

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΜΣ «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ»**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**  
**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

*Επίδραση της αλατότητας και της υδατικής καταπόνησης στο  
φύτρωμα τοπικών πληθυσμών σουσαμιού (*Sesamum indicum* L.) και  
μελάνθιου (*Nigella sativa* L.)*



**ΝΙΚΟΛΙΑ-ΝΟΝΙΚΑ Σ. ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗ**  
Επιβλέπουσα: Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Επίκουρη καθηγήτρια  
**ΑΘΗΝΑ 2017**

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Επίδραση της αλατότητας και της υδατικής καταπόνησης στο φυτόρωμα τοπικών πληθυσμών σουσαμιού (*Sesatum indicum* L.) και μελάνθιου (*Nigella sativa* L.)**

**ΝΙΚΟΛΙΑ-ΝΟΝΙΚΑ Σ. ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗ**

**Εισηγητής:**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ**, *Επίκουρη καθηγήτρια στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α.*

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

**ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**, *Επίκουρη καθηγήτρια στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α.*

**ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**, *Καθηγητής στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α.*

**ΠΑΠΑΘΕΟΧΑΡΗ ΓΙΟΛΑΝΤΑ**, *Επίκουρη καθηγήτρια στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α.*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Π. Παπαστυλιανού, τόσο για την ανάθεση της εργασίας, όσο και για τη βοήθειά της κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, την επεξεργασία των αποτελεσμάτων και τη συγγραφή.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μπιλάλη Δημήτριο και την κ. Παπαθεοχάρη Γιολάντα για το χρόνο που αφιέρωσαν στη μελέτη της εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	1
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	4
<b>SUMMARY</b> .....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή</b> .....	8
1.1 Προέλευση-διάδοση-εξάπλωση .....	9
1.2 Σημασία της καλλιέργειας του σουσαμιού στην Ευρώπη και στον κόσμο. . .....	9
1.3 Βοτανική ταξινόμηση .....	11
1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	12
1.5 Βιολογικός κύκλος .....	14
1.6 Οικολογικές απαιτήσεις .....	15
A) Κλίμα	
B) Έδαφος	
1.7 Καλλιεργητική τεχνική .....	16
α) Αμειψισπορά	
β) Προετοιμασία εδάφους	
γ) Λίπανση	
δ) Σπορά	
ε) Συγκομιδή	
1.8 Πολλαπλασιασμός .....	20
1.9 Εχθροί και ασθένειες .....	20
1.10 Προέλευση-διάδοση-εξάπλωση .....	21
1.11 Σημασία της καλλιέργειας της νιγκέλα στην Ευρώπη και στον κόσμο. . .	22

1.12	Βοτανική ταξινόμηση. . . . .	24
1.13	Βοτανικά χαρακτηριστικά. . . . .	25
1.14	Βιολογικός κύκλος. . . . .	26
1.15	Οικολογικές απαιτήσεις. . . . .	27
	Α) Κλίμα	
	Β) Έδαφος	
1.16	Καλλιεργητική τεχνική. . . . .	28
	Α) Αμειψισπορά	
	Β) Προετοιμασία εδάφους	
	Γ) Λίπανση	
	Δ) Σπορά	
	Ε) Συγκομιδή	
1.17	Πολλαπλασιασμός. . . . .	32
1.18	Εχθροί και ασθένειες. . . . .	32
1.19	Στρες αλατότητας και ξηρασίας. . . . .	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Υλικά και μέθοδοι. . . . .</b>		<b>41</b>
2.1	Γενικά. . . . .	42
2.2	Εκτέλεση του πειράματος. . . . .	43
2.3	Μετρήσεις. . . . .	44
2.4	Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. . . . .	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αποτελέσματα. . . . .</b>		<b>46</b>
3.1	Θερμοκρασία 13°C. . . . .	47
3.2	Θερμοκρασία 15°C. . . . .	56
3.3	Θερμοκρασία 20°C. . . . .	67

3.4	Θερμοκρασία 25°C. ....	78
3.5	Θερμοκρασία 30°C. ....	91
3.6	Θερμοκρασία 35°C. ....	103
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Συμπεράσματα. ....</b>		<b>146</b>
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ. ....		152

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εξετάστηκε στο εργαστήριο με τη χρήση θαλάμου σταθερών συνθηκών η επίδραση της υδατικής καταπόνησης και της αλατότητας στο φύτευμα των σπόρων σουσαμιού (ποικιλίες Εύβοια, Έβρος, Λήμνος και εμπορική ποικιλία Ινδίας) και μελάνθιου (εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας). Σκοπός της μελέτης ήταν να προσδιοριστούν τα επίπεδα αντοχής των σπόρων στα δύο είδη καταπόνησης και να διαπιστωθεί κατά πόσο οι παράγοντες θερμοκρασία και ποικιλία επηρεάζουν το φύτευμα και την αντοχή των σπόρων στα παραπάνω είδη καταπόνησης. Το πείραμα περιλάμβανε μεταχείριση των σπόρων με 6 αρνητικές συγκεντρώσεις πολυαιθυλενογλυκόλης και NaCl και το μάρτυρα (νερό). Οι θερμοκρασίες βλάστησης ήταν οι: 13, 15, 20, 25, 30 και 35°C και τα ωσμωτικά δυναμικά τόσο για το PEG όσο και για το NaCl περιλάμβαναν τις τιμές -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1 και -1,2 MPa.

Καμία από τις εξεταζόμενες ποικιλίες δεν σημείωσε φύτευμα στα αρνητικά ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,8 MPa και κάτω, ενώ και για την τιμή των -0,6 MPa σημειώθηκε φύτευμα μόνο για την ποικιλία Έβρος στους 30° (τόσο στη μεταχείριση με το PEG όσο και σε αυτή με το NaCl) και για τις ποικιλίες Εύβοια και εμπορική Ινδίας (μόνο στη μεταχείριση με το NaCl και επίσης στους 30°). Σε όλες τις περιπτώσεις, το ποσοστό και ο ρυθμός φυτρώματος όλων των ποικιλιών ήταν υψηλότερα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα σε σχέση με τις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa PEG και NaCl με τις μοναδικές εξαιρέσεις να σημειώνονται στους 30 και 35°. Υπό την απουσία καταπόνησης, τα καλύτερα αποτελέσματα για όλες τις ποικιλίες σουσαμιού σημειώθηκαν στους 20, 25 και 30°, ενώ για τη νιγκέλα στους 15°. Κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa PEG, τα καλύτερα αποτελέσματα για όλες τις ποικιλίες σουσαμιού σημειώθηκαν στους 25 και 30°, ενώ για τη νιγκέλα στους 15°. Με την αύξηση του επιπέδου καταπόνησης, τα καλύτερα αποτελέσματα για τις ποικιλίες σουσαμιού σημειώθηκαν στους 30 και 35°, ενώ για τη νιγκέλα συνέβη πλήρης παρεμπόδιση του φυτρώματος. Κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl, τα καλύτερα αποτελέσματα για όλες τις ποικιλίες σουσαμιού σημειώθηκαν στους 30 και 35°, ενώ για τη νιγκέλα στους 20°. Με την αύξηση του επιπέδου καταπόνησης, τα καλύτερα αποτελέσματα για όλες τις ποικιλίες σουσαμιού σημειώθηκαν στους 30 και 35°, ενώ για τη νιγκέλα στους 15°.



Όσον αφορά στον παράγοντα ποικιλία, τόσο υπό την απουσία όσο και υπό την παρουσία των δύο ειδών καταπόνησης, η ποικιλία Λήμνος σημείωσε τα χαμηλότερα ποσοστά φυτρώματος. Τα καλύτερα ποσοστά υπό την απουσία καταπόνησης σημειώθηκαν γενικά για τις ποικιλίες Εύβοια και Έβρος, ενώ η εμπορική ποικιλία Ινδίας υπερέιχε των δύο προηγούμενων μόνο στους 13 και 30°. Υπό την παρουσία των δύο ειδών καταπόνησης, τα ποσοστά των ποικιλιών Εύβοια και Έβρος ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις υψηλότερα σε σχέση με τα αντίστοιχα για την εμπορική ποικιλία Ινδίας.

Λέξεις Κλειδιά: αλατότητα, υδατική καταπόνηση, σουσάμι, νιγκέλα, ποσοστό φυτρώματος, χρόνος φυτρώματος

# **SUMMARY**

## **Effect of water and salinity stress on germination of local populations of sesame (*Sesamum indicum* L.) and nigella (*Nigella sativa* L.)**

It was tested at the laboratory using an incubator the effect of water and salinity stress on germination of sesame and nigella seeds (local cultivars Evia, Evros, Limnos and commercial cultivars India and nigella). The aim of this study was to determine the resistance levels of seeds on both stresses combined with temperature differences. The experimental procedures involved treatment of seeds with six negative concentrations of PEG-6000 and NaCl (Germination temperatures of: 13, 15, 20, 25, 30 and 35°C and osmotic potentials for PEG-6000 and NaCl of: -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1 and -1,2 MPa).

None of the cultivars tested germinated at osmotic potentials below -0,8 MPa, whereas at -0,6 MPa the only cultivars that germinated were Evros at 30°C (both with PEG and NaCl), Evia and India (at 30°C but only with NaCl). In all cases, both germination percentage and rate of all cultivars were higher at the control treatment related to treatments with -0,2 and -0,4 MPa PEG and NaCl for temperatures less than 30°C. Best results were obtained for all sesame cultivars at 20, 25 and 30°C, while for nigella it was at 15°C in the absence of stresses. Once treated with -0,2 MPa PEG, best results were obtained for all sesame cultivars at temperatures of 25 and 30°C, whereas for nigella at only 15°C. Increase in stress levels resulted in maximum efficiency at 30 and 35°C for all sesame cultivars in contrast to complete prevention of germination for nigella. Once treated with -0,2 MPa NaCl, best results were obtained for all sesame cultivars at 30 and 35°C, whereas for nigella at only 20°C. Also, as the stress levels increased, best results were obtained for all sesame cultivars at 30 and 35°C, whereas for nigella at 15°C.

Regarding the cultivars, the lowest germination percentages were recorded for Limnos, regardless of any stresses. With the absence of stresses, best results were observed for Evia and Evros, while the commercial cultivar India was superior only at 13 and 30°C. However, with the presence of stresses, the percentages of cultivars Evia and Evros were, in most cases, superior compared with those of the commercial cultivar India.

Key words: Salinity, drought stress, *Sesamum indicum*, *Nigella sativa*, germination percentage, germination time

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΔΙΑΔΟΣΗ-ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Το σουσάμι αναφέρεται ως μία από τις πιο παλιές καλλιέργειες στον κόσμο. Σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα, έχει χρησιμοποιηθεί για περισσότερα από 5000 χρόνια στην Ινδία, ενώ καταγράφεται ως καλλιέργεια στην Βαβυλώνα και στην Ασσύρια πριν από 4000 χρόνια. Η καλλιέργεια εξαπλώθηκε από τότε σε πολλά μέρη του κόσμου, συμπεριλαμβανομένης της ανατολικής Αφρικανικής περιοχής, όπου αναπτύσσεται κυρίως για την παραγωγή σπόρων και για εξαγωγή λαδιού (Were et al.,2006).

### 1.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΟΥΣΑΜΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Η ιδιαίτερη σημασία του σουσαμιού για την παγκόσμια παραγωγή φαίνεται από το γεγονός ότι η καλλιέργεια έχει συμπεριληφθεί, από το Διεθνές Ινστιτούτο Φυτικών Γενετικών Πόρων, μεταξύ των παραμελημένων και υποχρησιμοποιημένων καλλιεργειών, ως μία καλλιέργεια με υψηλές δυνατότητες (Were et al.,2006) . Συγκεκριμένα, εμφανίζει ένα από τα υψηλότερα περιεχόμενα σε λάδι μεταξύ των ελαιούχων καλλιεργειών, το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 35-63% (Were et al.,2006), κατέχοντας έτσι την 9<sup>η</sup> θέση μεταξύ των κορυφαίων 13 ελαιούχων καλλιεργειών, οι οποίες παράγουν πάνω από το 90% της παγκόσμιας παραγωγής βρώσιμου ελαιολάδου (Kajihaua et al.,2014). Το λάδι του σουσαμιού εμφανίζει μεγάλη σταθερότητα, λόγω της παρουσίας ενός αριθμού αντιοξειδωτικών, όπως η σεσαμίνη, η σεσαμολίνη και η σεσαμόλη. Επομένως, χαρακτηρίζεται από μία μακρά διάρκεια ζωής και έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τη σταθερότητα και τη μακροβιότητα λιγότερο σταθερών φυτικών ελαίων, μετά από ανάμειξη

τους. Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει επίσης ότι το λάδι του σουσαμιού μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης και υπέρτασης, καθώς και την εμφάνιση ορισμένων μορφών καρκίνου. Οι παρατηρούμενες αυτές επιδράσεις έχουν αποδοθεί στη χημική σύνθεση του λαδιού, η οποία χαρακτηρίζεται από ένα χαμηλό επίπεδο κορεσμένων λιπαρών οξέων και από την παρουσία αντιοξειδωτικών (Were et al.,2006). Συγκεκριμένα, στην αντιοξειδωτική δράση της σεσαμίνης οφείλεται η παρεμπόδιση στην απορρόφηση χοληστερόλης και στην παραγωγή της στο συκώτι. Επίσης, η παρουσία μυριστικού οξέος, καθώς και μεγάλων ποσοτήτων λινελαϊκού οξέος σε μορφή τριγλυκεριδίων ευθύνονται για την παρεμπόδιση εμφάνισης καρκίνου. Ιδιαίτερα για το 2<sup>ο</sup> συστατικό, μελέτες έδειξαν ότι συνέβαλλε στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης κακοήθους μελανώματος. Εκτός από τις παραπάνω επιδράσεις, το λάδι του σουσαμιού χρησιμοποιείται με εξίσου θετικά αποτελέσματα και για τη θεραπεία της θολής όρασης και του πονοκεφάλου. Τέλος, οι 2 προαναφερόμενες αντιοξειδωτικές ουσίες, σεσαμίνη και σεσαμολίνη, ασκούν και βακτηριοκτόνο και εντομοκτόνο δράση, με τη 2<sup>η</sup> να χρησιμοποιείται ως συνεργιστική ουσία στην παρασκευή πυρεθροειδών εντομοκτόνων (Morris, 2002).

Εκτός από το λάδι, σημαντικές ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία φαίνεται ότι ασκούν και τα φύλλα του φυτού. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με αναφορές, τα νεαρής ηλικίας φύλλα χρησιμοποιούνται στην υπο-Σαχάρια Αφρική και στην Κίνα για ανθρώπινη κατανάλωση ως λαχανικό, καθώς βρέθηκε ότι αποτελούν πλούσια πηγή καροτενίου, ασκορβικού οξέος, σιδήρου και καλίου. Ακόμα, ο χυμός που εξάγεται από τα φύλλα χρησιμοποιείται ως θεραπευτική ουσία έναντι του πυρετού, του βήχα, του πόνου των ματιών, της δυσεντερίας και της βλενόρροιας, ενώ καταναλώνεται επίσης από εγκύους για τη διευκόλυνση της γέννας. Τέλος, σε χώρες της ανατολικής και νότιας Αφρικής τα φύλλα του σουσαμιού αναφέρεται ότι συμβάλλουν στη θεραπεία της ελονοσίας και των δαγκωμάτων από φίδι.

Σήμερα, σύμφωνα με στοιχεία, η συνολική ετήσια κατανάλωση σουσαμιού κυμαίνεται περίπου στο 65% για εξαγωγή λαδιού και στο 35% για διατροφικούς σκοπούς. Το λάδι χρησιμοποιείται μερικές φορές στην Ευρώπη ως υποκατάστατο του ελαιολάδου, ενώ έχει χρησιμοποιηθεί και για βιομηχανικούς σκοπούς και συγκεκριμένα για την παρασκευή αρωμάτων στην Αφρική. Άλλες χρήσεις του στον βιομηχανικό τομέα περιλαμβάνουν τη συμμετοχή του στην παρασκευή σαπουνιών και λιπαντικών ουσιών, καθώς και καλλυντικών και λαμπών πετρελαίου. Επίσης, εξαιτίας των μαλακτικών ιδιοτήτων του, έχει χρησιμοποιηθεί ως διαλυτικό μέσο σε ενδομυϊκές ενέσεις, αλλά και ως καθαρτικό. Όσον

αφορά στους σπόρους, αυτοί χρησιμοποιούνται ως προσθετικό σε προϊόντα αρτοποιίας στη Σικελία, μαζί με τα οποία και καταναλώνονται. Στη χώρα μας χρησιμοποιούνται ως συστατικό σε πίτες, ενώ σε χώρες της Αφρικής αποτελούν βασικό συστατικό σε σούπες. Η κατανάλωση σπόρου σουσαμιού αναφέρεται ότι βοηθά στην αύξηση της ποσότητας γ-τοκοφερόλης στο πλάσμα του αίματος, καθώς και στη βελτίωση της δραστηριότητας της βιταμίνης E, συστατικά τα οποία θεωρείται ότι παρεμποδίζουν την εμφάνιση καρκίνου και καρδιοπαθειών. Σήμερα, πολλά προϊόντα που περιέχουν σπόρο σουσαμιού διατίθενται σε καταστήματα υγιεινής διατροφής, όπως τα κράκερς, τα δημητριακά, οι αναποφλοιώτοι σπόροι σουσαμιού, καθώς και διάφορα γλυκίσματα. Από τα πιο ονομαστά αναφέρεται ο γνωστός χαλβάς που προέρχεται από τη σύνθλιψη και την προσθήκη ζάχαρης στους σπόρους και αποτελεί ιδιαίτερα διαδεδομένο γλύκισμα σε χώρες της Ανατολής, όπως η Συρία και ο Λίβανος. Από τη σύνθλιψη του σπόρου προέρχεται επίσης και μία άλλη θρεπτική τροφή, το ταχίνι, το οποίο χρησιμοποιούνταν ευρέως στη Μέση Ανατολή ως καρύκευμα σε σούπα ρεβιθιών και σε χυμό λεμονιού. Τέλος, ένα άλλο προϊόν το οποίο προέρχεται από την επεξεργασία των σπόρων, το σουσαμάλευρο, χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικής ποιότητας τροφή για πουλερικά και κτηνοτροφικά ζώα (Morris, 2002).

Εκτός από το λάδι και το σπόρο, σημαντικό προϊόν του φυτού του σουσαμιού φαίνεται ότι αποτελούν και οι ίνες των βλαστών του. Συγκεκριμένα, τα ξυλώδη στελέχη του φυτού χρησιμοποιούνται στην κατασκευή σκιερών καταφυγίων, καθώς και για οροφές μικρών σπιτιών και μάντρες ζώων. Επίσης, οι μαγειρεμένοι νεαροί βλαστοί χρησιμοποιούνται σε χώρες της Αφρικής ως συστατικό σε σούπες και σε σάλτσες.

Σήμερα, η παγκόσμια παραγωγή σουσαμιού εκτιμάται στους 3,66 εκατομμύρια τόνους, με την Ασία και την Αφρική να αποτελούν τις κύριες περιοχές παραγωγής (Ansah et al.,2015). Συγκεκριμένα, από την Ασία προέρχεται περίπου το 70% της παγκόσμιας παραγωγής (2,55 εκατ. τόνοι), ενώ η Αφρική παράγει το 26% της παγκόσμιας παραγωγής (0,95 εκατ. τόνοι). Οι κύριες χώρες παραγωγής σουσαμιού στην Αφρική είναι η Σιέρρα Λεόνε, το Σουδάν, η Νιγηρία και η Ουγκάντα. Τέλος, το υπόλοιπο 4% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής σουσαμιού παράγεται στη Λατινική Αμερική (Gharby et al.,2015).

### **1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ**

Το σουσάμι ανήκει στη συνομοταξία *Spermatophyta*, στην υποδιαίρεση *Angiospermae*, στην κλάση *Dicotyledoneae*, στην τάξη *Tubiflorae*, στην οικογένεια *Pedaliaceae* και στο γένος *Sesamum*. Εκτός από την οικογένεια *Pedaliaceae*, στην τάξη *Tubiflorae* περιλαμβάνονται άλλες 23 οικογένειες στις οποίες συγκαταλέγονται και οι *Convolvulaceae*, *Solanaceae*, *Scrophulariaceae* και *Labiatae* (Van Rheenen,1972). Η οικογένεια *Pedaliaceae* περιλαμβάνει 16 γένη και 60 είδη (Gharby et al.,2015), τα οποία κατανέμονται στην τροπική και νότια Αφρική, στη νότια και νοτιοανατολική Ασία και στην τροπική Αυστραλία (Nayar & Mehra,1970). Είναι μία μικρή οικογένεια που περιλαμβάνει ετήσια ή πολυετή φυτά (σπανιότερα θάμνους), τα οποία εμφανίζουν αντίθετα φύλλα και μασχαλιαία άνθη. Πολλές φορές τα ανώτερα φύλλα εμφανίζονται σε σπειροειδή διάταξη. Τα είδη της οικογένειας χαρακτηρίζονται, επίσης, από μία ανώτερη, συνήθως δικύτταρη, ωθήκη, με τα κύτταρα συχνά διαχωρισμένα (πλήρως ή μερικώς) με ψευδή διαφράγματα. Κάθε διαχωρισμένο τμήμα περιλαμβάνει ένα έως πολλά ωάρια, τα οποία βρίσκονται προσκολλημένα στο κεντρικό μέρος της ωθήκης (Nayar & Mehra,1970). Το γένος *Sesamum* περιέχει συνολικά 36 είδη, με τα περισσότερα να είναι ενδημικά της Αφρικής (Van Rheenen,1972).



Εικόνα 1: *Sesamum* sp. (herbalistics.com.au)

#### 1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το σουσάμι είναι ένα ετήσιο (ή, σε μερικές περιπτώσεις, πολυετές) φυτό, το οποίο αναπτύσσεται σε ένα ύψος από 0,5-1,5 m, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης (Ross, 2005).

Το ριζικό του σύστημα αποτελείται από μία μεγάλη κεντρική ρίζα, η οποία μπορεί να ξεπεράσει σε μήκος τα 990 cm, και από ένα πυκνό επιφανειακό στρώμα τροφοδοτικών ριζών, οι οποίες συμβάλλουν στην ανθεκτικότητα του φυτού στην ξηρασία.

Ο βλαστός είναι όρθιος και συνήθως τετράγωνος με σαφώς διαμορφωμένες αυλακώσεις. Το χρώμα του ποικίλλει από απαλό πράσινο ως μωβ, αλλά συνηθέστερα είναι σκούρο πράσινο. Είναι, επίσης, λείος και ελαφρά ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, πολύ τριχοειδής (Kafitiri & Mronda, 2009).

Τα φύλλα είναι απλά ή σύνθετα, μήκους 7,5-12,5 cm. Όταν είναι σύνθετα, τα ανώτερα εμφανίζονται επιμήκη, τα μεσαία ωοειδή και οδοντωτά και τα χαμηλότερα λοβοειδή.

Τα άνθη σχηματίζονται ως βότρες στις μασχάλες των φύλλων και είναι χρώματος λευκού ή ροζ με σκούρα σημάδια (Ross, 2005). Υπό φυσιολογικές συνθήκες ανοίγουν την αυγή (μεταξύ 5 και 7 π.μ.) και η γύρη τους διαχέεται σε σύντομο χρονικό διάστημα, εφόσον έχει παραμείνει βιώσιμη για περίπου 24 ώρες. Υπό την επίδραση συννεφιασμένων ή ψυχρών ημερών, τα άνθη μπορεί να ανοίξουν 3 ώρες μετά την ανατολή του ήλιου (Kafitiri & Mronda, 2009). Είναι συνήθως αυτογονιμοποιούμενα, παρότι συχνά πραγματοποιείται και σταυρογονιμοποίησή τους μέσω εντόμων.

Ο καρπός είναι κάψα, επιμήκης-τετράπλευρη, ελαφρώς συμπιεσμένη, με 4 αύλακες και φτάνει τα 1,5-5 cm σε μήκος. Περιέχει 50-100 ή και περισσότερους σπόρους (Ross, 2005).

Οι σπόροι έχουν μαύρο, καφέ ή άσπρο χρώμα και φτάνουν τα 2,5-3 mm σε μήκος και το 1,5 περίπου mm σε πλάτος (Ross, 2005). Περιέχουν σημαντικά ποσοστά λαδιού(50-60%), πρωτεΐνης(18-25%), υδατανθράκων και τέφρας. Το λάδι περιέχει σχεδόν ίσα επίπεδα ελαϊκού(35-54%) και λινελαϊκού(39-59%) οξέος και επιπρόσθετα 10% παλμιτικό και 5% στεαρικό οξύ (El Harfi et al., 2016).





Εικόνα 2: Σπόροι σουσαμιού (nationaldryfruit.com και psmicrographs.co.uk)



Εικόνα 3: Άνθος σουσαμιού (indiamike.com)

## 1.5 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Το σουσάμι είναι ένα ποσοτικά μικρής ημέρας φυτό. Σύμφωνα με μελέτες, η άνθισή του επάγεται φυσιολογικά σε 40 έως 50 ημέρες, μετά από έκθεσή του σε ένα μήκος ημέρας που φτάνει τις 10 ώρες. Οι πρώιμες ποικιλίες αναφέρονται ως λιγότερο ευαίσθητες στο μήκος της ημέρας από ότι οι οψιμότερες (El Naim,2003). Συγκεκριμένα, οι όψιμες ποικιλίες σουσαμιού αναφέρονται ως μικρής-ημέρας ποικιλίες και η ανάπτυξή τους σε μεγάλες ημέρες συμβάλλει σε υπερβολική βλαστητική ανάπτυξη σε βάρος της αναπαραγωγικής, η οποία καταστέλλεται ή καθίσταται μη φυσιολογική. Αντίθετα, οι πρώιμες ποικιλίες σουσαμιού έχουν την ικανότητα να ανθίζουν και να καρποφορούν τόσο υπό συνθήκες μικρής όσο και υπό συνθήκες μεγάλης ημέρας, με την επικράτηση των δευτέρων να δίνει, ωστόσο, καλύτερα αποτελέσματα (Nafe et al.,2010).

## **1.6 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

### **A ) ΚΛΙΜΑ**

Το σουσάμι καλλιεργείται σε όλες τις τροπικές και υποτροπικές περιοχές (El Naim,2003), ενώ η καλλιέργειά του μπορεί να επεκταθεί και ως τις εύκρατες και υποεύκρατες ζώνες (Heidari et al.,2011). Φυσιολογικά χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου, καθώς αυτές οι θερμοκρασίες προωθούν τη βλαστική ανάπτυξη και την παραγωγή των φύλλων (El Naim,2003). Συγκεκριμένα, οι σπόροι του σουσαμιού, βλαστάνουν σε θερμοκρασίες άνω των 15°C, ενώ τα άριστα επίπεδα για την ανάπτυξη του φυτού κυμαίνονται μεταξύ 25 και 27°C. Θερμοκρασίες χαμηλότερες των 10°C παρεμποδίζουν το φύτερωμα του σπόρου και την ανάπτυξη του φυτού, ενώ η ανάπτυξη περιορίζεται και σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 20°C (Γαλανοπούλου-Σενδούκα,2002). Ωστόσο, αρνητικές επιπτώσεις για το φυτό έχει και η επικράτηση θερμοκρασιών υψηλότερων της άριστης. Συγκεκριμένα, θερμοκρασίες άνω των 40°C κατά τη διάρκεια της άνθισης μπορούν να επηρεάσουν σοβαρά τη γονιμότητα (El Naim,2003).

Όσον αφορά στην υγρασία, η ποσότητα και η κατανομή της εποχιακής βροχόπτωσης αναφέρονται μέσα στους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τα συστατικά της απόδοσης του σουσαμιού στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές. Σε γενικές γραμμές οι απαιτήσεις του

σουσαμιού σε νερό κάτω από ημίξηρες συνθήκες είναι περίπου 915 mm. Πειράματα έδειξαν ότι η καλλιέργεια του σουσαμιού ευνοείται από την εφαρμογή 3 αρδεύσεων κατά μήκος της καλλιεργητικής περιόδου, σε σχέση με την εφαρμογή 1 ή 2 αρδεύσεων (Ucan & Killi,2010). Ξηρές περιόδους κατά το φύτεμα και κατά το στάδιο σχηματισμού του καρπού είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για την καλλιέργεια (Alpaslan et al.,2001).

## **B ) ΕΔΑΦΟΣ**

Το σουσάμι αναπτύσσεται καλά σε μία ευρεία ποικιλία εδαφών. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι μπορεί να αναπτυχθεί τόσο σε αμμώδη όσο και σε αργιλώδη εδάφη με εξίσου καλά αποτελέσματα. Ωστόσο, τα καλύτερα εδάφη για το σουσάμι φαίνεται ότι είναι τα γόνιμα, καθώς αποστραγγιζόμενα με pH από 6,5-8 (El Naim,2003).

## **1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ**

### **α ) ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ**

Λόγω της γρήγορης ωρίμανσής του, το σουσάμι προσαρμόζεται καλά σε πολλαπλά συστήματα καλλιέργειας, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως κύρια είτε ως δευτερεύουσα καλλιέργεια (Sharma,1995). Γενικά, το φυτό μπορεί να εναλλάσσεται με τα χειμερινά σιτηρά (Γαλανοπούλου-Σενδούκα,2002), ενώ συνήθως φυτεύεται μετά το σιτάρι στις άγονες και ημιάγονες περιοχές (Ucan & Killi,2010). Μία νέα πρακτική, η οποία εφαρμόζεται στη Δυτική Αφρική, είναι η καλλιέργεια σουσαμιού σε εναλλασσόμενες σειρές με σόργο ή με κεχρί, είτε ενσωματώνοντάς το σε μία εγκατεστημένη καλλιέργεια σόργου είτε σπέρνοντάς το ταυτόχρονα με το σόργο ή το κεχρί στην ίδια τρύπα φύτευσης. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται από τους αγρότες ως πρακτική γεωργίας επιβίωσης, καθώς έχει αναφερθεί ότι μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των προσβολών από το ριζοπαράσιτο *Striga hermonthica*, μέσω σποράς των φυτών στην ίδια τρύπα φύτευσης ή σε εναλλασσόμενους ή διπλανούς όρχους (Hess & Dodo,2004).

## **β ) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Η προετοιμασία του αγρού για την καλλιέργεια του σουσαμιού θα πρέπει να είναι επιμελημένη, λόγω του μικρού μεγέθους των σπόρων και της αργής σποράς που πραγματοποιείται την άνοιξη (Γαλανοπούλου-Σενδούκα,2002). Οι μικροί και, κάπως, μαλακοί σπόροι του φυτού ζημιώνονται εύκολα κατά τη συγκομιδή και, ιδιαίτερα, κατά τον αλωνισμό, γι' αυτό η σποροκλίνη θα πρέπει να είναι μαλακής υφής, θερμή και υγρή (Culbertson et al.,1961). Οι συνήθεις επεμβάσεις περιλαμβάνουν 1 ή 2 οργώματα και στη συνέχεια 2 ή 3 σβαρνίσματα, ώστε να δημιουργηθεί μία καλά κονιορτοποιημένη σποροκλίνη, η οποία θα συμβάλλει σε καλό φύτρωμα και στην εγκατάσταση επιθυμητής ποσότητας φυτών. Επίσης ο αγρός θα πρέπει να είναι απαλλαγμένος από ζιζάνια και τέλεια ισοπεδωμένος, καθώς σε συνθήκες υδατοκορεσμού, ακόμα και για σύντομη χρονική περίοδο, μπορεί να επέλθει θάνατος των φυτών και συνεπώς μείωση της πυκνότητάς τους ανά μονάδα επιφάνειας (Sharma,1995).

## **γ ) ΛΙΠΑΝΣΗ**

Στις περισσότερες χώρες, η εφαρμογή λίπανσης στην καλλιέργεια του σουσαμιού είναι περιορισμένη και τα αποτελέσματα των περισσότερων πειραμάτων που αφορούν στη λίπανση είναι αντικρουόμενα. Συγκεκριμένα, σε πειράματα που έγιναν στο Σουδάν, δεν διαπιστώθηκε καμία αύξηση στις αποδόσεις των τοπικών ποικιλιών σουσαμιού μετά την εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων, ενώ και τα αποτελέσματα από την εφαρμογή φωσφόρου ήταν ποικίλα. Σε γενικές γραμμές, η ανταπόκριση του φυτού στη λίπανση εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα σε υγρασία. Όταν το φυτό καλλιεργείται ως ξηρικό και οι αποδόσεις του είναι περιορισμένες, δεν υπάρχει αντίδραση στη λίπανση. Στις αρδευόμενες όμως εκτάσεις εφαρμόζεται λίπανση με περιορισμένες λιπαντικές μονάδες αζώτου (6-8) και όμοιες σε φώσφορο και κάλιο (3-4) (Γαλανοπούλου-Σενδούκα,2002).

## **δ ) ΣΠΟΡΑ**

Οι ιδανικές ημερομηνίες σποράς για την καλλιέργεια του σουσαμιού εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως το είδος των χρησιμοποιούμενων ποικιλιών και τα επίπεδα βροχόπτωσης που επικρατούν. Συγκεκριμένα, οι χειμωνιάτικες ποικιλίες σπέρνονται κατά κανόνα το Σεπτέμβριο-Οκτώβριο και συγκομίζονται τον Ιανουάριο-Φεβρουάριο, ενώ οι ανοιξιάτικες ποικιλίες σπέρνονται τον Ιούνιο-Ιούλιο και συγκομίζονται τον Οκτώβριο-Νοέμβριο (Sen & Pain,1947).

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες το σουσάμι χρησιμοποιείται ως δευτερεύουσα καλλιέργεια, σπέρνεται μετά τη συγκομιδή των προηγούμενων καλλιεργειών, όπως το σιτάρι, το κριθάρι, το ρεβίθι και η φακή. Η περίοδος αυτή τοποθετείται κατά το τέλος Ιουνίου ως τις αρχές Ιουλίου (Sogut,2009).

Η καθυστέρηση της ημερομηνίας σποράς έχει αναφερθεί ότι επηρεάζει δυσμενώς την ανάπτυξη του φυτού του σουσαμιού. Συγκεκριμένα, από πειράματα που διεξήχθησαν στο Σουδάν, βρέθηκε ότι η καθυστέρηση της σποράς του φυτού από τον Ιούλιο στον Αύγουστο οδήγησε σε μία μείωση των αποδόσεων, η οποία ξεπέρασε το 80%. Αντίθετα, η πρώιμη σπορά του φυτού στην Ινδία συνέβαλλε στην παραγωγή υψηλότερου αριθμού καρπιδίων/φυτό. Τέλος, παρόμοιες μελέτες έδειξαν ότι με την πρώιμη σπορά δημιουργούνται μη ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη της ασθένειας κηλίδωσης των φύλλων του σουσαμιού (Fadle,2003).

## **ε ) ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ**

Το φυτό του σουσαμιού συγκομίζεται, κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, περίπου 80-150 μέρες μετά τη σπορά, ενώ συνήθως το διάστημα αυτό κυμαίνεται μεταξύ 100-110 ημερών από τη σπορά. Σε γενικές γραμμές και για να μειωθούν οι απώλειες σε σπόρο, συστήνεται η συγκομιδή του φυτού να πραγματοποιείται όταν τα φύλλα έχουν κιτρινίσει και τα περισσότερα από αυτά έχουν πέσει και, επίσης, όταν οι χαμηλότερες κάψες πάνω στο βλαστό έχουν αρχίσει να διαχωρίζονται (Elgaali,2003). Η υγρασία του σπόρου δεν θα

πρέπει να ξεπερνά τα επίπεδα του 6%, καθώς υπό αυτές τις συνθήκες εξασφαλίζεται ο αποτελεσματικός έλεγχός του κατά τη μεταφορά του μέσα στα σιλό. Υψηλότερα επίπεδα υγρασίας μπορεί να οδηγήσουν σε άναμμα του σπόρου και τελικώς στην καταστροφή του (Grichar et al.,2011).

Όσον αφορά στις μεθόδους συγκομιδής, αυτές διακρίνονται σε 2 κατηγορίες: στη χειρωνακτική και στη μηχανική. Κατά την εφαρμογή της χειρωνακτικής μεθόδου, τα φυτά του σουσαμιού κόβονται με ένα δρεπάνι αμέσως κάτω από το χαμηλότερο καρπίδιο, στη συνέχεια δένονται σε μικρά δεμάτια και συσσωρεύονται όλα μαζί για να ξηρανθούν. Αφού περάσουν 15-20 μέρες, τα δεμάτια αναποδογυρίζονται, οι σπόροι βγαίνουν έξω από τα καρπίδια και συλλέγονται. Για να ολοκληρωθεί το αλώνισμα, τα δεμάτια χτυπιούνται με το χέρι έτσι ώστε να απομακρυνθούν τυχόν προσκολλημένοι σπόροι. Η μηχανική συγκομιδή επιτυγχάνεται με κόψιμο και δέσιμο του φυτού σε δεμάτια, όταν έχει φτάσει στη φυσιολογική ωρίμανση. Στη συνέχεια ακολουθεί συλλογή των δεματίων με το χέρι και συσσώρευσή τους ώστε να ξηρανθούν. Τέλος, αφού τα δεμάτια έχουν ξηρανθεί, οι σπόροι εξάγονται από τα καρπίδια με το χέρι και συλλέγονται (Elgaali,2003).



Εικόνα 4: Καλλιέργεια σουσαμιού στον αγρό (dailyasianage.com)



Εικόνα 5: Συγκομισθέν προϊόν σουσαμιού (www.alamy.com)



Εικόνα 6: Συγκομιδή σουσαμιού (cntaizy.en.alibaba.com)

## 1.8 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Το σουσάμι πολλαπλασιάζεται με σπόρο και ο πολλαπλασιασμός πραγματοποιείται είτε διασκορπίζοντας είτε σκάβοντας τους σπόρους σε σειρές (Kafitiri & Mronda). Στη χώρα μας η σπορά γίνεται σε γραμμές τον Απρίλιο ή Μάιο με ποσότητα σπόρου 1-2 kg/στρ. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι περίπου 80 cm, ενώ οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών επί των γραμμών είναι 25-40 cm. Αντίθετα, στις Η.Π.Α. συνιστάται οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών να είναι από 45-75 cm, ο πληθυσμός των φυτών 10-12 χιλιάδες φυτά/στρ. και η ποσότητα του σπόρου να μην ξεπερνά τα 0,5 kg/στρ. Ανάλογα με την υφή του εδάφους και τις συνθήκες υγρασίας, ο σπόρος θα πρέπει να τοποθετείται σε ένα βάθος από 2-5 cm. Το βάρος 1000 σπόρων είναι περίπου 30 g (Γαλανοπούλου-Σενδούκα,2002).

## 1.9 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΗΝΕΙΕΣ

Η καλλιέργεια του σουσαμιού προσβάλλεται, υπό συνθήκες αγρού, από έναν μεγάλο αριθμό επιβλαβών εντόμων (Ahmed et al.,2014) η παρουσία των οποίων μπορεί να επιφέρει μία σημαντική μείωση της τάξης του 25,9% στις αποδόσεις σε σπόρο (Karurraiah

et al.,2009). Μεταξύ αυτών, αναφέρονται μικρά έντομα της οικογένειας *Pentatomidae*, όπως το *Nezara viridula* και το *Piezodorus hyubneri*, ένα μικρό έντομο της οικογένειας *Pyrrhocoridae*, το *Dysdercus koenigii*, κολεόπτερα που απομυζούν τα φύλλα (*Monolepta signata*) και το χλωρό βλαστό, ορισμένα μικρά ημίπτερα, τα οποία δεν έχουν αναγνωρισθεί, καθώς και η κάμπια *Spilarctica obliqua* (Ahmed et al.,2014). Ο σοβαρότερος, ωστόσο, εχθρός της καλλιέργειας αναφέρεται ότι είναι το είδος *Antigastra catalaunalis*, το οποίο προσβάλλει τα φύλλα και τον καρπό του σουσαμιού. Συγκεκριμένα, δημιουργεί ιστούς στα πρώτα και τρυπήματα στον καρπό, ενώ η ζημιά που επιφέρει στην καλλιέργεια κυμαίνεται από 5 έως 40% (Kagurpaaiah et al.,2009).

Η παρουσία των ζιζανίων μπορεί επίσης να επηρεάσει δυσμενώς τις αποδόσεις της καλλιέργειας του σουσαμιού. Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται την καλλιέργεια κυρίως κατά τα αρχικά αναπτυξιακά της στάδια, καθώς σε αυτά τα στάδια τα σπορόφυτα του σουσαμιού δεν έχουν αναπτύξει ακόμα τους απαιτούμενους μηχανισμούς ώστε να τα ανταγωνιστούν (Ibrahim et al.,1988). Συγκεκριμένα, η μείωση των αποδόσεων μπορεί να ξεπεράσει το 65%, γι' αυτό και το σουσάμι χρειάζεται να περάσει μία κρίσιμη περίοδο απαλλαγμένη από ζιζάνια για περισσότερες από 50 μέρες μετά τη σπορά (Grichar et al.,2011). Όσον αφορά στις πρακτικές αντιμετώπισής τους, η συνηθέστερα εφαρμοζόμενη ήταν το χειρωνακτικό σκάλισμα, το οποίο ωστόσο τείνει να εξαλειφθεί, εξαιτίας της έλλειψης εργατικών χεριών στις νέες καλλιεργούμενες εκτάσεις, καθώς και του ανεπαρκούς ελέγχου που πετυχαίνει. Έτσι, ως εναλλακτική πρακτική αντιμετώπισης, προτείνεται η εφαρμογή χημικών ζιζανιοκτόνων. Συγκεκριμένα, σε πειράματα αγρού που διεξήχθησαν στην Αίγυπτο ώστε να μελετηθούν οι επιδράσεις τέτοιων ζιζανιοκτόνων σε φυτά σουσαμιού, καθώς και στα κυρίαρχα ετήσια ζιζάνια, βρέθηκε ότι το σκεύασμα *pendimethalin* σε ποσότητα 2.040, εφαρμοζόμενο μόνο του ή σε μίγματα με *linuron* ποσότητας 1.200 ή με *diuron* ποσότητας 0.960 kg/ha, έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα ως προς τη μείωση του πληθυσμού των ετήσιων ζιζανίων, καθώς και την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο και σε άλλα χαρακτηριστικά που συνεισφέρουν στην απόδοση στο σουσάμι (Ibrahim et al.,1988).

Τέλος, όσον αφορά στους μύκητες, οι κυριότερες προσβολές στην καλλιέργεια προέρχονται από τα εξής είδη: 1) από το *Alternaria sesame*, το οποίο αποτελεί και το πιο καταστροφικό παθογόνο του φυτού, καθώς προκαλεί μικρά καφετί στίγματα στα φύλλα διαμέτρου από 1-8 mm, 2) από το *Fusarium sp.*, το οποίο προσβάλλει το φυτό στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας, προκαλώντας κιτρίνισμα στα φύλλα και 3) από το



*Fusarium moniliforme*, το οποίο προκαλεί καφέ νεκρωτικές κακώσεις στις ρίζες, οδηγώντας στο σάπισμά τους και στην επακόλουθη μάρανση του σποροφύτου (Altaf et al.,2004).

## **1.10 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΔΙΑΔΟΣΗ-ΕΞΑΠΛΩΣΗ**

Η νιγκέλα είναι μία πολύ παλιά καλλιέργεια που, σύμφωνα με αναφορές, κατάγεται από την νοτιοανατολική Ευρώπη (Tunçturk et al.,2005). Αναπτύσσεται ιδιαίτερα στην περιοχή των Βαλκανίων και στη Βόρεια Αφρική (Αίγυπτος), καθώς επίσης και στη μεσογειακή λεκάνη (ιδίως στην Τουρκία και στην Κύπρο). Η καλλιέργειά της έχει, επίσης, επεκταθεί και σε χώρες όπως η Συρία, η Σαουδική Αραβία, το Ιράν, το Πακιστάν και η Ινδία (Tonçer & Kizil,2004).

## **1.11 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΝΙΓΚΕΛΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ**

Η μεγάλη σημασία της καλλιέργειας της νιγκέλα φαίνεται από το γεγονός ότι το φυτό έχει, σύμφωνα με αναφορές, χρησιμοποιηθεί για περισσότερα από 2000 χρόνια ως φυσικό φάρμακο για τη θεραπεία διάφορων ασθενειών (Tonçer & Kizil,2004). Συγκεκριμένα, η χρήση του φυτού για θεραπευτικούς σκοπούς εκτείνεται από τους αρχαίους πολιτισμούς της Αιγύπτου, της Ρώμης και της Ελλάδας ως τις μέρες μας. Σήμερα, οι σπόροι του φυτού χρησιμοποιούνται συχνά στις χώρες της Μέσης Ανατολής, αλλά και σε άλλες ασιατικές χώρες για τη θεραπεία διαφόρων παθήσεων, όπως ο πυρετός, το κοινό κρυολόγημα, ο πονοκέφαλος, το άσθμα, οι ρευματοπάθειες και οι μικροβιακές λοιμώξεις (Kamal et al.,2010). Για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή ιατρική της ανατολικής Ινδίας για τη θεραπεία του επιλόχιου πυρετού, καθώς και για την αντιμετώπιση δερματοπαθειών (Williams,2013). Επίσης, εκτός από τις προαναφερόμενες θεραπευτικές τους ιδιότητες, οι σπόροι της νιγκέλα (ολόκληροι ή τα εκχυλίσματά τους) ασκούν και αντιδιαβητικές, αντιισταμινικές, αντιυπερτασικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και

εντομοαπωθητικές επιδράσεις (Tuncturk et al.,2005). Στην ανατολική Ινδία, συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι συμβάλλουν στη θεραπεία διαταραχών του πεπτικού συστήματος αλλά και στην αντιμετώπιση όγκων, ενώ το φυτό βοηθά και σε γυναικολογικές ανάγκες, όπως στη ρύθμιση του έμμηνου κύκλου (Williams,2013). Οι παραπάνω ιδιότητες των σπόρων οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στη σύνθεσή τους, η οποία χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός σταθερής σύστασης λαδιού σε ποσοστό 40%, ενός κιτρινωπού πτητικού λαδιού σε ποσοστό 0,5-1,6% και τέλος, από την παρουσία πρωτεϊνών σε ποσοστό 22,7% (Kamal,2012). Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, το πτητικό λάδι των σπόρων περιλαμβάνει 67 συστατικά, πολλά από τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στη θεραπεία παθήσεων (Toncer & Kizil,2004). Μεταξύ αυτών, περιλαμβάνεται η θυμοκινόνη και ένα πλήθος συστατικών της ομάδας των μονοτερπενίων, τα οποία φαίνεται ότι βοηθούν στη θεραπεία παθήσεων του αναπνευστικού συστήματος, στομαχικών διαταραχών, καθώς και γυναικολογικών παθήσεων. Αντίστοιχα, και το σταθερό λάδι των σπόρων περιέχει σημαντικής θρεπτικής αξίας συστατικά, με τα κυριότερα να ανήκουν στην κατηγορία των λιπαρών οξέων (λινολενικό, λινελαϊκό, ελαϊκό και παλμιτικά οξέα). Τέλος, τα εκχυλίσματα λαδιού των σπόρων περιέχουν και σημαντικές ποσότητες στερολών, με τη β-σιτοστερόλη να αποτελεί την κυρίαρχη στερόλη (σε ποσοστό 69%) και τις καμπεστερόλη και στιγμαστερόλη να ακολουθούν με ποσοστά 12 και 19% αντίστοιχα (Kamal,2012).

Πέρα από τη χρήση τους στον φαρμακευτικό τομέα, οι σπόροι της νιγκέλα χρησιμοποιούνται με εξίσου θετικά αποτελέσματα και στον διατροφικό τομέα. Συγκεκριμένα, οι σπόροι του φυτού χρησιμοποιούνταν στην αρχαία Αίγυπτο ως προσθετικό γεύσης στο ψωμί και σε διαφόρων ειδών σάλτσες, ενώ στην αρχαία Ελληνική και Ρωμαϊκή κουζίνα αποτελούσαν συστατικό διάφορων φαρμακευτικών κρασιών (Williams,2013). Σήμερα, οι σπόροι χρησιμοποιούνται σε πολλές χώρες ως καρύκευμα για λαχανικά, όσπρια και διαφορετικών τύπων προϊόντα αρτοποιίας (Toncer & Kizil,2004), ενώ πειράματα έδειξαν ότι έχουν ευεργετικά αποτελέσματα ως συστατικό της διατροφής θηλαζόντων ποντικών, καθώς συμβάλλουν σε αύξηση της παραγωγής γάλακτος (Williams,2013). Ακόμα, και η πίτα που εξάγεται από το σπόρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στη διατροφή των ζώων. Συγκεκριμένα, μελέτες έδειξαν ότι χρησιμοποιούμενη στη διατροφή βουβαλιών και αρνιών συνέβαλλε σε αύξηση του σωματικού τους βάρους, καθώς και της αναπαραγωγικότητάς τους, ενώ και η χρήση της στη διατροφή νεοσσών κρεατοπαραγωγής βελτίωσε σημαντικά την άμυνα του οργανισμού τους και την αποτελεσματικότητα μεταβολισμού της τροφής (Datta et al.,2012).

Σήμερα, η παραγωγή του φυτού της νιγκέλα περιορίζεται σε λίγες χώρες, ωστόσο, ως καλλιέργεια είναι γνωστή και χρησιμοποιείται σε περισσότερες από 100 χώρες (Giridhar et al.,2015). Οι πιο σημαντικές χώρες παραγωγής του φυτού είναι η Ινδία, οι Η.Π.Α., το Πακιστάν, η Συρία, το Ιράκ και η Αίγυπτος (Elsafi, 2003). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία του έτους 2004, τα οποία αναφέρουν οι Giridhar et al. (2015), το φυτό καλλιεργείται στην Ινδία σε μία έκταση 16000 ha με τη συνολική παραγωγή να φτάνει τους 6250 μετρικούς τόνους. Από την Ινδία το φυτό εξάγεται σε 54 συνολικά χώρες παγκοσμίως, με το Πακιστάν να αναφέρεται ως η χώρα με το μεγαλύτερο ποσοστό εισαγωγής. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία, η χώρα εισήγαγε 16087 μετρικούς τόνους νιγκέλας από τον Ιανουάριο του 2012 έως το Μάρτιο του 2014. Εκτός από την Ινδία, μεταξύ των κυριότερων χωρών που εξάγουν τη νιγκέλα, αναφέρονται επίσης και η Συρία, η Αιθιοπία και η Τουρκία.

## 1.12 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η νιγκέλα ανήκει στη βοτανική οικογένεια *Ranunculaceae*. Η οικογένεια αυτή αποτελείται από περίπου 50 γένη και 1800 είδη. Είναι μία μεγάλη και παγκοσμίως διαδεδομένη οικογένεια, η οποία υπήρξε για αιώνες το επίκεντρο μορφολογικών, ανατομικών, εξελικτικών και φυτοχημικών μελετών εξαιτίας της τεράστιας ποικιλότητας που εμφανίζει ως προς τις αναπαραγωγικές και βλαστητικές δομές, καθώς επίσης και λόγω των πολυάριθμων διακοσμητικών και φαρμακευτικών χρήσεων των φυτών της (Zhang et al.,2012). Το γένος *Nigella* αποτελεί ένα από τα μικρότερα γένη της οικογένειας. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει περίπου 15 είδη, εξεταζόμενο από την ευρύτερη μεριά, συμπεριλαμβάνοντας, δηλαδή σε αυτό και τα συγγενή γένη *Garidella* και *Komaroffia* (Heiss et al.,2013). Μεταξύ των ειδών του γένους περιλαμβάνονται τα: *N.arvensis*, *N.ciliaris*, *N.damascena*, *N.hipanica*, *N.integrifolia*, *N.nigellastrum*, *N.orientalis* και *N.sativa* (Al-Kayssi et al.,2011). Το τελευταίο είναι ίσως το πιο γνωστό είδος του γένους, ενώ όλα τα είδη είναι θερόφυτα και μικρού βιολογικού κύκλου (Heiss et al.,2013).



Εικόνα 7: *Nigella* sp. (theseedcollection.com.au)

## 1.13 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η νιγκέλα είναι ένα ετήσιο φυτό που φτάνει σε ύψος τα 45 περίπου cm.

Τα φύλλα είναι λεπτά, επιμήκη-λογχοειδή και νηματοειδή, χρώματος γκριζωπού πράσινου και μήκους 2,5-5 cm.

Τα άνθη είναι λεπτής υφής και εμφανίζονται μονήρη σε μακρούς μίσχους. Είναι συνήθως χρώματος απαλού μπλε ή άσπρου και μήκους 2-2,5 cm (Paarakh et al.,2010). Αποτελούνται

από 5-10 πέταλα (Valadabadi & Farahani,2011) τα οποία φτάνουν τα 2,5 περίπου cm σε πλάτος (Rabbani et al.,2011). Αναφορές δείχνουν ότι το φυτό είναι αυτογονιμοποιούμενο και η εγκατάσταση του σπόρου μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς να προηγηθεί σταυρογονιμοποίησή του (Munawar et al.,2009).

Ο καρπός είναι ένα μεγάλο και διογκωμένο περικάρπιο μήκους 1,2 cm. Αποτελείται από 3-7 ενωμένους αδένες, καθένας από τους οποίους περιέχει πολυάριθμους σπόρους (Valadabadi & Farahani,2011).

Οι σπόροι έχουν μαύρο χρώμα και είναι πεπλατυσμένοι, επιμήκεις και γωνιώδεις, σχήματος χοάνης. Είναι μικροί, μήκους 0,2 cm και πλάτους 0,1 cm (Paarakh et al.,2010). Περιέχουν περίπου 21% πρωτεΐνη, 35% υδατάνθρακες και 35-38% φυτικά λίπη και έλαια (Rabbani et al.,2011), ενώ μία ακριβέστερη ανάλυσή τους έδωσε μία σύνθεση από 20,85% πρωτεΐνη, 31,94% συνολικούς υδατάνθρακες, 38,20% λίπη, 4,64% υγρασία, 4,37% τέφρα και 7,94% ακατέργαστες ίνες (Kamal,2012).



© Julian Brooks 2010

Εικόνα 8: Σπόροι νιγκέλα (shyamind.com και spiceofzara.com)



Εικόνα 9: Άνθος νιγκέλα (nurseriesonline.com.au)

## **1.14 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ**

Η διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης του φυτού της νιγκέλα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η περιοχή καλλιέργειας, οι εδαφικές συνθήκες, η καλλιεργούμενη ποικιλία, η εποχή καλλιέργειας, η βροχόπτωση και η άρδευση. Σε γενικές γραμμές κυμαίνεται από 80-90 μέρες, ενώ σε άλλες περιπτώσεις από 13-150 μέρες. Μελέτες αναφέρουν ότι οι ποικιλίες που καλλιεργούνται το χειμώνα εμφανίζουν μεγαλύτερη περίοδο ανάπτυξης από ότι οι ανοιξιότικες, φθινοπωρινές και καλοκαιρινές. Τέλος, σημαντική παράμετρος καθορισμού του μήκους της καλλιεργητικής περιόδου αποτελεί και η έκταση της ψυχρής περιόδου, με τα ευρήματα να δείχνουν ότι όσο περισσότερο διαρκεί η περίοδος αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού (Giridhar et al.,2015).

## **1.15 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

### **A ) ΚΛΙΜΑ**

Το φυτό της νιγκέλα μπορεί να καλλιεργηθεί με επιτυχία σε μία ευρεία κλίμακα περιοχών, από τις ψυχρές και ξηρές με ήπια χιονόπτωση έως τις θερμές και υγρές. Ωστόσο, η άνθηση και η εγκατάσταση του σπόρου ευνοούνται περισσότερο στις ψυχρές και υγρές περιοχές (Bhutia et al.,2015). Όσον αφορά στις άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξης των σπόρων, το φυτό εμφανίζεται αρκετά ανθεκτικό και είναι ικανό να αναπτυχθεί σε ένα ευρύ θερμοκρασιακό εύρος που κυμαίνεται από τους 5-25°C (Khan & Chatterjee, 1982). Γενικά οι σπόροι του φυτού αναφέρεται ότι φυτρώνουν καλύτερα σε υψηλές θερμοκρασίες (Jansen,1981) με την άριστη, ωστόσο, να κυμαίνεται γύρω στους 14°C (Khan & Chatterjee, 1982).

Όσον αφορά στην υγρασία, σε γενικές γραμμές η νιγκέλα αναφέρεται ως μία καλλιέργεια με χαμηλές απαιτήσεις σε νερό, η οποία δεν αρδεύεται, αλλά αναπτύσσεται

κάτω από τις συνθήκες βροχόπτωσης που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή. Ωστόσο, οι βασικές αρδεύσεις (κυρίως οι πρώιμες και εκείνες που εφαρμόζονται προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου) θεωρούνται πολύ σημαντικές για την ανάπτυξη των ανθέων και, ως εκ τούτου, η ύπαρξη διαθέσιμης ποσότητας νερού κατά μήκος της περιόδου ανάπτυξης του φυτού θεωρείται υψίστης σημασίας (Ghouzhdí,2010). Γενικά, η εφαρμογή 1 ή 2 αρδεύσεων κατά τα στάδια της άνθησης και του σχηματισμού των σπόρων συμβάλλουν στην αύξηση του μεγέθους των κόκκων και του περιεχομένου αυτών σε λάδι (Datta et al.,2012).

## **B ) ΕΔΑΦΟΣ**

Η νιγκέλα έχει την ικανότητα να αναπτύσσεται σε μία ευρεία ποικιλία εδαφών. Συγκεκριμένα, τα λασπώδη εδάφη των περιοχών με υψηλή βροχόπτωση, καθώς και τα ισοπεδωμένα και καλώς αποστραγγισμένα εδάφη των περιοχών με μέτρια βροχόπτωση θεωρούνται εξίσου κατάλληλα για την καλλιέργειά της. Ωστόσο, τα καταλληλότερα εδάφη για τη νιγκέλα αναφέρεται ότι είναι τα αμμοπηλώδη εδάφη, πλούσια σε μικροβιακή δραστηριότητα. Όσον αφορά στην αντίδραση του εδάφους, ευνοϊκές για την παραγωγή του φυτού θεωρούνται οι τιμές pH από 7-7,5 (Assefa et al.,2015).

## **1.16 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ**

### **A ) ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ**

Η καλλιέργεια της νιγκέλα μπορεί να συμπεριληφθεί ως συμπληρωματική καλλιέργεια σε ένα σύστημα αμειψισποράς με πολυετή φυτά, όπου και θα αναπτυχθεί μαζί με αυτά σε ανάμεικτες σποροκλίνες. Στη συνέχεια τα φυτά θα αυτοπολλαπλασιαστούν και θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κομμένα ή αποξηραμένα άνθη (Williams,2013). Δεδομένα από την Αιθιοπία αναφέρουν ότι το φυτό της νιγκέλα αναπτύσσεται συχνότερα σε συνδυασμό με

σιτάρι και κριθάρι (Jansen,1981), ενώ και στο Ιράν το φυτό συγκαλλιεργείται μερικές φορές με τις προαναφερόμενες καλλιέργειες (Ghouzhdi,2010).

## **B ) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Οι συνήθεις επεμβάσεις που εφαρμόζονται στο έδαφος πριν τη σπορά της νιγκέλα περιλαμβάνουν ένα όργωμα, το οποίο ακολουθείται από 2-3 σβαρνίσματα και από 2-3 πρακτικές ισοπέδωσης του εδάφους (Datta et al.,2012). Επίσης, για τη σωστή προετοιμασία, συνιστάται η εφαρμογή 10-15 ton/ha καλά χωνεμένης κοπριάς, καθώς και η προσθήκη λίπανσης με 30 kg N, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>2</sub> και 20 kg K<sub>2</sub>O/ha.

## **Γ ) ΛΙΠΑΝΣΗ**

Σε γενικές γραμμές, φαίνεται ότι η εφαρμογή λίπανσης επηρεάζει θετικά τα συστατικά της απόδοσης στη νιγκέλα. Συγκεκριμένα, σε πειράματα που διεξήχθησαν ώστε να εξεταστούν οι επιδράσεις των αζωτούχων και φωσφορούχων λιπασμάτων στην ανάπτυξη του φυτού, παρατηρήθηκε ότι όλες οι παράμετροι ανάπτυξης (ύψος φυτού στη συγκομιδή, αριθμός διακλαδώσεων/φυτό στη συγκομιδή, νωπό βάρος/φυτό στις 60 μέρες μετά τη σπορά και ξηρό βάρος βλαστού/φυτό στις 60 μέρες μετά τη σπορά) σημείωσαν τις μέγιστες τιμές τους μετά την εφαρμογή 60:120 kg/ha N:P. Αντίθετα, η εφαρμογή 45:90 kg N:P έδωσε χαμηλότερες τιμές, ενώ η πλήρης έλλειψη των δύο συστατικών οδήγησε στην απόκτηση των ελάχιστων τιμών των παραπάνω παραμέτρων. Η ίδια επέμβαση λίπανσης συνέβαλλε επίσης και στην αύξηση των συστατικών της απόδοσης του φυτού (αριθμός καρπιδίων/φυτό, αριθμός σπόρων/καρπίδιο, βάρος περιβλήματος σπόρων, απόδοση σε σπόρο, απόδοση σε άχυρο, δείκτης συγκομιδής και βιολογική απόδοση) (Rana et al.,2012).

Από τα τρία βασικά θρεπτικά στοιχεία, ο P θεωρείται ως το περισσότερο ουσιώδες για τη βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας του φυτού, γι' αυτό και σε εδάφη με έλλειψη σε P συνιστάται μία εφαρμογή 30-40 kg/ha προκειμένου να επιτευχθούν μέγιστες αποδόσεις (Seyyedi et al.,2015).



Τέλος, και η εφαρμογή καλιούχου λίπανσης θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για το φυτό, κυρίως όσον αφορά στη μείωση της έντασης των ασθενειών από τις οποίες προσβάλλεται. Μελέτες έδειξαν ότι η εφαρμογή 30 kg K/ha σε συνδυασμό με 30 kg N/ha οδήγησε σε μείωση της πρόκλησης θανάτου του φυτού λόγω ασθένειας, καθώς επίσης και σε αύξηση των αποδόσεων (Ali et al.,2015).

## **Δ ) ΣΠΟΡΑ**

Σύμφωνα με πειράματα, οι διαφορετικές ημερομηνίες σποράς ασκούν σημαντική επίδραση σε διάφορα χαρακτηριστικά της απόδοσης του φυτού της νιγκέλας, όπως στο ύψος του φυτού, στο νωπό και ξηρό βάρος και στην απόδοση σε σπόρο. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι η σπορά του φυτού στις 10 Οκτωβρίου είχε σαν αποτέλεσμα την απόκτηση των μέγιστων τιμών για τους προαναφερόμενους παράγοντες σε σχέση με τις τιμές που σημειώθηκαν με την καθυστέρηση της σποράς ως τις 10 Νοεμβρίου (El-Mekawy,2012). Παρόμοια πειράματα έδειξαν ότι η σπορά του φυτού στις 15 Οκτωβρίου έδωσε το υψηλότερο ύψος φυτού στις 45 και στις 90 μέρες μετά τη σπορά καθώς και στη συγκομιδή σε σχέση με τη σπορά στις 15 και 30 Νοεμβρίου. Η νωρίτερη σπορά συνέβαλλε επίσης και στην απόκτηση των υψηλότερων τιμών ορισμένων παραμέτρων της απόδοσης, όπως του αριθμού των καρπιδίων/φυτό, του αριθμού των σπόρων/καρπίδιο, του βάρους των καρπιδίων, της απόδοσης σε σπόρο/φυτό καθώς και της συνολικής απόδοσης σε σπόρο. Τα παραπάνω αποτελέσματα οφείλονται πιθανότατα στις ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά την εφαρμογή μιας πρώιμης σποράς, οι οποίες συμβάλλουν σε καλύτερο φύτευμα και καλύτερη εγκατάσταση της καλλιέργειας, ενώ μειώνουν και τις πιθανότητες εμφάνισης ασθενειών, που θα μπορούσαν να έχουν συμβεί σε περίπτωση καθυστερημένης σποράς (Meena et al.,2011).

Σε γενικές γραμμές, το φυτό της νιγκέλα καλλιεργείται μεταξύ Νοεμβρίου-Απριλίου, ενώ η άνθηση και η καρποφορία πραγματοποιούνται από τον Ιανουάριο ως τον Απρίλιο (Paarakh et al.,2010). Οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί ως προς τον καθορισμό της ευνοϊκότερης ημερομηνίας αναφέρουν ότι η καλύτερη περίοδος για τη σπορά του φυτού τοποθετείται από το 2<sup>ο</sup> μισό του Φεβρουαρίου ως τα μέσα Μαρτίου, όταν έχει παρέλθει η ψυχρή περίοδος (Abdolrahimi et al.2012).

## Ε ) ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η εποχή συγκομιδής του φυτού της νιγκέλα προσαρμόζεται ανάλογα με το αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως χειμωνιάτικη ή ως καλοκαιρινή καλλιέργεια. Έτσι, όταν το φυτό αναπτύσσεται ως ανοιξιάτικο, συγκομίζεται γενικά κατά το τέλος Μαρτίου έως την 1<sup>η</sup> εβδομάδα του Απριλίου (Datta et al.,2012). Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στο να πραγματοποιηθεί η συγκομιδή πριν από τη φυλλόπτωση, καθώς έτσι υπάρχει η δυνατότητα πραγματοποίησης 2-3 ή και περισσότερων συλλεγμάτων με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η απώλεια σε σπόρους που προέρχεται από το διασκορπισμό των καρπών. Γενικά τα φυτά συγκομίζονται με το χέρι ή με θεριστή όταν η πλειοψηφία των λοβών είναι ώριμοι, μετατρεπόμενοι σε κίτρινους (Ghouzhdī,2010). Ακολουθεί ξήρανση του συγκομιζόμενου προϊόντος στον ήλιο και στη συνέχεια αλωνισμός του, χτυπώντας το με ραβδί.

Η διαχείριση των συγκομιζόμενων σπόρων περιλαμβάνει τη χειρωνακτική συλλογή τους και στη συνέχεια την αποθήκευσή τους σε ξηρό μέρος έως την φυσιολογική τους διάνοιξη. Κατά την αποθήκευσή τους οι σπόροι δεν απαιτούν ιδιαίτερη μεταχείριση, καθώς η περιεκτικότητά τους σε λάδι συμβάλλει στην προστασία τους από μύκητες, έντομα, τρωκτικά ή άλλους εχθρούς των αποθηκευτικών χώρων (Datta et al.,2012). Κάτω από φυσιολογικές ξηρές συνθήκες δωματίου οι σπόροι του φυτού μπορούν να παραμείνουν βιώσιμοι για 2-3 χρόνια (Khan & Chatterjee, 1982).



Εικόνα 10: Καλλιέργεια νιγκέλα στον αγρό ([www.ummah.com](http://www.ummah.com))



Εικόνα 11: Συγκομισθέν προϊόν νιγκέλα ([www.floralencounters.com](http://www.floralencounters.com))

### **1.17 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ**

Η νιγκέλα πολλαπλασιάζεται με σπόρο, αλλά μπορεί, επίσης, να σπαρεί σε σποροκλίνες και στη συνέχεια να μεταφυτευτεί. Η μέθοδος, ωστόσο, αυτή είναι δύσκολη στην εφαρμογή και οδηγεί σε υψηλά ποσοστά θνησιμότητας του σπόρου. Έτσι, ο σπόρος σπέρνεται σε σειρές σε μία απόσταση 25-40 cm μεταξύ τους και 15 περίπου cm μεταξύ των φυτών επί της σειράς. Επιθυμητός αριθμός σπόρων θεωρείται αυτός των 20 έως 40 kg/ha (Ghouzhdı,2010). Η αποδοτικότητα του σπόρου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το κλίμα, το έδαφος και οι καλλιεργητικές συνθήκες. Σε γενικές γραμμές κυμαίνεται μεταξύ 75-150 kg/da. Το βάρος 1000 σπόρων είναι περίπου 2-3 g (Tekeli,2014).

### **1.18 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

Οι αναφορές που υπάρχουν σχετικά με την προσβολή της καλλιέργειας της νιγκέλα από έντομα είναι σχετικά περιορισμένες. Από τα λίγα δημοσιευμένα ευρήματα, θα μπορούσαμε

να αναφέρουμε τις παρατηρήσεις των El-Kordy et al.(1999), τις οποίες αναφέρει ο Verma (2006), οι οποίοι παρατήρησαν ότι τα φυτά της νιγκέλα προσβλήθηκαν κατά τη βλαστητική φάση από το είδος *Myzus persicae*. Επίσης, από μελέτες που διεξήχθησαν στην Κροατία, διαπιστώθηκε ότι ένας από τους ξενιστές του είδους *Thrips tabaci*, που ανήκει στα *Thysanoptera*, ήταν και ένα είδος του γένους *Nigella*, το *N.arvensis* (Rasrudic et al.,2009). Τέλος, αναφορές από την Αιθιοπία καταγράφουν τις προνύμφες των σκουληκιών *Sprodoptera litura* και *Cercospora nigellae* ως υπεύθυνες για την πρόκληση ζημιών στην καλλιέργεια. Συγκεκριμένα, η κερκόσπορα ευθύνεται για τη δημιουργία μιας ελαφριάς κηλίδωσης των φύλλων του φυτού, ενώ οι προνύμφες του *S.litura* επιφέρουν μία οικονομική ζημιά της τάξης του 15-20% στην καλλιέργεια. Ο έλεγχός τους μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εφαρμογή ποσότητας 0,05% από το σκεύασμα *monocrotophos*, που να ακολουθείται (10 μέρες αργότερα) από την εφαρμογή ποσότητας 0,2% από το συνθετικό εντομοκτόνο *carbaryl* (Khan & Chatterjee, 1982).

Ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που μπορεί να επηρεάσει την πρόσληψη θρεπτικών, την αύξηση του φυτού, καθώς και τις αποδόσεις σε σπόρο της καλλιέργειας της νιγκέλα (Seyyedi et al.,2016). Όντας μία καλλιέργεια η οποία αναπτύσσεται με αργό ρυθμό κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξής της, η νιγκέλα εμφανίζεται αρκετά επιρρεπής στον ανταγωνισμό με ζιζάνια (Meena et al.,2014). Ευρήματα αναφέρουν ότι οι αποδόσεις του φυτού μπορεί να μειωθούν κατά 69% μετά από προσβολή από ζιζάνια κατά τις περιόδους ανάπτυξης, (Seyyedi et al.,2016), ενώ μετά από έντονο ανταγωνισμό, η μείωση της ανάπτυξης και των αποδόσεων μπορεί να φτάσει έως και το 91,4% (Meena et al.,2014). Η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού του φυτού με τα ζιζάνια τοποθετείται εντός 40 ημερών μετά την ανάδυση (Seyyedi et al.,2016). Όσον αφορά στις μεθόδους αντιμετώπισης, μία συνηθισμένη πρακτική είναι το χειρωνακτικό βοτάνισμα, το οποίο ωστόσο μειονεκτεί λόγω του υψηλού κόστους και της δυσκολίας ανεύρεσης εργατικών (Meena et al.,2014).

Όσον αφορά, τέλος, στην προσβολή από μύκητες, μελέτες έδειξαν ότι τα είδη *Fusarium oxysporum* και *Macrophomina phaseolina* αποτελούν ιδιαίτερα επιβλαβή είδη για τη νιγκέλα, με κυρίαρχο σύμπτωμα την παρεμπόδιση της αύξησης των φυτών. Τα είδη προκάλεσαν επίσης μείωση των αποδόσεων σε σπόρο στα προσβεβλημένα φυτά, η οποία ήταν το αποτέλεσμα, είτε άδειων από καρπούς καρπιδίων, είτε ανώριμων και κακοσχηματισμένων σπόρων εντός των καρπιδίων. Επίσης, από μελέτες στην Ινδία, καταγράφηκε μία νέα ασθένεια του φυτού της νιγκέλα, με κύρια συμπτώματα στα

προσβεβλημένα φυτά τη μάρανση και τον αποχρωματισμό των αγγείων. Η ασθένεια αυτή συνδέθηκε με το μύκητα *Fusarium oxysporum*, αλλά η εξειδικευμένη του μορφή ονομάστηκε *nigella* (*Fusarium oxysporum f.sp. nigella*) (Elwakil & Ghoneem, 1999).

### **1.19 ΣΤΡΕΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ**

Η αλατότητα αποτελεί αυτή τη στιγμή τον σημαντικότερο περιβαλλοντικό παράγοντα καταστολής της ανάπτυξης των φυτών (Khalid et al.,2010). Πέρα από τις άμεσες ζημιές που προκαλεί σε αυτά (καχεκτική ανάπτυξη, μικρό τελικό μέγεθος φυτού), επηρεάζει αρνητικά και ορισμένες από τις ιδιότητες του εδάφους. Συγκεκριμένα, τα υψηλά επίπεδα αλατότητας οδηγούν σε αύξηση του εδαφικού pH, δημιουργώντας έτσι δυσμενείς συνθήκες για την ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών. Επίσης, το στρες αλατότητας συμβάλλει στη διάβρωση της εδαφικής δομής και στην παρεμπόδιση της επιθυμητής ισορροπίας αέρα-νερού, η οποία χαρακτηρίζεται ουσιώδης για την ομαλή διεξαγωγή των βιολογικών διαδικασιών που πραγματοποιούνται στις ρίζες του φυτού.

Το στρες αλατότητας επηρεάζει δυσμενώς τα φυτά σε όλα σχεδόν τα αναπτυξιακά τους στάδια, συμπεριλαμβανομένων του φυτρώματος, του σταδίου του σποροφύτου, του βλαστητικού και του αναπαραγωγικού σταδίου. Η μείωση στην ανάπτυξη του φυτού μέσω του στρες αλατότητας μπορεί να επέλθει με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

#### **1) Μέσω ωσμωτικά προκαλούμενου υδατικού στρες**

Αποτελεί τη λεγόμενη ωσμωτική επίδραση του στρες αλατότητας. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στη μείωση της ικανότητας του φυτού να προσλαμβάνει νερό, με αποτέλεσμα τη μείωση της ανάπτυξής του. Ο ρυθμός ανάπτυξης του φυτού υπό συνθήκες στρες αλατότητας (ρυθμός ανάπτυξης ριζών και ρυθμός παραγωγής νέων φύλλων) εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το υδατικό δυναμικό του εδαφικού διαλύματος και έτσι η μειωμένη ανάπτυξη αποδίδεται στη μειωμένη πρόσληψη νερού και όχι στις εξειδικευμένες επιδράσεις των αλάτων. Πράγματι, έχει διαπιστωθεί ότι τα άλατα που προσλαμβάνονται από το φυτό μέσω του εδαφικού διαλύματος δεν συγκεντρώνονται στους αναπτυσσόμενους ιστούς σε παρεμποδιστικές για την ανάπτυξη συγκεντρώσεις, με αποτέλεσμα να μην υφίσταται άμεση παρεμπόδιση της ανάπτυξης νέων φύλλων.

Η παρεμπόδιση της ανάπτυξης του φυτού εξαιτίας του προκαλούμενου υδατικού στρες εξαρτάται, ωστόσο, και από την ένταση του στρες. Συγκεκριμένα, το ήπιο ωσμωτικό στρες μειώνει με γρήγορο ρυθμό την ανάπτυξη των φύλλων και των βλαστών, αλλά αφήνει

ανεπηρέαστες τις ρίζες, οι οποίες ίσως συνεχίσουν να επιμηκύνονται. Συμπερασματικά, ο βαθμός παρεμπόδισης της ανάπτυξης του φυτού από το ωσμωτικό στρες εξαρτάται από τη χρονική κλίμακα της απόκρισης του συγκεκριμένου φυτικού ιστού και από το εάν οι μεταχειρίσεις με στρες πραγματοποιούνται με αργό ή απότομο ρυθμό.

## 2) Μέσω της υψηλής συγκέντρωσης συγκεκριμένων τοξικών ιόντων

Το αναπτυσσόμενο φυτό προσλαμβάνει μέσω του νερού άρδευσης συγκεκριμένα τοξικά ιόντα τα οποία συσσωρεύονται εντός των ιστών του. Τα κυριότερα συστατικά των ιόντων αυτών αποτελούν το νάτριο, το χλώριο και το θειικό άλας. Μετά την πρόσληψή τους, τα ιόντα συγκεντρώνονται στα παλιά φύλλα, ενώ η συνεχιζόμενη μεταφορά τους σε αυτά για μεγάλο χρονικό διάστημα οδηγεί σε αυξημένες συγκεντρώσεις  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  και τελικώς στο θάνατό τους. Η αιτία αυτής της επίδρασης αναφέρεται ότι είναι το φορτίο των ιόντων, το οποίο υπερβαίνει την ικανότητα των κυττάρων να τα εξουδετερώσουν στο κενοτόπιο, με αποτέλεσμα την ταχεία συγκέντρωσή τους στο κυτόπλασμα και την επακόλουθη παρεμπόδιση της ενζυμικής δραστηριότητας.

Οι μηχανισμοί άμυνας έναντι των επιδράσεων των υψηλών συγκεντρώσεων τοξικών ιόντων είναι δύο κύριων κατηγοριών: 1) εκείνοι που ελαχιστοποιούν την είσοδο των ιόντων στο φυτό και 2) εκείνοι που ελαχιστοποιούν τη συγκέντρωση των ιόντων στο κυτόπλασμα. Οι τοξικές συγκεντρώσεις  $\text{Na}^+$  στη ρίζα πιθανολογούνται στα 10-30 mM, ενώ οι αντίστοιχες στα φύλλα θεωρείται ότι είναι πολύ χαμηλότερες από τα 100 mM, χωρίς ωστόσο να έχουν καθοριστεί συγκεκριμένα. Τέλος, και οι τοξικές συγκεντρώσεις  $\text{Cl}^-$  είναι ακόμα ασαφείς, ωστόσο έχει διαπιστωθεί ότι συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 80 mM στο συνολικό υδατικό περιεχόμενο του ιστού οδηγούν σε τροποποίηση της μορφολογίας του φυτού, σε χαμηλότερη δεκτικότητα των στομάτων σε περιβαλλοντικές αλλαγές καθώς και σε μείωση της παχύτητας των φύλλων.

## 3) Μέσω θρεπτικής ανισορροπίας

Η υπερβολική ποσότητα διαλυτών αλάτων στη ρίζα προκαλεί ωσμωτικό στρες, το οποίο οδηγεί στην υπερβολική συσσώρευση τοξικών ιόντων σε βάρος της πρόσληψης και μεταχείρισης των ουσιωδών θρεπτικών στοιχείων. Ως αποτέλεσμα, συμβαίνει τροποποίηση των δραστηριοτήτων πολλών ενζύμων καθώς και του μεταβολισμού του φυτού. Συγκεκριμένα, η θρεπτική ανισορροπία προκαλείται στα κύτταρα εξαιτίας της υπερβολικής συσσώρευσης  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  σε βάρος της πρόσληψης  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mn}^{2+}$ . Έχει βρεθεί ότι η υψηλή συγκέντρωση  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  παρεμποδίζει την πρόσληψη  $\text{K}^+$ , με αποτέλεσμα την

εμφάνιση χλώρωσης και στη συνέχεια νέκρωσης, συμπτωμάτων που συμπίπτουν με τα αντίστοιχα κατά την ανεπάρκεια καλίου. Επίσης, η υψηλή αναλογία  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  που δημιουργείται οδηγεί σε απενεργοποίηση των ενζύμων και επηρεάζει δυσμενώς τις μεταβολικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο φυτό. Κατά τον ίδιο τρόπο, και η μείωση της αναλογίας  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  στη ζώνη της ρίζας επηρεάζει αρνητικά τις ιδιότητες της μεμβράνης, προκαλώντας διάλυση της ακεραιότητας και της εκλεκτικότητάς της.

Η διατήρηση της ύπαρξης επαρκούς ποσότητας  $\text{K}^+$  υπό συνθήκες στρες θεωρείται καθοριστικός παράγοντας αντοχής του φυτού στην αλατότητα, καθώς τα  $\text{K}^+$  διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ωσμωρύθμιση και στην πρωτεϊνσύνθεση, διατηρώντας τη σπαργή του κυττάρου. Ωστόσο, η επίτευξη αυτού εξαρτάται από την εκλεκτική πρόσληψη  $\text{K}^+$ , καθώς και από την εκλεκτική κυτταρική διαμερισματοποίηση των  $\text{K}^+$  και των  $\text{Na}^+$  και τη διανομή τους στους βλαστούς.

#### 4) Μέσω της παραγωγής των ROS (Reactive Oxygen Species)

Το στρες αλατότητας μπορεί να ρυθμίσει την παραγωγή ROS στα κύτταρα του φυτού, όπως  $\text{H}_2\text{O}_2$  (υπεροξειδίο του υδρογόνου),  $\text{O}_2^-$  (υπεροξειδίο),  $\text{O}_2$  (μονήρες οξυγόνο) και  $\text{OH}^-$  (ρίζα υδροξυλίου). Τα είδη αυτά παράγονται στο κυτόπλασμα, στους χλωροπλάστες, στα μιτοχόνδρια και στον αποπλαστικό χώρο. Η υπερβολική συγκέντρωσή τους προκαλεί φυτοτοξικές αντιδράσεις, όπως υπεροξειδωση λιπιδίων, υποβάθμιση των πρωτεϊνών και μετάλλαξη του DNA. Συγκεκριμένα, η αύξηση στην παραγωγή των ROS μπορεί να προέλθει από το κλείσιμο των στομάτων, το οποίο προκαλεί μείωση της συγκέντρωσης  $\text{CO}_2$  εντός των χλωροπλαστών και επακόλουθη μείωση της συγκέντρωσης  $\text{NADP}^+$  με αποτέλεσμα την παραγωγή τους. Η αυξημένη συγκέντρωσή τους προκαλεί οξειδωτική βλάβη στην πρωτεΐνη D1 του συστήματος PSII, οδηγώντας σε φωτοαναστολή. Επίσης, στην αύξηση της παραγωγής τους μπορεί να συμβάλλουν και οι ενισχυμένες, λόγω της αλατότητας, φωτοαναπνοή και δραστηριότητα του NADPH. Συγκεκριμένα, οι παραπάνω λειτουργίες είναι υπεύθυνες για την αυξημένη συγκέντρωση  $\text{H}_2\text{O}_2$ , το οποίο οδηγεί στην απενεργοποίηση ενζύμων, οξειδώνοντας τις ομάδες θειόλης τους.

Όσον αφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή στην αλατότητα, αυτοί διακρίνονται σε 3 κατηγορίες:

1. Σε εκείνους που έχουν να κάνουν με το φυτό
2. Στους εδαφικούς και
3. Στους περιβαλλοντικούς

Οι σχετικοί με το φυτό παράγοντες περιλαμβάνουν το στάδιο ανάπτυξης και την ποικιλία. Αναφορικά με το πρώτο, έχει βρεθεί ότι σε κάποιες καλλιέργειες η ευαισθησία στην αλατότητα διαφέρει μεταξύ του κάθε αναπτυξιακού σταδίου. Για παράδειγμα, το ρύζι αναφέρεται ως ανθεκτικό κατά το φύτερωμα και την ωρίμανση και ως ευαίσθητο κατά την πρώιμη ανάπτυξη του σποροφύτου. Παρόμοια συμπεριφορά με αυτή του ρυζιού παρουσιάζουν και άλλες καλλιέργειες όπως το σιτάρι, το κριθάρι και το καλαμπόκι. Αντίθετα, στα ζαχαρότευτλα έχει παρατηρηθεί μεγαλύτερη ευαισθησία στην αλατότητα κατά το στάδιο του φυτρώματος από ότι κατά τα στάδια της ανάδυσης και ανάπτυξης του σποροφύτου. Όσον αφορά στην ποικιλία, σημαντικές διαφορές ως προς την αντοχή στην αλατότητα έχουν παρατηρηθεί μεταξύ ποικιλιών ρυζιού, σιταριού, κριθαριού, αλλά και έρπουσας αγριάδας. Γενικά οι πιο γνωστές διαφορές μεταξύ ποικιλιών έχουν διαπιστωθεί σε είδη της οικογένειας Poaceae, ωστόσο διαφοροποιήσεις καταγράφηκαν και μεταξύ ποικιλιών ειδών της οικογένειας Leguminosae.

Οι εδαφικοί παράγοντες περιλαμβάνουν τη γονιμότητα και την υγρασία και αερισμό του εδάφους. Σχετικά με τη γονιμότητα, έχει διαπιστωθεί ότι οι καλλιέργειες που αναπτύσσονται σε άγονα εδάφη εμφανίζουν γενικά υψηλότερη αντοχή στην αλατότητα σε σχέση με εκείνες που αναπτύσσονται σε γόνιμα εδάφη, ενώ και η επίδραση της πρόσθετης λίπανσης στην αντοχή στην αλατότητα είναι γενικά μικρή, εάν η τελευταία δεν προκαλεί ιδιαίτερες θρεπτικές ανισορροπίες στην καλλιέργεια. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι η εφαρμογή υπερβολικών ποσοτήτων αζωτούχου λίπανσης είχε αρνητική επίδραση στην αντοχή στην αλατότητα για το καλαμπόκι, το βαμβάκι, το σιτάρι και το ρύζι. Επίσης, καμία αλλαγή ως προς την αντοχή στην αλατότητα δεν παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή υπερβολικού N σε καλλιέργειες φασολιού και τριφυλλιού. Τέλος, σύμφωνα με τις περισσότερες μελέτες, ούτε τα υψηλά επίπεδα P και K φαίνεται να ασκούν ουσιαστική επίδραση στην αντοχή στην αλατότητα. Ως προς το δεύτερο παράγοντα, μελέτες αντοχής στην αλατότητα έδειξαν ότι η συχνή άρδευση ελαχιστοποιεί τις αρνητικές επιδράσεις αυτής στα φυτά, περιορίζοντας την επίδραση του δυναμικού κατακράτησης του εδάφους. Καθώς τα φυτά αποκρίνονται στο σύνολο του ωσμωτικού δυναμικού του εδαφικού διαλύματος και στο δυναμικό κατακράτησης του εδάφους, όσο πιο αλατούχο είναι το εδαφικό νερό τόσο συχνότερες θα πρέπει να είναι οι αρδεύσεις ώστε να ελαττωθεί το υδατικό στρες του φυτού. Ωστόσο θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική άρδευση, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε φτωχό αερισμό του εδάφους. Η τελευταία αυτή παράμετρος και ιδιαίτερα τα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου στο έδαφος δρουν παρεμποδιστικά, σε συνδυασμό με την αλατότητα, στην ανάπτυξη των φυτών. Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι η αλληλεπίδρασή τους με



την αλατότητα επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη των βλαστών στην τομάτα και το φύτρωμα στο σιτάρι.

Τέλος, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική υγρασία και τη μόλυνση του αέρα. Σχετικά με τις δύο πρώτες παραμέτρους, πολλές καλλιέργειες εμφανίζονται λιγότερο ανθεκτικές στην αλατότητα όταν αναπτύσσονται κάτω από ζεστές και ξηρές συνθήκες από ότι κάτω από ψυχρές και υγρές. Για παράδειγμα το φασόλι παρουσιάζεται πολύ πιο ανθεκτικό όταν αναπτύσσεται σε ψυχρό κλίμα από ότι κάτω από ζεστές συνθήκες. Τέλος, όσον αφορά στην ατμοσφαιρική ρύπανση, η τελευταία φαίνεται ότι αυξάνει την αντοχή στην αλατότητα των οξειδωτικά ευαίσθητων καλλιεργειών. Σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιδράσεων της αλατότητας και των υψηλών συγκεντρώσεων όζοντος έχουν παρατηρηθεί στο φασόλι, στα ζαχαρότευτλα και στο τριφύλλι, με τα αποτελέσματα για το τελευταίο να δείχνουν ότι οι αποδόσεις μπορεί να αυξηθούν κάτω από υψηλά επίπεδα όζοντος σε συνδυασμό με μέτρια επίπεδα αλατότητας.

Η έλλειψη νερού αποτελεί επίσης έναν σημαντικό περιβαλλοντικό παράγοντα περιορισμού της παραγωγικότητας των φυτών (Farooq et al.,2009). Συγκεκριμένα, η χαμηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό συμβάλλει σε μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών μέσω τριών κύριων μηχανισμών: 1) Μέσω μειωμένης απορρόφησης φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας από τη συστάδα, 2) Μέσω μειωμένης αποτελεσματικής χρήσης της ακτινοβολίας και 3) Μέσω μειωμένου δείκτη συγκομιδής.

Το στρες ξηρασίας επιδρά στα φυτά τόσο σε μορφολογικό όσο και σε μοριακό επίπεδο, με τις επιδράσεις του να είναι ορατές σε όλα τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξής τους, ανεξαρτήτως του σταδίου που θα παρουσιαστεί η έλλειψη νερού. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

#### 1) Επίδραση στην ανάπτυξη και στις αποδόσεις της καλλιέργειας

Η πιο σημαντική επίδραση του στρες ξηρασίας στην ανάπτυξη μιας καλλιέργειας αναφέρεται ότι είναι η μείωση του φυτρώματος και η φτωχή εγκατάσταση του σποροφύτου, τα οποία έχουν επιβεβαιωθεί από πολλές μελέτες. Συγκεκριμένα, σε μελέτη που διεξήχθη στο μπιζέλι παρατηρήθηκε καταστολή του φυτρώματος και της πρώιμης ανάπτυξης του σποροφύτου και των 5 ποικιλιών που εξετάστηκαν εξαιτίας των συνθηκών στρες. Επίσης, σε μία άλλη μελέτη στη μηδική το προκαλούμενο μέσω της πολυαιθυλενογλυκόλης υδατικό στρες μείωσε σημαντικά το δυναμικό της βλάστησης, το

μήκος του υποκοτυλίου και τα νωπά και ξηρά βάρη του βλαστού και της ρίζας. Τέλος, το στρες ξηρασίας που προκλήθηκε κατά το βλαστητικό στάδιο σε καλλιέργεια ρυζιού μείωσε σε μεγάλο βαθμό την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού.

Εκτός από το φύτευμα, το στρες ξηρασίας επιδρά αρνητικά και κατά το στάδιο της άνθησης. Συγκεκριμένα, η επικράτησή του κατά το στάδιο αυτό μπορεί να οδηγήσει το φυτό σε ακαρπία, μειώνοντας την αφομοιώσιμη ροή στον αναπτυσσόμενο στάχυ κάτω από ένα κατώτατο όριο που είναι απαραίτητο για την υποστήριξη της άριστης ανάπτυξης των σπόρων. Για παράδειγμα, η μειωμένη απόδοση σε χνούδι που παρατηρήθηκε σε καλλιέργεια βαμβακιού λόγω υψηλής έντασης υδατικού στρες κατά το αναπαραγωγικό στάδιο αποδόθηκε στη μειωμένη παραγωγή περικαρπίου που σημειώθηκε ως αποτέλεσμα της παραγωγής λιγότερων ανθέων.

Τέλος, αρνητικές επιδράσεις του υδατικού στρες έχουν παρατηρηθεί σε ορισμένες καλλιέργειες και κατά το στάδιο της γονιμοποίησης. Χαρακτηριστική περίπτωση αυτή του καλαμποκιού στο οποίο παρουσιάστηκε αυξημένη συχνότητα διακοπής της ανάπτυξης του πυρήνα όταν η έλλειψη νερού προκλήθηκε κατά το στάδιο αυτό.

## 2) Επίδραση στις υδατικές σχέσεις του φυτού

Το στρες ξηρασίας επηρεάζει σημαντικά χαρακτηριστικά καθορισμού των υδατικών σχέσεων του φυτού, όπως το σχετικό υδατικό περιεχόμενο, το δυναμικό του νερού των φύλλων, την αντοχή των στοματίων, το ρυθμό διαπνοής, τη θερμοκρασία των φύλλων και τη θερμοκρασία της συστάδας. Σε πειράματα που διεξήχθησαν σε φυτά σιταριού και ρυζιού τα στρεσαρισμένα με νερό φυτά εμφάνισαν χαμηλότερη σχετική υδατοπεριεκτικότητα από ότι τα μη στρεσαρισμένα, ενώ η έκθεση στο υδατικό στρες επηρέασε αρνητικά και άλλες παραμέτρους, όπως το υδατικό δυναμικό των φύλλων και το ρυθμό διαπνοής. Επίσης, σε μία άλλη μελέτη στον ιβίσκο, οι επικρατούσες συνθήκες υδατικού στρες περιόρισαν σημαντικά τις τιμές της σχετικής υδατοπεριεκτικότητας, του δυναμικού σπαργής, της διαπνοής, της αγωγιμότητας των στοματίων και της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού.

## 3) Επίδραση στις θρεπτικές σχέσεις του φυτού

Η έλλειψη νερού επιδρά σε μεγάλο βαθμό στη διαδικασία της πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα και της μεταφοράς τους στους βλαστούς. Σε γενικές γραμμές, το υδατικό στρες φαίνεται ότι συμβάλλει στην αύξηση της πρόσληψης αζώτου και στη μείωση της πρόσληψης φωσφόρου, ενώ οι επιδράσεις του στην πρόσληψη καλίου δεν έχουν πλήρως καθοριστεί. Μελέτες, ωστόσο, έδειξαν ότι η πρόσληψη αζώτου και καλίου

στο βαμβάκι παρεμποδίστηκε σε συνθήκες ξηρασίας. Η επίδραση του υδατικού στρες στην πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από το φυτό πιθανώς συσχετίζεται με μία περιορισμένη διαθεσιμότητα ενέργειας για την αφομοίωση των ιόντων  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  και  $\text{SO}_4^{2-}$ , η πρόσληψη των οποίων απαιτεί την ύπαρξη ενέργειας ώστε να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη των φυτών. Πράγματι, τα περιεχόμενα φυτικών ιστών βαμβακιού σε P και  $\text{PO}_4^{3-}$  περιορίστηκαν σημαντικά από την έλλειψη νερού, το οποίο αποδόθηκε στη μειωμένη κινητικότητα των  $\text{PO}_4^{3-}$  ως αποτέλεσμα της χαμηλής διαθέσιμης ποσότητας νερού.

#### 4) Επίδραση στη φωτοσύνθεση

Μία από τις βασικές επιδράσεις του στρες ξηρασίας είναι και η μείωση της φωτοσύνθεσης που μπορεί να προκύψει μέσω α) μειωμένης ανάπτυξης των φύλλων, β) βλάβης στον φωτοσυνθετικό μηχανισμό, γ) πρόωμης γήρανσης του φύλλου και δ) μειωμένης παραγωγής τροφής. Συγκεκριμένα, το υδατικό στρες συμβάλλει στη μειωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού κυρίως μέσω της πρόκλησης κλεισίματος των στοματίων, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την περιορισμένη πρόσληψη  $\text{CO}_2$  από τα φύλλα. Η περιορισμένη αυτή διαθέσιμη ποσότητα  $\text{CO}_2$  μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη ευαισθησία του φυτού στην φωτοσυνθετική βλάβη. Μελέτες έδειξαν ότι το στρες ξηρασίας προκάλεσε αλλαγές στα φωτοσυνθετικά συστατικά και μείωση στη δραστηριότητα των ενζύμων του κύκλου του Calvin, τα οποία αποτελούν σημαντικές παραμέτρους μειωμένης απόδοσης. Η δεύτερη παρεμποδιστική επίδραση του υδατικού στρες όσον αφορά στη φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού είναι η πρόκληση μιας ανισορροπίας μεταξύ της παραγωγής των ROS (Reactive Oxygen Species) και της αντιοξειδωτικής άμυνας του φυτού. Η επακόλουθη συσσώρευση των ROS επιφέρει οξειδωτικό στρες σε διάφορα συστατικά του κυττάρου, όπως στις πρωτεΐνες και στα λιπίδια της μεμβράνης, περιορίζοντας έτσι την άμυνα του φυτού.

**ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο πείραμα εξετάστηκε η βλαστική ικανότητα σπόρων σουσαμιού και μελάνθιου υπό την επίδραση 6 διαφορετικών συγκεντρώσεων πολυαιθυλενογλυκόλης (PEG-6000) και NaCl σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι τοπικές Εύβοια, Έβρος και Λήμνος και οι εμπορικές σουσάμι Ινδίας και νιγκέλα Ινδίας, ενώ για κάθε ποικιλία χρησιμοποιήθηκε δείγμα σπόρων προερχόμενο από τυχαία δειγματοληψία. Τα ωσμωτικά δυναμικά PEG και NaCl ήταν τα: -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1 και -1,2 MPa, ενώ οι θερμοκρασίες βλάστησης που επιλέχθηκαν ήταν οι: 13, 15, 20, 25, 30 και 35°C. Για κάθε θερμοκρασία βλάστησης δημιουργήθηκαν 4 επαναλήψεις για κάθε ένα από τα ωσμωτικά δυναμικά PEG και NaCl και για κάθε ποικιλία (τέσσερα τρυβλία για κάθε ποικιλία και για κάθε ωσμωτικό δυναμικό), σε κάθε μία από τις οποίες τοποθετήθηκαν είκοσι σπόροι. Επίσης, για κάθε θερμοκρασία δημιουργήθηκαν άλλες 4 επαναλήψεις για κάθε ποικιλία (συνολικά 20 τρυβλία) σε κάθε μία από τις οποίες τοποθετήθηκαν πάλι είκοσι σπόροι, αλλά προστέθηκε μόνο απεσταγμένο νερό, αποτελώντας το μάρτυρα.

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο με 4 επαναλήψεις (4 τρυβλία για κάθε ποικιλία), ενώ οι παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν η θερμοκρασία με 6 επίπεδα (13,15,20,25,30 και 35°C), η υδατική καταπόνηση με 3 επίπεδα (0,-0,2 και -0,4 MPa PEG) και η αλατότητα με 3 επίπεδα (0,-0,2 και -0,4 MPa NaCl). Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις με PEG και NaCl δεν συμπεριλήφθηκαν στην στατιστική ανάλυση, καθώς σε καμία από αυτές δεν σημειώθηκε φύτρωμα για τις ποικιλίες σουσαμιού και μελάνθιου.

## **2.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Σπόροι των πέντε ποικιλιών τοποθετήθηκαν σε καλώς αποστειρωμένα με νερό τρυβλία Petri. Στο κάτω μέρος κάθε τρυβλίου τοποθετούνταν ένα διηθητικό χαρτί, πάνω σε αυτό είκοσι σπόροι της ποικιλίας και στο επάνω μέρος άλλο ένα διηθητικό χαρτί. Τα δύο διηθητικά χαρτιά των τρυβλίων είχαν κορεστεί με 7 ml από το αντίστοιχο (για κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl) διάλυμα συγκεκριμένης συγκέντρωσης PEG ή NaCl σε 200 ml απεσταγμένου νερού. Τα διηθητικά χαρτιά των τρυβλίων της επέμβασης του μάρτυρα είχαν κορεστεί με 7 ml απεσταγμένου νερού. Στη συνέχεια τα τρυβλία εισήχθησαν σε θάλαμο σταθερών συνθηκών για να εξεταστεί η βλάστηση των σπόρων στις επιλεγμένες θερμοκρασίες. Ο θάλαμος αυτός είχε την ικανότητα να διατηρεί σταθερή τη θερμοκρασία του για όλο το 24ωρο.

Για την παρασκευή των διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα υλικά πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG-6000) και NaCl και οι ποσότητες των διαλυτών αυτών ουσιών ήταν οι εξής:

2.2.1 Οι ποσότητες σε g της διαλυτής ουσίας PEG-6000 για την παρασκευή έξι ωσμωτικών διαλυμάτων αυξανόμενης συγκέντρωσης σε έξι διαφορετικές θερμοκρασίες

<b>Θερμοκρασίες</b>						
<b>PEG-6000</b>	13	15	20	25	30	35
<b>-0,2</b>	20,6	21,1	22,4	23,9	25,6	27,4
<b>-0,4</b>	31,6	32,3	33,9	35,7	37,6	39,8
<b>-0,6</b>	40,2	40,9	42,7	44,7	46,9	49,4
<b>-0,8</b>	47,4	48,2	50,2	52,4	54,8	57,4
<b>-1</b>	53,8	54,6	56,8	59,1	61,7	64,5
<b>-1,2</b>	59,6	60,5	62,8	65,3	67,9	70,9

2.2.2 Οι ποσότητες σε g της διαλυτής ουσίας NaCl για την παρασκευή έξι ωσμωτικών διαλυμάτων αυξανόμενης συγκέντρωσης σε έξι διαφορετικές θερμοκρασίες

<b>Θερμοκρασίες</b>						
<b>NaCl</b>	13	15	20	25	30	35
<b>-0,2</b>	0,986	0,979	0,963	0,947	0,94	0,931
<b>-0,4</b>	1,97	1,96	1,93	1,893	1,88	1,86

<b>-0,6</b>	2,96	2,94	2,89	2,84	2,82	2,79
<b>-0,8</b>	3,95	3,92	3,85	3,79	3,76	3,72
<b>-1</b>	4,93	4,89	4,81	4,73	4,7	4,66
<b>-1,2</b>	5,92	5,88	5,78	5,68	5,64	5,59

Οι παραπάνω ποσότητες των διαλυτών ουσιών χρησιμοποιήθηκαν για την Παρασκευή διαλυμάτων όγκου 200 ml, ενώ για το ζύγισμα των ποσοτήτων χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας. Η διάλυση των ουσιών έγινε με συνεχόμενη ανάδευση για 10 λεπτά.

## **2.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**

Η εξέταση του ποσοστού των σπόρων που είχαν βλαστήσει σε κάθε τρυβλίο, δηλαδή η πορεία βλάστησης στις διάφορες θερμοκρασίες, λαμβάνονταν μία φορά την ημέρα (κάθε 24 ώρες). Ένας σπόρος θεωρούνταν ότι είχε βλαστήσει όταν το ριζίδιο είχε βγει από τη μικροπύλη και το μήκος του ήταν 2 mm. Σε κάθε μέτρηση οι βλαστημένοι σπόροι απομακρύνονταν με λαβίδα, ενώ ταυτόχρονα γινόταν έλεγχος της επάρκειας υδατικού διαλύματος και όποτε ήταν αναγκαίο γινόταν προσθήκη επιπλέον ποσότητας. Στις υψηλές θερμοκρασίες η προσθήκη διαλύματος ήταν συχνότερη σε σχέση με τις χαμηλές θερμοκρασίες. Στις περιπτώσεις που σε ορισμένους σπόρους σημειώθηκε προσβολή από παθογόνους μύκητες, έγινε μεταφορά όλων των υπόλοιπων υγιών σπόρων σε καινούργιο τρυβλίο με καινούργια διηθητικά χαρτιά και οι προσβεβλημένοι σπόροι καταγράφονταν ως μη βλαστημένοι. Οι μετρήσεις σταματούσαν όταν επί τρεις συνεχόμενες μέρες τα αποτελέσματα δεν μεταβάλλονταν.

## **2.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων ήταν ίδια για όλες τις θερμοκρασίες βλάστησης. Έτσι, σε κάθε περίπτωση, υπολογίστηκε ο μέσος όρος του αριθμού των σπόρων που βλάστησαν για τις τέσσερις επαναλήψεις και το τυπικό σφάλμα  $S_x$ , σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$S_x = S_{n-1}/\sqrt{n}$$

Όπου  $S_{n-1} = [\sum \chi^2 - (\sum \chi)^2/n] / n-1$ , η τυπική απόκλιση και  $n$  ο αριθμός των επαναλήψεων

Για κάθε ποικιλία, για να διαπιστωθεί εάν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων της θερμοκρασίας και των επιπέδων PEG και NaCl, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος κατανομής του  $t$  του Student:

$$t = \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{T\Sigma_1^2 + T\Sigma_2^2}}$$

Όπου:  $X_1, X_2$  οι μέσες τιμές των παρατηρήσεων και  $T\Sigma_1, T\Sigma_2$  τα τυπικά σφάλματά τους

Από τον παραπάνω τύπο υπολογίζουμε το  $t$  του πειράματος και στη συνέχεια γίνεται η σύγκριση με την τιμή του  $t$  του Student για 5 βαθμούς ελευθερίας για αμφίπλευρες δοκιμασίες και για τα εξής επίπεδα σημαντικότητας:

- $\alpha = 0,05$   $t_1 = 2,447$  όταν το  $t$  έχει τιμή ανάμεσα στο  $t_1$  και στο  $t_2$  τότε το επίπεδο σημαντικότητας είναι 95%
- $\alpha = 0,01$   $t_2 = 3,707$  όταν έχει τιμή ανάμεσα στο  $t_2$  και στο  $t_3$  τότε το επίπεδο σημαντικότητας είναι 99%
- $\alpha = 0,001$   $t_3 = 5,959$  όταν έχει τιμή μεγαλύτερη από το  $t_3$  τότε το επίπεδο σημαντικότητας είναι 99,9%

Στα δεδομένα του τελικού ποσοστού φυτρώματος και του χρόνου φυτρώματος για το 50% του πληθυσμού των σπόρων εφαρμόστηκε ανάλυση παραλλακτικότητας χωριστά για κάθε θερμοκρασία βλάστησης και η σύγκριση των μέσων έγινε με τη δοκιμή SNK σε επίπεδα σημαντικότητας 5%, 1% και 0,1%.

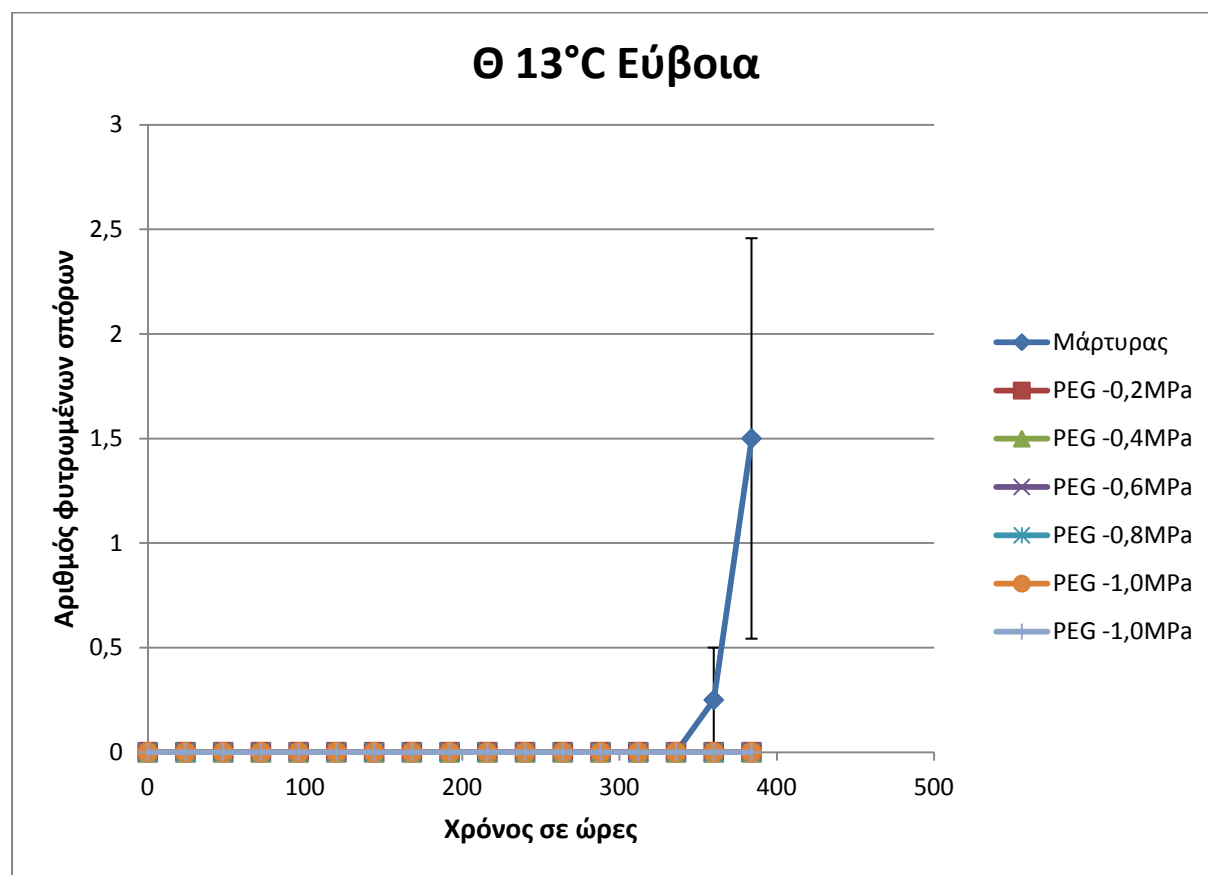


**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

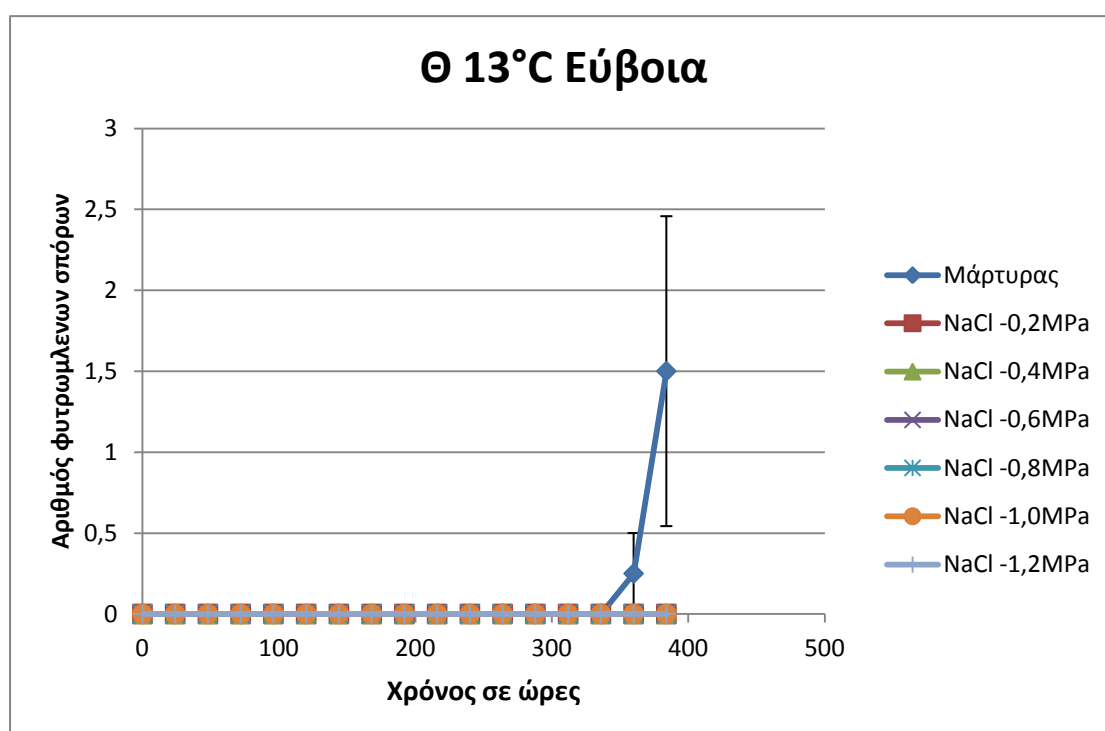
**3.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 13°C**

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.1 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με πολυαιθυλενογλυκόλη. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 360 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος.



3.1.1 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του PEG στους 13°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

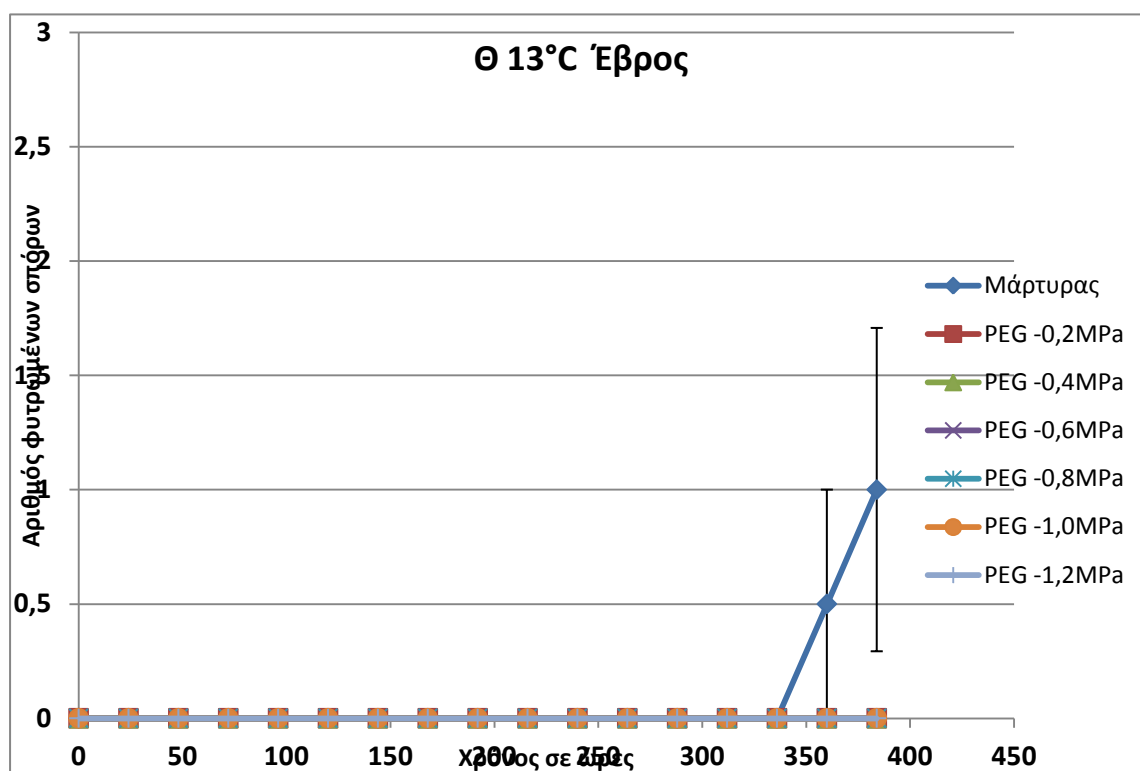
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.2 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 360 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος.



3.1.2 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του NaCl στους 13°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

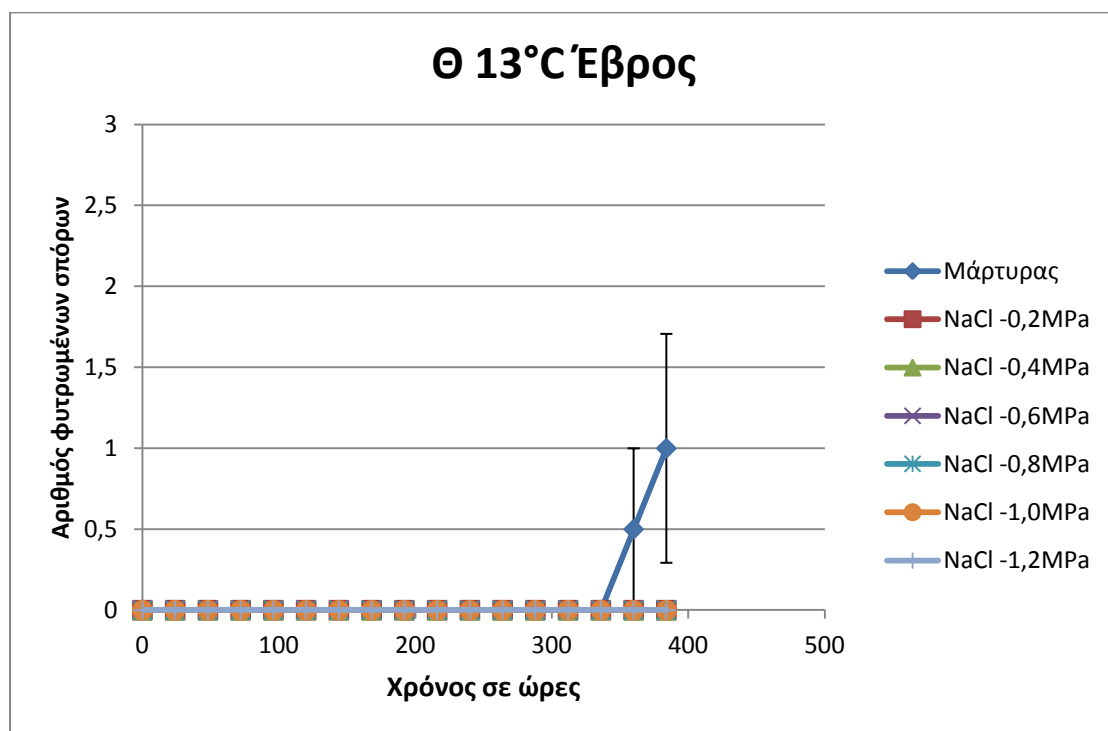
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.3 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με πολυαιθυλενογλυκόλη. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 360 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Η μοναδική διαφορά μεταξύ αυτής της ποικιλίας και

της Εύβοιας σημειώθηκε ως προς τον αριθμό των σπόρων που φύτεψαν. Συγκεκριμένα, με την έναρξη της βλάστησης ο αριθμός των φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Εύβοια ήταν μικρότερος από τον αντίστοιχο για την ποικιλία Έβρος, ενώ στο τέλος της βλάστησης παρατηρήθηκε το αντίστροφο.



3.1.3 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του PEG στους 13°C συναρτήσκει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

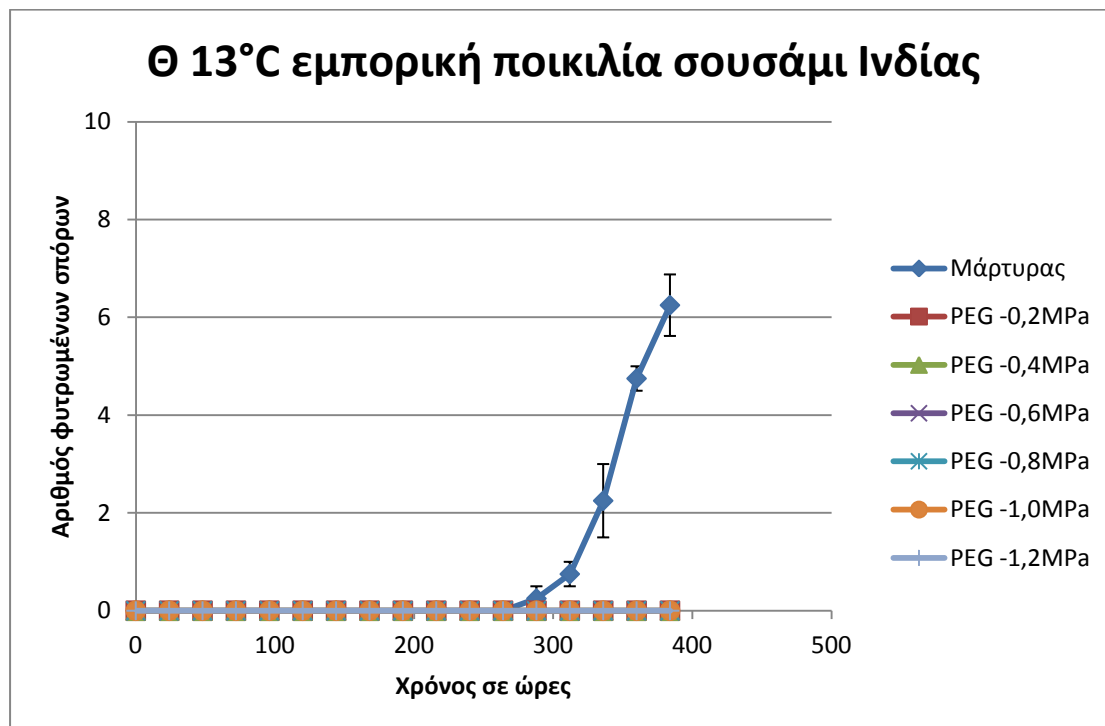
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.4 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτεψμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 360 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Η μοναδική διαφορά μεταξύ αυτής της ποικιλίας και της Εύβοιας σημειώθηκε ως προς τον αριθμό των σπόρων που φύτεψαν. Συγκεκριμένα, με την έναρξη της βλάστησης ο αριθμός των φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Εύβοια ήταν μικρότερος από τον αντίστοιχο για την ποικιλία Έβρος, ενώ στο τέλος της βλάστησης παρατηρήθηκε το αντίστροφο.



3.1.4 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του NaCl στους 13°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

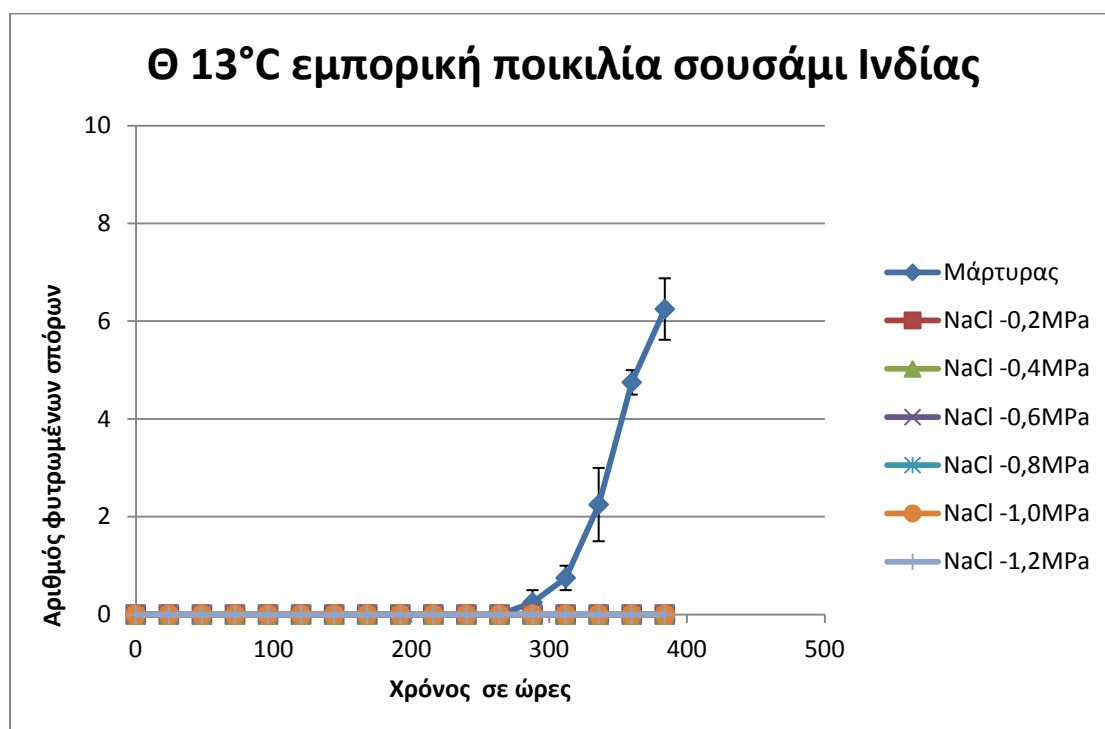
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.5 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με πολυαιθυλενογλυκόλη. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 288 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Παρατηρούμε ότι σε σχέση με τις 2 προηγούμενες ποικιλίες, η εμπορική ποικιλία Ινδίας ξεκίνησε να βλαστάνει γρηγορότερα, με χαμηλότερο ωστόσο αρχικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων, ενώ ολοκλήρωσε το φύτρωμα

ταυτόχρονα με τις άλλες, με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να υπερέχει αισθητά του αντίστοιχου των άλλων.



3.1.5 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 13°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

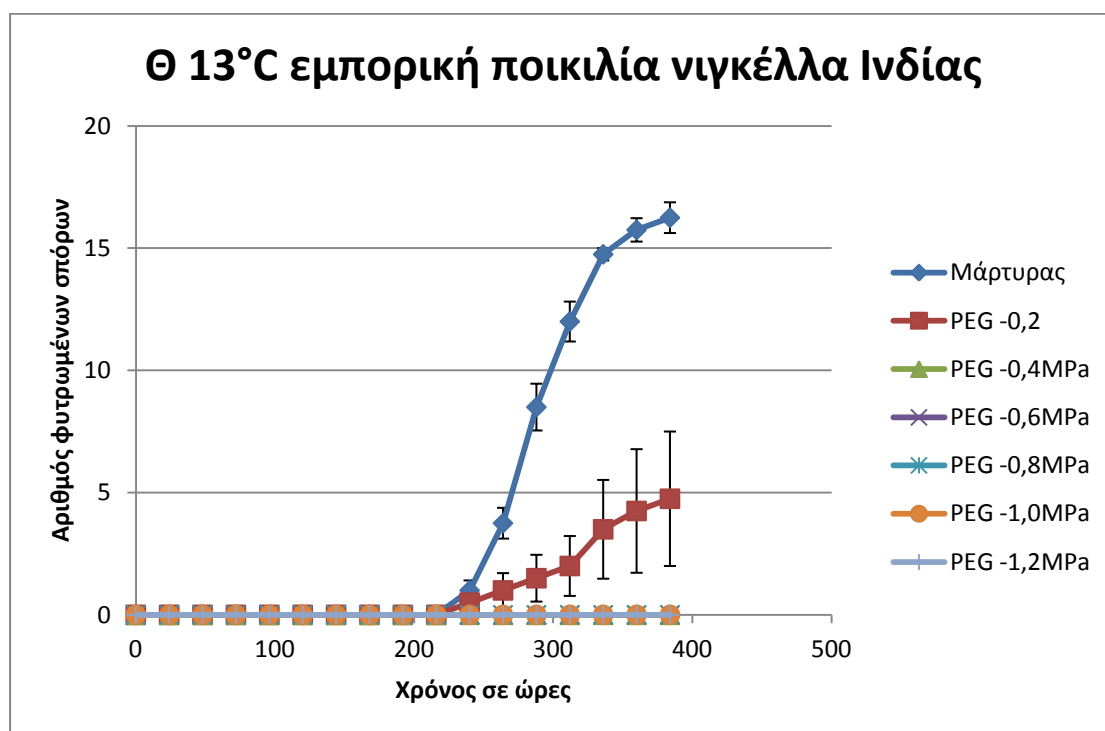
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.6 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 288 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Παρατηρούμε ότι σε σχέση με τις 2 προηγούμενες ποικιλίες, η εμπορική ποικιλία Ινδίας ξεκίνησε να βλαστάνει γρηγορότερα, με χαμηλότερο ωστόσο αρχικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων, ενώ ολοκλήρωσε το φύτρωμα ταυτόχρονα με τις άλλες, με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να υπερέχει αισθητά του αντίστοιχου των άλλων.



3.1.6 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 13°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.7 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας, σε αντίθεση με τις προηγούμενες ποικιλίες, σημείωσαν φυτρωτικότητα και στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης, εκτός από τη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 240 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 240 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Η διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων σημειώθηκε ως προς τον αριθμό των φυτρωμένων σπόρων, ο οποίος ήταν μεγαλύτερος για την επέμβαση του μάρτυρα τόσο κατά την έναρξη όσο και κατά τη διάρκεια και το τέλος του φυτρώματος. Τέλος, σε σχέση με τις 3 προηγούμενες ποικιλίες και αναφορικά με την επέμβαση του μάρτυρα, η εμπορική ποικιλία της νιγκέλλα ξεκίνησε να βλαστάνει γρηγορότερα, με χαμηλότερο αρχικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων από αυτόν

των ποικιλιών Έβρου και Εύβοιας, αλλά μεγαλύτερο από αυτόν της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας, ενώ ολοκλήρωσε το φύτευμα ταυτόχρονα με τις άλλες, με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να υπερέχει αισθητά του αντίστοιχου των άλλων.

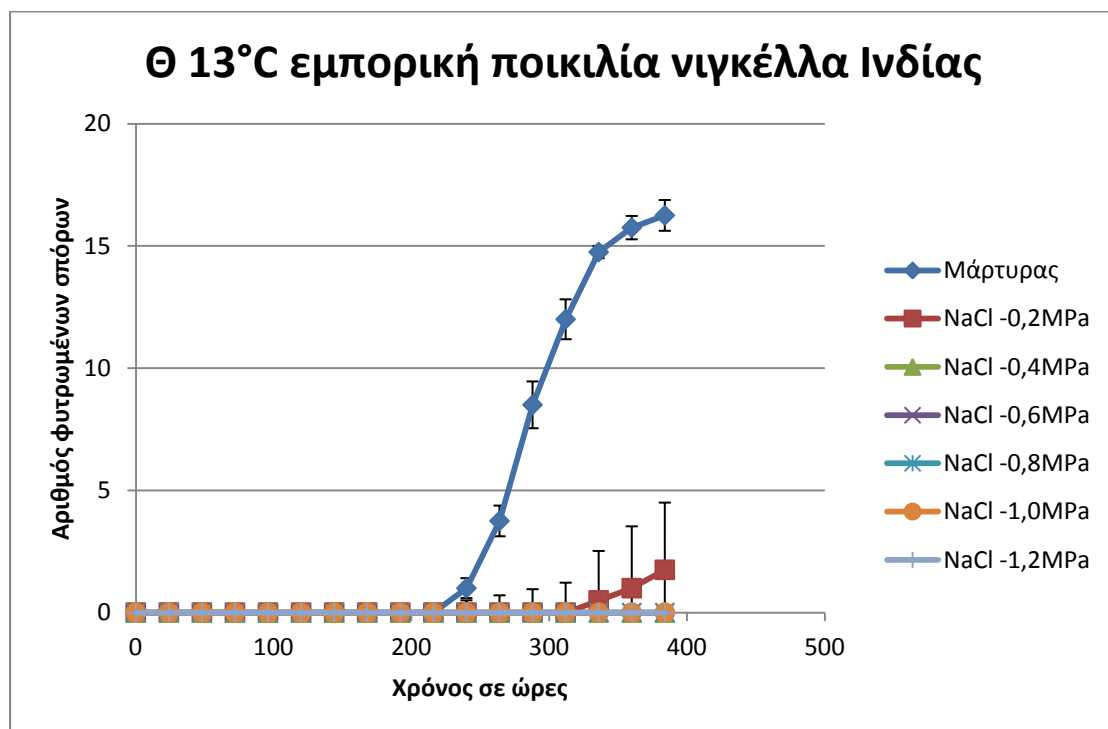


3.1.7 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 13°C συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.1.8 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας, σε αντίθεση με τις προηγούμενες ποικιλίες, σημείωσαν φυτρωτικότητα και στη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl, εκτός από τη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 337 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 240 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.1.7). Παρατηρούμε ότι κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν γρηγορότερα, ενώ



και ο αρχικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με τη μεταχείριση με το NaCl. Ωστόσο, το φύτευμα ολοκληρώθηκε ταυτόχρονα και για τις δύο μεταχειρίσεις με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να υπερέχει όμως και πάλι κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα. Συγκριτικά με τη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης, σε αυτήν με -0,2 MPa NaCl οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν αργότερα, αλλά ο αρχικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων ήταν ο ίδιος και για τις δύο μεταχειρίσεις, ενώ η ολοκλήρωση του φυτρώματος συνέβη ταυτόχρονα, με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να υπερέχει, ωστόσο, κατά τη μεταχείριση με το PEG. Τέλος, σε σχέση με τις 3 προηγούμενες ποικιλίες και αναφορικά με την επέμβαση του μάρτυρα, η εμπορική ποικιλία της νιγκέλλα ξεκίνησε να βλαστάνει γρηγορότερα, με χαμηλότερο αρχικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων από αυτόν των ποικιλιών Έβρου και Εύβοιας, αλλά μεγαλύτερο από αυτόν της ποικιλίας Ινδίας, ενώ ολοκλήρωσε το φύτευμα ταυτόχρονα με τις άλλες, με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να υπερέχει αισθητά του αντίστοιχου των άλλων.



3.1.8 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 13°C συναρτήσεΙ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

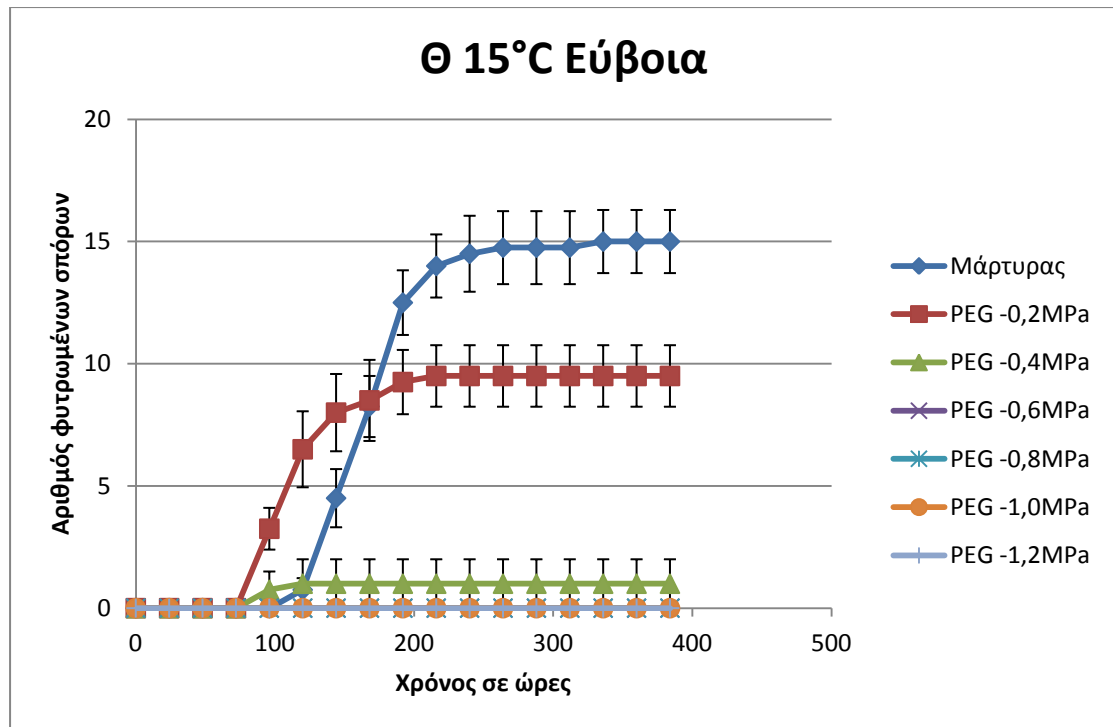
Μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.1 και 3.7.2 για την ποικιλία Εύβοια, το ποσοστό ήταν 7,5% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl, καθώς η ποικιλία δεν παρουσίασε βλαστικότητα σε καμία από αυτές. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.3 και 3.7.4 για την ποικιλία Έβρος, το ποσοστό ήταν 5% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl, καθώς η ποικιλία δεν παρουσίασε βλαστικότητα σε καμία από αυτές. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.5 και 3.7.6 για την ποικιλία Λήμνος, το ποσοστό ήταν 0% για όλες τις μεταχειρίσεις. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.7 και 3.7.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, το ποσοστό ήταν 31,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl, καθώς η ποικιλία δεν παρουσίασε βλαστικότητα σε καμία από αυτές. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.9 και 3.7.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, το ποσοστό ήταν 81,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 23,75% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 8,75% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 0% για όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις με PEG και NaCl, καθώς η ποικιλία δεν παρουσίασε βλαστικότητα σε καμία από αυτές. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 3,42 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 9,29 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με NaCl. Τέλος, η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG ήταν 2,71 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl.

Επίσης, μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία και ο χρόνος που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.1 και 3.8.2 για την ποικιλία Εύβοια, ο χρόνος αυτός ήταν 185 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.3 και 3.8.4 για την ποικιλία Έβρος, ο χρόνος ήταν 181,5 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.5 και 3.8.6 για την ποικιλία Λήμνος, ο χρόνος ήταν 0 για όλες τις μεταχειρίσεις. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.7 και 3.8.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, ο χρόνος ήταν 342 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις

μεταχειρίσεις με PEG και NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.9 και 3.8.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας, ο χρόνος ήταν 287,75 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 156 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 346,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl.

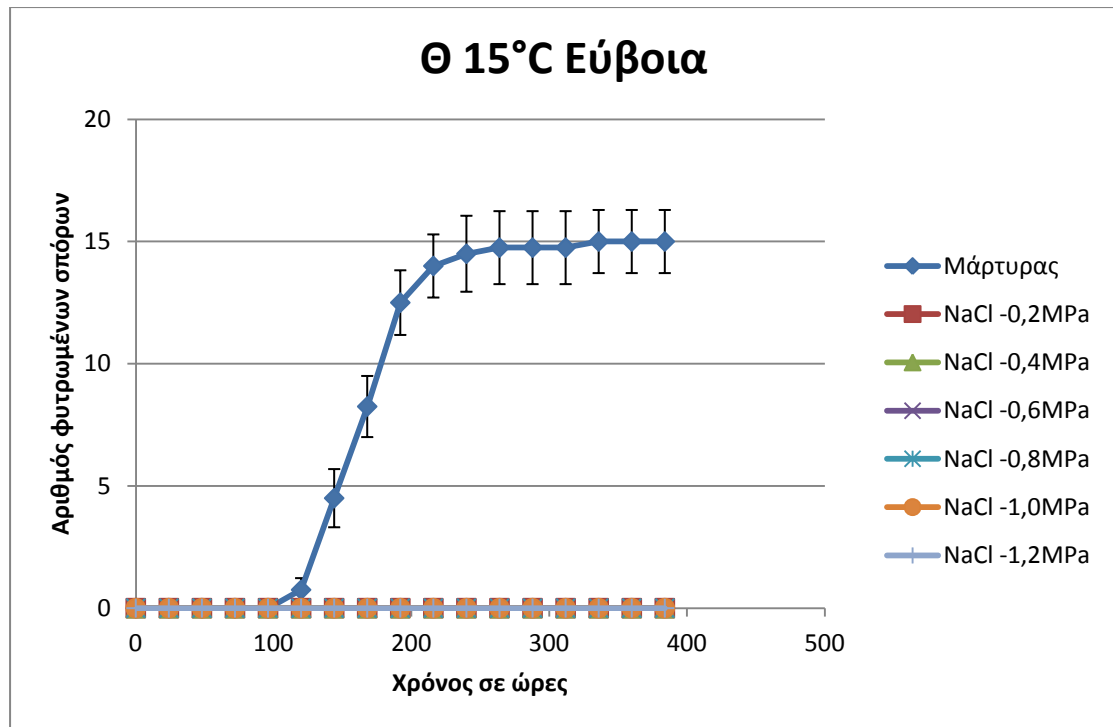
### **3.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 15°C**

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.1 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια σημείωσαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης, καθώς και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 215 ώρες, ενώ στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή έως τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν και πάλι 100 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο, ωστόσο η βλάστησή τους σημείωσε μία πολύ μικρή άνοδο μέχρι τις 123 ώρες, για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή έως τις 385 ώρες, όπου και σημειώθηκε το τέλος του φυτρώματος. Τέλος, κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 121 περίπου ώρες από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 263 περίπου ώρες. Στη συνέχεια έμεινε σταθερή μέχρι τις 313 περίπου ώρες, ενώ ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση έως τις 337 ώρες, για να παραμείνει πάλι σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



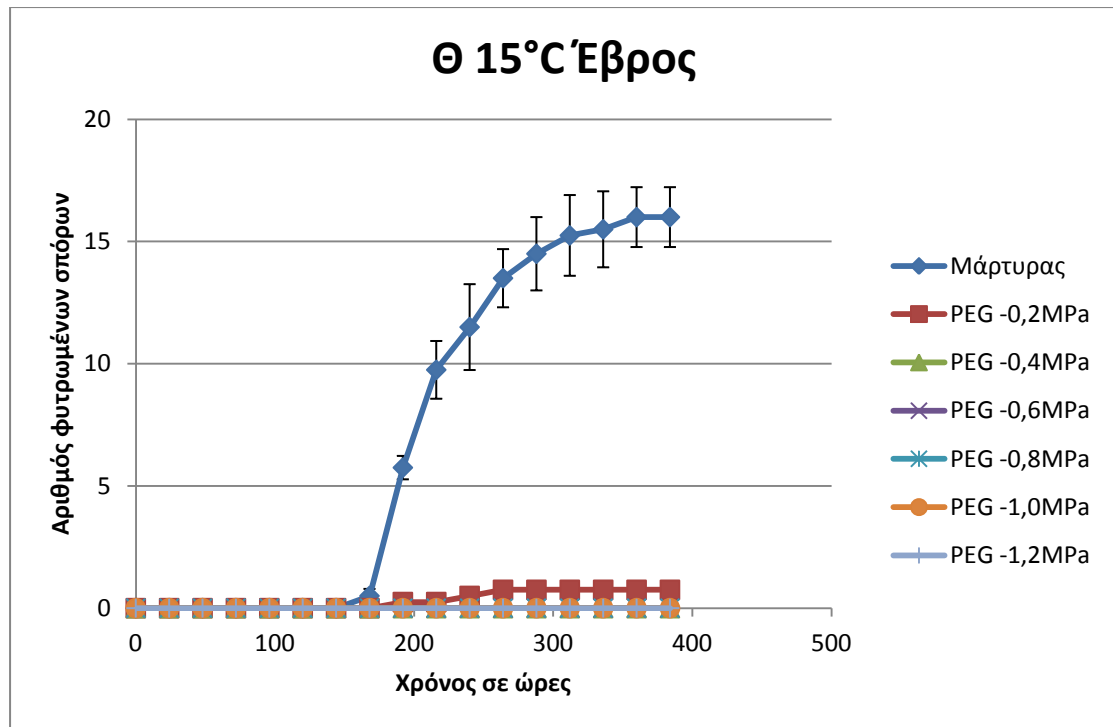
3.2.1 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του PEG στους 15°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.2 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 125 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 262 περίπου ώρες. Στη συνέχεια έμεινε σταθερή μέχρι τις 312 περίπου ώρες, ενώ ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση έως τις 337 ώρες, για να παραμείνει πάλι σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (395 ώρες).



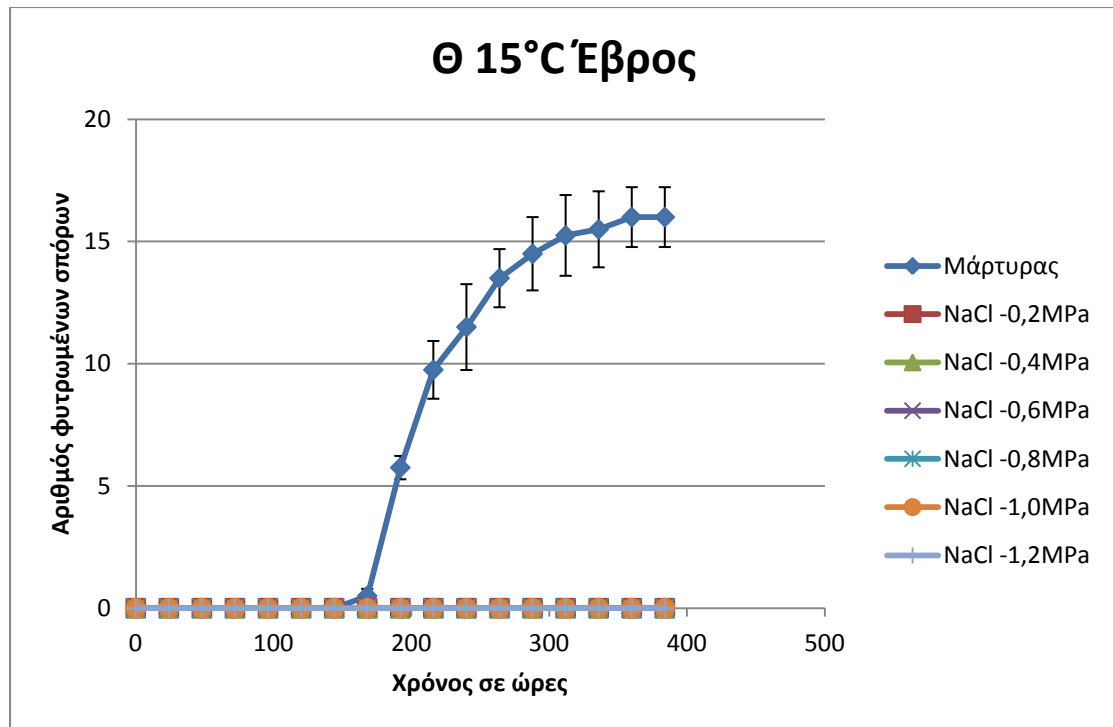
3.2.2 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του NaCl στους 15°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.3 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος σημείωσαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 188 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και μέχρι τις 213 ώρες η πορεία βλάστησης δεν είχε σημειώσει κάποια άνοδο. Στη συνέχεια παρουσίασε μία μικρή αύξηση μέχρι τις 272 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί μετά σταθερή ως το τέλος του πειράματος (388 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 164 περίπου ώρες μετά την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 362 περίπου ώρες, για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή μέχρι το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες).



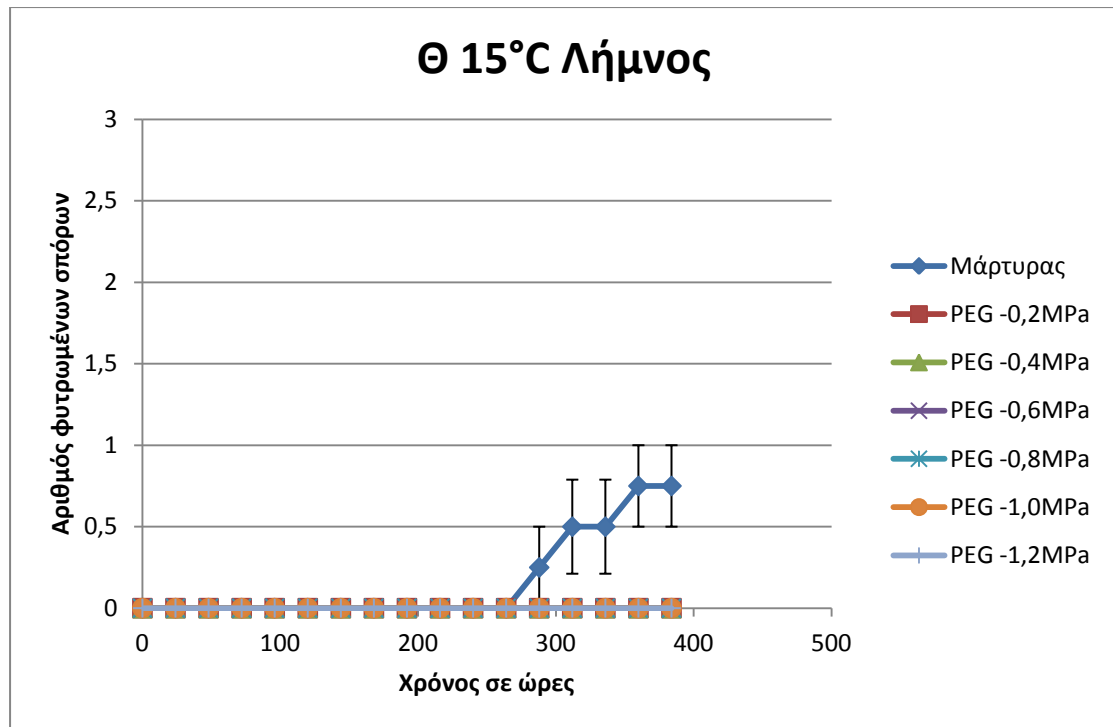
3.2.3 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του PEG στους 15°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.4 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 172 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 362 περίπου ώρες, για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή μέχρι το τέλος του πειράματος (388 ώρες).



3.2.4 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του NaCl στους 15°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

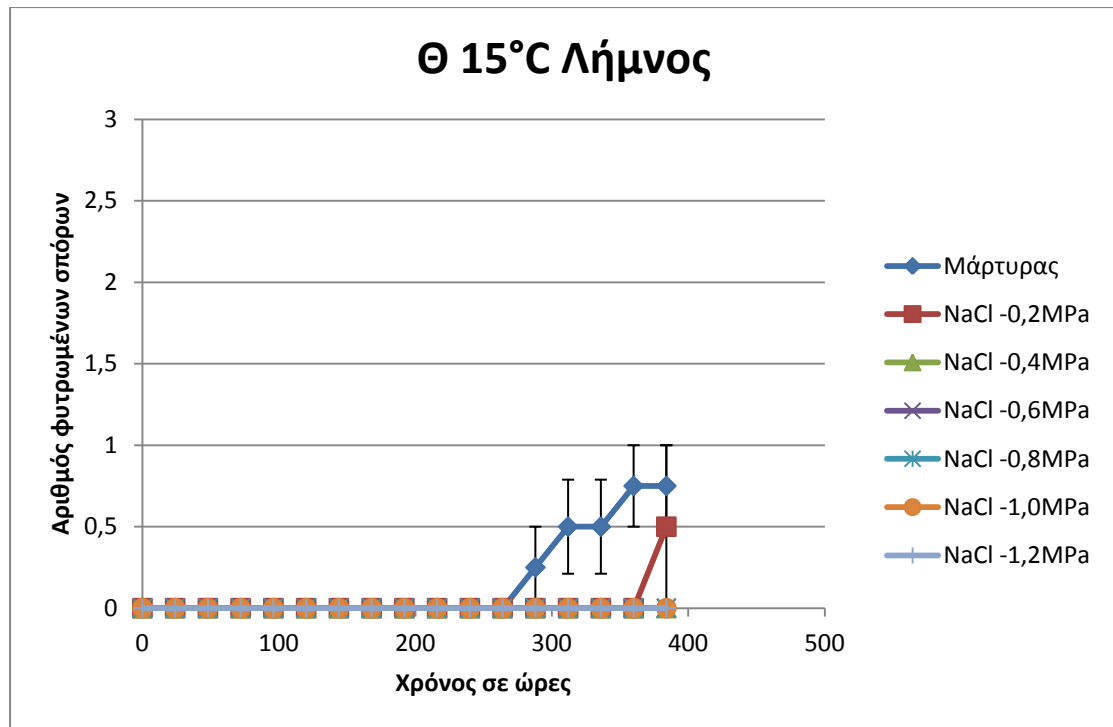
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.5 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος σημείωσαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με PEG. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 288 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι και τις 312 περίπου ώρες. Στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή μέχρι τις 338 περίπου ώρες για να σημειώσει μία ακόμα άνοδο από το διάστημα αυτό και μέχρι τις 362 περίπου ώρες. Από το τελευταίο αυτό διάστημα και μέχρι το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες) η πορεία βλάστησης παρέμεινε σταθερή.



3.2.5 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του PEG στους 15°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

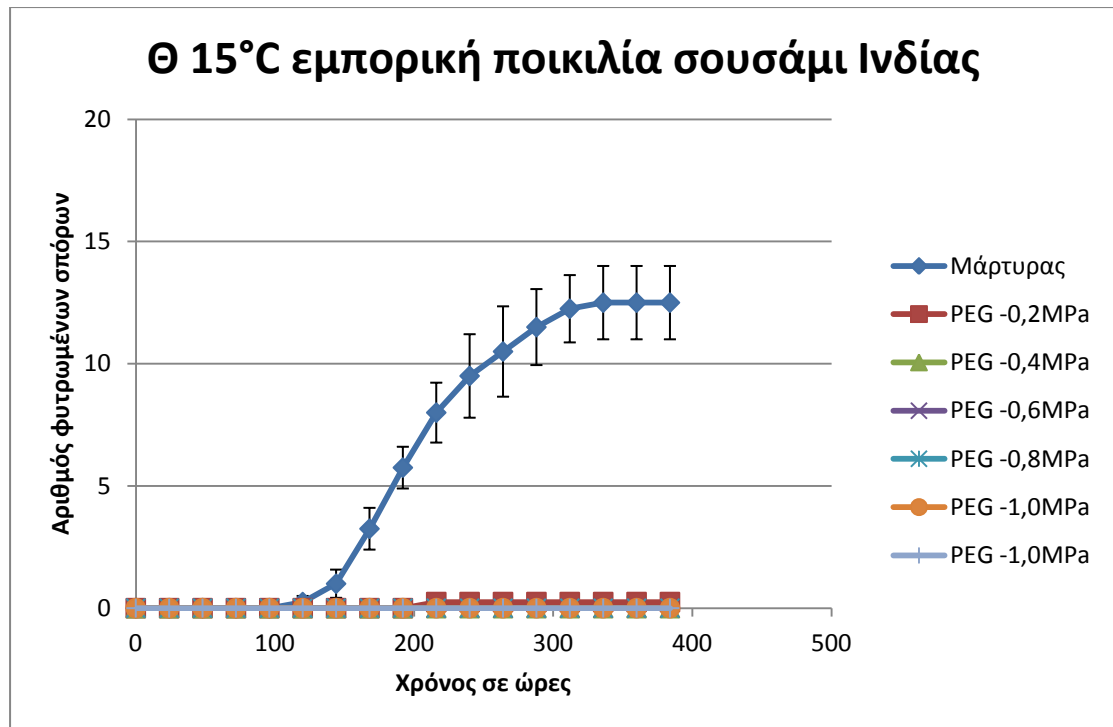
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.6 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος σημείωσαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl, καθώς και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 388 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και ολοκλήρωσαν το φύτρωμα κατά το ίδιο διάστημα, χωρίς να σημειωθεί κάποια περαιτέρω εξέλιξη στην πορεία φυτρώματος. Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 288 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 312 ώρες. Στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή μέχρι τις 338 ώρες για να σημειώσει μία ακόμα άνοδο από το διάστημα αυτό και μέχρι τις 362 ώρες. Από το τελευταίο αυτό διάστημα και μέχρι το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες) η πορεία βλάστησης παρέμεινε σταθερή.





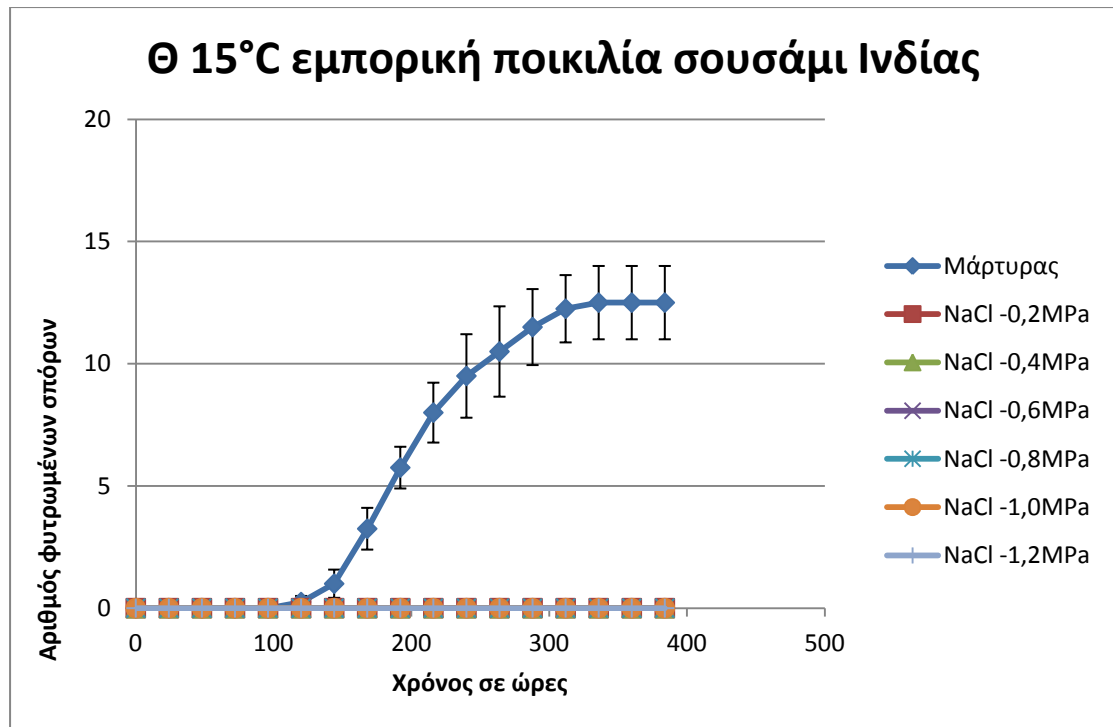
3.2.6 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του NaCl στους 15°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.7 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας σημείωσαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης, καθώς και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 212 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 116 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 338 ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή μέχρι το τέλος του πειράματος (388 ώρες).



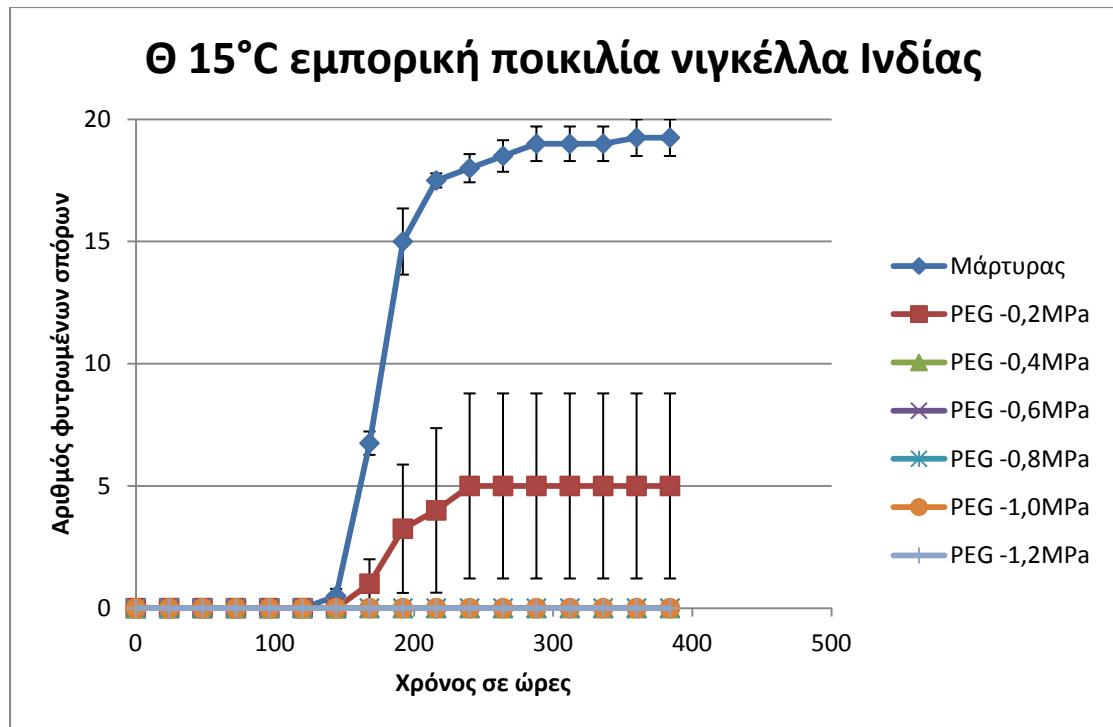
3.2.7 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 15°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.8 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 122 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι και τις 338 ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή μέχρι το τέλος του πειράματος (338 ώρες).



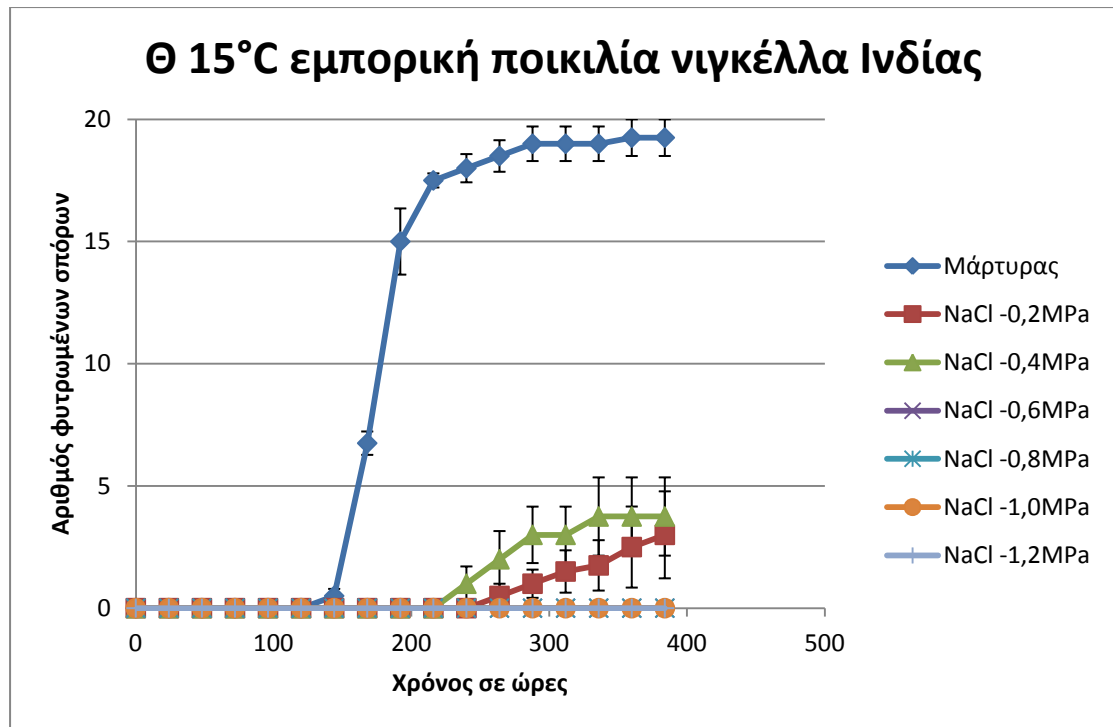
3.2.8 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 15°C συναρτήσκει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.9 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας σημείωσαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 165 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι και τις 238 ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή μέχρι το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 145 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι και τις 288 ώρες. Στη συνέχεια διατηρήθηκε σταθερή μέχρι τις 328 ώρες για να σημειώσει μία ακόμα μικρή αύξηση από το διάστημα αυτό και μέχρι τις 362 περίπου ώρες, ενώ από το τελευταίο αυτό διάστημα και μέχρι το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες) διατηρήθηκε εκ νέου σταθερή.



3.2.9 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 15°C συναρτήσκει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.2.10 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας σημείωσαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl, καθώς και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Κατά την πρώτη μεταχείριση η πορεία φυτρώματος είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 262 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 240 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι και τις 288 ώρες, για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή από το διάστημα αυτό και μέχρι τις 312 ώρες. Στη συνέχεια παρουσίασε μία ακόμα μικρή αύξηση από τις 312 ως τις 338 ώρες για να διατηρηθεί εκ νέου σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ακολούθησαν την ίδια πορεία βλάστησης με αυτή που σημειώθηκε και πριν (διάγραμμα 3.2.9).



3.2.10 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 15°C συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

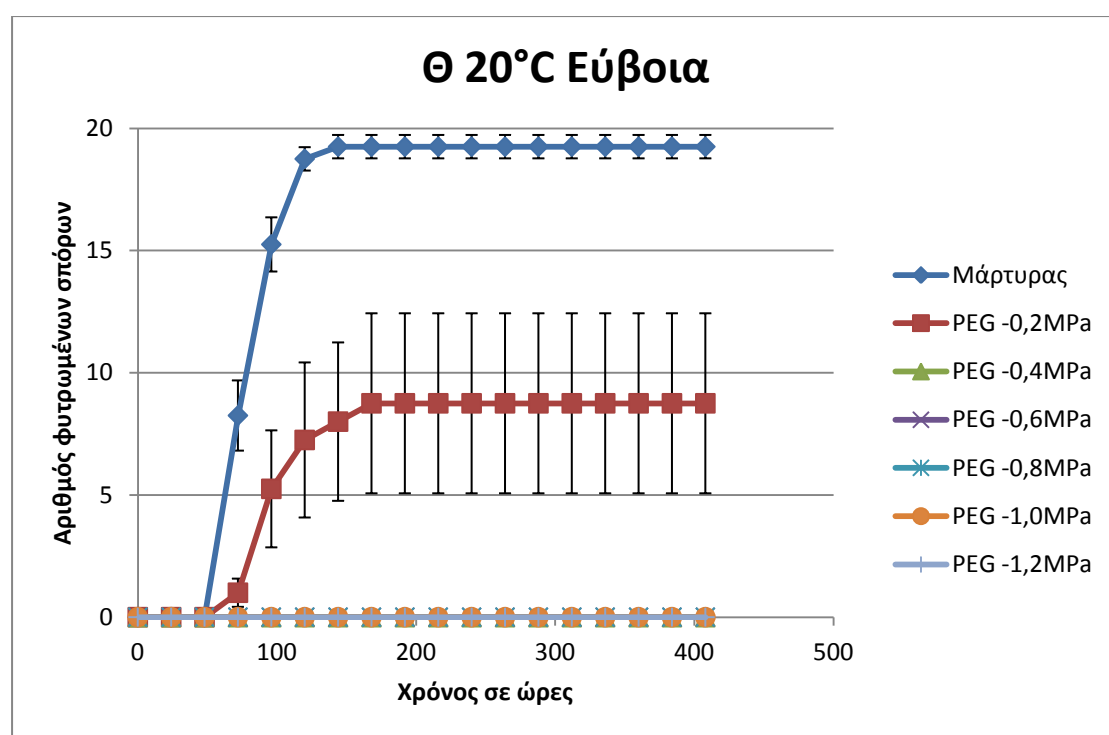
Μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτρωσαν σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.1 και 3.7.2 για την ποικιλία Εύβοια, το ποσοστό ήταν 75% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 47,5% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 5% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 1,58 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 15 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.3 και 3.7.4 για την ποικιλία Έβρος, το ποσοστό ήταν 80% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 3,75% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 21,3 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.5 και 3.7.6 για την ποικιλία Λήμνος, το ποσοστό ήταν 3,75% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 2,5% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 1,5 φορά μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.7 και 3.7.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, το ποσοστό ήταν 62,5% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 1,25%

για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.9 και 3.7.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, το ποσοστό ήταν 96,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 25% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 15% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 18,75% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 3,85 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 6,42 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 5,13 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Τέλος, η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG ήταν 1,7 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 1,3 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl.

Επίσης, μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία και ο χρόνος που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.1 και 3.8.2 για την ποικιλία Εύβοια, ο χρόνος αυτός ήταν 163 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 109,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 22 ώρες κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.3 και 3.8.4 για την ποικιλία Έβρος, ο χρόνος ήταν 202,75 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 165 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.5 και 3.8.6 για την ποικιλία Λήμνος, ο χρόνος ήταν 231 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG, ενώ ήταν 91,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.7 και 3.8.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, ο χρόνος ήταν 196 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 51 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.9 και 3.8.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, ο χρόνος ήταν 178 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 93,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 156 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 263 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl.

### **3.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 20°C**

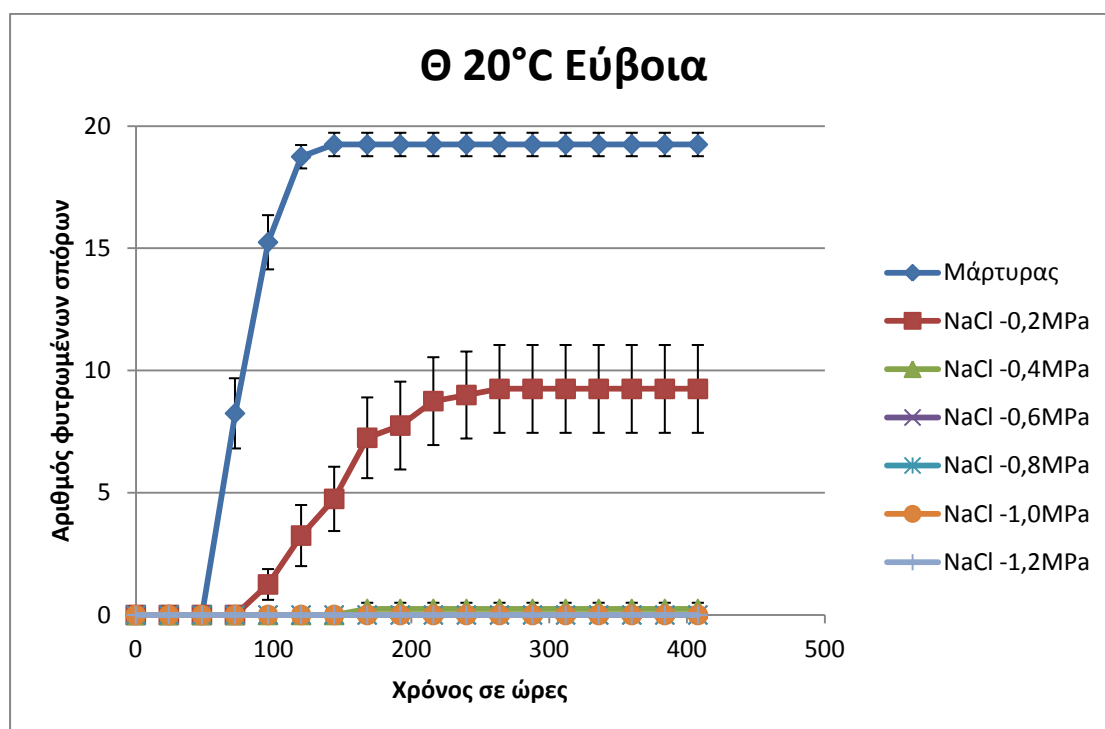
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.1 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με  $-0,2$  MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι και τις 165 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (412 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι και τις 148 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (412 ώρες).



3.3.1 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του PEG στους  $20^{\circ}\text{C}$  συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.2 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 98 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 262 ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (412 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι

σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 165 ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (412 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ακολούθησαν την ίδια πορεία βλάστησης με αυτή που σημειώθηκε και πριν (διάγραμμα 3.3.1).

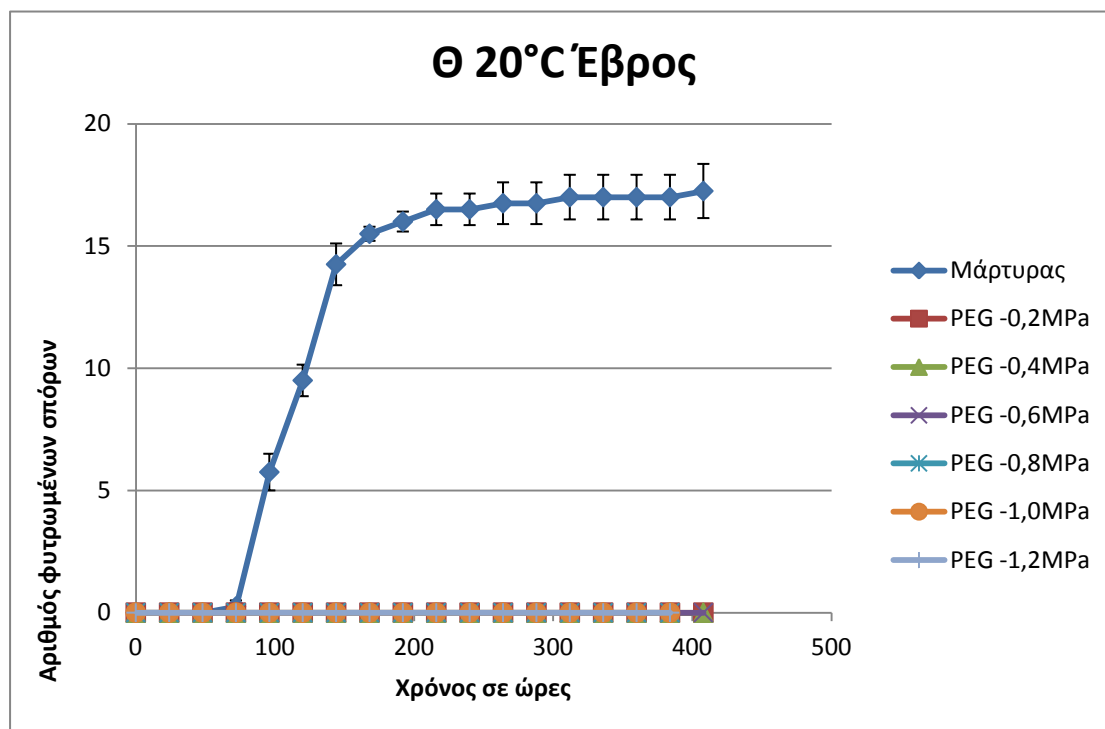


3.3.2 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του NaCl στους 20°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.3 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με PEG. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 220 περίπου ώρες. Στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή έως τις 238 ώρες για να αυξηθεί εκ νέου από το διάστημα αυτό και ως τις 264 ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα σταθερή πορεία έως τις 288 ώρες και στη συνέχεια μία μικρή άνοδο ως τις 313 ώρες. Από

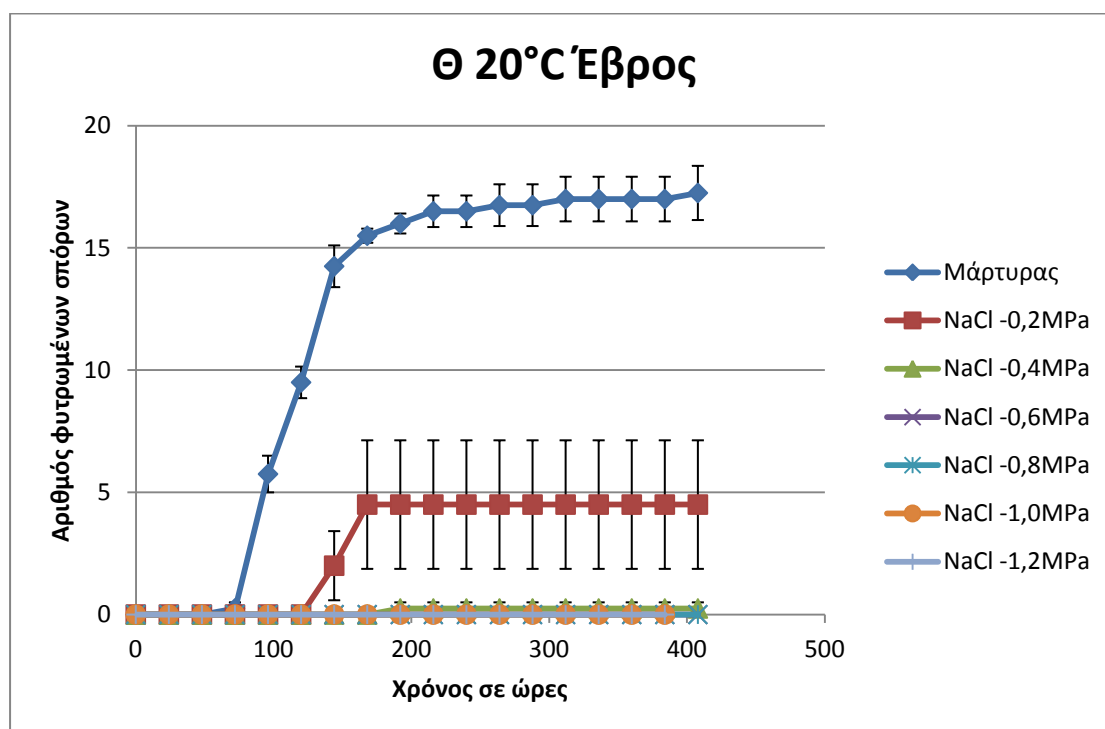


το σημείο αυτό και μέχρι τις 377 ώρες διατήρησε μία συνεχόμενη σταθερή πορεία για να αυξηθεί ξανά ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες).



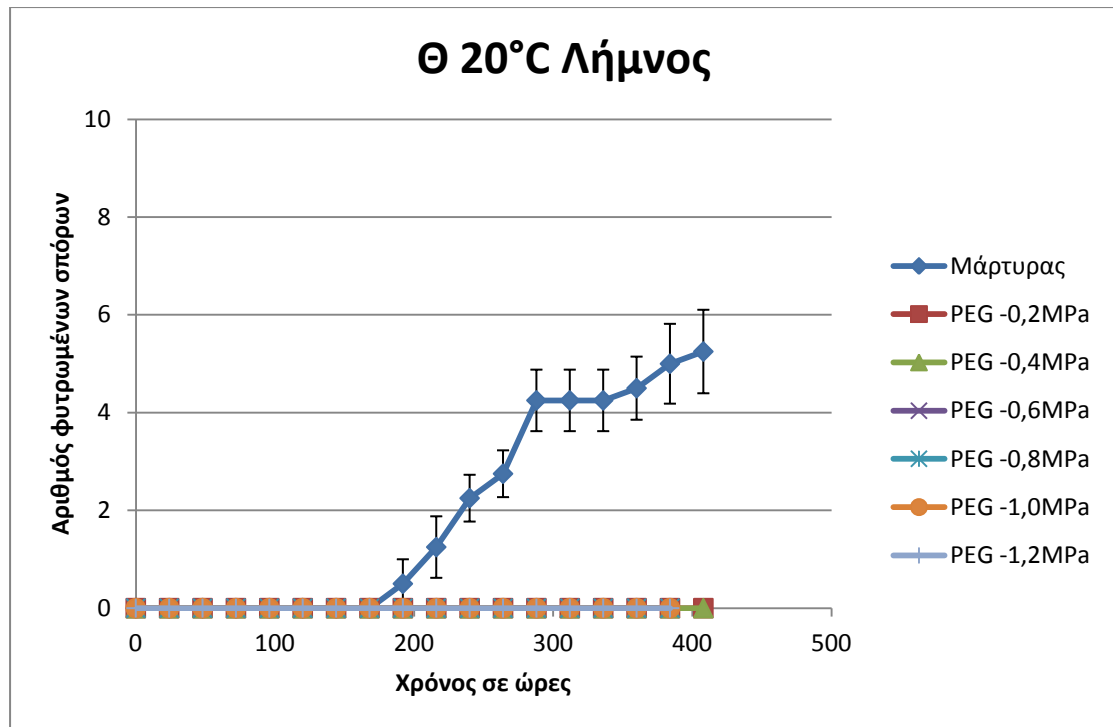
3.3.3 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του PEG στους 20°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.4 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 148 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 168 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 197 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ακολούθησαν την ίδια πορεία βλάστησης με αυτή που σημειώθηκε και πριν (διάγραμμα 3.3.3).



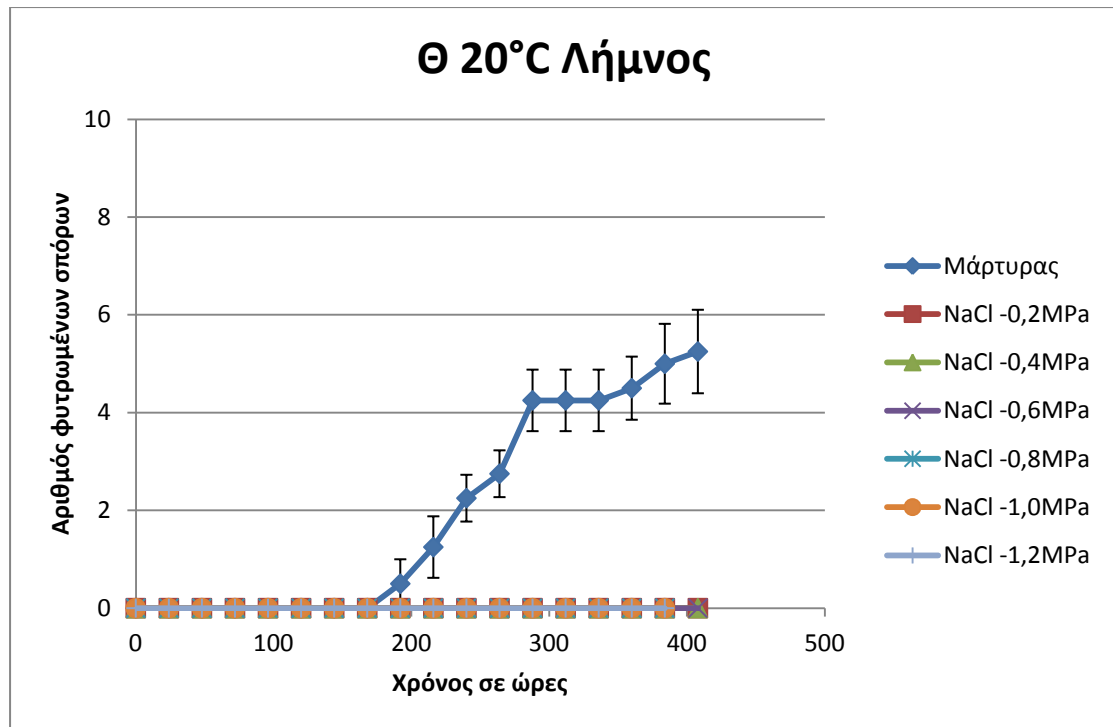
3.3.4 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του NaCl στους 20°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.5 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με πολυαιθυλενογλυκόλη. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 190 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι και τις 288 ώρες. Στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή μέχρι τις 338 περίπου ώρες για να αυξηθεί εκ νέου ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες).



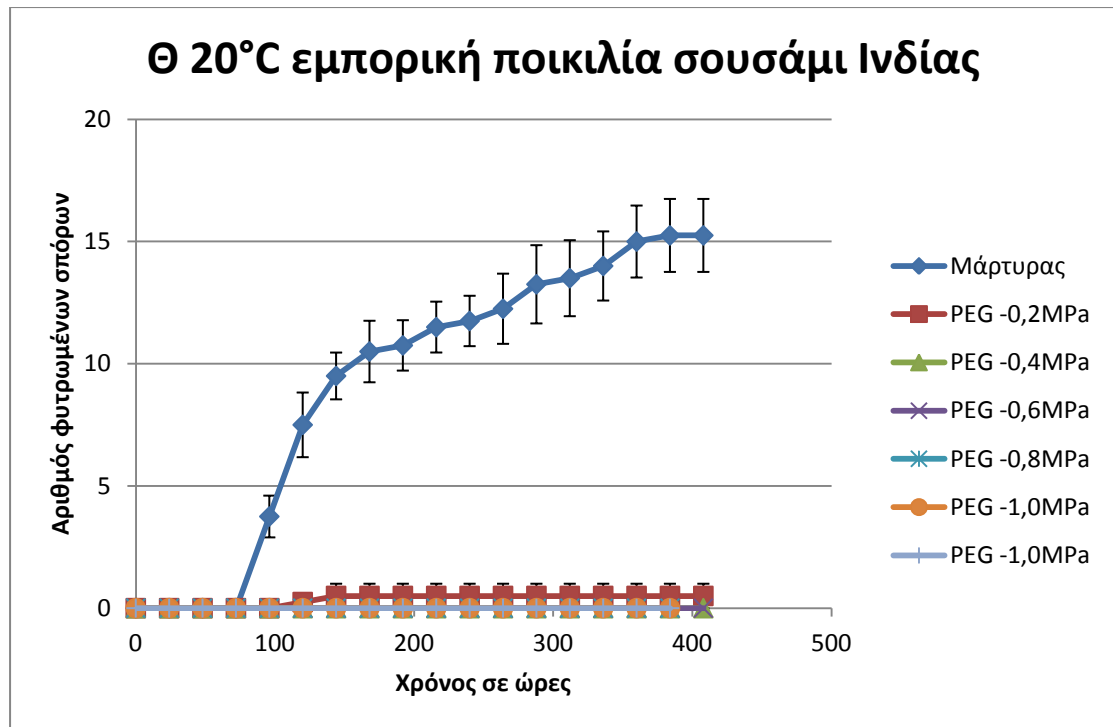
3.3.5 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του PEG στους 20°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.6 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτευμα ήταν εκείνη του μάρτυρα και η πορεία φυτώματος κατά τη μεταχείριση αυτή ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.3.5).



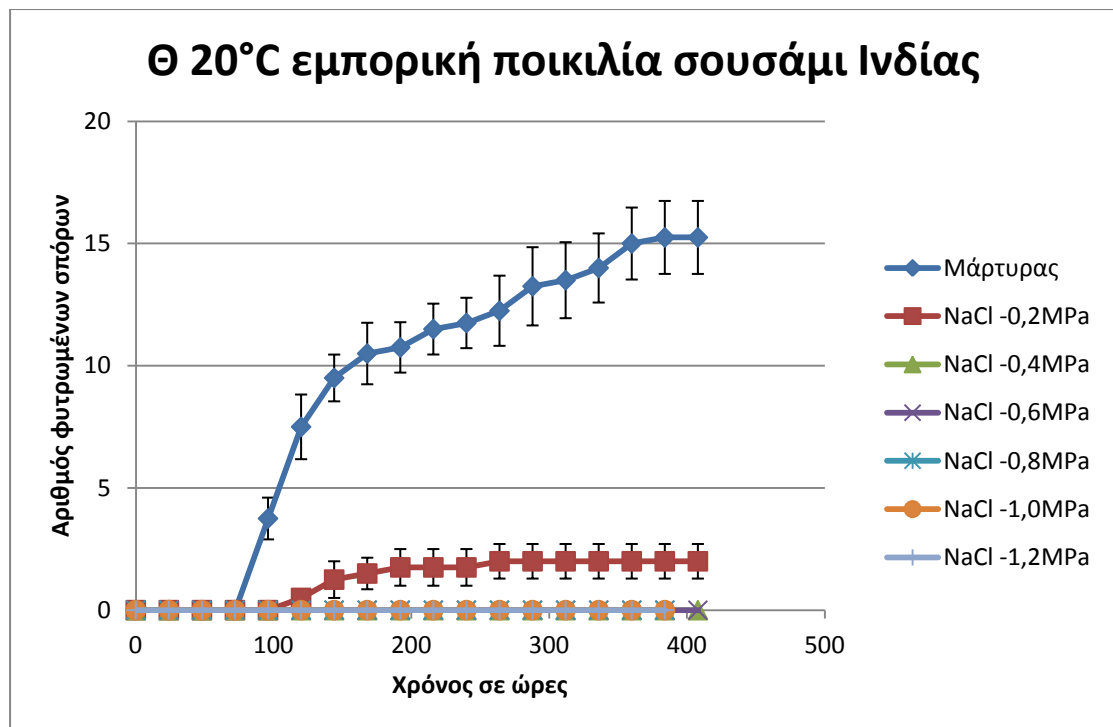
3.3.6 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του NaCl στους 20°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.7 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 122 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης σημείωσε μία μικρή άνοδο από το διάστημα αυτό και μέχρι τις 148 περίπου ώρες, για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του πειράματος (410 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν συνεχόμενα ανοδική μέχρι τις 385 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες).



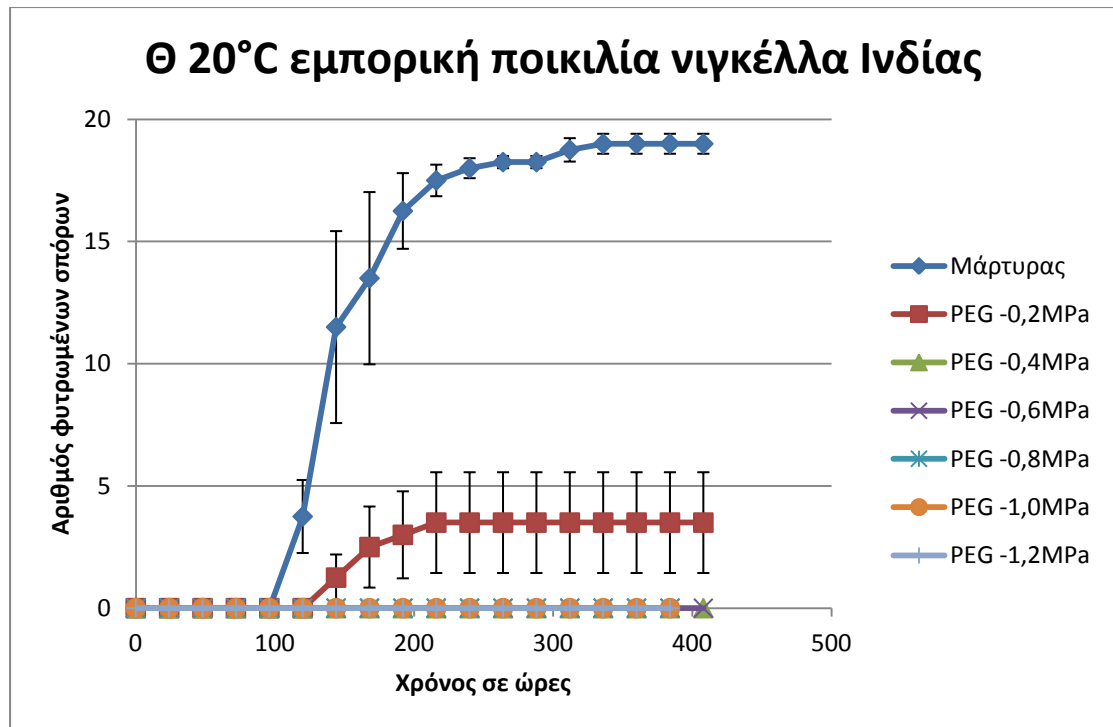
3.3.7 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 20°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.8 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 122 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 188 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 238 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση ως τις 262 περίπου ώρες για να παραμείνει μετά σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και ακολούθησαν την ίδια πορεία φυτρώματος με πριν (διάγραμμα 3.3.7).



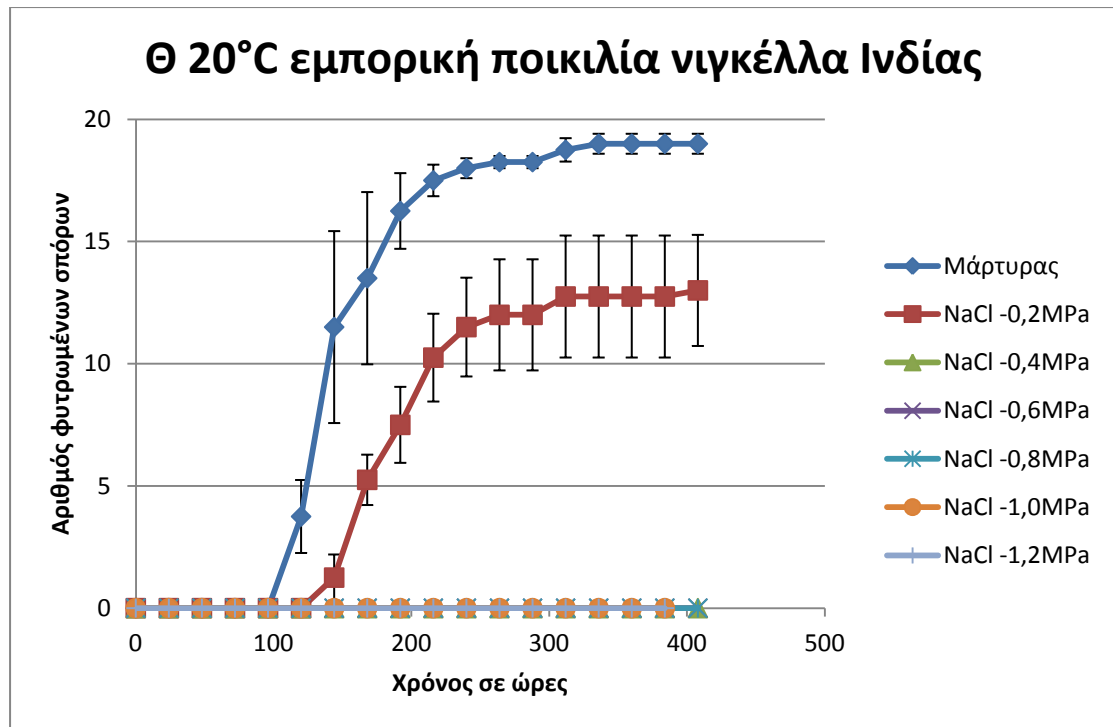
3.3.8 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 20°C συναρτήσκει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.9 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 148 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 215 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 123 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 265 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 288 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 338 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες).



3.3.9 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 20°C συναρτήσκει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.3.10 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 148 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 265 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή από το διάστημα αυτό και ως τις 288 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 313 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως τις 338 περίπου ώρες και να αυξηθεί εκ νέου ως το τέλος του φυτρώματος (410 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 123 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και ακολούθησαν την ίδια πορεία φυτρώματος με πριν (διάγραμμα 3.3.9).



3.3.10 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 20°C συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.1 και 3.7.2 για την ποικιλία Εύβοια, το ποσοστό ήταν 96,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 43,75% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 46,25% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 1,25% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 2,2 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 2,08 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 77 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.3 και 3.7.4 για την ποικιλία Έβρος, το ποσοστό ήταν 86,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG, ενώ ήταν 22,5% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 1,25% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 3,83 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 69 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.5 και 3.7.6 για την ποικιλία Λήμνος, το ποσοστό ήταν 26,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.7 και 3.7.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, το ποσοστό

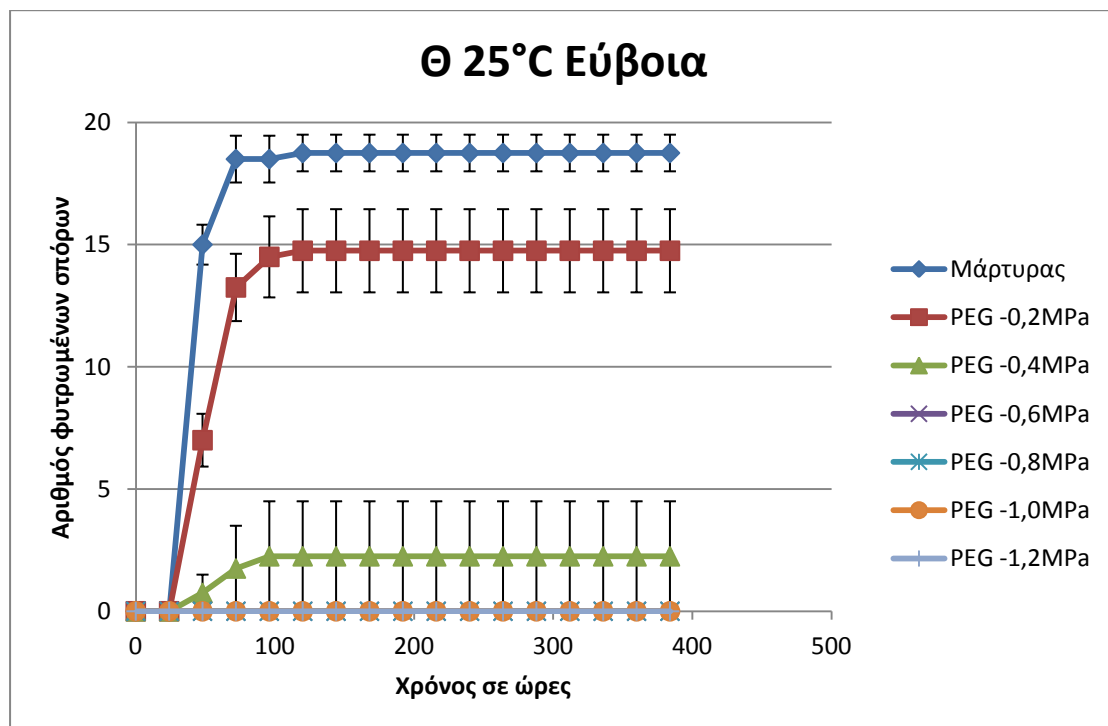


ήταν 76,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 2,5% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 10% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 30,5 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 7,625 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.9 και 3.7.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, το ποσοστό ήταν 95% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 17,5% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 65% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 5,43 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 1,46 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Τέλος, η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG ήταν 3,71 φορές μικρότερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl.

Επίσης, μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία και ο χρόνος που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.1 και 3.8.2 για την ποικιλία Εύβοια, ο χρόνος αυτός ήταν 77,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 69 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 129,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 39 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.3 και 3.8.4 για την ποικιλία Έβρος, ο χρόνος ήταν 114,75 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG, ενώ ήταν 72,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 45,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.5 και 3.8.6 για την ποικιλία Λήμνος, ο χρόνος ήταν 256,5 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.7 και 3.8.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, ο χρόνος ήταν 126 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 30 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 106,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.9 και 3.8.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, ο χρόνος ήταν 144,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 78 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 186 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl.

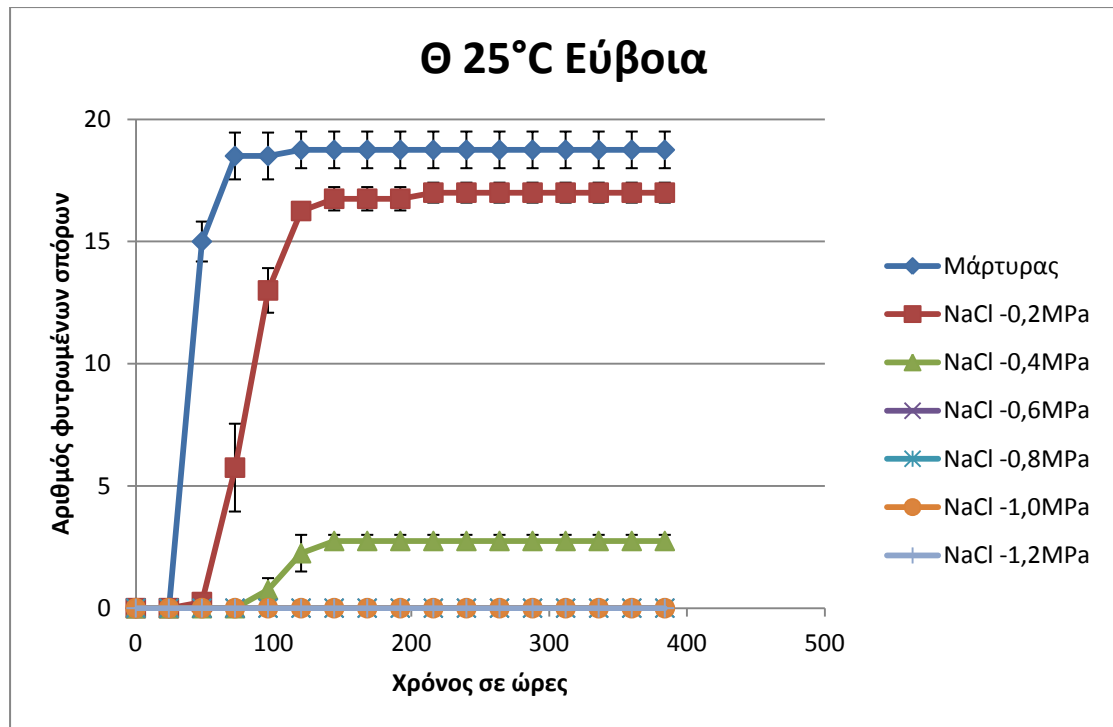
### **3.4 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 25°C**

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.1 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 120 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι τις 100 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 75 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 100 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 123 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες).



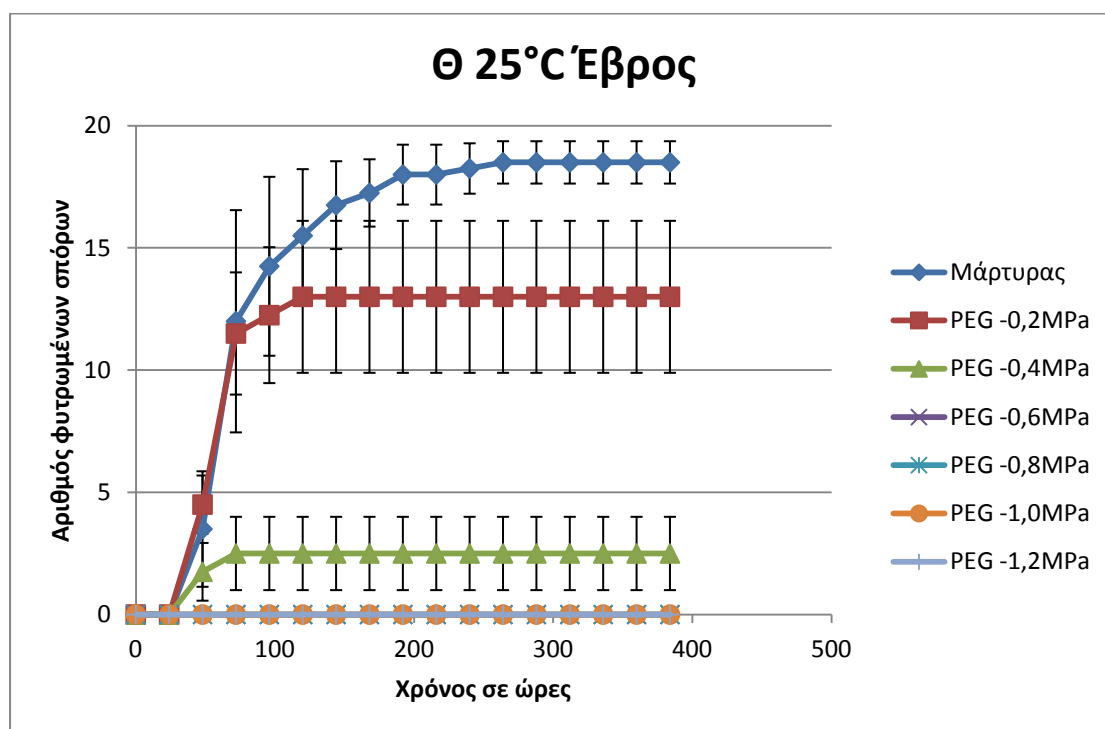
3.4.1 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του PEG στους 25°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.2 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 148 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 198 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 215 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι τις 148 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και ακολούθησαν την ίδια πορεία φυτρώματος με πριν (διάγραμμα 3.4.1).



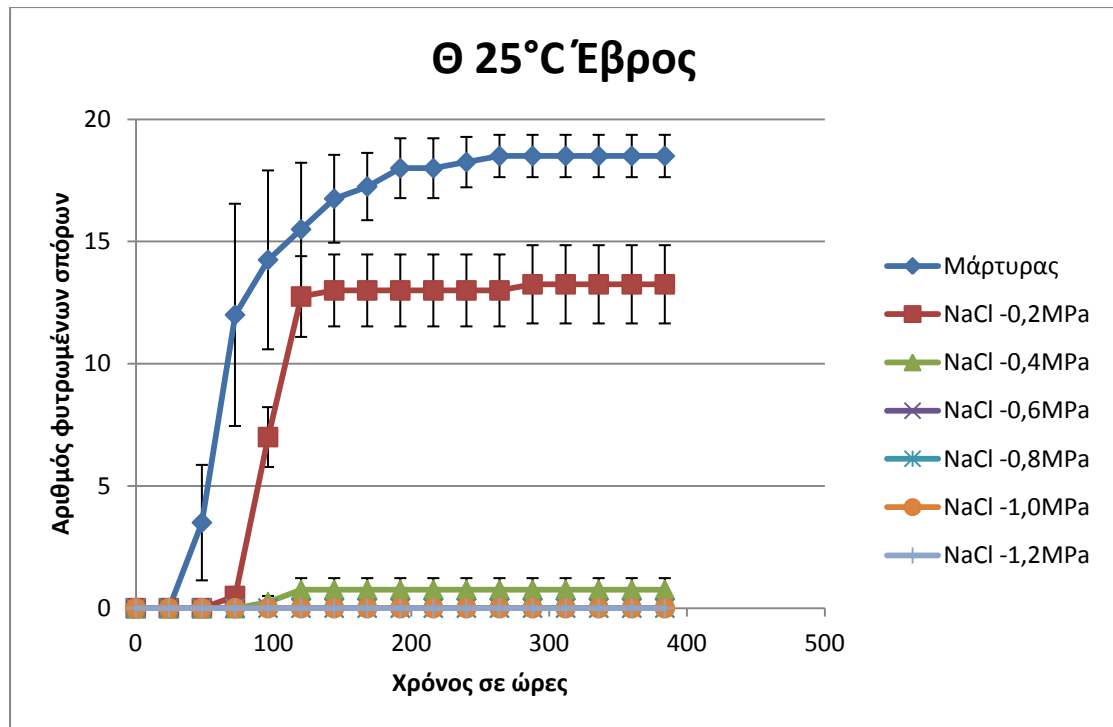
3.4.2 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του NaCl στους 25°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.3 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 123 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική ως τις 75 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 190 περίπου ώρες, για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 215 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 265 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387ώρες).



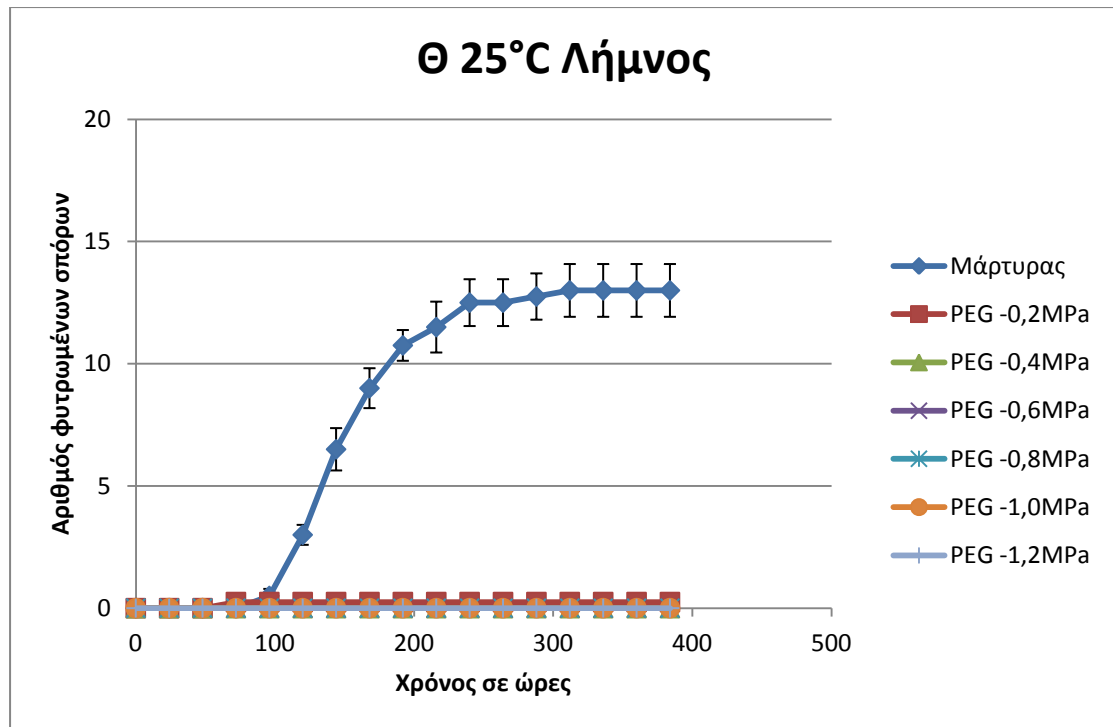
3.4.3 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του PEG στους 25°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.4 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 70 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 145 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 263 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 288 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική ως τις 123 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και ακολούθησαν την ίδια πορεία φυτρώματος με πριν (διάγραμμα 3.4.3).



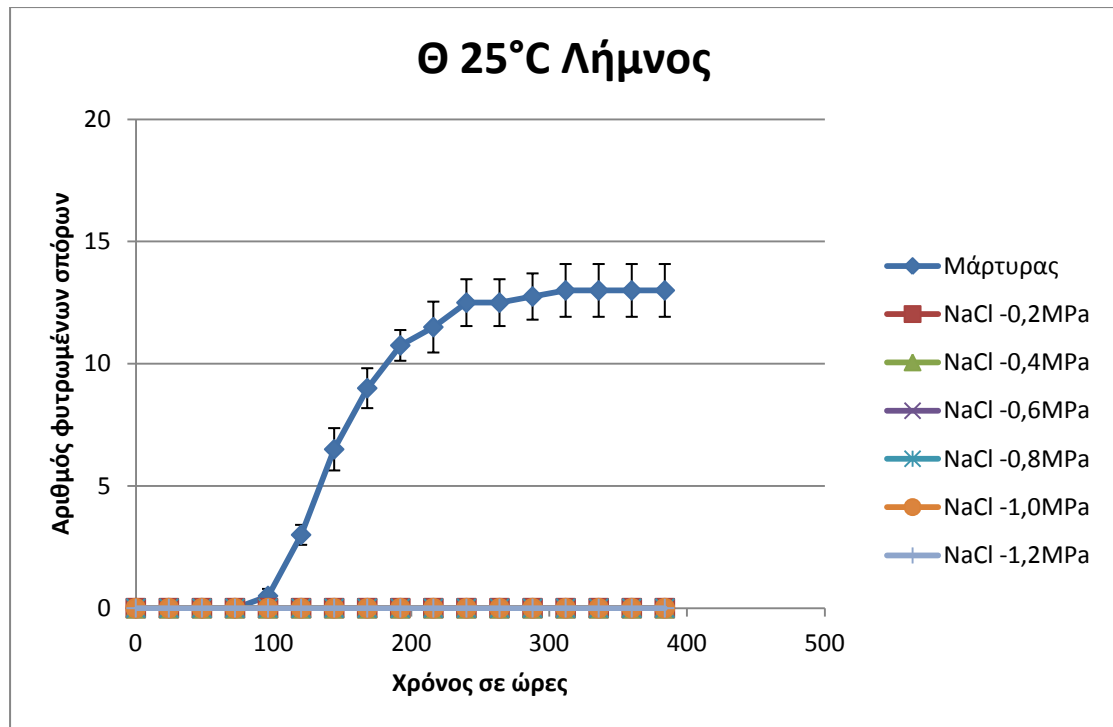
3.4.4 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του NaCl στους 25°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.5 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 240 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 263 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 313 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



3.4.5 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του PEG στους 25°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

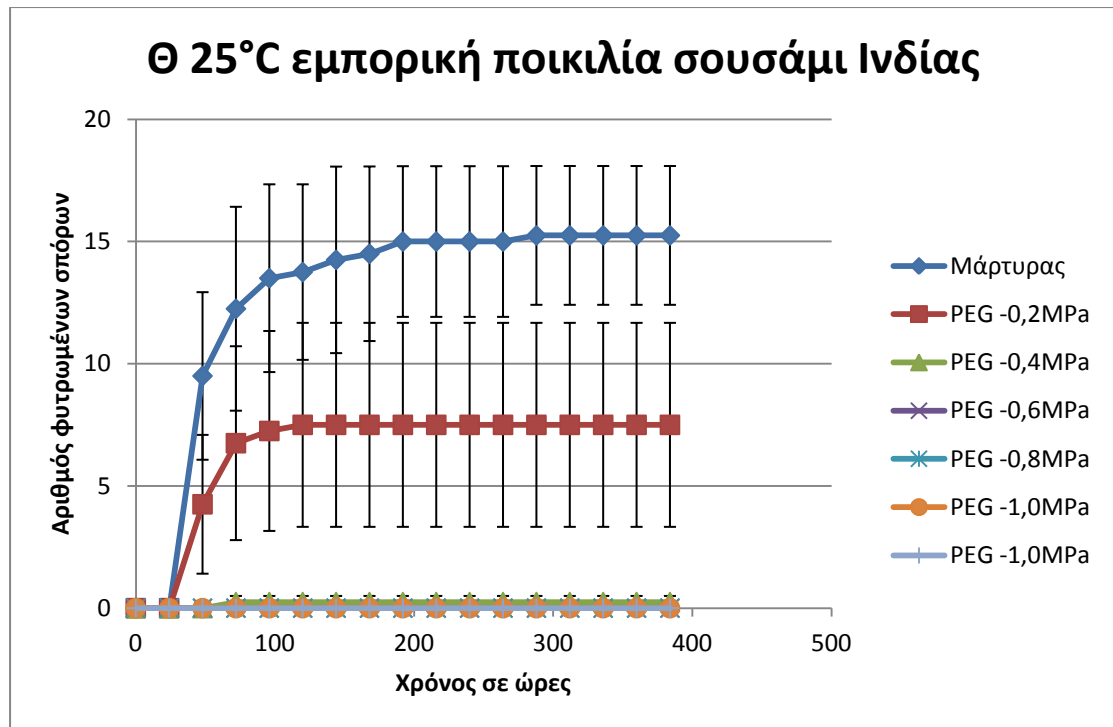
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.6 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα και η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.4.5).



3.4.6 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του NaCl στους 25°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

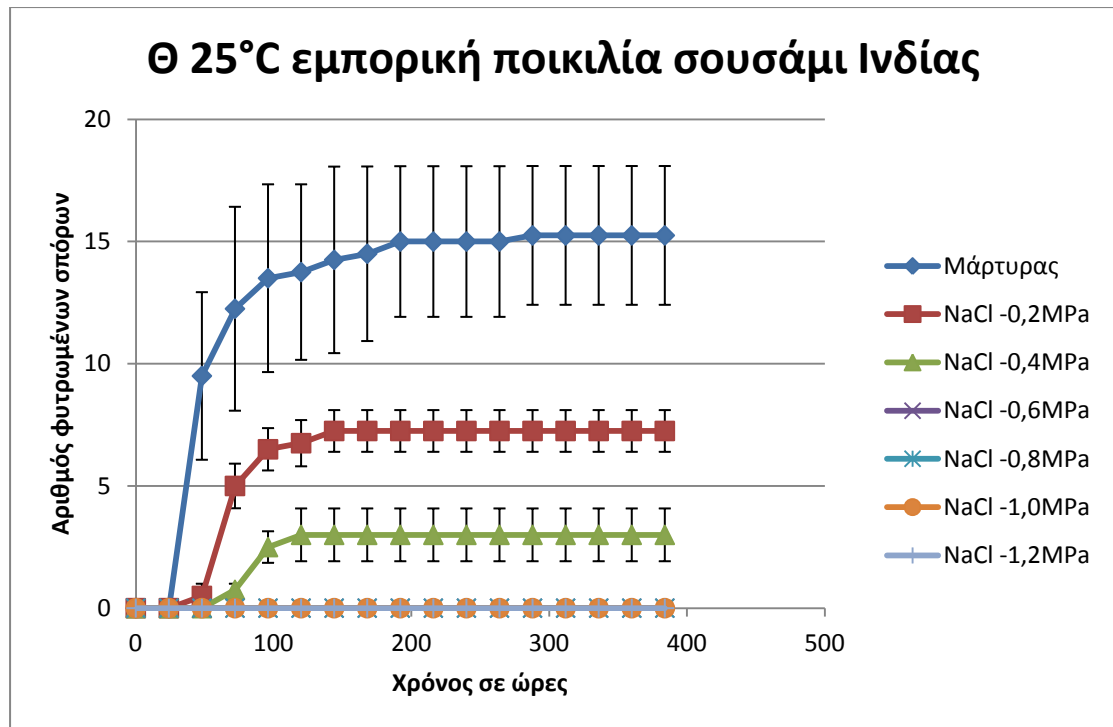
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.7 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας σουσάμι Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 123 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 190 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 263 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 288 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες).





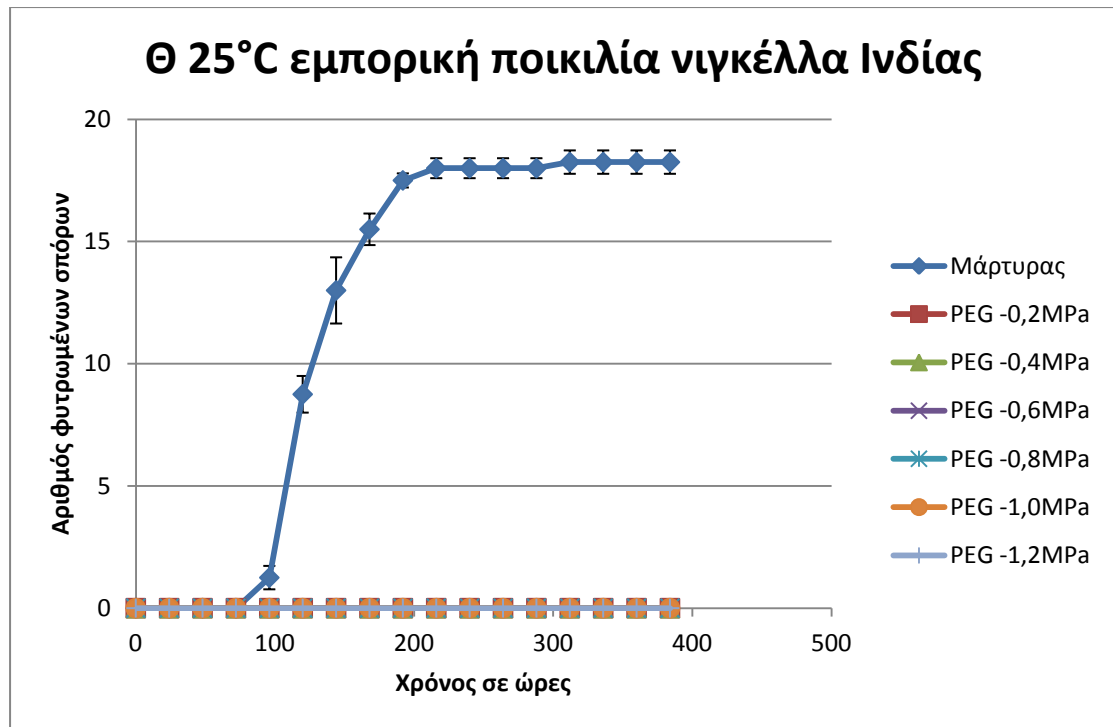
3.4.7 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 25°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.8 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας σουσάμι Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 145 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική μέχρι τις 145 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (387 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.4.7).



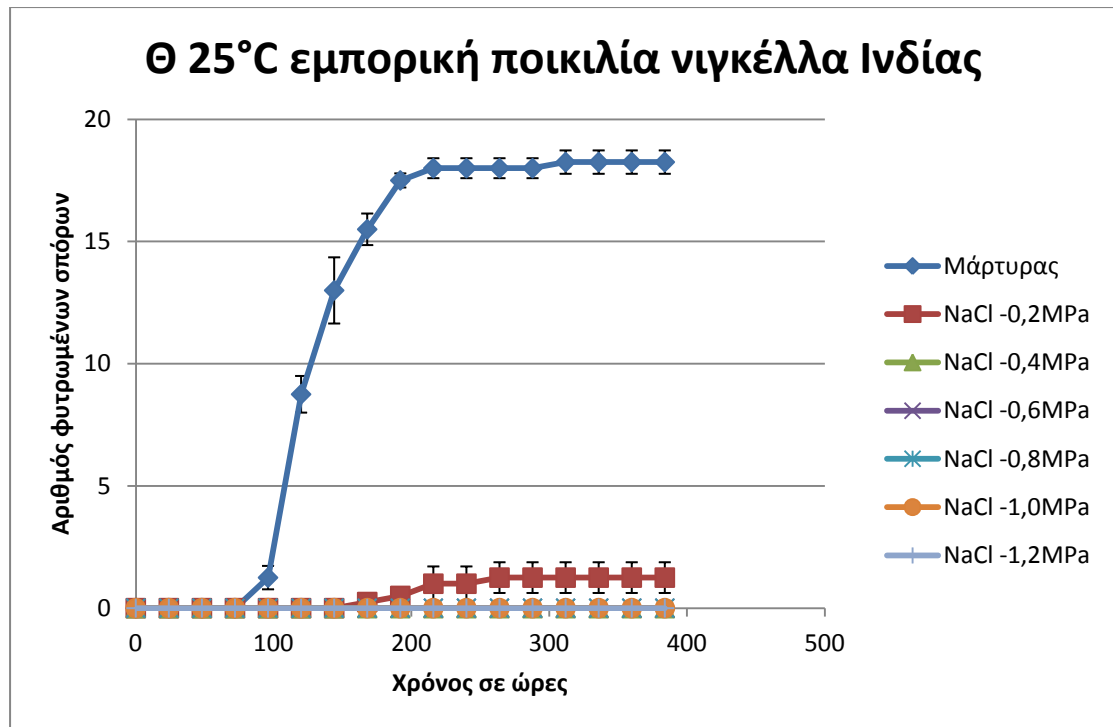
3.4.8 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 25°C συναρτήσεσι του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.9 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με PEG. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα και η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική ως τις 215 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 288 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 310 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



3.4.9 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 25°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.4.10 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl καθώς και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 165 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 115 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 238 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 263 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 100 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.4.9).



3.4.10 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 25°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτρωσαν σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.1 και 3.7.2 για την ποικιλία Εύβοια, το ποσοστό ήταν 93,75% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 73,75% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 11,25% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 85% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 13,75% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 1,27 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 8,3 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, 1,103 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 6,82 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.3 και 3.7.4 για την ποικιλία Έβρος, το ποσοστό ήταν 92,5% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 65% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 12,5% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 66,25% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 3,75% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 1,42 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 7,4 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, 1,4 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 24,6 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη

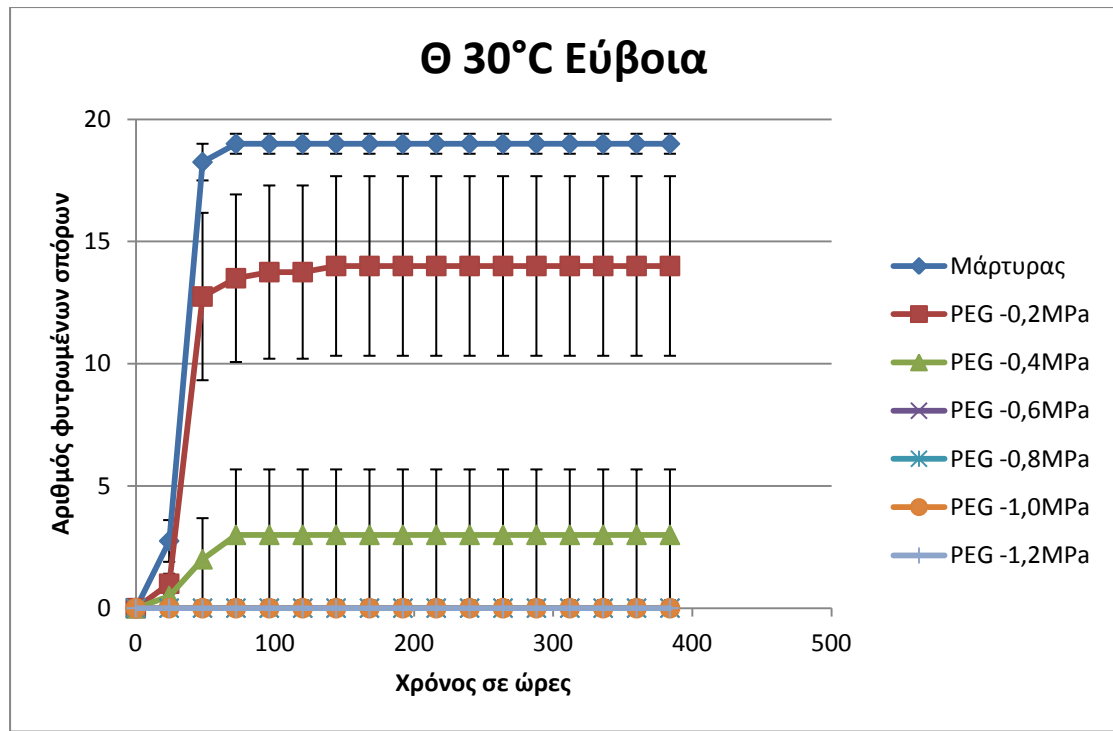
μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.5 και 3.7.6 για την ποικιλία Λήμνος, το ποσοστό ήταν 65% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 1,25% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 52 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.7 και 3.7.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, το ποσοστό ήταν 76,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 37,5% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 1,25% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 36,25% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 15% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 2,03 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 61 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, 2,1 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 5,08 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.9 και 3.7.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, το ποσοστό ήταν 91,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG, ενώ ήταν 6,25% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 14,6 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl.

Επίσης, μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία και ο χρόνος που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.1 και 3.8.2 για την ποικιλία Εύβοια, ο χρόνος αυτός ήταν 39,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 49,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 14,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 79,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 108 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.3 και 3.8.4 για την ποικιλία Έβρος, ο χρόνος ήταν 74,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 51 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 21,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 95,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 48 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.5 και 3.8.6 για την ποικιλία Λήμνος, ο χρόνος ήταν 149 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 15 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.7 και 3.8.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, ο χρόνος ήταν 70,5 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 73,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 15 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 65,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.9 και 3.8.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα

Ινδίας, ο χρόνος ήταν 126,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG, ενώ ήταν 157,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl.

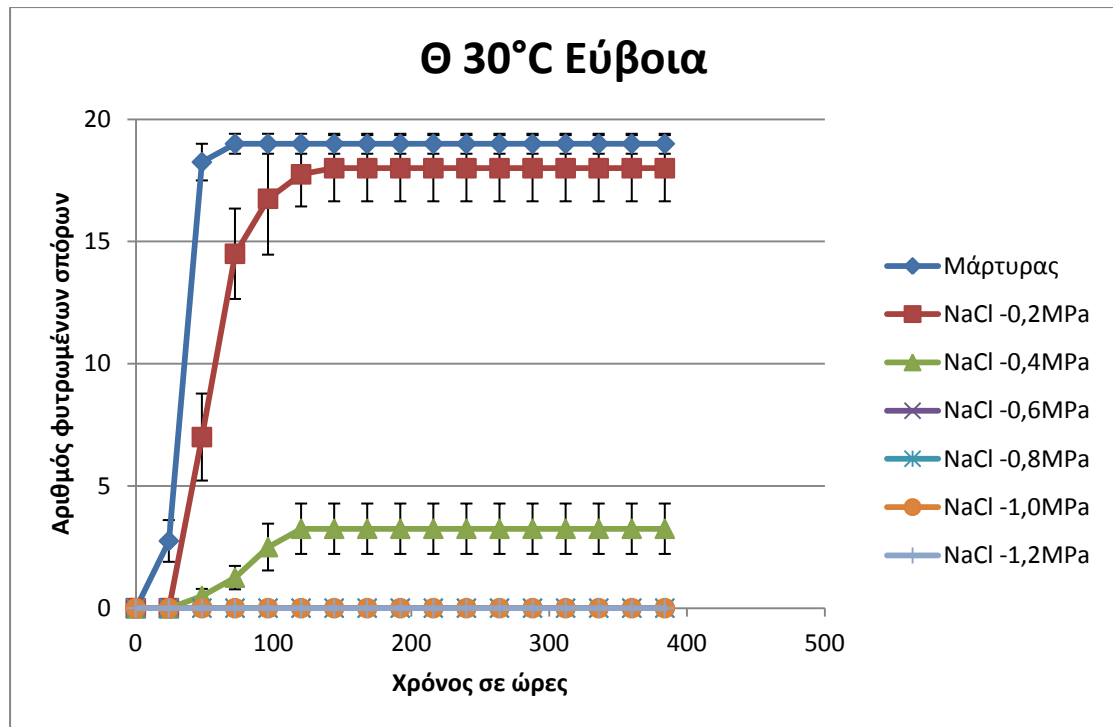
### **3.5 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 30°C**

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.1 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 100 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 123 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 148 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 73 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 73 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



3.5.1 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του PEG στους 30°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

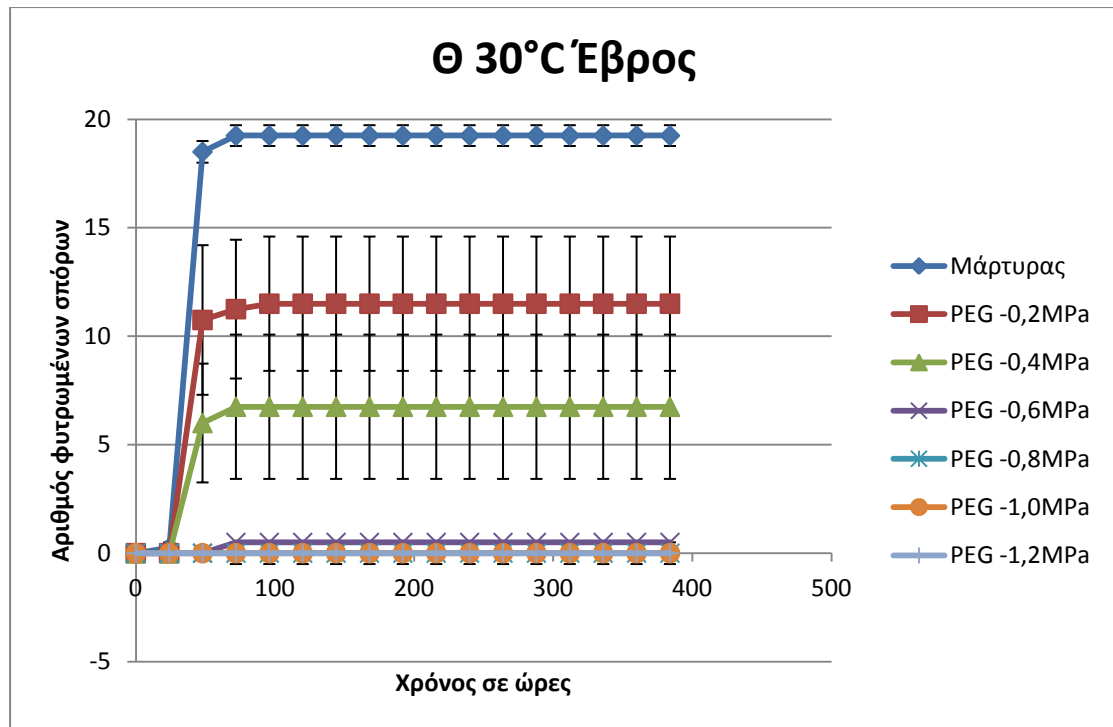
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.2 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 148 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 123 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.5.1).



3.5.2 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του NaCl στους 30°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

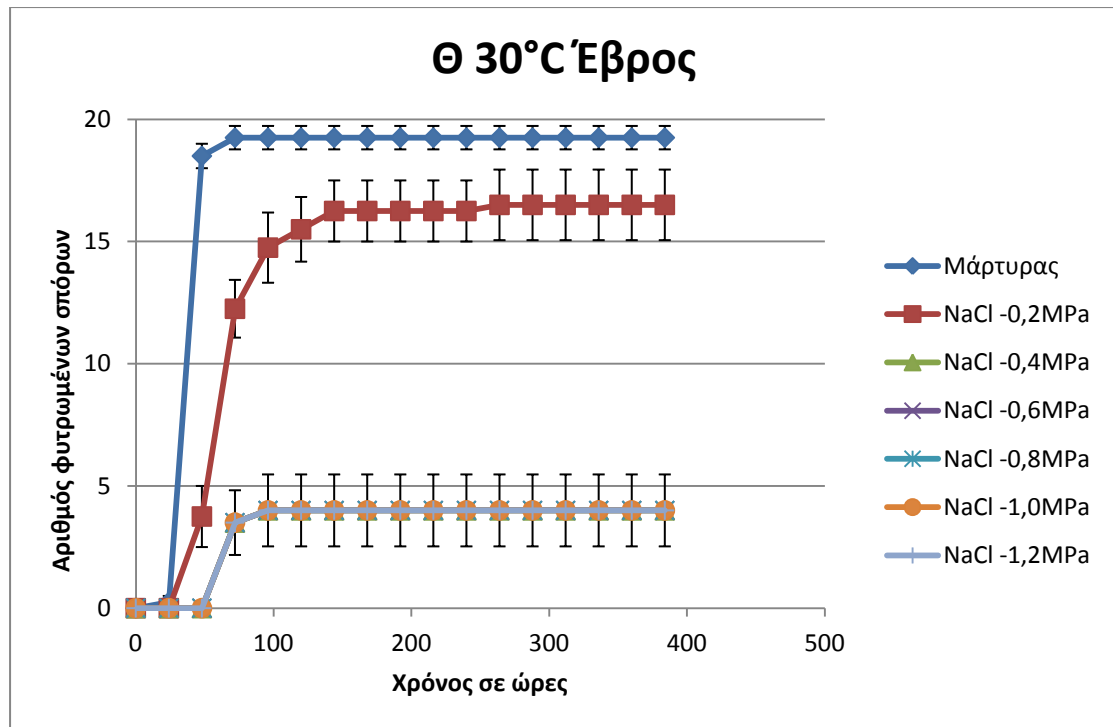
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.3 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2, -0,4 και -0,6 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 100 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 75 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά την τρίτη μεταχείριση, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 75 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).





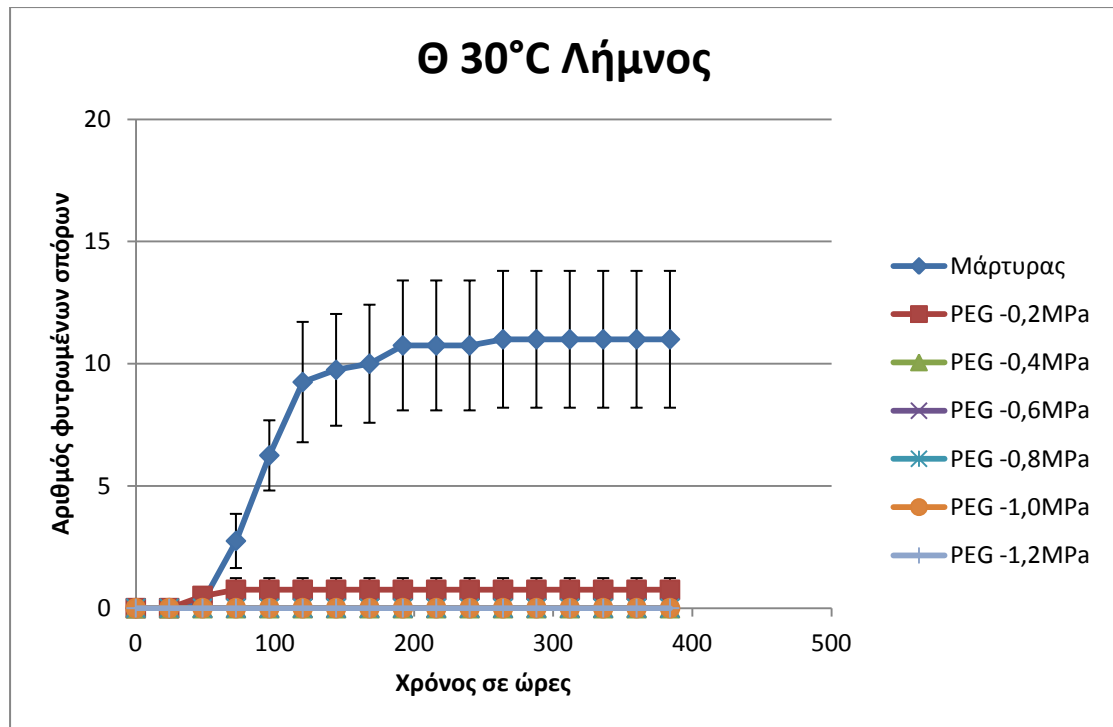
3.5.3 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του PEG στους 30°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.4 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,6 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 145 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 238 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 263 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (388 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 75 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 95 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες) Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.5.3).



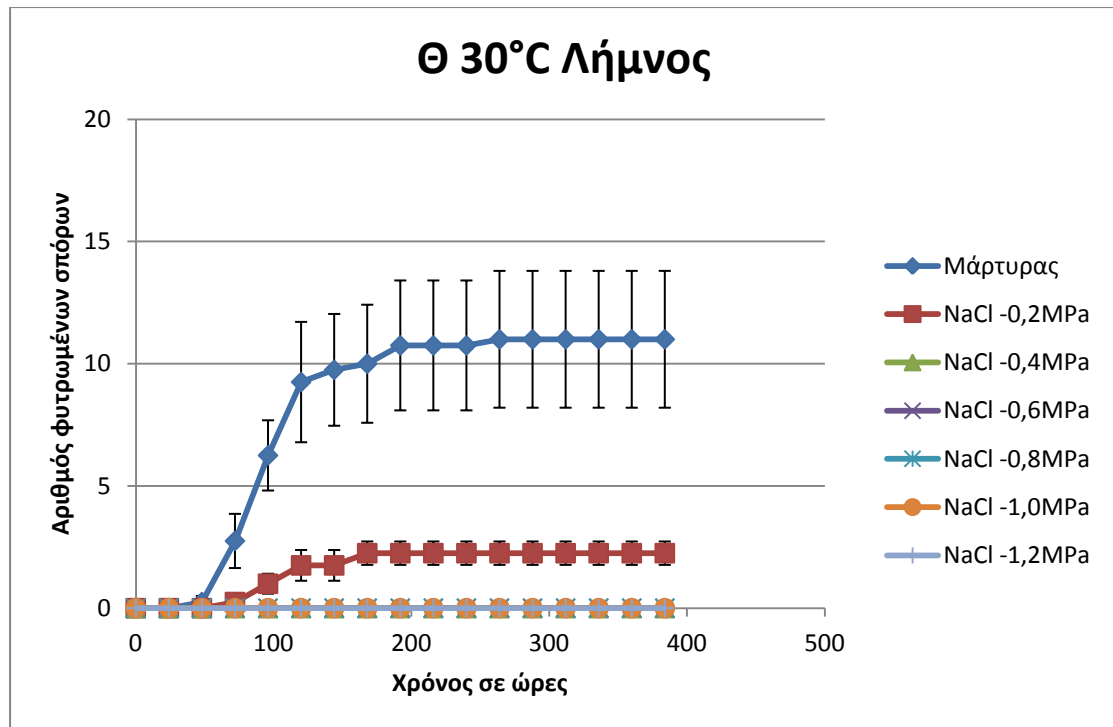
3.5.4 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του NaCl στους 30°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.5 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική ως τις 75 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 195 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 240 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 263 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



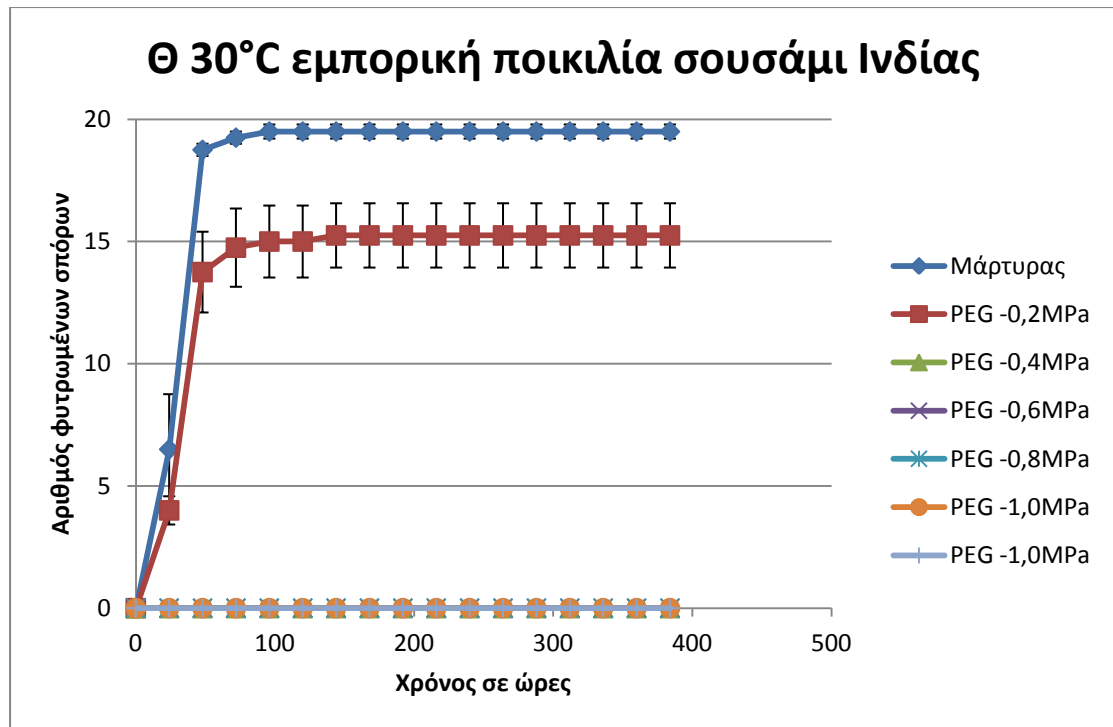
3.5.5 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του PEG στους 30°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.6 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 73 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 123 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 145 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 170 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.5.5).



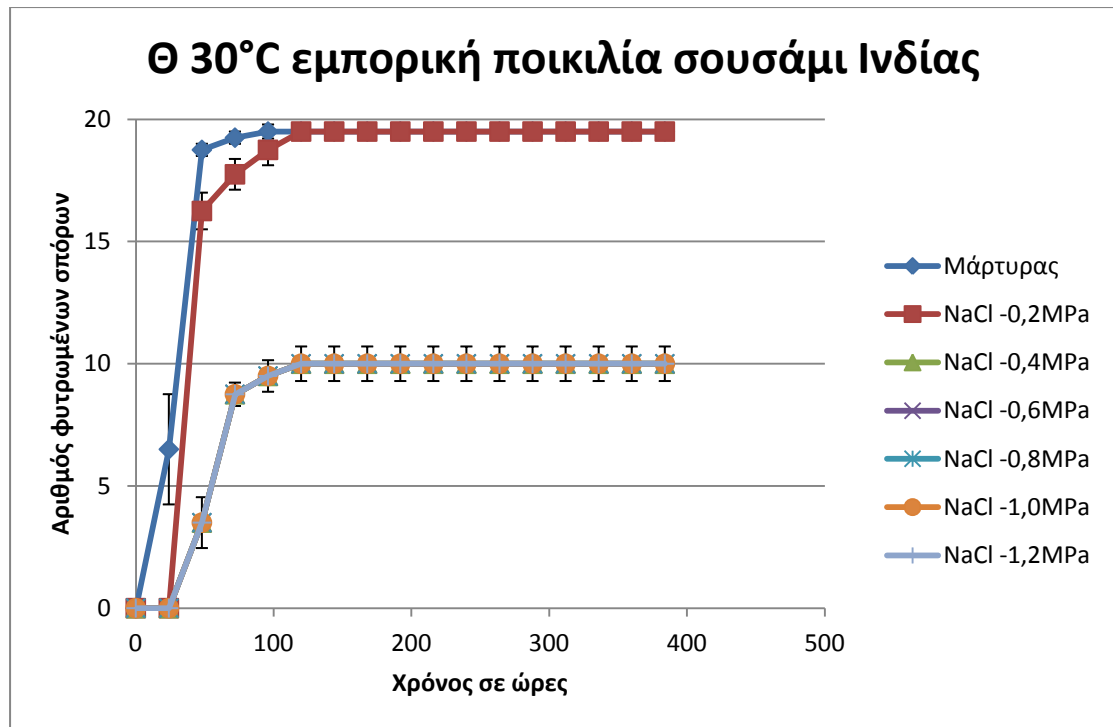
3.5.6 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του NaCl στους 30°C συναρτήσε του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.7 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας σουσάμι Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 123 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 145 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 170 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 98 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



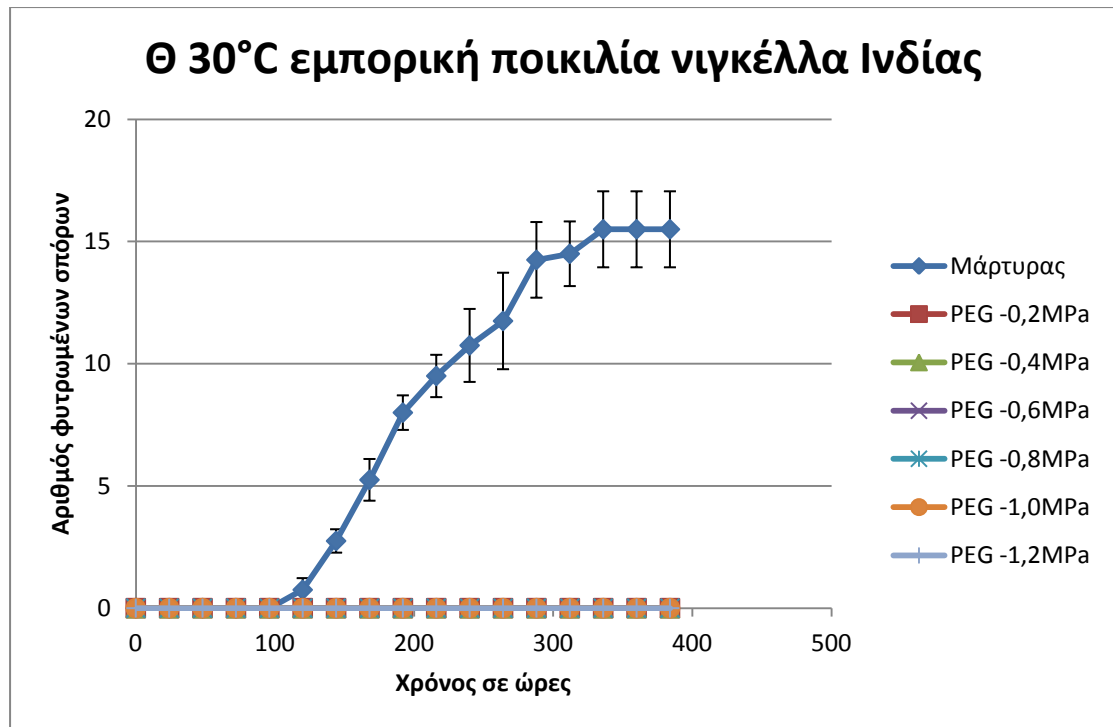
3.5.7 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 30°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.8 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας σουσάμι Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,6 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 47 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 125 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση, Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 125 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.5.7).



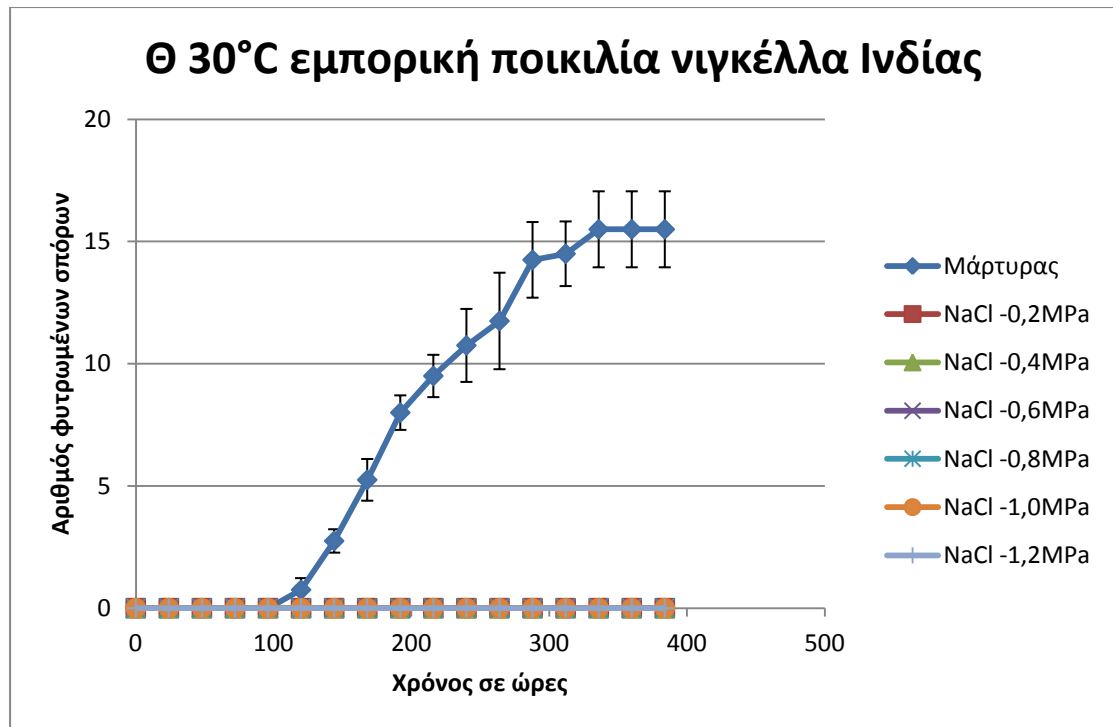
3.5.8 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 30°C συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.9 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με PEG. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτευμα ήταν εκείνη του μάρτυρα και η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 123 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 338 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



3.5.9 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 30°C συναρτήσεσι του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.5.10 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl. Η μοναδική μεταχείριση στην οποία σημείωσαν φύτρωμα ήταν εκείνη του μάρτυρα και η πορεία φυτρώματος κατά τη μεταχείριση αυτή είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 123 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.5.9).



3.5.10 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 30°C συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτρωσαν σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.1 και 3.7.2 για την ποικιλία Εύβοια, το ποσοστό ήταν 95% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 70% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 15% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 90% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 16,25% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 1,36 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 6,3 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, 1,05 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 5,85 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.3 και 3.7.4 για την ποικιλία Έβρος, το ποσοστό ήταν 96,25% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 57,5% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 33,75% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG και 2,5% για τη μεταχείριση με -0,6 PEG, ενώ ήταν 82,5% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 20% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 1,67 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 2,85 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, 38,5 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,6 PEG, 1,16 φορές μεγαλύτερη από αυτή

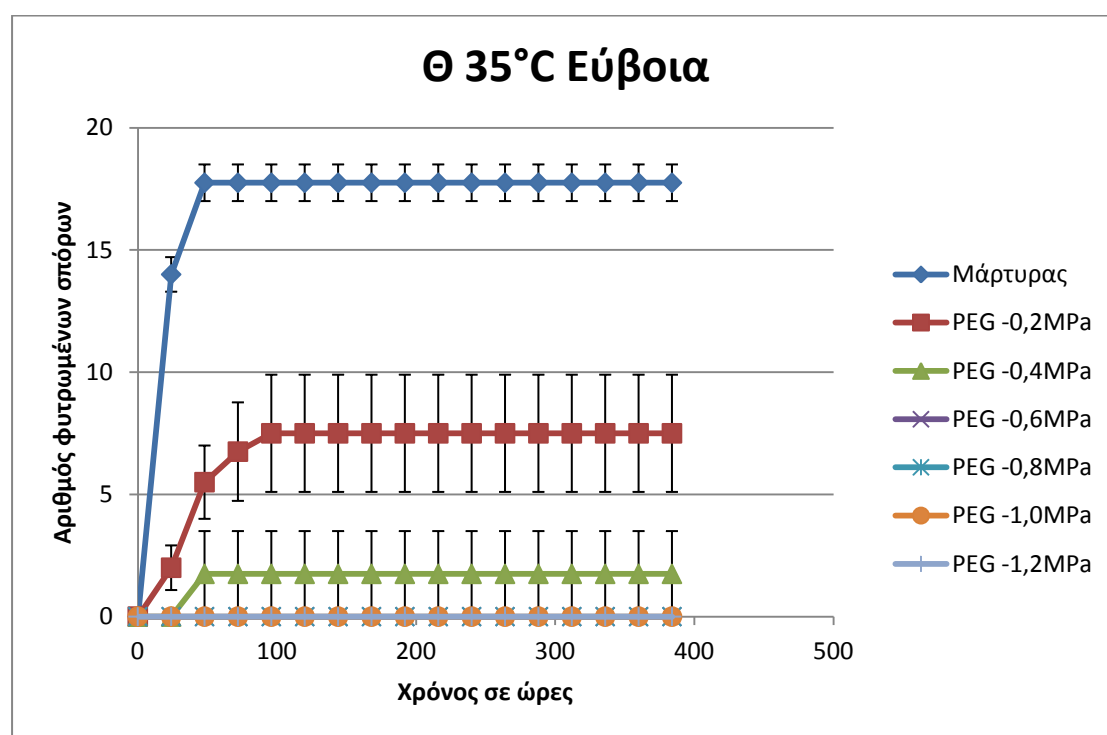


κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 4,81 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.5 και 3.7.6 για την ποικιλία Λήμνος, το ποσοστό ήταν 55% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 3,75% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 11,25% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 14,6 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 4,8 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.7 και 3.7.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, το ποσοστό ήταν 97,5% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 76,25% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 97,5% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 50% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 1,28 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ίση με αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 1,95 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.9 και 3.7.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, το ποσοστό ήταν 77,5% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0% για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl.

Επίσης, μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία και ο χρόνος που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.1 και 3.8.2 για την ποικιλία Εύβοια, ο χρόνος αυτός ήταν 34,5 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 35,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 13,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 53,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 82,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.3 και 3.8.4 για την ποικιλία Έβρος, ο χρόνος ήταν 36,5 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 37,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 27,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 PEG και 15 ώρες για τη μεταχείριση με -0,6 PEG, ενώ ήταν 61 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 61,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.5 και 3.8.6 για την ποικιλία Λήμνος, ο χρόνος ήταν 86 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 21 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 112,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.7 και 3.8.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, ο χρόνος ήταν 29 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 33,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 38,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 52,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.9 και 3.8.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, ο χρόνος ήταν 187,5 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl.

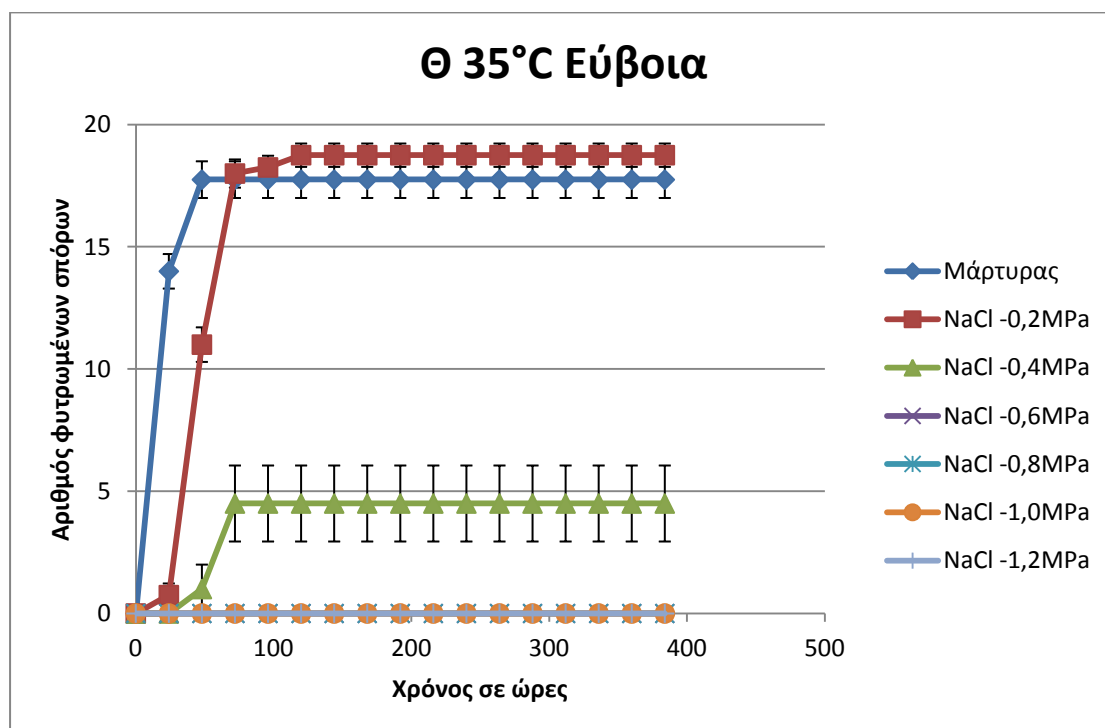
### **3.6 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 35°C**

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.1 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 100 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 50 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



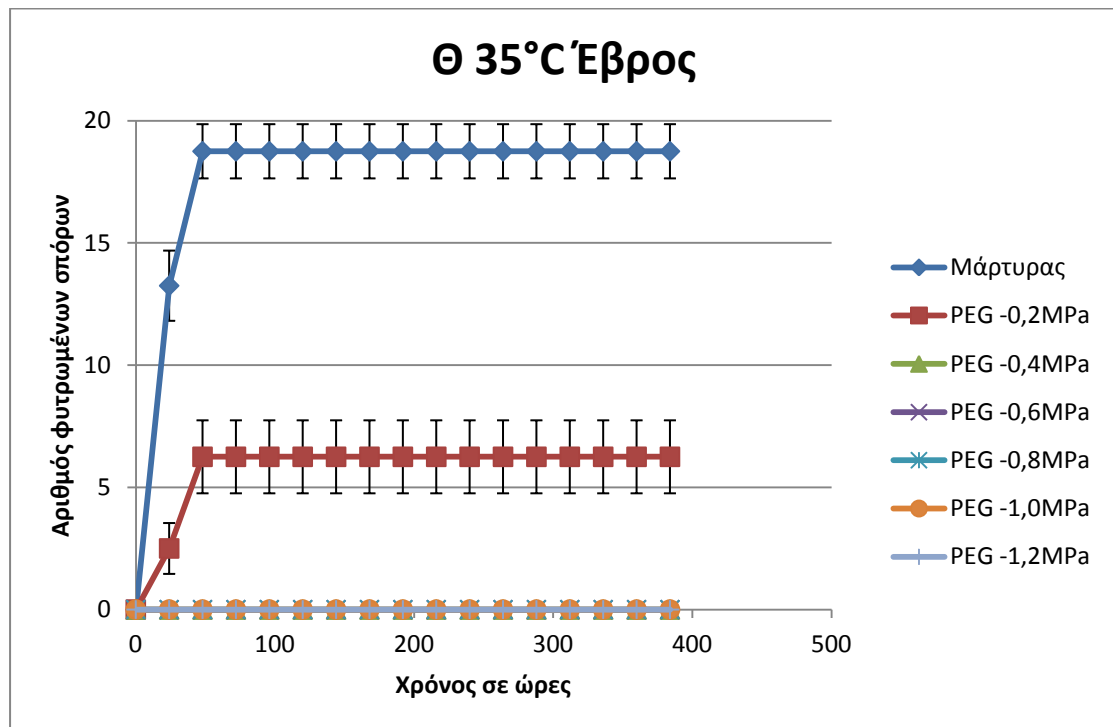
3.6.1 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του PEG στους 35°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.2 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Εύβοια παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 123 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 73 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.6.1).



3.6.2 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια υπό την επίδραση του NaCl στους 35°C συναρτήσει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

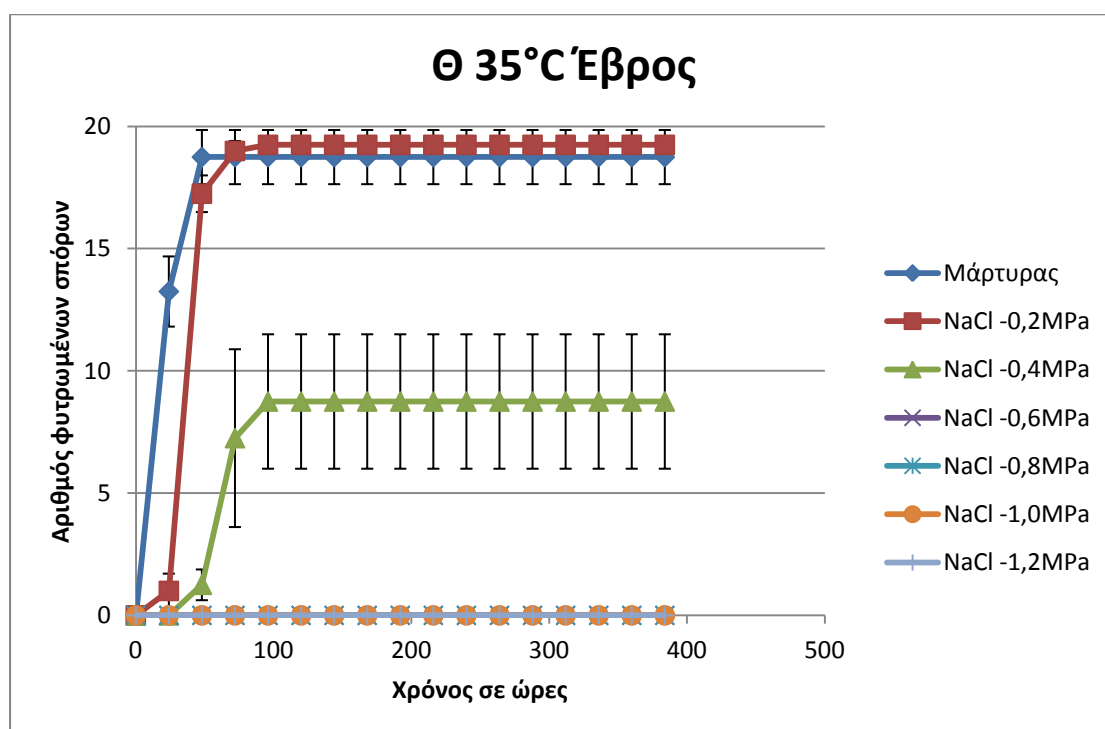
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.3 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με  $-0,2$  MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 50 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 50 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



3.6.3 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του PEG στους  $35^{\circ}\text{C}$  συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.4 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Έβρος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 73 περίπου ώρες για να διατηρηθεί

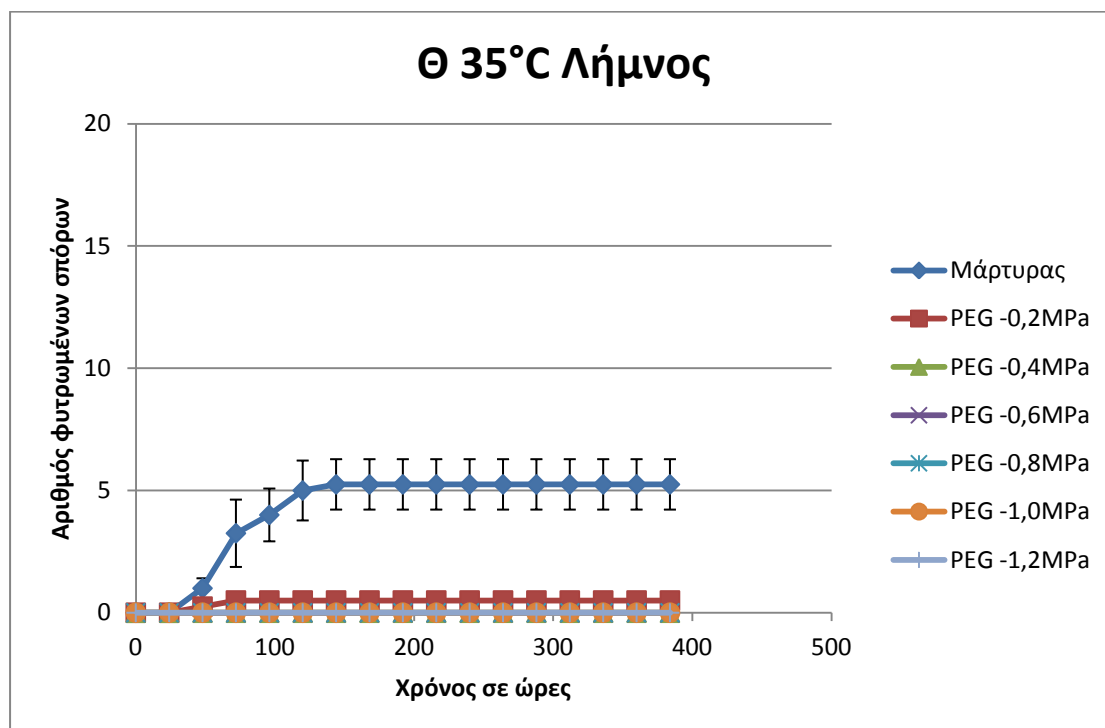
στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 73 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.6.3).



3.6.4 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Έβρος υπό την επίδραση του NaCl στους 35°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

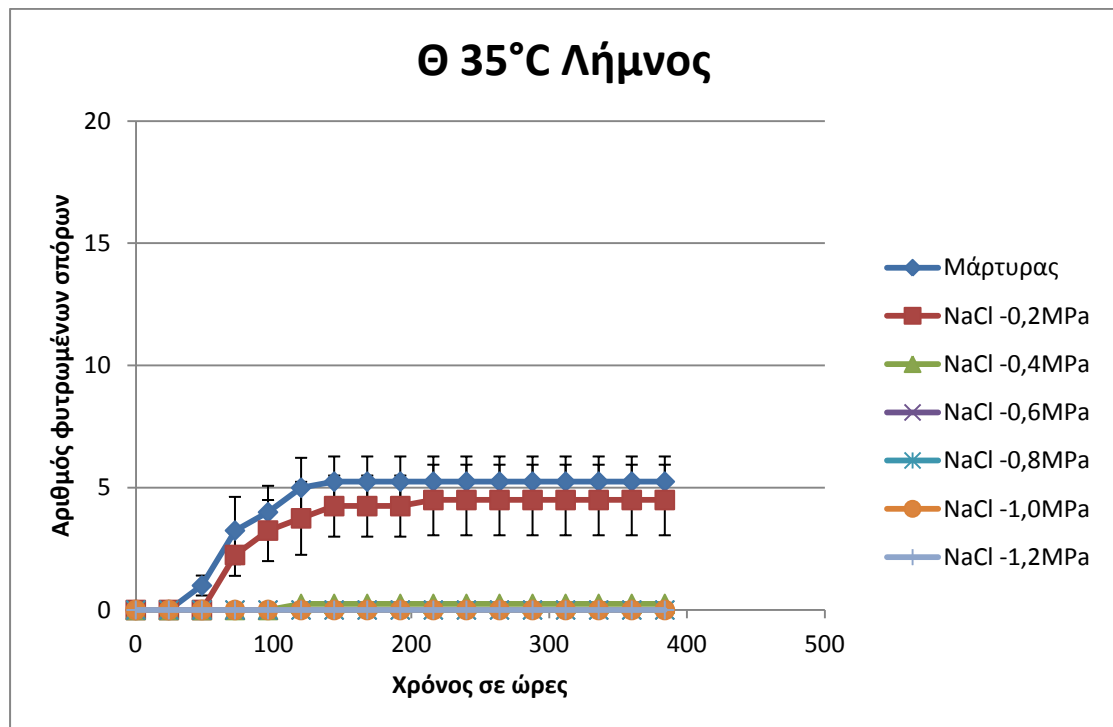
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.5 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στη μεταχείριση με -0,2 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους ήταν ανοδική ως τις 73 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 147

περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



3.6.5 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του PEG στους 35°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

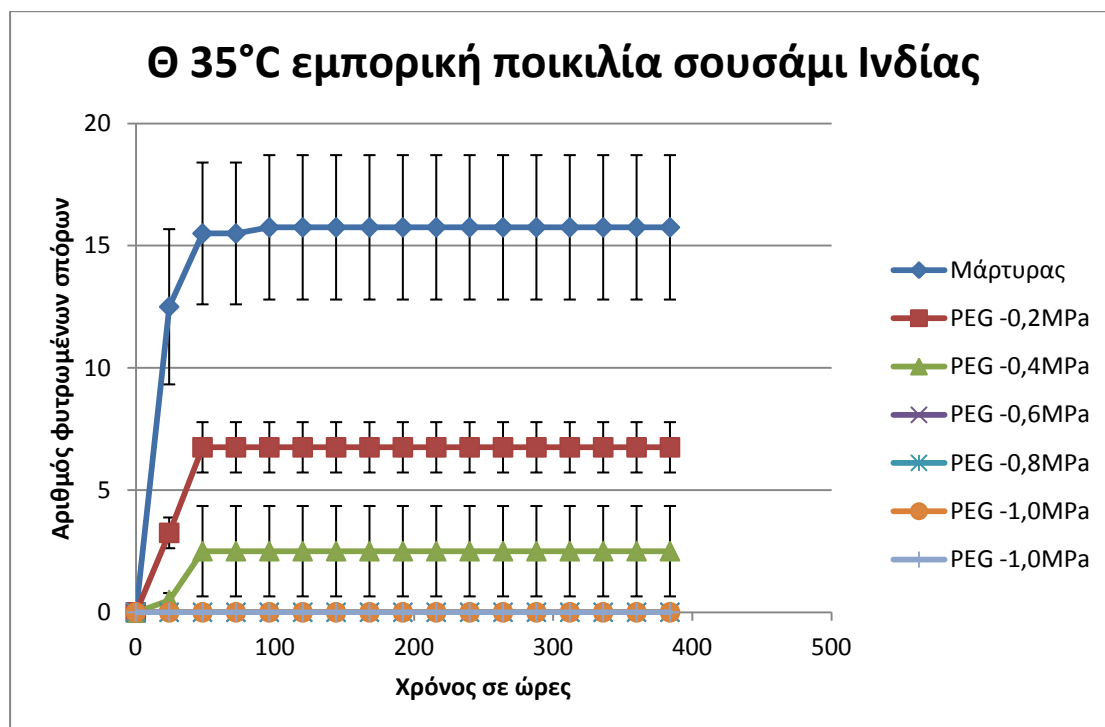
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.6 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της ποικιλίας Λήμνος παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 73 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 147 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 195 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο αυτό διάστημα και ως τις 215 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 123 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησής τους παρέμεινε σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.6.5).



3.6.6 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος υπό την επίδραση του NaCl στους 35°C συναρτήσεϊ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.7 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας σουσάμι Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa πολυαιθυλενογλυκόλης και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 50 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 50 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 50 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως τις 75 περίπου ώρες. Ακολούθησε μία ακόμα μικρή αύξηση από το τελευταίο

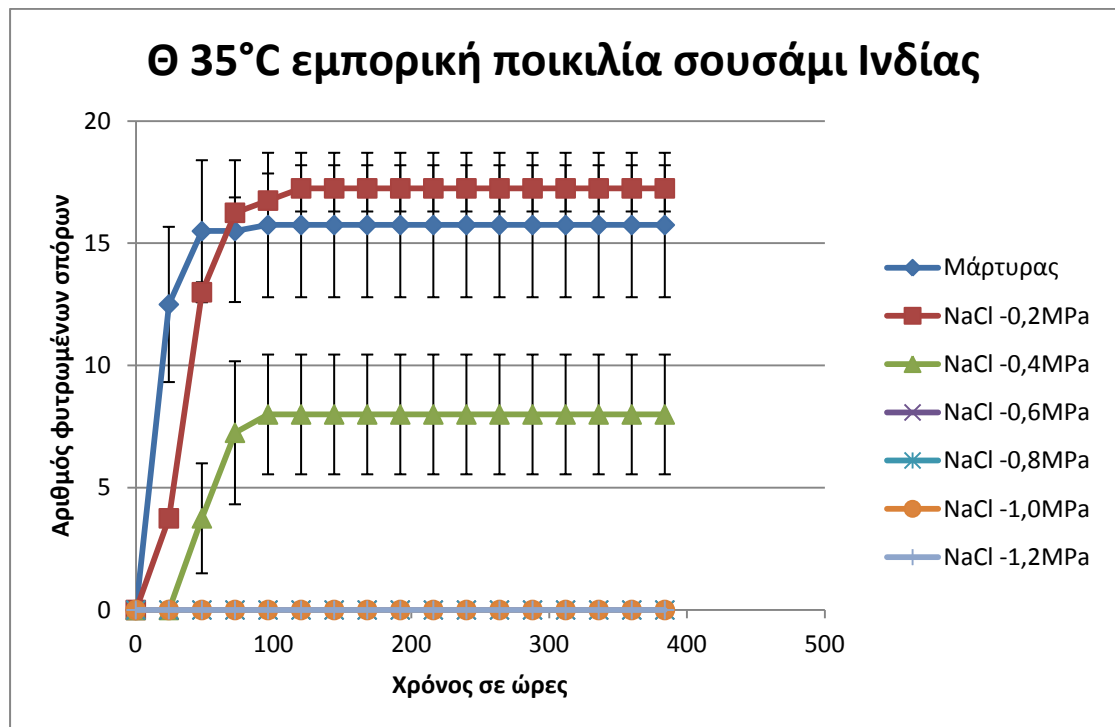
αυτό διάστημα και ως τις 100 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες).



3.6.7 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 35°C συναρτήσεΙ του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

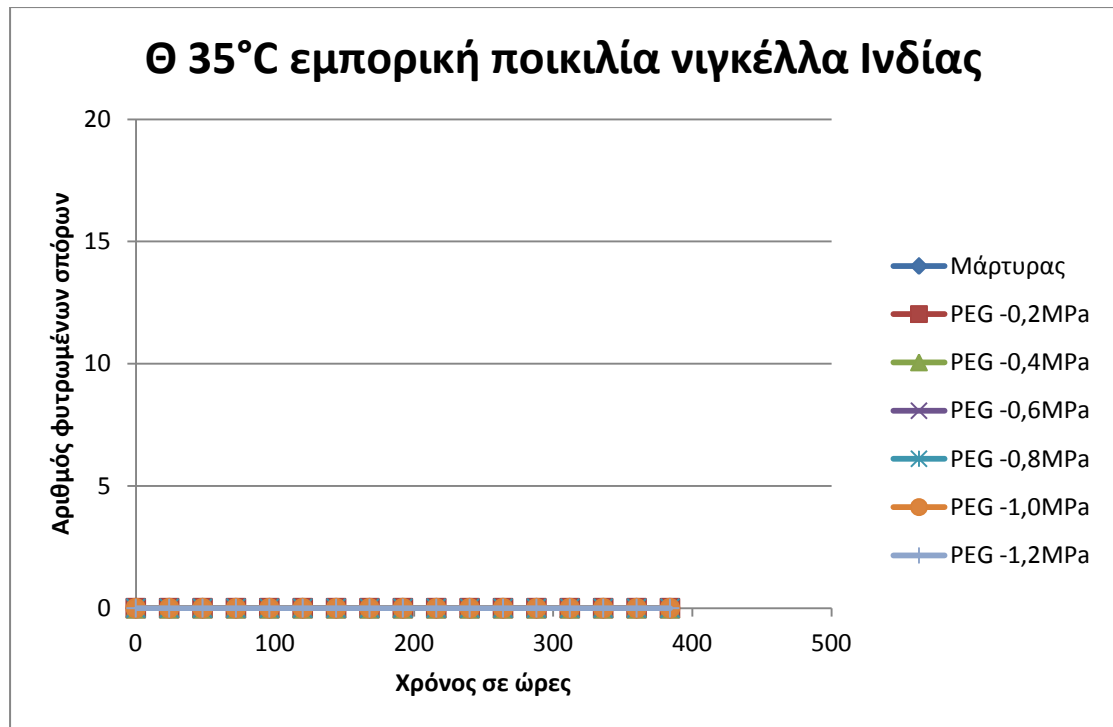
Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.8 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας σουσάμι Ινδίας παρουσίασαν φυτρωτικότητα στις μεταχειρίσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και στη μεταχείριση του μάρτυρα. Η πορεία φυτρώματος κατά την πρώτη μεταχείριση είχε ως εξής: Οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 123 περίπου ώρες για να διατηρηθεί στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Κατά τη δεύτερη μεταχείριση οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 50 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν ανοδική μέχρι τις 98 περίπου ώρες για να παραμείνει στη συνέχεια σταθερή ως το τέλος του φυτρώματος (385 ώρες). Όσον αφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα, οι σπόροι ξεκίνησαν να βλαστάνουν 25 περίπου ώρες μετά από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και η πορεία βλάστησης ήταν η ίδια με πριν (διάγραμμα 3.6.7).





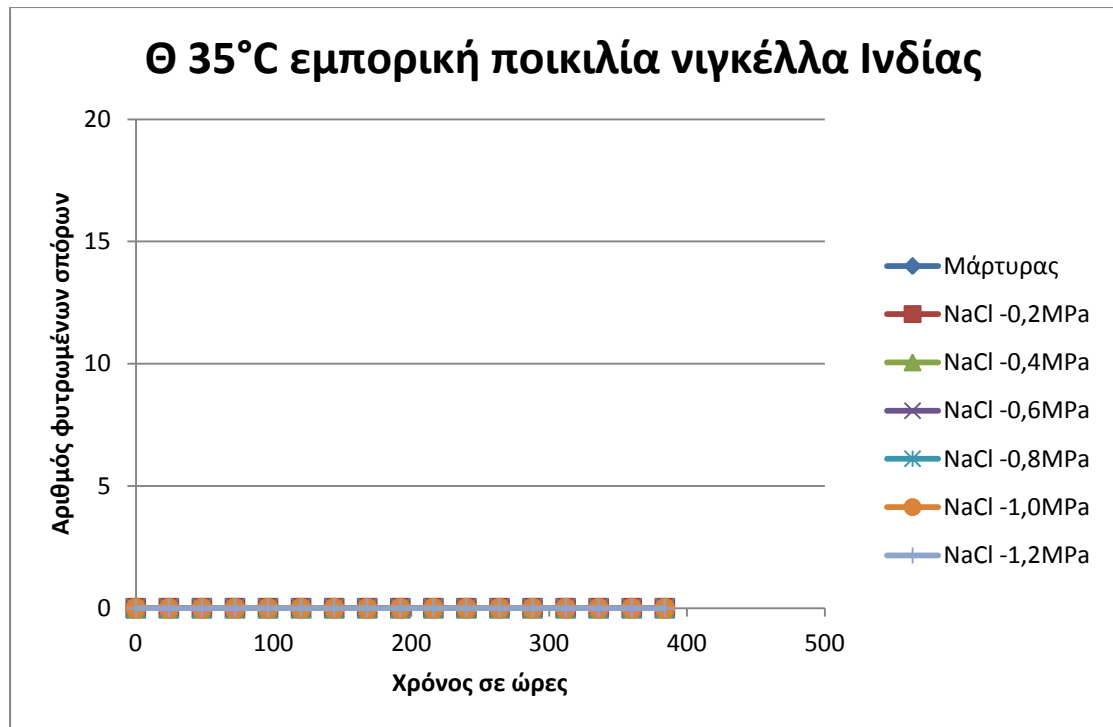
3.6.8 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 35°C συναρτήσκει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.9 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με PEG, αλλά και στη μεταχείριση του μάρτυρα.



3.6.9 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του PEG στους 35°C συναρτήσκει του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 3.6.10 παρατηρούμε τα εξής: Οι σπόροι της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας παρουσίασαν μηδενική φυτρωτικότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με NaCl, αλλά και στη μεταχείριση του μάρτυρα.

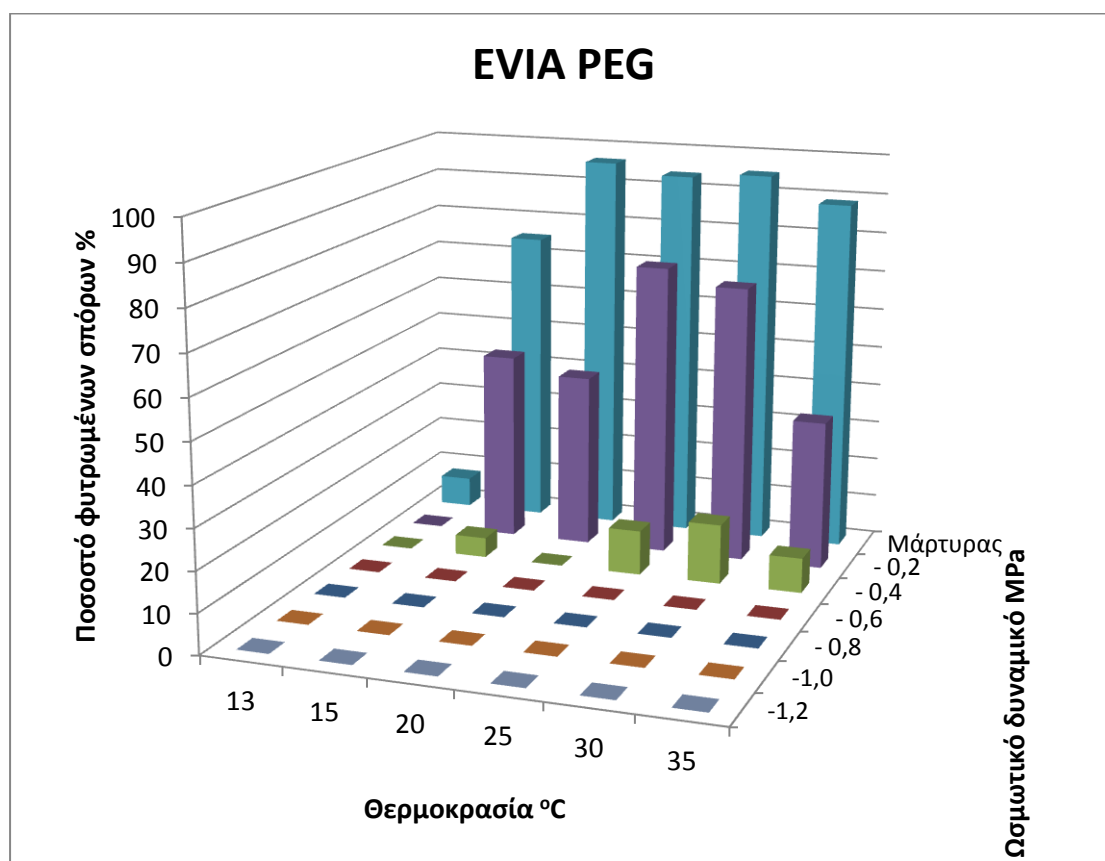


3.6.10 Η πορεία βλάστησης των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλλα Ινδίας υπό την επίδραση του NaCl στους 35°C συναρτήσεως του χρόνου. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτευαν σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.1 και 3.7.2 για την ποικιλία Εύβοια, το ποσοστό ήταν 88,75% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 37,5% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 8,75% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 93,75% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 22,5% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 2,36 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 10,14 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, 1,06 φορές μικρότερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 3,94 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.3 και 3.7.4 για την ποικιλία Έβρος, το ποσοστό ήταν 93,75% για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 31,25% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 96,25% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 43,75% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 3 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 1,03 φορές μικρότερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 2,14 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.5 και 3.7.6 για την ποικιλία Λήμνος, το ποσοστό ήταν 26,25% για τη

μεταχείριση του μάρτυρα, 2,5% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 22,5% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 1,25% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 10,5 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 1,17 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 21 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.7 και 3.7.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, το ποσοστό ήταν 78,75% για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 33,75% για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 12,5% για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 86,25% για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 40% για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βλαστική ικανότητα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ήταν 2,3 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 PEG, 6,3 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 PEG, 1,1 φορά μικρότερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 1,97 φορές μεγαλύτερη από αυτή κατά τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.7.9 και 3.7.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, το ποσοστό ήταν 0% τόσο για τη μεταχείριση του μάρτυρα όσο και για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl.

Επίσης, μετά το τέλος της βλάστησης, προσδιορίστηκε για κάθε ποικιλία και ο χρόνος που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων σε κάθε ωσμωτικό δυναμικό PEG και NaCl. Έτσι, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.1 και 3.8.2 για την ποικιλία Εύβοια, ο χρόνος αυτός ήταν 15,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 32 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 9 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 45 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 41,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.3 και 3.8.4 για την ποικιλία Έβρος, ο χρόνος ήταν 17,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 24,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 36,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 68 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.5 και 3.8.6 για την ποικιλία Λήμνος, ο χρόνος ήταν 75 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα και 24 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG, ενώ ήταν 86 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 27 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.7 και 3.8.8 για την εμπορική ποικιλία Ινδίας, ο χρόνος ήταν 17,25 ώρες για τη μεταχείριση του μάρτυρα, 26,75 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 PEG και 6 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 PEG, ενώ ήταν 40,5 ώρες για τη μεταχείριση με -0,2 NaCl και 44,25 ώρες για τη μεταχείριση με -0,4 NaCl. Τέλος, με βάση τα ραβδογράμματα 3.8.9 και 3.8.10 για την εμπορική ποικιλία νιγκέλλα Ινδίας, ο χρόνος ήταν 0 για όλες τις μεταχειρίσεις με PEG και NaCl, αλλά και για τη μεταχείριση του μάρτυρα.

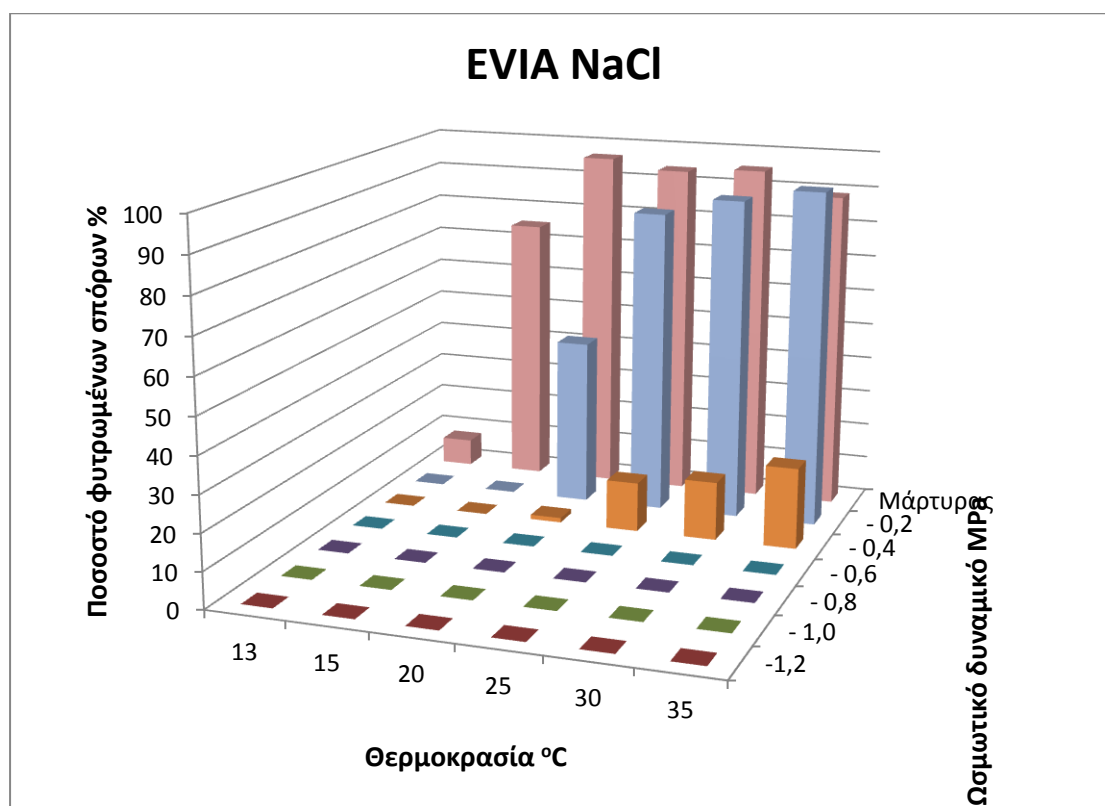


3.7.1 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν για την ποικιλία Εύβοια

Με βάση τον πίνακα 3.1 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Εύβοια ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτεψα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.1 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας Εύβοια (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΥΒΟΙΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Φ	
Α ΡΕΓ	2	22556,09	11278,05	82,2	***
Β Θ	5	21864,66	4372,933	31,9	***
ΑΒ	10	5609,709	560,9709	4,09	***
Υπόλοιπο	54	7407,446	137,1749		
ΣΥΝΟΛΟ	71	57437,91			

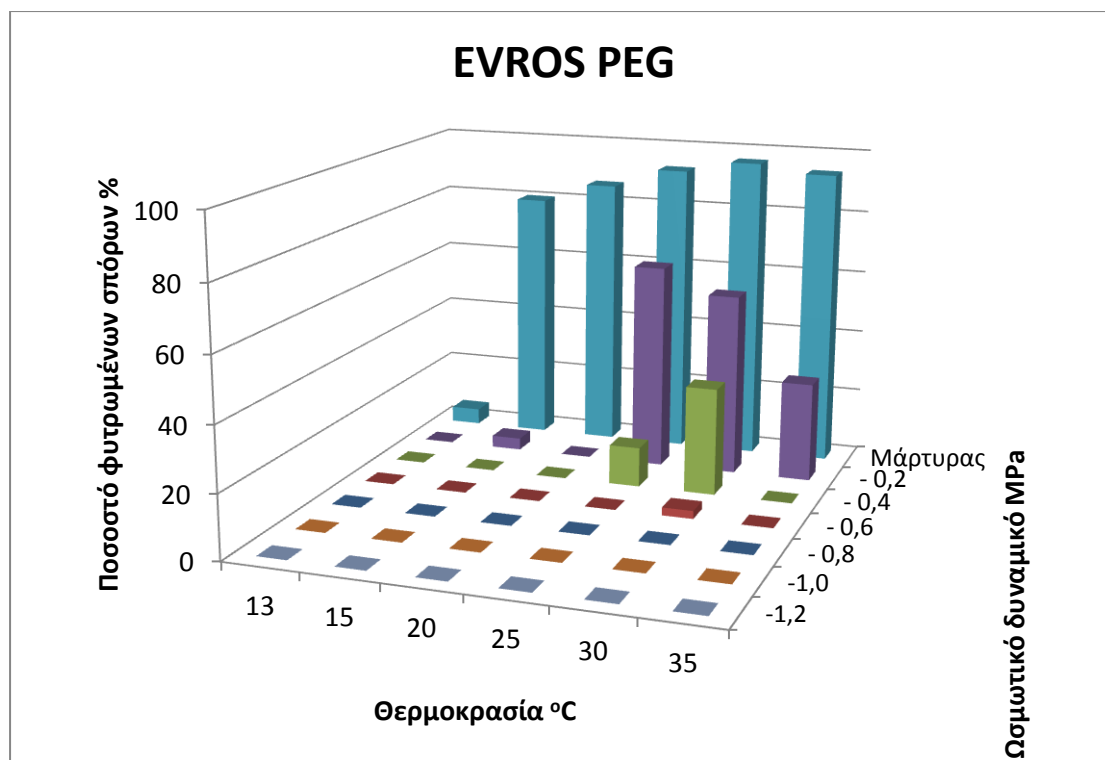


3.7.2 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν για την ποικιλία Εύβοια

Με βάση τον πίνακα 3.2 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Εύβοια ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτεψμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.2 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας Εύβοια(οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΥΒΟΙΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Φ	
<b>A NaCl</b>	2	31083,99	15541,99	303,3749	***
<b>Β Θ</b>	5	30221,15	6044,23	117,9815	***
<b>ΑΒ</b>	10	9679,957	967,9957	18,9	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	2766,438	51,2		
<b>Σύνολο</b>	71	73751,53			



3.7.3 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν για την ποικιλία Έβρος

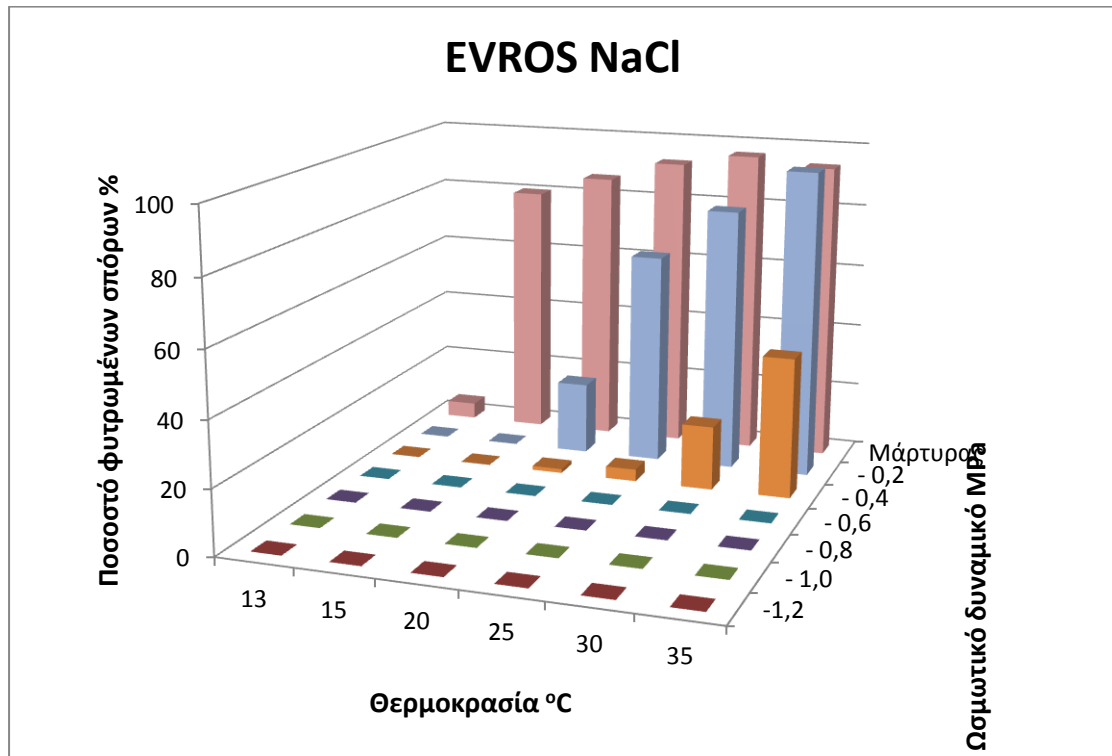
Με βάση τον πίνακα 3.3 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Έβρος ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με -0,2,-0,4 και -0,6 MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτεψα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.3 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας Έβρος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΒΡΟΣ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Φ	



<b>A PEG</b>	2	32250,83	16125,41	137,0035	***
<b>B Θ</b>	5	28146,57	5629,314	47,8	***
<b>AB</b>	10	4367,93	436,793	3,71	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	6355,839	117,7007		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	71121,16			

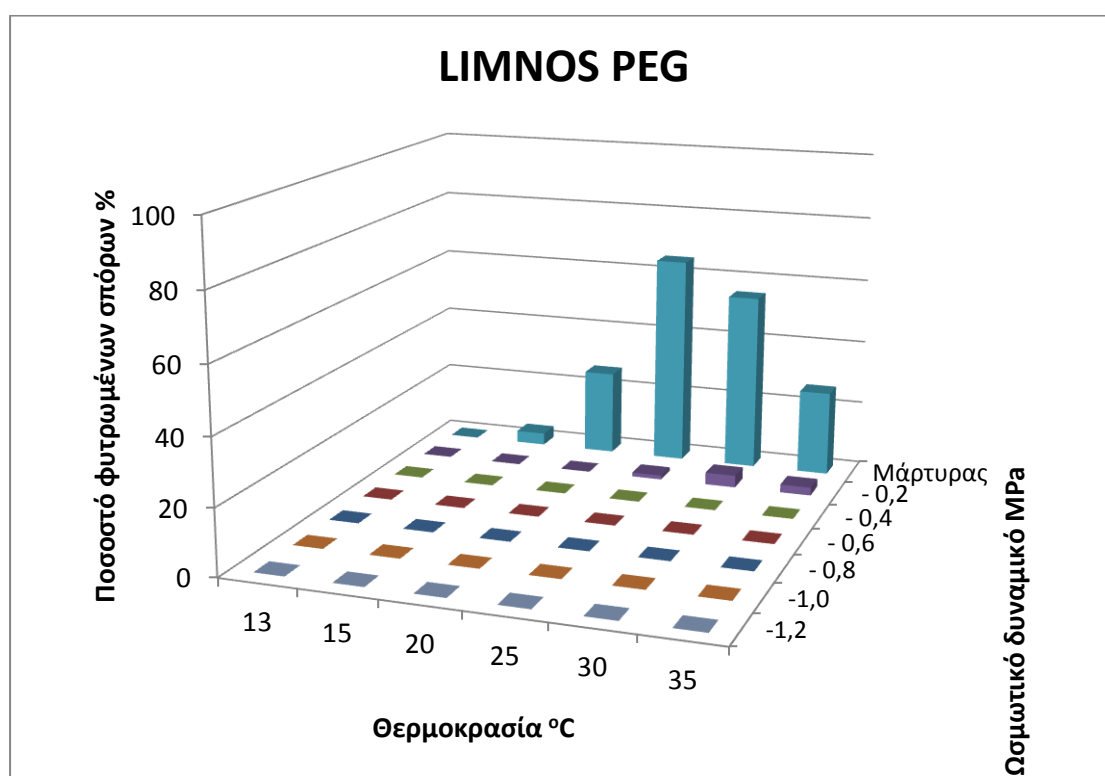


3.7.4 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτρωσαν για την ποικιλία Έβρος

Με βάση τον πίνακα 3.4 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Έβρος ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.4 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας Έβρος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΒΡΟΣ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Φ	
A NaCl	2	29953,35	14976,67	170,6543	***
B Θ	5	31680,41	6336,083	72,2	***
ΑΒ	10	8301,883	830,1883	9,46	***
Υπόλοιπο	54	4739,057	87,8		
ΣΥΝΟΛΟ	71	74674,7			



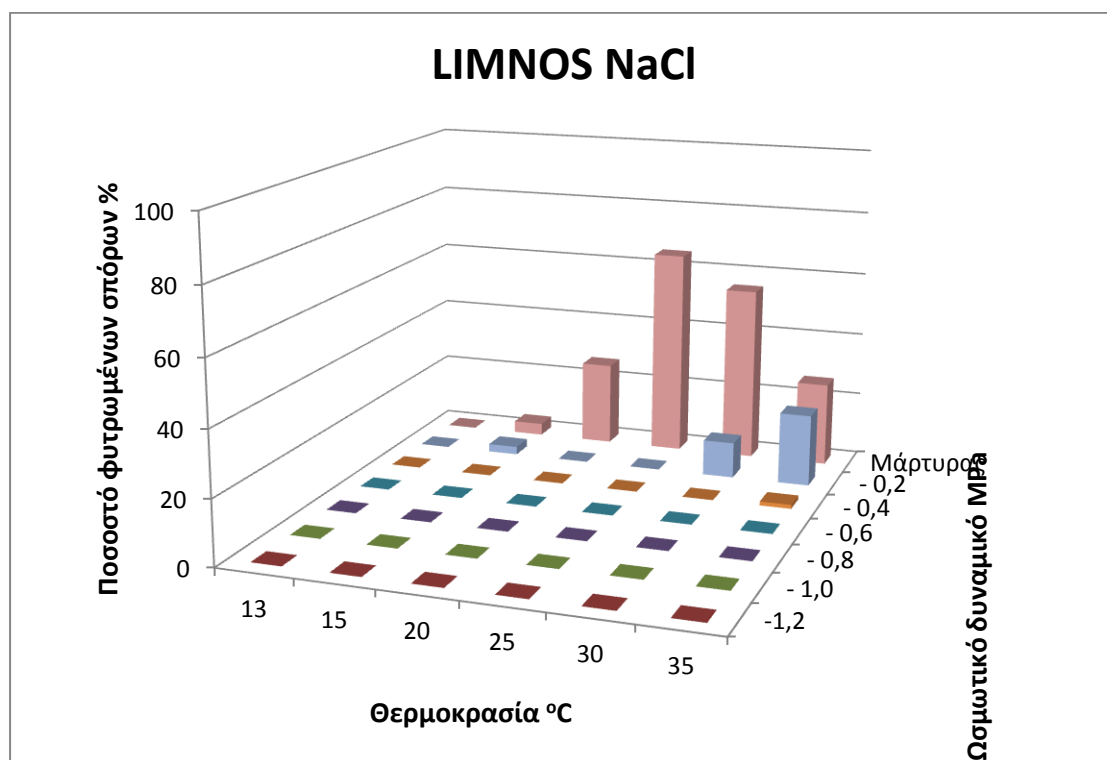
3.7.5 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν για την ποικιλία Λήμνος

Με βάση τον πίνακα 3.5 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Λήμνος ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στην επέμβαση με  $-0,2$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτευμα.

Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.5 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας Λήμνος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΛΗΜΝΟΣ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Φ	
<b>A REG</b>	2	12072,45	6036,223	174,8173	***
<b>B Θ</b>	5	3555,633	711,1266	20,6	***
<b>AB</b>	10	5389,988	538,9988	15,6	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	1864,552	34,5		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	22882,62			

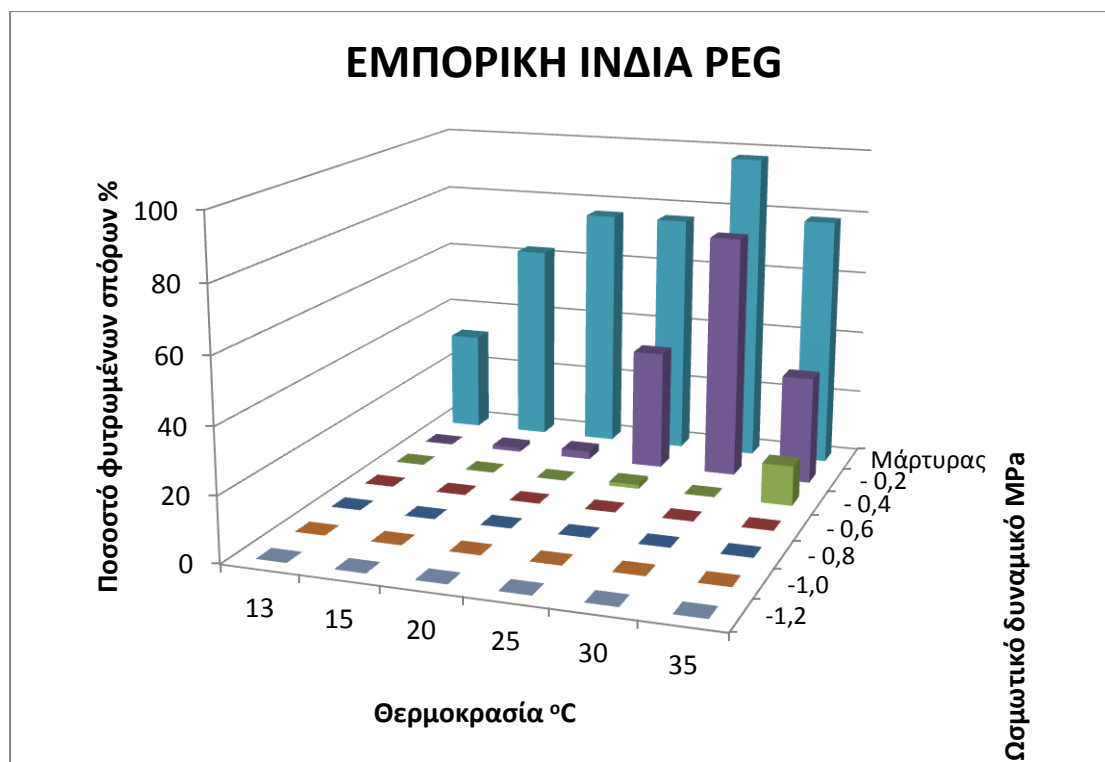


3.7.6 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν για την ποικιλία Λήμνος

Με βάση τον πίνακα 3.6 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της ποικιλίας Λήμνος ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτεψωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.6 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας Λήμνος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΛΗΜΝΟΣ				
	BE	AT	MT	F	
<b>A NaCl</b>	2	9196,796	4598,398	145,8105	***
<b>B Θ</b>	5	4781,529	956,3059	30,3	***
<b>AB</b>	10	7052,162	705,2162	22,4	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	1702,988	31,5		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	22733,48			



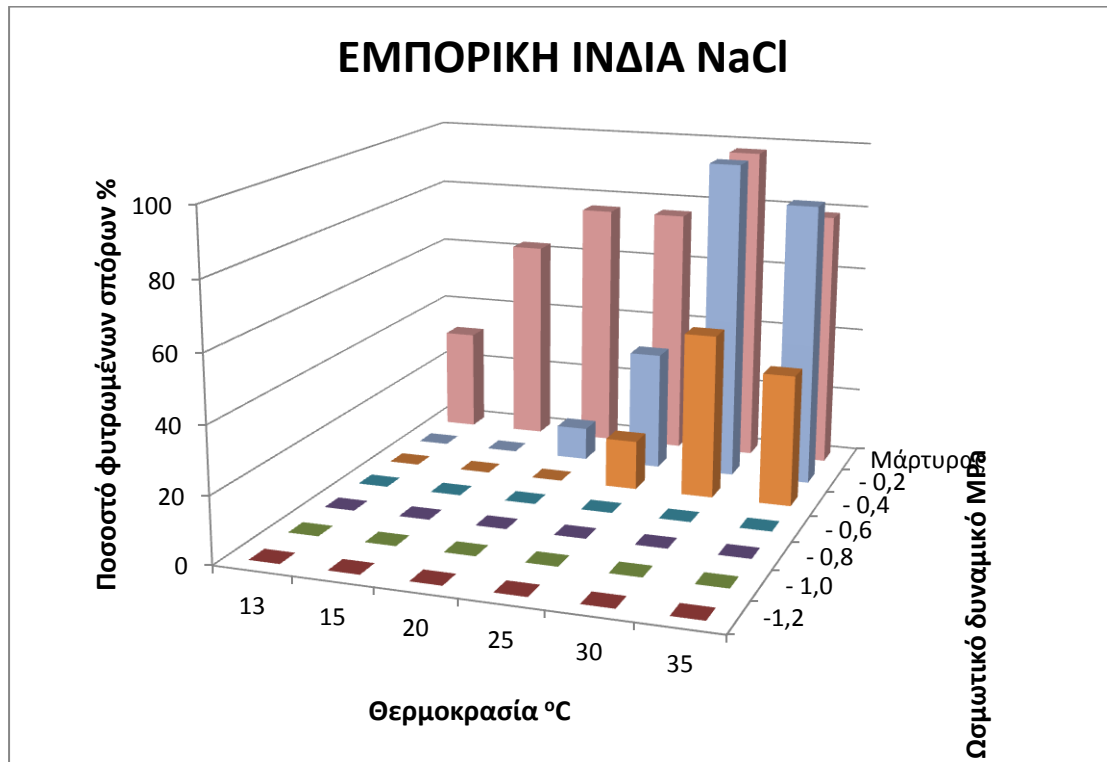
3.7.7 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτρωσαν για την εμπορική ποικιλία Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.7 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.7 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΙΝΔΙΑ					
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Φ		

<b>A PEG</b>	2	36037,91	18018,96	141,0577	***
<b>B Θ</b>	5	11684,44	2336,888	18,3	***
<b>AB</b>	10	5543,522	554,3522	4,34	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	6898,057	127,7418		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	60163,93			

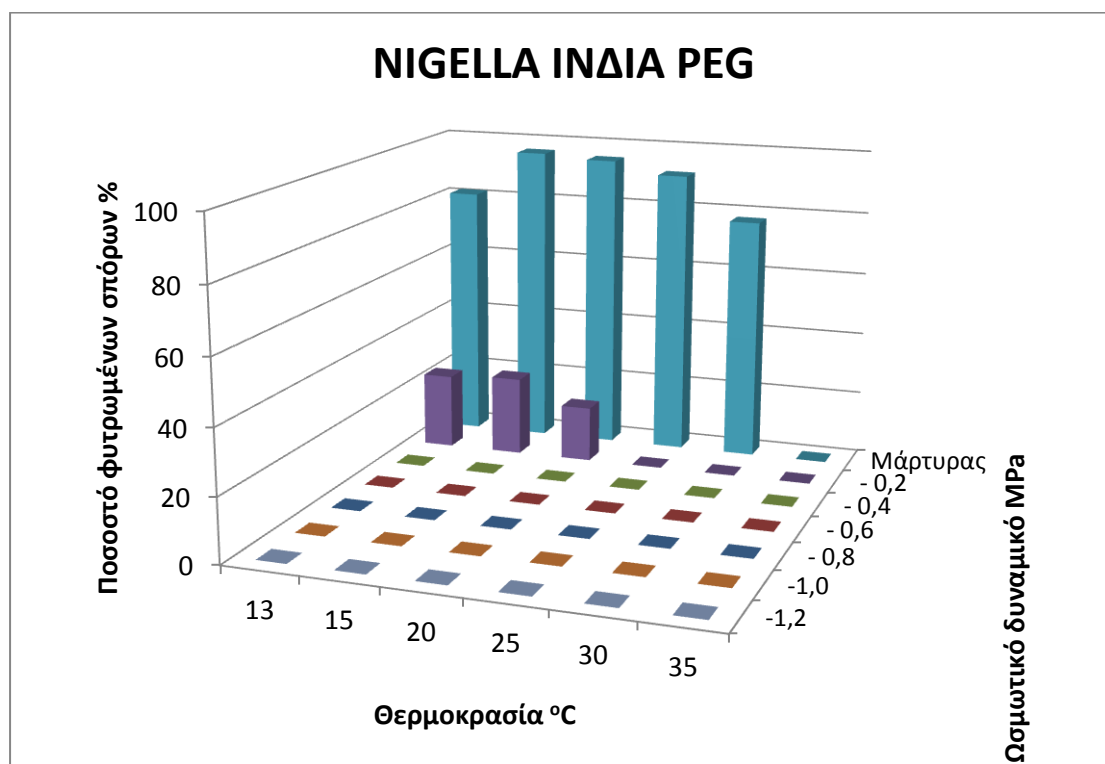


3.7.8 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτρωσαν για την εμπορική ποικιλία Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.8 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτευμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.8 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΙΝΔΙΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Γ	
<b>A NaCl</b>	2	22112,39	11056,19	96,5	***
<b>B Θ</b>	5	32700,68	6540,136	57,1	***
<b>ΑΒ</b>	10	6427,693	642,7693	5,61	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	6189,704	114,6242		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	67430,47			



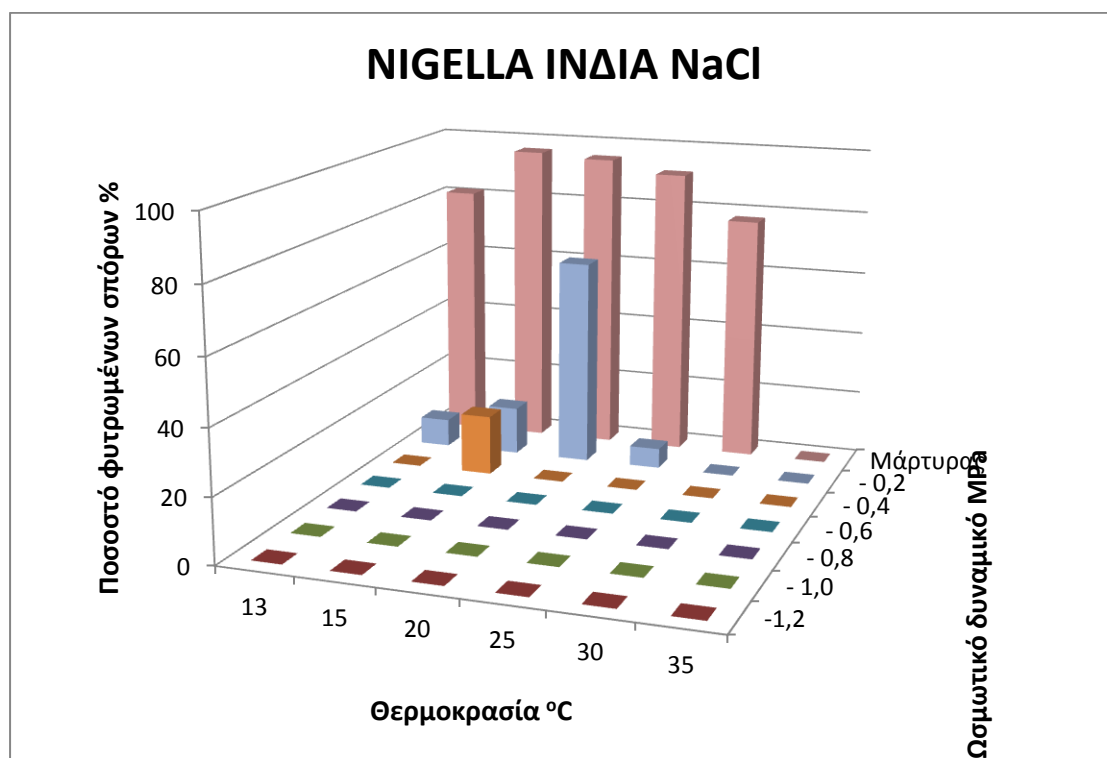
3.7.9 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν για την εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.9 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στην επέμβαση με  $-0,2$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν

σημειώθηκε φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.9 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΝΙΓΚΕΛΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Γ	Δ
<b>A REG</b>	2	50404,54	25202,27	195,2562	***
<b>B Θ</b>	5	9753,051	1950,61	15,1	***
<b>AB</b>	10	11885,09	1188,509	9,21	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	6969,932	129,0728		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	79012,61			



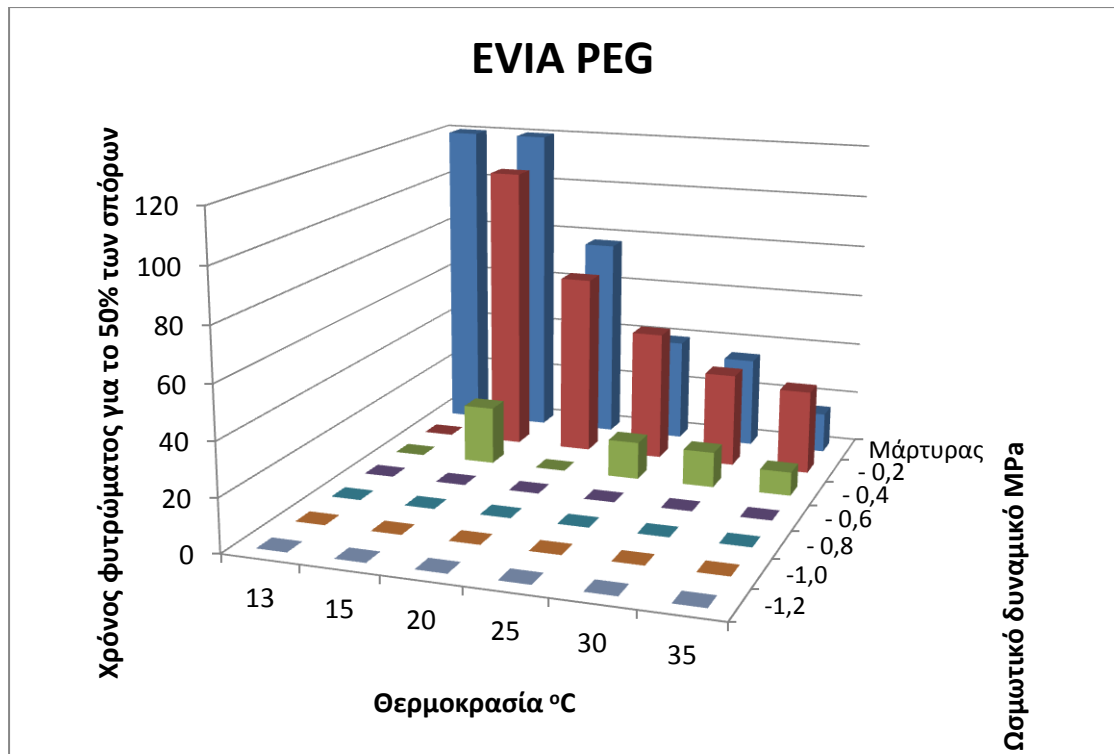


3.7.10 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το μέγιστο ποσοστό των σπόρων που φύτεψαν για την εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.10 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέγιστο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτεψμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.10 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέγιστο ποσοστό φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΝΙΓΚΕΛΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Γ	
<b>A NaCl</b>	2	40861,03	20430,52	484,9936	***
<b>Β Θ</b>	5	17688,76	3537,751	84	***
<b>ΑΒ</b>	10	11930,88	1193,088	28,3	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	2274,768	42,1		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	72755,44			



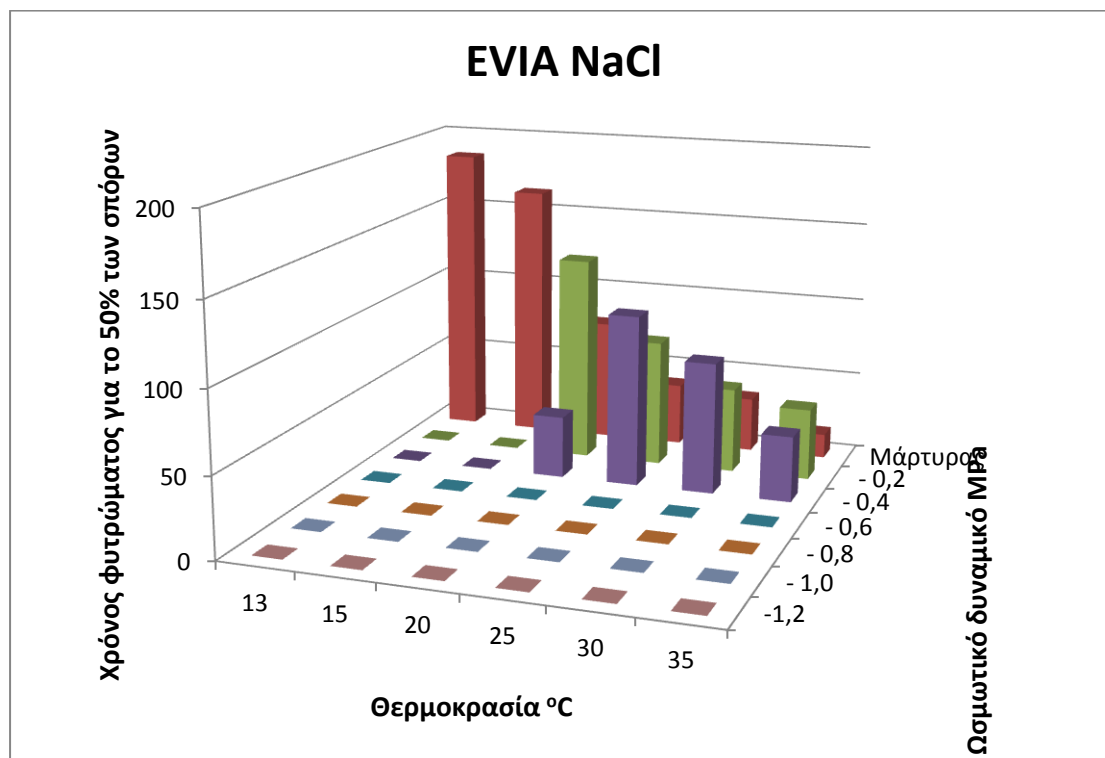
3.8.1 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την ποικιλία Εύβοια

Με βάση τον πίνακα 3.11 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Εύβοια ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.11 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Εύβοια (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΥΒΟΙΑ			
	BE	AT	MT	F

<b>A PEG</b>	2	88557,19	44278,6	767,8986	***
<b>B Θ</b>	5	110061,7	22012,35	381,7477	***
<b>AB</b>	10	309779,6	30977,96	537,2333	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	3113,75	57,7		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	511512,3			

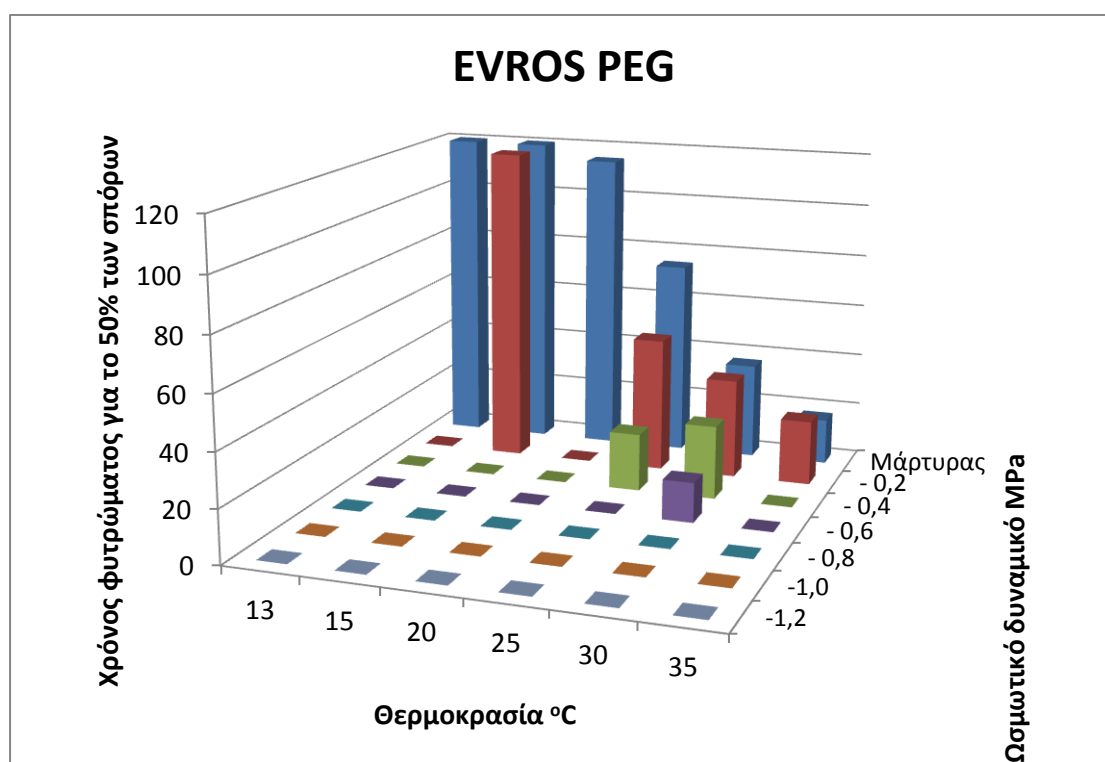


3.8.2 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την ποικιλία Εύβοια

Με βάση τον πίνακα 3.12 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Εύβοια ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτευμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.12 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Εύβοια (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΥΒΟΙΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Γ	
A NaCl	2	55714,75	27857,38	334,2142	***
B Θ	5	77724	15544,8	186,4962	***
ΑΒ	10	410695,8	41069,58	492,7254	***
Υπόλοιπο	54	4501	83,4		
ΣΥΝΟΛΟ	71	548635,5			



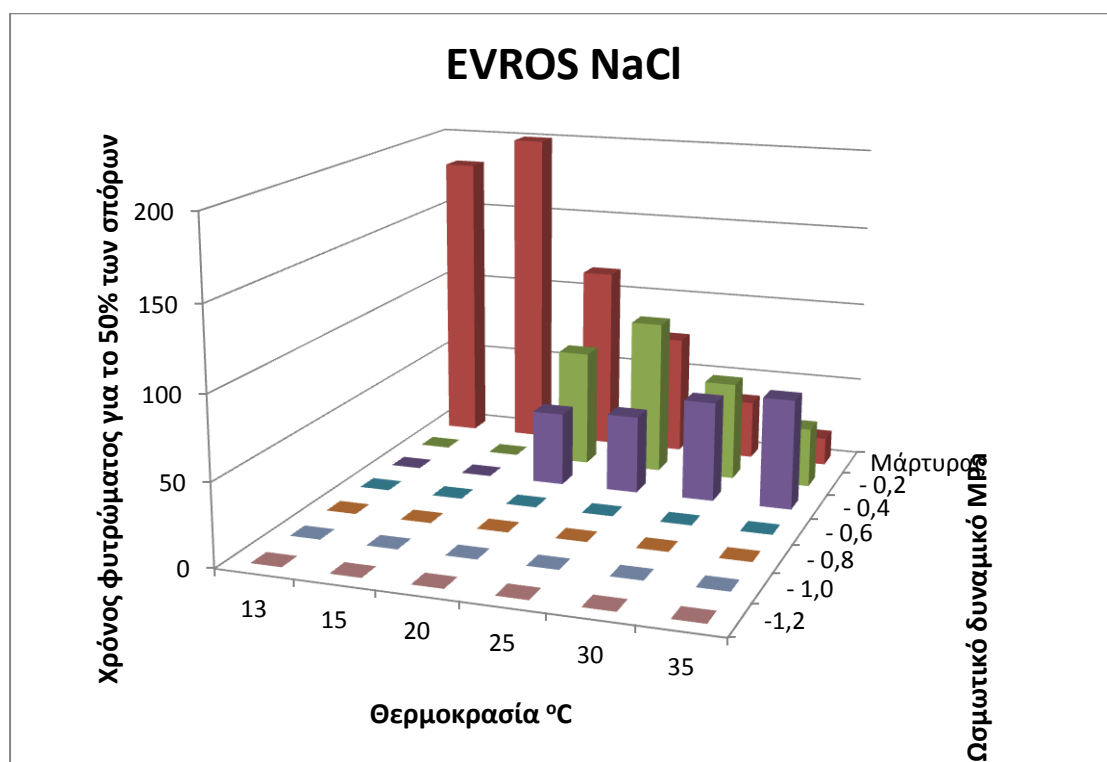
3.8.3 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την ποικιλία Έβρος

Με βάση τον πίνακα 3.13 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Έβρος

ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με -0,2,-0,4 και -0,6 MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτευμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.13 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτώματος της ποικιλίας Έβρος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΒΡΟΣ				
	BE	AT	MT	F	
<b>A PEG</b>	2	151168,7	75584,35	536,0064	***
<b>B Θ</b>	5	145563,7	29112,75	206,453	***
<b>AB</b>	10	350195,8	35019,58	248,3414	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	7614,75	141,0139		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	654543			

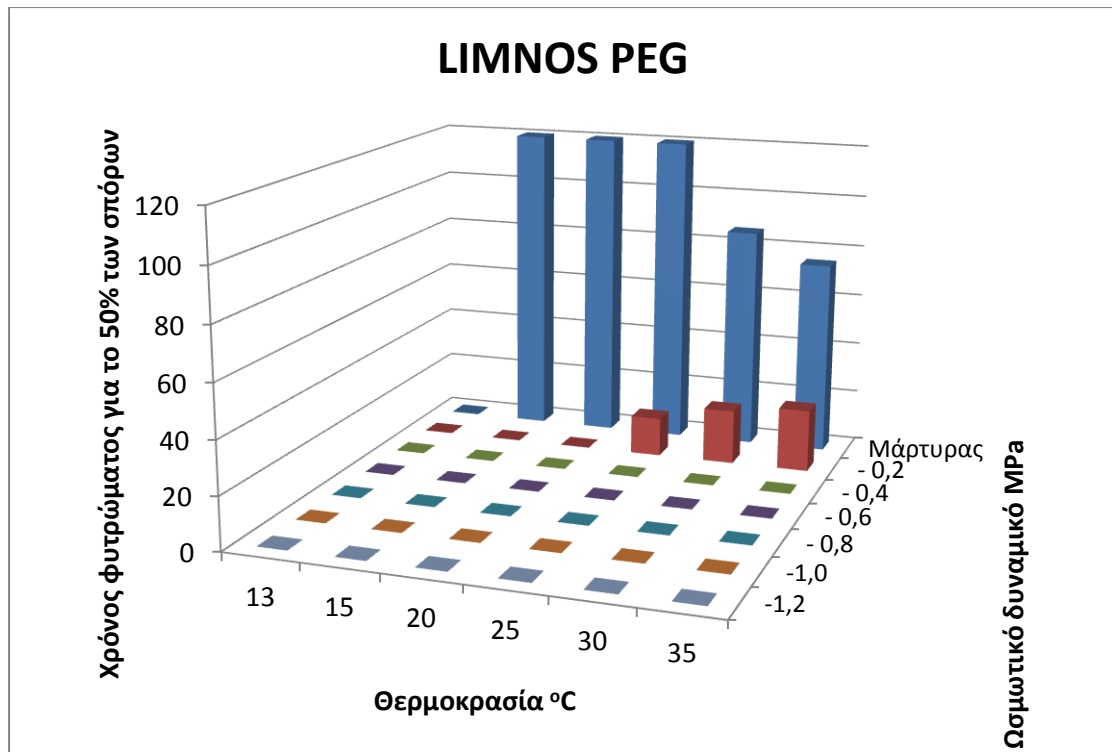


3.8.4 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την ποικιλία Έβρος

Με βάση τον πίνακα 3.14 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Έβρος ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.14 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Έβρος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΒΡΟΣ				
	BE	AT	MT	F	
<b>A NaCl</b>	2	86171,03	43085,51	400,0718	***
<b>B Θ</b>	5	100794,8	20158,96	187,1866	***
<b>AB</b>	10	391769,1	39176,91	363,7784	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	5815,5	107,6944		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	584550,4			



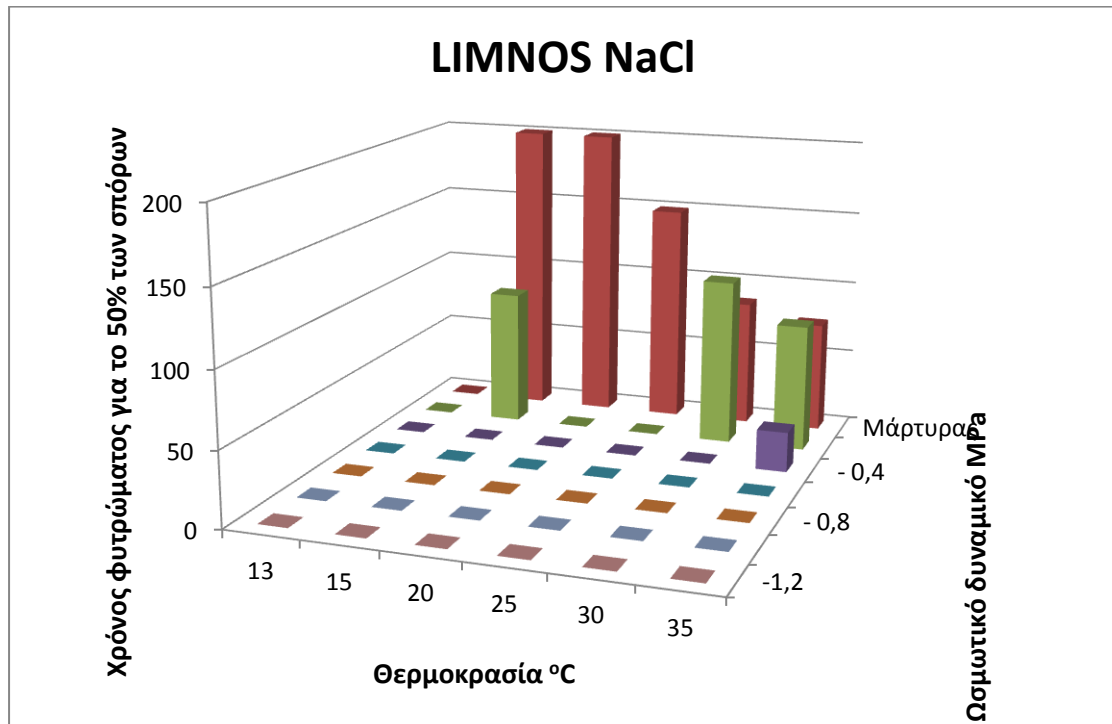
3.8.5 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την ποικιλία Λήμνος

Με βάση τον πίνακα 3.15 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Λήμνος ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στην επέμβαση με  $-0,2$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτευμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.15 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Λήμνος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΛΗΜΝΟΣ			
	BE	AT	MT	F

<b>A PEG</b>	2	291589	145794,5	1031,971	***
<b>B Θ</b>	5	81222,5	16244,5	114,9827	***
<b>AB</b>	10	208129	20812,9	147,319	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	7629	141,2778		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	588569,5			



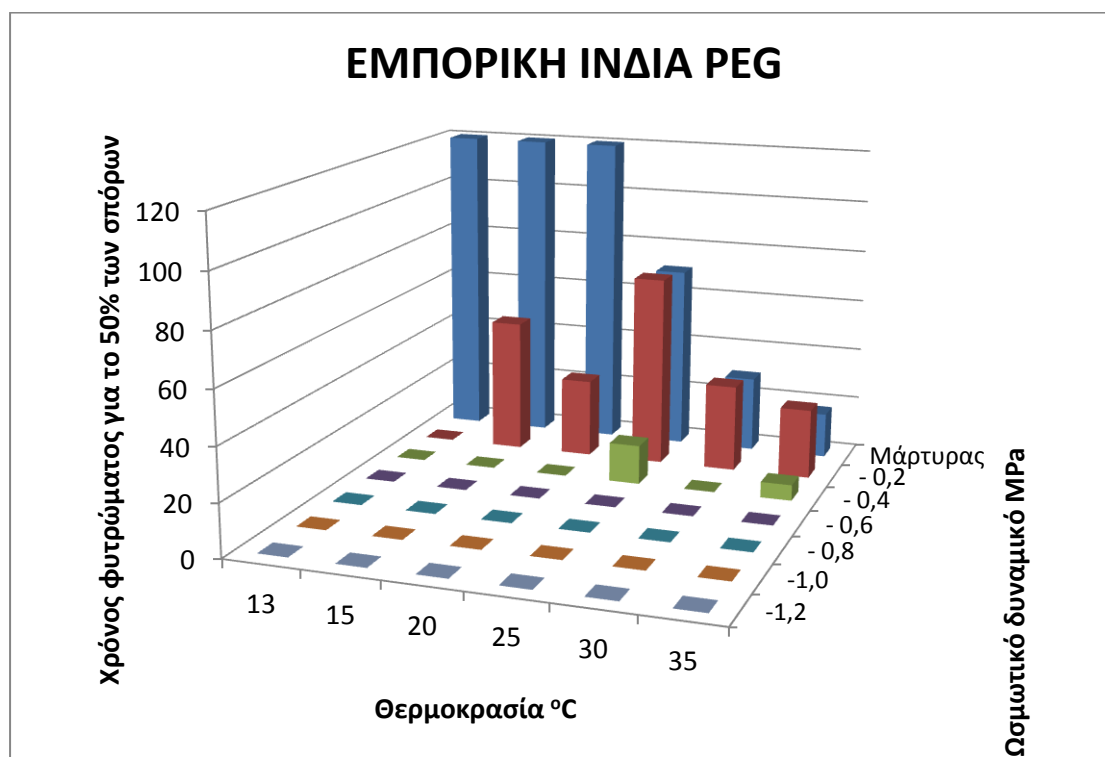
3.8.6 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την ποικιλία Λήμνος

Με βάση τον πίνακα 3.16 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Λήμνος ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτευμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.



3.16 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της ποικιλίας Λήμνος (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΛΗΜΝΟΣ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	Γ	
A PEG	2	291589	145794,5	1031,971	***
B Θ	5	81222,5	16244,5	114,9827	***
ΑΒ	10	208129	20812,9	147,319	***
Υπόλοιπο	54	7629	141,2778		
ΣΥΝΟΛΟ	71	588569,5			



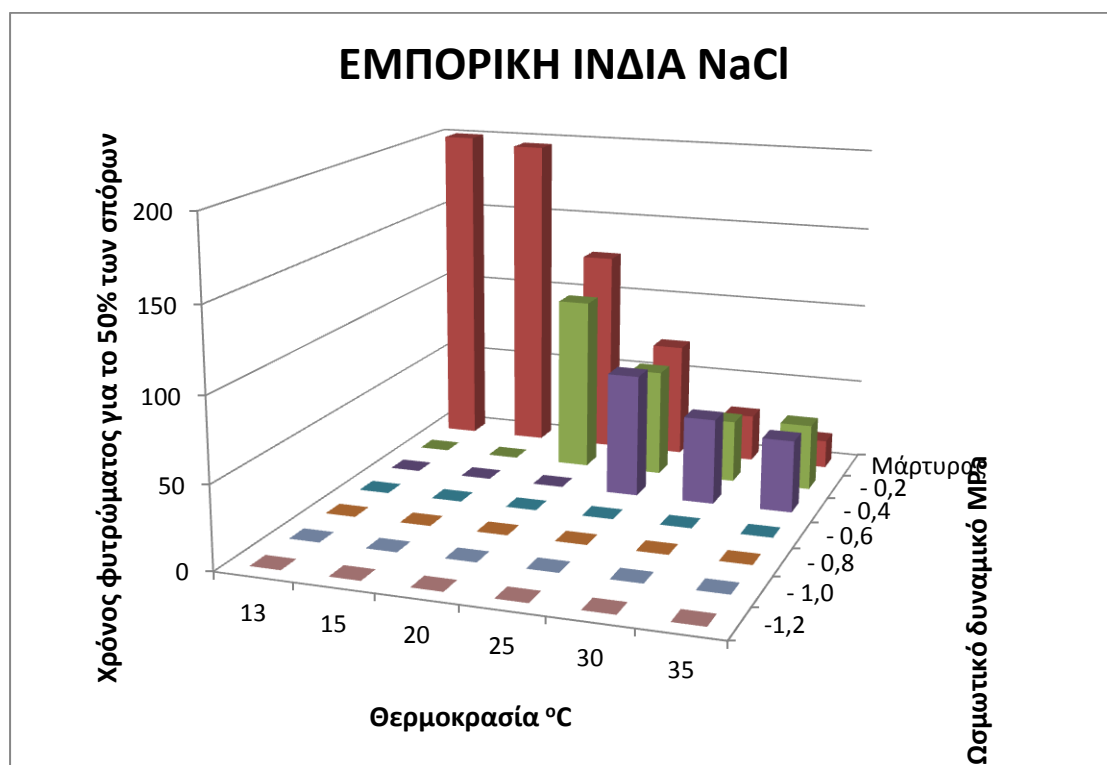
3.8.7 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την εμπορική ποικιλία Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.17 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε

φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.17 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΙΝΔΙΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	
A REG	2	164756,1	82378,04	168,155	***
B Θ	5	130517,1	26103,43	53,3	***
AB	10	300122,4	30012,24	61,3	***
Υπόλοιπο	54	26454,25	489,8935		
ΣΥΝΟΛΟ	71	621849,9			

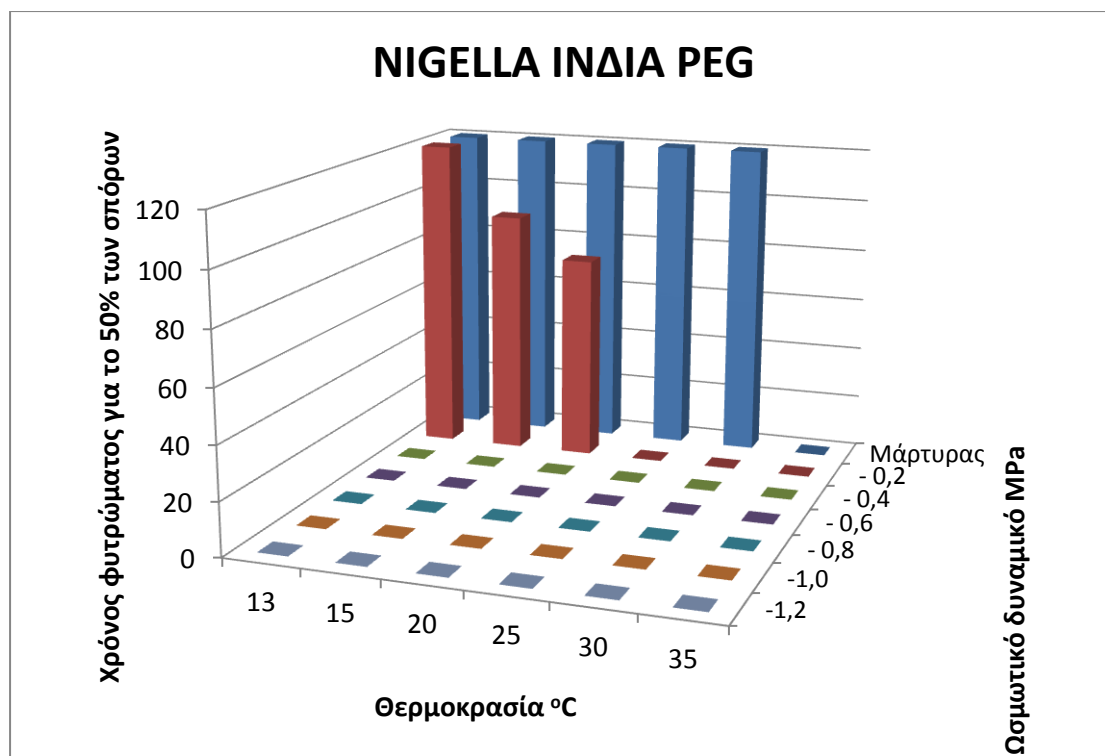


3.8.8 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την εμπορική ποικιλία Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.18 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με -0,2 και -0,4 MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.18 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΙΝΔΙΑ				
	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	
<b>A NaCl</b>	2	136349,2	68174,6	244,0375	***
<b>B Θ</b>	5	51939,44	10387,89	37,2	***
<b>AB</b>	10	330855,1	33085,51	118,4328	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	15085,5	279,3611		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	534229,3			



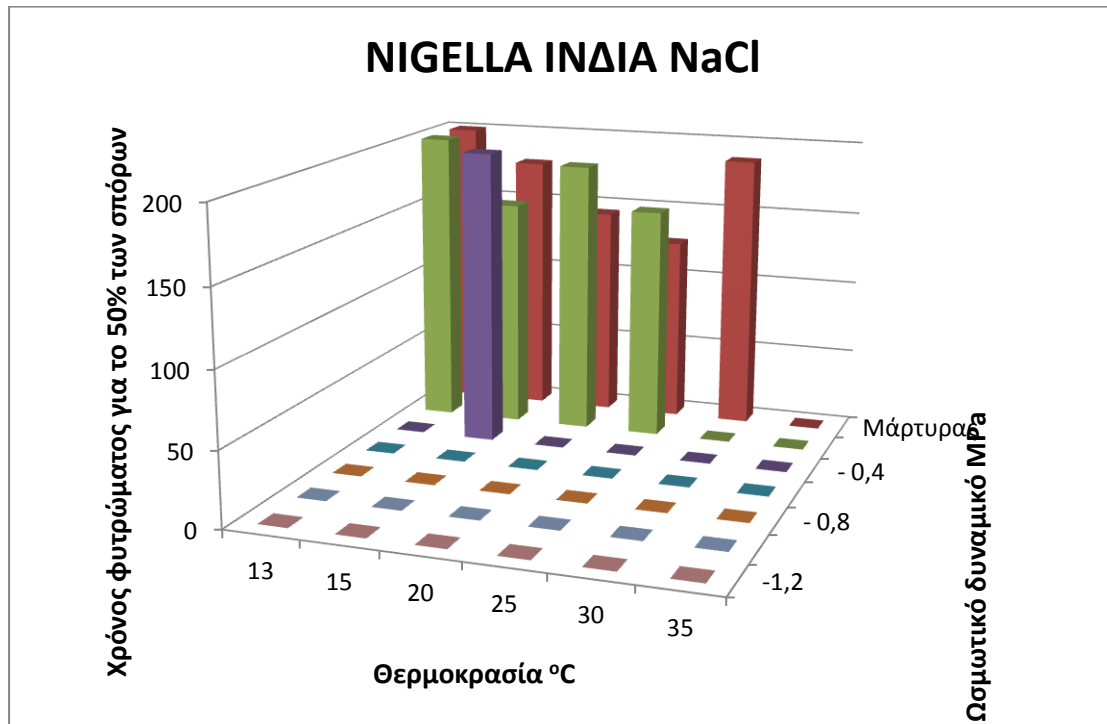
3.8.9 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση πολυαιθυλενογλυκόλης το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.19 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από την πολυαιθυλενογλυκόλη υδατικού στρες στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στην επέμβαση με  $-0,2$  MPa PEG και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτρωμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και υδατικό στρες) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.19 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	ΝΙΓΚΕΛΑ				
	BE	AT	MT	F	

<b>A PEG</b>	2	301014,6	150507,3	1743,608	***
<b>B Θ</b>	5	291682,5	58336,49	675,821	***
<b>AB</b>	10	225570,6	22557,06	261,3207	***
<b>Υπόλοιπο</b>	54	4661,25	86,3		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	71	822928,9			



3.8.10 Τα ραβδογράμματα που απεικονίζουν ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε αρνητική συγκέντρωση NaCl το χρόνο που χρειάστηκε για να φυτρώσει το 50% των σπόρων για την εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας

Με βάση τον πίνακα 3.20 παρατηρούμε ότι η επίδραση του προκαλούμενου από το NaCl στρες αλατότητας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας ήταν στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση αφορά μόνο στις επεμβάσεις με  $-0,2$  και  $-0,4$  MPa NaCl και σε αυτή του μάρτυρα, καθώς στις υπόλοιπες δεν σημειώθηκε φύτευμα. Επίσης, και η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ και οι επιδράσεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (θερμοκρασία και στρες αλατότητας) ήταν στατιστικά σημαντικές.

3.20 Ανάλυση της διασποράς για την επίδραση της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο μέσο χρόνο φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας νιγκέλα Ινδίας (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ )

ΠΠ	NIGELLA				
	BE	AT	MT	F	
A NaCl	2	240035,2	120017,6	667,9843	***
B Θ	5	519156,2	103831,2	577,8956	***
AB	10	331176,3	33117,63	184,3234	***
Υπόλοιπο	54	9702,25	179,6713		
ΣΥΝΟΛΟ	71	1100070			

Τέλος, για κάθε ποικιλία υπολογίστηκε ξεχωριστά για κάθε θερμοκρασία και για κάθε ωσμωτική μεταχείριση ο δείκτης ξηρασίας για την αντοχή στην ξηρασία και αντίστοιχα ο δείκτης τοξικότητας για την αντοχή στην αλατότητα. Οι δείκτες υπολογίστηκαν με βάση τον τύπο (μέγιστο ποσοστό φυτρώματος κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα-μέγιστο ποσοστό φυτρώματος ωσμωτικής μεταχείρισης)/μέγιστο ποσοστό φυτρώματος κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα. Η αξιολόγηση της αντοχής στους δύο τύπους στρες είχε ως οριακή τιμή τη μονάδα, δηλαδή όσο οι παραπάνω δείκτες πλησίαζαν στη μονάδα τόσο μεγαλύτερη θεωρούνταν η τοξική επίδραση των δύο τύπων στρες στο ποσοστό φυτρώματος των ποικιλιών σε κάθε τιμή ωσμωτικού δυναμικού.

Έτσι, για την ποικιλία Εύβοια είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

3.21 Οι τιμές του δείκτη ξηρασίας για την ποικιλία Εύβοια σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με PEG

	ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ		-0,2 PEG	-0,4 PEG	-0,6 PEG	-0,8 PEG	-1 PEG	-1,2 PEG
ΕΥΒΟΙΑ	Θ13	13	1	1	1	1	1	1
	Θ15	15	0,366	0,933	1	1	1	1
	Θ20	20	0,545	1	1	1	1	1
	Θ25	25	0,213	0,88	1	1	1	1
	Θ30	30	0,263	0,842	1	1	1	1
	Θ35	35	0,577	0,901	1	1	1	1

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,6 MPa PEG και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της ξηρασίας στο φύτευμα των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια σε όλες τις θερμοκρασίες. Κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa PEG η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13 και 20°C, ενώ στις υπόλοιπες ήταν τοξική σε μικρότερο βαθμό, ωστόσο αρκετά υψηλό (οι τιμές προσεγγίζουν τη μονάδα). Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa PEG, η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική στη θερμοκρασία των 13°C, ενώ στις υπόλοιπες δεν ήταν ιδιαίτερα τοξική (τιμές <0,6).

3.22 Οι τιμές του δείκτη τοξικότητας για την ποικιλία Εύβοια σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με NaCl

	ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ		-0,2 NaCl	-0,4 NaCl	-0,6 NaCl	-0,8 NaCl	-1 NaCl	-1,2 NaCl
<b>ΕΥΒΟΙΑ</b>	Θ13	13	1	1	1	1	1	1
	Θ15	15	1	1	1	1	1	1
	Θ20	20	0,519	0,987	1	1	1	1
	Θ25	25	0,0933	0,853	1	1	1	1
	Θ30	30	0,0526	0,829	1	1	1	1
	Θ35	35	-0,0563	0,746	1	1	1	1

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,6 MPa NaCl και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της αλατότητας στο φύτευμα των σπόρων της ποικιλίας Εύβοια σε όλες τις θερμοκρασίες. Κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13 και 15°C, ενώ στις υπόλοιπες ήταν τοξική σε μικρότερο βαθμό, ωστόσο αρκετά υψηλό (οι τιμές προσεγγίζουν τη μονάδα). Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13 και 15°C, μέτρια τοξική στη θερμοκρασία των 20°C, σχεδόν καθόλου τοξική στις θερμοκρασίες των 25 και 30°C και καθόλου τοξική στη θερμοκρασία των 35°C.

Για την ποικιλία Έβρος είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

3.23 Οι τιμές του δείκτη ξηρασίας για την ποικιλία Έβρος σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με PEG

ΕΒΡΟΣ			-0,2 PEG	-0,4 PEG	-0,6 PEG	-0,8 PEG	-1 PEG	-1,2 PEG
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ</b>								
Θ13	13		1	1	1	1	1	1
Θ15	15		0,953	1	1	1	1	1
Θ20	20		1	1	1	1	1	1
Θ25	25		0,297	0,865	1	1	1	1
Θ30	30		0,403	0,649	0,974	1	1	1
Θ35	35		0,666	1	1	1	1	1

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,8 MPa PEG και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της ξηρασίας στο φυτόρωμα των σπόρων της ποικιλίας Έβρος σε όλες τις θερμοκρασίες. Κατά τη μεταχείριση με -0,6 MPa PEG η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 30°C, όπου σημειώθηκε ωστόσο υψηλή τοξική επίδραση. Κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa PEG η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 25 και 30°C, όπου σημειώθηκαν ωστόσο υψηλές τιμές τοξικότητας (>0,5). Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa PEG, η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13 και 20°C, υψηλά τοξική στη θερμοκρασία των 15°C, μέτρια τοξική στη θερμοκρασία των 35°C και πολύ λιγότερο τοξική στις θερμοκρασίες των 25 και 30°C.

3.24 Οι τιμές του δείκτη τοξικότητας για την ποικιλία Έβρος σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με NaCl

ΕΒΡΟΣ			-0,2 NaCl	-0,4 NaCl	-0,6 NaCl	-0,8 NaCl	-1 NaCl	-1,2 NaCl
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>								
Θ13	13		1	1	1	1	1	1
Θ15	15		1	1	1	1	1	1
Θ20	20		0,739	0,985	1	1	1	1
Θ25	25		0,284	0,959	1	1	1	1
Θ30	30		0,143	0,792	1	1	1	1



<b>Θ35</b>	35		-0,0267	0,533	1	1	1	1
------------	----	--	---------	-------	---	---	---	---

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,6 MPa NaCl και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της αλατότητας στο φυτό των σπόρων της ποικιλίας Έβρος σε όλες τις θερμοκρασίες. Κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13 και 15°C, υψηλά τοξική στις θερμοκρασίες των 20,25 και 30°C και μέτρια τοξική στη θερμοκρασία των 35°C. Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13 και 15°C, υψηλά τοξική στη θερμοκρασία των 20°C, ελαφρά τοξική στις θερμοκρασίες των 25 και 30°C και καθόλου τοξική στη θερμοκρασία των 35°C.

Για την ποικιλία Λήμνος είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

3.25 Οι τιμές του δείκτη ξηρασίας για την ποικιλία Λήμνος σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με PEG

ΛΗΜΝΟΣ			-0,2 PEG	-0,4 PEG	-0,6 PEG	-0,8 PEG	-1 PEG	-1,2 PEG
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ</b>								
<b>Θ13</b>	13		0	0	0	0	0	0
<b>Θ15</b>	15		1	1	1	1	1	1
<b>Θ20</b>	20		1	1	1	1	1	1
<b>Θ25</b>	25		0,981	1	1	1	1	1
<b>Θ30</b>	30		0,932	1	1	1	1	1
<b>Θ35</b>	35		0,905	1	1	1	1	1

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,4 MPa PEG και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της ξηρασίας στο φυτό των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 13°C, όπου δεν σημειώθηκε καθόλου τοξική επίδραση. Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa PEG, η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική στους 15 και 20°C, υψηλά τοξική στους 25, 30 και 35°C και καθόλου τοξική στη θερμοκρασία των 13°C.

3.26 Οι τιμές του δείκτη τοξικότητας για την ποικιλία Λήμνος σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με NaCl

ΛΗΜΝΟΣ			-0,2 NaCl	-0,4 NaCl	-0,6 NaCl	-0,8 NaCl	-1 NaCl	-1,2 NaCl
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>								
Θ13	13		0	0	0	0	0	0
Θ15	15		0,333	1	1	1	1	1
Θ20	20		1	1	1	1	1	1
Θ25	25		1	1	1	1	1	1
Θ30	30		0,795	1	1	1	1	1
Θ35	35		0,143	0,952	1	1	1	1

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,6 MPa NaCl και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της αλατότητας στο φύτευμα των σπόρων της ποικιλίας Λήμνος σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 13°C, όπου δεν σημειώθηκε καθόλου τοξική επίδραση. Κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 35°C, όπου ήταν υψηλά τοξική και τους 13°C, όπου δεν ήταν καθόλου τοξική. Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 20 και 25°C, υψηλά τοξική στη θερμοκρασία των 30°C, ελάχιστα τοξική στις θερμοκρασίες των 15 και 35°C και καθόλου τοξική στη θερμοκρασία των 13°C.

Για την εμπορική ποικιλία Ινδίας είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

3.27 Οι τιμές του δείκτη ξηρασίας για την εμπορική ποικιλία Ινδίας σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με PEG

ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΙΝΔΙΑ			-0,2 PEG	-0,4 PEG	-0,6 PEG	-0,8 PEG	-1 PEG	-1,2 PEG
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ</b>								
Θ13	13		1	1	1	1	1	1
Θ15	15		0,98	1	1	1	1	1
Θ20	20		0,967	1	1	1	1	1
Θ25	25		0,508	0,984	1	1	1	1
Θ30	30		0,218	1	1	1	1	1
Θ35	35		0,571	0,841	1	1	1	1

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,6 MPa PEG και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της ξηρασίας στο φύτευμα των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας σε όλες τις θερμοκρασίες. Κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa PEG η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 25 και 35°C, όπου ήταν ωστόσο υψηλά τοξική. Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa PEG, η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική στη θερμοκρασία των 13°C, υψηλά τοξική στις θερμοκρασίες των 15 και 20°C, μέτρια τοξική στις θερμοκρασίες των 25 και 35°C και ελάχιστα τοξική στη θερμοκρασία των 30°C.

3.28 Οι τιμές του δείκτη τοξικότητας για την εμπορική ποικιλία Ινδίας σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με NaCl

ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΙΝΔΙΑ			-0,2 NaCl	-0,4 NaCl	-0,6 NaCl	-0,8 NaCl	-1 NaCl	-1,2 NaCl
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>								
<b>Θ13</b>	13		1	1	1	1	1	1
<b>Θ15</b>	15		1	1	1	1	1	1
<b>Θ20</b>	20		0,869	1	1	1	1	1
<b>Θ25</b>	25		0,525	0,803	1	1	1	1
<b>Θ30</b>	30		0	0,487	1	1	1	1
<b>Θ35</b>	35		-0,0952	0,492	1	1	1	1

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,6 MPa NaCl και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της αλατότητας στο φύτευμα των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας σε όλες τις θερμοκρασίες. Κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13,15 και 20°C, υψηλά τοξική στη θερμοκρασία των 25°C και μέτρια τοξική στις θερμοκρασίες των 30 και 35°C. Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 13 και 15°C, υψηλά τοξική στη θερμοκρασία των 20°C, μέτρια τοξική στη θερμοκρασία των 25°C και καθόλου τοξική στις θερμοκρασίες των 30 και 35°C.

Τέλος, για την εμπορική ποικιλία της νιγκέλα είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

3.29 Οι τιμές του δείκτη ξηρασίας για την εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με PEG

ΝΙΓΚΕΛΑ			-0,2 PEG	-0,4 PEG	-0,6 PEG	-0,8 PEG	-1 PEG	-1,2 PEG
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ</b>								
Θ13	13		0,708	1	1	1	1	1
Θ15	15		0,740	1	1	1	1	1
Θ20	20		0,816	1	1	1	1	1
Θ25	25		1	1	1	1	1	1
Θ30	30		1	1	1	1	1	1
Θ35	35		0	0	0	0	0	0

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή -0,4 MPa PEG και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της ξηρασίας στο φύτευμα των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας της νιγκέλα σε όλες τις θερμοκρασίες. Τέλος, κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa PEG, η επίδραση της ξηρασίας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των 25, 30 και 35°C και υψηλά τοξική στις θερμοκρασίες των 13,15 και 20°C.

3.30 Οι τιμές του δείκτη τοξικότητας για την εμπορική ποικιλία νιγκέλα Ινδίας σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση με NaCl

ΝΙΓΚΕΛΑ			-0,2 NaCl	-0,4 NaCl	-0,6 NaCl	-0,8 NaCl	-1 NaCl	-1,2 NaCl
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>								
Θ13	13		0,892	1	1	1	1	1
Θ15	15		0,844	0,805	1	1	1	1
Θ20	20		0,316	1	1	1	1	1
Θ25	25		0,932	1	1	1	1	1
Θ30	30		1	1	1	1	1	1
Θ35	35		0	0	0	0	0	0

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά από την τιμή  $-0,6$  MPa NaCl και κάτω σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση της αλατότητας στο φύτρωμα των σπόρων της εμπορικής ποικιλίας της νιγκέλα σε όλες τις θερμοκρασίες. Κατά τη μεταχείριση με  $-0,4$  MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική σε όλες τις θερμοκρασίες, εκτός από τους  $15^{\circ}\text{C}$ , όπου ήταν ωστόσο υψηλά τοξική, ενώ κατά τη μεταχείριση με  $-0,2$  MPa NaCl η επίδραση της αλατότητας ήταν πλήρως τοξική στις θερμοκρασίες των  $30$  και  $35^{\circ}\text{C}$ , υψηλά τοξική στις θερμοκρασίες των  $13$ ,  $15$  και  $25^{\circ}\text{C}$  και ελαφρά τοξική στη θερμοκρασία των  $20^{\circ}\text{C}$ .

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη που προηγήθηκε και κυρίως με βάση τα αποτελέσματα τα οποία πάρθηκαν μετά το τέλος του πειράματος, μπορούμε να εξάγουμε πολλά και χρήσιμα συμπεράσματα, τόσο ως προς την επίδραση της υδατικής καταπόνησης και της αλατότητας στο φύτευμα των σπόρων του σουσαμιού και της νιγκέλα όσο και ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της ποικιλίας αρχικά στο φύτευμα και στη συνέχεια στην αντοχή των σπόρων στις παραπάνω καταπονήσεις.

Αρχικά, είναι εμφανές ότι και τα δύο είδη καταπονήσεων επηρέασαν σημαντικά όλες τις παραμέτρους φυτρώματος του σπόρου που μετρήθηκαν, δηλαδή το ποσοστό φυτρώματος, το ρυθμό φυτρώματος και το μέσο χρόνο φυτρώματος, σε όλες τις θερμοκρασίες που χρησιμοποιήθηκαν και για όλες τις ποικιλίες που εξετάστηκαν. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι σε γενικές γραμμές το ποσοστό και ο ρυθμός φυτρώματος των σπόρων μειώθηκαν για όλες τις ποικιλίες σουσαμιού και για τη νιγκέλα σε όλες τις θερμοκρασίες υπό την επίδραση και των δύο ειδών καταπόνησης, ενώ όσον αφορά στο χρόνο φυτρώματος, σε αρκετές περιπτώσεις ήταν μεγαλύτερος κατά τη μεταχείριση με τα δύο είδη καταπόνησης σε σχέση με αυτή του μάρτυρα.

Η μείωση αυτή στις δύο πρώτες παραμέτρους οφείλεται, σύμφωνα με τους El Harfi et al. (2016), στη δυσκολία απορρόφησης του νερού μέσω του καλύμματος του σπόρου και στη χαμηλότερη αρχική πρόσληψη νερού από το σπόρο που συμβαίνουν σε συνθήκες καταπόνησης. Παρόμοια αποτελέσματα για το σουσάμι καταγράφηκαν από τους Bougeïma et al. (2011), οι οποίοι μελετώντας την επίδραση 5 επιπέδων υδατικής καταπόνησης (0, -0,5, -1, -1,5 και -2 MPa PEG) στο φύτευμα 22 αναγνωρισμένων μεταλλάξεων σουσαμιού προερχόμενων από μεταχείριση με ακτίνες-γ, παρατήρησαν μειωμένα ποσοστά φυτρώματος από την τιμή -1 MPa και κάτω και πλήρη παρεμπόδιση του φυτρώματος από την τιμή -1,5 MPa και κάτω. Όσον αφορά στη νιγκέλα, μελέτες των Kabiri et al. (2012) έδειξαν ότι η αύξηση της υδατικής καταπόνησης προκάλεσε μείωση σε διάφορες παραμέτρους του φυτρώματος, όπως στο ποσοστό και στο ρυθμό φυτρώματος. Συγκεκριμένα, εξετάζοντας την επίδραση 5 επιπέδων υδατικής καταπόνησης (0, -0,1, -0,2, -0,3 και -0,4 MPa PEG) στο φύτευμα των σπόρων διαπίστωσαν ότι η αύξηση των επιπέδων καταπόνησης από 0 ως -0,4 MPa οδήγησε σε μείωση του ρυθμού φυτρώματος, ενώ κατέγραψαν το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα και το χαμηλότερο κατά τη μεταχείριση με -0,4 MPa. Αντίστοιχα, παρόμοιες αρνητικές επιδράσεις της αλατότητας στο φύτευμα του σουσαμιού βρέθηκαν από τους Tabatabaei &

Naghibalghora (2014), οι οποίοι εξετάζοντας την επίδραση 5 επιπέδων αλατότητας (0, -3, -6, -9 και -12 bar NaCl) στα χαρακτηριστικά του φυτρώματος σπόρων σουσαμιού, παρατήρησαν μείωση του ποσοστού φυτρώματος καθώς τα επίπεδα αλατότητας αυξάνονταν, με αποτέλεσμα το υψηλότερο ποσοστό να σημειωθεί υπό τις συνθήκες του μάρτυρα (0 bar NaCl). Τέλος, όσον αφορά στη νιγκέλα, μελέτες των Faravani et al. (2013) έδειξαν σημαντική επίδραση της αλατότητας στο ποσοστό και στο ρυθμό φυτρώματος των σπόρων. Συγκεκριμένα, εξετάζοντας τη βλαστική ικανότητα των σπόρων υπό την επίδραση διαφόρων μεταχειρίσεων με NaCl και επιπέδων ηλεκτρικής αγωγιμότητας από 3-39 dS/m παρατήρησαν τον υψηλότερο ρυθμό φυτρώματος στο επίπεδο των 3 dS/m και μηδενικό φύτευμα στο επίπεδο των 36 dS/m. Τέλος, το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος σημειώθηκε κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα (απουσία NaCl και ηλεκτρική αγωγιμότητα 0,3 dS/m).

Οι μοναδικές εξαιρέσεις σημειώθηκαν αρχικά στη θερμοκρασία των 30°C, όπου ο ρυθμός φυτρώματος της εμπορικής ποικιλίας Ινδίας κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα ταυτίστηκε με τον αντίστοιχο κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl και στη συνέχεια στη θερμοκρασία των 35°C, όπου τόσο ο ρυθμός όσο και το ποσοστό φυτρώματος ήταν χαμηλότερα κατά τη μεταχείριση του μάρτυρα σε σχέση με τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl για τις ποικιλίες Εύβοια, Έβρος και για την εμπορική ποικιλία Ινδίας. Παρόμοια ευρήματα αναφέρονται από τους El Harfi et al. (2016), οι οποίοι μελετώντας την επίδραση της υδατικής καταπόνησης και της αλατότητας στο φύτευμα διαφορετικών ποικιλιών σουσαμιού, παρατήρησαν υψηλότερη αρνητική επίδραση της πρώτης σε σχέση με τη δεύτερη στο ίδιο ωσμωτικό δυναμικό, αποδίδοντας το φαινόμενο στο γεγονός ότι οι αρνητικές επιδράσεις του υδατικού στρες σχετίζονται περισσότερο με ωσμωτική επίδραση από ότι με συγκεκριμένη συσσώρευση ιόντων.

Όσον αφορά στην επίδραση της θερμοκρασίας στο φύτευμα των ποικιλιών του σουσαμιού και της νιγκέλα παρατηρούμε ότι υπό την απουσία των δύο καταπονήσεων η ποικιλία Εύβοια σημείωσε υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος στους 20°C, η ποικιλία Έβρος στους 30°C, η ποικιλία Λήμνος στους 25°C, η εμπορική ποικιλία Ινδίας στους 30°C και η εμπορική ποικιλία της νιγκέλα στους 15°C. Βλέπουμε λοιπόν ότι τα δεδομένα των El Naim et al. (2003) και Γαλανοπούλου-Σενδούκα (2002) σχετικά με τις άριστες θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του σουσαμιού επιβεβαιώνονται, καθώς σε όλες τις ποικιλίες τα καλύτερα ποσοστά φυτρώματος σημειώθηκαν από τους 20-30°C. Σχετικά με τη νιγκέλα, έχουμε και πάλι σχεδόν πλήρη ταύτιση με τους Khan & Chatterjee (1982), σχετικά με την άριστη



θερμοκρασία για την ανάπτυξή της (οι προηγούμενοι αναφέρουν τους 14°C και στη δική μας περίπτωση ήταν οι 15°C), ενώ γενικά το φύτρωμά της μειωνόταν όσο η θερμοκρασία αυξανόταν. Η τελευταία αυτή παρατήρηση συμφωνεί ως ένα βαθμό και με τα ευρήματα των Jamian et al. (2014), οι οποίοι εξετάζοντας την επίδραση της θερμοκρασίας σε μία κλίμακα από τους 5-35°C στο φύτρωμα της νιγκέλα παρατήρησαν το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος στους 10°C και χαμηλότερα ποσοστά στις πιο υψηλές θερμοκρασίες.

Όσον αφορά στην επίδρασή της στην αντοχή των σπόρων στα δύο είδη καταπόνησης παρατηρούμε τα εξής: Κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa PEG οι ποικιλίες Εύβοια και Έβρος σημείωσαν καλύτερα ποσοστά φυτρώματος στη θερμοκρασία των 25°C σε σχέση με τις χαμηλότερες, αλλά και με τις υψηλότερες θερμοκρασίες, ενώ με την αύξηση του επιπέδου καταπόνησης τα καλύτερα ποσοστά σημειώθηκαν στους 30°C. Αντίθετα, οι ποικιλίες Λήμνος και εμπορική Ινδίας σημείωσαν καλύτερα ποσοστά φυτρώματος στους 30°C, ενώ με την αύξηση του επιπέδου καταπόνησης η πρώτη σημείωσε μηδενικό φύτρωμα και η δεύτερη καλύτερο ποσοστό στους 35°C. Όσον αφορά στη νιγκέλα, αρχικά σημείωσε καλύτερο ποσοστό στους 15°C, ενώ με την αύξηση του επιπέδου καταπόνησης το φύτρωμά της ήταν μηδενικό. Κατά τη μεταχείριση με -0,2 MPa NaCl οι ποικιλίες Εύβοια, Έβρος και Λήμνος σημείωσαν καλύτερα ποσοστά φυτρώματος στη θερμοκρασία των 35°C, ενώ και με την αύξηση του επιπέδου καταπόνησης τα καλύτερα ποσοστά σημειώθηκαν στην ίδια θερμοκρασία. Αντίθετα, η εμπορική ποικιλία Ινδίας σημείωσε καλύτερο ποσοστό στους 30°C, τόσο στα αρχικά όσο και στα πιο υψηλά επίπεδα καταπόνησης. Όσον αφορά στη νιγκέλα, αρχικά σημείωσε καλύτερο ποσοστό στους 20°C, ενώ με την αύξηση του επιπέδου καταπόνησης το καλύτερο ποσοστό σημειώθηκε στους 15°C.

Συμπερασματικά, βλέπουμε ότι σε όλες τις ποικιλίες σουσαμιού τα καλύτερα ποσοστά φυτρώματος σημειώθηκαν στις θερμοκρασίες των 25 και 30°C, ενώ όσο αυξανόταν το επίπεδο της υδατικής καταπόνησης, τόσο πιο υψηλές θερμοκρασίες χρειαζόνταν ώστε να επιτευχθεί υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος (για τις ποικιλίες Εύβοια, Έβρος και Ινδία). Όσον αφορά στις επεμβάσεις της αλατότητας, τα καλύτερα ποσοστά για όλες τις ποικιλίες σημειώθηκαν στους 30 και 35°C τόσο κατά την αρχική όσο και κατά τις υψηλότερες εντάσεις. Συνεπώς, η αύξηση στα επίπεδα της αλατότητας δεν επέδρασε συνδυαστικά με τη μεταβολή της θερμοκρασίας στα ποσοστά φυτρώματος των ποικιλιών σουσαμιού. Ωστόσο στην περίπτωση της νιγκέλα φάνηκε ότι οι χαμηλότερες θερμοκρασίες μετρίασαν την αρνητική επίδραση της αλατότητας στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων. Επίσης, παρατηρούμε ότι στην περίπτωση του σουσαμιού το καλύτερο φύτρωμα υπό συνθήκες

υδατικής καταπόνησης συμβαίνει στις ενδιάμεσες προς υψηλές θερμοκρασίες, ενώ σε συνθήκες αλατότητας συμβαίνει στις υψηλές θερμοκρασίες. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν από τους Maftoun & Seraskhah (1978), οι οποίοι εξετάζοντας την επίδραση 3 θερμοκρασιών (10, 20 και 30°C) και διαφόρων ωσμωτικών επεμβάσεων με PEG και NaCl στο φύτευμα των ποικιλιών ηλίανθου Record και Chernianka-66, διαπίστωσαν ότι η πρώτη σημείωσε καλύτερο φύτευμα στους 20 από ότι στους 10 ή στους 30°C, ενώ η δεύτερη εμφάνισε υψηλότερα ποσοστά στους 20 και στους 30 σε σχέση με τους 10°C.

Όσον αφορά στην επίδραση της ποικιλίας στο φύτευμα του σουσαμιού παρατηρούμε ότι υπό την απουσία των δύο καταπονήσεων η ποικιλία Λήμνος εμφανίζει τα χαμηλότερα ποσοστά φυτρώματος σε όλες τις θερμοκρασίες συγκριτικά με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Τα καλύτερα ποσοστά σημειώνονται γενικά για τις ποικιλίες Εύβοια και Έβρος, ενώ η εμπορική ποικιλία Ινδίας υπερέρχει των δύο προηγούμενων ποικιλιών μόνο στις θερμοκρασίες των 13 και 30°. Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις μεταξύ των ποικιλιών οφείλονται πιθανώς στην καλύτερη ποιότητα που μπορεί να παρουσιάζουν οι σπόροι των συγκεκριμένων ποικιλιών (Εύβοια και Έβρος) σε σχέση με τους σπόρους των άλλων (Ινδία και Λήμνος). Πράγματι, οι El Harfi et al. (2016) αναφέρουν ότι εξαιτίας των χρωστικών ουσιών που υπάρχουν στο κάλυμμα του σπόρου, το χρώμα του σπόρου επηρεάζει την ποιότητά του και, ως αποτέλεσμα, την επιτυχία του φυτρώματος.

Τέλος, όσον αφορά στην επίδρασή της στην αντοχή των σπόρων στους δύο τύπους καταπόνησης παρατηρούμε τα εξής: Αρχικά, το φύτευμα της ποικιλίας Λήμνος επηρεάζεται περισσότερο από τους δύο τύπους καταπόνησης σε σχέση με των υπόλοιπων ποικιλιών σουσαμιού. Παρατηρούμε λοιπόν ότι οι διαφορετικού χρώματος σπόροι σουσαμιού δεν εμφανίζουν διαφορετική συμπεριφορά στο φύτευμα μόνο κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, αλλά και κάτω από συνθήκες καταπόνησης. Πράγματι, σύμφωνα με παρατηρήσεις των Suma & Srimathi (2014), τις οποίες αναφέρουν οι El Harfi et al. (2016), το χρώμα των σπόρων του σουσαμιού επηρεάζει την αντοχή τους στα φυσικά, φυσιολογικά και βιοχημικά φαινόμενα, με αποτέλεσμα να διαπιστώσουν ότι οι σπόροι με σκούρο καφέ χρώμα σημείωσαν καλύτερα ποσοστά φυτρώματος σε σχέση με τους σπόρους μαύρου χρώματος. Όσον αφορά στο φύτευμα των ποικιλιών Εύβοια και Έβρος, παρατηρούμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις επηρεάζεται λιγότερο από τους δύο τύπους καταπόνησης σε σχέση με το αντίστοιχο για την εμπορική ποικιλία Ινδίας. Το παραπάνω φαινόμενο πιθανότατα σχετίζεται με την προέλευση των παραπάνω ποικιλιών και πιο συγκεκριμένα με το γεγονός ότι οι τοπικές ποικιλίες εμφανίζουν μεγαλύτερη ανομοιομορφία και επομένως

είναι πιο ανθεκτικές σε συνθήκες καταπόνησης σε σχέση με τις ποικιλίες του εμπορίου, καθώς δεν έχουν υποστεί κάποια τροποποίηση των φυσιολογικών τους χαρακτηριστικών. Αντίθετα, οι εμπορικές ποικιλίες παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία σε συνθήκες καταπόνησης, εξαιτίας των πολλών διαφοροποιήσεων που προκαλούνται στα φυσικά τους χαρακτηριστικά. Παρόμοια ευρήματα αναφέρονται από τους El Harfi et al. (2016), οι οποίοι εξετάζοντας την επίδραση της υδατικής καταπόνησης και της αλατότητας στο φύτρωμα του σουσαμιού, διαπίστωσαν ότι οι κίτρινοι και καφέ σπόροι των τοπικών μαροκινών ποικιλιών επηρεάστηκαν λιγότερο σε σχέση με τους σπόρους των αμερικάνικων εμπορικών τύπων, υπονοώντας ότι οι μαροκινοί γονότυποι ήταν πιο ανθεκτικοί και στους δύο τύπους καταπόνησης σε σχέση με τους αμερικάνικους.

## **ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Abdolrahimi, B., P. Mehdikhani & A. Hasanzadeh Gort Tappe 2012. The effect of harvest index, yield and yield components of three varieties of black seed (*Nigella sativa*) in different planting densities. *In. J. of AgriSci.*, 2(1): 93-101
- Ahmed, K.N., S.H.A. Pramanik, M. Khatun, M.R. Hasan, L.C. Mohanta, T. Hoq & S.K. Ghose 2014. Suppression of dominant insect pests and yield of sesame with plant materials in different climatic conditions. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.*, 49(1): 31-34
- Ali, M.M.K., M.A. Hasan & M.R. Islam 2015. Influence of Fertilizer Levels on the Growth and Yield of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). *The Agriculturists*, 13(2): 97-104
- Al-Kayssi, A.W., R.M. Shihab & S.H. Mustafa 2011. Impact of soil water stress on Nigellone oil content of black cumin seeds grown in calcareous-gypsiferous soils. *Agric. Wat. Manag.*, 100(1): 46-57
- Alpaslan, M., E. Boydak, M. Hayta, S. Gercek & M. Simsek 2001. Effect of Row Space and Irrigation on Seed Composition of Turkish Sesame (*Sesamum indicum* L.). *JAOCS*, 78(9): 933-935
- Altaf, N., S.A. Khan, M. Ahmad, R. Asghar, R.A. Ahmed, S. Shaheen, M. Zafar & M. Saqib 2004. Seed Borne Mycoflora of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Their Effect on Germination and Seedling. *Pak. J. of Biol. Sci.*, 7(2): 243-245
- Ansah, K.D., H.O. Sintim, S. Awuah, J.E. Ali & G. Oteng 2015. The Adoption of Temperate Selected Sesame Accessions in the Tropics: Selected for Japan and Grown in Ghana. *J. of Agric. Sci.*, 7(5): 47-55
- Assefa, E., A. Alemayehu & T. Mamo 2015. Adaptability study of black cumin (*Nigella sativa* L.) varieties in the mid and high land areas of Kaffa zone, South West Ethiopia. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 4(1): 14-17
- Bhutia, K.C., S. Bhandari, R. Chatterjee, S.O. Bhutia & N. Gurung 2015. Integrated micronutrient spray on yield assessment of black cumin (*Nigella sativa*) in Nadia district of West Bengal. *J. Crop and Weed*, 11: 205-209
- Boureima, S., M. Eyletters, M. Diouf, T.A. Diop & P. Van Damme 2011. Sensitivity of Seed Germination and Seedling Radicle Growth to Drought stress in Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Res. J. Environ. Sci.*, 5(6): 557-564

- Culbertson, J.O., H.W. Johnson & L.G. Schoenleber 1961. Producing and harvesting seeds of oilseed crops. *Yearbook of Agriculture*, pp. 198-199
- Datta, A.K., A. Saha, A. Bhattacharya, A. Mandal, R. Paul & S. Sengupta 2012. Black Cumin (*Nigella sativa* L.) – A Review. *J. of Pl. Devel. Sci.*, 4(1): 1-43
- Elgaali, E.I.M. 2003. Effect of Sowing and Harvesting Methods on Sesame Production in Eastern Sudan (Kassala State). Master Thesis, University of Khartoum, pp.7-12
- El Harfi, M., H. Hanine, H. Rizki, H. Latrache & A. Nabloussi 2016. Effect of Drought and Salt Stresses on Germination and Early Seedling Growth of Different Color-seeds of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *In. J. of Agric. & Biol.*, 18(6): 1088-1094
- El-Mekawy, M.A.M. 2012. Growth and Yield of *Nigella sativa* L. Plant Influenced by Sowing Date and Irrigation Treatments. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12(4): 499-505
- El Naim, A.M. 2003. Effect of different irrigation water quantities and cultivars on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Ph.D. Thesis, University of Khartoum, pp.7-10
- Elsafi, H.H. 2003. Effect of water quantity and irrigation intervals on vegetative growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). Master Thesis, University of Khartoum, p.4
- Elwakil, M.A. & K.M. Ghoneem 1999. Detection and Location of Seed-borne Fungi of Black Cumin and Their Transmission in Seedlings. *Pak. J. of Biol. Sci.*, 2(2): 559-564
- Fadle, S.M.K. 2003. The role of plant hormones on leaf spot (*Xanthomonas campestris* pv. *sesame*) disease of sesame. Ph.D. Thesis, University of Khartoum, Sudan, p.11
- Faravani, M., S.D. Emami, B.A. Gholami & A. Faravani 2013. The effect of salinity on germination, emergence, seed yield and biomass of black cumin. *J. of Agric. Sci.*, 58(1): 41-49
- Gharby, S., H. Harhar, Z. Bouzoubaa, A. Asdadi, A. El Yadini & Z. Charrouf 2015. Chemical characterization and oxidative stability of seeds and oil of sesame grown in Morocco. *J. of the Saudi Soc. of Agric. Sci.*, (in press)

- Ghouzhd, H.G. 2010. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to black cumin (*Nigella sativa*) production in Iran. *Sci. Res. and Essays*, 5(25): 4107-4109
- Giridhar, K., S.S. Kumari, G.S. Reddy & L.N. Naidu 2015. Nigella: A Seed Spice of Blessing. *Spice India*, pp. 10-18
- Grichar, W.J., P.A. Dotray & D.R. Langham 2012. Sesame (*Sesamum indicum* L.) Growth and Yield as Influenced by Preemergence Herbicides. *In. J. of Agron.*, doi:10.1155/2012/809587
- Heidari, M., M. Galavi & M. Hassani 2011. Effect of sulfur and iron fertilizers on yield, yield components and nutrient uptake in sesame (*Sesamum indicum* L.) under water stress. *Afric. J. of Biotech.*, 10(44): 8816-8822
- Heiss, A.G., H-P. Stika, N. De Zorzi & M. Jursa 2013. Nigella in the Mirror of Time. *Offa*, 69/70: 147-169
- Hess, D.E. & H. Dodo 2004. Potential for sesame to contribute to integrated control of *Striga hermonthica* in the West African Sahel. *Crop protection*, 23(6): 515-522
- Ibrahim, A.F., H.R. El-wekjl, Z.R. Yehia & Sh. A. Shaban 1988. Effect of Some Weed Control treatments on Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Associated Weeds. *J. of Agron. and Crop Sci.*, 160(5): 319-324
- Jamian, S.S., K.S. Asilan, S. Mehrani, A.T. Tabrizi & A. Goharian 2014. Effects of Elevated Temperatures on Seed Germination and Seedling Growth in Three Medicinal Plants. *Int. J. of Agri. Crop Sci.*, 7(4): 173-177
- Jansen, P.C.M. 1981. Spices, condiments and medicinal plants in Ethiopia, their taxonomy and agricultural significance. *Agric. Res. Rep.*, 906: 82-85
- Kabiri, R., H. Farahbakhsh & F. Nasibi 2012. Effect of drought stress and its interaction with salicylic acid on black cumin (*Nigella sativa*) germination and seedling growth. *World Appl. Sci. J.*, 18(4): 520-527
- Kafiriti, E. & O. Mponda 2009. Growth and Production of Sesame. *Encyclopedia of Life Support Systems*, pp.3-7

- Kajihaua, O.E., R.A. Fasasi & Y.M. Atolagbe 2014. Effect of Different Soaking Time and Boiling on the Proximate Composition and Functional Properties of Sprouted Sesame Seed Flour. *Niger. Food J.*, 32(2): 8-15
- Kamal, A. 2012. Physiological and biochemical responses of medicinally important nigella sativa plant in different phases of germination. Ph.D. Thesis, Integral University, Lucknow, chapter 3, pp.3-4
- Kamal, A., J.M. Arif & I.Z. Ahmad 2010. Potential of Nigella sativa L. seed during different phases of germination on inhibition of bacterial growth. *J. of Biotech. and Pharm. Res.*, 1(1): 009-013
- Karuppaiah, V., L. Nadarajan & K. Kumar 2009. Mechanism of Resistance in Sesame genotypes to Antigastra catalaunalis Dup. *Ann. Pl. Protec. Sci.*, 17(2): 337-340
- Khalid, N., Khalid, H., Abdul, M., Farah, K., Shahid, A. & A. Kazim 2010. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. *Afr. J. Biotechnol.*, 9(34): 5475-5480
- Khan, S.A. & B.N. Chatterjee 1982. Fertilizer used by Nigella sativa in West Bengal, India. *In. J. of Agric. Sci.*, 52(6): 384-387
- Maftoun, M. & A.R. Sepaskhah 1978. Effects of temperature and osmotic potential on germination of sunflower and safflower and on hormone-treated sunflower seeds. *Can. J. Plant Sci.*, 58(2): 295-301
- Malhotra, S.K. 2004. Nigella. In: Handbook of Herbs and Spices (ed K.V. Peter), CRC Press, Washington. pp.206-208
- Meena, S.S., M.M. Anwer, R.S. Mehta, G. Lal, K. Kant, Y.K. Sharma, M.K. Vishal, K.L. Jingar & S.R. Meena 2011. Performance of nigella (Nigella sativa L.) as influenced by sowing dates and crop geometry in semi arid eco-system. *In. J. Seed Spices*, 1(1): 8-12
- Meena, S.S., R.S. Mehta, R.D. Meena, R.L. Meena & D.K. Sharma 2014. Economic feasibility of weed management practices in nigella (Nigella sativa L.). *J. Spi. Arom. Crops*, 23(2): 224-228
- Morris, J.B. 2002. Food, Industrial, Nutraceutical and Pharmaceutical Uses of Sesame Genetic Resources. In: Trends in new crops and new uses (eds J. Janick & A. Whipkey), ASHS Press, Alexandria, VA. pp.153-156

- Munawar, M.S., G. Sarwar, S. Raja, E.S. Waghchoure, F. Iftikhar & R. Mahmood 2009. Pollination by Honeybee (*Apis mellifera*) Increases Seed Setting and Yield in Black Seed (*Nigella sativa*). *Int. J. Agric. Biol.*, 11(9): 611-615
- Nafe, N.A., S. Osman, M.E. Khalid & M.K. Sabahelkhier 2010. Photoperiod Response of Different Varieties of Sesame (*Sesamum indicum* L. Wild) Crop Grown in Sudan. *Res. J. of Agric. and Biol. Sci.*, 6(3): 220-227
- Nayar, N.M. & K.L. Mehra 1970. Sesame: Its uses, Botany, Cytogenetics and Origin. *Economic Botany*, 24(1): 20-31
- Paarakh, P.M. 2010. *Nigella sativa* Linn. – A comprehensive review. *Ind. J. Nat. Prod. and Res.*, 1(4): 409-429
- Rabbani, M.A., A. Ghafoor & M.S. Masood 2011. Narc-Kalonji: An early maturing and high yielding variety of *nigella sativa* released for cultivation in Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 43: 191-195
- Rana, S., P.P. Singh, I.S. Naruka & S.S. Rathore 2012. Effect of nitrogen and phosphorus on growth, yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.). *In. J. Seed Spices*, 2(2): 5-8
- Raspudic, E., M. Ivezic, M. Brmez & S. Trdan 2009. Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. *Acta agriculturae Slovenica*, 93(3): 275-283
- Ross, I.A. 2005. In: *Medicinal Plants of the World* (ed A. Thau), Humana Press, New Jersey, pp.488-490
- Sen, N.K. & S.K. Pain 1947. Photoperiodic effect on *Sesamum* in relation to the variations of the environmental factors of the different seasons. *Proc. Nation. Inst. Sci. India*, 14(9): 407-420
- Seyyedi, S.M., P.R. Moghaddam, M. Khajeh-Hosseini & H. Shahandeh 2015. Influence of phosphorus and soil amendments on black seed (*Nigella sativa* L.) oil yield and nutrient uptake. *Ind. Crops and Prod.*, 77: 167-174



- Seyyedi, S.M., P.R. Moghaddam & M.N. Mahallati 2016. Weed competition Periods Affect Grain Yield and Nutrient Uptake of Black Seed (*Nigella sativa* L.). *Hort. Pl. J.*, 2(3): 172-180
- Sharma, S.M. 1995. In: Package of practices for increasing production of sesame (eds P.S. Reddy & D. Pati), Progressive Press Pvt. Ltd., Hyderabad, pp.11-16
- Sogut, T. 2009. Effect of main and second cropping on seed yield, oil and protein content of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Turk. J. of Field Crops*, 14(2): 64-71
- Tabatabaei, S.A. & S.M. Naghibalghora 2014. The Effect of Salinity Stress on germination characteristics and changes of biochemically of sesame seeds. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 2(158): 61-68
- Tekeli, A. 2014. Nutritional Value of Black Cumin (*Nigella sativa*) Meal as an Alternative Protein Source in Poultry Nutrition. *J. Anim. Sci. Adv.*, 4(4): 797-806
- Toncer, O. & S. Kizil 2004. Effect of Seed Rate on Agronomic and Technologic Characters of *Nigella sativa* L. *Int. J. Agric. Biol.*, 6(3): 529-532
- Tuncturk, M., Z. Ekin & D. Turkozu 2005. Response of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) to Different Seed Rates Growth, Yield Components and Essential Oil Content. *J. Agr.*, 4(3): 216-219
- Ucan, K. & F. Killi 2010. Effects of different irrigation programs on flower and capsule numbers and shedding percentage of sesame. *Agric. Water Manag.*, 98(2): 227-233
- Valadabadi, S.A. & H.A. Farahani 2011. Investigation of biofertilizers influence on quantity and quality characteristics in *Nigella sativa* L. *J. of Horticul. and For.*, 3(3): 88-92
- Van Rheenen, H.A. 1972. Major problems of growing sesame (*Sesamum indicum* L.) in Nigeria. Ph.D. Thesis, Wageningen University, p.1
- Verma, J.S. 2006. Insect pest problem in medicinal plants – A review. *Agric. Rev.*, 27(2): 130-136

- Were, B.A., A.O. Onkware, S. Gudu, M. Welander & A.S. Carlsson 2006. Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. *Field Crops Res.*, 97: 254-260
- Williams, V. 2013. In: *Encyclopedia of Cultivated Plants: From Acacia to Zinnia* (ed C. Curno), Volume I: A-F, ABC-CLIO, Santa Barbara, California, pp.682-684
- Zhang, R., C. Guo, W. Zhang, P. Wang, L. Li, X. Duan, Q. Du, L. Zhao, H. Shan, S.A. Hodges, E.M. Kramer, Y. Ren & H. Kong 2012. Disruption of the petal identity gene APETALA3-3 is highly correlated with loss of petals within the buttercup family (Ranunculaceae). *Proceedings of the Nation. Acad. of Sci. of the U.S.A.*, 110(13): 5074-5079

### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ. 2002. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΦΥΤΑ (Βαμβάκι και υπόλοιπα κλωστικά Ελαιοδοτικά-Ζαχαρότευτλα-Καπνός), Εκδόσεις Σταμούλης, σελ.216-220



