E. and E.C. Casenave, 2005.** Hydropriming and cottonseed germination under unfavourable conditions: modifications in hydrotime model parameters. *Seed Science and Technology*, 33: 87–96.
- Townsend T., 2000.** The World cotton Outlook for 2000- 2001:Consumption Finally Rising, International Cotton Advisory Committee– Executive Director. Documents of the ICAC.
- Trelease I.R.N., W.M. Becker, P.J. Bruber and E.H. Newcomb, 1971.** Microbodies (glyoxysomes and peroxisomes) in cucumber cotyledons. Correlative biochemical and ultrastructural study in light- and dark-grown seedlings. *Plant Physiology*, 48: 461-475.
- Tsaliki E., 2005.** Cotton Situation in Greece. Research Associate Program 2005 NAGREF – Cotton and industrial Plants Institute .
- Ueda A., M. Kanechi, Y. Uno and N. Inagaki, 2003.** Photosynthetic limitations of a halophyte sea aster (*Aster tripolium* L.) under water stress and NaCl stress. *Journal of Plant Research*, 116: 65-70.
- USDA, NRCS, 2011.** The Plants Database (<http://plants.usda.gov>, 26 January 2009). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
- Vertucci C.W. and J.M. Farrant, 1995.** Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: *Seed development and germination*, (eds. J. Kigel and G. Galili), pp. 237–271, Marcel Dekker , New York.
- Waddle B.A., 1984.** Cotton growing practices. p. 233–263. In R.J Kohel and C.F. Lewis (ed.) Cotton. Agron. Monogr. 24. ASA,. Kohel and C.F. Lewis (ed.) Cotton. Agron. Monogr. 24. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Welbaum G.E., Z. Shen, M. Oluoch and L.W. Jett, 1998.** The evolution and effects of priming vegetable seeds. *Seed Technology*, 20: 209–235.
- Yagmur M., D. Kaydan and N. Okut, 2007.** Allevation of salinity stress during seed germination in wheat (*Triticum aestivum*) by potassium applications. *Indian Journal of Agricultural Science*, 77(6): 379-882.

**Zaxos D., S. Kostoula, E.M. Khah, A. Mavromatis, D. Chachalis and M. Sakellariou, 2011.** Evaluation of seed cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production and quality in relation to the different irrigation levels and two row spacings. *International Journal of Plant Production* 6 (1), January 2012.

**Zheng, W.F., W.X. Sheng and C.X. Rong, 2002.** Effect of different sowing dates on the growth and bollworm resistance of the American bollworm resistant cotton variety bollguard 32B. *China Cott.*, pp. 29-32.

## **B. Ελληνική**

**Αυγουλάς Χ. και Α. Κούτρου, 1997.** Βαμβάκι, στο: Μέργος Γ. και Παπαγεωργίου Κ. *Εξελίξεις και Προοπτικές του Αγροτικού Τομέα: Μία Κριτική Παρουσίαση Όλων των Παραγωγικών Κλάδων*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 85-117.

**Γαλανοπούλου - Σενδούκα Σ., 2002.** Εις <<Βιομηχανικά Φυτά>> σελ. 21-170. Εκδ. Σταμούλη Αθήνα.

**Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1997.** «Το ελληνικό βαμβάκι στην Ευρώπη», Εκδόσεις Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Λάρισα.

**Καράταγλης Σ., 1995.** Εις <<Φυσιολογία Φυτών>>. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Art of Text, σελ. 9-19.

**Κιτσοπανίδης Γ. και Χ. Καμενίδης, 2003.** *Αγροτική Οικονομική*, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

**Λιανός Θ., Δ. Δαμιανός, Γ. Μέργος, Μ. Ντεμούσης και Σ. Κατρανίδης, 1998.** *Αγροτική Οικονομική: Θεωρία και Πολιτική*, Β' έκδοση, Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα.

**Μάττας Κ. και Κ. Πολύμερος, 1999.** «Το βαμβάκι», στο Συλλογικό τόμο *Τα μεσογειακά προϊόντα ως παραδοσιακά ελληνικά προϊόντα και το μέλλον των μηχανισμών στήριξής τους*, Αποστολόπουλος Κ.Δ και Χ. Φωτόπουλος (Επιμέλεια), Εκδόσεις Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα, σσ. 208-235.

**Μπαξεβάνος Δ., 2001.** Η ποιότητα του βαμβακόσπορου, η σπορά και η εγκατάσταση της φυτείας του βαμβακιού. *MarketAgri- No3/2001*.

**Μυγδάκος Ε., 1995.** Η βαμβακοκαλλιέργεια στο Νομό Καρδίτσας: Εξέλιξη, σημασία, προβλήματα, προοπτικές. Στο: Μυγδάκος Ε., Κρομμύδας Α. και Νάνος Π. Μέρες Βαμβακού, πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας, Νομαρχία Καρδίτσας, Σεπτέμβριος '94, Ερμής Γενικές Εκδόσεις, Καρδίτσα. σελ. 1-40.

**Οργανισμός Βάμβακος, 2001.** Δελτίο Καλλιέργειας Βάμβακος. Διεύθυνση Παραγωγής.

**Παπακώστα – Τασοπούλου Δ., 2002.** Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία , Θεσσαλονίκη 2002.

**Ρουσσόπουλος Δ., 1995.** Ελληνική πολιτική για το βαμβάκι. Στο: Μυγδάκος Ε., Κρομμύδας Α. και Νάνος Π. Μέρες Βαμβακού. Πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας, Νομαρχία Καρδίτσας, Σεπτέμβριος '94, Ερμής Γενικές Εκδόσεις, Καρδίτσα. σελ.163-180 Στατιστικά Υπουργείου Αγροτικής ανάπτυξης και Τροφίμων.

**Τόλης Ι., 1986.** Βαμβάκι. Εχθροί, Ασθένειες, Ζιζάνια. σελ. 616. Ι. Τόλης, Αθήνα.

[www.cotton.org](http://www.cotton.org)

[www.icac.org](http://www.icac.org)