



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΠΜΣ: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ-ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

«Επίδραση της θερμοκρασίας, της υδατικής καταπόνησης και της αλατότητας στο ρυθμό φυτρώματος σπόρων τριών ελαιούχων ειδών: *Chenopodium quinoa*, *Camelina sativa* και *Salvia hispanica*».

Παναγιώτης Φ. Μπόκας

Επιβλέπων: Τραυλός Ηλίας, Λέκτορας Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ 2016

Γ Ε Ω Π Ο Ν Ι Κ Ο Π Α Ν Ε Π Ι Σ Τ Η Μ Ι Ο Α Θ Η Ν Ω Ν

Τ Μ Η Μ Α Ε Π Ι Σ Τ Η Μ Η Σ Φ Υ Τ Ι Κ Η Σ Π Α Ρ Α Γ Ω Γ Η Σ

Ε Ρ Γ Α Σ Τ Η Ρ Ι Ο Γ Ε Ω Ρ Γ Ι Α Σ

Π Μ Σ : Ε Π Ι Σ Τ Η Μ Ε Σ Κ Α Ι Σ Υ Σ Τ Η Μ Α Τ Α Φ Υ Τ Ι Κ Η Σ Π Α Ρ Α Γ Ω Γ Η Σ

«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ-ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

«Επίδραση της θερμοκρασίας, της υδατικής καταπόνησης και της αλατότητας στο ρυθμό φυτρώματος σπόρων τριών ελαιούχων ειδών: *Chenopodium quinoa*, *Camelina sativa* και *Salvia hispanica*».

Παναγιώτης Φ. Μπόκας

Επιβλέπων: Τραυλός Ηλίας, Λέκτορας Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ 2016

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

«Επίδραση της θερμοκρασίας, της υδατικής καταπόνησης και της αλατότητας στο ρυθμό φυτρώματος σπόρων τριών ελαιούχων ειδών: *Chenopodium quinoa*, *Camelina sativa* και *Salvia hispanica*».

**Του μεταπτυχιακού φοιτητή
Παναγιώτη Φ. Μπόκα**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Τραυλός Ηλίας: Λέκτορας Γ.Π.Α., Επιβλέπων

Παπαστυλιανού Παναγιώτα: Επίκουρος Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Μπιλάλης Δημήτριος: Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.

Ευχαριστίες

Κατ' αρχάς, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον Λέκτορα κ. Τραυλό Ηλία τόσο για την ανάθεση της παρούσας μελέτης, όσο και για την επίβλεψη και τις παρατηρήσεις του σε όλη τη διάρκεια του πειράματος και κατά τη συγγραφή της μελέτης. Επιπλέον θέλω να ευχαριστήσω την Επίκουρο Καθηγήτρια κ. Παπαστυλιανού Παναγιώτα για την συνεχή καθοδήγηση, τις εύστοχες διορθώσεις και την συνολική της βοήθεια κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος και συγγραφής της εργασίας. Αισθάνομαι ακόμα την ανάγκη να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Μπιλάλη Δημήτριο για την στήριξη του και για το χρόνο που αφιέρωσε στη μελέτη της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α. που συνέβαλαν καθοριστικά στη διεκπεραίωση του πειράματος. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου και τους συμφοιτητές μου που στάθηκαν δίπλα μου κατά τη διάρκεια του Π.Μ.Σ. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την οικονομική και κυρίως για την ηθική τους συμπαράσταση χωρίς την οποία θα ήταν ανέφικτη η ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη προσπαθεί να διερευνήσει την επίδραση της θερμοκρασίας, της αλατότητας και της υδατικής καταπόνησης στο ρυθμό φυτρώματος σπόρων τριών ελαιούχων ειδών. Τα είδη που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η κουινόα (*Chenopodium quinoa*) η καμελίνα (*Camelina sativa*) και η χία (*Salvia hispanica*). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση διαφορών για κάθε φυτικό είδος καθώς και μεταξύ των υποπληθυσμών χίας (λευκοί και μαύροι σπόροι) στην ξηρασία και την αλατότητα σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Έγιναν δύο επεμβάσεις με διάλυμα (NaCl) σε συγκεντρώσεις (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa) για να μελετηθεί η επίδραση της αλατότητας και με διάλυμα Πολυαιθυλενογλυκόλης (PEG 6000) σε συγκεντρώσεις (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa) για να εξεταστεί η επίδραση της ξηρασίας. Για τις ανάγκες του πειράματος μελετήθηκαν επτά θερμοκρασίες (5, 10, 15, 20, 25, 30 και 35 °C). Εγινε καταγραφή των πορειών του φυτρώματος και των τελικών ποσοστών βλάστησης καθώς και προσδιορισμός του χρόνου που απαιτήθηκε για τη βλάστηση του 50% του συνολικού αριθμού σπόρων που φύτευαν. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η κουινόα είναι ανθεκτική στην ξηρασία, στην αλατότητα και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Η καμελίνα έχει αντοχή στην ξηρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες όμως παρουσιάζει ευαισθησία σε υψηλά επίπεδα αλατότητας. Η χία είναι ευαίσθητη στην αλατότητα στην ξηρασία και τις χαμηλές θερμοκρασίες. Οι δύο υποπληθυσμοί χίας αντέδρασαν διαφορετικά σε συνθήκες ξηρασίας και αλατότητας καθώς διέφεραν στο τελικό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων.

Λέξεις κλειδιά: κουινόα, καμελίνα, χία, αλατότητα, θερμοκρασία, υδατική καταπόνηση, σπόροι, Πολυαιθυλενογλυκόλη, βλαστικότητα

Abstract

This postgraduate study tries to investigate the effect of temperature, salinity and water stress on seed germination rate of three oil types. The species employed were the quinoa (*Chenopodium quinoa*), camelina (*Camelina sativa*) and chia (*Salvia hispanica*). The experiment was carried out in the agriculture laboratory of the Agricultural University of Athens. The aim of the study was to investigate differences for each plant species as well as differences among the subpopulations of chia (white and black seeds) in drought and salinity at different temperatures. Two interventions were made with a solution (NaCl) at different concentrations (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa) in order to study the effect of salinity, and with a solution of Polyethylene Glycol (PEG 6000) at concentrations (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa) to examine the effect of drought. For the purposes of the experiment seven temperatures were studied (5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C). A record of the course of germination and final germination rates was kept as well as a specification of the required time for germination of 50% of the total number of growing seeds. Results showed that Quinoa is resistant to drought, salinity and low temperatures. Camelina is also resistant to drought and low temperatures, but it is sensitive to high levels of salinity. Chia is sensitive to salinity, drought and low temperatures. The two subpopulations of Chia reacted differently to conditions of drought and salinity, as they differed to the final proportion of germinated seeds.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, *Camelina sativa*, *Salvia hispanica*, salinity, water stress, temperature, seeds, Polyethylene Glycol, germination

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	4
Abstract	5
1. Εισαγωγή	11
1.1 Καμελίνα (<i>Camelina sativa</i> L. Crantz).....	11
1.1.1 Ταξινόμηση.....	12
1.1.2 Μορφολογία.....	12
1.1.3 Βιολογία.....	13
1.1.4 Χρήσεις και διατροφική αξία	14
1.2 Χία (<i>Salvia hispanica</i> L.).....	15
1.2.1 Ταξινόμηση.....	16
1.2.2 Μορφολογία.....	16
1.2.3 Βιολογία.....	17
1.2.4 Διατροφική αξία	18
1.3 Κουινόα (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	19
1.3.1 Ταξινόμηση.....	20

1.3.2 Μορφολογία.....	21
1.3.3 Βιολογία.....	22
1.3.4 Διατροφική αξία-χρησεις	23
1.4 Δομή και βλάστηση σπόρων	25
1.4.1 Γενικά.....	25
1.4.2 Δομή σπερμάτων	27
1.4.3 Βλάστηση των σπερμάτων	27
1.4.4 Τρόποι βλάστησης των σπερμάτων	28
1.4.5 Λήθαργος των σπερμάτων	29
1.5 Παράγοντες που επιδρούν στο φύτρωμα.....	30
1.5.1 Υδατική καταπόνηση.....	30
1.5.2 Αλατότητα	32
1.5.3 θερμοκρασία	36
1.6 Σκοπός πειράματος	38
2. Υλικά και μέθοδοι	39
2.1 Γενικά	39
2.2 Αναλυτική περιγραφή πειράματος	40
2.3 Μετρήσεις	41

3. Αποτελέσματα	43
3.1 Πορείες φυτρώματος	43
3.1.1 Πορείες φυτρώματος σπόρων κουνιάς σε υδατική καταπόνηση	43
3.1.2 Πορείες φυτρώματος σπόρων καμελίνας σε υδατική καταπόνηση.....	50
3.1.3 Πορείες φυτρώματος μαύρων σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση.....	57
3.1.4 Πορείες φυτρώματος λευκών σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση.....	64
3.1.5 Πορείες φυτρώματος σπόρων κουνιάς σε αλατότητα	71
3.1.6 Πορείες φυτρώματος σπόρων καμελίνας σε αλατότητα.....	78
3.1.7 Πορείες φυτρώματος μαύρων σπόρων χίας σε αλατότητα	85
3.1.8 Πορείες φυτρώματος λευκών σπόρων χίας σε αλατότητα	92
3.2 Τελικά ποσοστά βλάστησης	99
3.2.1 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων κουνιάς σε υδατική καταπόνηση	99
3.2.2 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων καμελίνας σε υδατική καταπόνηση	100
3.2.3 Τελικά ποσοστά βλάστησης μαύρων σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση	102
3.2.4 Τελικά ποσοστά βλάστησης λευκών σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση	103
3.2.5 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων κουνιάς σε αλατότητα	104
3.2.6 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων καμελίνας σε αλατότητα	106
3.2.7 Τελικά ποσοστά βλάστησης μαύρων σπόρων χίας σε αλατότητα.....	107

3.2.8 Τελικά ποσοστά βλάστησης λευκών σπόρων χίας σε αλατότητα	108
3.3 Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης	109
3.3.1 Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης σε υδατική καταπόνηση.....	109
3.3.2 Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης σε αλατότητα.....	117
3.3.3 Ανάλυση παραλλακτικότητας των δύο υποπληθυσμών χίας.....	126
3.4 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού.....	128
3.4.1 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων κουνιάς σε υδατική καταπόνηση.....	128
3.4.2 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων καμελίνας σε υδατική καταπόνηση.....	129
3.4.3 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού μαύρων σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση.....	130
3.4.4 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού λευκών σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση	132
3.4.5 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων κουνιάς σε αλατότητα	133
3.4.6 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων καμελίνας σε αλατότητα	135
3.4.7 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού μαύρων σπόρων χίας σε αλατότητα	136

3.4.8 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού λευκών σπόρων χίας σε αλατότητα.....	137
3.5 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού.....	138
3.5.1 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε υδατική καταπόνηση.....	138
3.5.2 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε αλατότητα.....	146
3.5.3 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% των δύο υποπληθυσμών χίας	155
3.6 Οριακές θερμοκρασίες.....	157
4. Συζήτηση - Συμπεράσματα.....	160
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	162

1. Εισαγωγή

1.1 Καμελίνα (*Camelina sativa* L. Crantz)

Η καμελίνα (*Camelina* spp) πιθανότατα προέρχεται από την νοτιοανατολική Ευρώπη και τη νοτιοδυτική Ασία (Francis and Warwick 2009), αν και η ακριβής περιοχή παραμένει άγνωστη. Έγινε μοριακή ανάλυση ενός αριθμού ποικιλιών του είδους *C. sativa* με ρωσο-ουκρανική προέλευση και αποκαλύφθηκε ότι αυτή η περιοχή είναι σημαντική για τη γενετική ποικιλομορφία της *C. sativa*, γεγονός που υποδηλώνει ότι θα μπορούσε να είναι το κέντρο καταγωγής για το είδος αυτό (Ghamkhar et al. 2010). Αρχαιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι η καλλιέργεια της καμελίνας άρχισε στη νεολιθική εποχή στη νοτιοανατολική Ευρώπη αν και από την εποχή του σιδήρου ήταν μια σημαντική καλλιέργεια σε όλη σχεδόν την Ευρώπη. Η καλλιέργεια μειώθηκε κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα αλλά εξακολουθεί να αναφέρεται ως τα μέσα του 20ου αιώνα (Knörzer, 1978). Η καμελίνα πιθανότατα εισήχθη στη Βόρεια Αμερική ως πρόσμειξη με σπόρους λιναριού ή άλλων καλλιεργειών (Putnam et al 1993, Francis and Warwick 2009). Στον Καναδά η καμελίνα αναφέρθηκε για πρώτη φορά στη Μανιτόμπα το 1863. Από τις αρχές έως τα μέσα του 1900 η καμελίνα έχει θεωρηθεί ως μια πιθανή καλλιέργεια στη Βόρεια Αμερική, αλλά αν και η καλλιέργεια της πραγματοποιείται σε μικρή κλίμακα, η εμπορική καλλιέργεια άρχισε μόλις στα τέλη του 1990 (Francis and Warwick, 2009). Παραδοσιακά καλλιεργείται για τους σπόρους από τους οποίους παράγεται φυτικό έλαιο καθώς και για ζωοτροφές. Αρχαιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι καλλιεργείται στην Ευρώπη για τουλάχιστον 3.000 χρόνια. Τα πρώτα στοιχεία βρέθηκαν στην Ελβετία τη νεολιθική εποχή (δεύτερη χιλιετία π.Χ.), στην Ελλάδα την εποχή του χαλκού (τρίτη χιλιετία π.Χ.), και στη Ρουμανία (περίπου 2200 π.Χ.). Κατά τη διάρκεια της εποχής του Χαλκού και του Σιδήρου, ήταν μια σημαντική καλλιέργεια στη Βόρεια Ελλάδα πέρα από την καλλιέργεια της ελιάς (Dalby and Andrew, 2003). Ήδη από το 600 π.Χ., καλλιεργούνταν ως μονοκαλλιέργεια γύρω από την κοιλάδα του ποταμού Ρήνου, και πιστεύεται ότι έχει εξαπλωθεί κυρίως ως συνυπάρχων ζιζάνιο με το λινάρι. Μέχρι τη δεκαετία του 1940, η καμελίνα ήταν μια σημαντική καλλιέργεια για την παραγωγή φυτικού ελαίου στην ανατολική και κεντρική Ευρώπη, και σήμερα συνεχίζει να καλλιεργείται σε μερικά μέρη της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής για το έλαιο του σπόρου της. Το έλαιο της καμελίνας χρησιμοποιήθηκε σε λάμπες πετρελαίου (μέχρι τη σύγχρονη αξιοποίηση του φυσικού αερίου, του προπανίου και της ηλεκτρικής ενέργειας) και ως εδώδιμο έλαιο λιναριού (Ehrensing et al., 2008).

1.1.1 Ταξινόμηση

Η καμελίνα (*Camelina*) είναι γένος δικοτυλήδων ποωδών φυτών της οικογένειας των σταυρανθών, τα οποία απαντώνται στην λεκάνη της Μεσογείου. Ο λατινικός όρος «*Camelina*» προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «χαμαί» που σημαίνει κάτω, επί του εδάφους, και «λίνον» που η ετυμολογία του είναι, λινάρι (βοτανική) ή οποιοδήποτε υλικό κατασκευασμένο από λινάρι. Κατατάσσεται στα αγγειόσπερμα και στην τάξη των Brassicales (Al-Shehbaz et al., 2006). Μερικά από τα είδη του γένους Καμελίνα είναι:

- Καμελίνα η μικρόκαρπη
- Καμελίνα η Ρουμελική
- Καμελίνα η εδώδιμη ή Χαμαίλινο το ήμερο

1.1.2 Μορφολογία

Η καμελίνα (εικόνα 1) είναι ένα ποώδες ετήσιο ή χειμερινό μονοετές φυτό, με κύρια ρίζα. Είναι φυτά όρθια και τυπικά φτάνουν σε ύψη μεταξύ 30 και 90 cm (Putnam et al., 1993, Francis and Warwick, 2009). Οι μίσχοι στα φύλλα εναλλάσσονται, και έχουν σχήμα λόγχης. Έχουν μήκος συνήθως 2-8 cm και πλάτος 2 έως 10 mm και μπορεί να είναι λεία ή να έχουν λίγα τριχίδια (Francis and Warwick, 2009). Τα στελέχη είναι ενιαία, συνήθως διακλαδισμένα και μπορεί να γίνουν ξυλώδη καθώς ωριμάζουν. Τα στελέχη μπορεί να είναι λεία ή μπορεί να έχουν αραιά τριχίδια (Putnam et al., 1993, Francis and Warwick, 2009). Τα άνθη είναι μικρά και έχουν κίτρινο ή πρασινοκίτρινο χρώμα. Τα πέταλα είναι τέσσερα και έχουν 4 έως 5 mm μήκος. Τα σέπαλα είναι τέσσερα και είναι όρθια. Οι στήμονες είναι έξι και βρίσκονται σε τρία ζεύγη άνισου μήκους (Francis and Warwick, 2009). Η ταξιανθία είναι βότρυς με τα άνθη να καταλήγουν σε συγκάρπια και στερείται βράκτιων φύλλων (Francis and Warwick, 2009). Το σχήμα των καρπών είναι σε σχήμα αχλαδιού, είναι λείοι και δερματώδεις, με μήκος 7 έως 9 mm και μοιάζουν με τους σπόρους του λιναριού (Francis and Warwick, 2009). Οι σπόροι είναι μικροί, με ανοιχτό κίτρινο-καφέ χρώμα, είναι μακριοί από 2 έως 3 mm και τραχείς, και έχουν ραβδώσεις στην επιφάνεια τους (Putnam et al 1993, Francis and Warwick, 2009). Οι σπόροι συνήθως περιέχουν 38 έως 43% έλαιο και 27 έως 32% πρωτεΐνη (Gugel and Falk, 2006).



Εικόνα 1. Φυτό καμελίνας

1.1.3 Βιολογία

Η καμελίνα συνήθως σπέρνεται την άνοιξη από Μάρτιο έως Μάιο (Gugel and Falk 2006, Urbaniak et al., 2008). Η χειμερινή σπορά επίσης ερευνάται (Robinson 1987, Putnam et al., 1993) αν και αυτή τη στιγμή αυτό δεν αποτελεί κοινή πρακτική. Οι σπόροι φυτεύονται σε μικρό βάθος και πρέπει να έχουν καλή επαφή με το χώμα (Putnam et al., 1993). Είναι σε θέση να αναπτυχθεί στους περισσότερους τύπους εδάφους (Porcher 1863, Anderson and Olsson 1950, Gugel and Falk 2006). Όταν καλλιεργηθεί σε άγονα εδάφη έχει αναφερθεί ότι αναπτύσσεται καλά (Porcher 1863, Putnam et al., 1993, Gehringer et al., 2006, Ehrensing and Guy, 2008). Σε γενικές γραμμές ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την σπορά και τη συγκομιδή της ελαιοκράμβης και του σιναπιού είναι κατάλληλος και για την καμελίνα (Gugel and Falk, 2006). Είναι μια καλλιέργεια μικρής περιόδου που λήγει σε 85 με 100 ημέρες (Gugel and Falk, 2006). Η καμελίνα είναι κατά κύριο λόγο φυτό αυτοεπικονίασης (Plessers et al., 1962, Zubr 1997, Mulligan 2002). Έχει προταθεί η διασταυρούμενη επικονίαση η οποία πραγματοποιείται από τα έντομα, και ιδίως από τις μέλισσες (Blamey and Grey-Wilson, 1989). Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Σουηδία μετρήθηκε η ποσοτική κατανομή των εργατριών μελισσών (*Bombus* spp.) σε διάφορες γεωργικές καλλιέργειες και διαπιστώθηκε ότι στην καμελίνα βρίσκονταν αγριομέλισσες σε συχνότητα παρόμοια με το λινάρι (*Linum usitatissimum* L.) και την ελαιοκράμβη (*Brassica napus* var. *oleifera*) (Friden, 1972). Η ανθοφορία και η

επικονίαση της καμελίνας έχουν περιγραφεί από τους Tedin (1922) και Schultze-Motel (1939). Τα λουλούδια μπορούν να ανοίξουν σε διαφορετικές ώρες καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, αλλά η πλειοψηφία τους ανοίγει στις πρωινές ώρες. Μία έως δύο ώρες πριν από το άνοιγμα των ανθέων, οι ανθήρες είναι ώριμοι. Όταν το άνθος δεν ανοίγει, οι τέσσερις μεγαλύτεροι στήμονες έχουν φτάσει ήδη στο ίδιο ύψος με το στίγμα, και οι ανθήρες ανοίγουν διάπλατα. Οι ανθήρες στους δύο μικρότερους στήμονες θα ανοίξουν μόνο μερικές ώρες από τη στιγμή που το άνθος είναι ανοιχτό. Τη νύχτα το κλείσιμο των ανθέων προκαλεί τους εσωτερικούς ανθήρες των τεσσάρων μεγαλύτερων στημόνων να πιέσουν ενάντια στο στίγμα. Σε αυτό το σημείο, οι ανθήρες έχουν λιγότερη γύρη, αλλά δεν είναι ακόμα τελείως κενοί. Την επόμενη μέρα το άνθος θα ανοίξει και πάλι. Οι ανθήρες στους στήμονες θα είναι άδειοι, ενώ οι ανθήρες στους δύο μικρότερους στήμονες μπορεί να εξακολουθούν να περιέχουν κάποια μικρή ποσότητα γύρης. Τη δεύτερη ημέρα τα πέταλα θα αρχίσουν να μαραίνονται και στις επόμενες δύο με τρεις ημέρες και τα δύο πέταλα και σέπαλα θα πέσουν.

1.1.4 Χρήσεις και διατροφική αξία

Για μεγάλο χρονικό διάστημα η καλλιέργεια καμελίνας ήταν γνωστή κυρίως στη Βόρεια Αμερική ως ζιζάνιο. Πιο πρόσφατα, η καμελίνα αναγνωρίστηκε για την αξία της ως καλλιέργεια ελαιούχων σπόρων. Η περιεκτικότητα σε έλαιο του σπόρου, είναι τυπικά μεταξύ 30 και 40% επί του ξηρού βάρους. Το λάδι περιέχει περίπου 64% πολυακόρεστα, περίπου 30% μονοακόρεστα και 6% κορεσμένα λιπαρά οξέα (McVay and Lamb, 2008). Το έλαιο της καμελίνας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βρώσιμα και βιομηχανικά προϊόντα. Ιστορικά, οι σπόροι της καμελίνας είχαν συνθλιβεί και βραστεί για να απελευθερώσουν έλαιο για τρόφιμα, για ιατρική χρήση καθώς και για λάμπες πετρελαίου. Πιο πρόσφατα η καμελίνα καλλιεργήθηκε ως πηγή φυτικού ελαίου με υψηλή περιεκτικότητα σε ωμέγα-3 λιπαρά οξέα. Επίσης στην Ευρώπη γίνεται εμπόριο καμελίνας για παρασκευή σάλτσας και μαγειρικού λαδιού. Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει τη δυνατότητα εφαρμογής της καμελίνας για τροφή ή ως συστατικό ζωοτροφών για ζώα κρεατοπαραγωγής όπως κοτόπουλα, μοσχάρια, γαλακτοκομικά βοοειδή και για ψάρια όπως είναι ο σολομός με το πρόσθετο πλεονέκτημα της αύξησης των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων των παραχθέντων κρεάτων, αυγών και γαλακτοκομικών προϊόντων (McVay and Lamb, 2007). Η Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) έχει εγκρίνει τη χρήση της καμελίνας για σιτηρέσιο το οποίο καλύπτει έως και το 10% της διατροφής των βοοειδών κρεατοπαραγωγής που τρέφονται σε περιφραγμένους χώρους, καθώς και για κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής και ωοπαραγωγής. Έχει επίσης εγκριθεί στη δίαιτα των προς πάχυνση χοίρων σε περιεκτικότητα έως και 2%. Ωστόσο χρησιμοποιείται τόσο σε καλλυντικά, όσο και σε προϊόντα φροντίδας του δέρματος, σε σαπούνια και σε απορρυπαντικά (Ehrensing και Guy, 2008). Σήμερα το έλαιο καμελίνας χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων (McVay and Lamb

2007, El Bassam 2010). Η κύρια αγορά των βιοκαυσίμων περιλαμβάνει την εμπορική αεροπορική βιομηχανία, καθώς και το στρατιωτικό τομέα. Ένας αριθμός από άλλες βιομηχανικές χρήσεις για το έλαιο καμελίνας έχουν προταθεί συμπεριλαμβανομένης της χρήσης σε βαφές, μελάνια, σαπούνια, βερνίκια, λιπαντικά και καλλυντικά (El Bassam, 2010). Στην καμελίνα έχουν βρεθεί εξαιρετικά υψηλά επίπεδα (μέχρι 45%) ωμέγα-3 λιπαρών οξέων, κάτι ασυνήθιστο σε τροφές φυτικής προέλευσης. Οι σπόροι περιέχουν 38 ως 43% έλαιο και 27 ως 32% πρωτεΐνη. Πάνω από το 50% των λιπαρών οξέων είναι πολυακόρεστα. Το έλαιο είναι επίσης πολύ πλούσιο σε φυσικά αντιοξειδωτικά, όπως τοκοφερόλες, καθιστώντας αυτό το εξαιρετικά σταθερό έλαιο πολύ ανθεκτικό στην οξείδωση και το τάγγισμα. Περιέχει 1-3% ερουκικό οξύ και η περιεκτικότητα σε βιταμίνη E είναι περίπου 110 mg/100g. Το έλαιο της καμελίνας έχει γεύση και άρωμα αμυγδάλου (Gugel and Falk K.C., 2006).

1.2 Χία (*Salvia hispanica* L.)

Η χία είναι ένα ετήσιο φυτό το οποίο προέρχεται από το νοτιοδυτικό Μεξικό και τη βορειοδυτική Κεντρική Αμερική. Οι φυλές των Αζτέκων και των Μάγια, οι οποίοι εγκαταστάθηκαν στις περιοχές αυτές το κατανάλωναν από την προ-Κολομβιανή εποχή για την κάλυψη των καθημερινών διατροφικών τους αναγκών. (Álvarez-Chávez et al, 2008). Στην Κεντρική Αμερική υπήρχαν τουλάχιστον είκοσι καλλιεργούμενα είδη φυτών με διαφορετικές χρήσεις. Ξεχώρισαν λόγω της θρεπτικής τους αξίας, τον αμάραντο, τα φασόλια, τη χία και το καλαμπόκι, που αποτελούσαν της κύριες τροφές στην καθημερινή τους διατροφή. Ο σπόρος της χίας, σύμφωνα με επιστημονικά στοιχεία, άρχισε να χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση περίπου το 3.500 π.Χ. Μεταξύ του 2600 π.Χ. και του 2000 π.Χ., αναπτύχθηκε στην κοιλάδα του Μεξικού και μεταξύ 1500 π.Χ. και 900 π.Χ., χρησιμοποιήθηκε ως νόμισμα στο κεντρικό Μεξικό. Χρησιμοποιήθηκε σε καθημερινά γεύματα αναμιγμένο με άλλα τρόφιμα ενώ είχε και ιατρική χρήση καθώς το λάδι το ποίο προερχόταν από τους σπόρους του διέθετε φαρμακευτικές ιδιότητες. Η καλλιέργεια της χίας μειώθηκε μετά την ανακάλυψη της Αμερικής. Σήμερα, το είδος περιορίζεται σε λίγα στρέμματα με μικρή δυνατότητα αύξησης του, λόγω κοινωνικών και πολιτικών παραγόντων. Ωστόσο, λόγω των εξαιρετικών της ιδιοτήτων, έχει αρχίσει να αναπτύσσεται συστηματικά σε διάφορες χώρες (Ayerza and Coates, 2005). Δεν είναι ευρέως γνωστό στην Ευρώπη ωστόσο το 2009 η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε τους σπόρους χίας ως νέου τροφίμου, επιτρέποντάς τους να περιλαμβάνονται μέχρι και στο 5% της συνολικής ποσότητας του παραγόμενου ψωμιού. Σήμερα η χία καλλιεργείται κυρίως στο Μεξικό, τη Βολιβία, την Αργεντινή, τον Ισημερινό την Αυστραλία και τη Γουατεμάλα, και έχει αποδειχθεί ότι έχει μεγάλες δυνατότητες σε μια μελλοντική εγκατάσταση καλλιεργειών (Guiotto et al, 2013). Η χημική του σύνθεση και η θρεπτική του αξία με κύρια πηγή τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, τα αντιοξειδωτικά και τις φυτικές ίνες, δίνει μεγάλες δυνατότητες για την ενσωμάτωση του στην βιομηχανία και τις αγορές των τροφίμων (Ayerza and Coates, 2005).

1.2.1 Ταξινόμηση

Η *Salvia hispanica* L. κοινώς γνωστό ως χία, είναι ένα είδος ανθοφόρων φυτών της οικογένειας Lamiaceae, στο γένος *salvia* και ανήκει στα αγγειόσπερμα και είναι γηγενές είδος του κεντρικού και νότιου Μεξικού και της Γουατεμάλας. Η λέξη "χία" προέρχεται από τη λέξη Nahuatl, που σημαίνει λιπαρό (Cahill et al, 2003). Ο μεγαλύτερος αριθμός των ειδών *Salvia* βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Μεξικού από 500- 1.700 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η οικογένεια Lamiaceae αποτελείται από 224 γένη και περίπου 5.600 είδη από όλο τον κόσμο (Dominguez-Vazquez et al., 2002). Στο Μεξικό το γένος *Salvia* είναι από τα πιο πολυάριθμα γένη της οικογένειας Lamiaceae. Οι βοτανολόγοι εκτιμούν ότι στο Μεξικό υπάρχουν 275 είδη, 88 % από τα οποία είναι ενδημικά, με το γένος να έχει μετακινηθεί σε όλα τα πιθανά ενδιαιτήματα (Rzedowski, 1978, Ramamoorthy and Elliot, 1993).

1.2.2 Μορφολογία

Η πρώτη καλλιέργεια απαιτεί πέντε μήνες κατά τους οποίους η χία γίνεται μικρό φυτό και φτάνει σε ύψος περίπου ένα μέτρο. Είναι ένα φυτό με μοβ ή λευκά άνθη (εικόνα 2). Τα άνθη παράγονται σε κορυφαίο ή μασχαλιαίο στάχυ σε ομάδες και προστατεύονται από μικρού μεγέθους βράκτια φύλλα με μικρές μυτερές άκρες. Αναγνωρίζονται εύκολα από τον τετράγωνο μίσχο τους και από τα απλά ζεύγη φύλλων που συνήθως είναι βελούδινα ή τριχωτά. Τα φύλλα είναι συχνά ρυτιδωτά, ολόκληρα, οδοντωτά και με λοβούς. Τα άνθη και οι μίσχοι είναι τα βασικά χαρακτηριστικά για την ταυτοποίηση του γένους (Hedge 1974, Codd 1985). Υπάρχουν τέσσερις στήμονες, αλλά μόνο δύο φέρουν ανθήρες. Τέλος αναπτύσσεται καλύτερα κάτω από συνθήκες υψηλής ηλιοφάνειας σε καλά στραγγισμένα εδάφη. Το φυτό παράγει μικρούς λευκούς και σκούρους σπόρους. Το 25-38% του βάρους του είναι έλαιο και περιέχει το υψηλότερο ποσοστό σε α-λινολενικό οξύ (-60%) σε σχέση με άλλες πηγές φυτικής προέλευσης που είναι γνωστές μέχρι σήμερα (Ayerza, 1995). Το φυτό είναι ευαίσθητο στο φως της ημέρας και οι σπόροι έχουν οβάλ σχήμα και μέγεθος 2,0×1,5 mm (Ayerza and Coates, 2005). Οι περισσότερες ποικιλίες χίας που καλλιεργούνται σήμερα, περιέχουν χαμηλό ποσοστό λευκών σπόρων. Οι λευκοί σπόροι προέρχονται από φυτά τα οποία είναι κωδικοποιημένα με ένα ενιαίο υπολειπόμενο γονίδιο. Σε γενικές γραμμές, υπάρχει μια μικρή διαφορά μεγέθους μεταξύ των λευκών και των μαύρων σπόρων, καθώς οι λευκοί σπόροι είναι κάπως μεγαλύτεροι από τους μαύρους. Επίσης υπάρχουν ορισμένες διαφορές στην περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες και την σύνθεση λιπαρών οξέων. Πλέον οι ποικιλίες χίας που καλλιεργούνται για εμπορική εκμετάλλευση σήμερα περιέχουν χαμηλό ποσοστό λευκών σπόρων (Ayerza and Coates, 2005).



Εικόνα 2. Φυτό και σπόροι χίας

1.2.3 Βιολογία

Το φυτό της χίας ευδοκίμει σε τροπικό ή υποτροπικό κλίμα. Τα φυτά δεν είναι ανθεκτικά στον παγετό και σε ορισμένα μέρη της Ευρώπης καλλιεργούνται σε θερμοκήπια (Huxley, 1992). Στην Αργεντινή, τη Βολιβία και το Μεξικό η χία είναι μια καλοκαιρινή-φθινοπωρινή καλλιέργεια παρόμοια με το καλαμπόκι και τη σόγια. Αναπτύσσεται καλύτερα σε αμμώδη εδάφη, ωστόσο μπορεί να καλλιεργηθεί σε αργιλοπηλώδη εδάφη εφόσον υπάρχει καλή αποστράγγιση. Σε πειράματα που έγιναν στον αγρό βρέθηκε ότι η χία αναπτύσσεται καλά σε εδάφη που περιέχουν διαφορετικά επίπεδα θρεπτικών συστατικών. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο φαίνεται ότι αποτελεί παρεμποδιστικό παράγοντα για την αποδοτική βλαστικότητα των σπόρων της. Για την σπορά της απαιτούνται 6-8 κιλά σπόρου ανά 10 στρέμματα, με τις γραμμές φύτευσης να απέχουν 0,70 ή 0,80 m στην Αργεντινή και τη Βολιβία.

και 0,75 m στο Μεξικό. Ο σπόρος πρέπει να φυτευτεί σε βάθος μικρότερο των 10 mm. Οι σπόροι χίας χρειάζονται υγρό έδαφος για να βλαστήσουν, και μπορούν να αναπτυχθούν κάτω από ένα ευρύ φάσμα βροχοπτώσεων που κυμαίνεται από 400 έως 1100 mm. Οι πρώτες σαράντα πέντε ημέρες από τη βλάστηση του σπόρου είναι κρίσιμες, επειδή η χία αναπτύσσεται πολύ αργά και τα ζιζάνια μπορούν να την ανταγωνιστούν για το φως, τα θρεπτικά συστατικά και το νερό. Η χία είναι ευαίσθητη στην μεγάλη φωτοπερίοδο, έτσι η καλλιεργητική περίοδος εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος όπου φυτεύεται. Για παράδειγμα μια σπορά στο La Union, Valle del Cauca της Κολομβίας, συγκομίζεται σε 90 ημέρες ενώ η ίδια σπορά στο El Carril, Salta της Αργεντινής χρειάζεται 150 ημέρες. Σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη όπως στο Choele-Choel της Αργεντινής και την Tucson της Αριζόνας τα φυτά δεν παράγουν σπόρους γιατί το φυτό έχει νεκρωθεί πριν την άνθηση (Coates and Ayerza, 1996, 1997, 1998). Η χία διαθέτει έναν αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=12$, το χαμηλότερο αριθμό χρωμοσωμάτων στο γένος. Οι χαρακτηριστικοί στήμονες, το σχήμα του άνθους, καθώς και το χρώμα δείχνουν ότι η χία είναι ετερόγαμο είδος (μεταφέρει τη γύρη από τον ανθήρα του άνθους ενός φυτού στο στίγμα του άνθους ενός γενετικά διαφορετικού φυτού) και εντομόφιλο (επικονιάζονται από έντομα) (Ayerza and Coates, 2005). Συγκριτικές μορφολογικές αναλύσεις των ανθέων του είδους *Salvia* δείχνουν ότι τα μικρά άνθη (3-4 mm) της χίας αντικατοπτρίζουν ένα εξαιρετικά αυτο-γονιμοποιούμενο σύστημα αναπαραγωγής. Οι μικρές στεφάνες συντηγμένων μερών ανθέων, και η τάση για αυτο-γονιμοποίηση δεν ευνοούν την κατάρτιση προγραμμάτων αναπαραγωγής. Η χία παρουσιάζει αρκετές αλλαγές στην ποιότητα των χαρακτηριστικών της συμπεριλαμβανομένων των σπόρων, οι οποίες αφορούν το χρώμα του τριχώματος, τον θρυμματισμό τους και την εξέλιξη τους με την καλλιέργεια (Cahil and Provance 2001).

1.2.4 Διατροφική αξία

Ο σπόρος της χίας αποτελεί μια πηγή πλούσια σε έλαια, πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, μέταλλα και πολυφαινολικές ενώσεις. Έχει υψηλή περιεκτικότητά σε έλαιο, το οποίο είναι πλούσια πηγή πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA). Το έλαιο της χίας είναι μοναδικό διότι περιέχει την υψηλότερη αναλογία σε α -λινολεϊκό οξύ (ALA) από οποιαδήποτε γνωστή φυσική πηγή το οποίο φτάνει έως 68% σε σύγκριση με 36% και 57% για την καμελίνα (*Camelina sativa L.*) και το λινάρι (*Linum usitatissimum L.*) αντίστοιχα. (Ayerza, 1995, Coates and Ayerza, 1996). Το α -λινολεϊκό οξύ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία και χρησιμοποιείται σε διάφορα τρόφιμα και καλλυντικά. Επιπλέον οι σπόροι και το έλαιο χίας είναι μια πλούσια πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών ουσιών όπως είναι τοκοφερόλες, φυτοστερόλες, καροτενοειδή και φαινολικές ενώσεις όπως το γλωρογενικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, η μυρικετίνη, η κερκετίνη και η καμφερόλη η οποία έχει ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου και προστατεύει τους καταναλωτές έναντι πολλών ασθενειών (Nijveldt et al., 2001). Επίσης οι σπόροι χίας είναι σημαντικές πρώτες ύλες για παραγωγή τροφίμων λόγω των βιοενεργών συστατικών τους, προσφέροντας

πλεονεκτήματα έναντι άλλων διαθέσιμων N-3 πηγών (Coates and Ayerza, 1996). Έχουν πρόσφατα περιγραφεί οφέλη των σπόρων χίας για την ανθρώπινη υγεία και τη διατροφή επειδή τα βιοενεργά συστατικά της βρέθηκε ότι έχουν πολλαπλά οφέλη για την υγεία και την βελτίωση των βιολογικών δεικτών που σχετίζονται με τις φλεγμονές και τις καρδιαγγειακές ασθένειες. Επίσης γίνεται ομοιόσταση της γλυκόζης του αίματος και αντίσταση στην ινσουλίνη, χωρίς την ύπαρξη αρνητικών επιπτώσεων (Vuksan et al., 2007, Vuksan et al., 2010). Τα τελευταία χρόνια ο σπόρος χίας έχει γίνει όλο και πιο σημαντικός για την ανθρώπινη υγεία και τη διατροφή λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε α-λινολεϊκό οξύ και για τις ευεργετικές επιδράσεις του στην υγεία που μπορεί να προκύψουν από την κατανάλωση του συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης της χοληστερόλης και της υπέρτασης επίσης το έλαιο από τους σπόρους χίας μπορεί να εφαρμοστεί στην επιδερμίδα για την αντιμετώπιση διάφορων δερματικών παθήσεων όπως είναι ο κνησμός και η ξηροδερμία. (Albert et al., 2005, Garg et al., 2006). Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες είναι υψηλότερη από άλλες παραδοσιακές καλλιέργειες όπως τα σιτάρι, καλαμπόκι, ρύζι, βρώμη, κριθάρι. Μελέτες έχουν δείξει επίσης ότι οι σπόροι χίας μπορούν να ενσωματωθούν στη διαίτα του ανθρώπου και να αναμιχθούν με άλλα σιτηρά για να παράγουν μια πιο ισορροπημένη πηγή πρωτεΐνης (Fernandez et al., 2005, Pallaro et al., 2004). Μελέτες έχουν δείξει ότι το έλαιο ή τα υποπροϊόντα του μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις βιομηχανίες ζωοτροφών, για να αυξηθούν τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα στα ζωικά προϊόντα για την βελτίωση της θρεπτικής τους αξίας ενώ χρησιμοποιείται και στην εκτροφή των κοτόπουλων για να έχουν τα αυγά υψηλότερη περιεκτικότητα σε ωμέγα-3 λιπαρά οξέα (Coates and Ayerza, 2009).

1.3 Κουνόα (*Chenopodium quinoa* Willd)

Η κουνόα (*Chenopodium quinoa* Willd) προέρχεται από τη Νότια Αμερική και συγκεκριμένα από την περιοχή των Άνδεων και αποτελεί την αρχαιότερη καλλιέργεια της Αμερικής. Υπάρχουν μάλιστα ευρήματα στην περιοχή της Χιλής, που συνηγορούν στο ότι η κουνόα καλλιεργούνταν ακόμα πριν από το 3000 π.Χ. Στο Περού υπάρχουν ευρήματα που αποδεικνύουν καλλιέργεια κουνόας πριν και από το 5000 π.Χ. Οι πολεμιστές των Ίνκας έτρωγαν κουνόα για να έχουν αυξημένο σφρίγος. Λόγω της σημασίας που είχε στη ζωή των Ίνκας αναφέρεται ως «ο χρυσός των Ίνκας». Η σημασία που είχε η κουνόα για τους Ίνκας φαίνεται από το ότι η πρώτη σπορά κάθε χρόνο άρχιζε από τον αρχηγό της φυλής τους και γίνονταν με μία χρυσή τσάπα. Στη διάρκεια της αποικιοκρατίας οι Ισπανοί κατακτητές απαγόρευαν την καλλιέργεια της κουνόας επειδή οι Ίνκας την θεωρούσαν ιερό φυτό και την χρησιμοποιούσαν στις ιεροτελεστίες. Περιοχές στις οποίες καλλιεργούσαν τη κουνόα ήταν μεταξύ άλλων οι Άνδεις, το Εκουαδόρ, η Χιλή, το Περού, η Κολομβία κ.α. Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω του ότι κάποια στιγμή οι διατροφικές συνήθειες των ντόπιων αντικαταστάθηκαν από ξένες καλλιέργειες (σιτάρι, κριθάρι), η καλλιέργεια της κουνόας πέρασε σε δεύτερη μοίρα και καλλιεργούνταν σε μικρές περιοχές

κυρίως για οικογενειακή χρήση και άλλες πάλι φορές τη χρησιμοποιούσαν ως προστατευτικό πλέγμα για άλλες καλλιέργειες όπως αυτής του καλαμποκιού. Το συγκεκριμένο γένος καλλιεργήθηκε για πολλά έτη σαν φυλλώδες λαχανικό (*Chenopodium album*) αλλά και σαν δημητριακό (*Chenopodium quinoa* – *C. album*), αφού εξαιτίας της σημαντικής περιεκτικότητάς του σε πρωτεΐνες και αμινοξέα το χρησιμοποιούσαν ως τροφή για ανθρώπους και ζώα (λυσίνη 5,1-6,4% & μεθειονίνη 0,4-1,0%) (Bhargava et al., 2006). Στα τέλη του 1970, οι κύριες παραγωγικές περιοχές της κουνόας ήταν η Κολομβία, η Χιλή, οι κοιλάδες των Άνδεων στο Περού, το Altiplano στη Βολιβία και Περού και στα υψίπεδα του Εκουαδόρ. Στο Περού και στη Βολιβία, η καλλιέργεια της κουνόας είχε σπουδαία σημασία καθώς δεν καλλιεργούνταν μόνο για οικογενειακή κατανάλωση αλλά επίσης και για εξαγωγή. Κοινές προσπάθειες τόσο από τις κυβερνήσεις όσο και από ερευνητικά ινστιτούτα συνέβαλλαν έτσι ώστε να αυξηθεί η παραγωγή της κουνόας στις χώρες των Άνδεων. Η καλλιέργεια της κουνόας είχε αρχίσει να επεκτείνεται από τη περιοχή των Άνδεων σε πολλές χώρες του κόσμου. Στη δεκαετία του 1980 στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, η κουνόα καλλιεργούνταν στο Κολοράντο. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το 1989, είχε αυξηθεί η εμπορική αξία της. Η κουνόα εισήχθη στη Δανία το 1984. Περαιτέρω βελτιώσεις θα έκαναν την κουνόα μια υποσχόμενη νέα καλλιέργεια για την Ευρωπαϊκή γεωργία (Valencia-Chamorro, 2004). Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 μια Ευρωπαϊκή και Αμερικάνικη προσπάθεια επιχειρήθηκε με σκοπό να προάγουν την τοπική ανταλλαγή αυτού του εξαιρετικού γενετικού υλικού της κουνόας μεταξύ των ερευνητικών ινστιτούτων και των πανεπιστημίων. Στο σχέδιο, το οποίο ήταν χρηματοδοτούμενο από τον FAO, επιλέχθηκαν 25 καλλιεργούμενες ποικιλίες από 10 διαφορετικές χώρες: οχτώ από το Περού, τέσσερις από τη Βολιβία, δύο από το Εκουαδόρ, τη Δανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και μία από την Αργεντινή, τη Βραζιλία, την Κολομβία και την Ολλανδία. Οι καλύτερες ποικιλίες από κάθε χώρα θα έπαιρναν μέρος στο πείραμα το οποίο θα διεξαγόταν σε τοπικό επίπεδο. Συνεπώς, από το σχέδιο αυτό αναμενόταν να αναγνωριστούν, να εκτιμηθούν και να επιλεγθούν οι υποσχόμενοι γενότυποι της κουνόας με υψηλές αποδόσεις και να καταγραφούν οι τεχνολογικές γνώσεις όσον αφορά τις καλλιεργητικές πρακτικές για την παραγωγή της κουνόας οι οποίες θα είναι συμβατές με το αγροοικολογικό περιβάλλον καθώς επίσης και με τις απαιτήσεις διατροφής τόσο του παραγωγού όσο και του διεθνή καταναλωτή (Valencia-Chamorro, 2004). Η σημασία της κουνόας (*Chenopodium quinoa* Willd) ως καλλιέργειας σηματοδοτείται από το γεγονός ότι το 2013 είχε οριστεί από τον Ο.Η.Ε. ως διεθνές έτος της κουνόας ενώ ο FAO προσδιορίζει την κουνόα ως μία από τις καλλιέργειες για την διασφάλιση της τροφής στον 21ο αιώνα.

1.3.1 Ταξινόμηση

Η κουνόα προέρχεται από το γένος *Chenopodium* και την οικογένεια *Chenopodiaceae*, ενώ η βοτανική της ονομασία είναι *Chenopodium quinoa* Willd. Τα κοινά ονόματα που χρησιμοποιούσαν οι κάτοικοι των περιοχών των Άνδεων είναι:

“quinua,” “parca”(Εκουαδόρ, Περού, Βολιβία), “supha,” “jopa,” “jupha,” “jiura,” “aara,” “ccallapi,” “vocali” (Βολιβία), “quinhua” (Χιλή) και “suba,” “pasca” (Κολομβία). Η ταξινόμηση της κουνιάς έγινε πρώτα με βάση το χρώμα του φυτού και των σπόρων. Αργότερα, βασίστηκε στους μορφολογικούς τύπους του φυτού. Παρά την ευρεία παρατηρημένη ποικιλία, η κουνιά θεωρήθηκε ως ένα μοναδικό είδος. Για πρακτικούς λόγους, η κουνιά, όπως και το καλαμπόκι, ταξινομείται ως ένα γένος. Η κουνιά ή κινιά είναι δικοτυλήδονο φυτό και ανήκει στην ίδια οικογένεια με τα ζαχαρότευτλα, το σπανάκι και το ζιζάνιο λουβουδιά. Η πρώτη βοτανική περιγραφή της κουνιάς ως ιθαγενές είδος της Ν. Αμερικής (περιοχή Άνδεων Περού και Βολιβίας) έγινε το 1778 από τον Willdenow προς τιμή του οποίου το όνομα του (Willd.) φαίνεται στην ονομασία της κουνιάς, *Chenopodium quinoa* Willd. Η κουνιά αναπτύσσεται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τα υψίπεδα των Άνδεων.

1.3.2 Μορφολογία

Η κουνιά (εικόνα 3) δεν είναι αληθινός σπόρος δημητριακών, αλλά χαρακτηρίζεται ως «ψευδοδημητριακό» το οποίο είναι δικότυλο, σε αντίθεση με τα δημητριακά τα οποία είναι μονοκότυλα. Παρόλο αυτά η σύνθεση των κύριων συστατικών τόσο των σιτηρών όσο και της κουνιάς είναι ίδια. Το ύψος της κουνιάς κυμαίνεται από 1 έως 3 m. Οι σπόροι βλαστάνουν πολύ γρήγορα μέσα σε λίγες ώρες μετά την έκθεσή τους σε υγρασία. Οι ρίζες μπορεί να φτάσουν σε βάθος μέχρι τα 30 cm. Ο βλαστός είναι κυλινδρικός (3-5 cm σε διάμετρο), ο οποίος μπορεί να είναι ευθύς ή με διακλαδώσεις. Το χρώμα του ποικίλλει, ανάλογα της ποικιλίας, από άσπρο, κίτρινο, ή ανοιχτό καφέ μέχρι κόκκινο. Τα φύλλα έχουν σχήμα σαν «πόδι χήνας». Αποτελούνται από τους μίσχους και το έλασμα. Οι μίσχοι έχουν σχήμα αυλακωτό στην επάνω τους πλευρά. Το έλασμα του φυτού είναι πολύμορφο όπου μπορεί να είναι είτε ρομβοειδές ή τριγωνικό στα κατώτερα ελάσματα των φύλλων, είτε τριγωνικό ή λογχοειδές στα ανώτερα φύλλα. Η κουνιά είναι ο καρπός της οικογένειας των *Chenopodiaceae*. Ο καρπός της κουνιάς είναι αχάινιο και παράγει μικρούς, σφαιρικούς σπόρους διαμέτρου 2 mm (250-500 σπόροι/g). Καλύπτεται από το περιγόνιο, το οποίο έχει το ίδιο χρώμα με το φυτό άσπρο, κίτρινο, γκρι, ανοιχτό καφέ, ροζ, μαύρο ή κόκκινο και απομακρύνεται εύκολα όταν ξεραθεί. Υπάρχουν άλλα δύο στρώματα τα οποία περιβάλλουν το σπόρο το περικάρπιο και το περισπέρμιο. Το περικάρπιο που προσκολλάται στο σπόρο, περιέχει τις σαπωνίνες οι οποίες προσδίδουν τη χαρακτηριστική πικρή γεύση. Το περισπέρμιο περιβάλλει το κυλινδρικό σπόρο σαν ένα λεπτό στρώμα. Το έμβρυο μπορεί να φτάσει το 60% του βάρους των σπόρων. Αυτό σχηματίζει ένα δακτυλίδι γύρω από το περισπέρμιο. Η υψηλή συγκέντρωση πρωτεΐνης στην κουνιά (16,5 %), αντίθετα από τα δημητριακά (10 %), εξηγείται από το υψηλό ποσοστό του εμβρύου (Valencia-Chamorro, 2004).



Εικόνα 3. Καλλιέργεια κουινόας

1.3.3 Βιολογία

Πολλαπλασιάζεται με σπόρο που σπέρνεται απευθείας στο χωράφι την άνοιξη. Φυτρώνει σε 3-10 μέρες όταν η θερμοκρασία είναι γύρω στους 15 °C (Jacobsen and Bach, 1998). Υψηλότερες θερμοκρασίες καθυστερούν το φύτρωμα ή παρατηρείται ανομοιομορφία φυτρώματος. Τον πρώτο μήνα μετά το φύτεμα η κουινόα μεγαλώνει σχετικά αργά. Χρειάζονται γύρω στις 60 μέρες για να αρχίσει η άνθηση και πάνω από 100 μέρες έως 150 για τη συλλογή, ανάλογα με την ποικιλία και τις καλλιεργητικές πρακτικές και συνθήκες (Jacobsen, 2003). Το βάθος σποράς είναι 1-2 cm το πολύ και εξαρτάται από την υγρασία εδάφους, με το μεγαλύτερο βάθος σε συνθήκες μειωμένης εδαφικής υγρασίας και μη δυνατότητας άρδευσης σε τέτοια περίπτωση. Τα σπορόφυτα της κουινόας είναι ευαίσθητα σε εδάφη με κρούστα. Η σπορά γίνεται με πνευματική μηχανή σε όλη την επιφάνεια ή καλύτερα σε γραμμές σε αποστάσεις 50-70 cm γραμμή από γραμμή και περί τα 5-10 cm επί της γραμμής. Η σπορά σε γραμμές συνιστάται γιατί επιτρέπει την καλλιέργεια μεταξύ των γραμμών για τον έλεγχο των ζιζανίων δεδομένου ότι δεν υπάρχουν ακόμα ικανοποιητικά εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα για την κουινόα. Η ποσότητα σπόρου για ένα στρέμμα είναι 100 g για σπορά σε γραμμές και περί τα 200 g για σπορά σε όλη την επιφάνεια ή όταν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές (Jacobsen, 2003). Μπορεί να προσαρμοσθεί σε περιοχές από το επίπεδο της θάλασσας έως υψόμετρο 4.000 μέτρων, σε περιοχές όπου άλλες καλλιέργειες δεν μπορούν να αναπτυχθούν. Επιπλέον, η καλλιέργεια επιδεικνύει εξαιρετική προσαρμοστικότητα καθώς μπορεί να αναπτυχθεί σε περιβάλλον με σχετική υγρασία από 40 έως 88%, αντέχει σε θερμοκρασίες από -4 έως 38°C, είναι ανθεκτική στην έλλειψη εδαφικής υγρασίας και αποδίδει ικανοποιητικά σε ύψος βροχόπτωσης από 100 – 200 mm.

1.3.4 Διατροφική αξία-χρησεις

Οι σπόροι της κουνιάς περιέχουν υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη, ιχνοστοιχεία και βιταμίνες. Η χημική σύνθεση της εξαρτάται από την ποικιλία και το περιβάλλον στο οποίο καλλιεργείται (Valencia-Chamorro, 2004). Η κουνιά συγκρινόμενη με το σιτάρι και άλλες καλλιέργειες παρουσιάζει υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, 14-21,9%, ανάλογα με την ποικιλία, στα απαραίτητα αμινοξέα, σε καλά λιπίδια, σε ανόργανα στοιχεία (Πίνακας 1), σε βιταμίνες, σε φυτικές ίνες και σε σαπωνίνες, χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο, μέση σε υδατάνθρακες και καθόλου σε γλουτένη (Repo-Carrasco et al. 2003).

Πίνακας 1. Χημική σύνθεση της κουνιάς (%Ξ.Β.) και άλλων δημητριακών, ψυχανθών (Valencia-Chamorro, 2004).

	κουνιά	κριθάρι	καλαμπόκι	Ρύζι	σιτάρι	βρώμη	σίκαλη	σόγια
Πρωτεΐνη	16,5	10,8	10,22	7,6	14,3	11,6	13,4	36,1
Λίπη	6,3	1,9	4,7	2,2	2,3	5,2	1,8	18,9
Ινώδεις ουσίες	3,8	4,4	2,3	6,4	2,8	10,4	2,6	5,6
Τέφρα	3,8	2,2	11,7	3,4	2,2	2,9	2,1	5,3
Υδατάνθρακες	69,0	80,7	81,1	80,4	78,4	69,8	80,1	34,1
Kcal 100g-1	399	383	408	372	392	372	390	451
Θερμιδική αξία								

Η κουνιά σε αντίθεση με το σιτάρι και πολλά άλλα τρόφιμα έχει πρωτεΐνη με όλα τα απαραίτητα για τον άνθρωπο και τα ζώα αμινοξέα και μάλιστα σε επιθυμητή αναλογία, πολύ κοντά σε εκείνη της καζεΐνης στο γάλα, αλλά με υψηλότερη βιολογική αξία. Η υψηλή περιεκτικότητα της πρωτεΐνης της κουνιάς στα απαραίτητα αμινοξέα καθιστά την κουνιά το μόνο φυτικό τρόφιμο που ικανοποιεί τις προδιαγραφές του FAO για την διατροφή του ανθρώπου. Η κουνιά είναι πολύ πλούσια σε λυσίνη (5 φορές περισσότερο από ότι το σιτάρι) και στα θειούχα αμινοξέα μεθειονίνη, κυστεΐνη ενώ το σιτάρι και άλλα τρόφιμα είναι ελλειμματικά σε αυτά (Πίνακας 2). Η κουνιά περιέχει και δύο οιστρογόνα (daidzein, genistein) τα οποία συμβάλουν στην πρόληψη της οστεοπόρωσης και ορισμένων οργανικών και

μεταβολικών δυσλειτουργιών από έλλειψη οιστρογόνων κατά την εμμηνόπαυση και παράλληλα ευνοούν την κυκλοφορία του αίματος (Vega - Gálvez et al., 2010).

Πίνακας 2. Βασικά αμινοξέα στην κουνιόα και σε άλλα είδη διατροφής (g ανά 100 gr πρωτεΐνης) (Valencia-Chamorro, 2004).

	κουνιόα	καλαμπόκι	ρύζι	σιτάρι	φασόλι	γάλα	FAO
Ισολευκίνη	4,9	4,0	4,1	4,2	4,5	10,0	4,6
Λευκίνη	6,6	12,5	8,2	6,8	8,1	6,5	9,3
Λυσίνη	6,0	2,9	3,8	2,6	7,0	7,9	6,6
Μεθειονίνη	5,3	4,0	3,6	3,7	1,2	2,5	4,2
Φαινυλαλαίνη	6,9	8,6	10,5	8,2	5,4	1,4	7,2
Θρεονίνη	3,7	3,8	3,8	2,8	3,9	4,7	4,3
Τρυπτοφάνη	0,9	0,7	1,1	1,2	1,1	1,4	1,7
Βαλλίνη	4,5	5,0	6,1	4,4	5,0	7,0	5,5

Η κουνιόα θεωρείται ιδιαίτερα πλούσια στα καλά ακόρεστα λιπίδια ω-3 (λινολενικό περί το 5-7%), ω-6 (λινολεϊκό περί το 50-57%) και ω-9 (ολεικό περί το 28%) και παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα, περί το 6% σε ίνες. Η απουσία γλουτένης επιτρέπει τη χρήση της κουνιόας από οργανισμούς αλλεργικούς στη γλουτένη ή πάσχοντες από κοιλιοκάκη. Επιπρόσθετα περιέχει ικανοποιητική ποσότητα από τις κυριότερες βιταμίνες και μπορεί να καλύπτει τις ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού. Είναι ιδιαίτερα περιεκτική στη βιταμίνη E (4,60–5,90 mg/100 g ξηρό βάρος) η οποία έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση (Abugoch, L., Romero, N., Tapia, C., Silva, J., and Rivera, M., 2008). Τα αμινοξέα, που περιέχονται στα άλευρα της κουνιόας δεν είναι πλήρως διαθέσιμα στον οργανισμό, διότι οι σαπωνίνες (βρίσκονται στο περισπέρμιο του σπόρου σε ποσοστό 0,1 έως 5%) παρεμβαίνουν στη βιολογική χρησιμοποίηση των θρεπτικών ουσιών. Επίσης οι σαπωνίνες έχουν μια πικρή γεύση και πρέπει να απομακρυνθούν πριν αυτή χρησιμοποιηθεί, με εμποτισμό και σχολαστικό πλύσιμο σε νερό ή με μηχανικό τρόπο, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος

μείωσης των ανόργανων στοιχείων του σπόρου (Jacobsen, 2003). Τα φύλλα και νεαρά σπορόφυτα της κουνιάς είναι πλούσια σε πρωτεΐνη, βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία όπως ασβέστιο, φωσφόρο, σίδηρο κ. α. και γι αυτό ως σαλατικά είναι πολύ πιο θρεπτικά από ότι άλλες πράσινες σαλάτες. Τα φύλλα και τα νεαρά σπορόφυτα μπορούν να χρησιμοποιούνται και μαγειρευτά όπως το σπανάκι. Τα πράσινα στελέχη και τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή αλλά και ξηρά ως βιοκαύσιμο. Η πολύ καλή περιεκτικότητα της κουνιάς σε μαγγάνιο και η καλή σε μαγνήσιο, φώσφορο και φολικό οξύ την καθιστά κατάλληλη για όσους πάσχουν από διαβήτη ή αθηροσκλήρωση (van Dam et al., 2006). Η κουνιά έχει αντιοξειδωτική δράση ως πλούσια πηγή μαγγανίου το οποίο ευνοεί τη δράση αντιοξειδωτικού ενζύμου (δισμουτάση του υπεροξειδίου-SOD και φλαβονοειδών (Christensen et al., 2007). Η NASA συμπεριέλαβε την Κουνιά στο σύστημα εξοπλισμού (Controlled Ecological Life Support System) των πυραύλων για αποστολές μακράς διάρκειας, ως εναλλακτική λύση διατροφής για την επίλυση των προβλημάτων της ανεπαρκούς πρόσληψης πρωτεΐνης. Η κουνιά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αμεινισπορές σιτηρών επιτρέποντας τον καλύτερο έλεγχο των αγρωστωδών ζιζανίων και προλαμβάνοντας την ανάπτυξη παρασίτων και ασθενειών. Η κουνιά μπορεί να εξυγιάνει το έδαφος από τα νιτρικά καθώς διαθέτει βαθύ ριζικό σύστημα που τα απορροφά πριν φτάσουν στα υπόγεια νερά. Άλλα προϊόντα που προέρχονται από την κουνιά είναι η εκχύλιση ελαίου κουνιάς, το άμυλο, η σαπωνίνη (για φαρμακευτικούς σκοπούς), χρωστικές από τα φύλλα και τους σπόρους, συμπυκνώματα πρωτεϊνών κ.λπ. Τα υπολείμματα της καλλιέργειας από τη συγκομιδή του σπόρου χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές για τα βοοειδή, τα πρόβατα, τους χοίρους και τα πουλερικά. Η τιμή της κουνιάς ανά κιλό σπόρου το 2011 ήταν περίπου 4,85 \$, ενώ στις μαύρες ποικιλίες ήταν πάνω από 8\$ καθώς επίσης και η τιμή εισαγωγής στην Ευρώπη ξεπερνά τα 10€ το κιλό.

1.4 Δομή και βλάστηση σπόρων

1.4.1 Γενικά

Τα σπερματοφύτα (Γυμνόσπερμα και Αγγειόσπερμα) αποτελούν τα πιο σημαντικά αλλά και πιο διαδεδομένα είδη της γήινης βλάστησης, ενώ ταυτόχρονα συμβαίνει να είναι και τα φυτά του μεγαλύτερου οικονομικού ενδιαφέροντος για τη ζωή του ανθρώπου. Είναι συνεπώς ευνόητο να προσελκύσουν το ανθρώπινο ενδιαφέρον, αφού οι καρποί και τα σπέρματα τους αποτελούσαν και αποτελούν την κύρια διατροφή του, ενώ τα δευτερογενή φυτικά προϊόντα εξακολουθούν μέχρι σήμερα να καλύπτουν τις περισσότερες από τις βασικές ανάγκες του ανθρώπου. Τα σπέρματα είναι σ' όλους μας γνωστά, η δε διαδικασία δημιουργίας τους αποτελεί μια από τις πιο χαρακτηριστικές φάσεις στον κύκλο ζωής των σπερματοφύτων. Ως σπέρμα

ονομάζουμε το προϊόν της γονιμοποιημένης και διαφοροποιημένης σπερματικής βλάστης. Το σπέρμα είναι δυνατόν, είτε να περιβάλλεται από περικάρπιο που είναι το προϊόν της διαφοροποίησης των τοιχωμάτων της ωοθήκης, (π.χ. αγγειόσπερμα), είτε όχι (π.χ. γυμνόσπερμα). Με τη δημιουργία και ωρίμανση των σπερμάτων αρχίζει και η ανεξαρτησία της επόμενης γενεάς του φυτού. Το σπέρμα, που περιέχει σε μικρογραφία το νέο φυτό, είναι εφοδιασμένο με τέτοιους δομικούς και φυσιολογικούς μηχανισμούς, που ρυθμίζουν βασικές διαδικασίες της βλάστησης. Για το λόγο αυτό κάθε σπέρμα είναι εφοδιασμένο με τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες (που συνήθως αποταμιεύονται στις/στην κοτυληδόνα ή στο ενδοσπέρμιο) σε πολύ συμπυκνωμένη μορφή, κάτι που δεν παρατηρείται σε κανένα άλλο μέρος του φυτικού σώματος. Σε μερικές μάλιστα περιπτώσεις οι συμπυκνωμένες αυτές αποταμιευμένες θρεπτικές ουσίες, φτάνουν το 85-90% του βάρους του σπέρματος. Ακόμη και στα μικρά σπέρματα, όπως π.χ. αυτά του μαρουλιού (*Lactuca sativa*), οι αποταμιευμένες θρεπτικές ουσίες ζυγίζουν μερικά mg, ενώ σε άλλα μεγαλύτερα σπέρματα όπως τα μπιζέλια, τα φασόλια ή τα ρεβύθια ζυγίζουν πάνω από 1.5g. Οι συμπυκνωμένες θρεπτικές ουσίες θα συντηρήσουν το αυξανόμενο νέο φυτό για μερικές μέρες μέχρις ότου κατορθώσει να γίνει αυτότροφος οργανισμός. Το εμβρυώδες φυτό προστατεύεται από τα ή το περίβλημα του σπέρματος (ή κέλυφος), ενώ ταυτόχρονα λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό όλες οι μεταβολικές του δραστηριότητες είναι μόλις ανιχνεύσιμες. Οι δραστηριότητες αυτές ενεργοποιούνται μετά πάροδο ορισμένου χρονικού διαστήματος, αφού δεχθεί κάποιο ή κάποια περιβαλλοντικά ερεθίσματα. Μια από τις πιο χαρακτηριστικές και πιο εμφανείς φυσιολογικές ιδιότητες των σπερμάτων είναι ότι παραμένουν στη ζωή παρά το ότι είναι έντονα αφυδατωμένα. Η περιεκτικότητα του νερού στα σπέρματα μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 5-10% του βάρους τους, ενώ πολλά από τα κυτταρικά οργανίδια αποδιοργανώνονται. Σε αυτή την κατάσταση του εφησυχασμού ή λήθαργου τα σπέρματα αντέχουν στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος. Μπορούν όμως να ξαναρχίσουν την πλήρη μεταβολική τους δραστηριότητα, όταν οι συνθήκες το επιτρέψουν. Η εξαιρετικά χαμηλή υδατική περιεκτικότητα (που περιορίζει στο ελάχιστο τις μεταβολικές δραστηριότητες) και η πολύ ανθεκτική κατασκευή του περιβλήματος (που προστατεύει το έμβρυο από διάφορους παράγοντες) διατηρεί τα σπέρματα στη ζωή κατά κανόνα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η μακροβιότητα των σπερμάτων εξαρτάται από την κατασκευή του σπέρματος, αλλά και από τις κλιματικές συνθήκες. Επομένως υπάρχουν μερικά είδη σπερμάτων που διατηρούν τη βλαστικότητά τους αρκετά χρόνια, ενώ άλλα όχι περισσότερο από μερικές εβδομάδες. Όμως το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα μακροβιότητας είναι του *Lupinus arcticus*. Σπέρματα του φυτού αυτού βρέθηκαν στην παγωμένη ιλύ μιας λίμνης του Β. Καναδά, που βλάστησαν μετά από 10.000 χρόνια περίπου, όπως έδειξε η ραδιοχρονολόγησή τους. Η διέγερση των σπερμάτων προς βλάστηση και η συνέχιση της αύξησης και ανάπτυξης του εμβρύου σε ένα νέο ανεξάρτητο αρτίβλαστο, περιλαμβάνει πολλές και ενδιαφέρουσες διεργασίες, που εμπεριέχονται στις φυσιολογικές διαδικασίες του φυτού, όπως π.χ. η πρόσληψη του νερού, η αποικοδόμηση των αποταμιευμένων θρεπτικών ουσιών, η σύνθεση των ενζύμων, ορμονών κ.α.

1.4.2 Δομή σπερμάτων

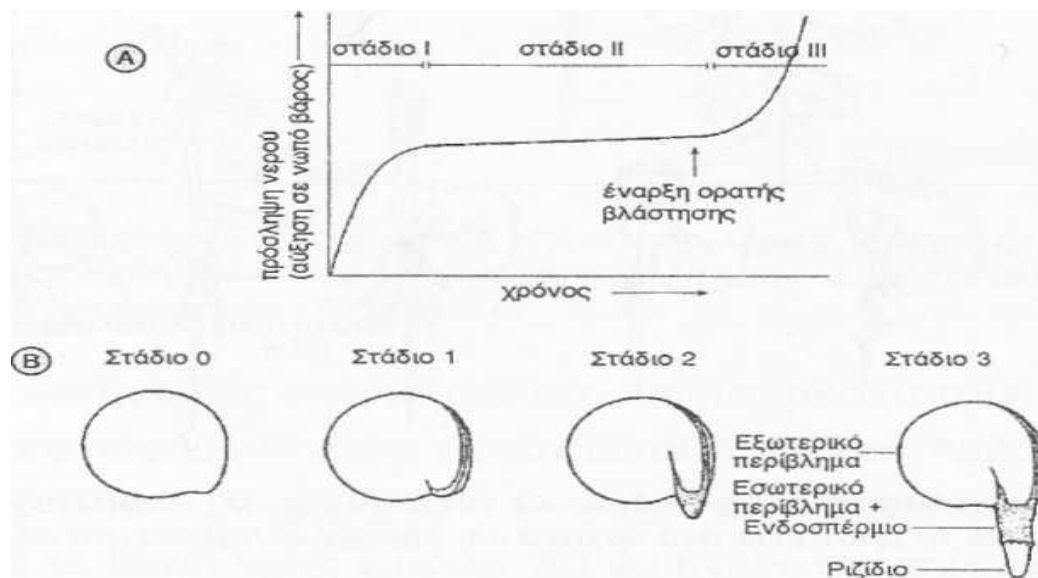
Τα σπέρματα γενικώς παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλότητα ως προς το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα και τη δομή. Ορισμένα σπέρματα φέρουν πτερύγια, φύματα, τρίχες, αγκάθια, κλπ. εξαρτήματα, που εξυπηρετούν διάφορες οικολογικές σκοπιμότητες. Κάθε σπέρμα περιλαμβάνει το φυτικό έμβρυο και την αποταμιευμένη τροφή του. Η όλη δομή περιβάλλεται από το περίβλημα, που είναι το προϊόν της διαφοροποίησης των τοιχωμάτων της ωοθήκης (του ή των χιτώνων) και έχει ως κύριο σκοπό τη μηχανική προστασία του εμβρύου. Το έμβρυο είναι μια "φυτική μικρογραφία", και αποτελείται από ένα μη τελειοποιημένο βλαστίδιο, που ονομάζεται πτερίδιο και μια μή αναπτυγμένη ρίζα, το ριζίδιο. Στα σπέρματα των μονοκότυλων φυτών π.χ. σιτάρι, καλαμπόκι κ.α. το έμβρυο συνδέεται με ένα περγαμνοειδές πολύ μικρό φύλλο, που ονομάζεται κοτυληδόνα, ενώ στα δικότυλα φυτά το έμβρυο βρίσκεται ανάμεσα σε δύο κοτυληδόνες. Η ύπαρξη μιας ή δύο κοτυληδόνων αντιπροσωπεύει την κύρια διαφορά ανάμεσα στις δύο μεγαλύτερες ομάδες των αγγειοσπέρμων, που είναι τα μονοκότυλα και τα δικότυλα. Τα θρεπτικά εφόδια στα σπέρματα αποταμιεύονται, είτε στις κοτυληδόνες (σ' όλα τα δικότυλα), είτε στο ενδοσπέρμιο (σ' όλα τα *Gramineae*), είτε πιο σπάνια στο περισπέρμιο (σε μερικά *Liliaceae* και *Piperaceae*). Το ενδοσπέρμιο είναι τριπλοειδές, σε ελάχιστες περιπτώσεις πολυπλοειδές, και είναι ο κυριότερος αποταμιευτικός ιστός των σπερμάτων των περισσότερων δικότυλων ειδών.

1.4.3 Βλάστηση των σπερμάτων

Ως βλάστηση των σπερμάτων θα χαρακτηρίζουμε την ακολουθία μιας σειράς μορφογενετικών γεγονότων, που αρχίζει με την ενυδάτωση των σπερμάτων και καταλήγει με το μετασχηματισμό του εμβρύου σε αρτίβλαστο (νεαρό φυτό). Επομένως η βλάστηση αποτελεί το πρώτο στάδιο της ανάπτυξης ενός ώριμου φυτού από το έμβρυο του σπέρματος. Με άλλα λόγια θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε τη βλάστηση ως την αύξηση του εμβρύου, που συντελεί στη διάρρηξη του περιβλήματος και στην εμφάνιση του νεαρού φυτού. Η αύξηση του εμβρύου απαιτεί διαίρεση και επιμήκυνση των κυττάρων. Συνήθως η κυτταροδιαίρεση προηγείται της επιμήκυνσης των κυττάρων, ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε ταυτόχρονη εκδήλωση των δύο διαδικασιών. Η εμφάνιση ενός αρτίβλαστου φυτού σηματοδοτεί το τέλος της βλάστησης. Εντούτοις, ο τρόπος με τον οποίο συμβαίνει, διαφέρει από το ένα είδος στο άλλο. Οι διάφοροι τρόποι βλάστησης μπορούν να εκτιμηθούν από τη μελέτη των σταδίων βλάστησης των σπερμάτων πολλών φυτικών ειδών.

1.4.4 Τρόποι βλάστησης των σπερμάτων

Από τη στιγμή, που η υγρασία διαπεράσει το περίβλημα του σπέρματος αρχίζει μια έντονη φυσική διαδικασία απορρόφησης νερού, η οποία προκαλεί διόγκωση των ιστών από 25 μέχρι 200% αναπτύσσοντας τεράστιες δυνάμεις διαστολής. Επειδή όμως το φαινόμενο της απορρόφησης είναι μια καθαρή φυσική διαδικασία είναι δυνατό να παρατηρηθεί και σε νεκρά σπέρματα έτσι το πρώτο στάδιο βλάστησης των σπερμάτων χαρακτηρίζεται από έντονη πρόσληψη νερού. Στη συνέχεια (στάδιο II) λόγω πρόσκαιρης μείωσης του ωσμωτικού δυναμικού των σπερμάτων, η ένταση πρόσληψης του νερού παραμένει σταθερή (σε πολλές περιπτώσεις το στάδιο αυτό φαίνεται να λείπει ή διαρκεί ελάχιστα), ενώ παρατηρούνται ενεργοποιήσεις των ενζυμικών μηχανισμών. Αυτονόητο είναι ότι οι εκδηλώσεις αυτές πραγματοποιούνται μόνο σε ζωντανά σπέρματα. Τέλος το τρίτο στάδιο (στάδιο III) χαρακτηρίζεται από την έναρξη επιμήκυνσης του εμβρύου, γεγονός που απαιτεί αφενός τη διάσπαση των διάφορων αποταμιευμένων ουσιών σε απλούστερες, ώστε να δομηθούν τα επιμέρους συστατικά των νέων κυττάρων και αφετέρου την εντονότερη πρόσληψη του νερού για τις ανάγκες των κυττάρων του επιμηκνόμενου εμβρύου.



Σχήμα 1. Τα τρία στάδια της βλάστησης, όπως καθορίζονται από την πρόσληψη του νερού σε βλαστάνοντα σπέρματα. Το βέλος προσδιορίζει χρονικά την έξοδο του ριζιδίου (Πηγή: Καταταγλής, 1999)

Το πρώτο μέρος του εμβρύου που εμφανίζεται από ένα σπέρμα, όταν αρχίζει να φυτρώνει, είναι το ριζίδιο, το οποίο επιμηκύνεται και βγαίνει από τη μικροπύλη σπάζοντας το περίβλημα του σπέρματος. Με την επιμήκυνση του ριζιδίου και τη διείσδυση του στο έδαφος αρχίζουν να εμφανίζονται οι πρώτες πλευρικές ρίζες, οι οποίες θα σχηματίσουν το πλευρικό ριζικό σύστημα. Ταυτόχρονα με την αύξηση του ριζιδίου επιμηκύνεται και η βάση του περιδίου, το επικοτύλιο, το οποίο παίρνει σχήμα δρεπανοειδές καθώς αυξάνει ανάμεσα στις κοτυληδόνες μέσα στο χώμα που το περιβάλλει. Τελικώς το περιδίο φτάνει στην επιφάνεια του χώματος, όπου το επικοτύλιο ευθυγραμμίζεται και αυξάνει κατακόρυφα.

1.4.5 Λήθαργος των σπερμάτων

Υπάρχουν πολλά φυτά, που βλαστάνουν, αυξάνουν και αναπτύσσονται σε περιοχές με έντονες εποχιακές διακυμάνσεις. Συνήθως τέτοιες κατηγορίες φυτών έχουν αναπτύξει μηχανισμούς, που θα τους εξασφαλίσουν τη διατήρησή τους στη ζωή κατά τη διάρκεια των μη ευνοϊκών περιόδων. Έτσι η αδυναμία των σπερμάτων να βλαστήσουν κάτω από αντίξοες συνθήκες (έλλειψη νερού ή οξυγόνου, ψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, παρουσία ανασταλτικών ουσιών), αίρεται μόλις οι περιβαλλοντικές συνθήκες πλησιάσουν τις πιο ευνοϊκές τιμές. Παρόλα αυτά τα περισσότερα σπέρματα εμφανίζουν αδυναμία να αρχίσουν τη βλάστηση τους όταν βρεθούν κάτω από πρόωρα ευνοϊκές συνθήκες (επαρκής ποσότητα νερού και οξυγόνου και κατάλληλη θερμοκρασία). Η αναστολή αυτή της βλάστησης δεν οφείλεται συνεπώς κατ' αποκλειστικότητα σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, αλλά πολύ πιθανόν και σε κάποιους εσωτερικούς. Η αδυναμία της βλάστησης των σπερμάτων, κάτω από πρόωρα ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος, ονομάζεται λήθαργος (= dormancy). Η καθυστέρηση αυτή μπορεί να διαρκεί διαφορετικά χρονικά διαστήματα για τα ίδια ή διαφορετικά είδη φυτών. Για παράδειγμα, σπέρματα από την ίδια εσοδεία ή ακόμη και από την ίδια ταξιανθία, μερικών φυτικών ειδών, εμφανίζουν διαφορετική ληθαργική περίοδο, με αποτέλεσμα την παράταση της περιόδου βλάστησης για μερικούς μήνες ή αρκετά χρόνια. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η πιθανότητα επιβίωσης μερικών τουλάχιστον νέων ατόμων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα σπέρματα της *Robinia pseudoacacia* ένα ποσοστό 20% παραμένουν σε λήθαργο για 2 τουλάχιστον χρόνια, ενώ ένα άλλο μικρότερο ποσοστό 1,5% παραμένει σε λήθαργο για 15 περίπου χρόνια. Επομένως ο λήθαργος είναι η εφησυχάζουσα περίοδος μεταξύ ωρίμανσης και βλάστησης σπερμάτων, κατά τη διάρκεια της οποίας τα σπέρματα δεν είναι σε θέση να βλαστήσουν ακόμη και αν βρεθούν κάτω από άριστες συνθήκες. Από βιολογική άποψη ο λήθαργος θεωρείται πλεονεκτικός για την προσαρμογή των αυξητικών κύκλων του φυτού, τόσο στις εποχές, όσο και στις τυχαίες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών. Πολλά είδη σπερμάτων βλαστάνουν με τις ευνοϊκές θερμοκρασίες της άνοιξης, έστω και αν προηγούμενα (κατά το φθινόπωρο και το

χειμώνα) υπήρξαν εξίσου ευνοϊκές συνθήκες. Η "αναβολή" αυτή της βλάστησης ερμηνεύεται ως απαίτηση χαμηλών θερμοκρασιών από μέρους των σπερμάτων (φυσικός αναστολέας). Πέρα όμως από την επίδραση της θερμοκρασίας μπορεί να καθυστερούν τη βλάστηση και ορισμένες ουσίες που υπάρχουν στα σπέρματα και επηρεάζουν αρνητικά τη βλάστηση (χημικοί αναστολείς). Για παράδειγμα τα σπέρματα του ζαχαρότευτλου (= *Beta vulgaris*) βλαστάνουν γρηγορότερα, όταν είναι ηλικίας μεγαλύτερης του ενός έτους, αλλά και όταν ακόμη τα παλιός ηλικίας σπέρματα σπαρθούν, μπορεί να χρειαστούν και 1 και 2 χρόνια μέχρι να βλαστήσουν (Καραταγλής 1999).

1.5 Παράγοντες που επιδρούν στο φύτευμα

1.5.1 Υδατική καταπόνηση

Η διαθεσιμότητα του νερού στο περιβάλλον επηρεάζει την ανάπτυξη και την επιβίωση των φυτικών οργανισμών. Οι δυσμενείς επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης εξετάζονται συνήθως υπό το πρίσμα της έλλειψης και όχι της περίσσειας νερού. Η υδατική καταπόνηση εμφανίζεται είτε με τη μορφή της αφυδάτωσης (ως σύμπτωμα της ξηρασίας) είτε της οσμωτικής καταπόνησης (ως σύμπτωμα της αλατότητας). Το κοινό χαρακτηριστικό και των δύο περιπτώσεων είναι η διαμόρφωση χαμηλού δυναμικού του νερού (και επομένως ελλείμματος νερού) στους φυτικούς ιστούς (Καραμπουρνιώτης, 2003). Η ξηρασία ως κλιματικός παράγων είναι το αποτέλεσμα της περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού (από την ατμόσφαιρα ή και από το έδαφος) και της απώλειας του (μέσω της εξατμισοδιαπνοής). Ανάλογες κλιματικές συνθήκες επικρατούν στο ένα τρίτο περίπου της χέρσου του πλανήτη, ενώ εποχικό ή τοπικό περιορισμό στη διαθεσιμότητα νερού υφίσταται ένα ακόμη σημαντικό ποσοστό της ξηράς. Η ξηρασία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες καταπόνησης και περιορισμού της παγκόσμιας γεωργικής παραγωγής. Λόγω της κλιματικής αλλαγής, περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού παρατηρείται πλέον και σε περιοχές όπου στο πρόσφατο παρελθόν δεν είχαν καταγραφεί προβλήματα. Σήμερα, η συνεχώς αυξανόμενη ανησυχία για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής οδηγεί την έρευνα σε νέες κατευθύνσεις οι οποίες έχουν ως στόχο την βελτιστοποίηση των καλλιεργητικών και αρδευτικών μεθόδων και την επιλογή γονοτύπων με λιγότερες απαιτήσεις σε νερό. Οι επιπτώσεις της υδατικής καταπόνησης στην παραγωγικότητα ή και επιβίωση των φυτών είναι πολυσύνθετες και διαφέρουν ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια της καταπόνησης (Chaves and Oliveira 2004, Lizana et al., 2006, Fan et al., 2009) ενώ παράλληλα εξαρτώνται από τα κρίσιμα χαρακτηριστικά του φυτικού οργανισμού, όπως: α. από την ικανότητα άντλησης νερού από το έδαφος, β. από την αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE). Η αποδοτικότητα χρήσης νερού εκφράζεται από το πηλίκιο της φωτοσυνθετικής ταχύτητας προς το ρυθμό της διαπνοής. Στην πράξη υπολογίζονται τα kg νερού που απαιτούνται για την παραγωγή 1 kg ξηρής βιομάζας. Ο λόγος αυτός που είναι το

αντίστροφο της WUE, ονομάζεται διαπνευστικό πηλίκιο. Όσο λιγότερη ποσότητα νερού απαιτείται, τόσο υψηλότερη είναι η αποδοτικότητα χρήσης νερού, γ. από την ικανότητα εγκλιματισμού (Καραμπουρνιώτης, 2003). Οι μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης που αφορούν τη βλαστικότητα συχνά εμπλέκουν σπόρους εμποτισμένους σε διαλύματα ωσμωτικά ενεργών ουσιών με γνωστές υδατικές δυνατότητες. Η αύξηση της υδατικής καταπόνησης καθυστερεί την ολοκλήρωση της βλάστησης (δηλαδή καθυστερεί το άμεσο φύτευμα). Η αυξημένη υδατική καταπόνηση φαίνεται να έχει μια πιο δυσμενή επίδραση σε αρκετές ποικιλίες αραβόσιτου χαμηλής ζωτικότητας από ότι σε άλλες υψηλής ζωτικότητας (Parmar et al., 1968). Ειδικότερα, η καμελίνα έχει αντοχή στην ξηρασία (Zubr 1997, Gugel and Falk, 2006, Francis and Warwick, 2009), αν και υπό συνθήκες έντονης ξηρασίας, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των ευαίσθητων σταδίων ανάπτυξης, όπως η ανθοφορία μπορεί αυτό να έχει αρνητικό αντίκτυπο (Vollmann et al., 1996). Η κουνιόα φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στην ξηρασία, με χαμηλές ανάγκες σε νερό και χωρίς επιπτώσεις στην απόδοση από πιθανές τέτοιες συνθήκες (Oelke et al., 1992). Τα φυτά ανταποκρίνονται στις δύσκολες συνθήκες που δημιουργούνται στα Βολιβιανά και Περουβιανά οροπέδια (Altiplano), όπου τα ποσοστά υγρασίας είναι πολύ χαμηλά, ενώ η εξατμισοδιαπνοή είναι υψηλή (Bosque et al., 2003). Η καλλιέργεια δοκιμάστηκε με επιτυχία σε περιοχές της Ινδίας όπου οι αγρότες δεν είχαν την δυνατότητα άρδευσης και στηρίζονταν στην βροχόπτωση (Bhargava, 2005). Ο μηχανισμός ανθεκτικότητας στην ξηρασία οφείλεται σε συνδυαστική δράση πολλών παραγόντων. Ο Vacher (1998) αναλύοντας την αντίδραση του φυτού στην ξηρασία, βρήκε ότι φυτό κατάφερε να διατηρήσει σταθερά υψηλά το υδατικό δυναμικό στα φύλλα, ώστε να πετύχει την μέγιστη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα με ελάχιστες απώλειες νερού, παρέχοντας την κατάλληλη πλαστικότητα ή ελαστικότητα στους ιστούς των φυτών. Κάποια άλλα χαρακτηριστικά της κουνιόας που την βοηθούν να αποφεύγει τις αρνητικές επιπτώσεις της ξηρασίας είναι το βαθύ, πυκνό ριζικό σύστημα, η μείωση της φυλλικής επιφάνειας μέσω της φυλλόπτωσης, το κλείσιμο των στοματιών, και τα λεπτά, πυκνά κυτταρικά τοιχώματα που διατηρούν τη σπαργή τους (Jensen et al., 2000, Jacobsen et al. 2003). Ακραίες θερμοκρασίες μπορεί να επιτείνουν τις αρνητικές οσμωτικές επιπτώσεις, αν και μερικοί σπόροι είναι πιο ευαίσθητοι από κάποιους άλλους (Kaufmann et al., 1970, Sharma 1976). Η μείωση της θερμοκρασίας κάτω από τη βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης συνήθως μειώνει τη μέγιστη τιμή της υδατικής καταπόνησης (Springfield 1966, Tadmor et al., 1969). Η ικανότητα των σπόρων να βλαστάνουν κάτω από συνθήκες υδατικής καταπόνησης μπορεί να επιφέρει ορισμένα οικολογικά πλεονεκτήματα για τους ίδιους τους σπόρους. Μπορεί, για παράδειγμα, να επιτρέψει στα είδη να εγκατασταθούν σε περιοχές όπου είδη ευαίσθητα στην ξηρασία δεν μπορούν. Αλλά η αντοχή στην υδατική καταπόνηση μπορεί να μην είναι ο μόνος παράγοντας που εμπλέκεται. Η ταχύτητα βλάστησης και εγκατάστασης σπορόφυτων είναι σημαντική σε κλίματα όπου η διαθεσιμότητα νερού είναι περιορισμένη. Επίσης, το μέγεθος του σπόρου μπορεί να καθορίσει την ικανότητα ενός σπόρου να επιβιώσει σε ξηρό έδαφος. Οι σπόροι μεγάλης καλλιέργειας με άφθονες αποθησαυριστικές ουσίες μπορούν να φυτευτούν βαθιά στο έδαφος, όπου η υγρασία είναι διαθέσιμη. Από την άλλη πλευρά,

οι μικρότεροι σπόροι των ζιζανίων μειονεκτούν, επειδή μπορούν να φυτρώσουν με επιτυχία μόνο επιφανειακά, όπου η υγρασία ενδέχεται να είναι περιορισμένη. Έτσι ζιζάνια με μεγαλύτερους σπόρους και μεγάλη περιεκτικότητα σε αποθησαυριστικές ουσίες, ίσως επιβιώνουν καλύτερα σε ξηρά εδάφη γιατί μπορούν να είναι πιο ανταγωνιστικά σε μεγαλύτερα βάθη. Η υδατική καταπόνηση μπορεί να προσομοιωθεί στα πειράματα βλαστικότητας με πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG). Το PEG μειώνει το υδατικό δυναμικό του εξωτερικού μέσου, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα του νερού για τη βλάστηση των σπόρων (Michel et al., 1972). Σε αντίθεση με το διάλυμα NaCl που διαπερνά τις μεμβράνες των φυτών, η PEG δεν τις διαπερνά και δε συσσωρεύεται στους ιστούς του φυτού. Οι Alam et al. (2003) διαπίστωσαν ότι το διάλυμα NaCl είχε μικρότερη επίδραση από το διάλυμα PEG στα τελικά ποσοστά βλάστησης εξαιτίας του ότι η απορρόφηση νερού από τους σπόρους που βλάστησαν σε διάλυμα NaCl ήταν μεγαλύτερη από ότι σε διάλυμα PEG παρόμοιων ωσμωτικών δυναμικών. Συνεπώς, οι βλαστάνοντες σπόροι είναι ικανοί να ξεπεράσουν την καταπόνηση της αλατότητας αλλά όχι την υδατική καταπόνηση (Almansouri et al., 2001). Διαλύματα μανιτόλης ή θρεπτικά διαλύματα που περιέχουν μανιτόλη χρησιμοποιούνται επίσης στα εργαστηριακά πειράματα, ως μέσα προαγωγής υδατικών καταπονήσεων στα φυτά ή σε ιστοκαλλιέργειες. Η μανιτόλη είναι ένα φυτικό προϊόν που συσσωρεύεται σε ορισμένα κατώτερα και ανώτερα φυτικά είδη. Δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η μανιτόλη απορροφάται από τα φυτά, όταν καλλιεργούνται σε μέσο που περιείχε μανιτόλη (Fritz and Ehwald, 2010). Ένα τέτοιο σύστημα δεν είναι κατάλληλο για τη μελέτη της αντίδρασης του φυτού στην υδατική καταπόνηση, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα. Τα φυτά ανταποκρίνονται στην καταπόνηση σύμφωνα με το ποσοστό και την επίδραση της ποσότητας της μανιτόλης που έχει συσσωρευθεί στους ιστούς και όχι μόνο μέσω της επίδρασης της υδατικής κατάστασης του μέσου ανάπτυξης.

1.5.2 Αλατότητα

Η αλατότητα των εδαφών και η ξηρασία μειώνουν τις αποδόσεις στα διάφορα συστήματα καλλιέργειών. Οι βελτιωτές επιδιώκουν να αναπτύξουν και να προσδιορίσουν είδη και ποικιλίες πιο ανεκτικές στην έλλειψη νερού και στην καταπόνηση που προκαλείται από την αλατότητα. Οι ξηρικές συνθήκες καλλιέργειας και η αυξημένη κατανάλωση νερού σε όλο το κόσμο έχουν επιφέρει την ανάγκη για καλλιέργειες ανθεκτικές στην ξηρασία. Φυτά τα οποία καταναλώνουν το νερό πιο αποτελεσματικά δίνουν υψηλότερες αποδόσεις υπό ξηρικές συνθήκες ανάπτυξης. Οι καταπονήσεις που προκαλούνται από τους δύο προαναφερθέντες αβιοτικούς παράγοντες οφείλονται στην έλλειψη κάποιων εδαφικών συστατικών. Οι ακανόνιστες βροχοπτώσεις αμέσως μετά την εμφάνιση των φυτών, οδηγούν τα φυτά σε πρόωρη αφυδάτωση σε συστήματα ξηρικών καλλιέργειών (El Hafid et al., 1998). Μία άλλη αρνητική επίδραση προκαλείται στη βλάστηση των σπόρων από την αλατότητα των εδαφών (Yagmur et al., 2007). Η αλατότητα προκαλεί ταυτόχρονα ωσμωτική και ιοντική καταπόνηση (Ueda et al., 2003). Υπάρχουν πολλοί τρόποι να παρακαμφθούν

οι αρνητικές επιδράσεις της ξηρασίας και της αλατότητας στη βλάστηση των σπόρων, κάτι το οποίο αποτελεί αντικείμενο εργαστηριακής μελέτης πολλών ερευνητών. Η βλάστηση των σπόρων αποτελεί ένα κρίσιμο σημείο για την εγκατάσταση των φυταρίων και κατ' επέκταση την υγεία και ευρωστία της φυτείας. Οι σπόροι είναι δυνατό να είναι πιο ευαίσθητοι από τα ώριμα φυτά στις καταπονήσεις, εξαιτίας της έκθεσής τους στο δυναμικό εδαφικό περιβάλλον κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Η αντίδραση των σπόρων στην αλατότητα μπορεί να προσομοιωθεί εργαστηριακά με την χρήση NaCl που προκαλεί ιοντική καταπόνηση στα πειράματα βλαστικότητας. Το ιοντικό στρες προκαλείται μέσω τοξικής συσσώρευσης του NaCl στους φυτικούς ιστούς. Τα ποσοστά βλάστησης μειώνονται καθώς υπάρχει αύξηση των συγκεντρώσεων NaCl (Murillo-Amador et al., 2002). Ο σχηματισμός των ριζικών τριχιδίων επίσης μειώνεται με την αυξημένη συγκέντρωση διαλυτών στο μέσο της βλάστησης. Τα ριζικά τριχίδια είναι κρίσιμης σημασίας για την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από την εδαφική ριζόσφαιρα και πιθανή μείωση της πυκνότητας τους αναστέλλει την ορθή εγκατάσταση των φυταρίων. Έρευνες για σπόρους με μεγάλη αντοχή στις καταπονήσεις από άλατα, οδήγησαν στην ανάπτυξη ποικιλιών με αντοχή στην αλατότητα. Η αλατότητα του εδάφους μπορεί να επηρεάσει τη βλαστικότητα των σπόρων με δύο τρόπους: (α) με τη δημιουργία ενός οσμωτικού δυναμικού που αποτρέπει την απορρόφηση νερού και β) με τη δημιουργία συνθηκών που ευνοούν την είσοδο των ιόντων τα οποία μπορεί να είναι τοξικά για το έμβρυο ή την ανάπτυξη των φυτών. Ενώ οι σπόροι των αλόφυτων προσαρμόζονται σε περιβάλλον αλατότητας, εκείνοι των μη αλόφυτων έχουν μεταβλητά όρια αντοχής στην αλατότητα όσον αφορά την βλάστηση. Επιπλέον παράγοντες που είναι επίσης σημαντικοί αφορούν, π.χ. τον τύπο του εδάφους, την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, τη ποικιλία, και τη θερμοκρασία. Επιπλέον, τα ανασταλτικά όρια των αλάτων αλλάζουν ανάλογα με το είδος τους, υποδηλώνοντας ένα συγκεκριμένο ιόν, αντί για ένα οσμωτικό φαινόμενο. Οι σπόροι που προέρχονται από φυτά που καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη μπορεί να είναι πιο ανθεκτικοί στην αλατότητα από εκείνους που προέρχονται από μη αλατούχα εδάφη, αλλά δεν παρατηρείται πάντα οικουτυπική εξειδίκευση. Η ευαισθησία στα άλατα μπορεί να είναι μεγαλύτερη κατά τη βλάστηση από ότι κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Ακόμη και οι σπόροι των φυτών με σχετικά υψηλή αντοχή σε άλατα μπορεί να βλαστήσουν μόνο όταν η περιεκτικότητα σε άλατα του ενδιαιτήματος τους φθάνει σε χαμηλό επίπεδο, π.χ. μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Το φυτό μαγκρόβια, το οποίο αναπτύσσεται μέσα σε θαλασσινό νερό, παράγει σπόρους που βλαστάνουν στο μητρικό φυτό πριν την απόπτωση, δηλαδή είναι ζωοτόκα. Ίσως αυτό να είναι πλεονέκτημα, αν κατά τη βλάστηση οι σπόροι είναι πιο επιρρεπείς σε βλάβες από το αλμυρό νερό από το εγκατεστημένο σπορόφυτο. Η πλειοψηφία των σπόρων των αλόφυτων βλαστάνουν καλύτερα σε γλυκό νερό, αν και είναι ανεκτικοί σε παρατεταμένη επαφή με αλατούχο νερό (Chapman 1960, MacKay 1954, Seneca 1969, Ungar 1969). Στην πραγματικότητα, μια εμβάπτιση σε θαλασσινό νερό πριν από τη μεταφορά σε γλυκό νερό, προάγει τη βλάστηση. Αυτή η επέμβαση από μόνη της δεν είναι επιβλαβής, για ένα χρονικό διάστημα 150 ημερών σε θαλασσινό νερό, σημαντική βλαστικότητα παρουσιάζεται στην μετέπειτα μεταφορά σε γλυκό νερό. Αντιθέτως τα μη αλόφυτα

είναι πολύ πιο ευαίσθητα σε μια παρόμοιας μορφής επέμβαση με αλατούχα διαλύματα. Για παράδειγμα οι σπόροι μηδικής (*Medicago sativa*) παρουσιάζουν περιορισμένη βλαστικότητα σε διαλύματα, με οσμωτικές πιέσεις που αγγίζουν τα -12 και -15 bar (περίπου 0,3M και 0,4M NaCl), και η επανάκαμψη είναι επίσης περιορισμένη. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η συσσώρευση ιόντων σε τοξικά επίπεδα, οι επιδράσεις των οποίων δεν είναι αντιστρέψιμες όταν οι σπόροι επιστρέψουν στο νερό. Η σπορά σε αλατούχα διαλύματα κάτω από προσεχτικά ελεγχόμενες συνθήκες μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη εγκατάσταση και ανάπτυξη των σπορόφυτων σε αλατούχες συνθήκες, αν και η αύξηση μάλλον θα είναι μικρή. Κάποιοι σπόροι όμως επηρεάζονται από την εν λόγω επέμβαση. Η προεπεξεργασία με CaCl₂ μπορεί να ενισχύσει την μετέπειτα βλαστικότητα σε αλατούχες αλλά όχι σε κανονικές συνθήκες. Τα φυτά κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε αλατούχα περιβάλλοντα ή όχι. Η μια κατηγορία ονομάζεται αλόφυτα, και η άλλη γλυκόφυτα (Sairam and Tyagi, 2004). Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα φυτά που μπορούν να αναπτυχθούν σε περιβάλλον αλατότητας (Yokoi et al, 2002). Υπάρχουν μάλιστα μερικά είδη αλοφύτων που μπορούν να αναπτυχθούν σε περιβάλλον υψηλής αλατότητας, έως και 400 mM NaCl, χωρίς να ανασταλεί η ανάπτυξή τους (Tester and Davenport, 2003). Σε σύγκριση με τα γλυκόφυτα τα αλόφυτα μπορούν να ανταποκριθούν στα υψηλά επίπεδα αλατότητας κατά την βλάστηση (Malcolm et al, 2003, Debez et al, 2004). Ωστόσο, έχει αποδειχθεί σε ορισμένες μελέτες ότι ακόμα και τα αλόφυτα είναι σχετικά ευαίσθητα στην αλατότητα κατά τη διάρκεια των σταδίων της βλάστησης και την ανάπτυξη του φυταρίου (Ungar, 1996, Khan and Abdullah, 2003, Debez et al 2004, Tobe et al, 2000, Malcolm et al., 2003). Ιδιαίτερα κρίσιμος για την κουνιά είναι ο χρόνος εγκατάστασης (Jacobsen et al., 1994, 1999). Κατά την διάρκεια ενός πειράματος των Gomez-Pando et al. (2010) μελετήθηκε το ποσοστό βλαστικότητας 182 επιλεγμένων ποικιλιών από περίπου 2500 ποικιλίες κουνιάς υπό συνθήκες αλατότητας και παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο ποσοστό βλάστησης μεταξύ των ποικιλιών. Οι δεκαπέντε πιο ανθεκτικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη έδειξαν ένα ποσοστό βλάστησης 60% στα 25 dS/m. Παρατηρήθηκε ότι οι σπόροι της ποικιλίας του Περού γνωστή ως Kancolla είχε ένα ποσοστό βλάστησης 75% στα 57 dS/m, με την μέτρηση να γίνεται μετά από 7 ημέρες (Jacobsen et al., 2003). Σε πείραμα των Ruiz-Carrasco et al. (2011), εξετάστηκε η βλαστικότητα τεσσάρων γονοτύπων κουνιάς της Χιλής σε 0,15 ή 300 mM NaCl (0, 15, 30 dS/m), αντίστοιχα. Μόνο στο υψηλότερο επίπεδο αλατότητας και σε μία από τις προσθήκες βρέθηκε σημαντική μείωση στο ρυθμό βλαστικότητας. Οι Hariadi et al. (2011), επίσης παρατήρησαν μια σημαντική ανασταλτική δράση της βλαστικότητας των σπόρων σε συνθήκες αλατότητας μόνο για συγκεντρώσεις υψηλότερες από 400 mM NaCl, σε μια σύγκριση μεταξύ των καλλιεργούμενων ποικιλιών της Βολιβίας Robura και Sajama, η Robura βρέθηκε να είναι πιο ευαίσθητη στην αλατότητα κατά τη βλάστηση με ένα όριο αντοχής 100 mM NaCl (Schabes and Sigstad, 2005). Σε πείραμα των Prado et al. (2000) παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού βλαστήσεως κατά 14% μετά από 14 ώρες σε 400 mM NaCl για την ποικιλία Sajama, η ίδια ποικιλία μελετήθηκε από τους Ruffino

et al. (2010) σε συγκέντρωση 250 mM NaCl και δεν ανιχνεύτηκε καμία σημαντική επίδραση στο ποσοστό βλάστησης μετά από 14 ώρες. Ωστόσο, παρατηρήθηκε μια καθυστέρηση 2 ωρών στην εκβλάστηση υπό την επίδραση της αλατότητας. Ομοίως οι Gonzalez και Prado (1992) βρήκαν ότι τα ποσοστά βλάστησης δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ του μάρτυρα και της προσθήκης 200 mM NaCl σε σπόρους κουνιάς. Ωστόσο, ο χρόνος καθυστέρησης της βλάστησης αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας. Στα 300-500 mM αλατότητας το ποσοστό βλάστησης επίσης μειώθηκε. Οι Delatorre-Herrera και Pinto (2009) εξέτασαν τη βλαστικότητα τεσσάρων γονοτύπων κουνιάς της Χιλής και διαπίστωσαν ότι τα 400 mM NaCl ήταν η συγκέντρωση που προκάλεσε μείωση 50% της βλαστικότητας στον πιο ανθεκτικό στο αλάτι γονότυπο, το ποσοστό βλάστησης ήταν χαμηλότερο για τους γονότυπους ποικιλιών από μη αλατούχες περιοχές που βλάστησαν μετά από 22 ώρες σε σύγκριση με τις 10 ώρες που χρειάστηκαν αυτοί με προέλευση από περιοχές με αλατούχα εδάφη. Το συμπέρασμα είναι ότι η αλατότητα καθυστερεί κυρίως την έναρξη της βλάστησης επηρεάζοντας το ποσοστό βλαστικότητας. Μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η ικανότητα της βλάστησης και εγκατάστασης φυταρίων υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας εξαρτάται από την ποικιλία και πιθανώς από το υπόστρωμα στο οποίο οι σπόροι βλαστάνουν. Η υψηλή αντοχή της κουνιάς σε συνθήκες αλατότητας στην περίοδο της βλάστησης θεωρείται ότι είναι αποτέλεσμα μιας σημαντικής διαβάθμισης στην κατανομή των πιθανώς τοξικών ιόντων (Na⁺ και Cl⁻) και βασικών ιόντων όπως K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, PO₄³⁻ και SO₄²⁻, εγκαρσίως των κουφετοποιημένων σπόρων και επιπλέον μια αλλαγή στην κατανομή των στοιχείων στο έμβρυο. Αυτές οι παρατηρήσεις έχουν γίνει για σπόρους που συγκομίζονται από φυτά που μεγαλώνουν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Το συμπέρασμα είναι ότι ένα ιδιαίτερα προστατευμένο εσωτερικό του σπόρου μπορεί να είναι η αιτία για την υψηλή αντοχή των σπόρων κουνιάς στην αλατότητα (Koyro and Eisa, 2008). Οι Hariadi et al. (2011) κατέληξαν ότι η βιωσιμότητα των σπόρων εξαρτάται από την ικανότητά τους να αποκλείσουν το τοξικό Na⁺ από το αναπτυσσόμενο έμβρυο, προκειμένου να αποφευχθεί η τοξικότητα ιόντων. Εν ολίγοις, φαίνεται ότι η υψηλή αντοχή στην αλατότητα των σπόρων κουνιάς μπορεί να αποδοθεί σε δομικά και φυσιολογικά προστατευτικά χαρακτηριστικά των σπόρων της. Μια σύγκριση των διαφόρων παραμέτρων ανάπτυξης για την καμελίνα και την ελαιοκράμβη κάτω από διαφορετικές συγκεντρώσεις αλάτων έδειξε ότι η καμελίνα δεν αποδίδει τόσο καλά όσο η ελαιοκράμβη κάτω από μέτρια έως υψηλά επίπεδα αλατότητας (Stephuhn et al 2010). Ωστόσο μόνο μία ποικιλία καμελίνας δοκιμάστηκε, και ως εκ τούτου, μπορεί να υπάρχουν και άλλες ποικιλίες με μεγαλύτερη αντοχή στην αλατότητα. Εκτός του ότι επηρεάζει την βλάστηση των σπόρων, η αλατότητα επηρεάζει επίσης πολλές βιολογικές διαδικασίες κατά τη διάρκεια εγκατάστασης της κουνιάς. Αυτές περιλαμβάνουν ιοντική και οσμωτική ομοιοστάση, την χλωροφύλλη και τη σύνθεση καροτενοειδών, τη φωτοσύνθεση, τη στεγανοποίηση του άνθρακα, των λιπιδίων και την πρωτεϊνική σύνθεση, και έτσι ολόκληρο τον μεταβολισμό των φυτών και την ανάπτυξη τους (Prado et al, 2000. Prado et al. 2000) ενώ παρατηρήθηκαν αλλαγές στη περιεκτικότητα γλυκόζης, φρουκτόζης και σακχαρόζης μεταξύ των σποροφύτων που έγινε χειρισμός με αλάτι και των σπορόφυτων που δεν έγινε κάποιος χειρισμός. Μια

αρχική μείωση στην αναλογία (ολικά διαλυτά σάκχαρα)/(ξηρό βάρος) στις κοτυληδόνες υπό συνθήκες αλατότητας, και μια επακόλουθη αύξηση, εξηγείται από μία αρχικά χαμηλή δραστηριότητα σύνθεσης που ακολουθείται από μια αύξηση στο μεταβολισμό των υδατανθράκων. Μια αύξηση στην περιεκτικότητα της σακχαρόζης του εμβρυϊκού άξονα μπορεί να ερμηνευθεί ότι συνδέεται με την προσαρμογή της ενεργής οσμωτικής πίεσης ή μια γενική μείωση στην ολική μεταβολική δραστηριότητα υπό την επίδραση της αλατότητας (Prado et al., 2000). Τα ολικά διαλυτά σάκχαρα όπως η σακχαρόζη και η γλυκόζη ήταν σε υψηλότερα ποσοστά στις κοτυληδόνες των φυτών που ήταν υπό την επίδραση αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα (Ruffino et al., 2010).

1.5.3 Θερμοκρασία

Σπόροι πολλών ειδών επωφελούνται από την έκθεση σε μεταβαλλόμενες θερμοκρασίες έτσι ώστε τα τελικά ποσοστά βλάστησης τους να είναι πολύ υψηλότερα από εκείνα των σπόρων που δεν υπέστησαν κάποιο χειρισμό. Σε πολλές από αυτές τις περιπτώσεις η απομάκρυνση των ιστών που περικλείουν το έμβρυο επιτρέπει να βλαστήσει σε ένα αρκετά ευρύ φάσμα σταθερών θερμοκρασιών (Morinaga 1926). Αυτοί οι σπόροι έχουν ένα περίβλημα το οποίο προάγει τον λήθαργο που μπορεί να παρακαμφθεί με θερμοκρασίες οι οποίες εναλλάσσονται. Θα ήταν λάθος να το θεωρήσουμε αυτό ως προϋπόθεση για την ίδια τη βλάστηση. Σπόροι των οποίων ο λήθαργος τερματίζεται μόνο με ψυχρή στρωμάτωση (σε μερικά είδη η ψύξη για λίγες ημέρες είναι αποτελεσματική) προφανώς θα αποτύχουν να βλαστήσουν εάν η θερμοκρασία διατηρείται σε σχετικά υψηλά επίπεδα, αλλά μπορούν να βλαστήσουν σε χαμηλές θερμοκρασίες, γιατί τότε ικανοποιείται η απαίτηση τους σε ψύχος και μπορούν να ολοκληρώσουν τη διαδικασία βλάστησης, έστω και ελάχιστα σε ορισμένες περιπτώσεις. Τέτοιοι σπόροι φαίνεται να έχουν μια χαμηλή βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης. Σπόροι οι οποίοι βρίσκονται σε κατάσταση λήθαργου μπορούν όλο και περισσότερο να είναι σε θέση να βλαστήσουν καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται και η βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης είναι χαμηλή. Ωστόσο, η βέλτιστη θερμοκρασία μπορεί να διευρυνθεί και να μετατοπιστεί σε υψηλότερες τιμές όταν προηγουμένως εκθέσουμε τους σπόρους σε θερμοκρασίες ψύχους για μερικές ώρες ή ημέρες. Όταν οι σπόροι βλαστήσουν πάνω από ένα εύρος θερμοκρασιών μία βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης γίνεται σύντομα εμφανής. Μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα, μπορούμε σαφώς να αναγνωρίσουμε τρεις κύριες θερμοκρασίες βλάστησης, την ελάχιστη, τη μέγιστη και την βέλτιστη. Αλλά με την πάροδο του χρόνου, ένα αυξανόμενο ποσοστό των σπόρων ολοκληρώνει την βλάστηση του σε θερμοκρασίες εκατέρωθεν της πρώτης βέλτιστης με το μεγαλύτερο ποσοστό να επιτυγχάνεται πάνω από ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών. Έτσι η βέλτιστη θερμοκρασία αλλάζει και τα ελάχιστα και μέγιστα μετατοπίζονται προς χαμηλότερες και υψηλότερες τιμές, αντίστοιχα, έως ότου τα απόλυτα όρια θερμοκρασίας για τη

βλάστηση να επιτευχθούν. Κάθε είδος παρουσιάζει ένα διαφορετικό βέλτιστο εύρος θερμοκρασιών, με διαφορετικά μέγιστα και ελάχιστα για τη βλάστηση. Για παράδειγμα υπάρχουν είδη όπως το *Gypsophila perfoliata* στο οποίο το εύρος θερμοκρασιών στο οποίο λαμβάνει χώρα η βλάστηση είναι ευρύ και εκτείνεται από 2-40 °C ενώ το πράσο (*Allium porrum*) είναι ικανό να βλαστήσει μόνο στην περιοχή 7-23 °C (Thompson 1974). Σε άλλες περιπτώσεις, η βλάστηση εμφανίζεται μόνο μέσα σε πολύ στενά όρια όπως στην *Camassia leichtlinii* η οποία βλαστάνει μόνο λίγο κάτω από τους 5 °C (Schroeder 1939). Η ελάχιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση είναι χαμηλή σε πάρα πολλά είδη όπως το *G.perfoliata* και σε ορισμένες περιπτώσεις όπως στο *Trifolium repens* η βλάστηση μπορεί να πραγματοποιηθεί ακόμα και σε παγωμένο έδαφος ή πάγο. Οι σπόροι τροπικών ειδών μπορούν να έχουν σχετικά υψηλές ελάχιστες θερμοκρασίες όπως το βαμβάκι αλλά σε μερικά άλλα φυτά μπορεί να είναι εκπληκτικά χαμηλές. Η καμελίνα αναπτύσσεται καλύτερα σε ψυχρές ημι-ξηρικές κλιματικές ζώνες σε στέπες ή λιβάδια (Francis and Warwick, 2009). Η Καμελίνα δείχνει ιδιαίτερη αντοχή στο κρύο έτσι ώστε είναι σε θέση να βλαστήσει σε χαμηλές θερμοκρασίες και τα φυτά είναι σε θέση να αντέξουν τον παγετό (Plessers et al., 1962, Robinson 1987, Putnam et al., 1993, Ehrensing and Guy, 2008), αν και αυτό δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως. Για ορισμένες ποικιλίες, τα σπορόφυτα έχει παρατηρηθεί ότι επιβιώνουν σε θερμοκρασίες τόσο χαμηλές όσο οι -11°C χωρίς κάποια βλάβη (Plessers et al., 1962, Ehrensing and Guy, 2008). Όσον αφορά την κουνόα οι χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι 2 °C καθυστερούν τη βλάστηση της χωρίς αυτή να εμποδίζεται τελείως. Η χαμηλότερη θερμοκρασία για βλάστηση ποικίλει μεταξύ -1,9 και 0,2 °C, με αρνητικές τιμές σε 9 ποικιλίες από τις 10 που μελετήθηκαν από τους (Bois et al., 2006). Η θερμική ευαισθησία δεν είχε σχέση με τη γεωγραφική προέλευση στη βλαστικότητα των εξεταζόμενων ποικιλιών. Η εμφάνιση του φύλλου και ο χρόνος ανθοφορίας έδειξαν παρόμοιες χαμηλές θερμοκρασίες βλάστησης οι οποίες ήταν κοντά στον 1°C. Η εμφάνιση των φύλλων παρατηρήθηκε σε θερμοκρασίες που κυμαινόταν από 12,9 έως 17,2 °C με τις χαμηλότερες τιμές να εμφανίζονται σε δύο ποικιλίες που κυκλοφόρησαν πρόσφατα σε σχέση με την παραδοσιακή γηγενή ποικιλία. Σε πειράματα με θερμοκρασίες στο επίπεδο της ψύξης έδειξαν ότι κανένα φυτό δε θα μπορούσε να επιβιώσει μετά από 4 ώρες στους -6 °C, ενώ καμία σοβαρή επίδραση δεν παρατηρήθηκε στους -3 °C. Η παραδοσιακή γηγενής ποικιλία έδειξε μικρότερη αντοχή στην ψύξη. Η περιεκτικότητα σε νερό των χαμηλότερων φύλλων καθυστέρησε τη διαδικασία του παγώματος, ενώ τα κυστίδια των φύλλων δεν φαίνεται να διαδραματίζουν κανένα προστατευτικό ή επιζήμιο ρόλο ως προς την προστασία τους. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες ποικίλουν από είδος σε είδος ακόμη και σε καλλιεργούμενα φυτά της ίδιας ποικιλίας. Η κουνόα είναι φυτό ανθεκτικό ακόμα και σε συχνούς παγετούς (Cusack 1984 Risi and Galwey, 1984). Η ανθεκτικότητα είναι μεγαλύτερη σε πιθανούς παγετούς έως το στάδιο της δημιουργίας της ταξιανθίας (Jacobsen et al., 2005). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συνθήκες ανάπτυξης του φυτού και συγκεκριμένα οι θερμοκρασίες, σε περιοχές όπως νότια της Βολιβίας και του Περού, είναι ακραίες, αφού για 200-250 μέρες τον χρόνο οι τιμές της θερμοκρασίας είναι κάτω από τους 0° C (Hellin and Higman, 2003). Στην Ιταλία η καλλιέργεια δεν επηρεάστηκε από τις μέγιστες θερμοκρασίες που έφτασαν

τους 36° C (Pulvento et al., 2010). Η ευαισθησία στις ακραίες θερμοκρασίες είναι υψηλότερη σε ποικιλίες που προέρχονται από κρύα ή ξηρά κλίματα και χαμηλότερη για ποικιλίες από υγρά, θερμά κλίματα (Bertero et al., 2000). Σε ορισμένες ποικιλίες του σέλινου η βλάστηση λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασίες πάνω από 20 °C ενώ σε ορισμένα κωνοφόρα η βλάστηση μπορεί να λάβει χώρα σε υψηλές θερμοκρασίες που φτάνουν τους 57 °C. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ορισμένοι άλλοι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν το εύρος θερμοκρασίας στο οποίο συντελείται η βλάστηση. Ιδιαίτερα αποτελεσματικοί είναι οι ρυθμιστές ανάπτυξης όπως οι γιββερελλίνες και οι κυτοκινίνες. Το GT₅₀ (θερμοκρασία που επιτρέπει 50% βλαστικότητα) του μαρουλιού σε συνθήκες σκότους αυξάνεται από τους 26,5 °C στους 28,5 °C υπό την παρουσία κινετίνης (τύπος κιτοκινίνης) και στους 31 °C όταν παρέχεται γιββερελλικό οξύ. Οι αρκετά απότομες βέλτιστες θερμοκρασίες που εμφανίζονται νωρίς σε ένα πείραμα βλαστικότητας οφείλονται στα υψηλά ποσοστά της βλάστησης σε αυτές τις θερμοκρασίες (Reynolds, T., Thompson, P.A., 1973). Ο προσδιορισμός του ποσοστού βλαστικότητας έχει μεγάλη σημασία στον χαρακτηρισμό της απόκρισης των σπόρων σε μια θερμοκρασία. Σε πείραμα βλαστικότητας σπόρων *Dolichos biflorus* παρατηρήθηκε υψηλότερο ποσοστό βλάστησης στους 30 °C. Ο πληθυσμός συμπεριφέρθηκε αρκετά ομοιογενώς όσον αφορά την βλαστική ικανότητα καθώς οι περισσότεροι σπόροι βλάστησαν σε θερμοκρασίες πάνω από 7 °C και κάτω από 40 °C. Όμως, ο πληθυσμός είναι ετερογενής σε σχέση με τον ρυθμό βλάστησης. Η βιολογική σημασία αυτού μπορεί να είναι ότι οι υψηλές δυνατότητες στην ικανότητα βλάστησης συνδέονται με την χρονική εξάπλωση ακόμη και όταν οι συνθήκες θερμοκρασίας είναι ιδανικές.

1.6 Σκοπός πειράματος

Σκοπός του πειράματος είναι η μελέτη τριών νέων φυτικών ειδών για τον δυτικό κόσμο της κουινόας της καμελίνας και της χίας τα όποια δεν έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα. Η μελέτη αφορά την διερεύνηση διαφορών για κάθε φυτικό είδος στην ξηρασία και την αλατότητα σε διαφορετικές θερμοκρασίες καθώς και την διερεύνηση διαφορών στους υποπληθυσμούς της χίας σε συνθήκες ξηρασίας και αλατότητας σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Γενικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε υπό εργαστηριακές συνθήκες για την μελέτη και τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη διαδικασία βλάστησης σπόρων τριών διαφορετικών ειδών (χίας, καμελίνας, κουνιάς), καθώς και μεταξύ των διαφορετικών σπόρων χίας (μαύροι και άσπροι σπόροι). Η μελέτη έγινε σε 7 διαφορετικές θερμοκρασίες και αφορούσε την επίδραση της υδατικής καταπόνησης και αλατότητας μέσω 10 διαφορετικών συγκεντρώσεων οσμωτικών διαλυμάτων σε σπόρους χίας, καμελίνας και κουνιάς. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τα πειράματα ήταν σπόροι τριών ελαιούχων ειδών (χίας, καμελίνας, κουνιάς), πλαστικά τρυβλία διαμέτρου 14 εκατοστών, διηθητικό χαρτί, 10 οσμωτικά διαλύματα με ένα μάρτυρα και τέλος ένας θάλαμος σταθερών συνθηκών (climas) του οποίου η απόκλιση στη θερμοκρασία είναι ± 0.5 °C. Τα ελαιούχα είδη που μελετήθηκαν ήταν η χία (*Salvia hispanica*) η καμελίνα (*Camelina sativa*) και η κουνιά (*Chenopodium quinoa*).



Εικόνα 4. Ο θάλαμος σταθερών συνθηκών που χρησιμοποιήθηκε κατά την εκτέλεση του πειράματος

2.2 Αναλυτική περιγραφή πειράματος

Σε κάθε είδος επιδιώχθηκε η δημιουργία υδατικής καταπόνησης και αλατότητας μέσω 10 ωσμωτικών διαλυμάτων, 6 διαλυμάτων NaCl (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa) και 4 διαλυμάτων πολυαιθυλενογλυκόλης (PEG 6000) (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa) τέλος χρησιμοποιήθηκε και ένα διάλυμα απιονισμένου νερού ως μάρτυρας. Τα ποσοστά βλαστικότητας και οι πορείες φυτρώματος των σπόρων με τις συγκεκριμένες μεταχειρίσεις μελετήθηκαν σε 7 διαφορετικές θερμοκρασίες. Η χαμηλότερη θερμοκρασία που μελετήθηκε ήταν αυτή των 5 °C και ακολούθως οι θερμοκρασίες ήταν 10, 15, 20, 25, 30, 35 °C. Παρασκευάστηκαν τα ωσμωτικά διαλύματα με τη χρήση πολυαιθυλενογλυκόλης (PEG 6000) σύμφωνα με την μέθοδο Michel and Kaufmann (1973) σε τέσσερες διαφορετικές συγκεντρώσεις της διαλυτής ουσίας (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa) και ένα απουσία αυτής, ο μάρτυρας (0). Οι ποσότητες της διαλυτής ουσίας διαφοροποιήθηκαν σε μικρό βαθμό μεταξύ των θερμοκρασιών όπως παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2.

Πίνακας 3. Ποσότητες σε gr της διαλυτής ουσίας NaCl για την παρασκευή έξι ωσμωτικών διαλυμάτων αυξανόμενης συγκέντρωσης σε επτά διαφορετικές θερμοκρασίες.

NaCl	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
-0.2 MPa	2.53	2.49	2.44	2.40	2.36	2.35	2.32
-0.4 MPa	5.07	4.98	4.89	4.81	4.43	4.70	4.65
-0.6 MPa	7.61	7.47	7.34	7.22	7.09	7.05	6.98
-0.8 MPa	10.14	9.96	9.79	9.62	9.46	9.40	9.30
-1.0 MPa	12.68	12.45	12.2	12.03	10.32	11.75	11.63
-1.2 MPa	15.22	14.95	14.69	14.44	4.19	14.1	13.96

Πίνακας 4. Ποσότητες σε gr της διαλυτής ουσίας PEG 6000 για την παρασκευή τεσσάρων ωσμωτικών διαλυμάτων αυξανόμενης συγκέντρωσης σε επτά διαφορετικές θερμοκρασίες.

PEG 6000	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
-0.2 MPa	47.16	49.85	52.82	56.11	59.78	63.89	68.50
-0.4 MPa	73.52	76.93	80.65	84.71	89.17	94.08	99.51
-0.6 MPa	94.09	97.99	102.22	106.82	111.83	117.31	123.34
-0.8 MPa	11.15	115.85	120.48	125.51	130.97	136.92	143.44

Οι παραπάνω ποσότητες της διαλυτής ουσίας χρησιμοποιήθηκαν για παρασκευή διαλυμάτων όγκου 500ml ενώ για το ζύγισμα χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας. Η διαλυτή ουσία τοποθετήθηκε σε απιονισμένο νερό και αναδεύτηκε για όσο χρονικό διάστημα χρειάστηκε μέχρι την πλήρη διάλυση της.

Για τις μετρήσεις των ποσοστών βλάστησης των σπόρων καθώς και εντός των μεταχειρίσεων των ωσμωτικών διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα τρυβλία με διηθητικά χαρτιά τα οποία αποτέλεσαν τις επαναλήψεις κάθε επέμβασης. Το κάθε τριβλίο περιείχε 100 σπόρους. Έπειτα έγινε προσθήκη στα τριβλία 7 ml από το αντίστοιχο κάθε φορά διάλυμα, κλείσιμο αυτών και μεταφορά στο θάλαμο σταθερών συνθηκών. Τα τριβλία τοποθετήθηκαν στο θάλαμο σταθερών συνθηκών με καθημερινή παρακολούθηση της βλάστησης των σπόρων, στις επτά εξεταζόμενες θερμοκρασίες.

2.3 Μετρήσεις

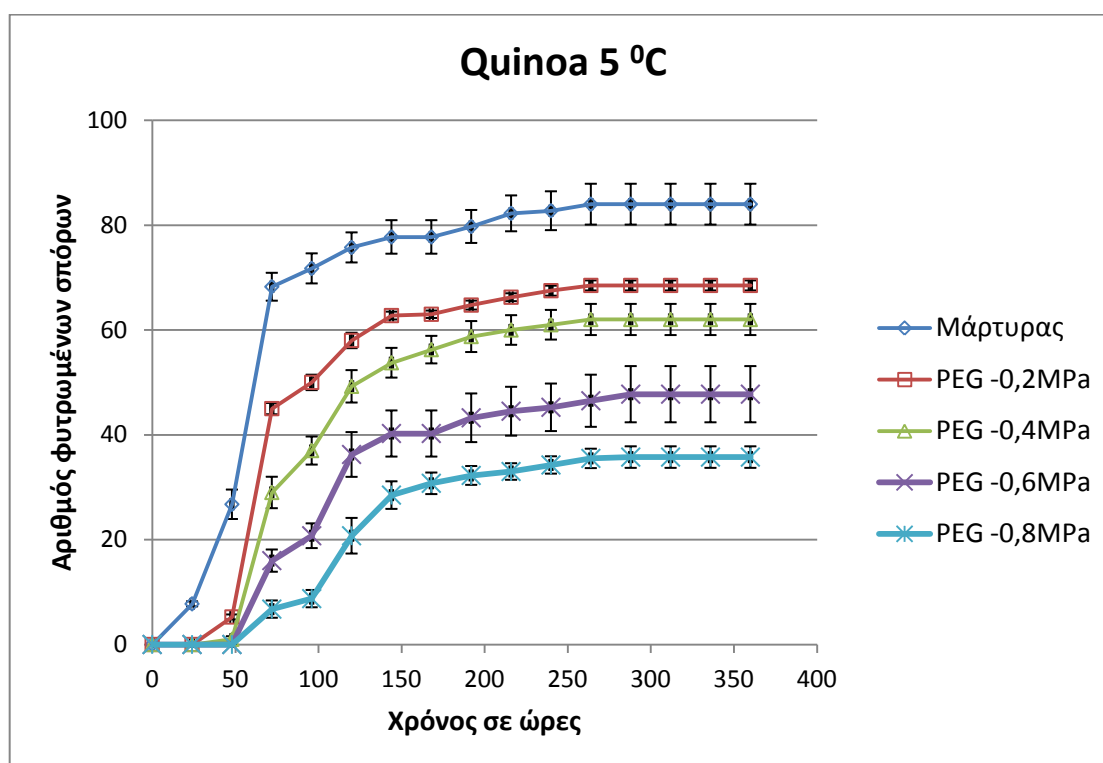
Σαν ένδειξη βλάστησης θεωρήθηκε η έξοδος του ριζιδίου από τη μικροπύλη κατά 2 mm περίπου. Σε όλες τις θερμοκρασίες για να μελετηθεί η πορεία βλάστησης οι παρατηρήσεις ελήφθησαν κάθε 24 ώρες ακριβώς. Η επώαση έγινε σε συνθήκες σκότους με εξαίρεση τα σύντομα χρονικά διαστήματα των μετρήσεων όπου οι σπόροι δέχτηκαν εργαστηριακό φως. Σε κάθε μέτρηση οι βλαστημένοι σπόροι απομακρύνθηκαν με λαβίδες, ενώ ταυτόχρονα έγινε έλεγχος της επάρκειας υδατικού διαλύματος και όποτε κρίθηκε αναγκαίο έγινε προσθήκη περίπου 3 ml ακόμη. Στις υψηλές θερμοκρασίες η προσθήκη διαλυμάτων ήταν πιο συχνή σε σχέση με τις χαμηλές θερμοκρασίες. Στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκε ανάπτυξη παθογόνων μυκήτων έγινε μεταφορά όλων των υπολοίπων σπόρων σε νέο καθαρό τρυβλίο με

καινούργια διηθητικά χαρτιά. Ο προσβεβλημένος σπόρος καταμετρήθηκε ως μη βλαστημένος. Τέλος, όταν για 3 μετρήσεις σημειώθηκε η ίδια ένδειξη (=0) θεωρήθηκε ότι η βλάστηση είχε ολοκληρωθεί. Για την εξυπηρέτηση των αναγκών του πειράματος έγινε αντίστοιχα προσδιορισμός του χρόνου που απαιτήθηκε για τη βλάστηση του ποσοστού του 50% (T_{50}) των σπόρων από τις χρονικές πορείες βλάστησης. Ως T_{50} ορίζεται το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη βλάστηση του 50% του συνολικού αριθμού σπόρων που φύτρωσαν. Τέλος έγινε ο προσδιορισμός των οριακών θερμοκρασιών από δύο γραμμικές παλινδρομήσεις, οι συντελεστές παλινδρόμησης a,b κάθε μιας χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των μέγιστων και ελάχιστων οριακών θερμοκρασιών φυτρώματος. Το σημείο τομής των δύο γραμμικών παλινδρομήσεων χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της άριστης θερμοκρασίας φυτρώματος.

3. Αποτελέσματα

3.1 Πορείες φυτρώματος

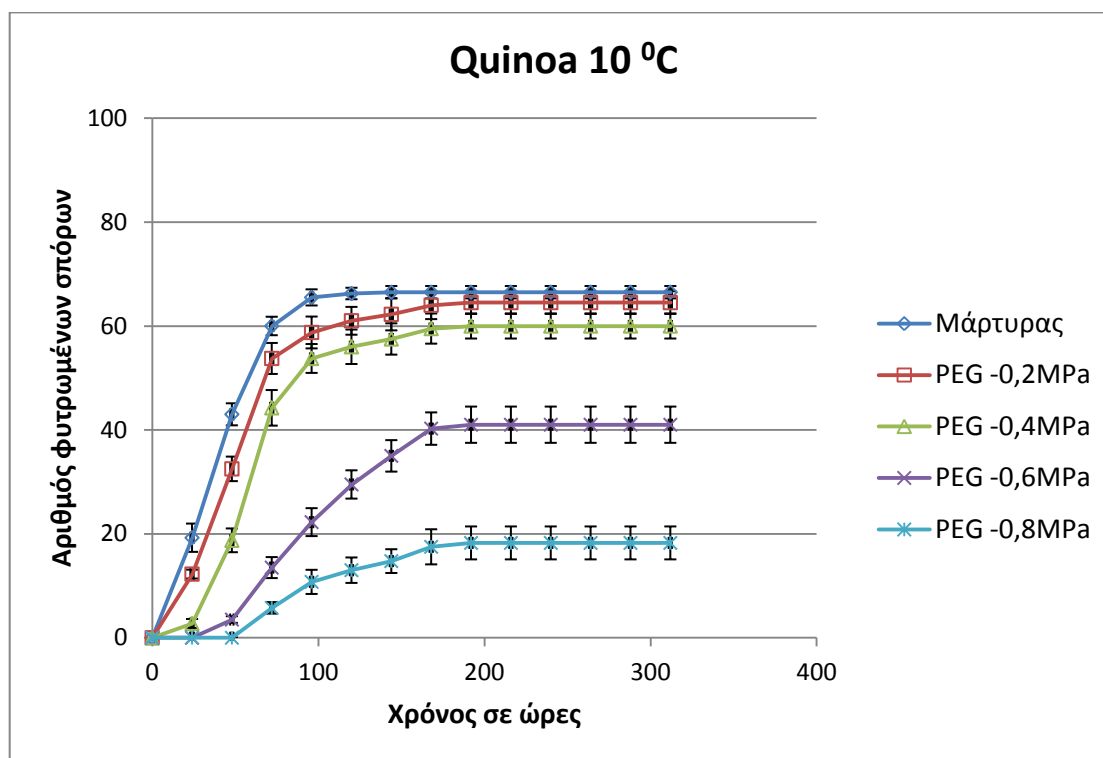
3.1.1 Πορείες φυτρώματος σπόρων κουνιάς σε υδατική καταπόνηση



Διάγραμμα 1. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 5 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

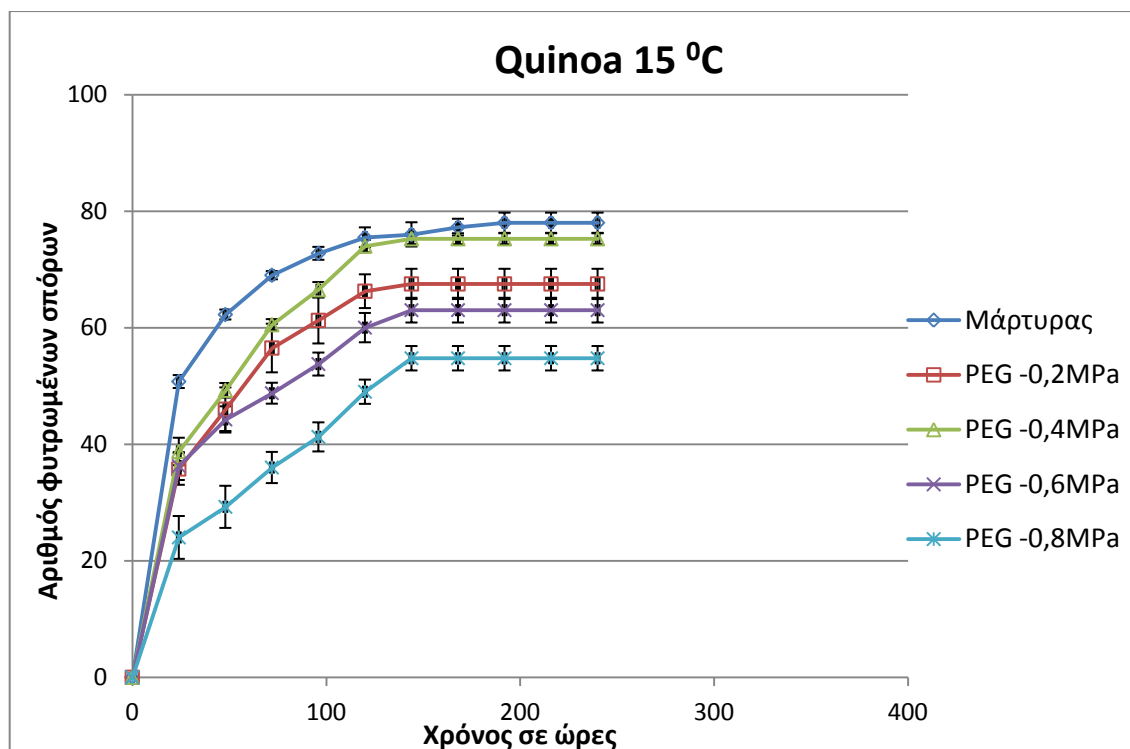
Από τη μελέτη του διαγράμματος 1 διαπιστώνεται ότι στους 5 °C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa που αποτέλεσε τον μάρτυρα παρουσιάστηκε ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης με βάση την κλίση της καμπύλης, οι σπόροι κουνιάς ξεκίνησαν την βλάστηση τους 24 ώρες μετά την τοποθέτησή τους στον θάλαμο και την ολοκλήρωσαν στις 264 ώρες παρουσιάζοντας τον υψηλότερο αριθμό φυτρωμένων σπόρων (84). Στη συγκέντρωση -0.2 MPa η βλάστηση ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 264 ώρες με τον αριθμό των βλαστημένων σπόρων να είναι 68. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 72 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 264 με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 62. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa η βλάστηση ξεκίνησε στις 72 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 288 με τους φυτρωμένους σπόρους να είναι 47. Τέλος σε συγκέντρωση -0.8 MPa η βλάστηση των σπόρων κουνιάς ξεκίνησε στις 72 ώρες και

ολοκληρώθηκε στις 288 ώρες παρουσιάζοντας το μικρότερο αριθμό φυτρωμένων σπόρων (35).



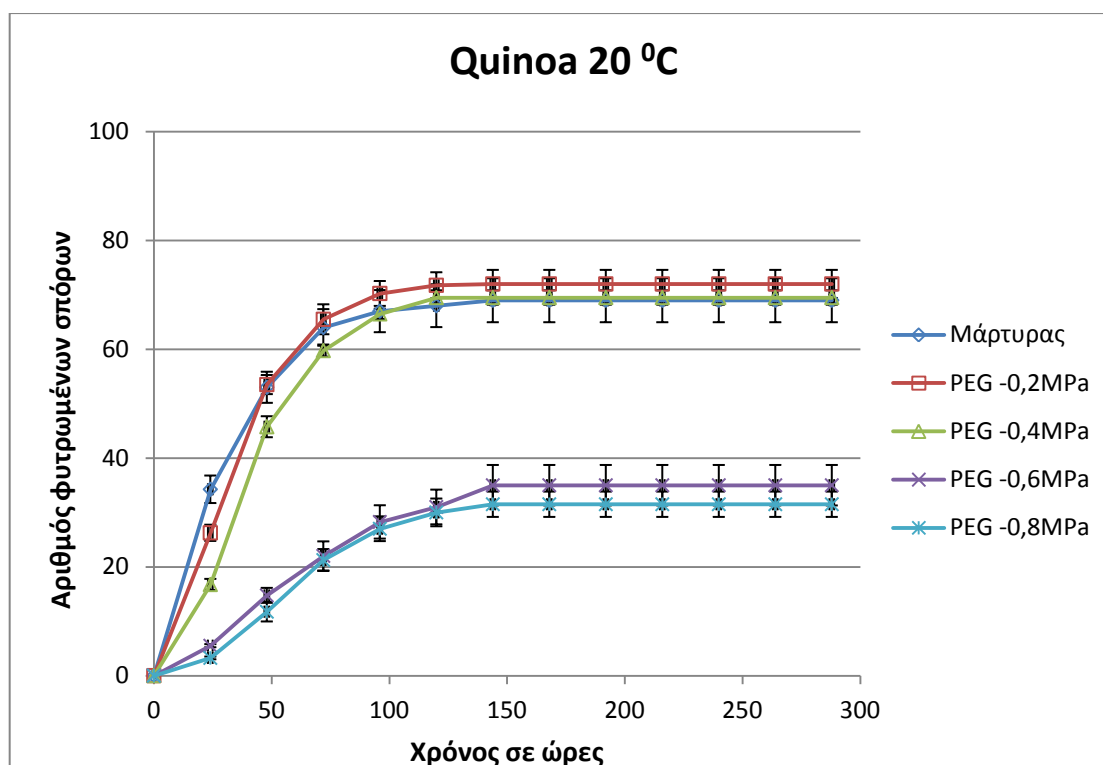
Διάγραμμα 2. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 10 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 2 διαπιστώνεται ότι στους 10 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa η βλάστηση των σπόρων κουνιάς ξεκίνησε στις 24h από την τοποθέτησή τους στο θάλαμο και ολοκληρώθηκε στις 168 ώρες με τον υψηλότερο αριθμό βλαστημένων σπόρων (66) για αυτές τις συνθήκες. Σε συγκεντρώσεις ωσμωτικού διαλύματος PEG -0.2 MPa και -0.4 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 192 ώρες με τους αριθμούς βλαστημένων σπόρων να είναι 65 για την πρώτη και 60 για την δεύτερη περίπτωση. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa η έναρξη της βλάστησης των σπόρων έγινε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 192 ώρες με 41 φυτρωμένους σπόρους. Τέλος στην συγκέντρωση -0.8 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιήθηκε στις 72 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 192 ώρες με το μικρότερο αριθμό βλαστημένων σπόρων (18) υπό αυτές τις συνθήκες.



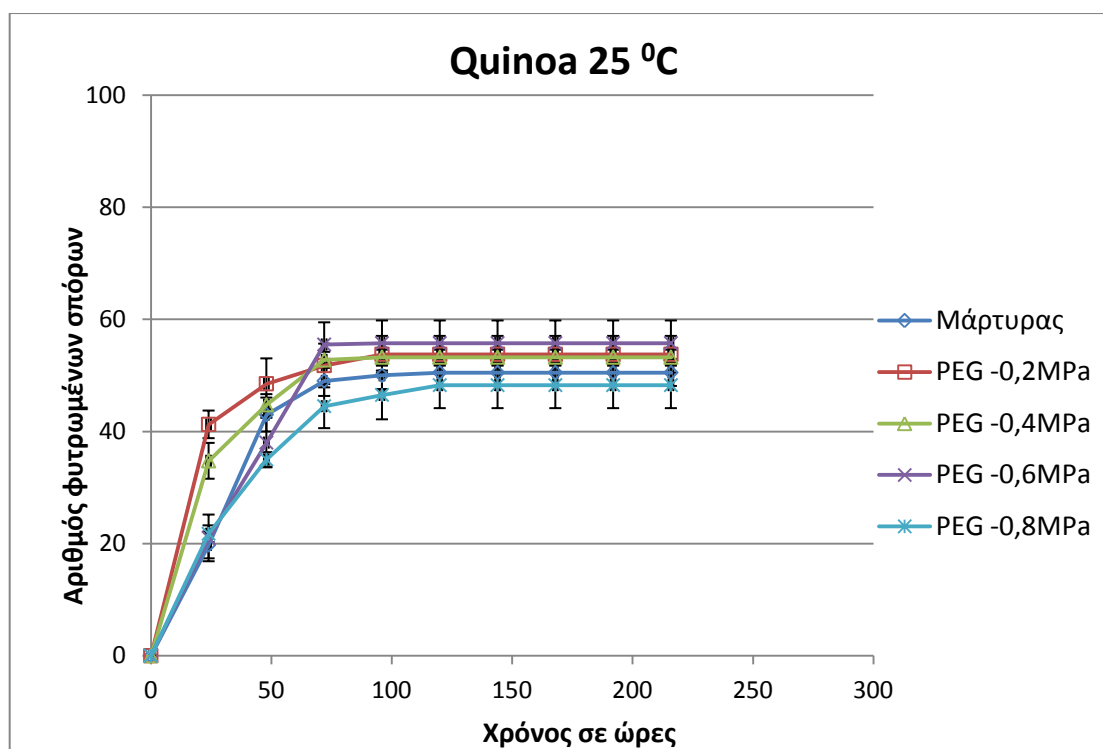
Διάγραμμα 3. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουινόας στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3 σε θερμοκρασία 15 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa η βλάστηση των σπόρων κουινόας ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 192 ώρες καταγράφοντας το μεγαλύτερο αριθμό βλαστημένων σπόρων (78) λόγω μηδενικής επίδρασης της υδατικής καταπόνησης. Στη συγκέντρωση των -0.2 MPa παρατηρήθηκε έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες με την ολοκλήρωση της να πραγματοποιείται στις 144 ώρες με 67 φυτρωμένους σπόρους. Ακολούθως σε συγκέντρωση -0.4 MPa η βλάστηση των σπόρων κουινόας ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με 75 φυτρωμένους σπόρους. Τέλος σε συγκέντρωση -0.6 και -0.8 MPa όπως φαίνεται από το διάγραμμα η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με τους τελικούς αριθμούς φυτρωμένων σπόρων να διαμορφώνονται σε 63 στην πρώτη περίπτωση και 55 στην δεύτερη περίπτωση αντίστοιχα.



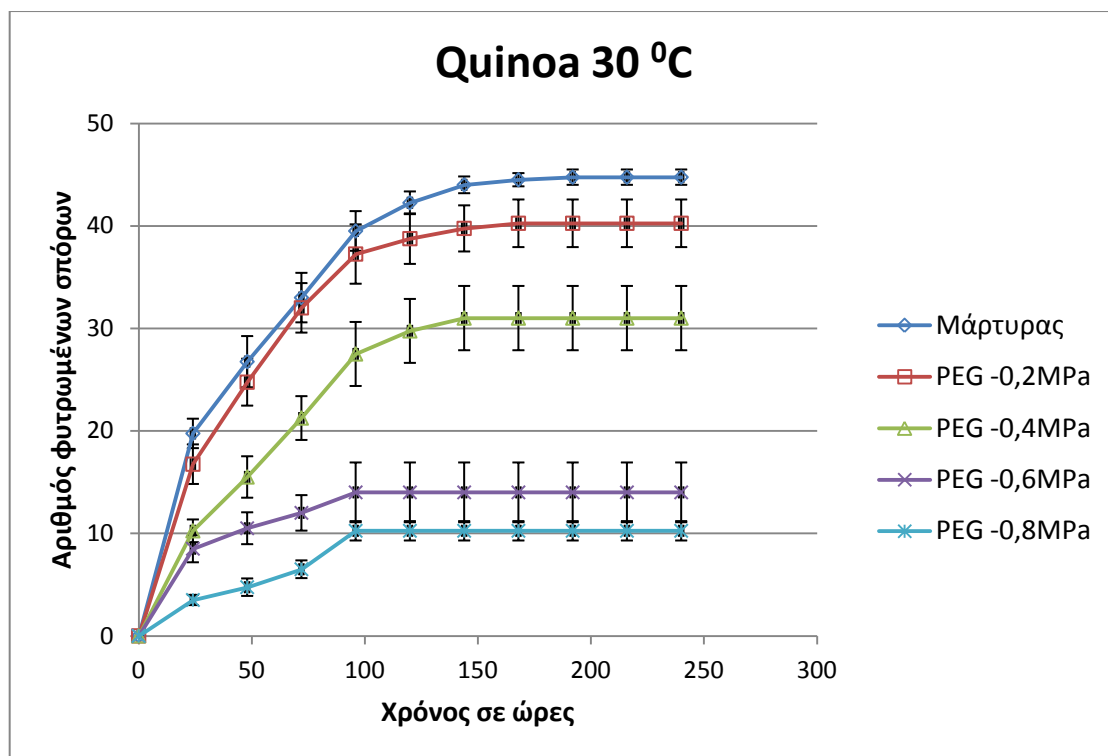
Διάγραμμα 4. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 4 σε θερμοκρασία 20 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa η βλάστηση των σπόρων κουνιάς ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με 70 σπόρους κουνιάς φυτρωμένους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλαστικότητα δείχνοντας ότι μικρή συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος επιδρά θετικά στην βλάστηση, η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με 72 φυτρωμένους σπόρους. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa η βλάστηση ξεκίνησε στις 24 ώρες από την τοποθέτηση στον θάλαμο και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 70. Τέλος στα ωσμωτικά διαλύματα με συγκεντρώσεις -0,6 και -0,8 MPa παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη επίδραση της ξηρασίας καθώς η έναρξη της βλάστησης των σπόρων κουνιάς έγινε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με τους τελικούς αριθμούς βλαστημένων σπόρων να διαμορφώνονται σε 35 και 31 αντίστοιχα.



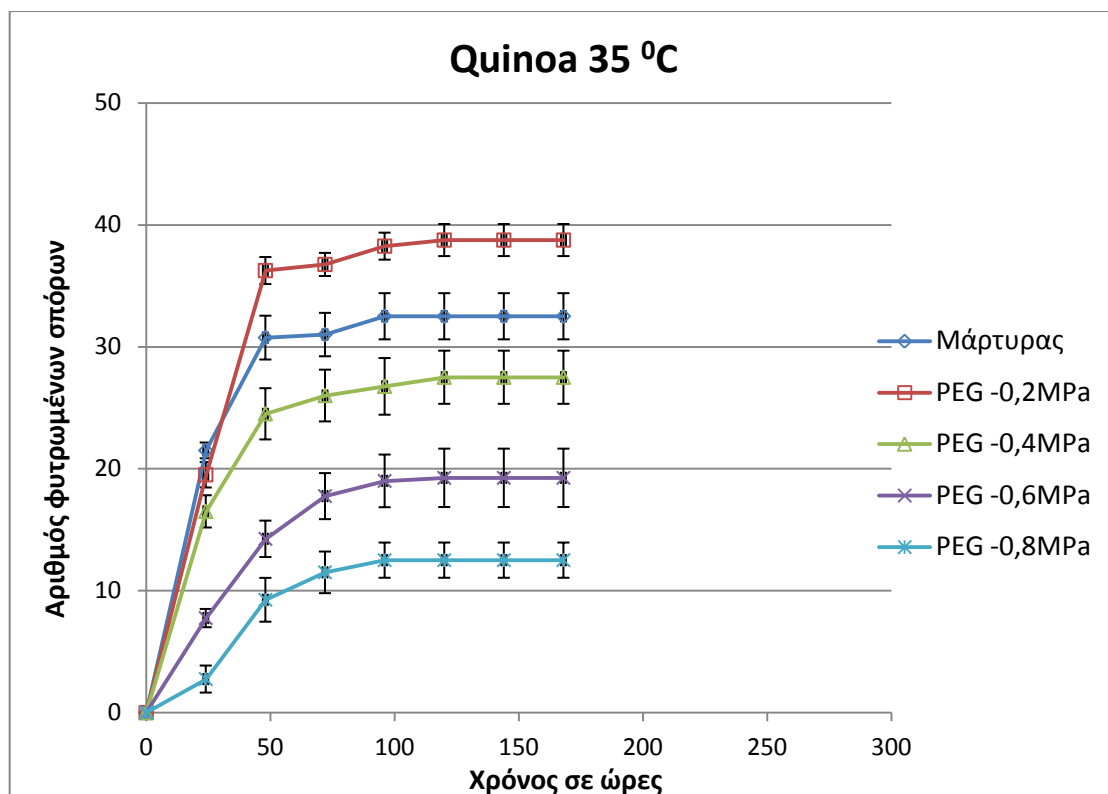
Διάγραμμα 5. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 25 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από την μελέτη του διαγράμματος 5 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 25 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων κουνιάς είναι 50 με έναρξη βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση στις 120 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 και -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης συντελείται στις 24 ώρες και ολοκληρώνεται στις 120 ώρες με 53 φυτρωμένους σπόρους. Ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων κουνιάς καταγράφηκε για συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,6 MPa και είναι (56) με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 96 ώρες. Τέλος σε συγκέντρωση -0.8 MPa λόγω μεγάλης υδατικής καταπόνησης παρατηρείται ο πιο μικρός αριθμός βλαστημένων σπόρων (48) υπό αυτές τις συνθήκες με την βλάστηση να αρχίζει στις 24 ώρες και να ολοκληρώνεται στις 120 ώρες.



Διάγραμμα 6. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

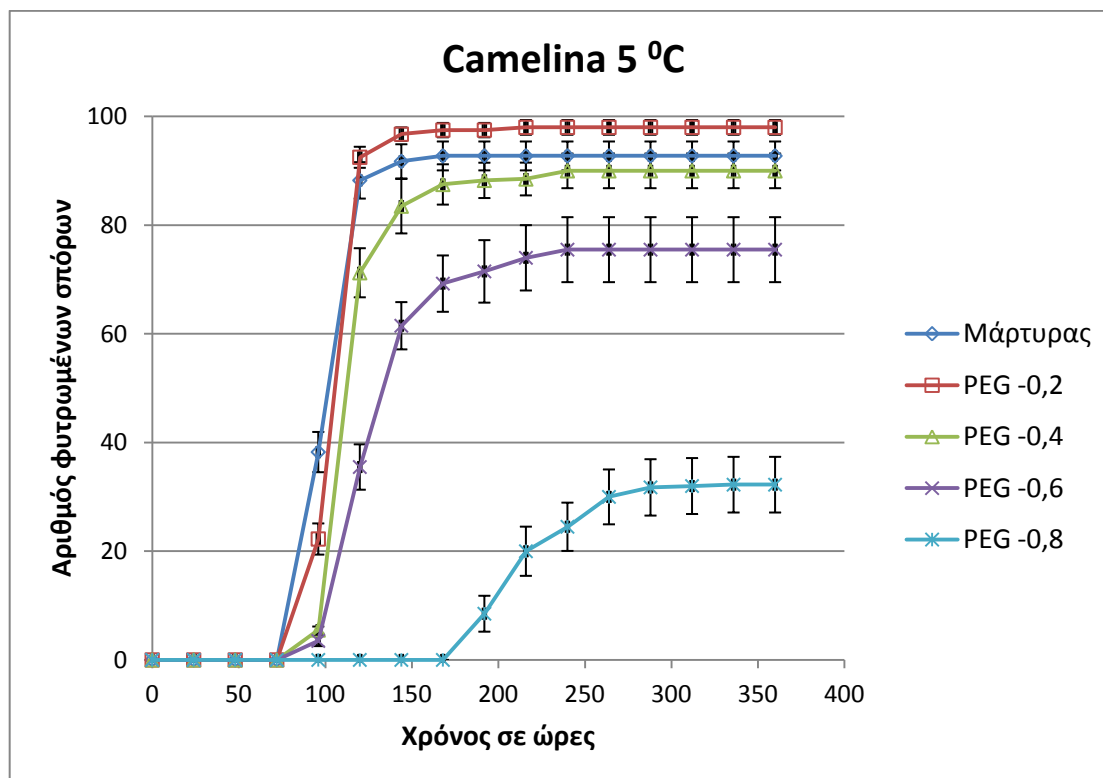
Σύμφωνα με το διάγραμμα 6 σε θερμοκρασία 30 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης όπως φαίνεται και από την κλίση της καμπύλης με τον αριθμό των φυτρωμένων σπόρων να είναι 45 στις 192 ώρες με την εκκίνηση της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 40 φυτρωμένους σπόρους. Όσον αφορά στην συγκέντρωση -0.4 MPa ο αριθμός φυτρωμένων σπόρων είναι 31 στις 144 ώρες με έναρξη στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 96 ώρες με τον τελικό αριθμό βλαστημένων σπόρων κουνιάς να διαμορφώνεται σε 14. Τελος σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa λόγω μεγάλης υδατικής καταπόνησης ο τελικός αριθμός σπόρων κουνιάς που φύτρωσαν είναι ο πιο μικρός (10) στις 96 ώρες.



Διάγραμμα 7. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

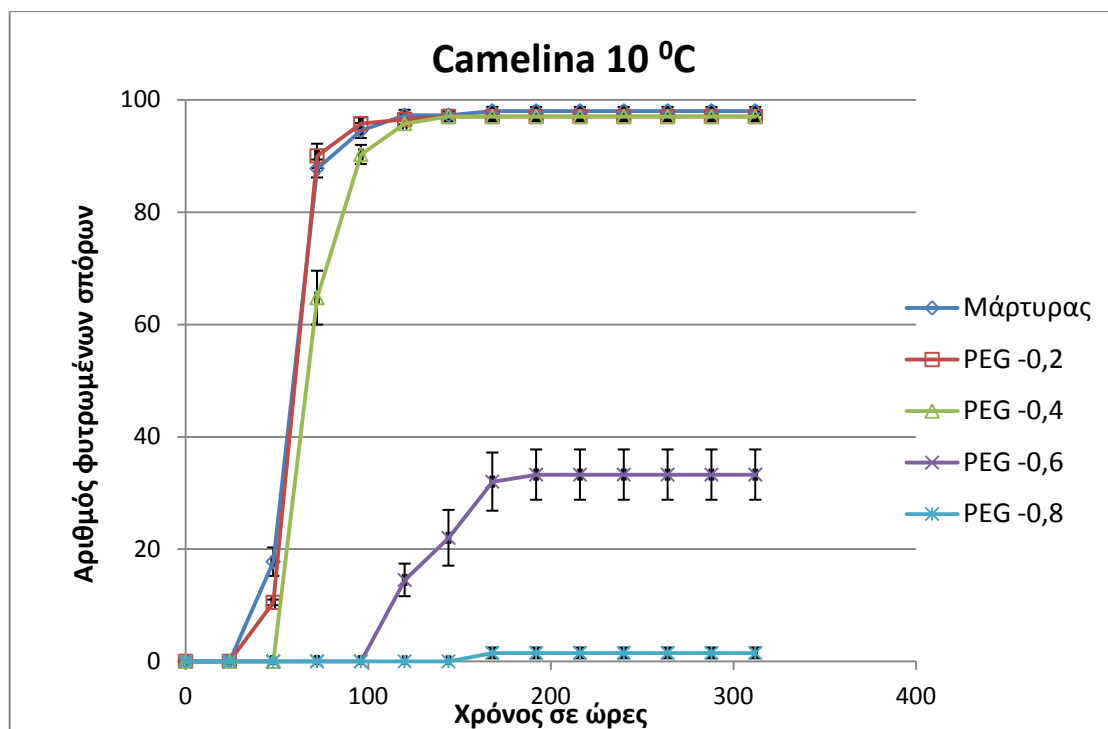
Από την μελέτη του διαγράμματος 7 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 35 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων κουνιάς είναι 32 στις 96 ώρες με έναρξη στις 24 ώρες. Ο υψηλότερος αριθμός (39) φυτρωμένων σπόρων σε αυτές τις συνθήκες όπως φαίνεται και από την κλίση της καμπύλης της στο διάγραμμα παρατηρήθηκε σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa με την βλάστηση των σπόρων κουνιάς να ξεκινά στις 24 ώρες και να τελειώνει στις 120 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και ολοκληρώνεται στις 120 ώρες με 28 φυτρωμένους σπόρους κουνιάς. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa η έναρξη της βλάστησης συντελείται στις 24 ώρες με ολοκλήρωση στις 120 ώρες με 19 φυτρωμένους σπόρους. Τέλος σε ωσμωτικό διάλυμα -0.8 MPa λόγω υψηλής συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος παρατηρείται ο πιο χαμηλός αριθμός φυτρωμένων σπόρων (12) στις 96 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες.

3.1.2 Πορείες φυτρώματος σπόρων καμελίνας σε υδατική καταπόνηση



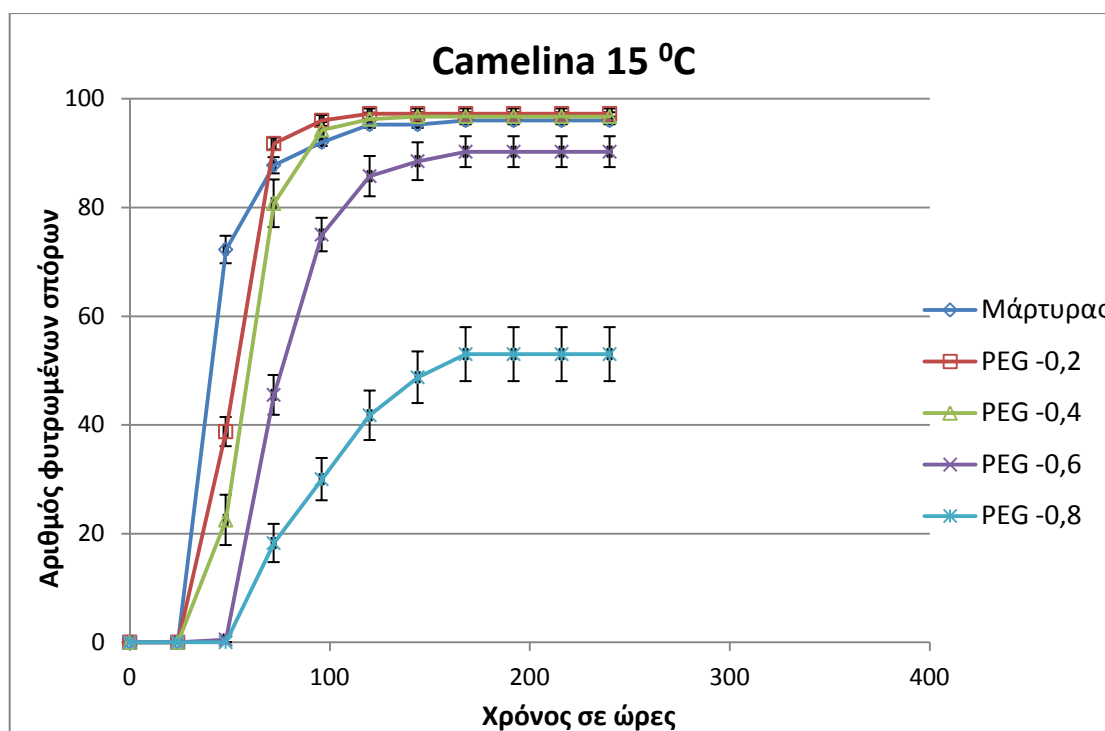
Διάγραμμα 8. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 5 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Παρατηρώντας το διάγραμμα 8 (5 °C) στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa η έναρξη της βλάστησης των σπόρων καμελίνας έγινε στις 96 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 168 ώρες με 93 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (98) λόγω μικρής επίδρασης της υδατικής καταπόνησης, η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 96 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 216 ώρες. Για συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων είναι 90 στις 240 ώρες με την έναρξη της βλάστησης στις 96 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιείται στις 96 ώρες και ολοκληρώνεται στις 240 ώρες με 75 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Τέλος στην συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa η έναρξη της βλάστησης καθυστέρησε σημαντικά σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις καθώς πραγματοποιήθηκε στις 192 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 336 ώρες σημειώνοντας το χαμηλότερο ρυθμό βλάστησης με 32 φυτρωμένους σπόρους λόγω μεγάλης επίδρασης της υδατικής καταπόνησης.



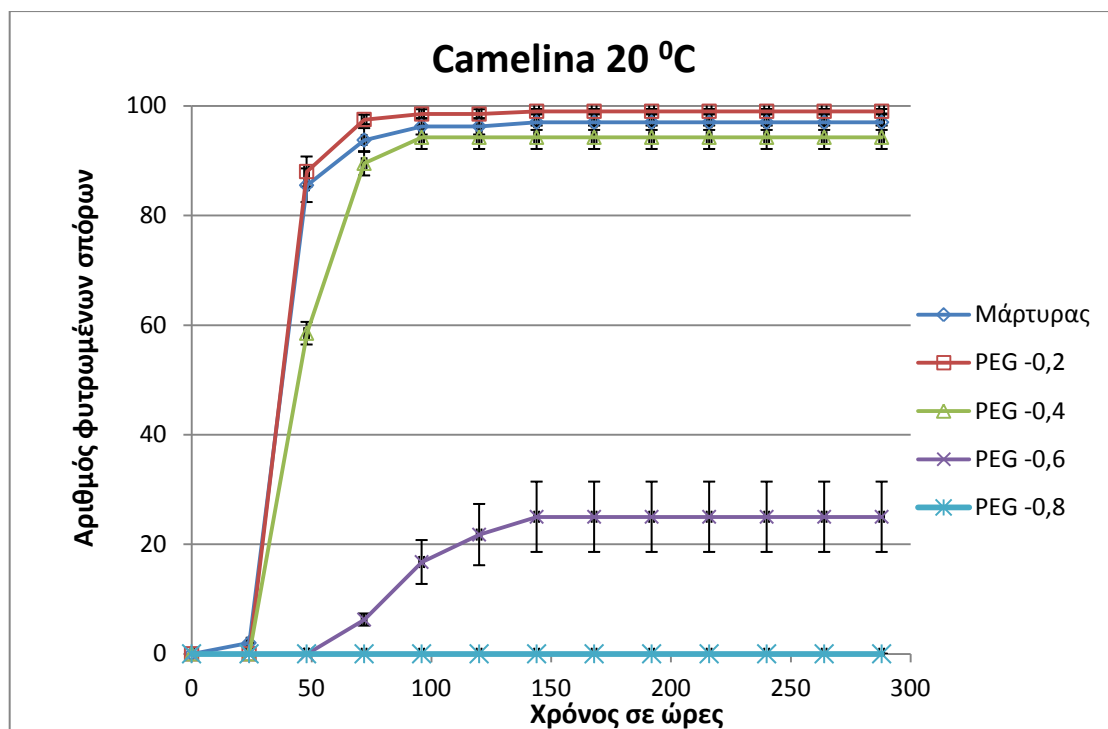
Διάγραμμα 9. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 10 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 9 σε θερμοκρασία 10 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 και -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης των σπόρων καμελίνας έγινε στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 98 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 72 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 144 ώρες με 97 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων για συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa είναι 33 στις 192 ώρες με έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 120 ώρες. Τέλος στη συγκέντρωση -0.8 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 168 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 με μόνο 2 βλαστημένους σπόρους εξαιτίας της μεγάλης υδατικής καταπόνησης.



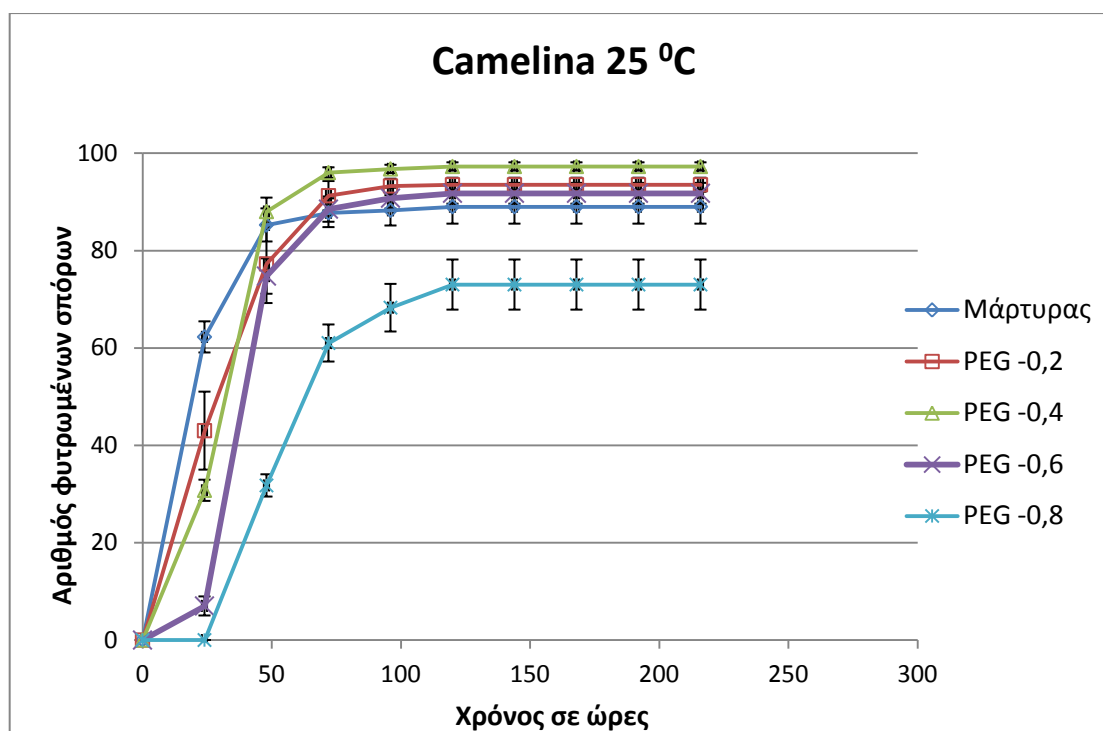
Διάγραμμα 10. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 10 σε θερμοκρασία 15 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 ώρες με 96 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 και -0.4 MPa καταγράφηκε ο μεγαλύτερος τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων (97), η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 144 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa φύτεψαν 90 σπόροι καμελίνας στις 168 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες. Τέλος στη συγκέντρωση -0.8 MPa παρουσιάστηκε ο μικρότερος ρυθμός βλάστησης λόγω μεγαλύτερης υδατικής καταπόνησης με 53 σπόρους να βλαστάνουν, η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 72 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες.



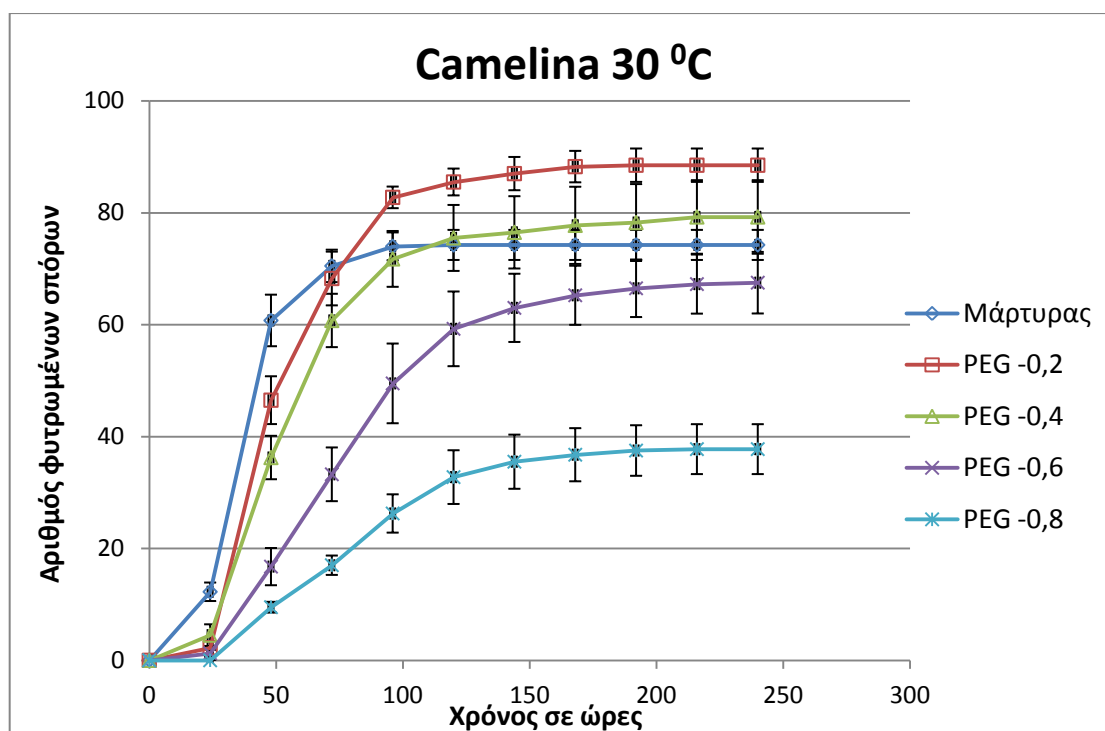
Διάγραμμα 11. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από την μελέτη του διαγράμματος 11 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 20 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa φύτρωσαν 97 σπόροι καμελίνας στις 144 ώρες με έναρξη των διαδικασιών βλάστησης στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa σημειώνεται ο μεγαλύτερος αριθμός βλάστησης σπόρων καμελίνας (99) για αυτές τις συνθήκες με την βλάστηση των σπόρων να ξεκινά στις 48 ώρες και να τελειώνει στις 144 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 48 ώρες με 94 σπόρους καμελίνας να φυτρώνουν στις 96 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa η έναρξη της βλάστησης συντελείται στις 72 ώρες και ολοκληρώνεται στις 144 ώρες με 25 σπόρους να βλαστάνουν. Τέλος στην μεγαλύτερη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας λόγω μεγάλης επίδρασης της ξηρασίας.



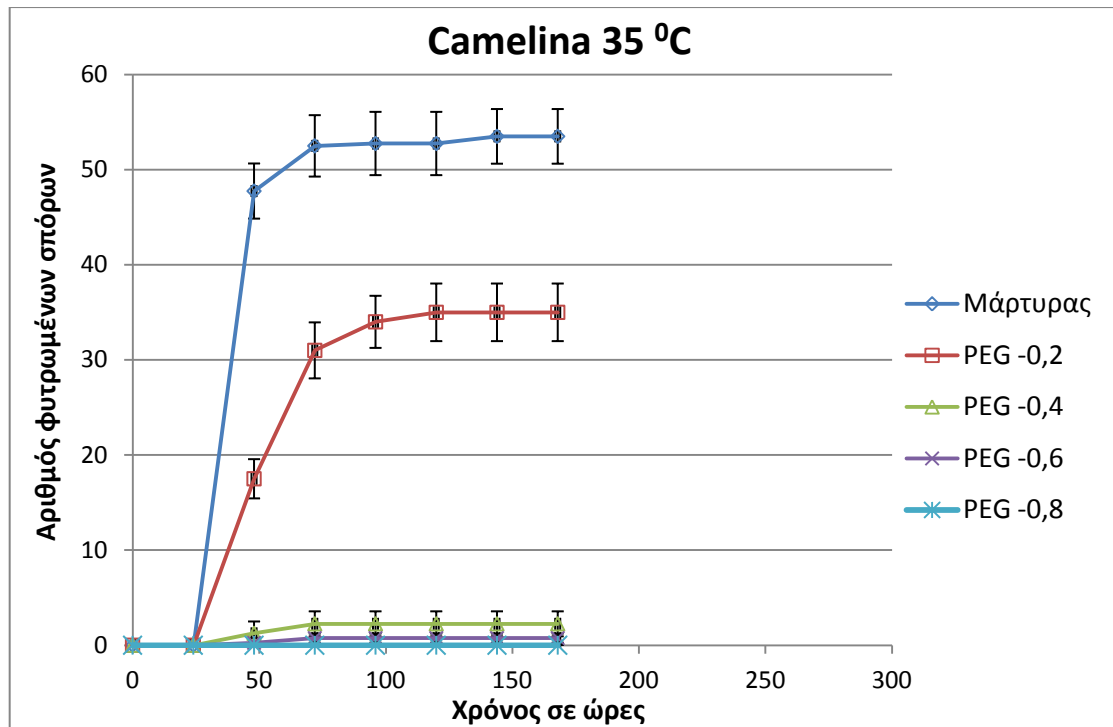
Διάγραμμα 12. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 25 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 12 σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa και θερμοκρασία 25 °C η βλάστηση των σπόρων ξεκινά στις 24 ώρες και ολοκληρώνεται στις 120 ώρες με 89 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 120 με 93 φυτρωμένους σπόρους. Ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (97) παρατηρείται για συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa στις 120 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa η βλάστηση των σπόρων καμελίνας ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 120 ώρες με 92 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Τέλος σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa η επίδραση της αλατότητας ήταν μεγαλύτερη με αποτέλεσμα τον μικρότερο αριθμό φυτρωμένων σπόρων (73) υπό αυτές τις συνθήκες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 120 ώρες.



Διάγραμμα 13. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

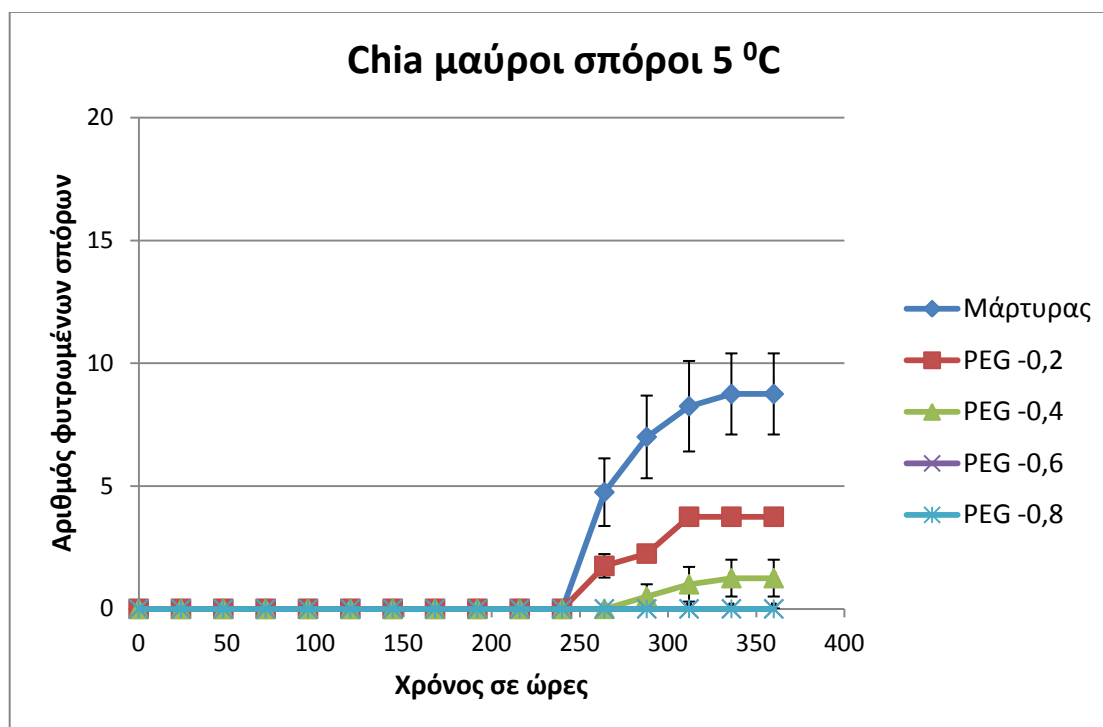
Σύμφωνα με το διάγραμμα 13 σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa και θερμοκρασία 30 °C η βλάστηση ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 120 ώρες με τους φυτρωμένους σπόρους καμελίνας σε αυτή την μεταχείριση να είναι 74. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa παρουσιάστηκε ο ταχύτερος ρυθμός βλάστησης καθώς η κλίση της καμπύλης βλάστησής ήταν η μεγαλύτερη, η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 με 88 φυτρωμένους σπόρους. Ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων για συγκέντρωση -0.4 MPa είναι 79 στις 216 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa η βλάστηση των σπόρων καμελίνας ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 216 ώρες με 67 φυτρωμένους σπόρους. Τέλος σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa εξαιτίας της μεγάλης υδατικής καταπόνησης παρουσιάστηκε ο μικρότερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (38) με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και την ολοκλήρωση της στις 216 ώρες.



Διάγραμμα 14. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

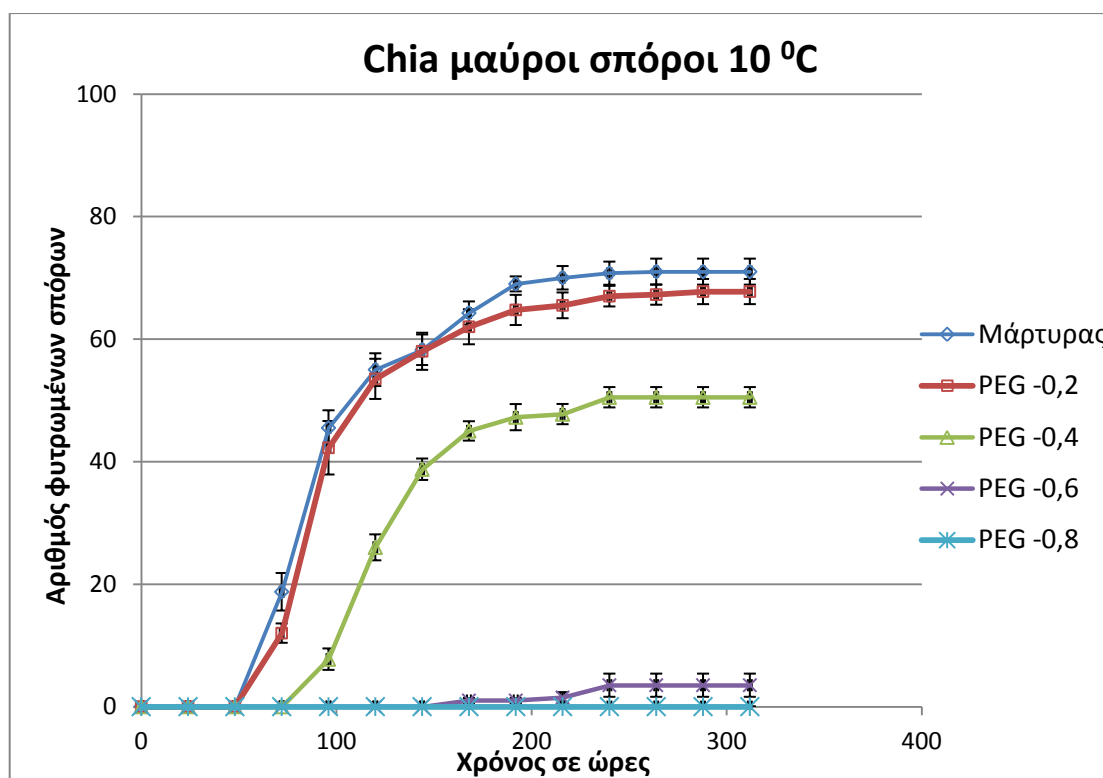
Από το διάγραμμα 14 προκύπτει ότι σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa που αποτελεί τον μάρτυρα παρουσιάζεται ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης με βάση την κλίση της καμπύλης βλάστησης με την έναρξη της βλάστησης των σπόρων καμελίνας να γίνεται στις 48 ώρες και να ολοκληρώνεται στις 144 ώρες με 53 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa καταγράφηκαν 35 φυτρωμένοι σπόροι στις 120 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 72 ώρες με 2 σπόρους καμελίνας να φυτρώνουν. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa υπήρξε βλάστηση μόνο ενός σπόρου καμελίνας στις 72 ώρες. Τέλος σε συγκέντρωση -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας. Στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού διαλύματος -0.4, -0.6 και -0.8 MPa ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και μεγάλης υδατικής καταπόνησης επέδρασε καθοριστικά στο χαμηλό αριθμό φυτρωμένων σπόρων.

3.1.3 Πορείες φυτρώματος μαύρων σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση



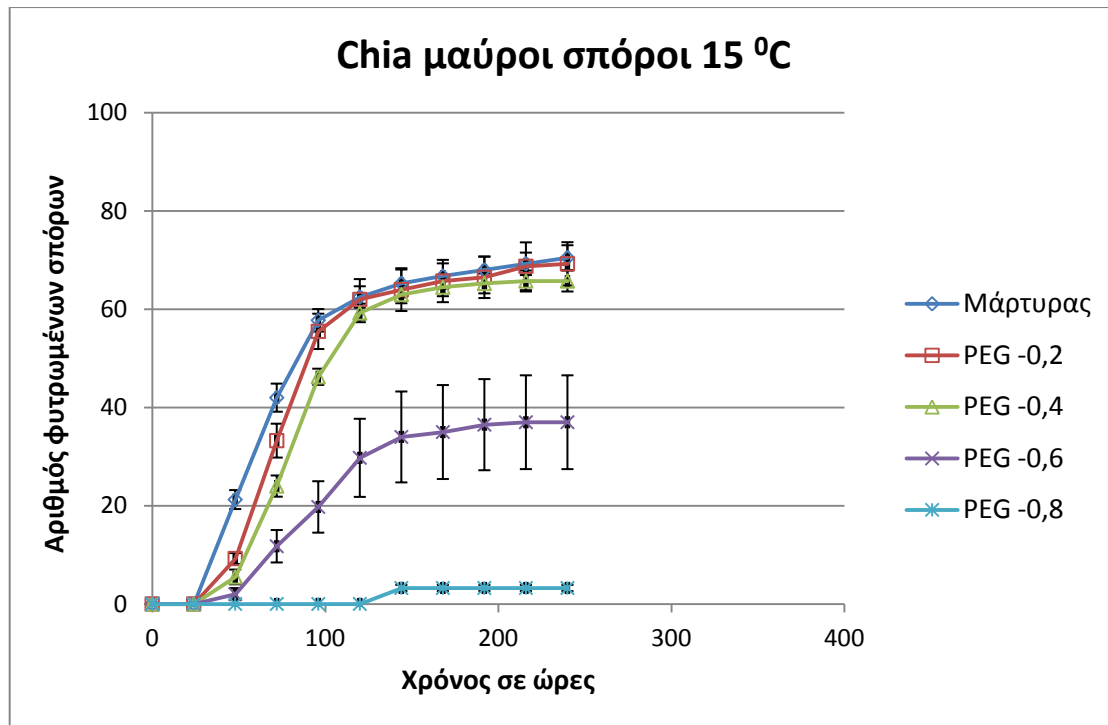
Διάγραμμα 15. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 5 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από το διάγραμμα 15 προκύπτει ότι τόσο η χαμηλή θερμοκρασία (5 °C) όσο και η υδατική καταπόνηση επηρέασε αρνητικά την βλαστικότητα των σπόρων σε όλες τις μεταχειρίσεις τόσο με καθυστέρηση στην έναρξη του φυτρώματος όσο και στον τελικό αριθμό των φυτρωμένων σπόρων. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa (μάρτυρας) παρατηρείται ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (9) στις 336 ώρες με έναρξη της βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας να γίνεται στις 264 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa βλάστησαν 4 σπόροι στις 312 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 264 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας έγινε στις 288 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 336 ώρες με μόλις 1 φυτρωμένο σπόρο. Τέλος σε συγκέντρωση -0.6 και -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση μαύρων σπόρων χίας εξαιτίας μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος και χαμηλής θερμοκρασίας.



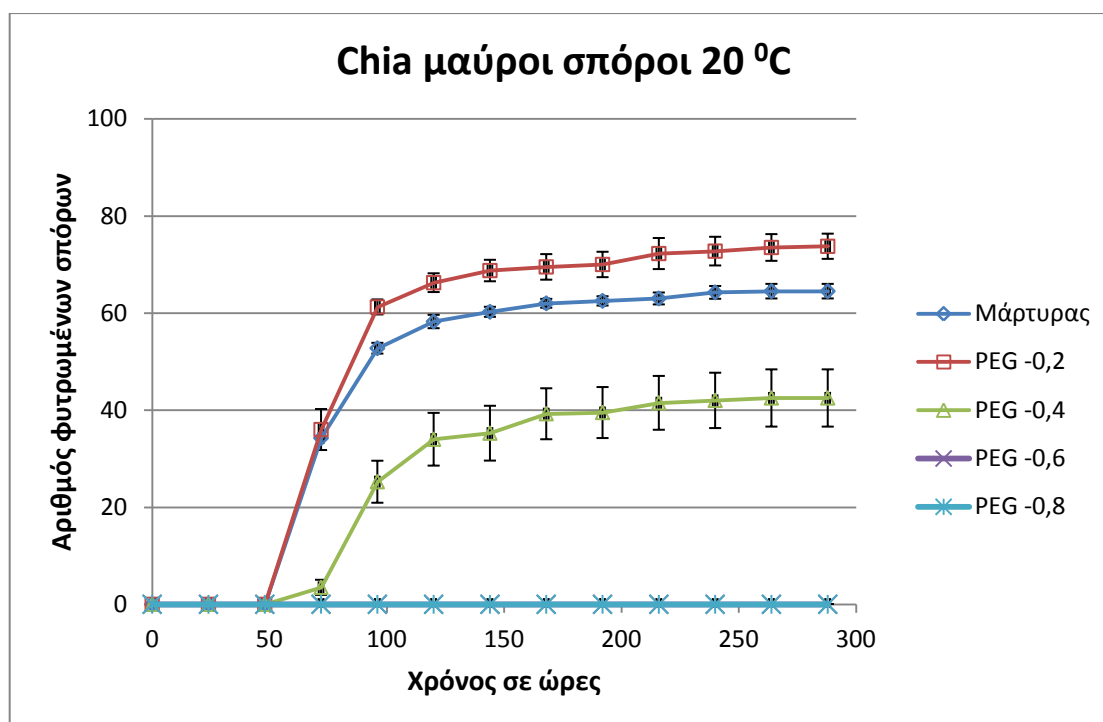
Διάγραμμα 16. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 10 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 16 σε θερμοκρασία 10 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa λόγω μηδενικής υδατικής καταπόνησης παρατηρείται η μεγαλύτερη βλάστηση μαύρων σπόρων χίας υπό αυτές τις συνθήκες (71) στις 264 ώρες με έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η βλάστηση των σπόρων χίας ξεκίνησε στις 72 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 288 ώρες με 68 μαύρους σπόρους χίας να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa ο τελικός αριθμός βλαστημένων σπόρων χίας είναι 50 στις 240 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 96 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 168 ώρες και ολοκλήρωση της στις 240 ώρες με 3 σπόρους χίας να φυτρώνουν. Τέλος στη συγκέντρωση -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας εξαιτίας έντονης υδατικής καταπόνησης.



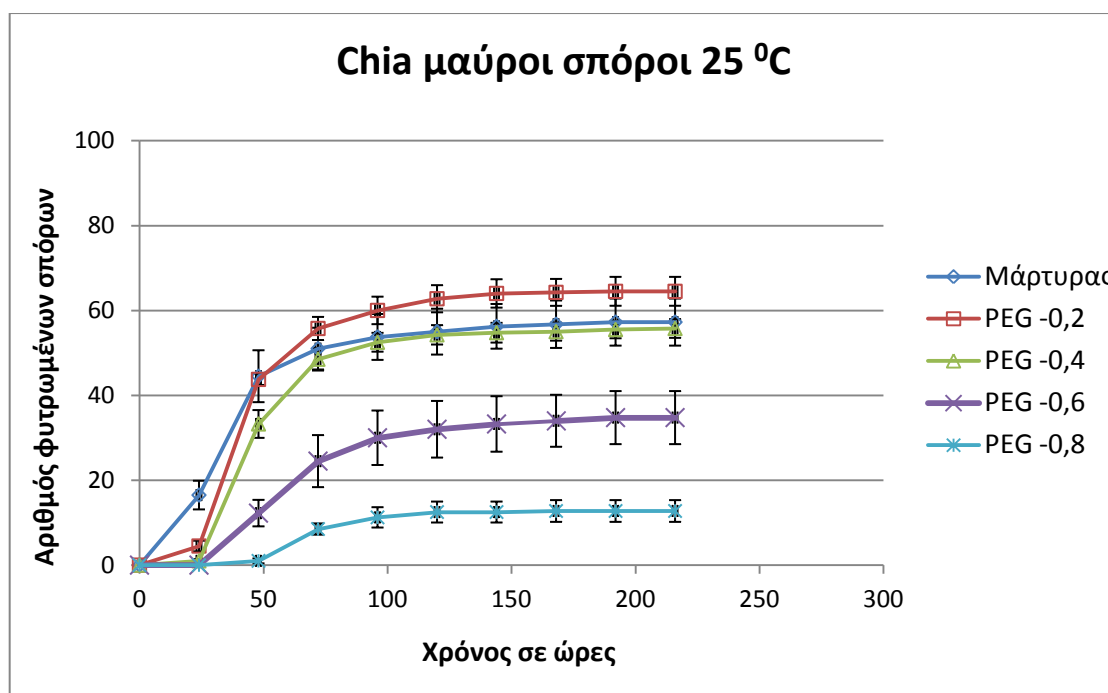
Διάγραμμα 17. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 17 σε θερμοκρασία 15 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης μαύρων σπόρων χίας στις 48 ώρες και ολοκλήρωση της στις 240 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 70. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η βλάστηση των σπόρων χίας ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 240 ώρες με 69 φυτρωμένους σπόρους χίας. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa βλάστησαν 66 σπόροι χίας στις 216 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 48 ώρες και ολοκλήρωση της στις 216 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 37. Τέλος σε συγκέντρωση -0.8 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη επίδραση της υδατικής καταπόνησης καθώς φύτρωσαν μόνο 3 σπόροι χίας στις 144 ώρες.



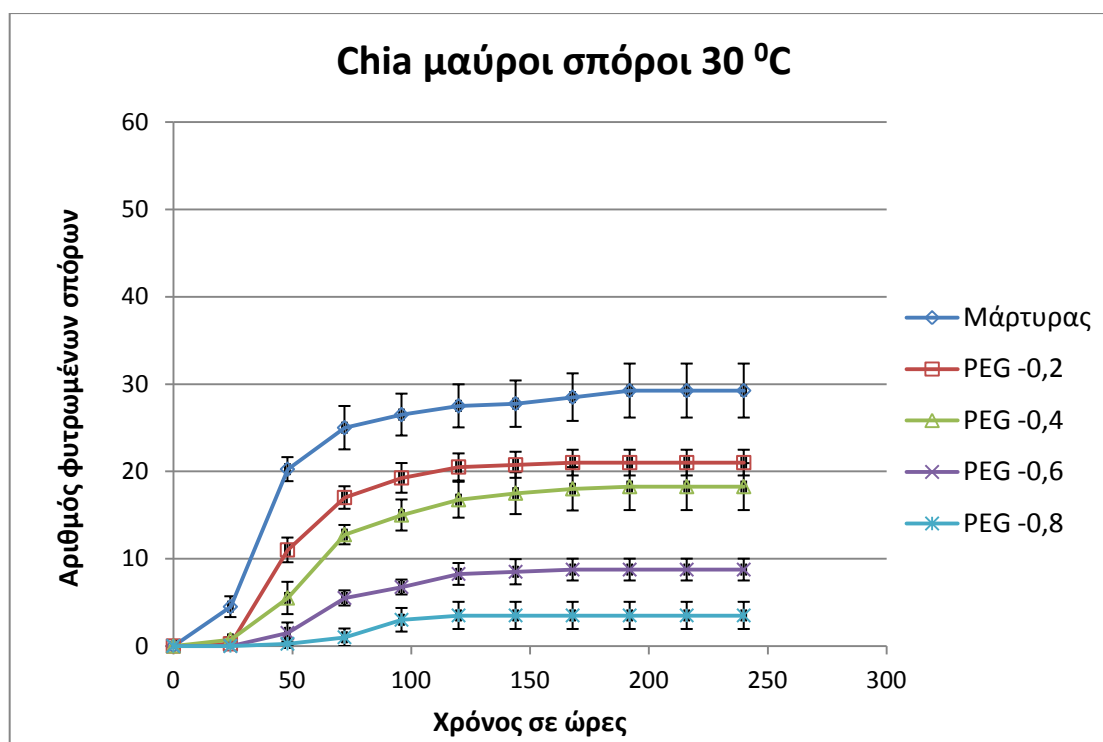
Διάγραμμα 18. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 18 διαπιστώνεται ότι στους 20 °C στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa (μάρτυρας) οι σπόροι χίας ξεκίνησαν την βλάστηση τους στις 72 ώρες από την τοποθέτησή τους στον θάλαμο και την ολοκλήρωσαν στις 264 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 64. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλαστικότητα υπό αυτές τις συνθήκες, αυτό δείχνει ότι η μικρή συγκέντρωση του ωσμωτικού διαλύματος δεν επέδρασε αρνητικά στο φύτεμα των σπόρων, η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 72 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 288 ώρες με 74 σπόρους να φυτρώνουν. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης των σπόρων έγινε στις 72 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 264 ώρες με 42 σπόρους να φυτρώνουν. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0.6 και -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας λόγω μεγάλης υδατικής καταπόνησης.



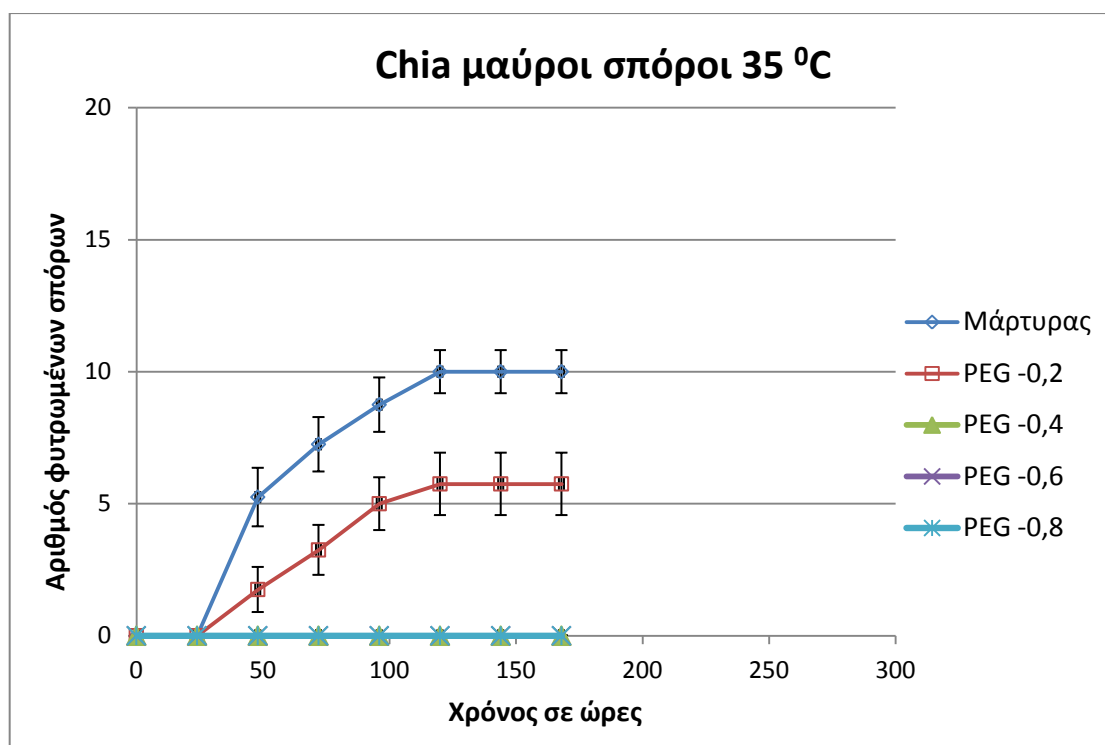
Διάγραμμα 19. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 25 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από την μελέτη του διαγράμματος 19 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 25 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων χίας είναι 57 με έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 192 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλαστικότητα κάτι που δείχνει ότι η μικρή συγκέντρωση του διαλύματος δεν επιδρά αρνητικά στην βλαστικότητα, η έναρξη της βλάστησης συντελείται στις 24 ώρες και ολοκληρώνεται στις 192 ώρες με 64 σπόρους να φυτρώνουν. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 216 ώρες με τους βλαστημένους σπόρους να είναι 56. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,6 MPa οι σπόροι που βλαστάνουν είναι 35 με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 ώρες. Τέλος σε συγκέντρωση -0.8 MPa παρατηρείται η πιο χαμηλή βλαστικότητα εξαιτίας της μεγάλης συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος με 12 σπόρους να φυτρώνουν με την βλάστηση να αρχίζει στις 48 ώρες και να ολοκληρώνεται στις 120 ώρες.



Διάγραμμα 20. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

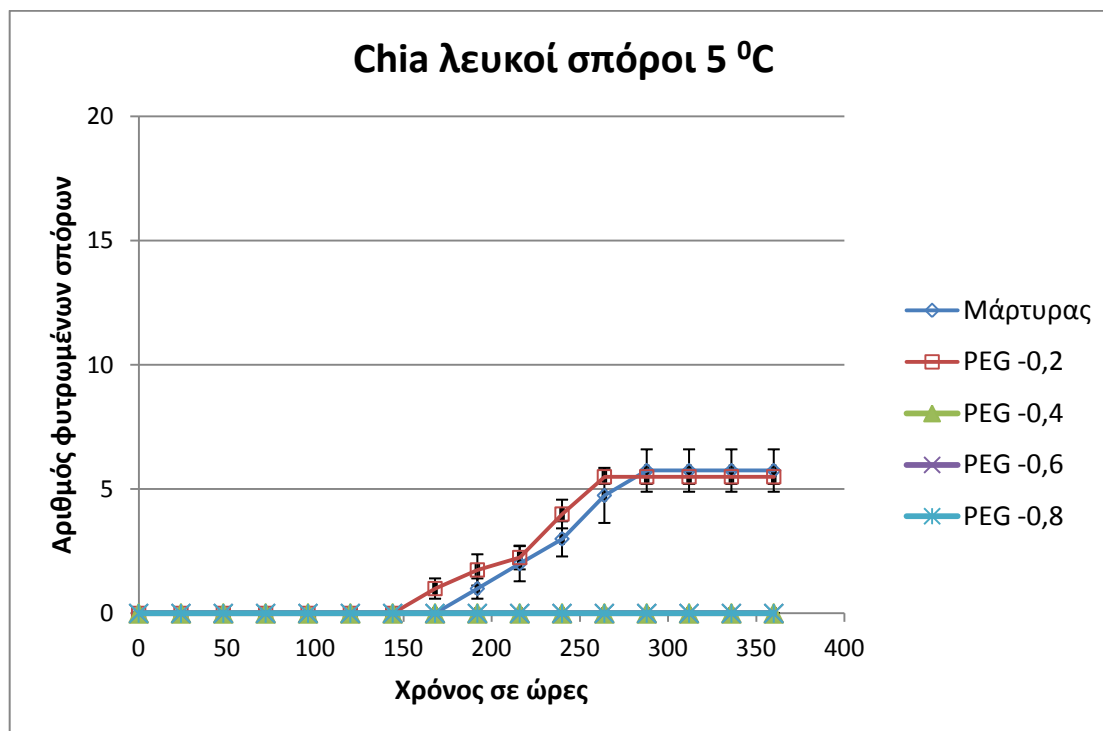
Από την μελέτη του διαγράμματος 20 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 30 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρουσιάζεται ο μεγαλύτερος τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων χίας (29) με έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 192 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης συντελείται στις 48 ώρες και ολοκληρώνεται στις 168 ώρες με 21 σπόρους χίας να βλαστάνουν. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 ώρες με 18 σπόρους να βλαστάνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,6 MPa φύτευσαν συνολικά 9 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες. Τέλος σε συγκέντρωση -0.8 MPa παρατηρείται το πιο χαμηλό ποσοστό βλάστησης λόγω μεγάλης υδατικής καταπόνησης με 3 σπόρους χίας να βλαστάνουν και την βλάστηση να αρχίζει στις 48 ώρες και να ολοκληρώνεται στις 120 ώρες.



Διάγραμμα 21. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

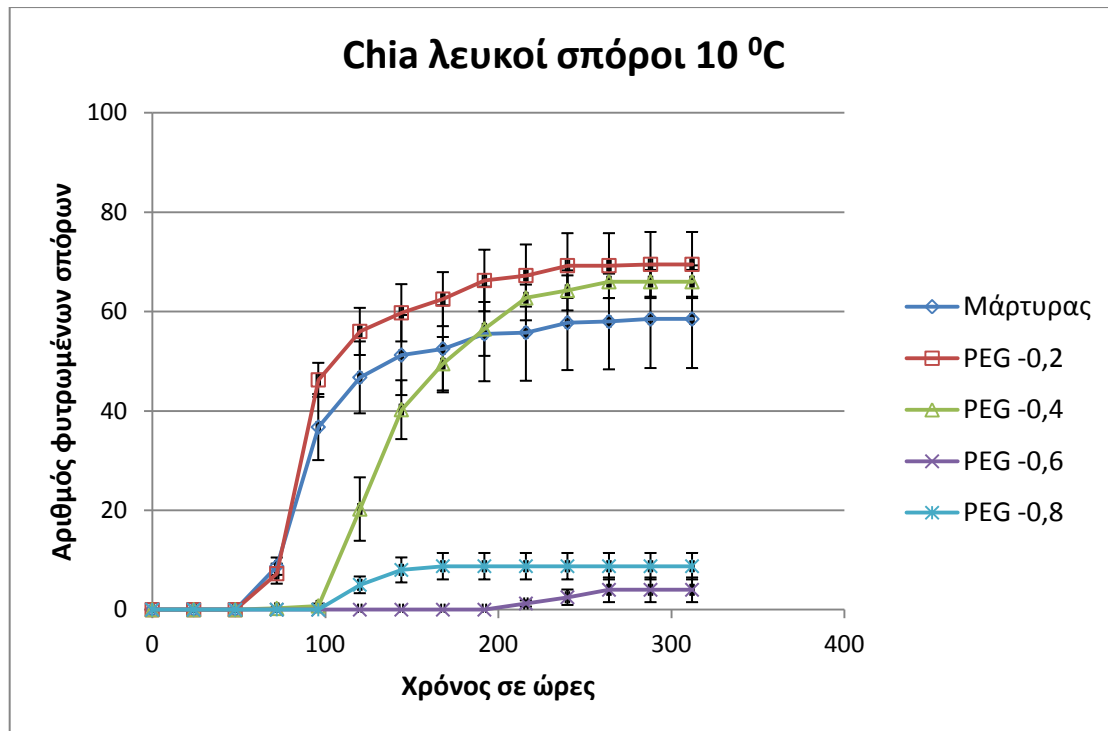
Από την μελέτη του διαγράμματος 21 παρατηρείται ότι η υψηλή θερμοκρασία των 35 °C σε συνδυασμό με την υδατική καταπόνηση επέδρασαν αρνητικά στην βλαστικότητα των σπόρων σε όλες τις μεταχειρίσεις. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (10) με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 120 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης συντελείται στις 48 ώρες και ολοκληρώνεται στις 120 ώρες με 6 σπόρους να βλαστάνουν. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0.4, -0.6 και -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας.

3.1.4 Πορείες φυτρώματος λευκών σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση



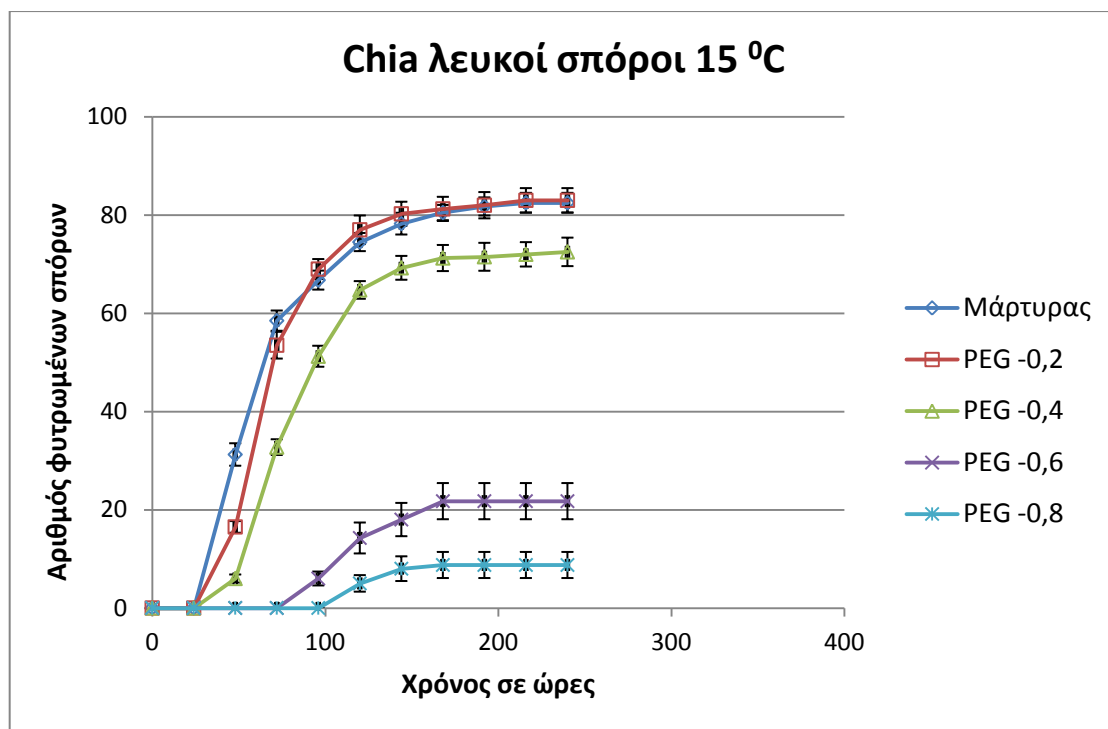
Διάγραμμα 22. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 5 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από το διάγραμμα 22 προκύπτει ότι η χαμηλή θερμοκρασία των 5 °C σε συνδυασμό με την υδατική καταπόνηση επέδρασαν αρνητικά στην βλαστικότητα των σπόρων. Στον μάρτυρα παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 192 ώρες και ολοκλήρωση της στις 288 ώρες με 6 σπόρους χίας να βλαστάνουν. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa βλάστησαν 5 σπόροι χίας στις 264 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 168 ώρες. Στις συγκεντρώσεις -0.4, -0.6 και -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση λευκών σπόρων χίας λόγω μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος και χαμηλής θερμοκρασίας.



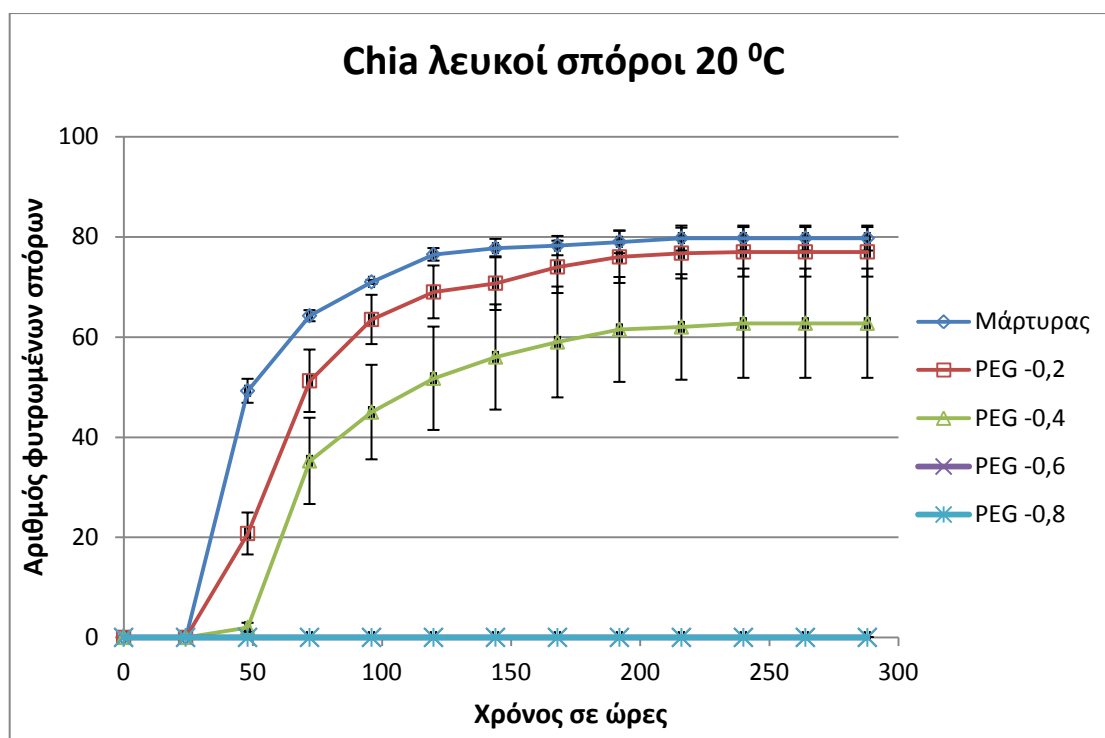
Διάγραμμα 23. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 10 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 23 σε θερμοκρασία 10 °C και στον μάρτυρα καταγράφηκε βλάστηση 58 σπόρων χίας στις 288 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλάστηση κάτι που δείχνει ότι η μικρή συγκέντρωση του ωσμωτικού διαλύματος δεν επιδρά αρνητικά στην βλαστικότητα, η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 72 ώρες και τερματισμός της στις 288 ώρες με 69 σπόρους χίας να βλαστάνουν. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa φύτεψαν 66 σπόροι χίας στις 264 ώρες ενώ η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 120 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa παρουσιάστηκε η μικρότερη βλάστηση σπόρων χίας καθώς φύτεψαν 4 σπόροι στις 264 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 216 ώρες. Τέλος σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιείται στις 120 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 9 λευκούς σπόρους χίας να βλαστάνουν.



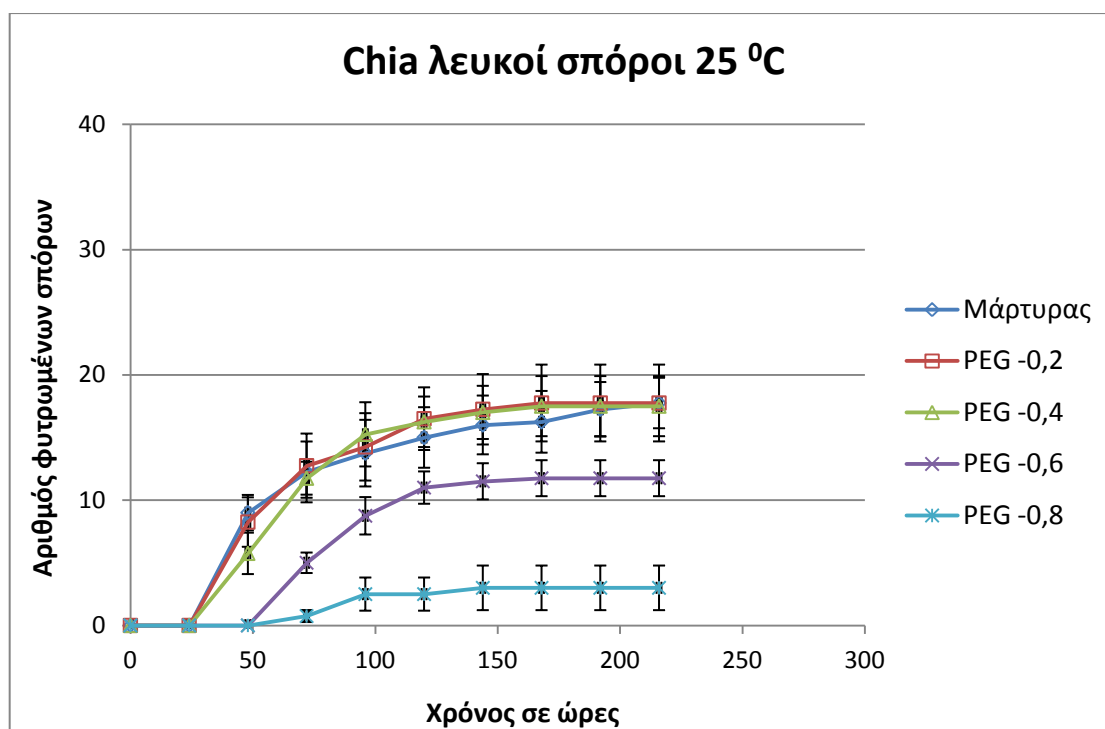
Διάγραμμα 24. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 24 σε θερμοκρασία 15 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 και -0.2 MPa καταγράφηκε η μεγαλύτερη βλάστηση δείχνοντας ότι η μικρή συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος δεν επιδρά αρνητικά στην βλάστηση, συνολικά βλάστησαν 83 σπόροι χίας στις 216 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης των λευκών σπόρων χίας γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 240 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 72. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 96 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 22 φυτρωμένους σπόρους χίας. Τέλος σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa παρατηρείται η μικρότερη βλάστηση εξαιτίας της μεγάλης υδατικής καταπόνησης, η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιείται στις 120 ώρες και ολοκληρώνεται στις 168 ώρες με 9 σπόρους χίας να φυτρώνουν.



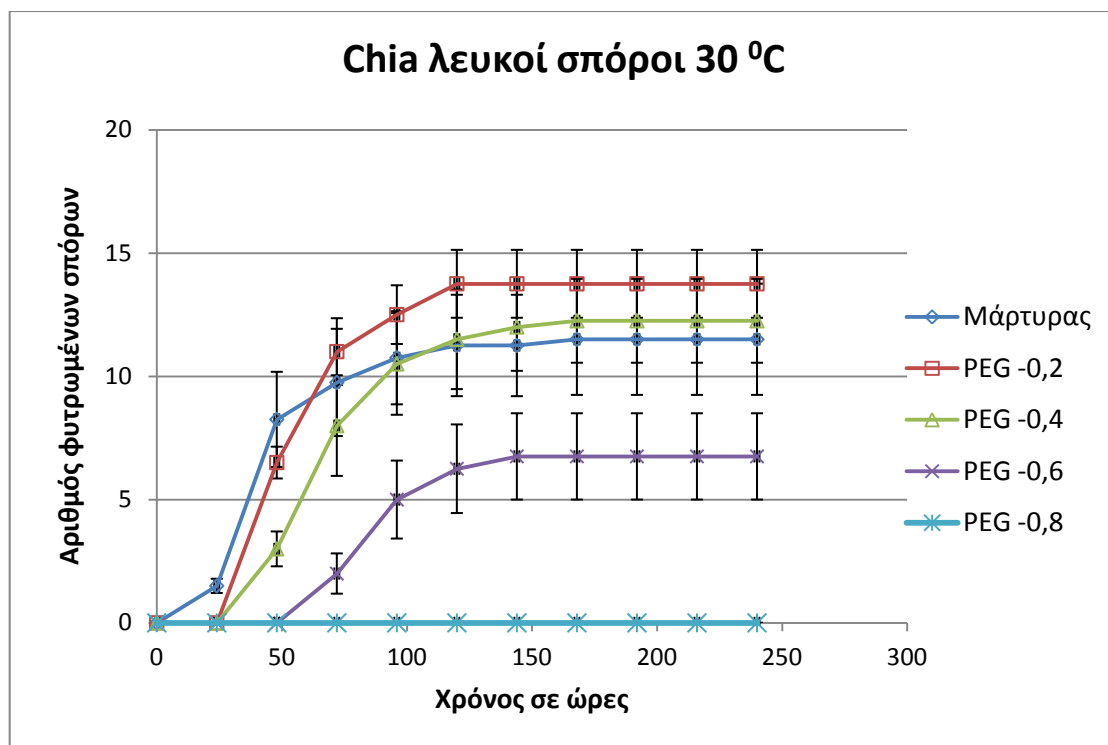
Διάγραμμα 25. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 25 σε θερμοκρασία 20 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa βλάστησαν 80 σπόροι στις 216 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης των λευκών σπόρων χίας έγινε στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 240 ώρες με 77 σπόρους χίας να βλαστάνουν. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.4 MPa η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 240 ώρες με 63 σπόρους να βλαστάνουν. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0.6 και -0.8 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας λόγω μεγάλης υδατικής καταπόνησης



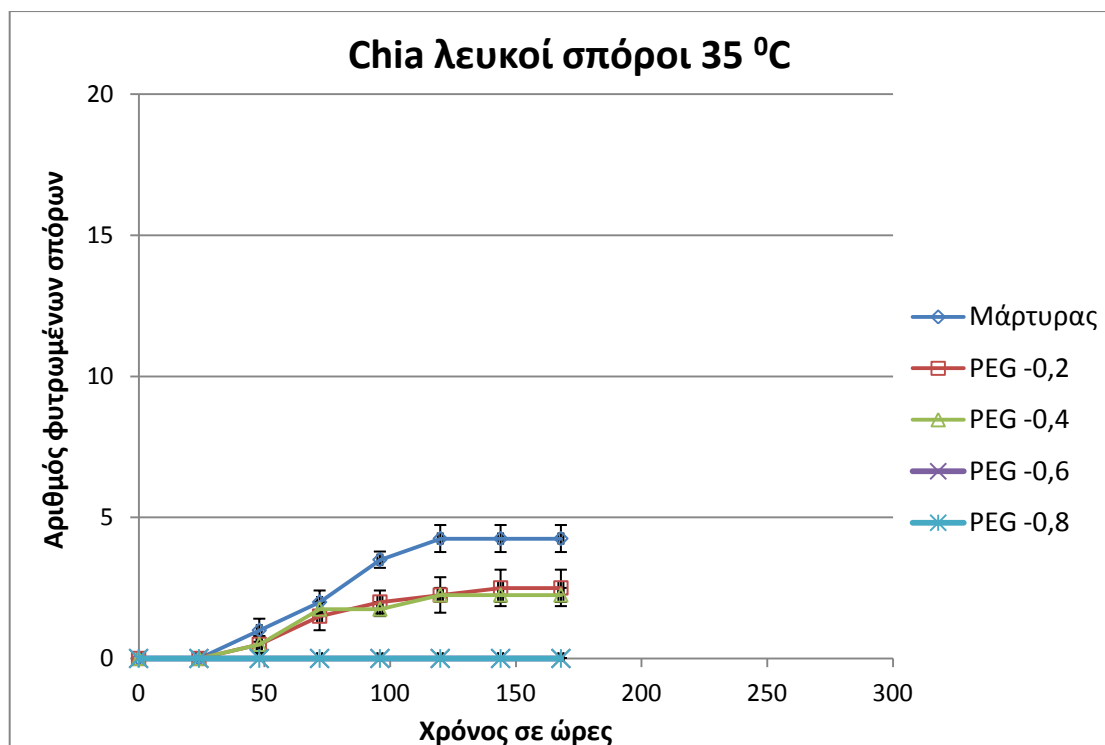
Διάγραμμα 26. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 25 °C σε συγκεντρώση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 26 η θερμοκρασία των 25 °C και η παρουσία των ωσμωτικών διαλυμάτων επέδρασαν αρνητικά στην βλαστικότητα των σπόρων καθώς σημειώθηκε χαμηλός ρυθμός βλάστησης για όλες τις μεταχειρίσεις. Στον μάρτυρα και σε συγκεντρώσεις ωσμωτικού διαλύματος -0.2 και -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 48 ώρες και η ολοκληρώθηκε στις 192 ώρες με 17 σπόρους να φυτρώνουν συνολικά. Όσον αφορά την συγκεντρώση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας στις 72 ώρες και ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 12 σπόρους να φυτρώνουν. Τέλος σε συγκεντρώση -0.8 MPa παρατηρείται η μικρότερη βλαστικότητα λόγω μεγάλης συγκεντρώσης ωσμωτικού διαλύματος καθώς φύτρωσαν 3 σπόροι στις 144 ώρες από την τοποθέτηση στον θάλαμο με την εκκίνηση της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες.



Διάγραμμα 27. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

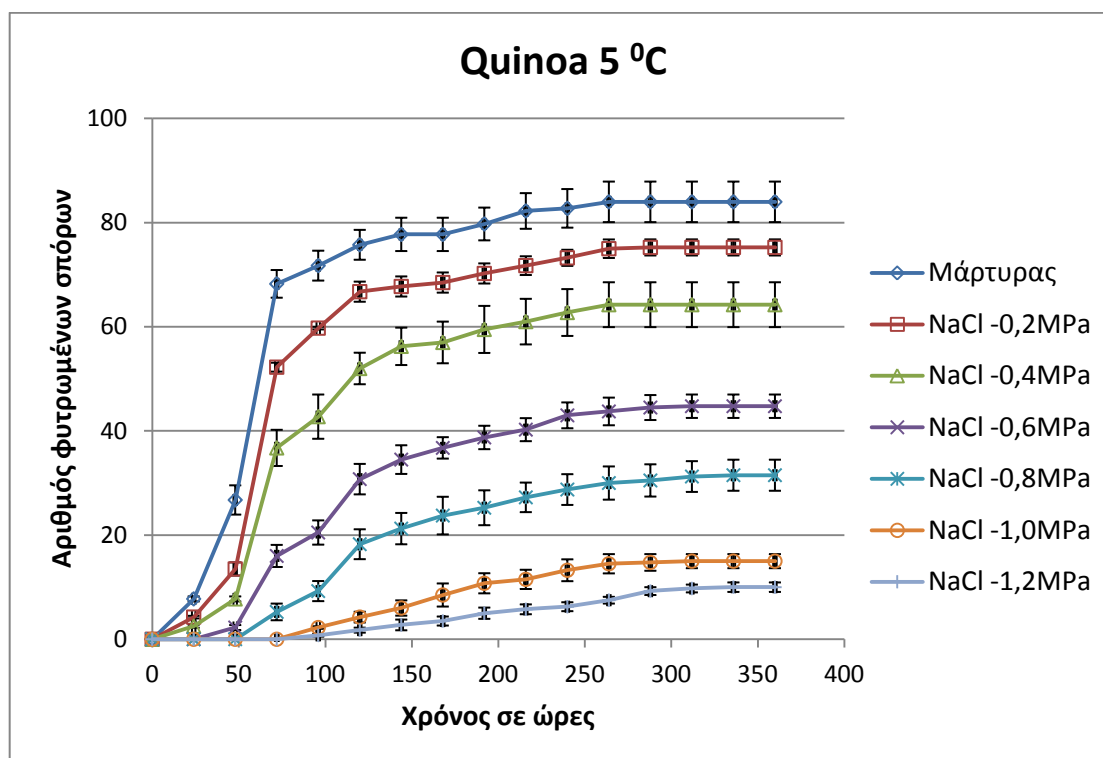
Από την μελέτη του διαγράμματος 27 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 30 °C και παρουσία ωσμωτικών διαλυμάτων η βλαστικότητα των σπόρων είναι μικρή. Στον μάρτυρα φύτρωσαν 11 σπόροι με έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 168 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 48 ώρες και ολοκληρώνεται στις 120 ώρες με 14 σπόρους να φυτρώνουν. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa φύτρωσαν 12 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες. Σε συγκέντρωση -0,6 MPa φύτρωσαν 7 σπόροι με την βλάστηση να αρχίζει στις 72 ώρες και να ολοκληρώνεται στις 144 ώρες. Σε συγκέντρωση -0,8 MPa δεν υπάρχει βλάστηση σπόρων χίας λόγω μεγάλης υδατικής καταπόνησης.



Διάγραμμα 28. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

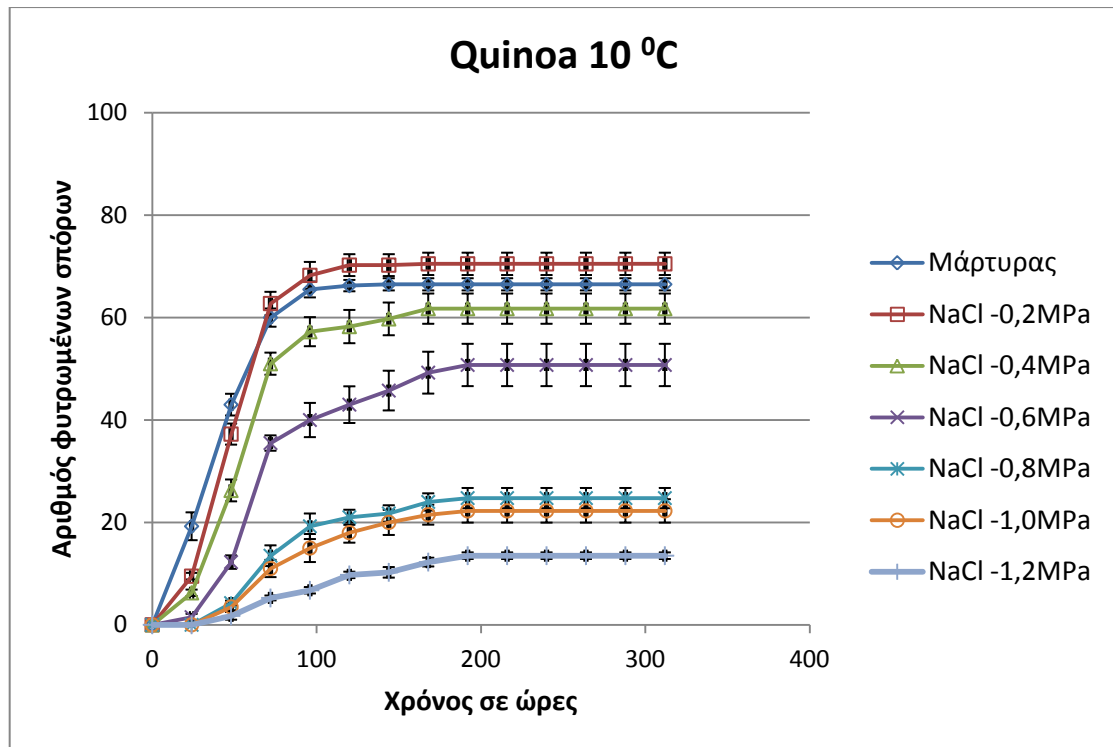
Από την μελέτη του διαγράμματος 28 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 35 °C και παρουσία ωσμωτικών διαλυμάτων η βλαστικότητα των σπόρων είναι μικρή. Στον μάρτυρα παρατηρείται η μεγαλύτερη βλαστικότητα καθώς φύτρωσαν 4 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της να γίνεται στις 120 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 και -0.4 MPa η βλάστηση των σπόρων ήταν περιορισμένη ενώ στις συγκεντρώσεις -0.6 και -0.8 MPa δεν υπήρξε καθόλου βλάστηση των σπόρων.

3.1.5 Πορείες φυτρώματος σπόρων κουνιάς σε αλατότητα



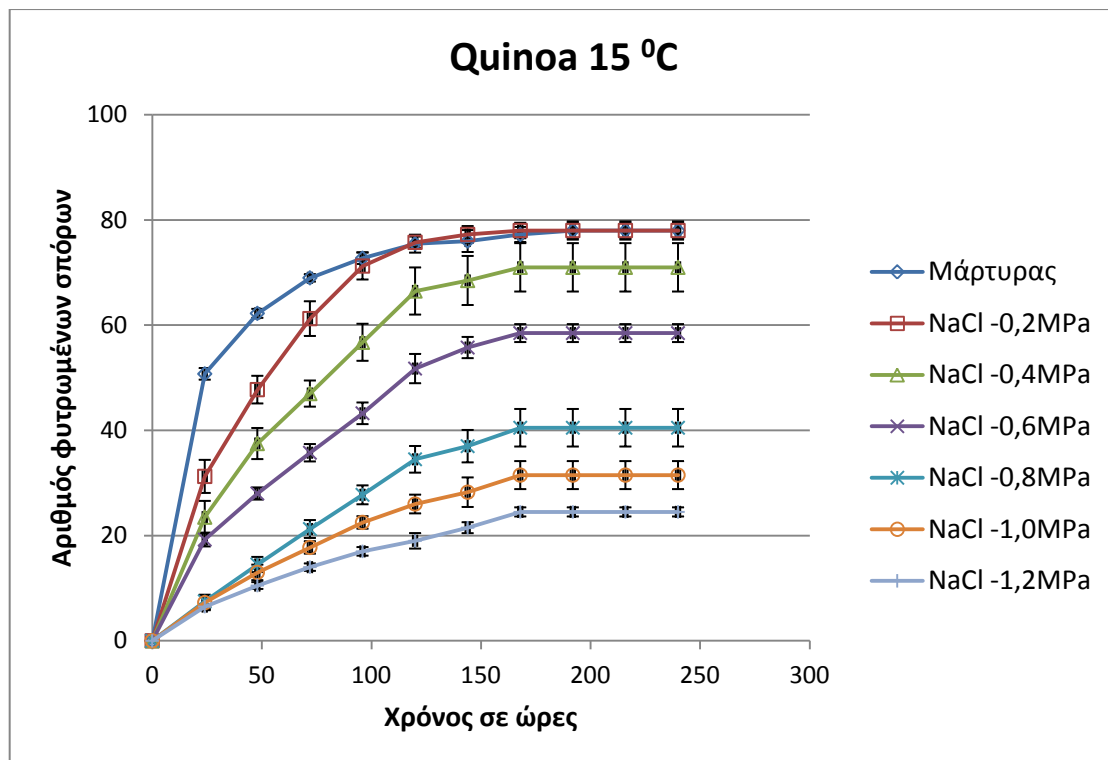
Διάγραμμα 29. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 5 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος 29 διαπιστώνεται ότι στους 5 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa (μάρτυρας) παρουσιάστηκε ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης με βάση την κλίση της καμπύλης, η έναρξη της βλάστησης των σπόρων κουνιάς ξεκίνησε στις 24 ώρες από την τοποθέτησή τους στον θάλαμο και ολοκληρώθηκε στις 264 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 84. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 288 με τον αριθμό των βλαστημένων σπόρων να είναι 75. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 24 ώρες και τελείωσε στις 264 ώρες με 64 φυτρωμένους σπόρους. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa η έναρξη της βλάστησης των σπόρων έγινε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 312 ώρες με 45 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0.8 MPa η βλάστηση των σπόρων άρχισε στις 72 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 336 ώρες με τον αριθμό των φυτρωμένων σπόρων να είναι 31. Τέλος όσον αφορά στα ωσμωτικά διαλύματα με συγκεντρώσεις -1.0 και -1.2 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε τελευταία στις 96 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 336 ώρες με τελικούς αριθμούς φυτρωμένων σπόρων 15 και 10 αντίστοιχα οι οποίοι είναι και οι μικρότεροι υπό αυτές τις συνθήκες λόγω της αυξημένης επίδρασης της αλατότητας.



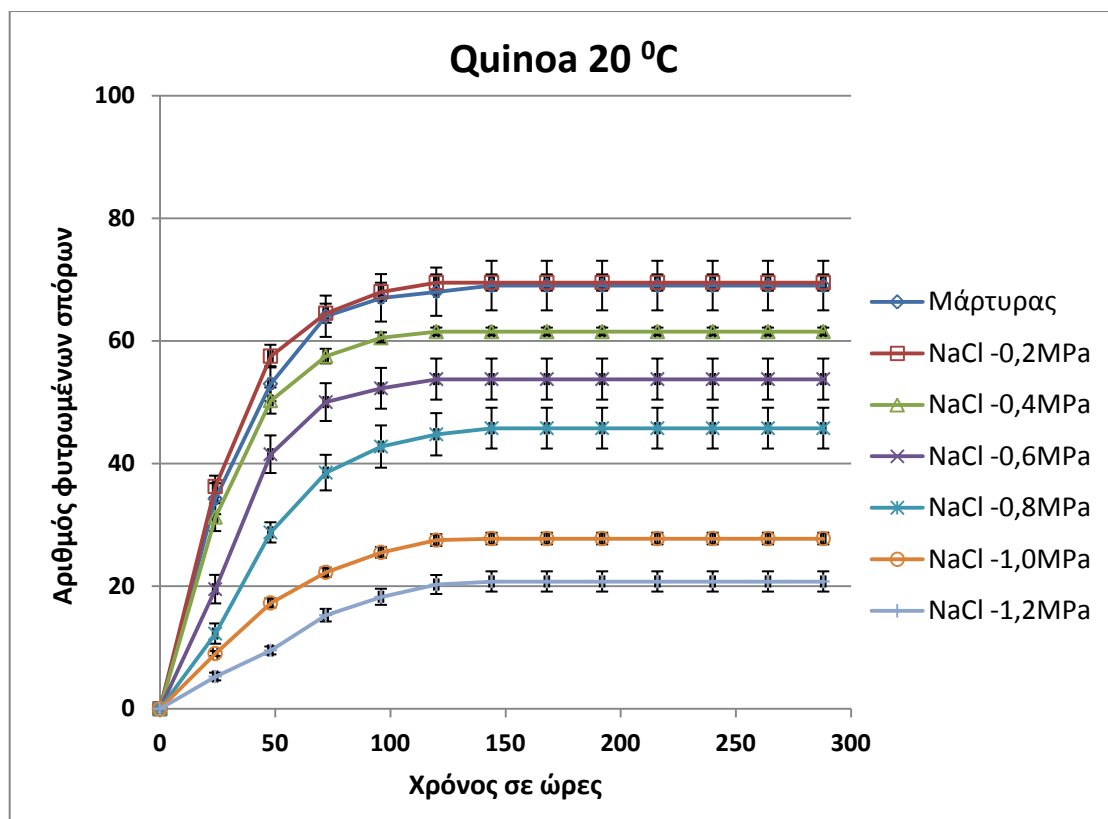
Διάγραμμα 30. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 10 °C σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Στη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0 MPa, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 30 η έναρξη των διαδικασιών βλάστησης έγινε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με 66 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση NaCl -0.2 και -0.4 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 24 ώρες και τερματίστηκε στις 168 ώρες με τους φυτρωμένους σπόρους να είναι 70 για την πρώτη και 62 για την δεύτερη περίπτωση αντίστοιχα, στην μεταχείριση -0.2 MPa καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων κουνιάς δείχνοντας ότι οσμωτικά διαλύματα σε μικρή συγκέντρωση έχουν θετική επίδραση στην βλάστηση. Η βλάστηση των σπόρων κουνιάς για συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa άρχισε στις 24 ώρες και τελείωσε στις 192 με 50 φυτρωμένους σπόρους. Για τις συγκεντρώσεις οσμωτικού διαλύματος NaCl -0.8 και -1.0 MPa παρατηρείται ότι η βλάστηση ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε και στις δυο περιπτώσεις στις 192 ώρες με τους αριθμούς φυτρωμένων σπόρων να διαμορφώνονται σε 25 για την πρώτη περίπτωση και 22 για την δεύτερη αντίστοιχα. Τέλος σε συγκέντρωση -1.2 MPa η βλάστηση άρχισε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 192 καταγράφοντας το μικρότερο αριθμό βλαστημένων σπόρων (13) λόγω μεγάλης συγκέντρωσης οσμωτικού διαλύματος.



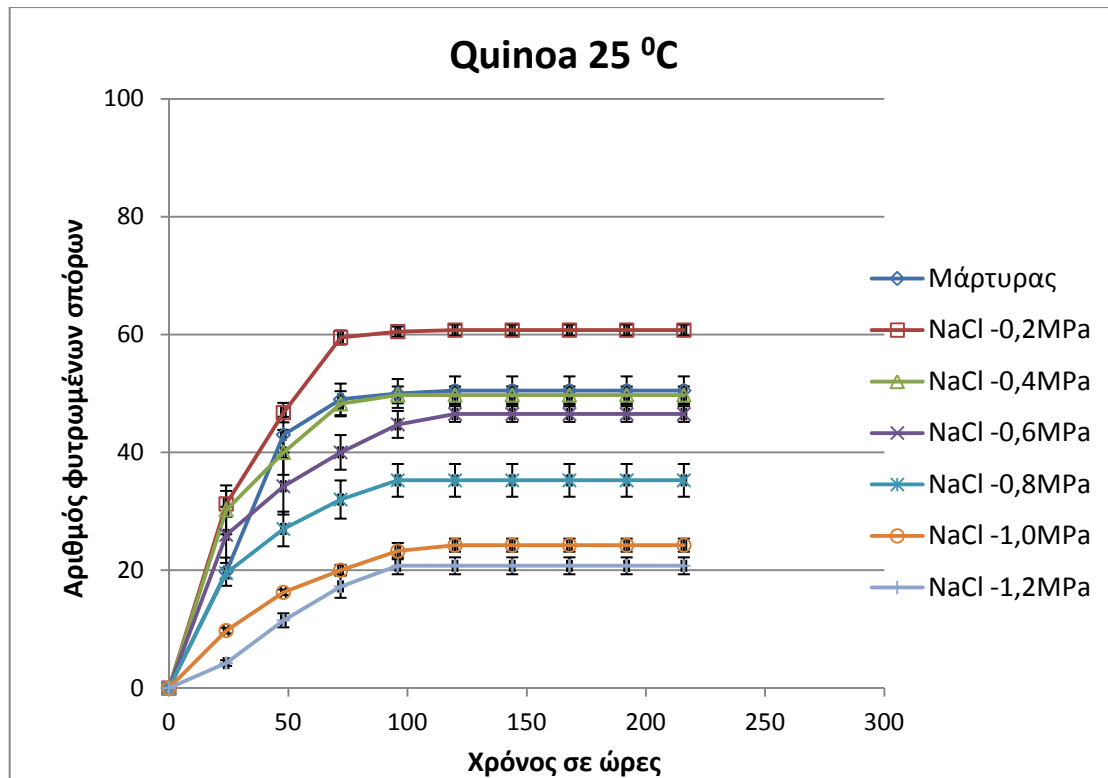
Διάγραμμα 31. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από την μελέτη του διαγράμματος 31 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 15 °C για όλα τα ωσμωτικά διαλύματα η έναρξη της βλάστησης γίνεται άμεσα στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa η βλάστηση των σπόρων κουνιάς ολοκληρώθηκε στις 192 ώρες με 78 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0,2 MPa η διαδικασία της βλάστησης ολοκληρώθηκε με 78 φυτρωμένους σπόρους στις 168 ώρες. Στις μεταχειρίσεις 0 και -0,2 MPa σημειώθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστημένων σπόρων (78) εξαιτίας της μικρής συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa η βλάστηση των σπόρων κουνιάς ολοκληρώθηκε στις 168 ώρες 71 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0,6 MPa ο αριθμός των φυτρωμένων σπόρων διαμορφώθηκε σε 58 στις 168 ώρες από την τοποθέτησή τους στον θάλαμο. Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,8 MPa παρατηρούμε ότι η βλάστηση ολοκληρώνεται στις 168 ώρες με 40 φυτρωμένους σπόρους. Τέλος στα ωσμωτικά διαλύματα με συγκεντρώσεις -1,0 και -1,2 MPa παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη επίδραση της αλατότητας υπό αυτές τις συνθήκες με την βλάστηση να ολοκληρώνεται στις 168 ώρες με 31 και 24 φυτρωμένους σπόρους αντίστοιχα.



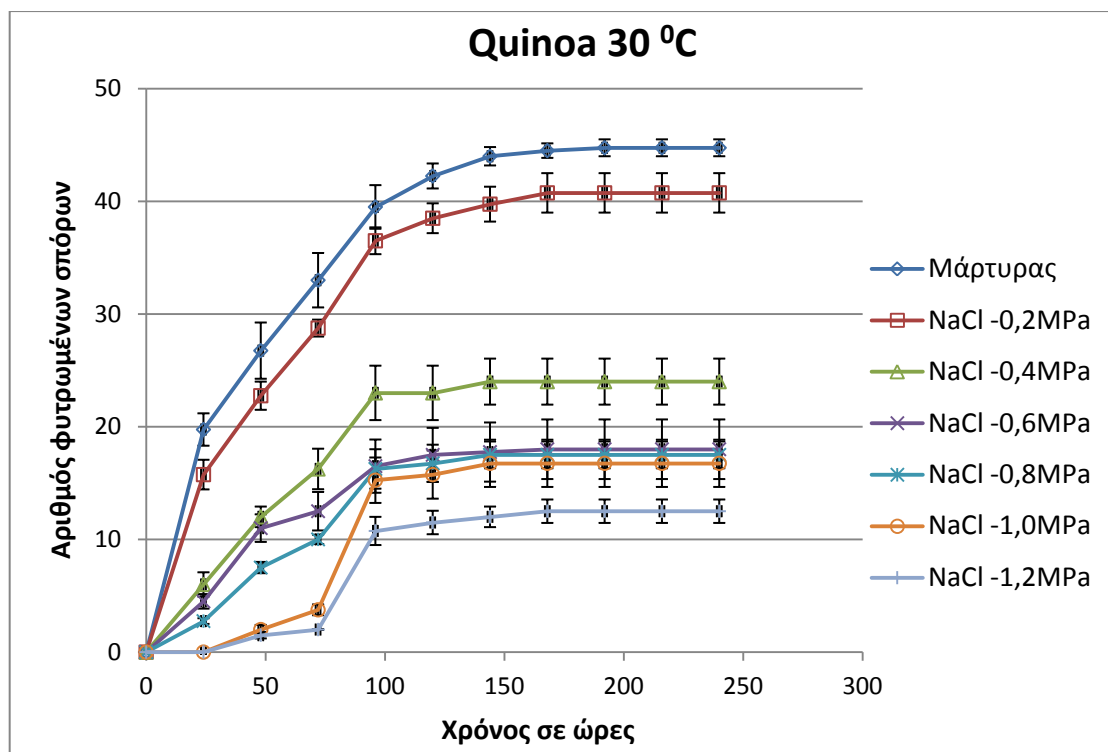
Διάγραμμα 32. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 32 σε θερμοκρασία 20 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 και -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης των σπόρων κουνιάς ξεκίνησε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες με 70 φυτρωμένους σπόρους, αποτελώντας τον μεγαλύτερο αριθμό φυτρωμένων σπόρων για αυτές τις συνθήκες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa βλάστησαν 61 σπόροι κουνιάς με έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 120 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa η βλάστηση ξεκινά στις 24 ώρες και τελειώνει στις 120 ώρες με 53 φυτρωμένους σπόρους. Σε 45 φτάνει ο αριθμός των φυτρωμένων σπόρων σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa με έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση στις 144 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση -1.0 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση στις 144 ώρες με τον τελικό αριθμό βλαστημένων σπόρων κουνιάς να είναι 28. Τέλος ο χαμηλότερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (21) λόγω μεγάλης επίδρασης της αλατότητας καταγράφηκε στην μεγαλύτερη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.2 MPa με έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 144 ώρες.



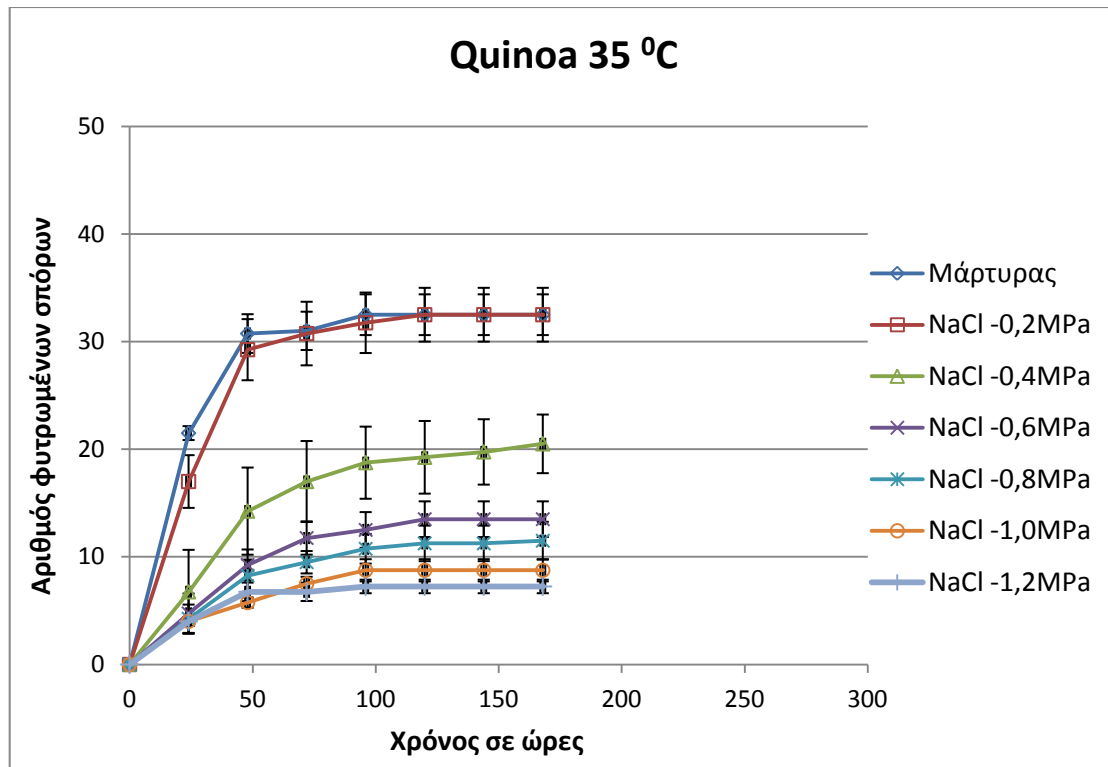
Διάγραμμα 33. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κοινιάς στους 25 °C σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 33 σε θερμοκρασία 25 °C και σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0 και -0,4 MPa η έναρξη βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και ολοκληρώνεται στις 120 ώρες με τον τελικό αριθμό βλαστημένων σπόρων κοινιάς να είναι 50. Σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa παρατηρείται ο υψηλότερος αριθμός βλαστημένων σπόρων (61) όπως φαίνεται και από την κλίση της καμπύλης της στο διάγραμμα με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες και την ολοκλήρωση της στις 120 ώρες. Ο τελικός αριθμός βλαστημένων σπόρων για οσμωτικό διάλυμα με συγκέντρωση -0,6 MPa είναι 46 με έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 120 ώρες. Όσον αφορά στην συγκέντρωση -0,8 MPa η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και τελειώνει στις 120 ώρες με 35 φυτρωμένους σπόρους κοινιάς. Σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -1,0 MPa οι φυτρωμένοι σπόροι είναι 24 στις 120 ώρες με την έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες. Τέλος για την μεγαλύτερη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος (-1,2 MPa) λόγω έντονης επίδρασης της αλατότητας παρατηρήθηκε ο μικρότερος αριθμός βλαστημένων σπόρων (20) στις 96 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες.



Διάγραμμα 34. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

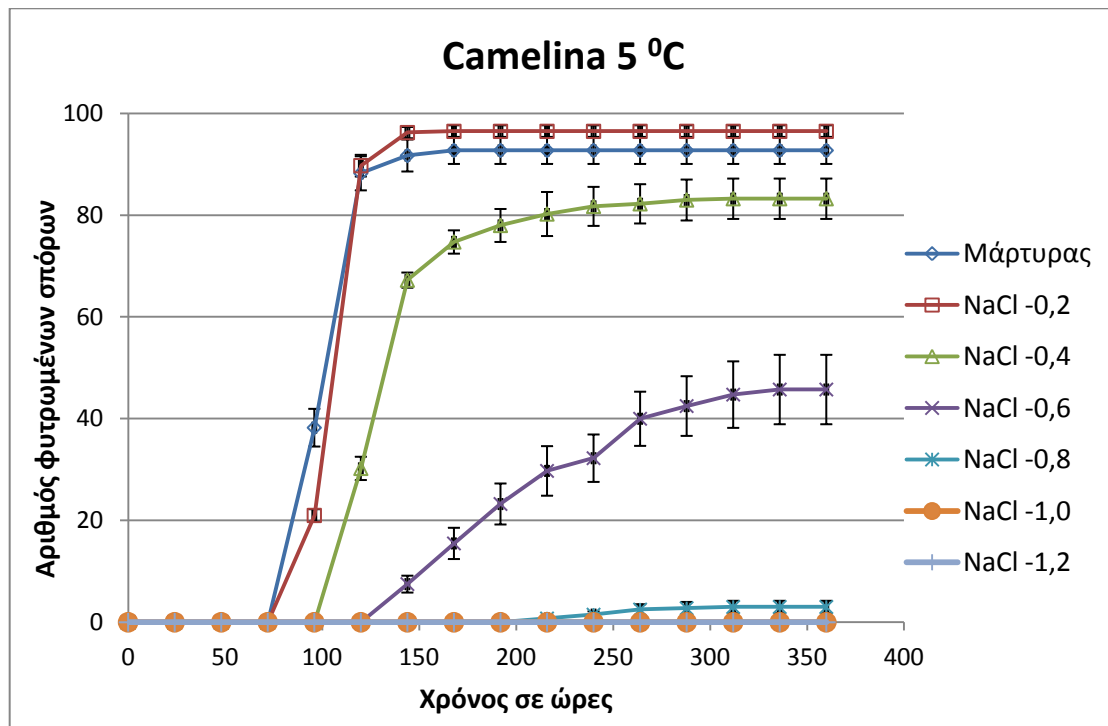
Σύμφωνα με το διάγραμμα 34 σε θερμοκρασία 30 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa που αποτέλεσε τον μάρτυρα παρουσιάστηκε ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης με βάση την κλίση της καμπύλης, παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και τερματισμός της στις 192 ώρες με 45 φυτωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa βλάστησαν 41 σπόροι κουνιάς με την έναρξη της βλάστησης να πραγματοποιείται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες. Η έναρξη της βλάστησης για συγκέντρωση -0.4 MPa γίνεται στις 24 ώρες και ολοκληρώνεται στις 144 ώρες με 24 φυτωμένους σπόρους κουνιάς. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa ο τελικός αριθμός φυτωμένων σπόρων κουνιάς είναι 18 στις 168 ώρες με την έναρξη της να πραγματοποιείται στις 24 ώρες. Ο τελικός αριθμός φυτωμένων σπόρων για συγκέντρωση -0.8 MPa είναι 17 στις 144 ώρες με την έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa καταγράφηκαν 16 φυτωμένοι σπόροι στις 144 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες από την τοποθέτησή τους στον θάλαμο. Τέλος στην συγκέντρωση -1.2 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 168 ώρες με 12 φυτωμένους σπόρους, ο χαμηλότερος αριθμός για αυτές τις συνθήκες λόγω της έντονης επίδρασης της αλατότητας.



Διάγραμμα 35. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων κουνιάς στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

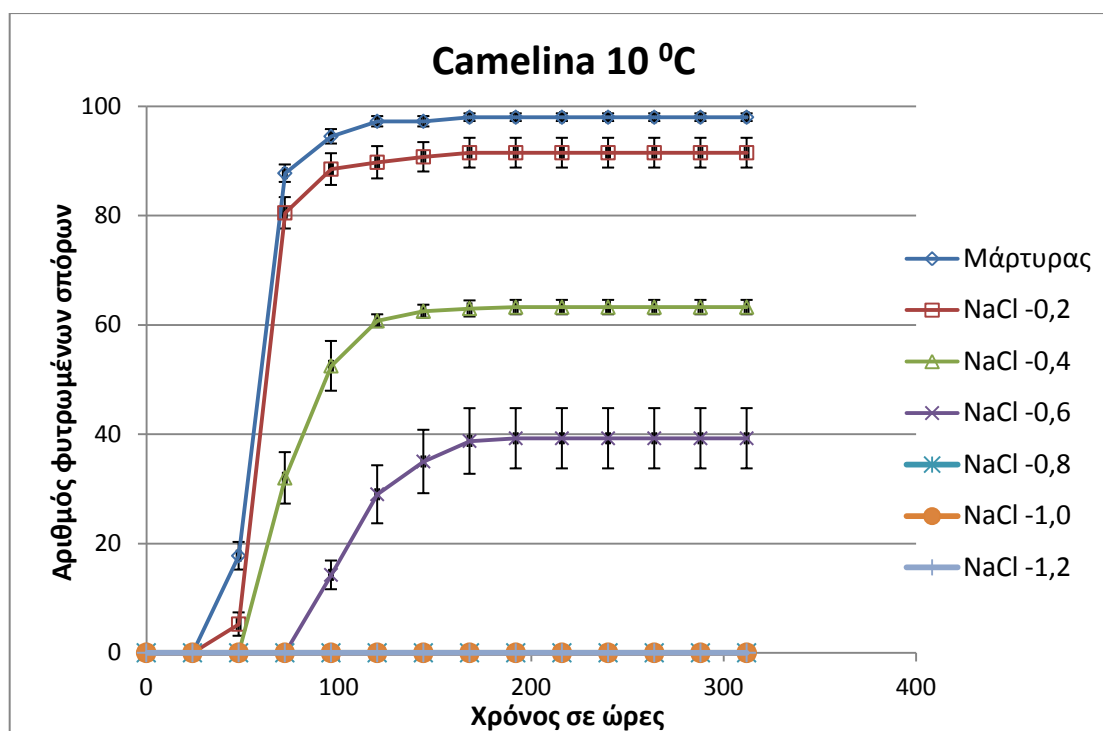
Σύμφωνα με το διάγραμμα 35 σε θερμοκρασία 35 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa (μάρτυρας) και -0.2 MPa φαίνεται ότι η αλατότητα δεν επιδρά στον ρυθμό βλάστησης καθώς η κλίση της καμπύλης βλάστησής και στις δυο περιπτώσεις είναι η μεγαλύτερη, η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και ο τερματισμός της στις 120 ώρες με 32 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και ο τερματισμός της γίνεται στις 168 ώρες με 20 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων κουνιάς είναι 13 στις 120 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες. Ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων για συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa είναι 12 στις 168 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa η εκκίνηση της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και ολοκληρώνεται στις 120 ώρες με 9 φυτρωμένους σπόρους. Τέλος σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.2 MPa η επίδραση της αλατότητας είναι υψηλή, η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 120 ώρες με 7 φυτρωμένους σπόρους.

3.1.6 Πορείες φυτρώματος σπόρων καμελίνας σε αλατότητα



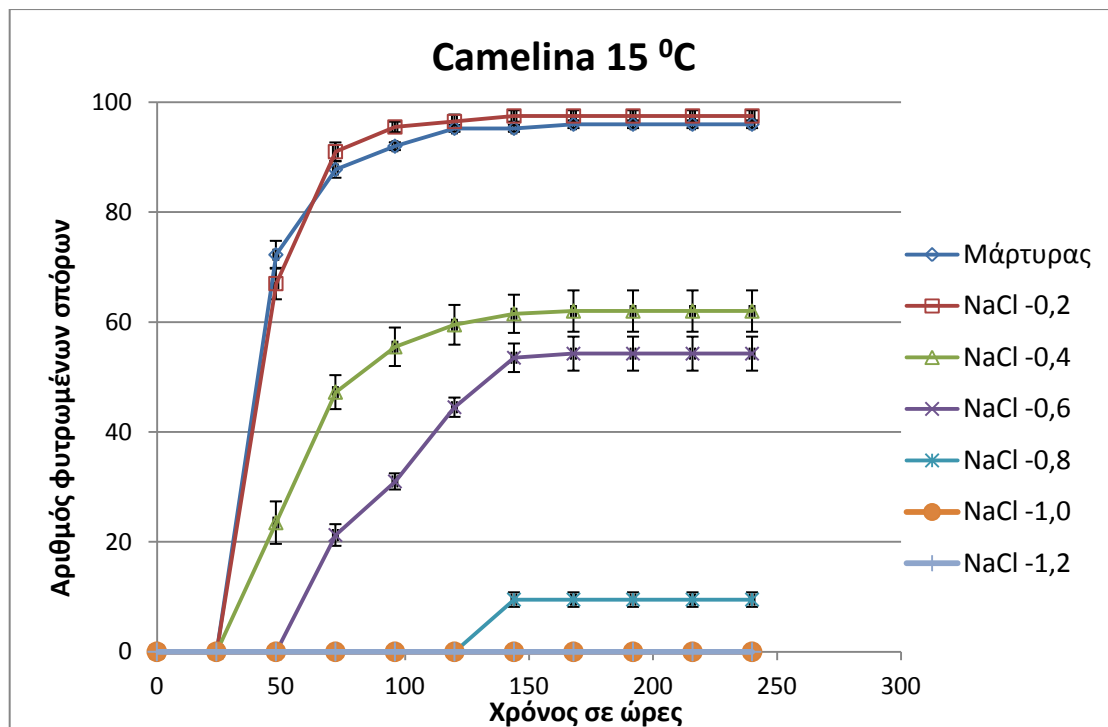
Διάγραμμα 36. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 5 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 36 σε θερμοκρασία 5 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης των σπόρων στις 96 ώρες και ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 92 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa λόγω μικρής επίδρασης της αλατότητας παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη βλάστηση των σπόρων καμελίνας υπό αυτές τις συνθήκες με 96 φυτρωμένους σπόρους στις 168 ώρες και έναρξη της βλάστησης στις 96 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa φύτεψαν 83 σπόροι καμελίνας στις 312 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 120 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιήθηκε στις 144 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 336 ώρες με 46 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 216 ώρες και φύτεψαν μόνο 3 σπόροι καμελίνας στις 312 ώρες λόγω υψηλής συγκέντρωσης του διαλύματος. Τέλος στις συγκεντρώσεις 1.0 και 1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας λόγω μεγάλης αλατότητας.



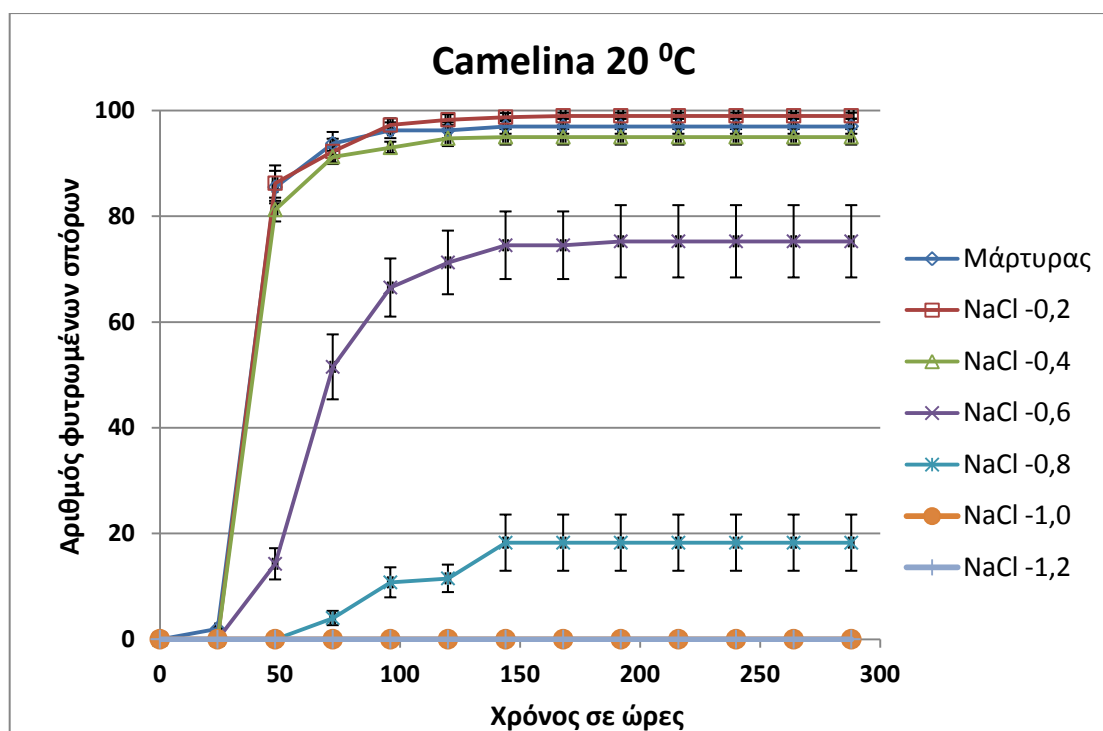
Διάγραμμα 37. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 10 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 37 σε θερμοκρασία 10 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa που αποτελεί τον μάρτυρα παρατηρείται ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης όπως φαίνεται και από την κλίση της καμπύλης της στο διάγραμμα, η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 98 βλαστημένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 168 ώρες με 92 βλαστημένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa φύτεψαν 63 σπόροι στις 192 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,6 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιήθηκε στις 96 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 ώρες με 39 σπόρους καμελίνας να φυτρώνουν. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0,8,-1,0 και -1,2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας εξαιτίας της δυσμενούς επίδρασης της αλατότητας.



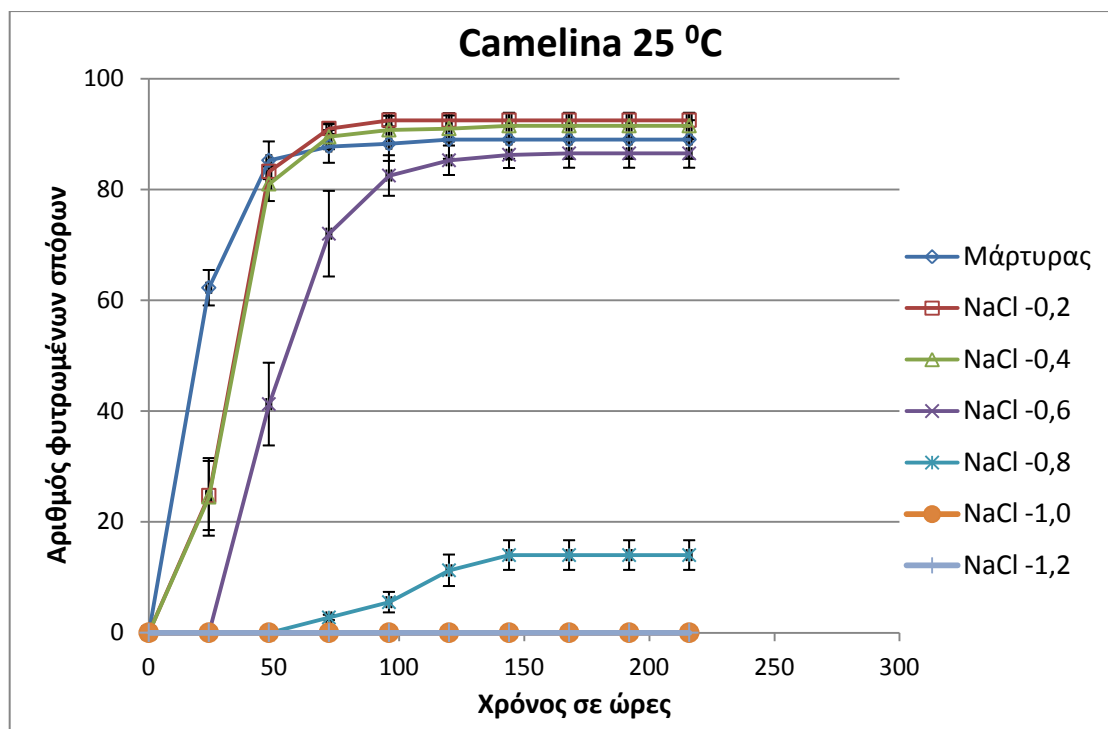
Διάγραμμα 38. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 38 σε θερμοκρασία 15 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 48 ώρες και ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 96 φυτρωμένους σπόρους. Το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (97) καταγράφηκε σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa, η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 144 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 48 ώρες και φύτευσαν 62 σπόροι στις 168 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιήθηκε στις 72 ώρες και η ολοκλήρωση της έγινε στις 168 ώρες με 54 σπόρους να φυτρώνουν. Σε συγκέντρωση -0.8 MPa η βλάστηση παρουσίασε καθυστέρηση καθώς ξεκίνησε στις 144 ώρες και τελείωσε στις 168 ώρες με 9 σπόρους καμελίνας να φυτρώνουν. Τέλος στις συγκεντρώσεις -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας λόγω μεγάλης συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος.



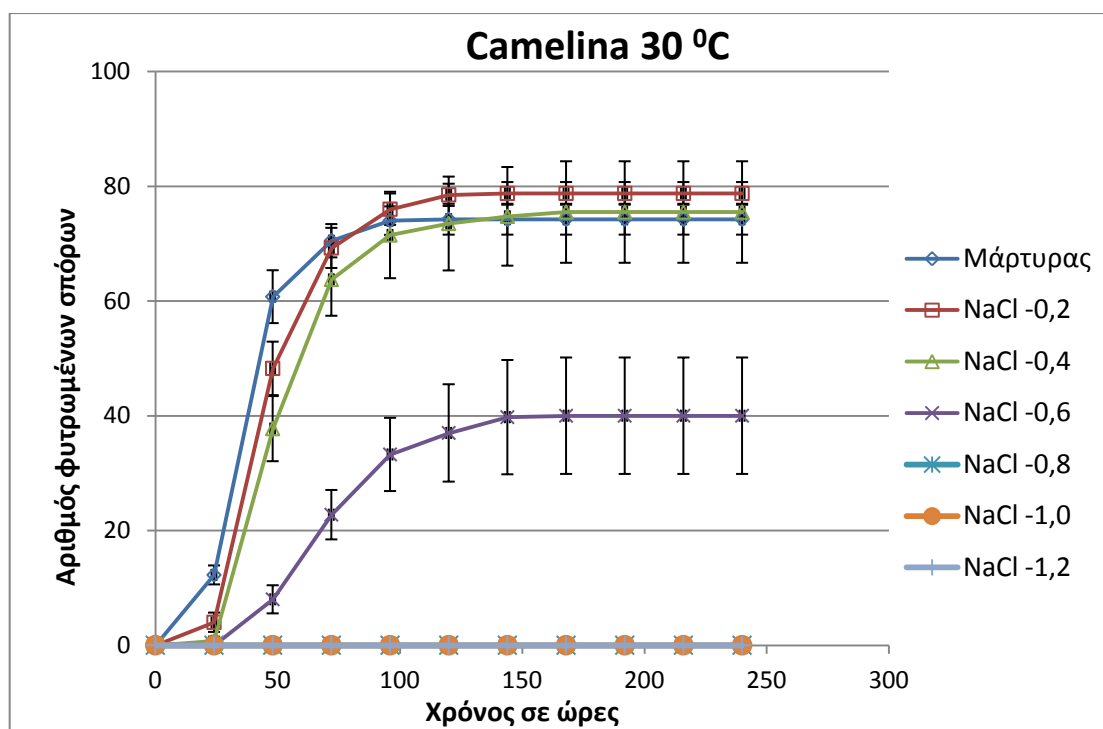
Διάγραμμα 39. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 39 σε θερμοκρασία 20 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 144 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων καμελίνας να είναι 97. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (99) για αυτές τις συνθήκες, η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 168 ώρες. Για συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων είναι 95 στις 144 ώρες με έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,6 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιήθηκε στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της έγινε στις 192 ώρες με 75 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0,8 MPa η βλάστηση ξεκίνησε στις 72 ώρες και τελείωσε στις 144 ώρες με 18 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Τέλος στις συγκεντρώσεις -1,0 και -1,2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας λόγω υψηλής συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος.



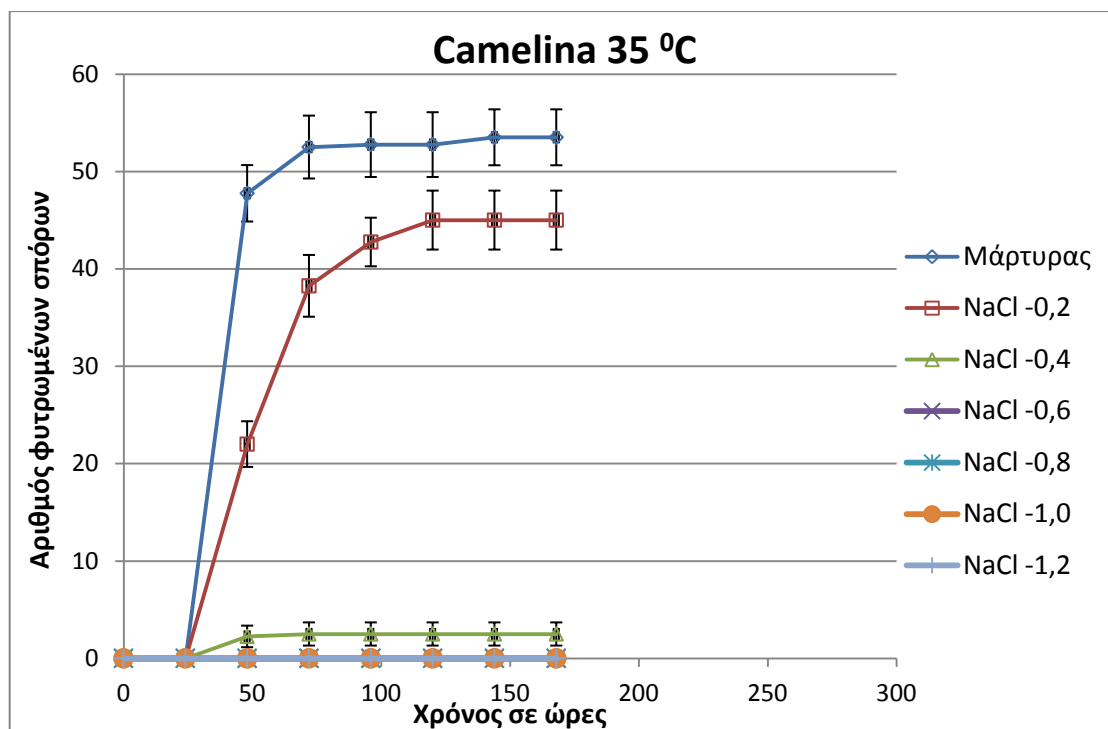
Διάγραμμα 40. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 25 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 40 σε θερμοκρασία 25 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 120 ώρες με τους φυτρωμένους σπόρους καμελίνας να είναι 89. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης με 93 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας στις 96 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa καταγράφηκαν 91 φυτρωμένοι σπόροι καμελίνας στις 144 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 24 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,6 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιήθηκε στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 86. Σε συγκέντρωση -0,8 MPa η βλάστηση ξεκίνησε στις 72 ώρες και τελείωσε στις 144 ώρες με 14 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Τέλος στις συγκεντρώσεις -1,0 και -1,2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας λόγω μεγάλης επίδρασης της αλατότητας.



Διάγραμμα 41. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

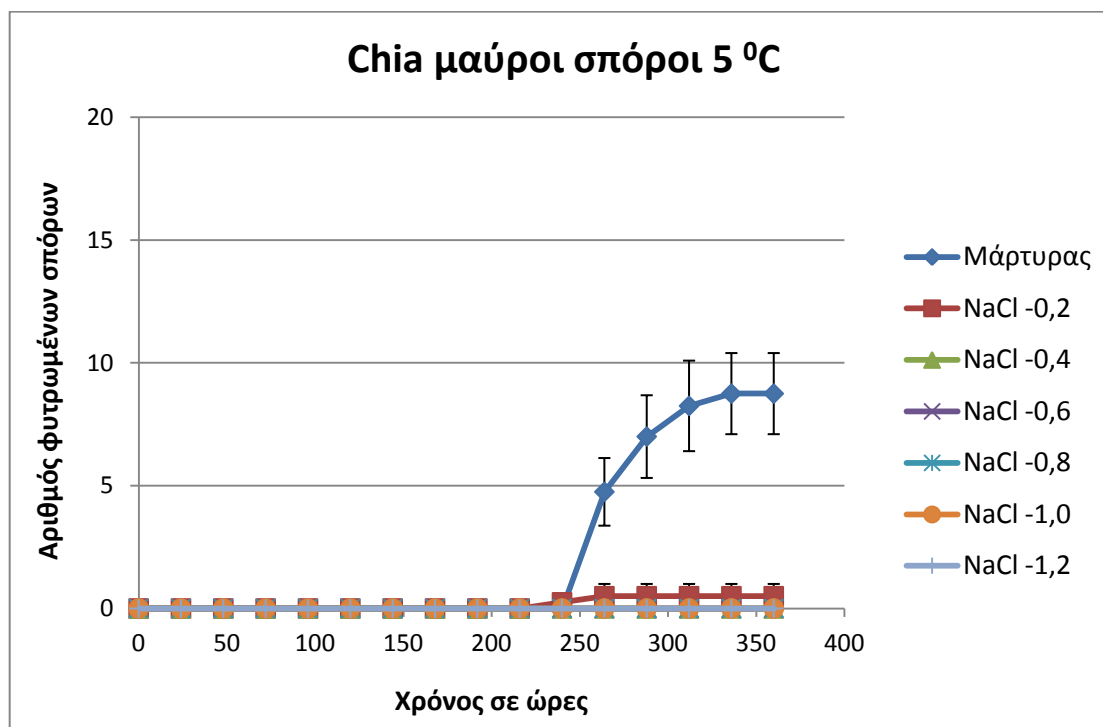
Σύμφωνα με το διάγραμμα 41 σε θερμοκρασία 30 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και ολοκλήρωση της στις 120 ώρες με 74 φυτρωμένους σπόρους καμελίνας. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (79) με την βλάστηση των σπόρων να ξεκίνα στις 24 ώρες και να ολοκληρώνεται στις 144 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων είναι 75 στις 168 ώρες με έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,6 MPa η έναρξη της βλάστησης πραγματοποιήθηκε στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της έγινε στις 168 ώρες με τον τελικό αριθμό των φυτρωμένων σπόρων να είναι 40. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0,8, -1,0 και -1,2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας εξαιτίας της μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος.



Διάγραμμα 42. Χρονική πορεία βλάστησης των σπόρων καμελίνας στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

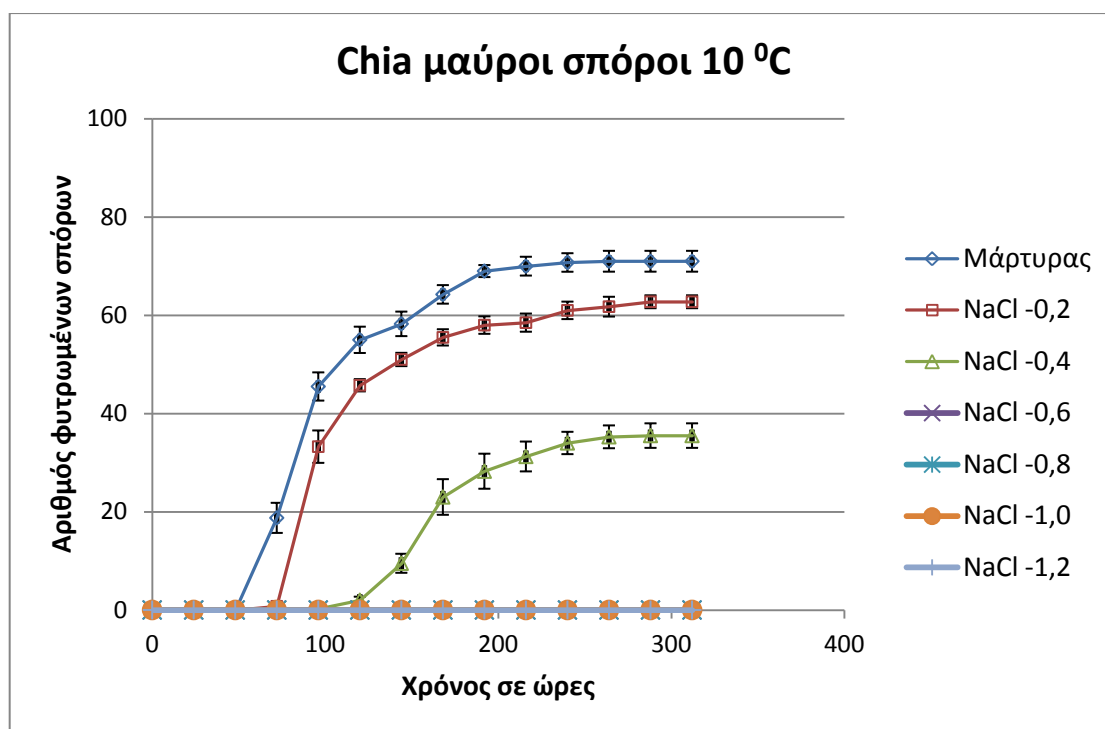
Σύμφωνα με το διάγραμμα 42 σε θερμοκρασία 35 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται ο μεγαλύτερος ρυθμός βλάστησης με βάση την κλίση της καμπύλης βλάστησης με έναρξη της βλάστησης στις 48 ώρες και ολοκλήρωση της στις 144 ώρες με 53 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 120 ώρες με 45 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0,4 MPa βλάστησαν 2 σπόροι καμελίνας στις 72 ώρες. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0,6, -- 0,8, -1,0 και -1,2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων καμελίνας λόγω συνδυασμού μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος και υψηλής θερμοκρασίας.

3.1.7 Πορείες φυτρώματος μαύρων σπόρων χίας σε αλατότητα



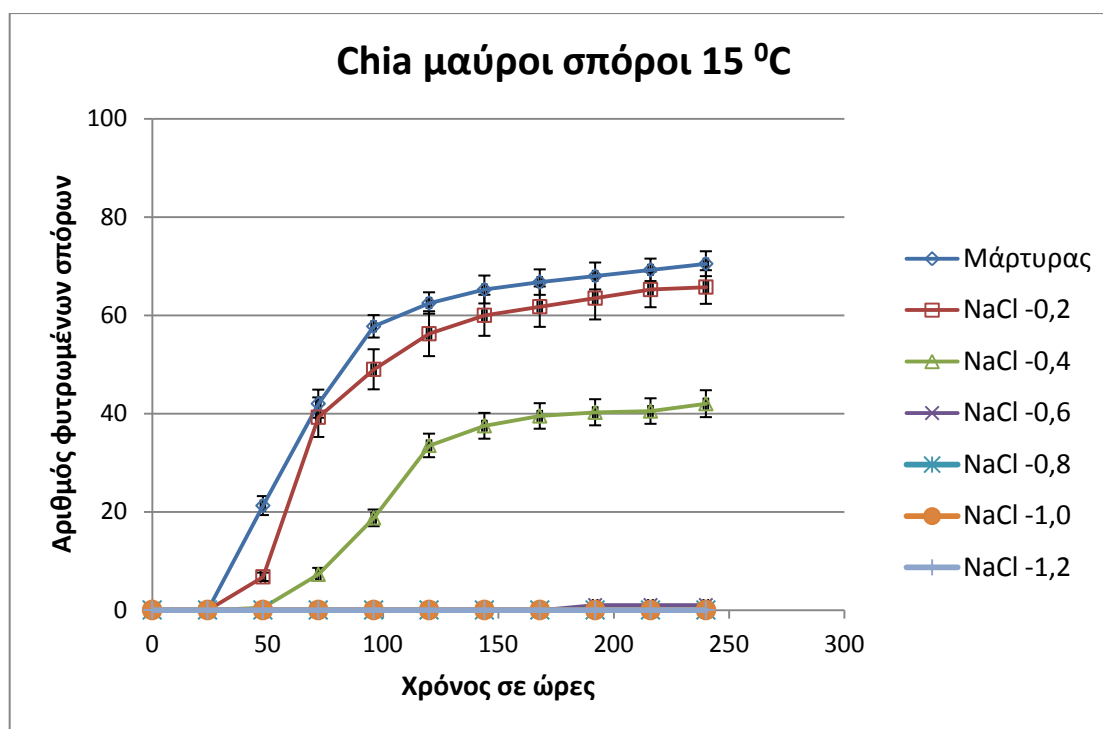
Διάγραμμα 43. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 5 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από το διάγραμμα 43 προκύπτει ότι η χαμηλή θερμοκρασία (5 °C) σε συνδυασμό με την επίδραση της αλατότητας επηρέασε αρνητικά την βλαστικότητα των μαύρων σπόρων χίας σε όλες τις μεταχειρίσεις. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa (μάρτυρας) παρατηρείται ο μεγαλύτερος αριθμός φυτρωμένων σπόρων (9) η χαμηλή θερμοκρασία των 5 °C φαίνεται πως επέδρασε αρνητικά στην βλαστικότητα των σπόρων, η έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας έγινε στις 264 ώρες από την τοποθέτηση τους στον θάλαμο και ολοκληρώθηκε στις 336 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 240 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 264 ώρες με μόλις ένα σπόρο να φυτρώνει. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας εξαιτίας της μεγάλης συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος και της χαμηλής θερμοκρασίας των 5 °C.



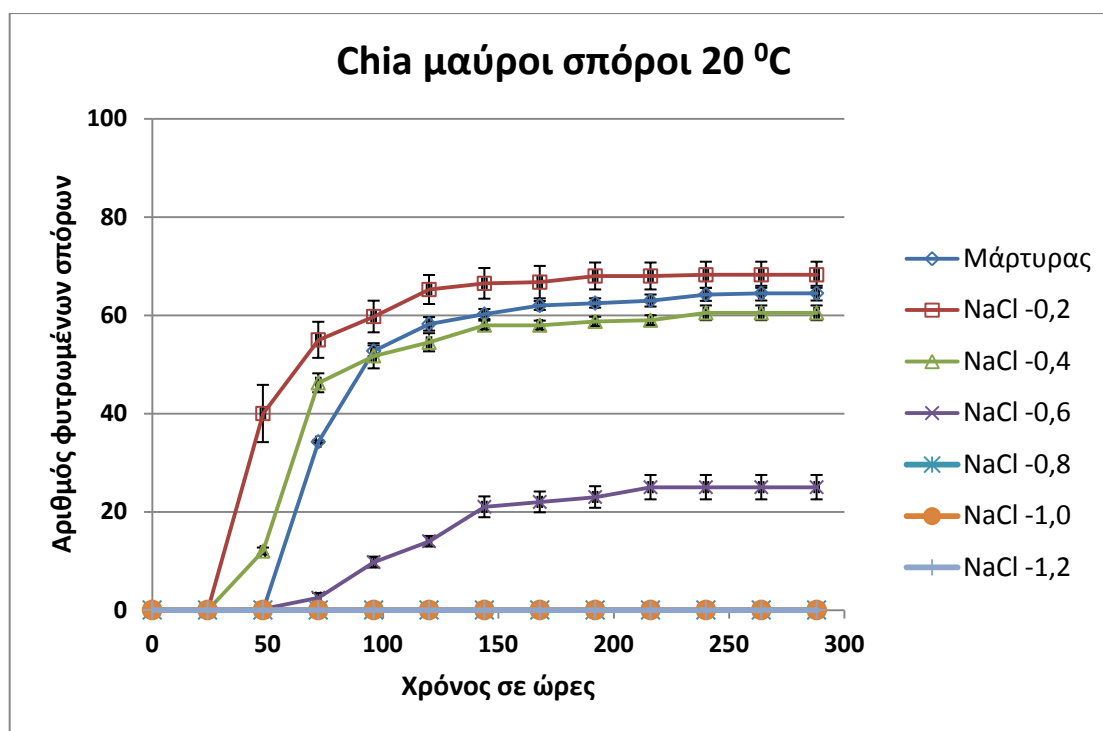
Διάγραμμα 44. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 10 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 44 σε θερμοκρασία 10 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλαστικότητα εξαιτίας της μηδενικής επίδρασης άλατος, η έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας έγινε στις 72 ώρες από την τοποθέτησή τους στον θάλαμο και η ολοκλήρωση της έγινε στις 264 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 71. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 96 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 288 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 63. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa φύτρωσαν 35 σπόροι στις 288 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 120 ώρες. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0.6, -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας λόγω μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος.



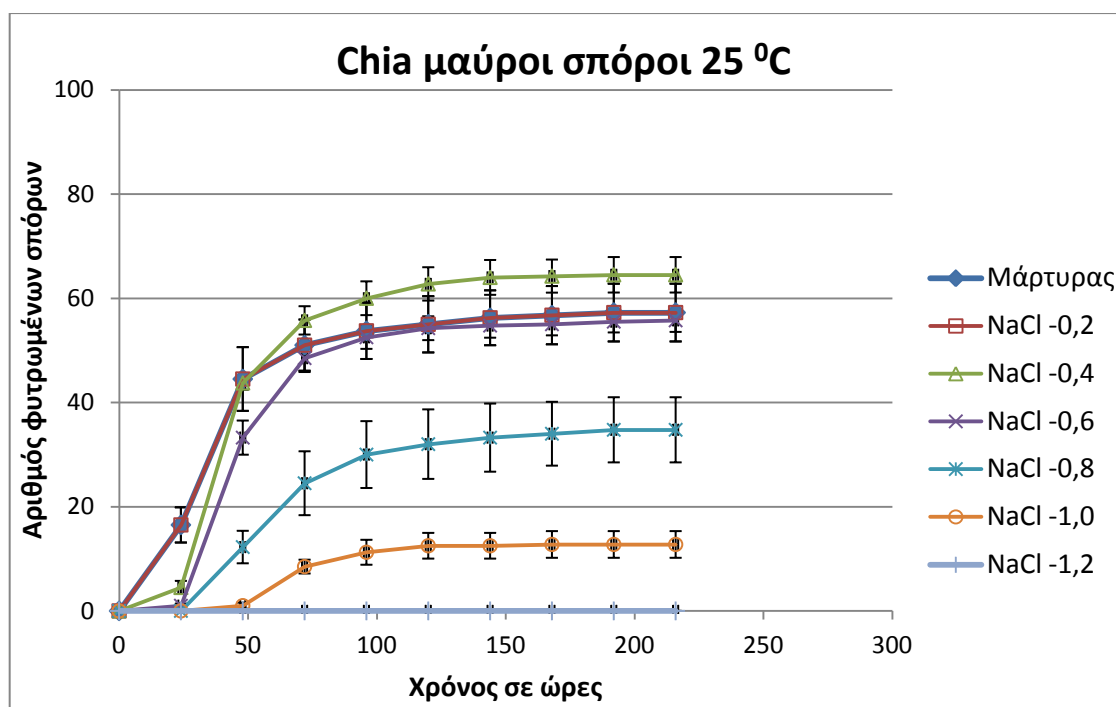
Διάγραμμα 45. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 45 σε θερμοκρασία 15 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 και -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης σπόρων χίας έγινε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 240 ώρες σημειώνοντας τον μεγαλύτερο αριθμό φυτρωμένων σπόρων καθώς βλάστησαν 70 σπόροι για την πρώτη περίπτωση και 66 σπόροι για την δεύτερη αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa βλάστησαν 42 σπόροι χίας με έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες και ολοκλήρωση της στις 240 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa υπήρξε βλάστηση 1 σπόρου χίας στις 192 ώρες. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας λόγω αρνητικής επίδρασης από την μεγάλη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος.



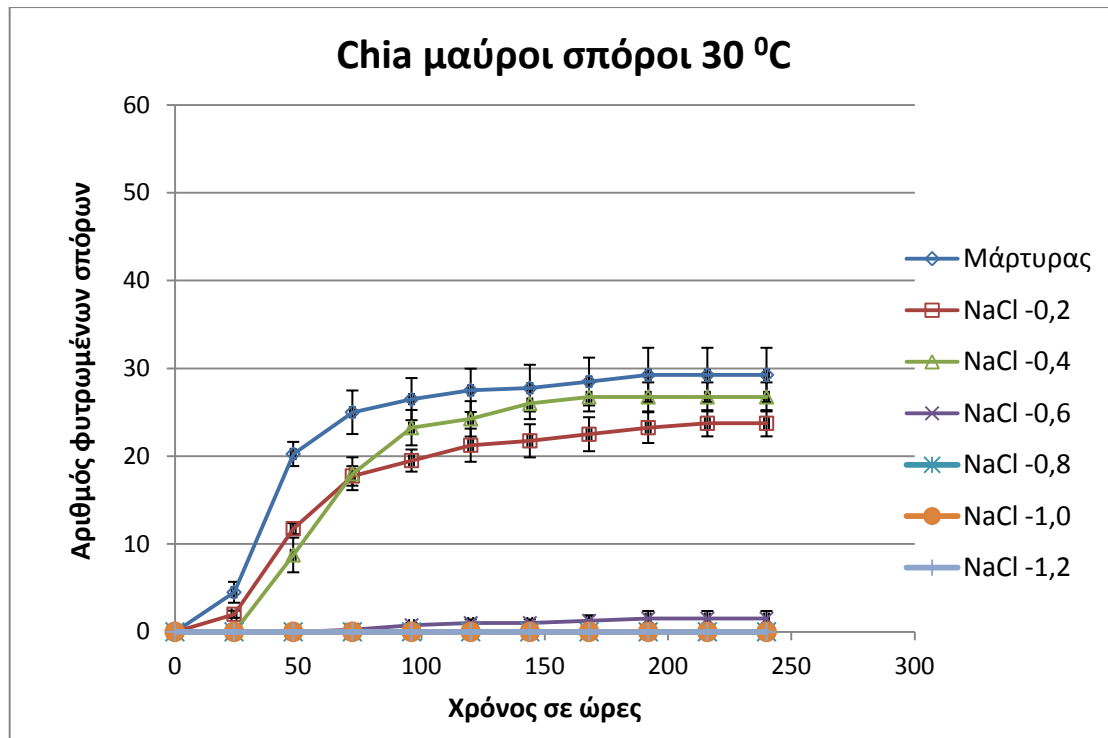
Διάγραμμα 46. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 46 σε θερμοκρασία 20 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας στις 72 ώρες από την τοποθέτησή τους στον θάλαμο και ολοκλήρωση της στις 264 ώρες με τον τελικό αριθμό φυτρωμένων σπόρων να είναι 64. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλάστηση σπόρων χίας, αυτό μαρτυρά ότι η μικρή συγκέντρωση του διαλύματος δεν επιδρά αρνητικά στο φύτρωμα των σπόρων, η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 240 ώρες με 68 σπόρους χίας να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa ο τελικός αριθμός φυτρωμένων σπόρων είναι 60 στις 240 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες. Σε συγκέντρωση -0,6 MPa η βλάστηση ολοκληρώθηκε με 25 σπόρους να φυτρώνουν τελικά στις 216 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να πραγματοποιείται στις 72 ώρες. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0,8, -1,0 και -1,2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας εξαιτίας μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος.



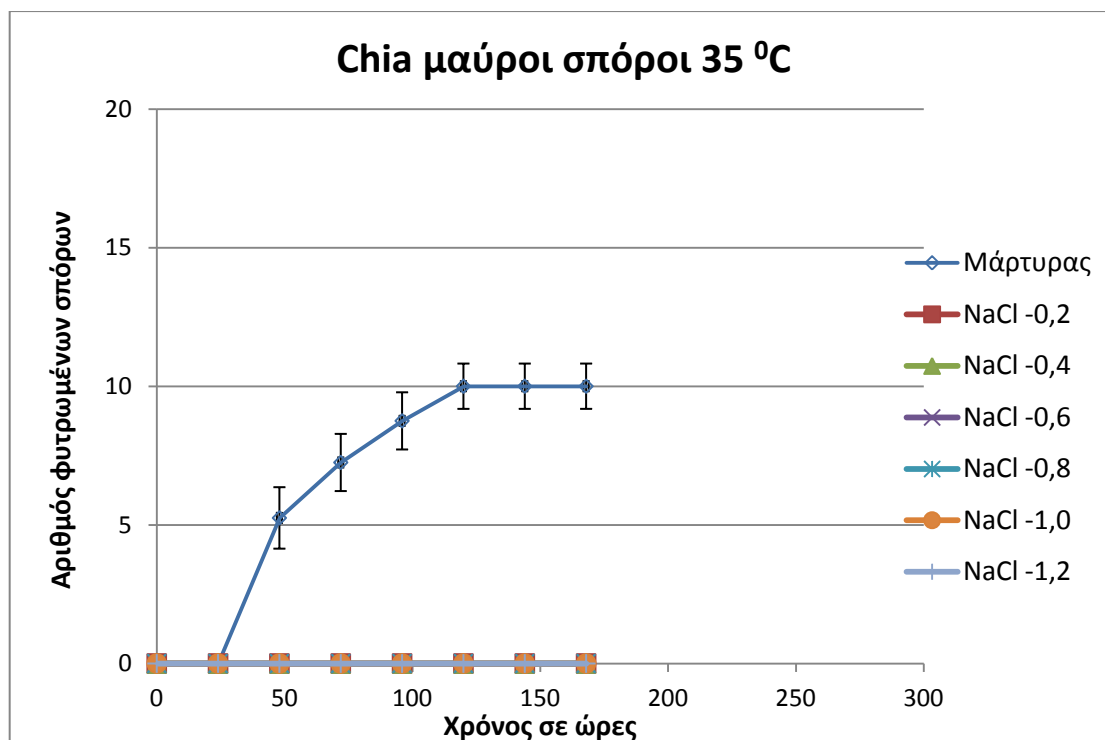
Διάγραμμα 47. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 25 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 47 σε θερμοκρασία 25 °C στον μάρτυρα και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η εκκίνηση της βλάστησης έγινε στις 24 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 192 ώρες με 57 σπόρους χίας να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλάστηση σπόρων χίας (64) δείχνοντας ότι η μικρή συγκέντρωση του διαλύματος επέδρασε θετικά στην βλαστικότητα, η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 ώρες. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 24 ώρες και τερματισμός της στις 216 ώρες με 56 σπόρους να βλαστάνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση -0.8 MPa οι σπόροι που βλάστησαν είναι 35 στις 192 ώρες με την έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας να γίνεται στις 48 ώρες. Για συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 48 ώρες και ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 13 σπόρους να φυτρώνουν συνολικά. Τέλος σε συγκέντρωση -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας εξαιτίας της μεγάλης συγκέντρωσης του διαλύματος.



Διάγραμμα 48. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

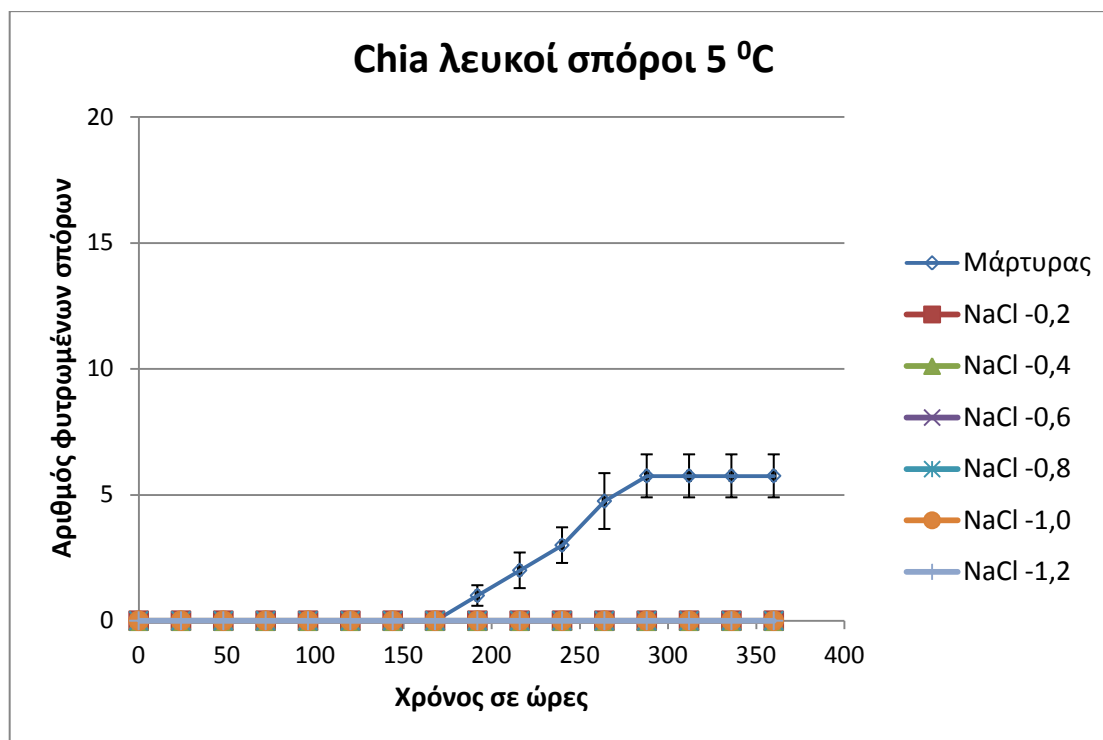
Σύμφωνα με το διάγραμμα 48 σε θερμοκρασία 30 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλαστικότητα, η εκκίνηση της βλάστησης έγινε στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 192 ώρες με τον τελικό αριθμό των φυτρωμένων σπόρων να είναι 29. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης έγινε στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 216 ώρες με 24 σπόρους να φυτρώνουν συνολικά. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.4 MPa παρατηρείται έναρξη της βλάστησης στις 48 ώρες και τερματισμός της στις 168 ώρες με 27 φυτρωμένους σπόρους. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa φύτευσαν 2 σπόροι στις 192 ώρες με την έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας να γίνεται στις 96 ώρες. Τέλος σε συγκέντρωση -0.8, -1.0 και -1.2 MPa λόγω μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας.



Διάγραμμα 49. Χρονική πορεία βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

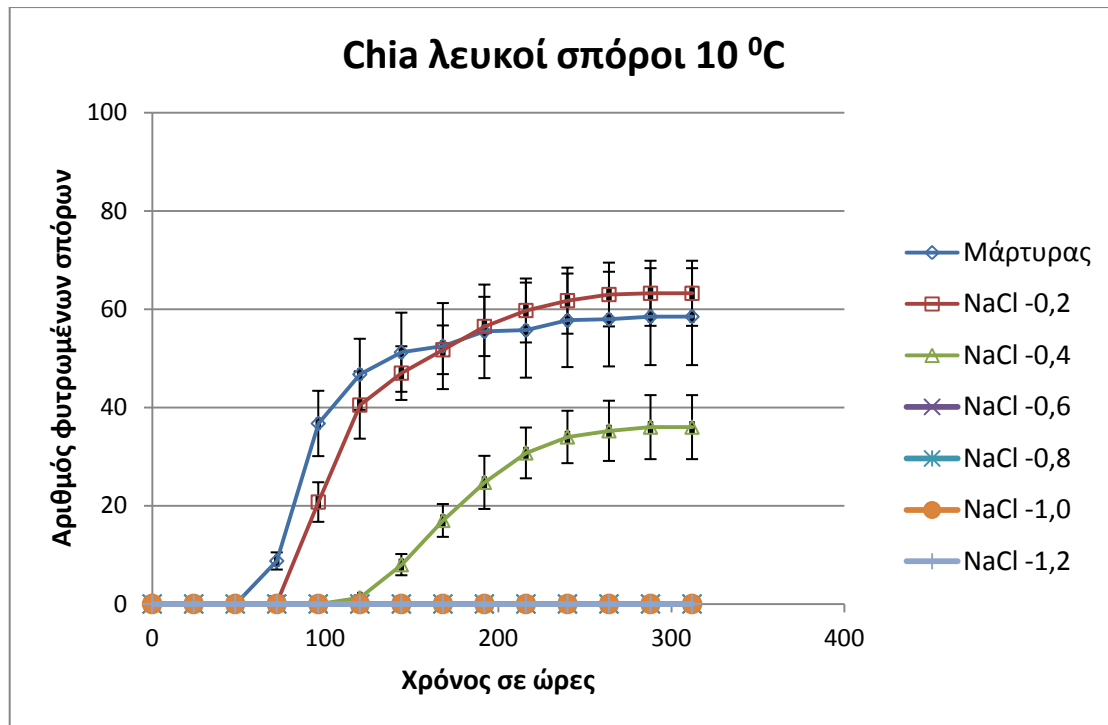
Από το διάγραμμα 49 προκύπτει ότι τόσο η υψηλή θερμοκρασία των 35 °C όσο και η παρουσία αλατούχων διαλυμάτων επέδρασε αρνητικά στην βλαστικότητα των σπόρων. Βλάστηση πραγματοποιήθηκε μόνο στην συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa όπου υπάρχει απουσία άλατος με 10 σπόρους να φυτρώνουν στις 120 ώρες με έναρξη της βλάστησης στις 48 ώρες.

3.1.8 Πορείες φυτρώματος λευκών σπόρων χίας σε αλατότητα



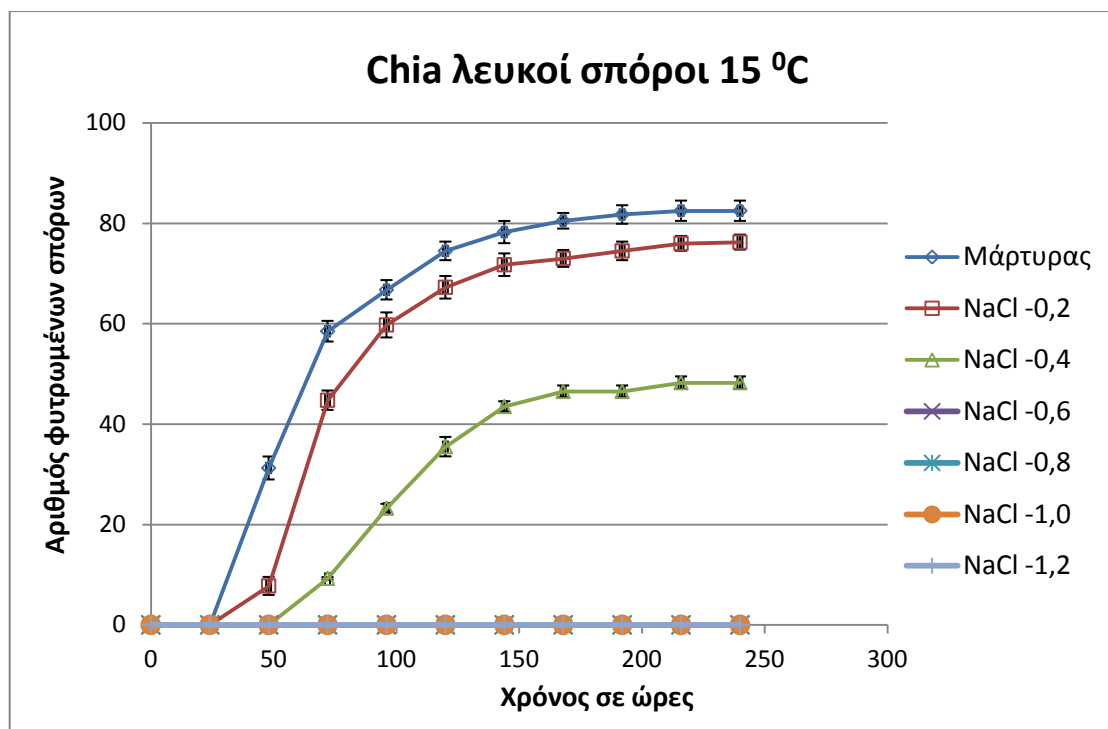
Διάγραμμα 50. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 5 °C σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από το διάγραμμα 50 προκύπτει ότι η χαμηλή θερμοκρασία των 5 °C σε συνδυασμό με την παρουσία οσμωτικών διαλυμάτων επηρέασε αρνητικά την βλαστικότητα των λευκών σπόρων χίας. Η μοναδική περίπτωση που καταγράφηκε βλάστηση ήταν αυτή του μάρτυρα (0 MPa) όπου παρουσιάστηκε βλάστηση 6 σπόρων χίας στις 288 ώρες με έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 192 ώρες. Στις συγκεντρώσεις -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση λευκών σπόρων χίας λόγω ύπαρξης δυσμενών συνθηκών θερμοκρασίας και αλατότητας.



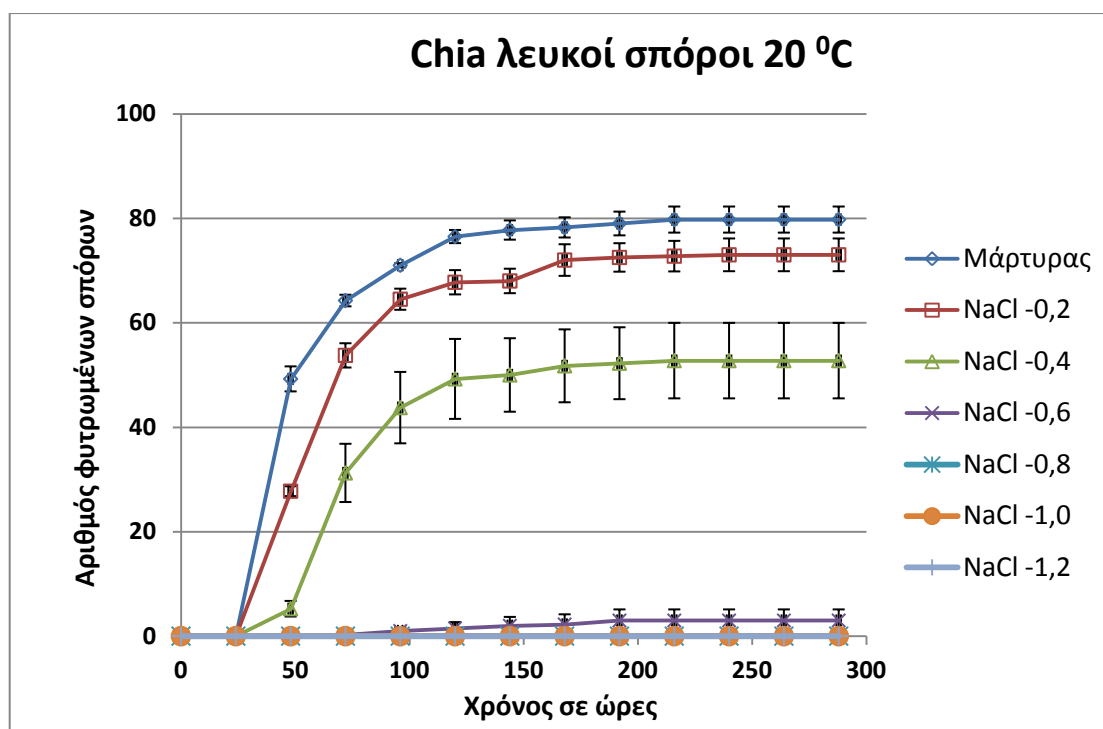
Διάγραμμα 51. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 10 °C σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 51 σε θερμοκρασία 10 °C και σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος 0 MPa καταγράφηκε βλάστηση 58 σπόρων χίας στις 288 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη βλαστικότητα δείχνοντας ότι η μικρή συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος δεν επιδρά αρνητικά στην βλάστηση, η έναρξη της βλάστησης των λευκών σπόρων χίας έγινε στις 96 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 288 ώρες με 63 σπόρους χίας να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa φύτρωσαν 36 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 120 ώρες και την ολοκλήρωση της στις 288 ώρες. Σε συγκεντρώσεις -0.6, -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν παρατηρείται βλάστηση λευκών σπόρων χίας λόγω μεγάλης συγκέντρωσης οσμωτικού διαλύματος.



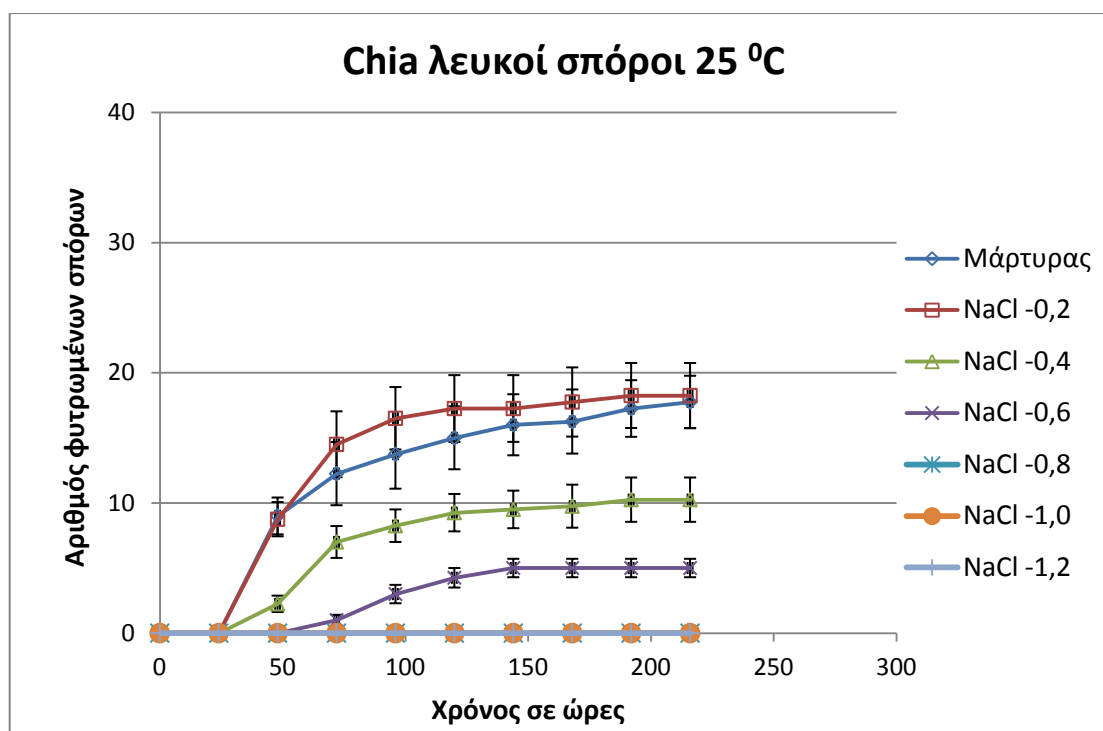
Διάγραμμα 52. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 15 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από την μελέτη του διαγράμματος 52 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 15 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός βλάστησης σπόρων χίας (82) με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και την ολοκλήρωση της στις 216 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa η έναρξη της βλάστησης γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 240 ώρες με 76 σπόρους χίας να βλαστάνουν. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa βλάστησαν 48 σπόροι χίας στις 240 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες. Τέλος στις συγκεντρώσεις -0.6, -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση λευκών σπόρων χίας εξαιτίας μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος.



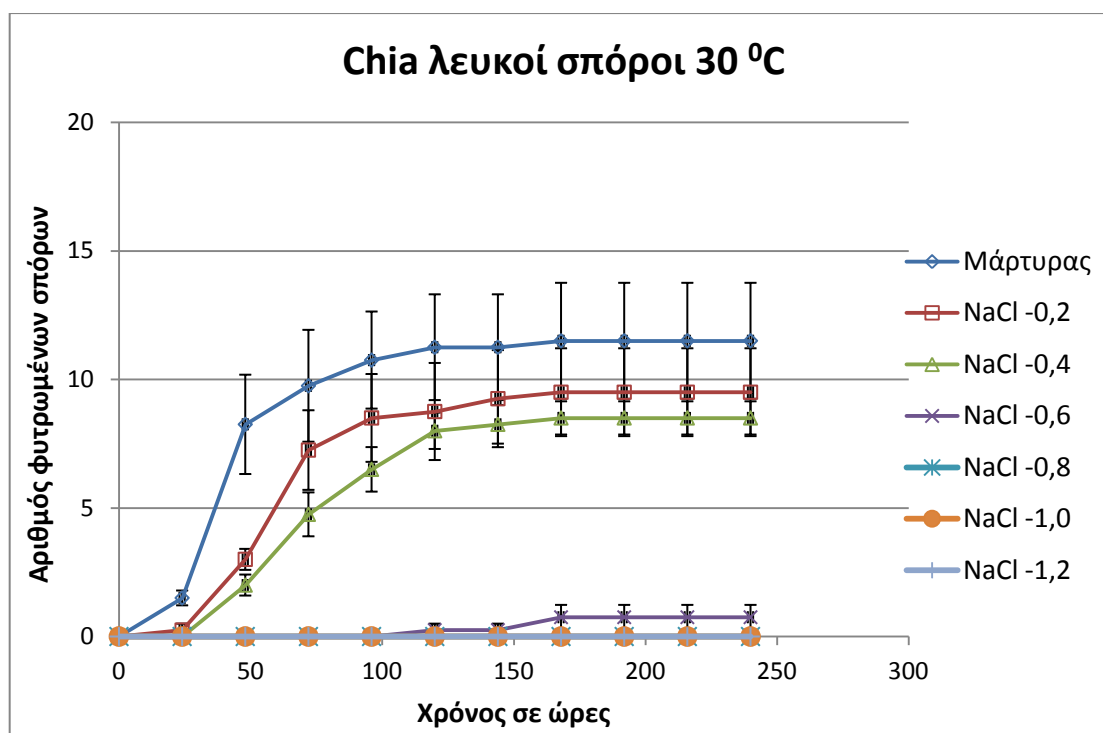
Διάγραμμα 53. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 20 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 53 σε θερμοκρασία 20 °C και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλάστηση σπόρων καθώς βλάστησαν συνολικά 80 σπόροι στις 216 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες. Σε συγκέντρωση -0,2 MPa η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε στις 48 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 240 ώρες με 73 σπόρους να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa βλάστησαν συνολικά 53 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και την ολοκλήρωση της στις 216 ώρες. Σε συγκέντρωση -0,6 MPa καταγράφεται η μικρότερη βλάστηση σπόρων υπό αυτές τις συνθήκες με 3 σπόρους να βλαστάνουν στις 192 ώρες με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 96 ώρες.



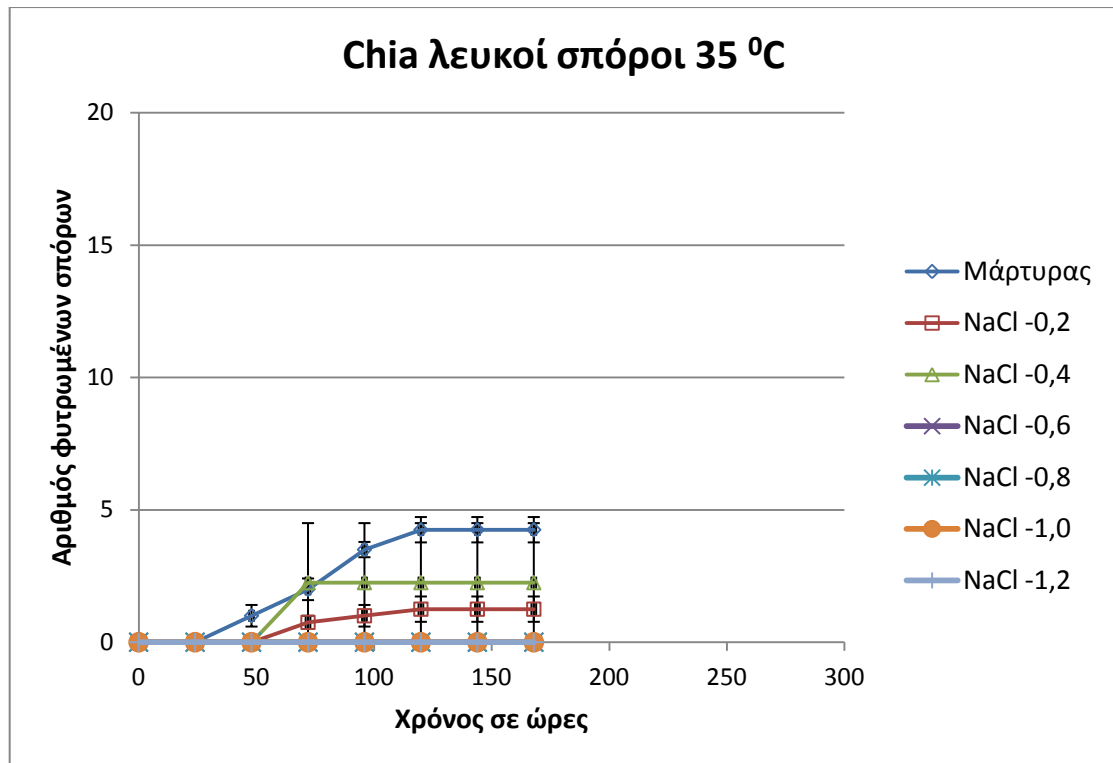
Διάγραμμα 54. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 25 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Από το διάγραμμα 54 παρατηρείται ότι σε θερμοκρασία 25 °C και παρουσία ωσμωτικών διαλυμάτων ο ρυθμός βλάστησης σε όλες τις μεταχειρίσεις είναι μικρός. Στον μάρτυρα και σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa παρατηρείται η μεγαλύτερη βλαστικότητα δείχνοντας ότι η απουσία ή η μικρή συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος επιδρά θετικά στην βλάστηση των σπόρων, η έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 216 ώρες με 18 σπόρους να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,4 MPa φύτρωσαν 10 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και την ολοκλήρωση της στις 192 ώρες. Σε συγκέντρωση -0,6 MPa η βλάστηση ξεκινά στις 72 ώρες και τελειώνει στις 144 ώρες με 5 σπόρους να φυτρώνουν. Στις συγκεντρώσεις -0,8, -1,0 και -1,2 MPa δεν υπάρχει βλάστηση σπόρων χίας λόγω μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος.



Διάγραμμα 55. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 30 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 55 σε θερμοκρασία 30 °C και παρουσία ωσμωτικών διαλυμάτων η βλαστικότητα των σπόρων είναι μικρή. Στον μάρτυρα παρατηρείται η μεγαλύτερη βλάστηση, η έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας γίνεται στις 24 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 11 σπόρους να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0,2 MPa φύτρωσαν 9 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες. Σε συγκέντρωση -0,4 MPa η βλάστηση ξεκινά στις 48 ώρες και τελειώνει στις 168 ώρες με 8 σπόρους χίας να φυτρώνουν. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0,6 MPa η βλάστηση των σπόρων χίας ξεκίνησε στις 120 ώρες και ολοκληρώθηκε στις 168 ώρες με 1 σπόρο να φυτρώνει. Στις συγκεντρώσεις 0,8, 1,0 και -1,2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση λευκών σπόρων χίας λόγω μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος.

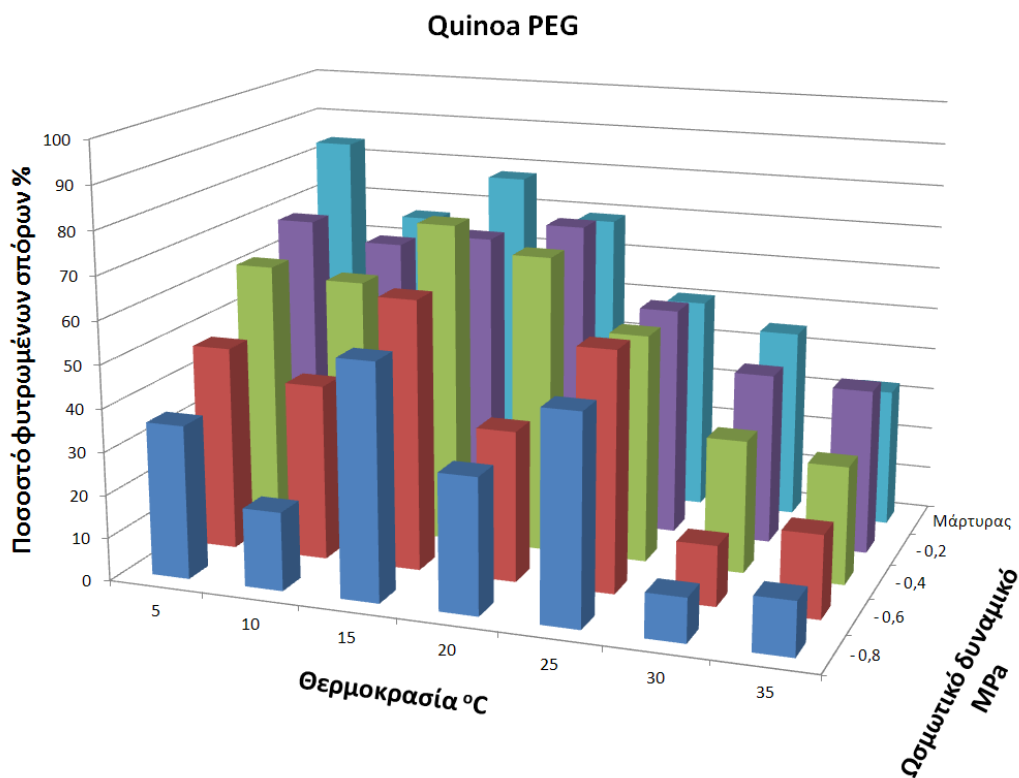


Διάγραμμα 56. Χρονική πορεία βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στους 35 °C σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 56 σε θερμοκρασία 35 °C και παρουσία ωσμωτικών διαλυμάτων η βλαστικότητα των σπόρων είναι μικρή. Στον μάρτυρα παρατηρείται η μεγαλύτερη βλάστηση, η έναρξη της βλάστησης των σπόρων χίας γίνεται στις 48 ώρες και η ολοκλήρωση της στις 168 ώρες με 4 σπόρους να φυτρώνουν συνολικά. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa φύτρωσαν 2 σπόροι με την έναρξη της βλάστησης να γίνεται στις 72 ώρες και την ολοκλήρωση της στις 120 ώρες. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa φύτρωσαν 2 σπόροι χίας στις 72 ώρες. Στις συγκεντρώσεις -0.6, -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση λευκών σπόρων χίας λόγω μεγάλης συγκέντρωσης ωσμωτικού διαλύματος.

3.2 Τελικά ποσοστά βλάστησης

3.2.1 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων κουνιάς σε υδατική καταπόνηση

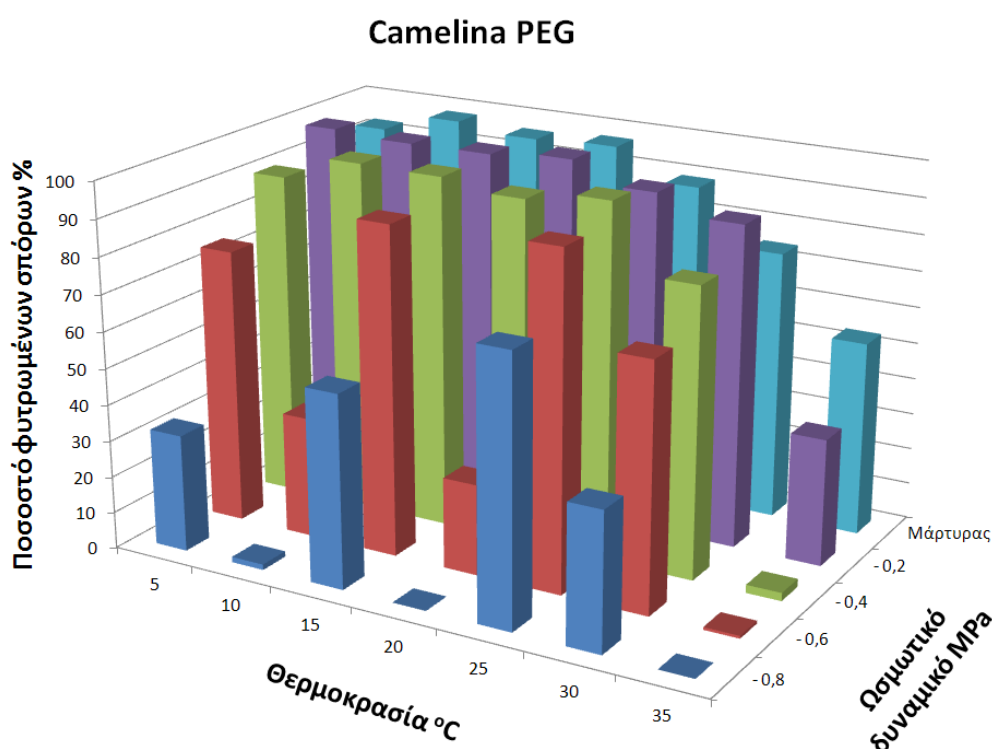


Διάγραμμα 57. Τελικά ποσοστά βλάστησης των σπόρων κουνιάς στις τέσσερις συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Από το διάγραμμα 57 παρατηρείται ότι η κουνιά σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης έδωσε μεγαλύτερα τελικά ποσοστά φυτρωμένων σπόρων στον μάρτυρα και στις χαμηλές συγκεντρώσεις οσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa και χαμηλότερα στις υψηλές συγκεντρώσεις -0.6 και -0.8 MPa. Στον μάρτυρα σε θερμοκρασία 5 °C παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων με 84% ακολούθως σημειώθηκαν τελικά ποσοστά βλάστησης 66% στους 10 °C, 78% στους 15°C, 69% στους 20 °C, 50% στους 25 °C και 44% στους 30 °C. Τέλος σε θερμοκρασία 35°C σημειώθηκε το μικρότερο ποσοστό βλάστησης (32%). Σε συγκέντρωση -0.2 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστημένων σπόρων (72%) παρουσιάστηκε στους 20°C. Έπειτα καταγράφηκε 68% στους 5 °C, 64% στους 10 °C, 67% στους 15 °C, 53% στους 25 °C, 40% στους 30 °C και τέλος 38% στους 35 °C το οποίο ήταν το χαμηλότερο ποσοστό σε αυτή την μεταχείριση. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.4 MPa στους 35 °C καταγράφεται το μικρότερο τελικό ποσοστό βλάστησης 27% έπειτα καθώς η θερμοκρασία μειώνεται και μέχρι τους 15°C τα

ποσοστά βλάστησης αυξάνονται με 31% στους 30 °C, 53% στους 25 °C, 69% στους 20 °C και 75% στους 15 °C. Στις θερμοκρασίες των 5 °C και 10 °C η βλάστηση των σπόρων ακολούθησε καθοδική πορεία με τα τελικά ποσοστά να είναι 62% και 60% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης είναι 63% στους 15 °C και το μικρότερο είναι 14% στους 30 °C, στις υπόλοιπες θερμοκρασίες τα τελικά ποσοστά ήταν 47% στους 5 °C, 41% στους 10 °C, 35% στους 20 °C, 55% στους 25 °C και 19% στους 35 °C. Σε συγκέντρωση -0.8 MPa καταγράφηκαν τα μικρότερα τελικά ποσοστά βλάστησης μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων με 35% στους 5 °C, 18% στους 10 °C, 54% στους 15 °C, 31% στους 20 °C, 48% στους 25 °C, 10% στους 30 °C και 12% στους 35 °C.

3.2.2 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων καμελίνας σε υδατική καταπόνηση

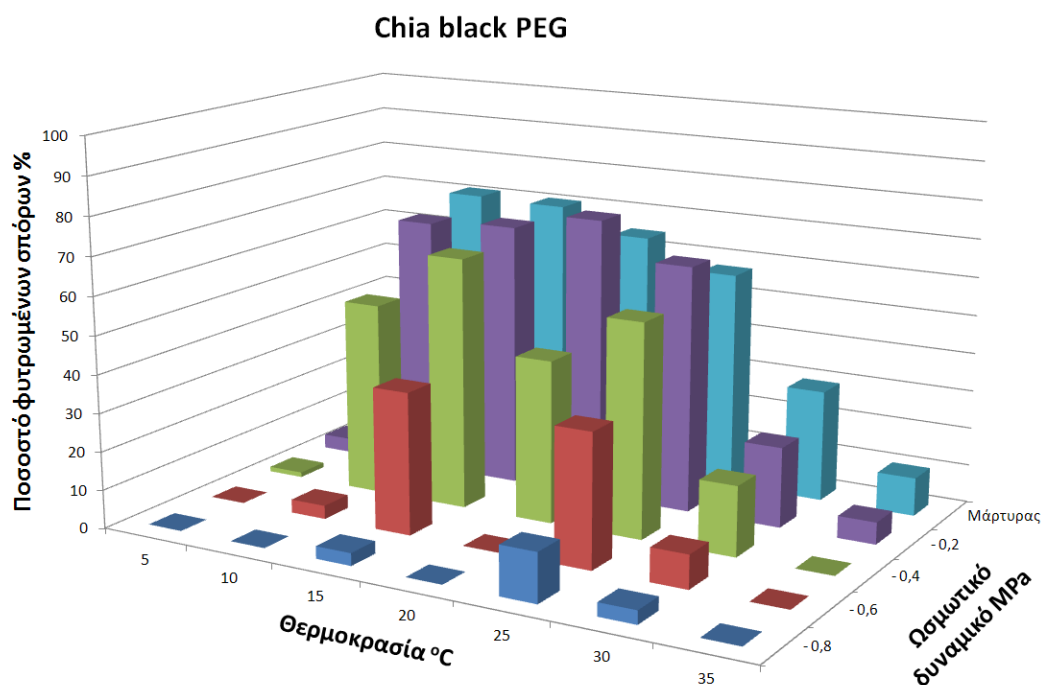


Διάγραμμα 58. Τελικά ποσοστά βλάστησης των σπόρων καμελίνας στις τέσσερις συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Από το διάγραμμα 58 παρατηρείται ότι σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης οι σπόροι καμελίνας έδωσαν ιδιαίτερα υψηλά τελικά ποσοστά βλαστικότητας στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού 0.2 και 0.4 MPa και χαμηλότερα στις υψηλές συγκεντρώσεις -0.6 και -0.8 MPa. Στον μάρτυρα οι σπόροι καμελίνας παρουσίασαν υψηλή βλαστικότητα σε όλες τις θερμοκρασίες με το υψηλότερο ποσοστό (98%) να καταγράφεται στους 10 °C και το χαμηλότερο (53%) στους 35 °C

στις θερμοκρασίες 5, 15, 20, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 92, 96, 97, 89 και 74% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa καταγράφηκαν εξίσου υψηλά με τον μάρτυρα ποσοστά βλάστησης για την καμελίνα με το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (99%) να παρατηρείται στους 20 °C και το μικρότερο (35%) να παρατηρείται στους 35 °C. Στις θερμοκρασίες 5, 10, 15, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης που σημειώθηκαν ήταν 98, 97, 97, 93 και 88%. Στον επόμενο βαθμό ωσμωτικού διαλύματος (-0.4 MPa) το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (97%) παρατηρείται στην θερμοκρασία των 10, 15 και 25 °C, επίσης σημειώθηκαν τα τελικά ποσοστά βλάστησης 90% στους 5 °C, 94% στους 20 °C, 79% στους 30 °C και 2% στους 35 °C το οποίο ήταν και το χαμηλότερο ποσοστό για αυτή την συγκέντρωση. Στο διάλυμα συγκέντρωσης -0.6 MPa σημειώθηκαν τελικά ποσοστά βλάστησης 75% στους 5 °C, 33% στους 10 °C, 90% στους 15 °C, 25% στους 20 °C, 91% στους 25 °C το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό για αυτό το διάλυμα, 67% στους 30 °C και 1% στους 35 °C το οποίο είναι το μικρότερο ποσοστό για αυτή την συγκέντρωση. Στην μεγαλύτερη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa καταγράφηκαν τα μικρότερα ποσοστά βλάστησης σπόρων καμελίνας σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Στους 5 °C το τελικό ποσοστό βλάστησης είναι 32%, στους 10 °C είναι 1%, στους 15 °C είναι 53%, στους 20 °C δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων, στους 25 °C είναι 73% το οποίο είναι και το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης σε αυτή την συγκέντρωση, στους 30 °C είναι 37% και τέλος στους 35 °C η βλάστηση σπόρων είναι μηδενική.

3.2.3 Τελικά ποσοστά βλάστησης μαύρων σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση

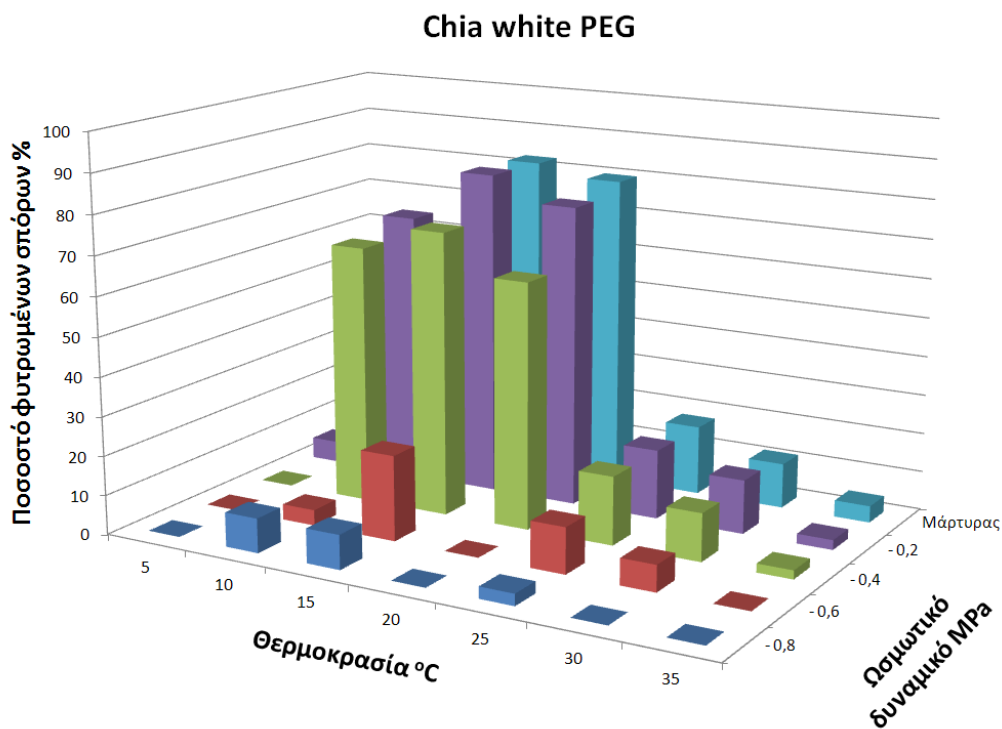


Διάγραμμα 59. Τελικά ποσοστά βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στις τέσσερις συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Από το διάγραμμα 59 παρατηρείται ότι στον μάρτυρα οι σπόροι χίας παρουσίασαν το υψηλότερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (71%) στους 10 °C και το χαμηλότερο 10% στους 35 °C στις θερμοκρασίες των 5, 15, 20, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 9, 70, 64, 57 και 29% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων χίας (74%) παρουσιάζεται σε θερμοκρασία 20 °C και το μικρότερο 4% στους 5 °C στις υπόλοιπες θερμοκρασίες τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 67% στους 10 °C, 69% στους 15 °C, 64% στους 25 °C, 21% στους 30 °C και τέλος 6% στους 35 °C. Στον επόμενο βαθμό οσμωτικού διαλύματος (-0.4 MPa) το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων χίας 65% παρουσιάζεται στους 15°C και ακολουθούν με 55% στους 25 °C με 42% στους 20 °C με 18% στους 30 °C με 1% στους 5 °C και τέλος στην θερμοκρασία των 35 °C δεν παρατηρείται καθόλου βλάστηση. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλάστησης (37%) καταγράφεται στους 15 °C ακολουθεί η θερμοκρασία των 25 °C με 35%. Στους 30 °C το τελικό ποσοστό είναι 9% και στη θερμοκρασία των 10 °C είναι 3%, στις θερμοκρασίες των 5, 20 και 35 °C δεν υπήρξε καθόλου βλάστηση σπόρων χίας. Σε συγκέντρωση -0.8 MPa παρουσιάστηκε περιορισμένη βλάστηση σπόρων χίας σε τρεις θερμοκρασίες με 3% στους 15 °C με 13% στους 25 °C και 3% στους 30 °C. Στις

υπόλοιπες θερμοκρασίες (5,10, 20, 35 °C) δεν υπήρξε καθόλου βλάστηση σπόρων χίας.

3.2.4 Τελικά ποσοστά βλάστησης λευκών σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση

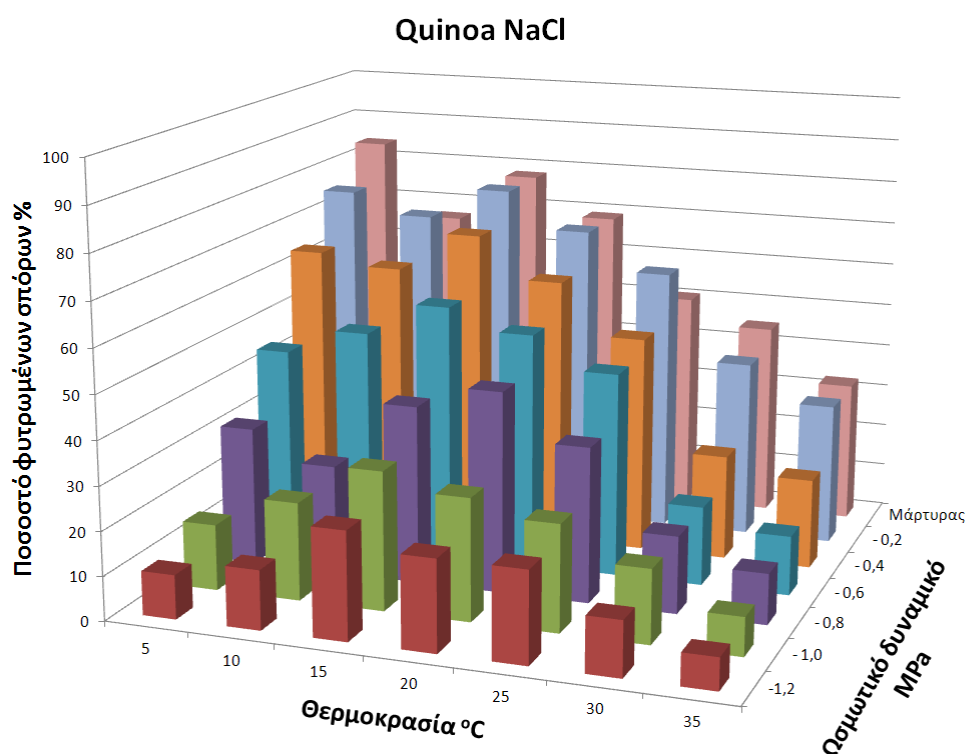


Διάγραμμα 60. Τελικά ποσοστά βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στις τέσσερις συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 60 στον μάρτυρα παρουσιάστηκε βλάστηση λευκών σπόρων χίας σε όλες τις θερμοκρασίες με το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (82%) να παρατηρείται σε θερμοκρασία 15 °C και ακολουθεί η θερμοκρασία των 20 °C με τελικό ποσοστό βλάστησης 80% για τις θερμοκρασίες 5, 10, 25, 30 και 35 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν 6, 58, 18, 11 και 4% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 ΜΡα το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (83%) παρουσιάστηκε στους 15 °C όπως και στον μάρτυρα. Για τις θερμοκρασίες 5, 10, 20, 25, 30 και 35 °C τα αντίστοιχα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 5, 69, 77, 18, 14 και 2%. Σε συγκέντρωση -0.4 ΜΡα το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (72%) παρουσιάστηκε όπως και στις δύο προηγούμενες μεταχειρίσεις στους 15 °C για τις θερμοκρασίες 5, 10, 20, 25, 30 και 35 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν 0, 66, 63, 17, 12 και 2% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.6 ΜΡα η θερμοκρασία των 15 °C συνεχίζει να δίνει το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας με 21% ακολουθεί η θερμοκρασία των 25 °C με 12% ποσοστό φυτρωμένων σπόρων και ακολούθως

έχουμε 7% στους 30 °C, 4% στους 10 °C ενώ στις θερμοκρασίες των 5, 20, και 35 °C δεν υπάρχει βλάστηση σπόρων χίας. Σε συγκέντρωση -0.8 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (9%) παρατηρείται στις θερμοκρασίες των 10 °C και 15 °C και ακολουθεί η θερμοκρασία των 10 °C με 3% τελικό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων. Στις θερμοκρασίες των 5, 20, 30 και 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας.

3.2.5 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων κουνιάς σε αλατότητα

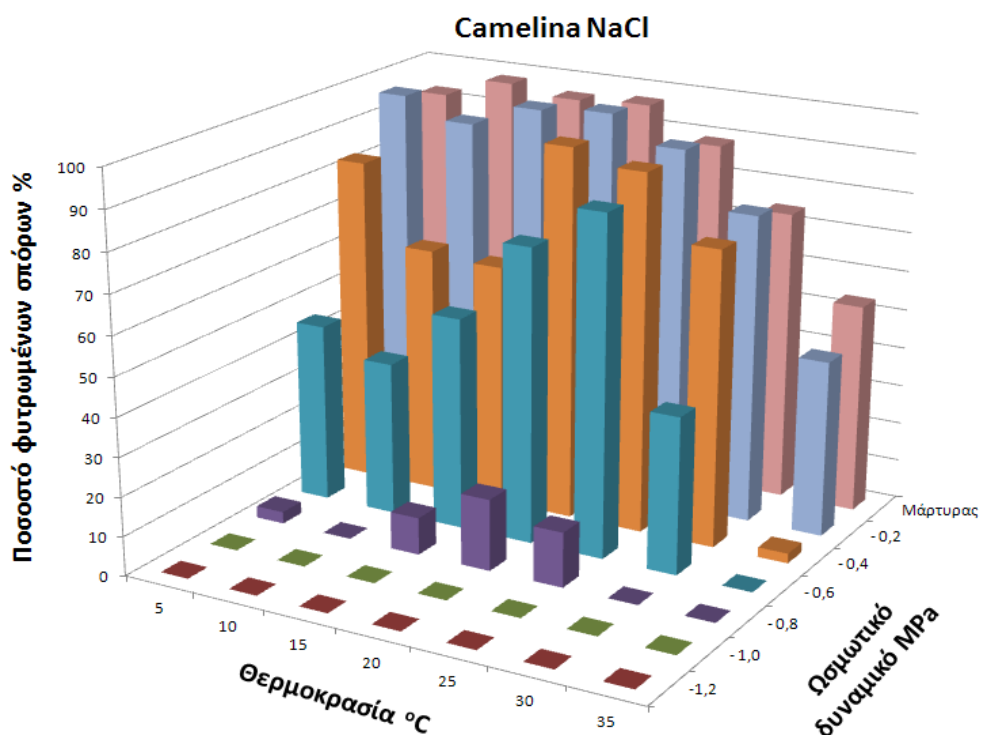


Διάγραμμα 61. Τελικά ποσοστά βλάστησης των σπόρων κουνιάς στις εξι συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Από το διάγραμμα 61 παρατηρείται ότι η κουνιά σε συνθήκες αλατότητας έδωσε μεγαλύτερα τελικά ποσοστά φυτρωμένων σπόρων στον μάρτυρα και στις χαμηλές συγκεντρώσεις οσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa και χαμηλότερα στις υψηλές συγκεντρώσεις -1.0 και -1.2 MPa. Στον μάρτυρα σε θερμοκρασία 5 °C παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων με 84%, ακολούθως σημειώθηκαν τελικά ποσοστά βλάστησης 66% στους 10 °C και 78% στους 15 °C. Έπειτα η βλάστηση των σπόρων ακολούθησε καθοδική πορεία με 69% στους 20 °C, 50% στους 25 °C και 44% στους 30 °C. Τέλος στη θερμοκρασία των 35 °C σημειώθηκε το μικρότερο ποσοστό βλάστησης (32%) για αυτή την μεταχείριση. Σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων

σπόρων (78%) παρουσιάστηκε στους 15 °C έπειτα καταγράφηκε 75% στους 5 °C, 70% στους 10 °C, 69% στους 20 °C, 60% στους 25 °C, 40% στους 30 °C και τέλος 32% στους 35 °C το οποίο ήταν το χαμηλότερο ποσοστό σε αυτή την μεταχείριση. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.4 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (71%) καταγράφηκε σε θερμοκρασία 15 °C και το μικρότερο ποσοστό ήταν 20% στους 35 °C. Στις θερμοκρασίες 5, 10, 20, 25 και 30 °C τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 64, 62, 61, 49, 50 και 24%. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (58%) παρουσιάστηκε στους 15 °C έπειτα καταγράφηκε 45% στους 5 °C, 50% στους 10 °C, 53% στους 20 °C, 46% στους 25 °C, 18% στους 30 °C και τέλος 13% στους 35 °C το οποίο ήταν το χαμηλότερο ποσοστό σε αυτή την μεταχείριση. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.8 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (45%) παρατηρείται σε θερμοκρασία 20 °C και το μικρότερο στους 35 °C με 11% τελικό ποσοστό βλάστησης. Στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά είναι 31, 25, 40, 35 και 17% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.0 MPa παρατηρείται χαμηλή βλάστηση των σπόρων κοινότητας για όλες τις θερμοκρασίες με το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας (31%) να παρατηρείται στους 15 °C και το μικρότερο στους 35 °C με 9%. Στις θερμοκρασίες των 5, 10, 20, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 15, 22, 28, 24 και 17%. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -1.2 MPa καταγράφηκαν τα χαμηλότερα ποσοστά βλάστησης για την κοινότητα μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων σε όλες τις θερμοκρασίες με το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (24%) να παρατηρείται στους 15 °C και το μικρότερο (7%) στους 35 °C, στις θερμοκρασίες των 5, 10, 20, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 10, 13, 20, 20 και 12% αντίστοιχα.

3.2.6 Τελικά ποσοστά βλάστησης σπόρων καμελίνας σε αλατότητα

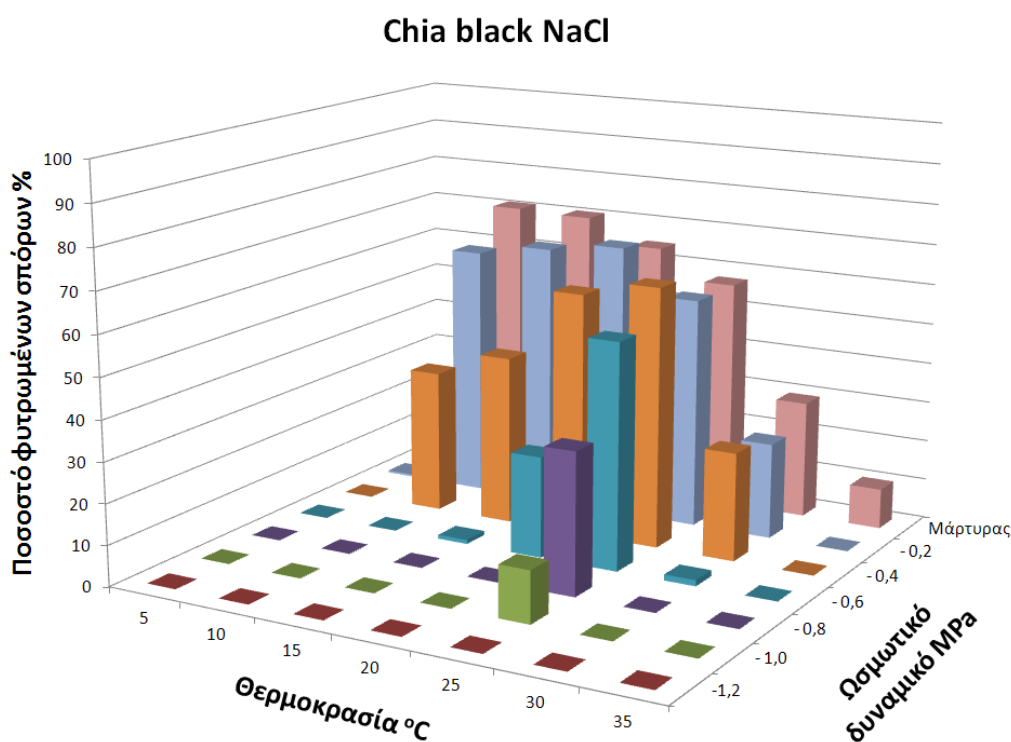


Διάγραμμα 62. Τελικά ποσοστά βλάστησης των σπόρων καμελίνας στις έξι συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Από το διάγραμμα 62 παρατηρείται ότι στον μάρτυρα οι σπόροι καμελίνας παρουσίασαν υψηλή βλαστικότητα σε όλες τις θερμοκρασίες με το υψηλότερο ποσοστό (98%) να καταγράφεται στους 10 °C και το χαμηλότερο (53%) στους 35 °C, στις θερμοκρασίες 5, 15, 20, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 92, 96, 97, 89 και 74% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa καταγράφηκαν εξίσου υψηλά με τον μάρτυρα ποσοστά βλάστησης για την καμελίνα με το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (99%) να παρατηρείται στους 20 °C και το μικρότερο (45%) να παρατηρείται στους 35 °C, στις θερμοκρασίες 5, 10, 15, 25 και 30°C τα τελικά ποσοστά βλάστησης που σημειώθηκαν ήταν 96, 91, 97, 92 και 78%. Στο διάλυμα συγκέντρωσης -0.4 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης (95%) παρατηρείται στην θερμοκρασία των 20 °C, στις υπόλοιπες θερμοκρασίες τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν 83% στους 5 °C, 63% στους 10 °C, 62% στους 15 °C, 91% στους 25 °C, 75% στους 30 °C και 2% στους 35 °C το οποίο ήταν και το χαμηλότερο ποσοστό για αυτή την συγκέντρωση. Στο διάλυμα συγκέντρωσης -0.6 MPa σημειώθηκαν τελικά ποσοστά βλάστησης 45% στους 5 °C, 39% στους 10 °C, 54% στους 15 °C, 75% στους 20 °C, 86% στους 25 °C το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό για αυτό το διάλυμα, 40% στους 30 °C ενώ στους 35 °C η βλάστηση των σπόρων είναι μηδενική. Στον επόμενο βαθμό οσμωτικού διαλύματος (-0.8 MPa) υπήρξε μικρή έως καθόλου βλαστικότητα των σπόρων καμελίνας με 3% τελικό ποσοστό βλάστησης στους 5 °C με 9% στους 15 °C με 18% στους 20 °C το οποίο ήταν και το μεγαλύτερο

ποσοστό για αυτό το διάλυμα και με 14% στους 25°C. Στις θερμοκρασίες των 10 °C, 30 °C και 35 °C δεν παρουσιάστηκε βλάστηση σπόρων καμελίνας. Στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού διαλύματος -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε καθόλου βλάστηση σπόρων καμελίνας σε όλες τις θερμοκρασίες.

3.2.7 Τελικά ποσοστά βλάστησης μαύρων σπόρων χίας σε αλατότητα

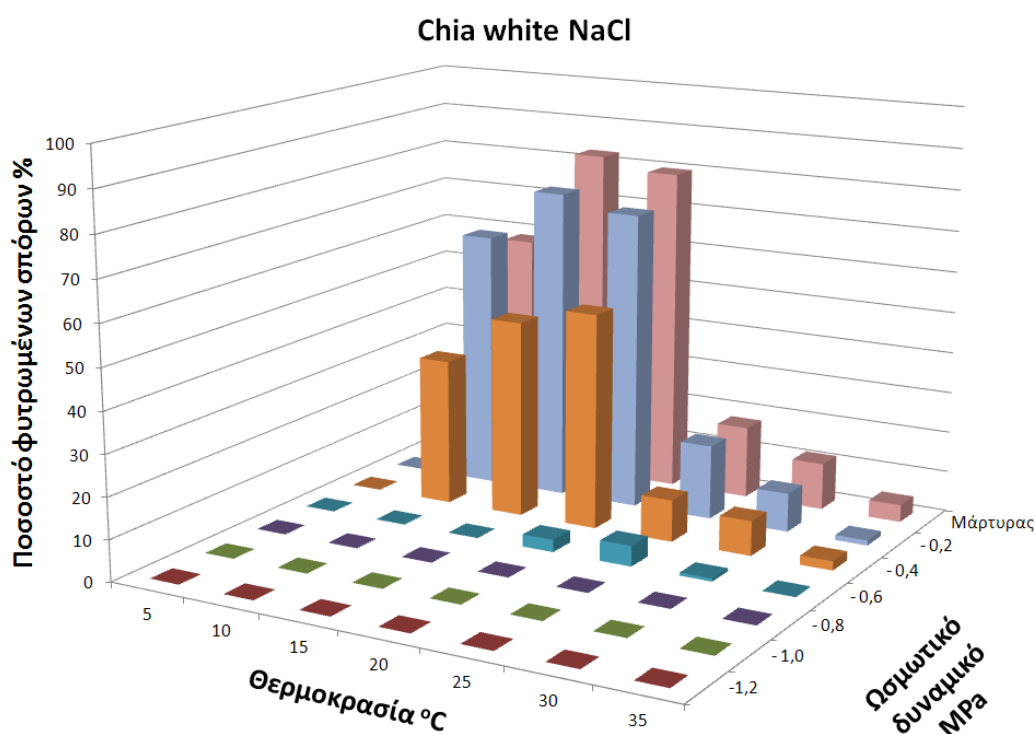


Διάγραμμα 63. Τελικά ποσοστά βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας στις εξί συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Από το διάγραμμα 63 παρατηρείται ότι στον μάρτυρα οι σπόροι χίας παρουσίασαν το υψηλότερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (71%) στους 10 °C και το χαμηλότερο (10%) στους 35 °C, στις θερμοκρασίες των 5, 15, 20, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 9, 70, 64, 57 και 29% αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa το μεγαλύτερο τελικό ποσοστό βλάστησης παρατηρείται στους 20 °C με 68% για τις θερμοκρασίες 10, 15, 25 και 30 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης είναι 62, 65, 57 και 23% στις θερμοκρασίες των 5 °C και 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας. Κατά την εφαρμογή του ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν 35% στους 10 °C, 42% στους 15 °C, 60% στους 20 °C, 64% στους 25 °C το οποίο ήταν και το μεγαλύτερο ποσοστό σε αυτή την μεταχείριση και 27% στους 30 °C. Στις θερμοκρασίες των 5 °C και 35 °C δεν σημειώθηκε βλάστηση σπόρων χίας. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης παρατηρείται στους 25 °C με 55% τελικό ποσοστό βλάστησης

σπόρων χίας και ακολουθεί η θερμοκρασία των 20 °C με 25% τελικό ποσοστό βλάστησης. Στις θερμοκρασίες των 15 °C και 30 °C το τελικό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων είναι ιδιαίτερα χαμηλό (1%). Στις θερμοκρασίες των 5, 10 και 35 °C δεν παρουσιάστηκε βλάστηση σπόρων χίας. Στον επόμενο βαθμό ωσμωτικού διαλύματος (-0.8 MPa) καταγράφηκε τελικό ποσοστό βλάστησης 35% στους 25 °C ενώ στις άλλες θερμοκρασίες δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων. Όσον αφορά την συγκέντρωση -1.0 MPa βλάστηση παρουσιάστηκε μόνο στην θερμοκρασία των 25 °C με τελικό ποσοστό βλάστησης 13%. Σε συγκέντρωση -1.2 MPa δεν υπάρχει καθόλου βλάστηση σπόρων χίας σε όλο το εύρος των θερμοκρασιών.

3.2.8 Τελικά ποσοστά βλάστησης λευκών σπόρων χίας σε αλατότητα



Διάγραμμα 64. Τελικά ποσοστά βλάστησης των λευκών σπόρων χίας στις εξι συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 64 στον μάρτυρα παρουσιάστηκε βλάστηση λευκών σπόρων χίας σε όλες τις θερμοκρασίες με το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων 82% να παρατηρείται στην θερμοκρασία των 15 °C και ακολουθεί η θερμοκρασία των 20 °C με τελικό ποσοστό βλάστησης 80%. Για τις θερμοκρασίες 5, 10, 25, 30 και 35 °C τα τελικά ποσοστά βλάστησης ήταν 6, 58, 18, 11 και 4%. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa το μεγαλύτερο ποσοστό 76% καταγράφεται στους 15 °C

όπως συνέβη και στον μάρτυρα, ακολουθεί η θερμοκρασία των 20 °C με τελικό ποσοστό βλάστησης 73% και ακολούθως έχουμε 63% στους 10 °C, 18% στους 25 °C, 9% στους 30 °C, 1% στους 35 °C ενώ στους 5 °C δεν παρουσιάζεται βλάστηση. Στον επόμενο βαθμό ωσμωτικού διαλύματος (-0.4 MPa) το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (52%) καταγράφεται στην θερμοκρασία των 20 °C ακολουθεί η θερμοκρασία των 15 °C με τελικό ποσοστό βλάστησης 48%, ακολούθως τα ποσοστά είναι 36% στους 10 °C, 10% στους 25 °C, 8% στους 30 °C ενώ στους 5 °C δεν υπάρχει βλάστηση λευκών σπόρων χίας. Όσον αφορά την συγκέντρωση -0.6 MPa βλάστηση παρατηρείται στους 25 °C με 5% και στους 20 °C με 3%. Στις συγκεντρώσεις -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση λευκών σπόρων χίας.

3.3 Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης

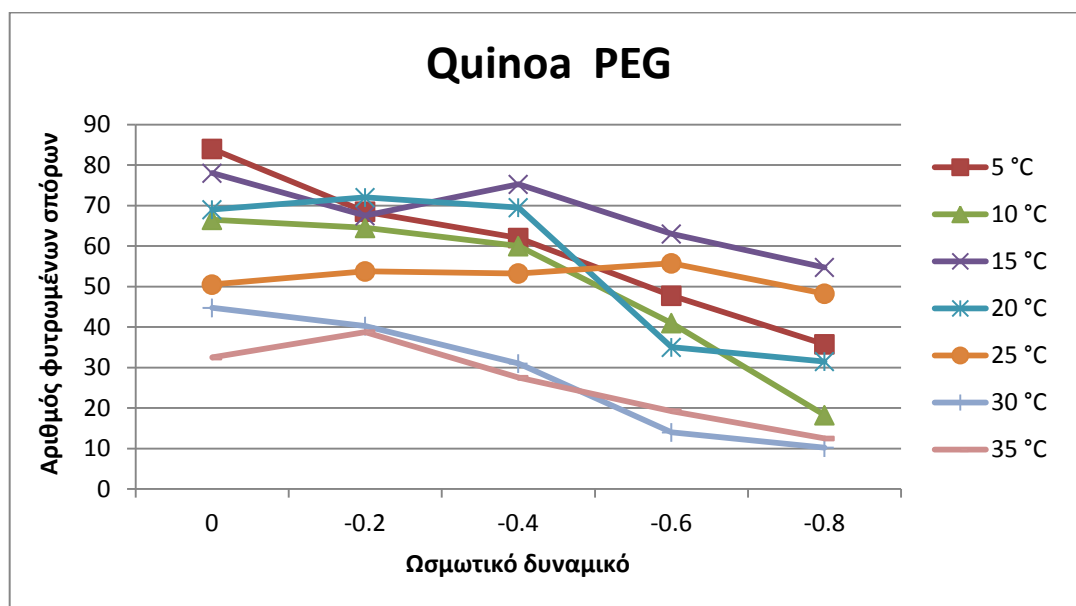
3.3.1 Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης σε υδατική καταπόνηση

Πίνακας 5. Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης σπόρων κουνιάς μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, *P<0.001).**

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	7544.397	1886.099	163.9741	***
Θερμοκρασία	6	11285	1880.833	163.5162	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	2517.038	104.8766	9.11778	***
Υπόλοιπο	105	1207.754	11.50242		
Σύνολο	139	22554.19			

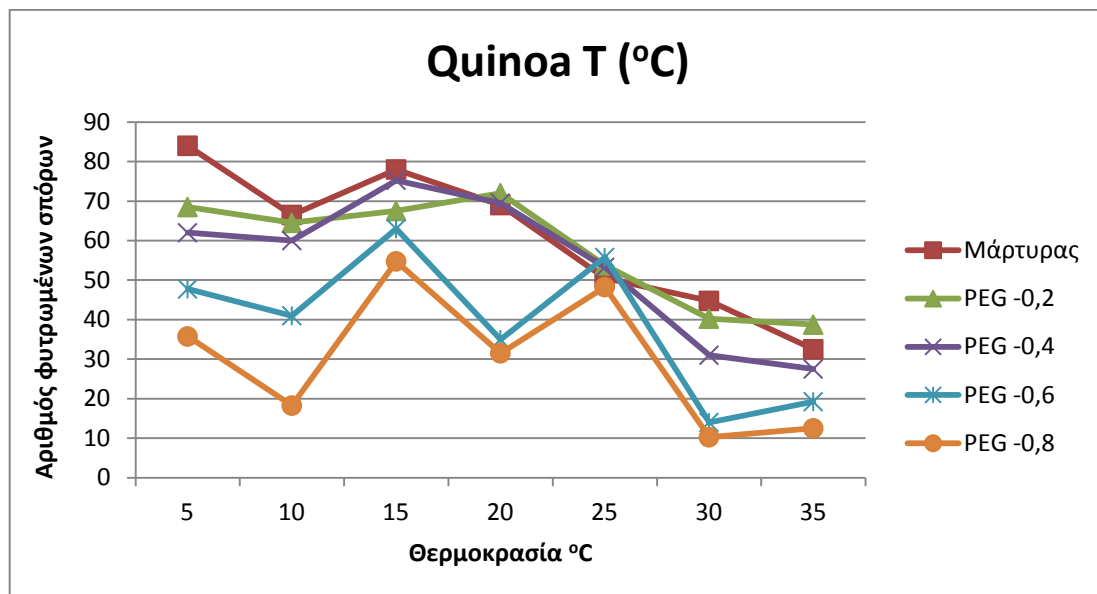
Σύμφωνα με τον πίνακα 5 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν.

Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 65. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων κουνιάς.

Στο διάγραμμα 65 στο οποίο απεικονίζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού και θερμοκρασίας παρατηρείται στατιστική διαφορά των υψηλών θερμοκρασιών 30 και 35 °C σε σχέση με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες.



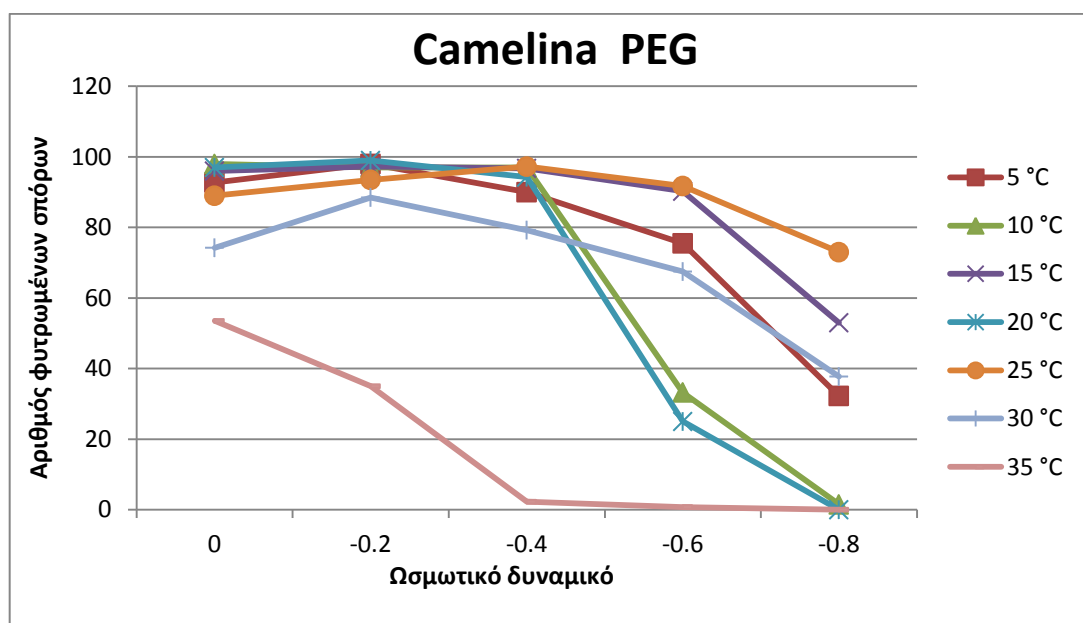
Διάγραμμα 66. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (PEG) στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων κουνιάς.

Παρατηρώντας το διάγραμμα 66 φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των υψηλών συγκεντρώσεων ωσμωτικού διαλύματος (-0,6 και -0,8 MPa) με όλα τα άλλα ωσμωτικά διαλύματα σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από αυτή των 25 °C.

Πίνακας 6. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης σπόρων καμελίνας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$).

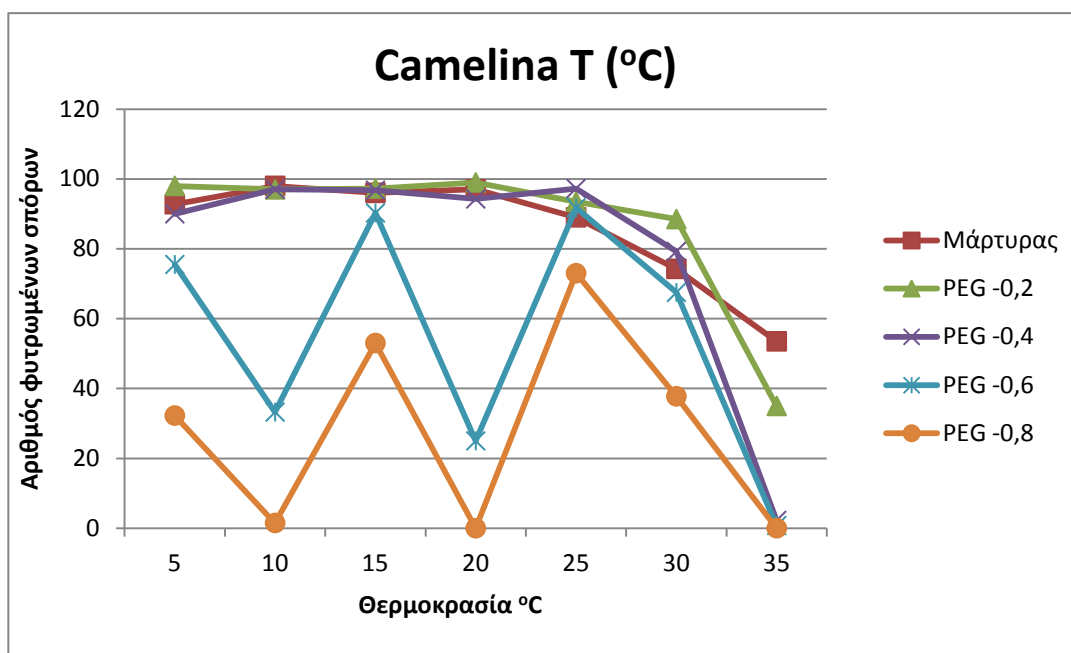
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	44310.85	11077.71	382.5434	***
Θερμοκρασία	6	39763.6	6627.267	228.8574	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	18413.32	767.2219	26.49425	***
Υπόλοιπο	105	3040.596	28.95806		
Σύνολο	139	105528.4			

Από τον πίνακα 6 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 67. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων καμελίνας.

Στο διάγραμμα 67 φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά της μεγαλύτερης θερμοκρασίας (35 °C) με όλες τις υπόλοιπες θερμοκρασίες σε όλες τις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού εκτός από την συγκέντρωση -0.8 MPa. Στατιστικές διαφορές επίσης παρατηρούνται στις θερμοκρασίες των 10 και 20 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην συγκέντρωση -0.6 MPa.



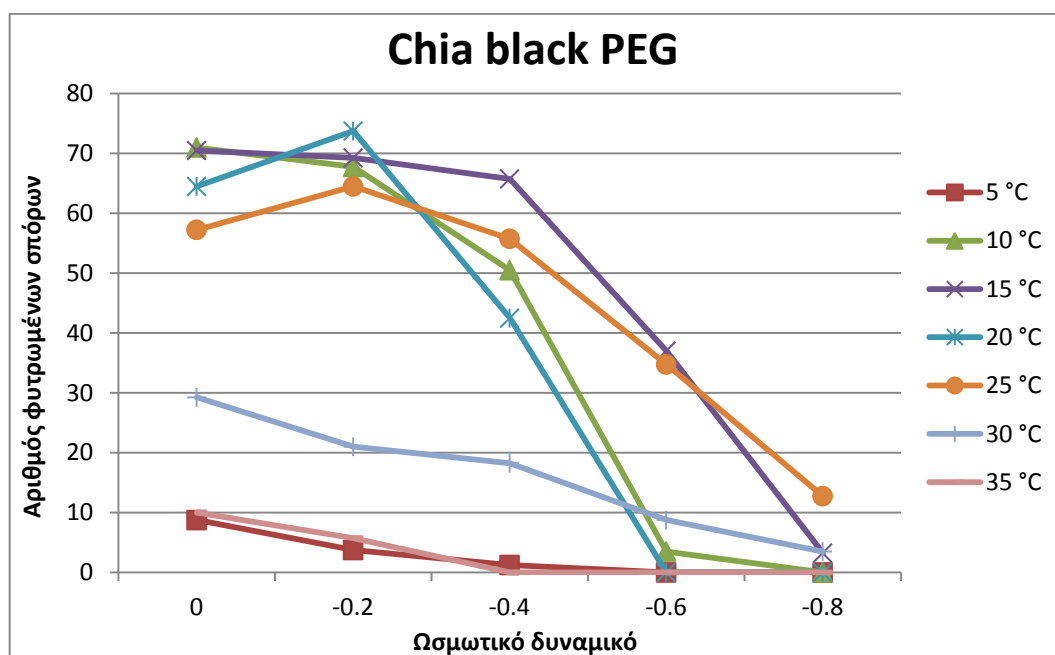
Διάγραμμα 68. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και οσμωτικού δυναμικού (PEG) στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων καμελίνας.

Στο διάγραμμα 68 φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά της μεγαλύτερης συγκέντρωσης οσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa με όλες τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από αυτή των 35 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζει και η συγκέντρωση -0.6 MPa από τα υπόλοιπα οσμωτικά δυναμικά στις θερμοκρασίες των 5, 10 και 20 °C.

Πίνακας 7. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης μαύρων σπόρων χίας μετά από χειρισμό με οσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

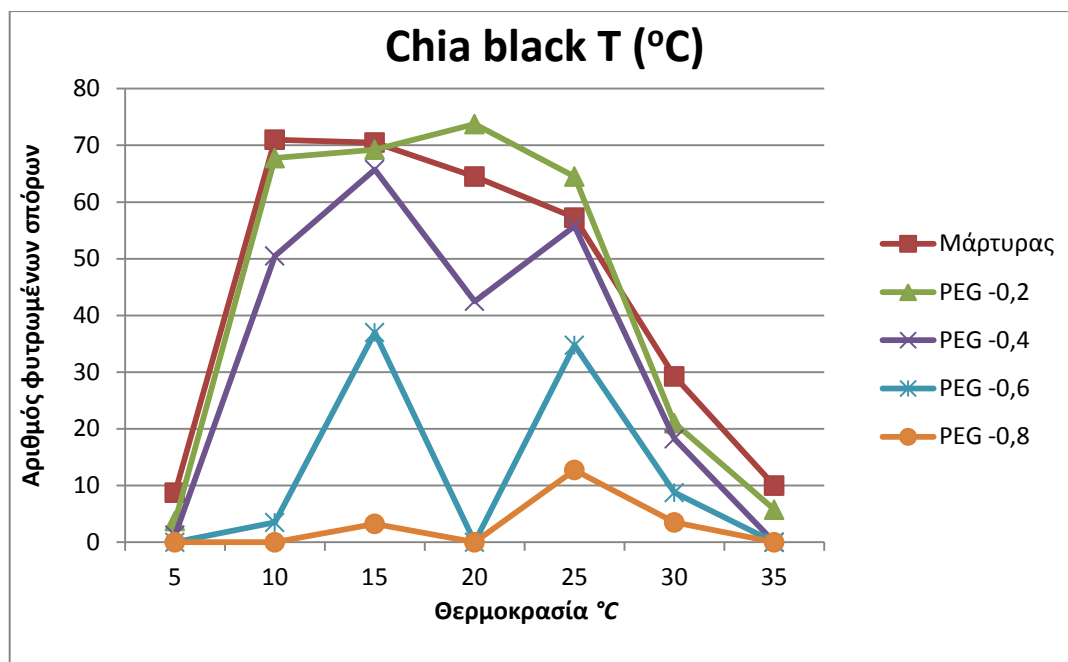
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	27198.8	6799.699	430.7394	***
Θερμοκρασία	6	27677.06	4612.843	292.209	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	10343.39	430.9747	27.30088	***
Υπόλοιπο	105	1657.542	15.78611		
Σύνολο	139	66876.79			

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 69. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 69 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται στις θερμοκρασίες των 5 και 35 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες σε όλες τις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού εκτός από τις μεγαλύτερες (-0.6 και -0.8 MPa). Στατιστικά διαφέρει από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες και αυτή των 30 °C σε όλες τις συγκεντρώσεις εκτός από αυτή των -0.8 MPa.



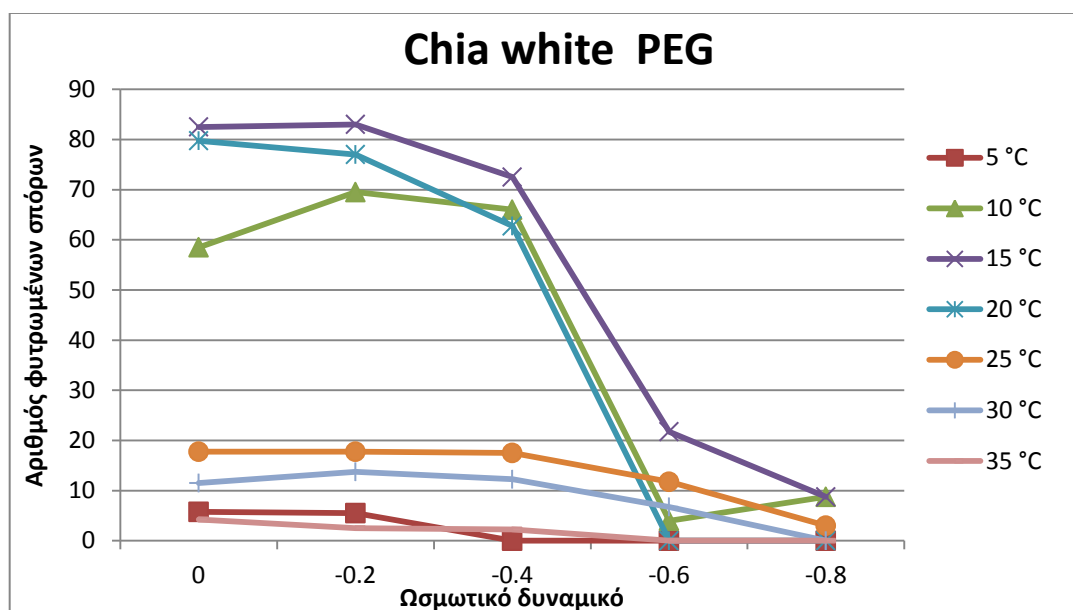
Διάγραμμα 70. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (PEG) στο τελικό ποσοστό βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 70 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται στην συγκέντρωση -0.6 MPa με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από αυτές των 5, 20 και 35 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζει και η συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.4 MPa με τις υπόλοιπες στην θερμοκρασία των 20 °C. Τέλος στατιστικές διαφορές καταγράφονται στην συγκέντρωση -0.8 MPa με τις άλλες συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού στις θερμοκρασίες των 15, 25 και 30 °C.

Πίνακας 8. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης λευκών σπόρων χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

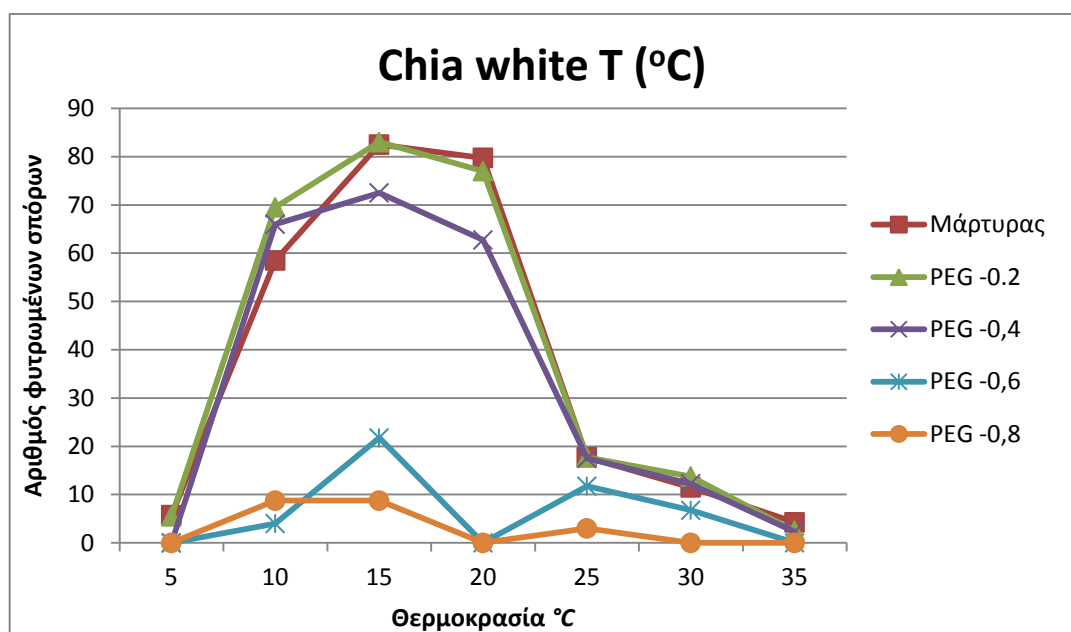
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	24031.09	6007.772	242.6645	***
Θερμοκρασία	6	31795.23	5299.204	214.0442	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	13543.64	564.3182	22.79381	***
Υπόλοιπο	105	2599.54	24.75752		
Σύνολο	139	71969.49			

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 8 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 71. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης των λευκών σπόρων χίας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 71 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ των θερμοκρασιών 5 και 35 °C και των υπόλοιπων στον μάρτυρα και στα ωσμωτικά δυναμικά -0.2 και -0.4 MPa. Στατιστικές διαφορές επίσης παρατηρούνται μεταξύ των θερμοκρασιών 15 και 20 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών στον μάρτυρα και στην συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.2 MPa. Τέλος στατιστική διαφορά παρουσιάζει η θερμοκρασία των 10 °C με τις υπόλοιπες στον μάρτυρα.



Διάγραμμα 72. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (PEG) στο τελικό ποσοστό βλάστησης των λευκών σπόρων χίας.

Από το διάγραμμα 72 φαίνεται ότι η μεταχείριση του μάρτυρα καθώς και αυτές των -0.2 και -0.4 MPa παρουσιάζουν στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις στις θερμοκρασίες των 15 και 20 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ του ωσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων στις θερμοκρασίες των 15, 25 και 30 °C. Τέλος στατιστικές διαφορές παρατηρούνται στην συγκέντρωση -0.6 MPa με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στην θερμοκρασία των 15 °C.

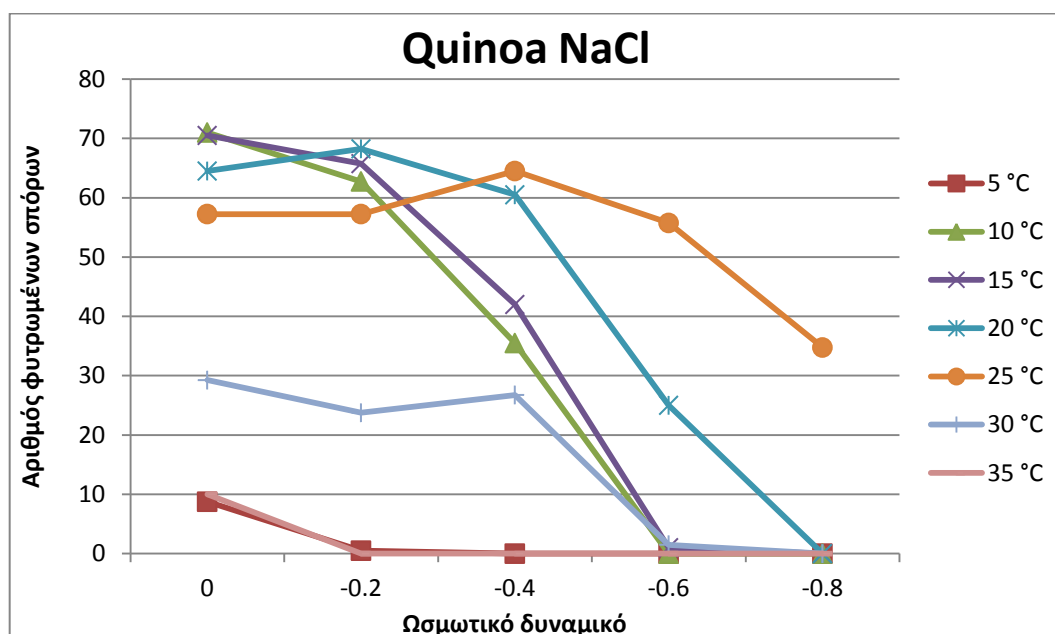
3.3.2 Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης σε αλατότητα

Πίνακας 9. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης σπόρων κουνιάς μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	22682.69	3780.449	422.3403	***
Θερμοκρασία	6	12250.18	2041.696	228.0921	***
Ωσμ. δυν. x	36	3304.289	91.78582	10.25403	***

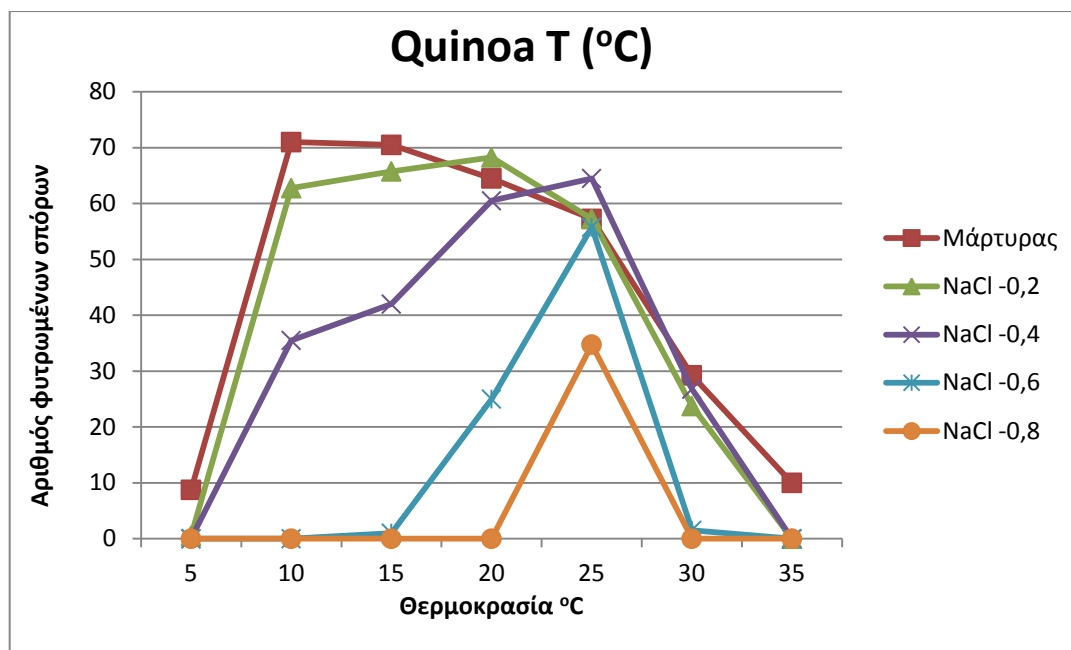
θερμοκρασία					
Υπόλοιπο	147	1315.825	8.951192		
Σύνολο	195	39552.99			

Από τον πίνακα 9 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 73. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων κουνιάς.

Στο διάγραμμα 73 στο οποίο απεικονίζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού και θερμοκρασίας παρατηρείται στατιστική διαφορά της θερμοκρασίας των 5 και 30 °C με όλες τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού διαλύματος -0.2 και -0.4 MPa. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζει και η θερμοκρασία των 25 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στις υψηλές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού (-0.6 και -0.8 MPa).



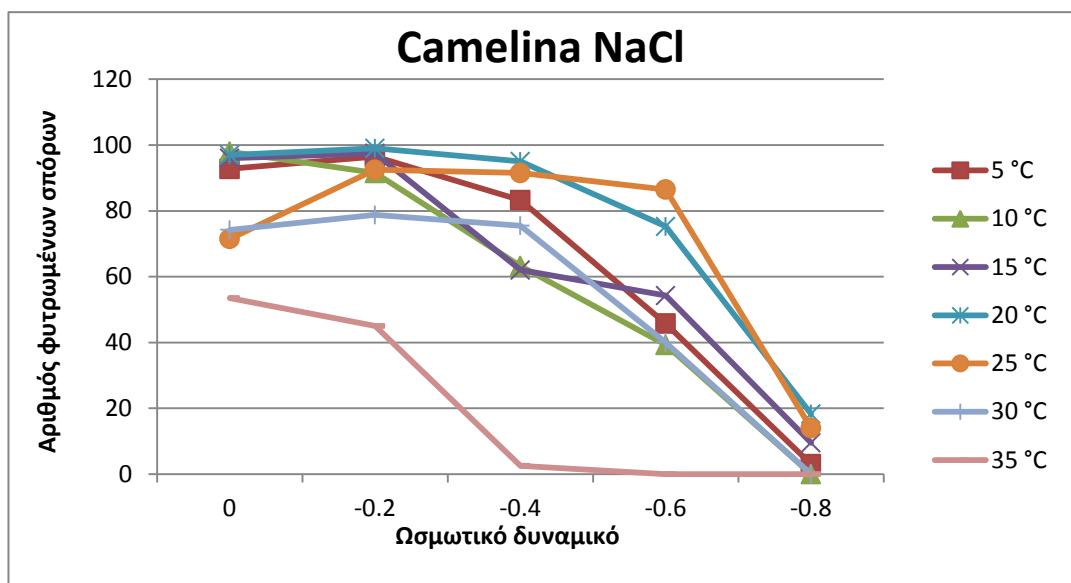
Διάγραμμα 74. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και οσμωτικού δυναμικού (NaCl) στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων κουνιάς.

Παρατηρώντας το διάγραμμα 74 φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά στη συγκέντρωση οσμωτικού δυναμικού - 0.4 MPa με όλες τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 10 και 15 °C. Στατιστικές διαφορές παρατηρούνται στην συγκέντρωση -0.8 MPa στις θερμοκρασίες των 20 και 25 °C με όλες τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις οσμωτικού δυναμικού.

Πίνακας 10. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης καμελίνας μετά από χειρισμό με οσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

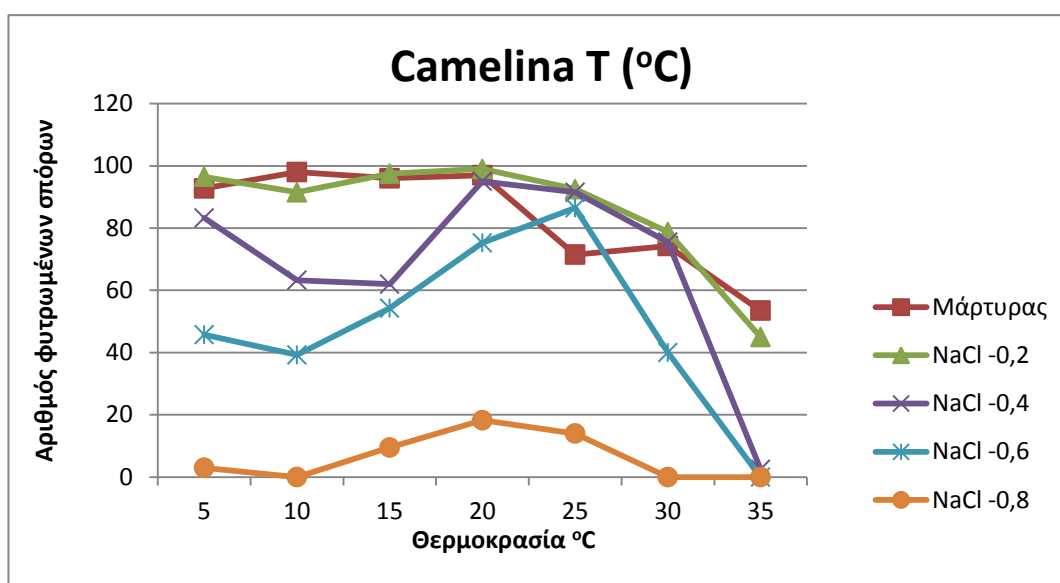
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	172687.2	28781.19	1292.979	***
Θερμοκρασία	6	20427.4	3404.567	152.9483	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	36	16859.25	468.3126	21.03868	***
Υπόλοιπο	147	3272.161	22.2596		
Σύνολο	195	213246			

Σύμφωνα με τον πίνακα 10 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 75. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων καμελίνας.

Στο διάγραμμα 75 φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά της θερμοκρασίας των 35 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες σε όλες τις συγκεντρώσεις των ωσμωτικών διαλυμάτων εκτός από αυτή των -0.8 MPa. Στατιστικές διαφορές επίσης παρατηρούνται στις θερμοκρασίες των 20 και 25 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην συγκέντρωση -0.6 MPa.



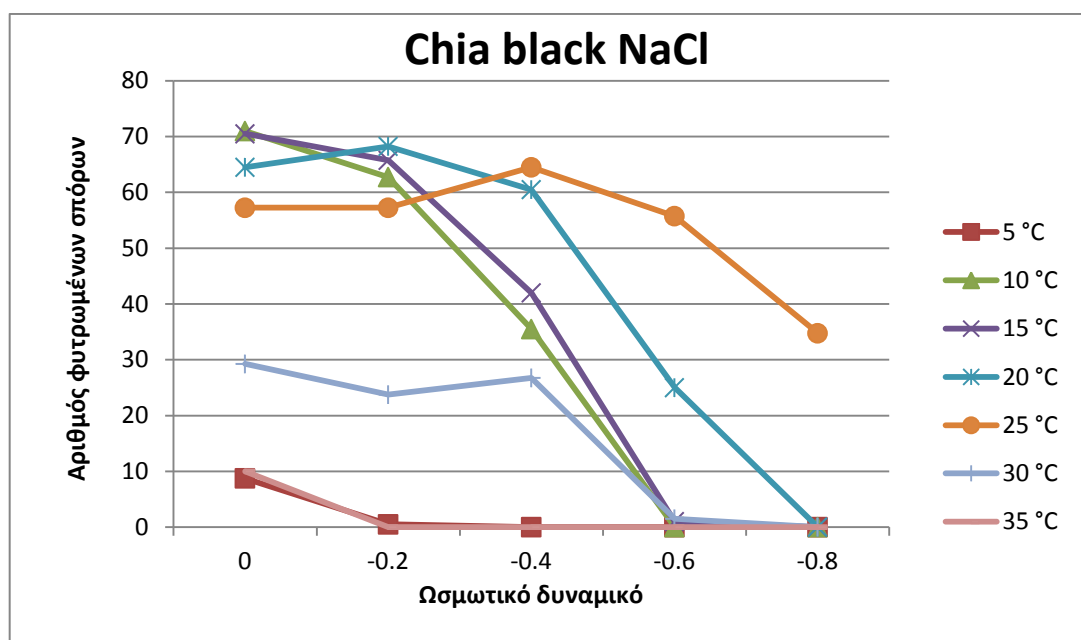
Διάγραμμα 76. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) στο τελικό ποσοστό βλάστησης σπόρων καμελίνας.

Στο διάγραμμα 76 στο οποίο παρουσιάζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού παρατηρείται στατιστική διαφορά της μεγαλύτερης συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού (-0.8 MPa) με όλα τα υπόλοιπα ωσμωτικά δυναμικά σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από αυτή των 35 °C. Η συγκέντρωση -0.6 MPa διαφέρει στατιστικά από τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από αυτές των 25 και 35 °C.

Πίνακας 11. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

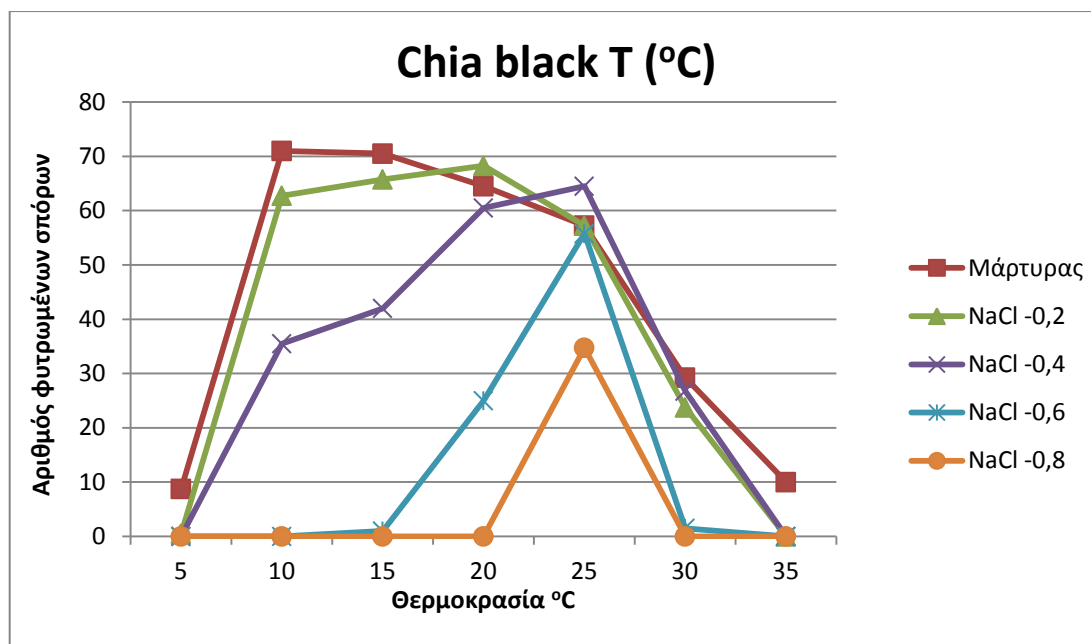
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	47431.7	7905.283	1080.927	***
Θερμοκρασία	6	26487.02	4414.504	603.6159	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	36	22053.49	612.5969	83.76327	***
Υπόλοιπο	147	1075.074	7.313431		
Σύνολο	195	97047.28			

Σύμφωνα με τον πίνακα 11 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 77. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας.

Στο διάγραμμα 77 φαίνεται ότι οι θερμοκρασίες των 5, 30 και 35 °C διαφέρουν στατιστικά στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Στατιστικές διαφορές επίσης παρατηρούνται μεταξύ της θερμοκρασία των 25 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.6 και -0.8 MPa. Τέλος διαφέρει στατιστικά η θερμοκρασία των 20 °C από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην μεταχείριση των -0.6 MPa.



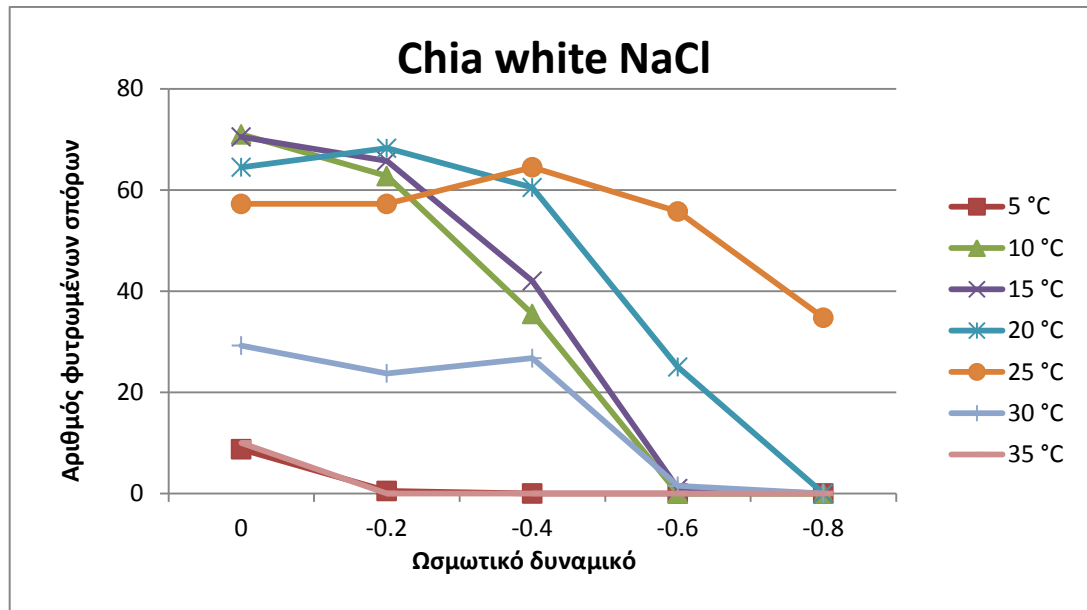
Διάγραμμα 78. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) στο τελικό ποσοστό βλάστησης των μαύρων σπόρων χίας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 78 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.4 MPa και των υπόλοιπων συγκεντρώσεων στις θερμοκρασίες των 10 και 15 °C. Σημαντικές στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ του μάρτυρα και της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.2 MPa με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 10 και 15 °C. Τέλος στατιστικές διαφορές παρουσιάζει η μεγαλύτερη συγκέντρωση (-0.8 MPa) με τις υπόλοιπες στην θερμοκρασία των 25 °C.

Πίνακας 12. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης των λευκών σπόρων χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

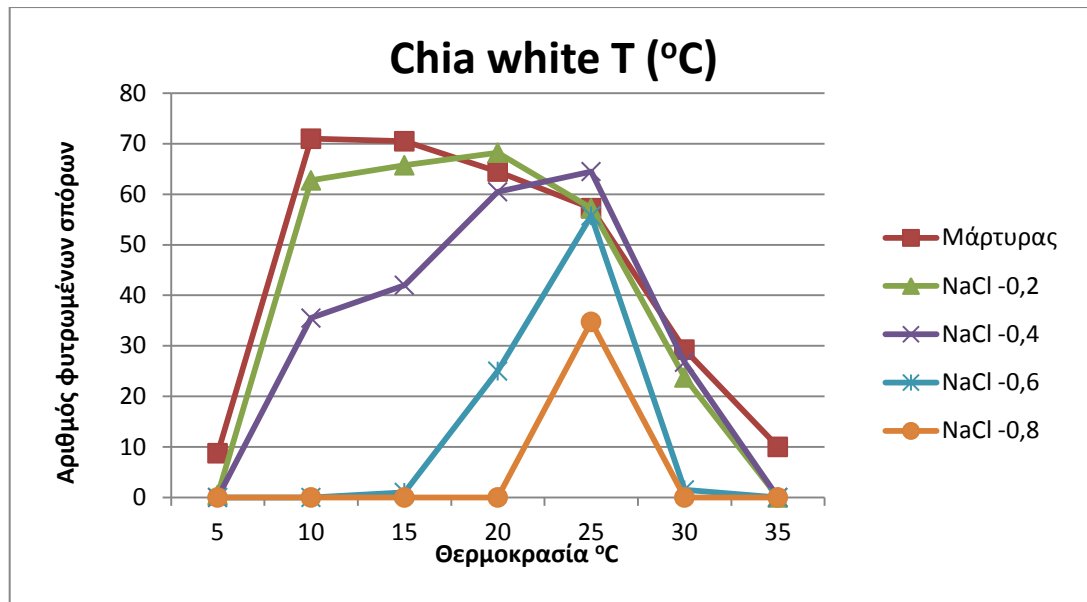
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	43975.78	7329.296	566.9675	***
Θερμοκρασία	6	15832.39	2638.731	204.1226	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	36	22195.37	616.538	47.69312	***
Υπόλοιπο	147	1900.297	12.92719		
Σύνολο	195	83903.83			

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 12 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 79. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας στο τελικό ποσοστό βλάστησης των λευκών σπόρων χίας.

Στο διάγραμμα 79 φαίνεται ότι οι θερμοκρασίες των 5, 30 και 35 °C διαφέρουν στατιστικά στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Στατιστικές διαφορές επίσης παρατηρούνται μεταξύ της θερμοκρασία των 25 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.6 και -0.8 MPa. Τέλος διαφέρει στατιστικά η θερμοκρασία των 20 °C από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην μεταχείριση των -0.6 MPa.



Διάγραμμα 80. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) στο τελικό ποσοστό βλάστησης των λευκών σπόρων χίας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 80 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.4 MPa και των υπόλοιπων συγκεντρώσεων στις θερμοκρασίες των 10 και 15 °C. Σημαντικές στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ του μάρτυρα και της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.2 MPa με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 10 και 15 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.6 MPa και των υπόλοιπων στην θερμοκρασία των 20 °C. Τέλος στατιστικές διαφορές παρουσιάζει η μεγαλύτερη συγκέντρωση (-0.8 MPa) με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στην θερμοκρασία των 25 °C.

3.3.3 Ανάλυση παραλλακτικότητας των δύο υποπληθυσμών χίας

Πίνακας 13. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης των δύο υποπληθυσμών χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Θερμοκρασία	6	50898.06	8483.011	412.4852	***
Ωσμωτικό δυναμικό	4	54403.19	13600.8	661.3369	***
Υποπληθυσμός	1	437.575	437.575	21.27702	***
θερμοκρασία x Ωσμ. δυν.	24	21981.43	915.8927	44.53516	***
Θερμοκρασία. x Υποπληθυσμός	6	331.8229	55.30382	2.689141	*
Ωσμ. δυν. x Υποπληθυσμός	4	5069.095	1267.274	61.62101	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x Υποπληθυσμός	24	1905.605	79.40023	3.860825	***
Υπόλοιπο	207	4257.081	20.56561		
Σύνολο	279	139283.9			

Όπως φαίνεται στον πίνακα 13 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Σημαντικές στατιστικά διαφορές καταγράφηκαν μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Οι δύο υποπληθυσμοί χίας στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Η αλληλεπίδραση μεταξύ θερμοκρασιών και ωσμωτικών δυναμικών ήταν στατιστικά σημαντική ($P<0.001$) όπως και η αλληλεπίδραση των θερμοκρασιών με τους υποπληθυσμούς ($P<0.05$). Στατιστικά σημαντική ήταν και η αλληλεπίδραση μεταξύ ωσμωτικών δυναμικών και υποπληθυσμών ($P<0.001$). Τέλος σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημειώθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών των ωσμωτικών δυναμικών και των υποπληθυσμών.

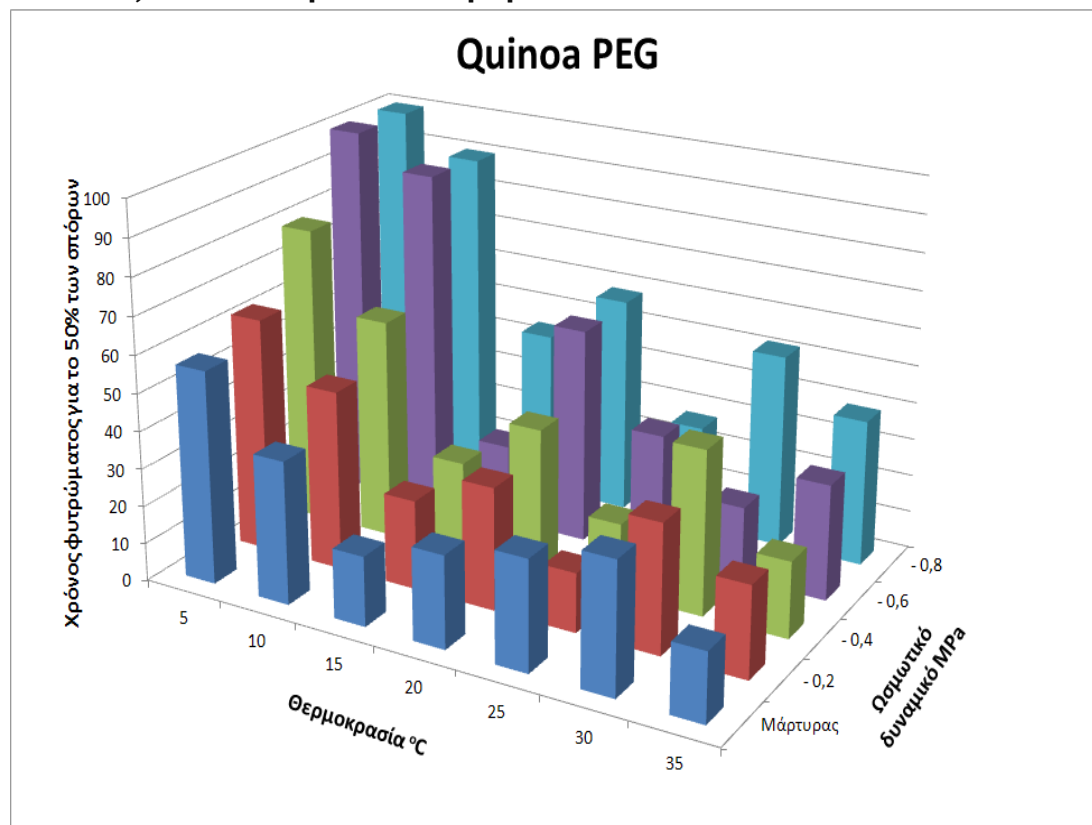
Πίνακας 14. Ανάλυση παραλλακτικότητας των τελικών ποσοστών βλάστησης των δύο υποπληθυσμών χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, *P<0.001).**

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Θερμοκρασία	6	90659.15	15109.86	1477.788	***
Ωσμωτικό δυναμικό	6	34987.33	5831.222	570.3105	***
Υποπληθυσμός	1	2088.888	2088.888	204.2993	***
θερμοκρασία x Ωσμ. δυν.	36	40712.63	1130.906	110.6059	***
Θερμοκρασία. x Υποπληθυσμός	6	748.3252	124.7209	12.19807	***
Ωσμ. δυν. x Υποπληθυσμός	6	7332.079	1222.013	119.5165	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x Υποπληθυσμός	36	3536.227	98.22852	9.607037	***
Υπόλοιπο	291	2975.371	10.22464		
Σύνολο	391	183040			

Όπως φαίνεται στον πίνακα 14 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Οι δύο υποπληθυσμοί στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Η αλληλεπίδραση μεταξύ θερμοκρασιών και ωσμωτικών δυναμικών ήταν στατιστικά σημαντική (P<0.001) όπως και η αλληλεπίδραση των θερμοκρασιών με τους υποπληθυσμούς (P<0.001). Στατιστικά σημαντική ήταν και η αλληλεπίδραση μεταξύ ωσμωτικών δυναμικών και υποπληθυσμών (P<0.001). Τέλος σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημειώθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών των ωσμωτικών δυναμικών και των υποπληθυσμών.

3.4 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού

3.4.1 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων κουνιάς σε υδατική καταπόνηση

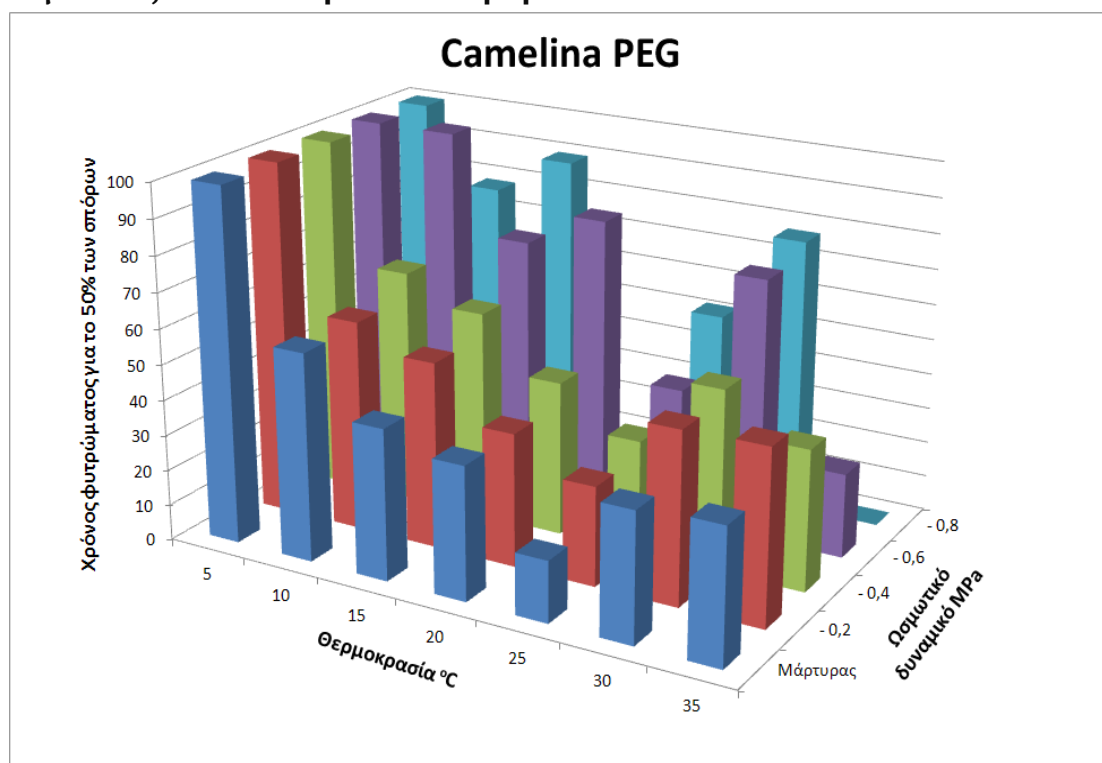


Διάγραμμα 81. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς στις τέσσερις συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 81 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι σπόροι κουνιάς για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτρωσαν. Στον μάρτυρα για τη βλάστηση του 50% απαιτήθηκαν 56, 38, 18, 24, 29, 34 και 18 ώρες για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 25, 30 και 35 °C. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 ΜΡα ο μικρότερος χρόνος (15 ώρες) για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων παρατηρήθηκε σε θερμοκρασία 25 °C και ακολούθησε η θερμοκρασία των 15 °C με 24 ώρες, ο μεγαλύτερος χρόνος που απαιτήθηκε για αυτή την μεταχείριση ήταν 62 ώρες στους 5 °C, για τις θερμοκρασίες των 10, 20, 30 και 35 °C ο αντίστοιχος χρόνος ήταν 47, 32, 34 και 24 ώρες. Στην επόμενη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-0.4 ΜΡα) ο μικρότερος χρόνος φυτρώματος (19 ώρες) παρατηρήθηκε στη θερμοκρασία των 25 °C ενώ ο μεγαλύτερος χρόνος ήταν 80 ώρες στους 5 °C. Στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 30 και 35 °C ο χρόνος που απαιτήθηκε για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων ήταν 58, 25, 39, 43 και 20 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.6 ΜΡα ο μικρότερος χρόνος (19 ώρες) για το φύτρωμα του 50% του

πληθυσμού των σπόρων παρατηρήθηκε στη θερμοκρασία των 30 °C και ο μεγαλύτερος (100 ώρες) σε θερμοκρασία 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 25 και 35 °C ο χρόνος που απαιτήθηκε ήταν 91, 21, 57, 33 και 30 ώρες αντίστοιχα. Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (27 ώρες) για την βλάστηση του 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς παρουσιάστηκε στην θερμοκρασία των 25 °C ενώ η μεγαλύτερη διάρκεια (100 ώρες) καταγράφηκε στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια που απαιτήθηκε ήταν 90, 44, 58, 51 και 39 ώρες αντίστοιχα.

3.4.2 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων καμελίνας σε υδατική καταπόνηση

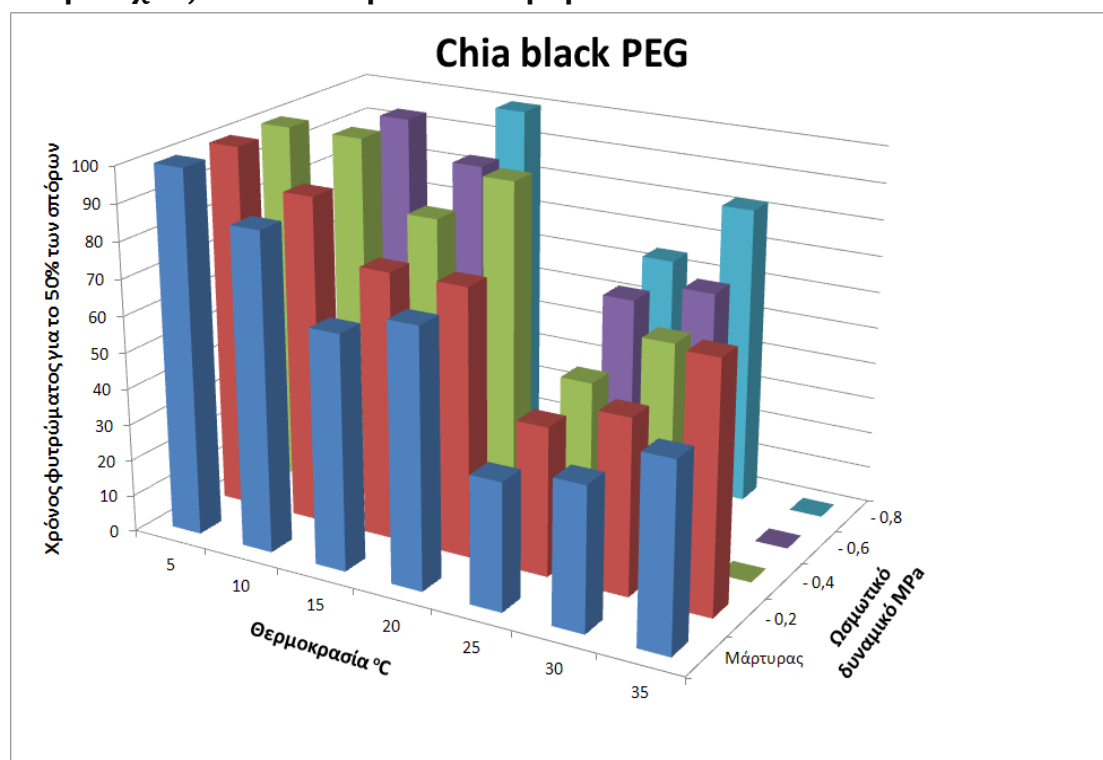


Διάγραμμα 82. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας στις τέσσερις συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 82 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι σπόροι καμελίνας για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτρωσαν. Στον μάρτυρα η μικρότερη χρονική διάρκεια είναι 17 ώρες και παρουσιάστηκε στους 25 °C ενώ η μεγαλύτερη είναι 99 ώρες και σημειώθηκε στους 5 °C. Στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια είναι 58, 42, 37, 36 και 37 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια ήταν 28 ώρες και καταγράφηκε στους 25 °C, στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων είναι 105, 59, 52, 37, 48 και 49 ώρες αντίστοιχα. Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια

παρουσιάζεται όπως και στον μάρτυρα στους 25 °C και είναι 31 ώρες, στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια είναι 110, 66, 58, 43, 51 και 39 ώρες αντίστοιχα. Στην επόμενη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος (-0.6 MPa) ο μικρότερος χρόνος φυτρώματος (23 ώρες) παρατηρήθηκε στην θερμοκρασία των 35 °C. Στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 25 και 30 °C η χρονική διάρκεια για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας είναι 122, 129, 72, 82, 38 και 73 ώρες αντίστοιχα. Στην μεγαλύτερη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος (-0.8 MPa) η μικρότερη χρονική διάρκεια (51 ώρες) σημειώθηκε όπως και στον μάρτυρα στους 25 °C. Στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15 και 30 °C η χρονική διάρκεια ήταν 211, 78, 89 και 77 ώρες. Στους 20 και 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση των σπόρων καμελίνας.

3.4.3 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού μαύρων σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση

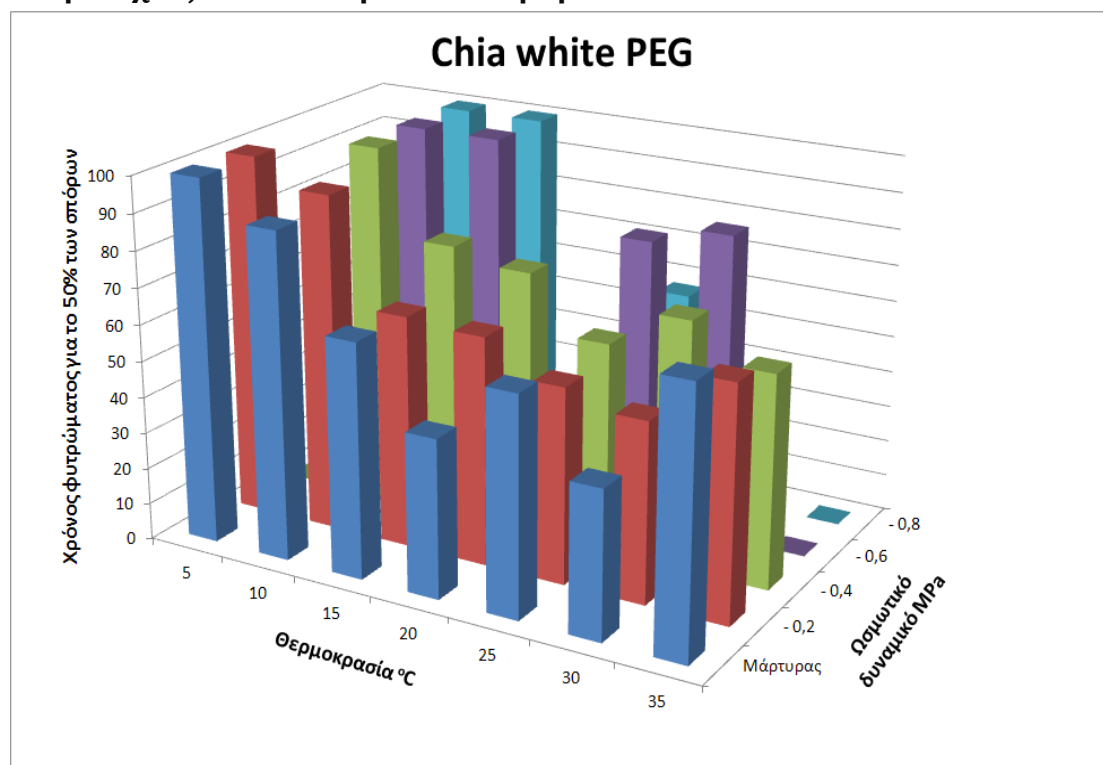


Διάγραμμα 83. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χίας στις τέσσερις συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 83 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι μαύροι σπόροι χίας για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτρωσαν. Στον μάρτυρα η μικρότερη χρονική διάρκεια (35 ώρες) για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων παρατηρείται σε θερμοκρασία 25 °C και ακολουθεί αυτή των 30 °C με 39 ώρες, όσον αφορά τις

θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20 και 35 °C παρατηρούμαι ότι η χρονική διάρκεια για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων είναι 267, 87, 64, 70 και 50 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια είναι 40 ώρες και καταγράφεται όπως και στον μάρτυρα στους 25 °C, στις θερμοκρασίες 5, 10, 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια για την βλάστηση του 50% του πληθυσμού των σπόρων ήταν 271, 90, 73, 73, 48 και 67 ώρες αντίστοιχα. Στην επόμενη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-0.4 MPa) σε θερμοκρασία 25 °C παρουσιάστηκε η μικρότερη χρονική διάρκεια (45 ώρες) για την βλάστηση του 50% του πληθυσμού των σπόρων χίας. Η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια απαιτήθηκε στην θερμοκρασία των 5 °C με 148 ώρες και στους 10 °C με χρονική διάρκεια 120 ώρες. Στις θερμοκρασίες των 15, 20 και 30 °C η χρονική διάρκεια ήταν 81, 95 και 60 ώρες αντίστοιχα. Στην θερμοκρασία των 35 °C δεν πραγματοποιήθηκε βλάστηση των σπόρων χίας. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (60 ώρες) για τη βλάστηση του 50% του πληθυσμού παρατηρείται στους 25 °C. Στις θερμοκρασίες των 10, 15 και 30 °C η χρονική διάρκεια ήταν 206, 90 και 66 ώρες αντίστοιχα. Στις θερμοκρασίες των 5, 20 και 35 °C δεν υπήρξε φύτρωμα των σπόρων. Στην μεγαλύτερη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-0.8 MPa) η μικρότερη χρονική διάρκεια για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων εμφανίζεται όπως και στις άλλες μεταχειρίσεις στην θερμοκρασία των 25 °C. Στην θερμοκρασία των 15 °C η χρονική διάρκεια ήταν 132 ώρες και στους 30 °C ήταν 82 ώρες. Στις θερμοκρασίες των 5, 10, 20 και 35 °C δεν υπήρξε φύτρωμα των σπόρων.

3.4.4 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού λευκών σπόρων χίας σε υδατική καταπόνηση

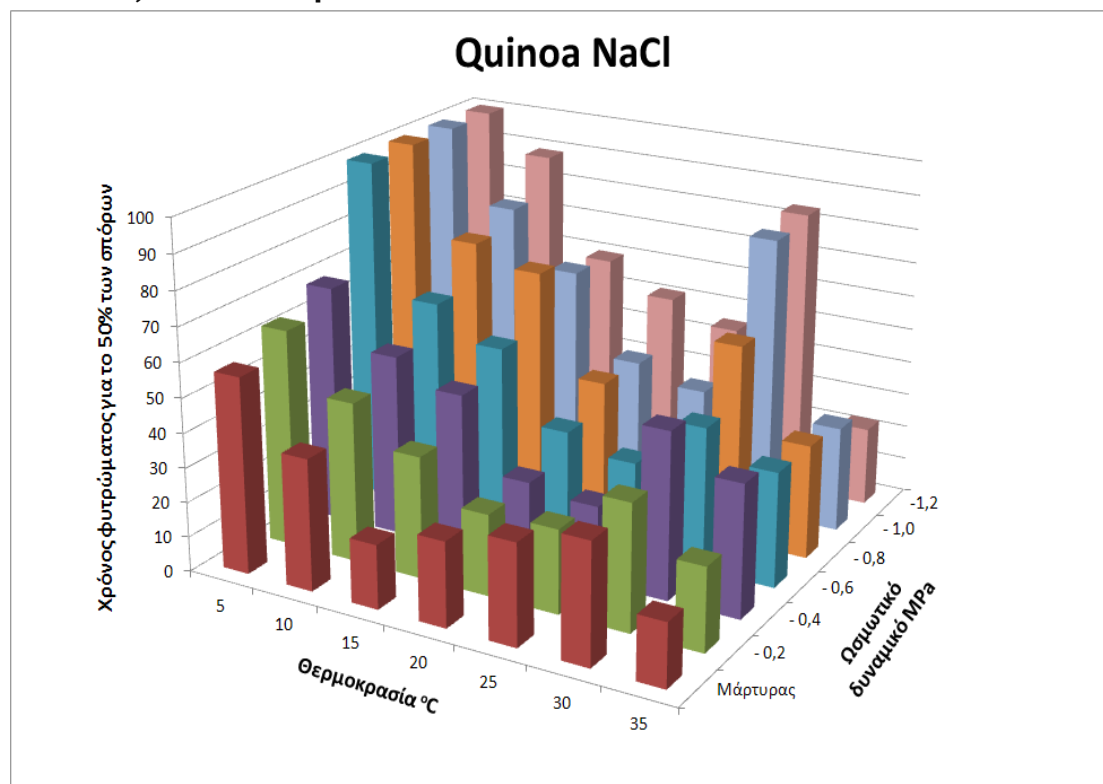


Διάγραμμα 84. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας στις τέσσερις συγκεντρώσεις οσμωτικών διαλυμάτων (PEG) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 84 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι μαύροι σπόροι χίας για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτεψαν. Στον μάρτυρα για την βλάστηση του 50% του πληθυσμού των σπόρων η μικρότερη χρονική διάρκεια (40 ώρες) καταγράφηκε στους 30 °C. Στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 25 και 35 °C η χρονική διάρκεια ήταν 235, 89, 64, 43, 60 και 72 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (49 ώρες) καταγράφηκε στους 30 °C ενώ η μεγαλύτερη (215 ώρες) στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 25 και 35 °C η χρονική διάρκεια για το φύτεμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων ήταν 93, 64, 62, 53 και 64 ώρες αντίστοιχα. Στην επόμενη συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος (-0.4 MPa) η μικρότερη χρονική διάρκεια (57 ώρες) για το φύτεμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων χίας καταγράφεται στους 25 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια ήταν 135, 76, 73, 68 και 58 ώρες αντίστοιχα, στην θερμοκρασία των 5 °C δεν υπήρξε βλάστηση των σπόρων. Σε συγκέντρωση οσμωτικού διαλύματος -0.6 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (78 ώρες) σημειώθηκε στους 25 °C, στους 10, 15 και 30 °C η χρονική διάρκεια ήταν 168, 111 και 84 ώρες αντίστοιχα, στις θερμοκρασίες των 5, 20 και 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας. Στην μεγαλύτερη συγκέντρωση -0.8 MPa η χρονική διάρκεια για το φύτεμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων είναι πιο σύντομη (57 ώρες) στους

25 °C, στους 10 και 15 °C η χρονική διάρκεια είναι 120 ώρες ενώ στους 5, 20, 30 και 35 °C δεν υπάρχει βλάστηση σπόρων.

3.4.5 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων κοινός σε αλατότητα

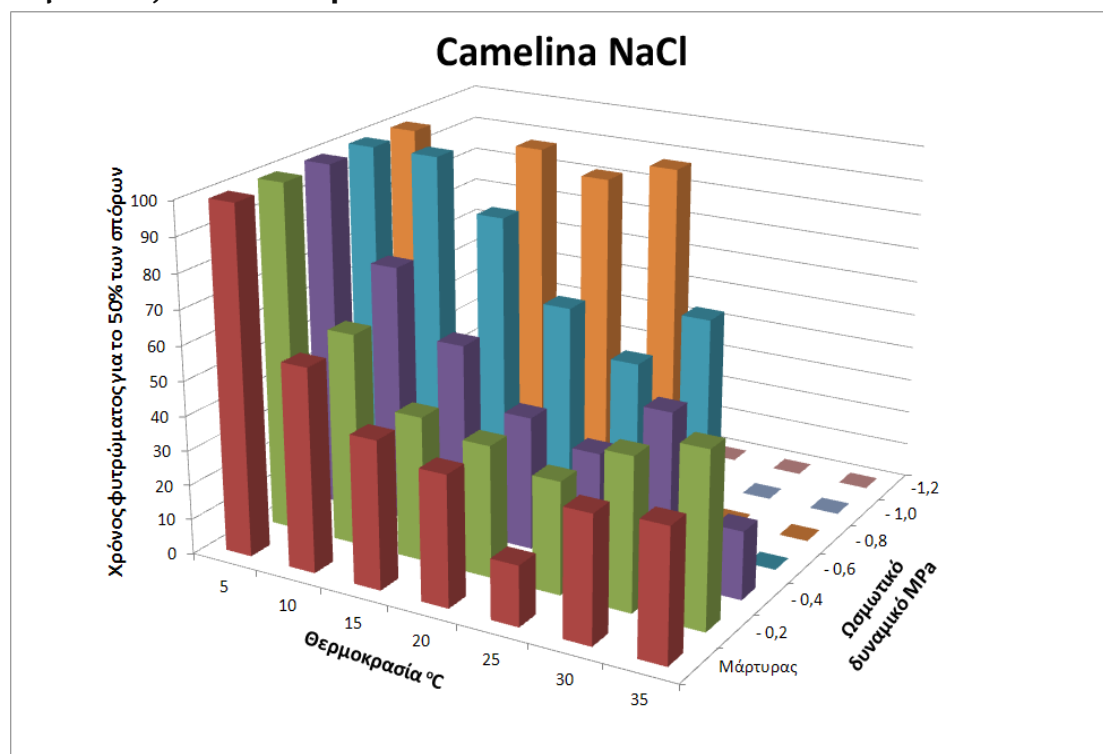


Διάγραμμα 85. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κοινός στις έξι συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 85 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι σπόροι κοινός για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτευαν σε συνθήκες αλατότητας. Στον μάρτυρα η μικρότερη χρονική διάρκεια (19 ώρες) παρουσιάστηκε στους 15 °C και η μεγαλύτερη (56 ώρες) στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 20, 25, 30 και 35 °C η αντίστοιχη διάρκεια ήταν 38, 24, 29, 34 και 18 ώρες. Σε συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.2 MPa ο μικρότερος χρόνος (23 ώρες) για το φύτευμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων παρατηρήθηκε σε θερμοκρασία 20 °C ενώ ο μεγαλύτερος χρόνος που απαιτήθηκε για αυτή την μεταχείριση ήταν 63 ώρες στους 5 °C, για τις θερμοκρασίες των 10, 15, 25, 30 και 35 °C ο αντίστοιχος χρόνος ήταν 46, 35, 24, 36 και 24 ώρες. Στην επόμενη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-0.4 MPa) ο μικρότερος χρόνος φυτρώματος (22 ώρες) παρατηρήθηκε στην θερμοκρασία των 25 °C ενώ ο μεγαλύτερος χρόνος ήταν 68 ώρες στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 30 και 35 °C ο χρόνος που απαιτήθηκε για το φύτευμα του 50% του

πληθυσμού των σπόρων ήταν 52, 45, 24, 48 και 38 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.6 MPa ο μικρότερος χρόνος (26 ώρες) για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων παρατηρήθηκε στη θερμοκρασία των 25 °C και ο μεγαλύτερος (99 ώρες) σε θερμοκρασία 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10 , 15 , 20 , 30 και 35 °C ο χρόνος που απαιτήθηκε ήταν 61, 52, 31, 41 και 33 ώρες αντίστοιχα. Στη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.8 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (21 ώρες) για την βλάστηση του 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς παρουσιάστηκε στην θερμοκρασία των 25 °C ενώ η μεγαλύτερη διάρκεια (116 ώρες) καταγράφηκε στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10 , 15 , 20 , 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια που απαιτήθηκε ήταν 73, 68, 38, 57 και 33 ώρες αντίστοιχα. Στην επόμενη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-1.0 MPa) σε θερμοκρασία 35 °C παρουσιάστηκε η μικρότερη χρονική διάρκεια (30 ώρες) για την βλάστηση του 50% των σπόρων κουνιάς ενώ η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια (161 ώρες) παρουσιάστηκε στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10 , 15 , 20 , 25 και 30 °C η αντίστοιχη χρονική διάρκεια ήταν 78, 62, 38, 33 και 82 ώρες. Στην μεγαλύτερη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-1.2 MPa) η μικρότερη χρονική διάρκεια (22 ώρες) παρουσιάστηκε στους 35 °C ενώ η μεγαλύτερη διάρκεια (196 ώρες) παρουσιάστηκε όπως και στις άλλες μεταχειρίσεις στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10 , 15 , 20 , 25 και 30 °C η αντίστοιχη χρονική διάρκεια ήταν 89, 59, 51, 45 και 83 ώρες.

3.4.6 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού σπόρων καμελίνας σε αλατότητα

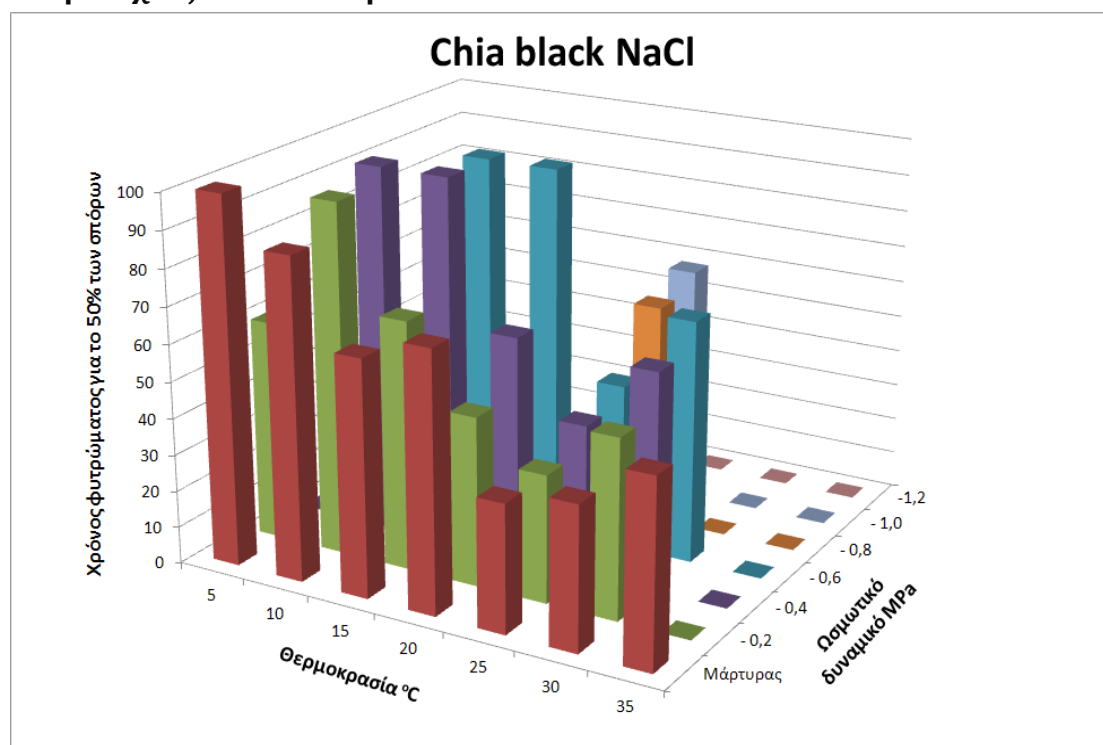


Διάγραμμα 86. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας στις έξι συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 86 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι σπόροι καμελίνας για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτεψαν. Στον μάρτυρα η μικρότερη χρονική διάρκεια είναι 17 ώρες και παρουσιάστηκε στους 25 °C ενώ η μεγαλύτερη είναι 99 ώρες και σημειώθηκε στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια είναι 58, 42, 37, 36 και 37 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια είναι 32 ώρες και καταγράφεται όπως και στον μάρτυρα στους 25 °C, όσον αφορά τις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 30 και 35 °C παρατηρούμαι ότι η χρονική διάρκεια για το φύτεψμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων είναι 105, 61, 41, 37, 32, 43 και 50 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια είναι 32 ώρες και καταγράφεται όπως και στον μάρτυρα στους 25 °C, όσον αφορά τις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 30 και 35 °C παρατηρούμαι ότι η χρονική διάρκεια για το φύτεψμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων είναι 127, 73, 55, 38, 48 και 19 ώρες αντίστοιχα. Στην επόμενη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-0.6 MPa) ο μικρότερος χρόνος φυτρώματος για το 50% του πληθυσμού των σπόρων (50 ώρες) παρατηρήθηκε στην θερμοκρασία των 25 °C ενώ η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια (192 ώρες) καταγράφηκε στους 5 °C, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20, 25 και 30 °C η χρονική διάρκεια είναι 105, 85, 63 και 67 ώρες αντίστοιχα, στην θερμοκρασία των 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση των σπόρων καμελίνας. Στην συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-0.8 MPa) η μικρότερη

χρονική διάρκεια (94 ώρες) για το φύτευμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας έγινε στους 20 °C, στις θερμοκρασίες των 5, 15 και 25 °C η αντίστοιχη χρονική διάρκεια ήταν 232, 132 και 100 ώρες, στις θερμοκρασίες των 10, 30 και 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση των σπόρων. Τέλος όσον αφορά τις συγκεντρώσεις -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε καθόλου βλάστηση.

3.4.7 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού μαύρων σπόρων χίας σε αλατότητα

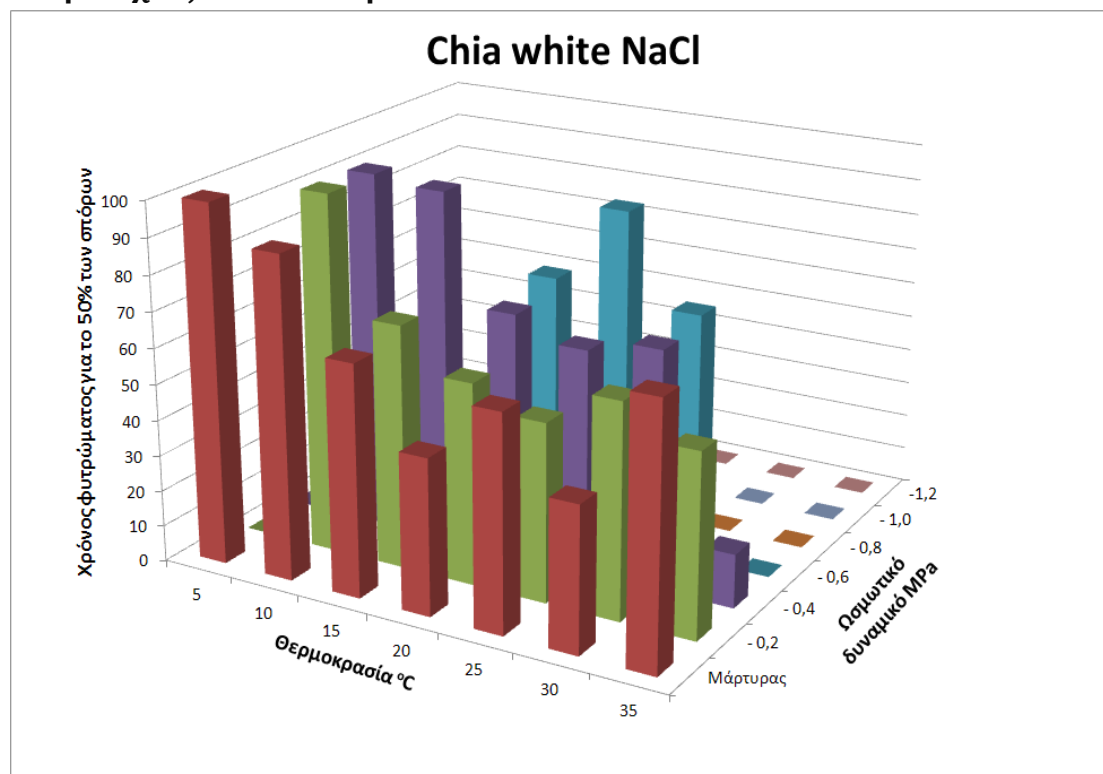


Διάγραμμα 87. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χίας στις εξι συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 87 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι μαύροι σπόροι χίας για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτεψαν σε συνθήκες αλατότητας. Στον μάρτυρα η μικρότερη χρονική διάρκεια (35 ώρες) για το φύτευμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων παρατηρείται σε θερμοκρασία 25 °C και ακολουθεί αυτή των 30 °C με 39 ώρες, όσον αφορά τις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20 και 35 °C παρατηρούμαι ότι η χρονική διάρκεια για το φύτευμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων είναι 267, 87, 64, 70 και 50 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (35 ώρες) καταγράφηκε στους 25 °C ενώ η μεγαλύτερη (95 ώρες) στους 10 °C, στις θερμοκρασίες των 5, 15, 20 και 30 °C η χρονική διάρκεια για το φύτευμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων ήταν 60, 67, 46 και 48 ώρες αντίστοιχα. Σε

συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος -0.4 MPa το 50% του πληθυσμού των σπόρων φύτρωσε πιο γρήγορα στην θερμοκρασία των 25 °C σε 40 ώρες, στις θερμοκρασίες των 10, 15, 20 και 30 °C η χρονική διάρκεια ήταν 160, 100, 60 και 59 ώρες αντίστοιχα. Στους 5 και 35 °C δεν υπήρξε φύτρωμα των σπόρων. Στην επόμενη συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος (-0.6 MPa) σε θερμοκρασία 25 °C παρουσιάστηκε η μικρότερη χρονική διάρκεια (45 ώρες) για την βλάστηση του 50% του πληθυσμού των σπόρων χίας, η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια απαιτήθηκε στην θερμοκρασία των 15 °C και ήταν 134 ώρες, στους 20 °C η χρονική διάρκεια ήταν 103 ώρες και στους 30 °C ήταν 66 ώρες, στους 5, 10 και 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση των σπόρων χίας. Στην συγκέντρωση -1.2 MPa δεν υπήρξε καθόλου βλάστηση σπόρων χίας.

3.4.8 Χρόνος Βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού λευκών σπόρων χίας σε αλατότητα



Διάγραμμα 88. Χρόνος βλάστησης για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας στις έξι συγκεντρώσεις ωσμωτικών διαλυμάτων (NaCl) με έναν μάρτυρα σε επτά θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα 88 παρουσιάζονται τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκαν οι λευκοί σπόροι χίας για την συμπλήρωση της βλάστησης του κλάσματος 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτρωσαν σε συνθήκες αλατότητας. Στον μάρτυρα για την βλάστηση του 50% του πληθυσμού των σπόρων η μικρότερη χρονική διάρκεια (40 ώρες) καταγράφηκε στους 30 °C, στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20, 25 και 35 °C η

χρονική διάρκεια ήταν 235, 89, 64, 43, 60 και 72 ώρες αντίστοιχα. Σε συγκέντρωση -0.2 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (49 ώρες) καταγράφηκε στους 25 °C ενώ η μεγαλύτερη (111 ώρες) στους 10 °C, στις θερμοκρασίες των 15, 20, 30 και 35 °C η χρονική διάρκεια για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτευαν ήταν 68, 56, 59 και 51 ώρες αντίστοιχα, στην θερμοκρασία των 5 °C δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας. Σε συγκέντρωση -0.4 MPa για τις θερμοκρασίες 10, 15, 20, 25, 30, 35 η χρονική διάρκεια για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων που φύτευαν ήταν 172, 98, 68, 62, 66 και 15 ώρες αντίστοιχα, στους 5 °C δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων. Στην συγκέντρωση -0.6 MPa η μικρότερη χρονική διάρκεια (69 ώρες) παρουσιάστηκε στους 30 °C, στις θερμοκρασίες των 20 και 25 °C η χρονική διάρκεια ήταν 72 και 93 ώρες αντίστοιχα, στους 5, 10, 15 και 35 °C δεν υπήρξε βλάστηση των σπόρων, στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις -0.8, -1.0 και -1.2 MPa δεν υπήρξε βλάστηση σπόρων χίας.

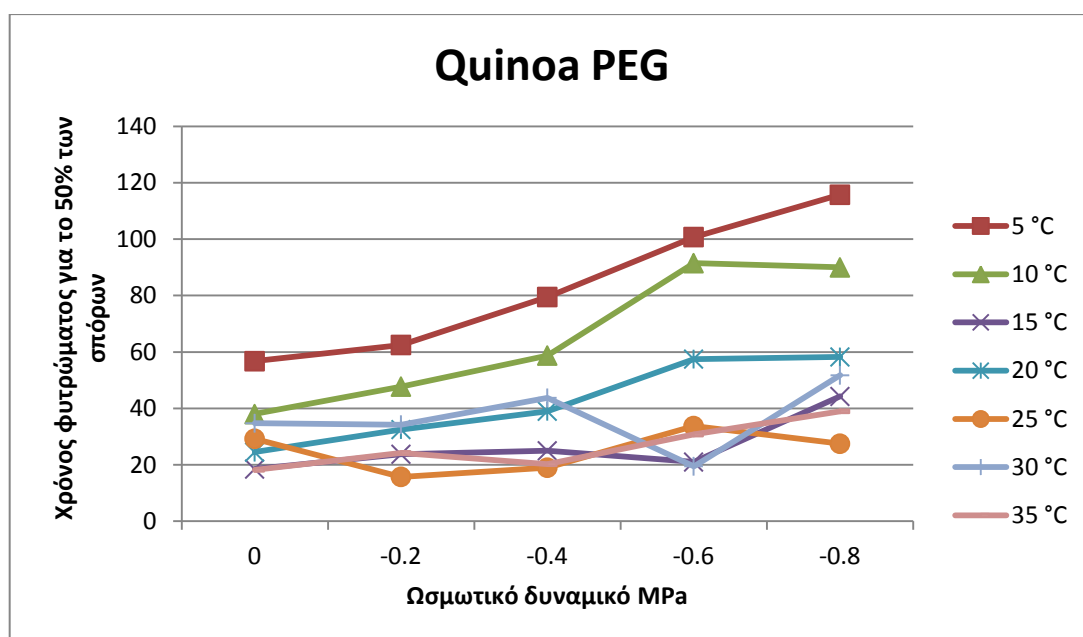
3.5 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού

3.5.1 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε υδατική καταπόνηση.

Πίνακας 15. Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

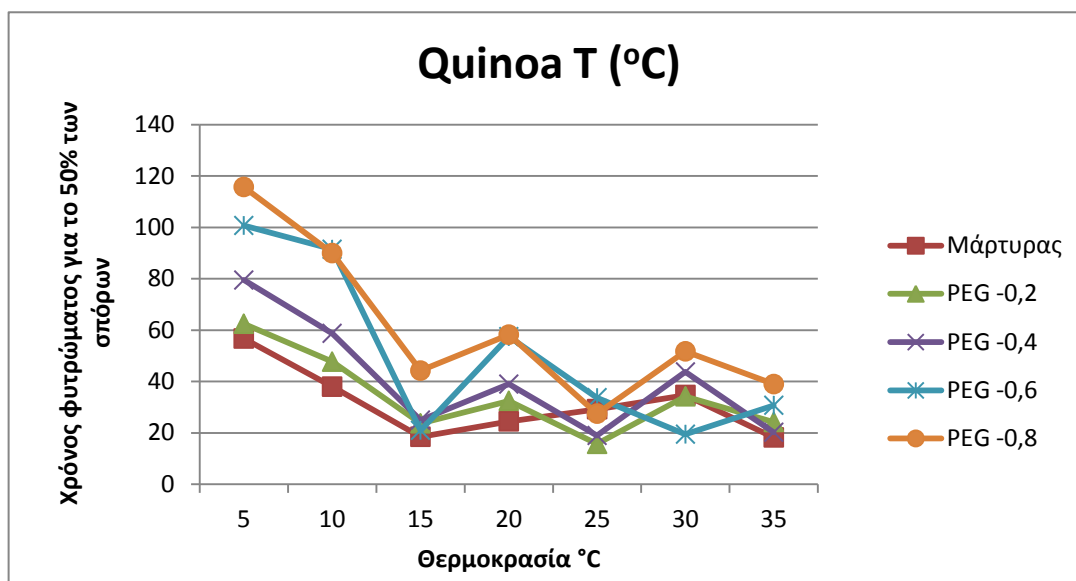
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	16559.67	4139.918	100.6405	***
Θερμοκρασία	6	59991.57	9998.595	243.0636	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	12723.93	530.1637	12.88816	***
Υπόλοιπο	105	4319.25	41.13571		
Σύνολο	139	93594.42			

Από τον πίνακα 15 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 89. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 89 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της θερμοκρασίας των 5 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών σε όλες τις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικές διαφορές επίσης παρατηρούνται μεταξύ της θερμοκρασίας των 10 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών σε όλες τις μεταχειρίσεις.



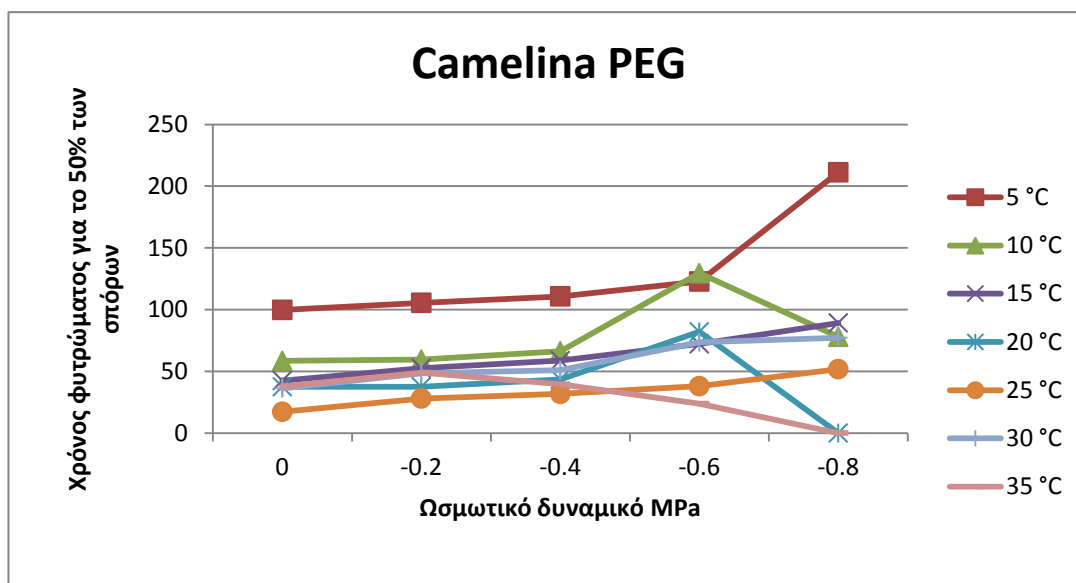
Διάγραμμα 90. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (PEG) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 90 στατιστικές διαφορές καταγράφονται μεταξύ της μεταχείρισης -0.8 MPa και των υπόλοιπων εκτός της -0.6 MPa στις θερμοκρασίες 5, 10, 15, 20, 30 και 35 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζει και η συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.4 MPa με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις στις θερμοκρασίες των 5 και 10 °C.

Πίνακας 16. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

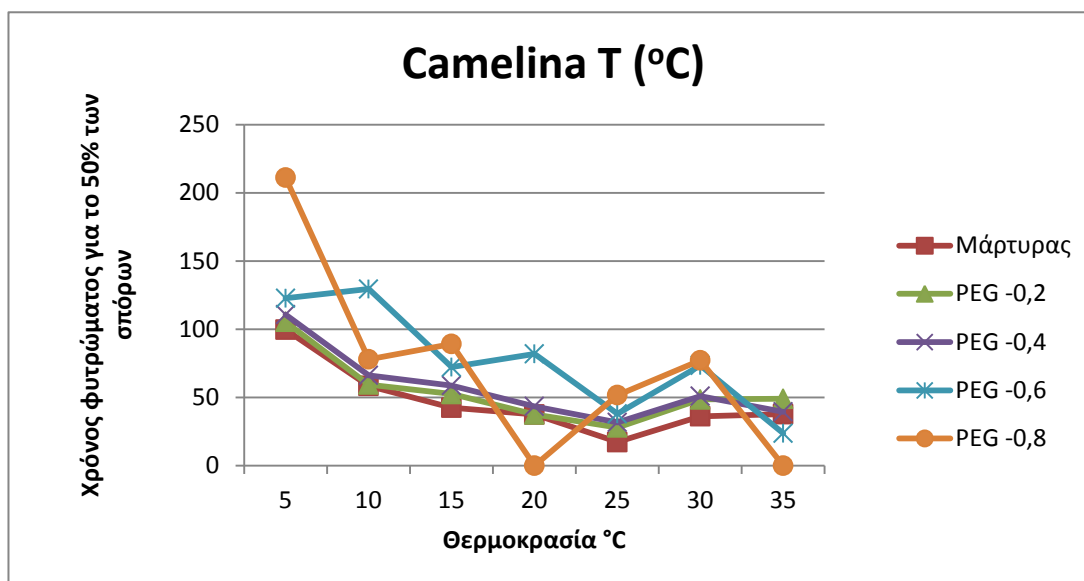
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	18190.83	4547.707	14.55233	***
Θερμοκρασία	6	144769.2	24128.2	77.20846	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	62151.97	2589.665	8.28674	***
Υπόλοιπο	105	32813.25	312.5071		
Σύνολο	139	257925.2			

Σύμφωνα με τον πίνακα 16 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 91. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας.

Στο διάγραμμα 91 στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ της θερμοκρασίας των 5 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών σε όλα τα ωσμωτικά δυναμικά εκτός του -0.6 MPa που δεν διαφέρει στατιστικά με την θερμοκρασία των 10 °C αλλά διαφέρει με τις υπόλοιπες. Η θερμοκρασία των 25 °C διαφέρει στατιστικά από τις υπόλοιπες στην συγκέντρωση -0.8 MPa. Οι θερμοκρασίες των 20 και 35 °C διαφέρουν στατιστικά από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην συγκέντρωση -0.8 MPa.



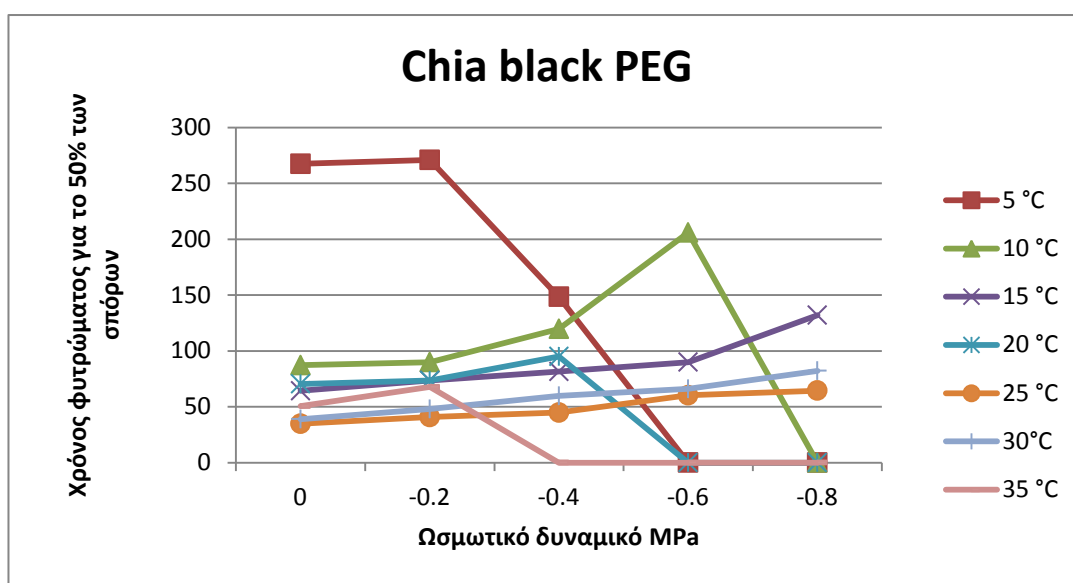
Διάγραμμα 92. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (PEG) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 92 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa και των υπόλοιπων συγκεντρώσεων στις θερμοκρασίες των 5, 15, 20 και 35 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται και στην συγκέντρωση -0.6 MPa με τις υπόλοιπες στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15 και 20 °C.

Πίνακας 17. Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

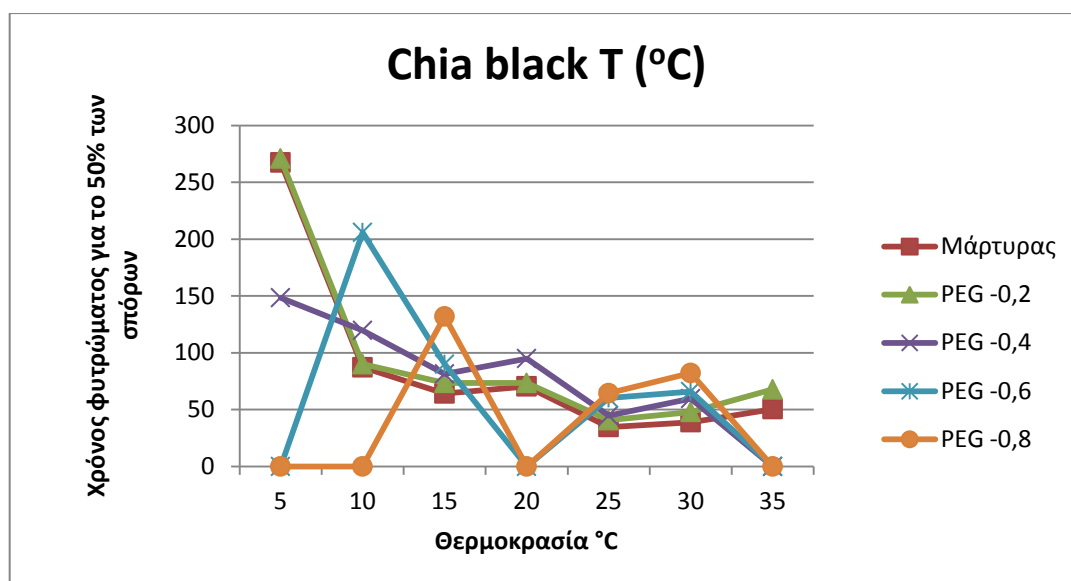
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	55576.6	13894.15	15.29431	***
Θερμοκρασία	6	179602.6	29933.77	32.95029	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	389955	16248.13	17.8855	***
Υπόλοιπο	105	95387.5	908.4524		
Σύνολο	139	720521.7			

Σύμφωνα με τον πίνακα 17 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 93. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χίας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 93 παρατηρείται στατιστική διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας των 5 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa. Η θερμοκρασία των 10 °C παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην συγκέντρωση -0.4 και -0.6 MPa. Η θερμοκρασία των 35 °C παρουσιάζει στατιστική διαφορά με τις υπόλοιπες στην συγκέντρωση -0.4 MPa.



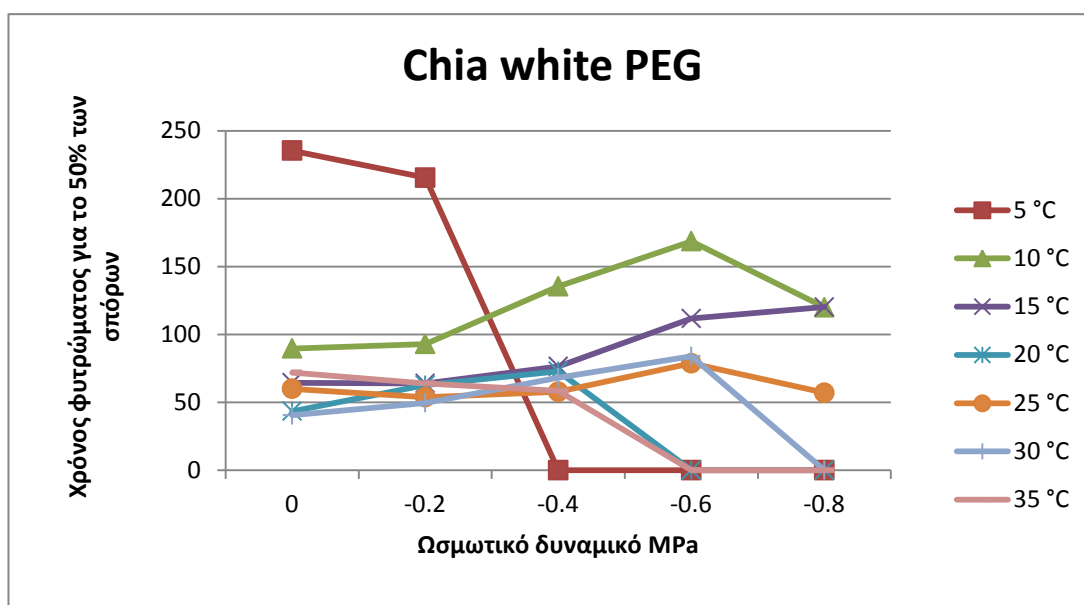
Διάγραμμα 94. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (PEG) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χίας.

Από το διάγραμμα 94 φαίνεται ότι ο μάρτυρας και η συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.2 MPa παρουσιάζουν στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις στις θερμοκρασίες των 5, 10 και 35 °C. Η συγκέντρωση -0.6 MPa παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στην θερμοκρασία των 10 °C. Στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της συγκέντρωσης -0.8 MPa και των υπόλοιπων στις θερμοκρασίες των 10 και 15 °C.

Πίνακας 18. Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$).

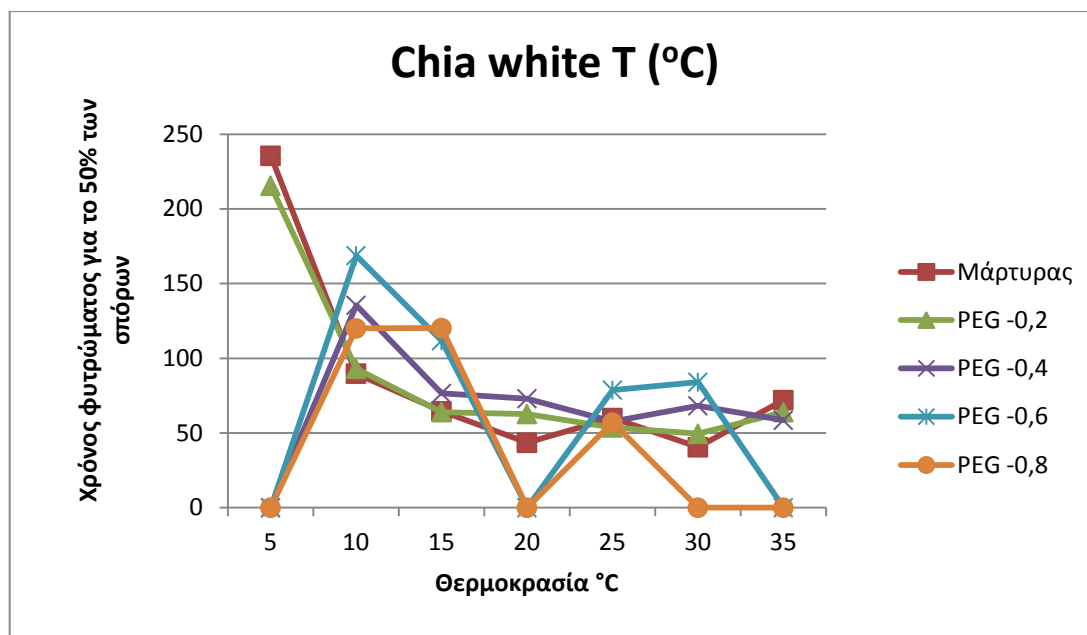
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	4	37492.04	9373.011	18.62831	***
Θερμοκρασία	6	120358.7	20059.79	39.86766	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	24	293167.3	12215.3	24.2772	***
Υπόλοιπο	105	52831.75	503.1595		
Σύνολο	139	503849.8			

Σύμφωνα με τον πίνακα 18 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 95. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (PEG) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας.

Από το διάγραμμα 95 φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας των 5 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού διαλύματος -0.2 και -0.4 MPa. Στην θερμοκρασία των 10 °C παρατηρούνται στατιστικές διαφορές με όλες τις θερμοκρασίες σε όλες τις συγκεντρώσεις εκτός από αυτή των -0.8 MPa. Η θερμοκρασία των 15 °C διαφέρει από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στατιστικά στην συγκέντρωση -0.6 MPa. Τέλος η θερμοκρασία των 25 °C διαφέρει στατιστικά από τις υπόλοιπες στην συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa.



Διάγραμμα 96. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (PEG) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας.

Από το διάγραμμα 96 φαίνεται ότι ο μάρτυρας και η συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.2 MPa παρουσιάζουν στατιστικές διαφορές από τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 5, 10 και 30 °C. Η συγκέντρωση -0.6 MPa παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις άλλες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 10, 25 και 30 °C. Στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa και των υπόλοιπων συγκεντρώσεων στην θερμοκρασία των 30 °C.

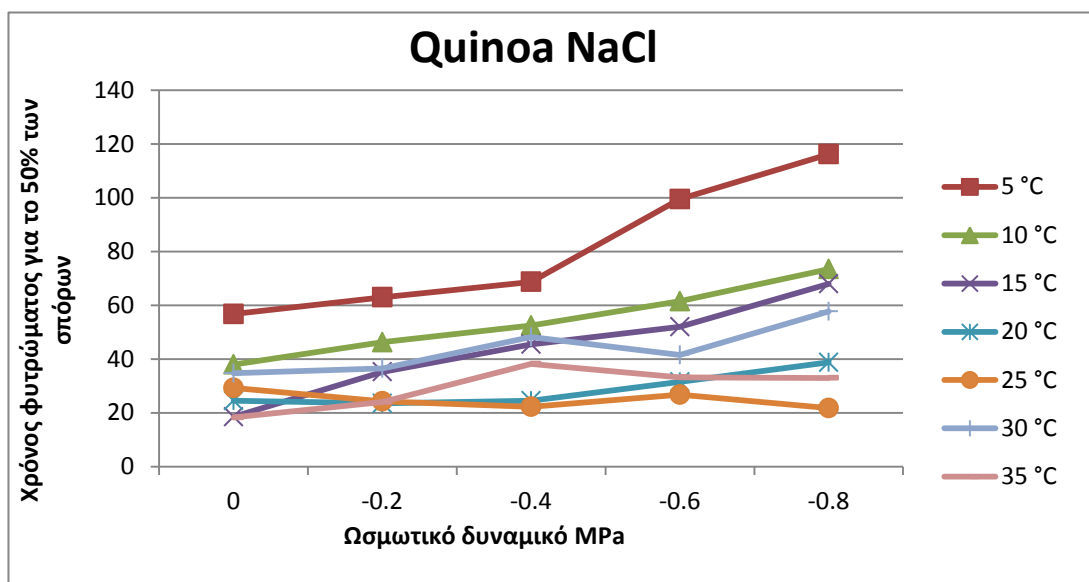
3.5.2 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού σε αλατότητα

Πίνακας 19. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	50423.91	8403.985	81.79737	***
Θερμοκρασία	6	134555.9	22425.98	218.2758	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	36	48466.31	1346.286	13.10363	***

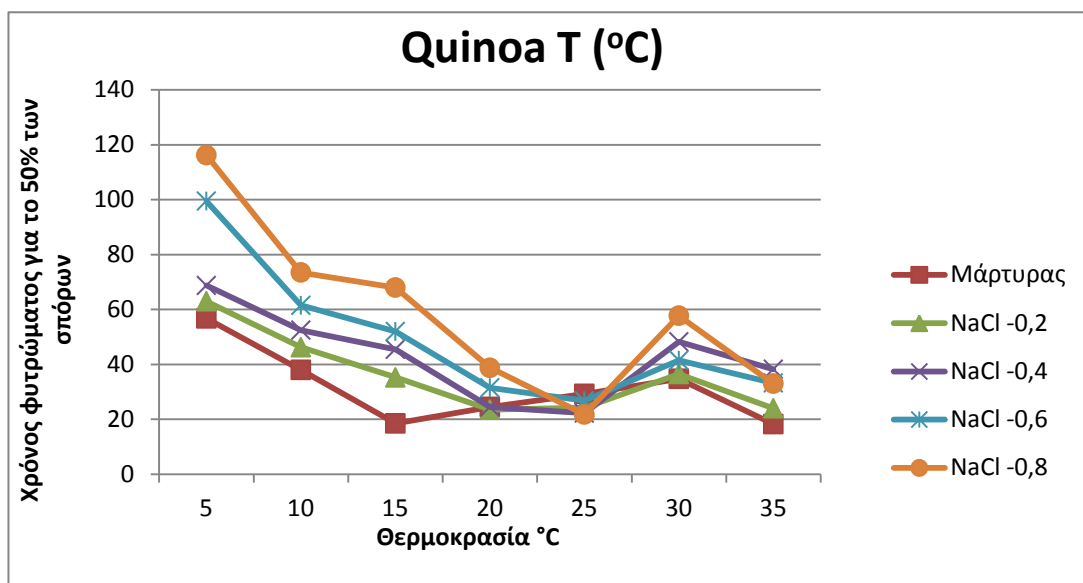
Υπόλοιπο	147	15103	102.7415		
Σύνολο	195	248549.1			

Από τον πίνακα 19 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 97. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 97 στατιστικές διαφορές παρουσιάζει η θερμοκρασία των 5 °C με όλες τις υπόλοιπες θερμοκρασίες σε όλες τις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού.



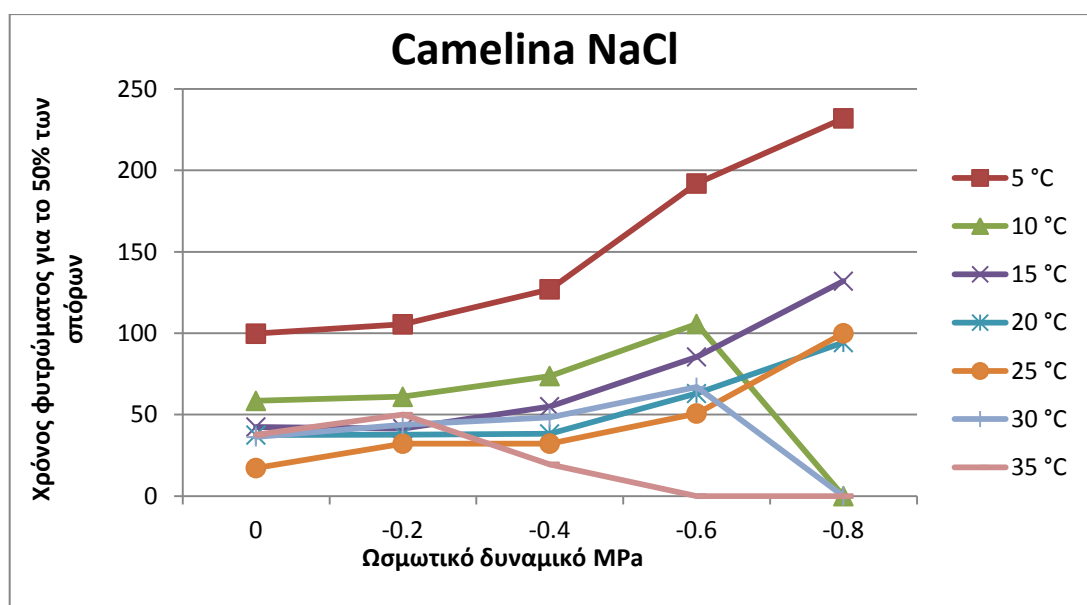
Διάγραμμα 98. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων κουνιάς.

Στο διάγραμμα 98 φαίνονται στατιστικές διαφορές μεταξύ της μεγαλύτερης συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού (0.8 MPa) και των υπόλοιπων συγκεντρώσεων στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15, 20 και 30 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ του μάρτυρα και των υπόλοιπων συγκεντρώσεων εκτός αυτής των -0.2 MPa στις θερμοκρασίες των 5, 10, 15 και 35 °C. Τέλος στατιστικές διαφορές παρουσιάζει και η συγκέντρωση -0.6 MPa με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 5, 10 και 15 °C.

Πίνακας 20. Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

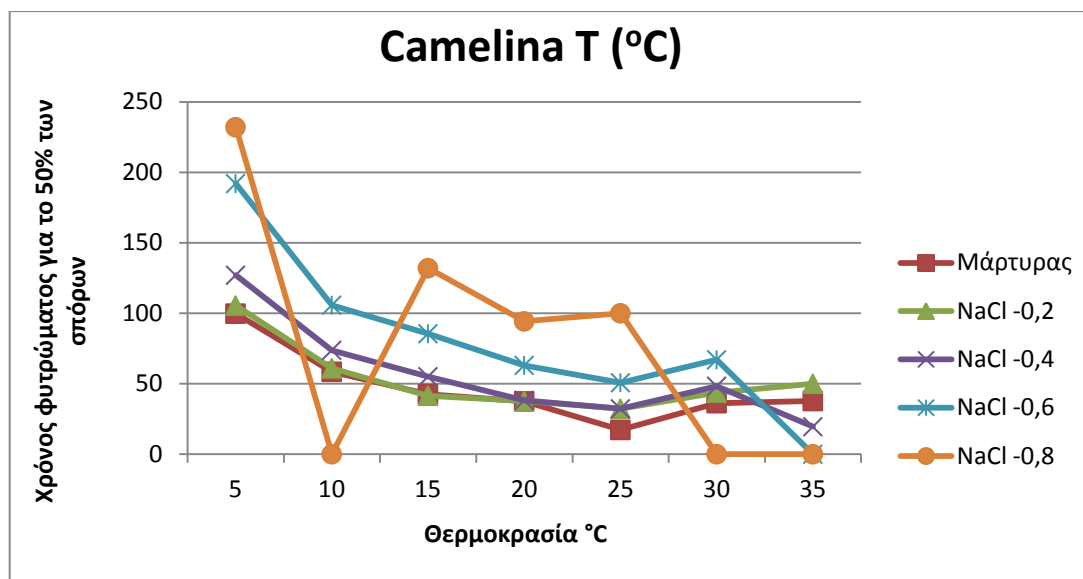
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	188154.9	31359.15	797.6113	***
Θερμοκρασία	6	150241.1	25040.18	636.8902	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	36	177793.8	4938.715	125.6149	***
Υπόλοιπο	147	5779.5	39.31633		
Σύνολο	195	521969.2			

Από τον πίνακα 20 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 99. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 99 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της θερμοκρασίας των 5 °C και των υπόλοιπων σε όλες τις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζει και η θερμοκρασία των 10 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες σε όλες τις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού εκτός από αυτή των -0.8 MPa. Η θερμοκρασία των 35 °C παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις άλλες θερμοκρασίες στην συγκέντρωση -0.6 MPa.



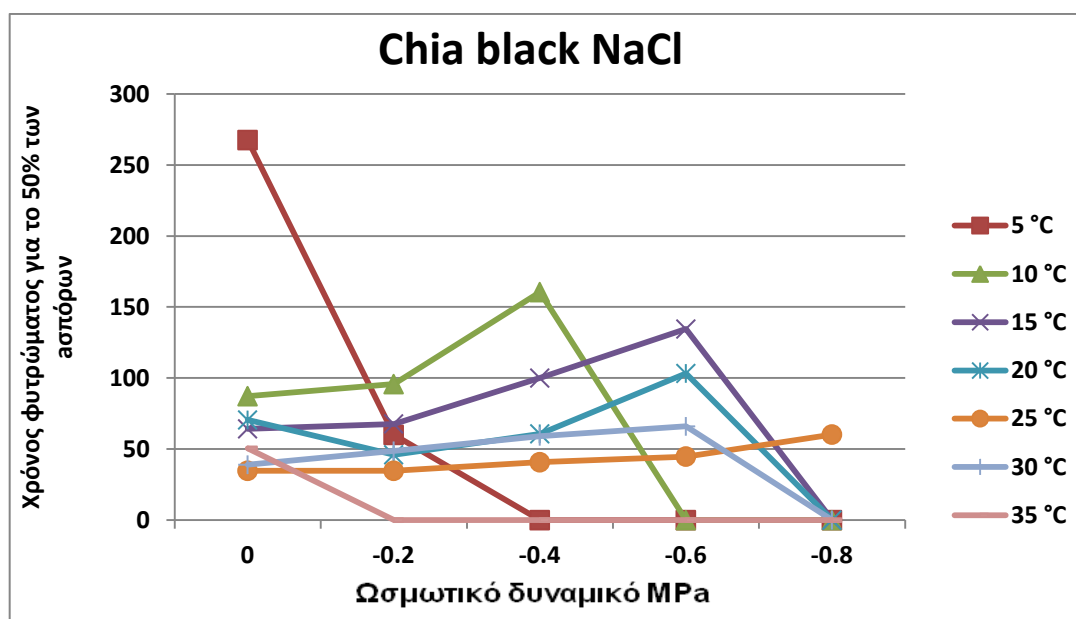
Διάγραμμα 100. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των σπόρων καμελίνας.

Από το διάγραμμα 100 φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa και των υπόλοιπων συγκεντρώσεων σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός αυτής των 35 °C. Η συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.6 MPa παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 35 °C.

Πίνακας 21. Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χιας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

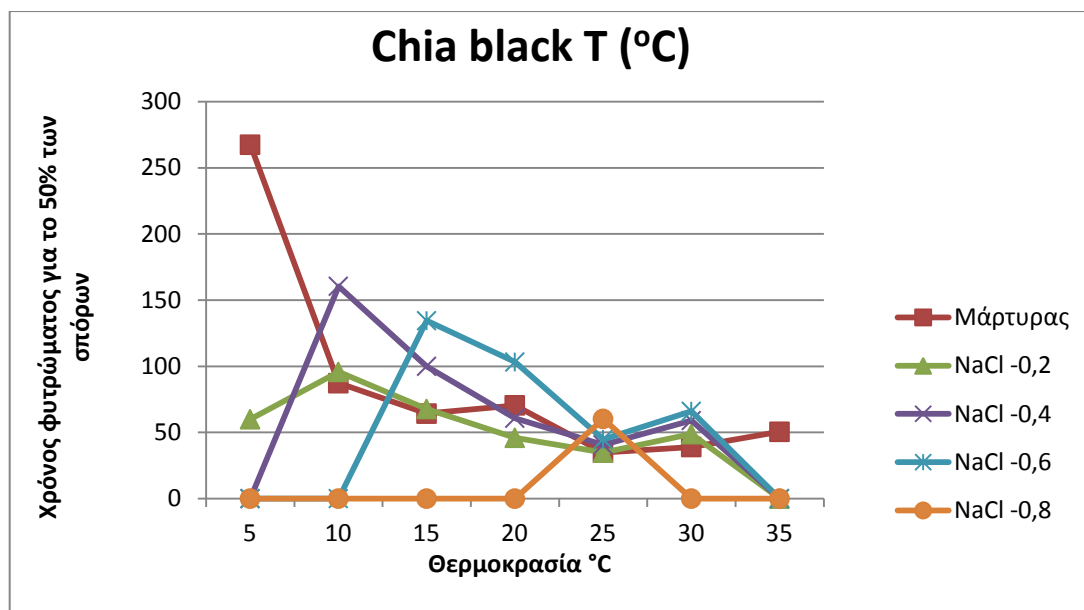
Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	178869.4	29811.57	56.81486	***
Θερμοκρασία	6	39750.7	6625.117	12.62614	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	36	315044.8	8751.244	16.67811	***
Υπόλοιπο	147	77133	524.7143		
Σύνολο	195	610797.9			

Από τον πίνακα 21 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 101. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χίας.

Από το διάγραμμα 101 φαίνεται ότι η θερμοκρασία των 5 °C παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες στον μάρτυρα. Η θερμοκρασία των 10 °C παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa. Οι θερμοκρασίες των 15, 25 και 20 °C παρουσιάζουν στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες στην συγκέντρωση -0.6 MPa. Στατιστικές διαφορές επίσης παρουσιάζει και η θερμοκρασία των 35 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην συγκέντρωση -0.2 MPa.



Διάγραμμα 102. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των μαύρων σπόρων χίας.

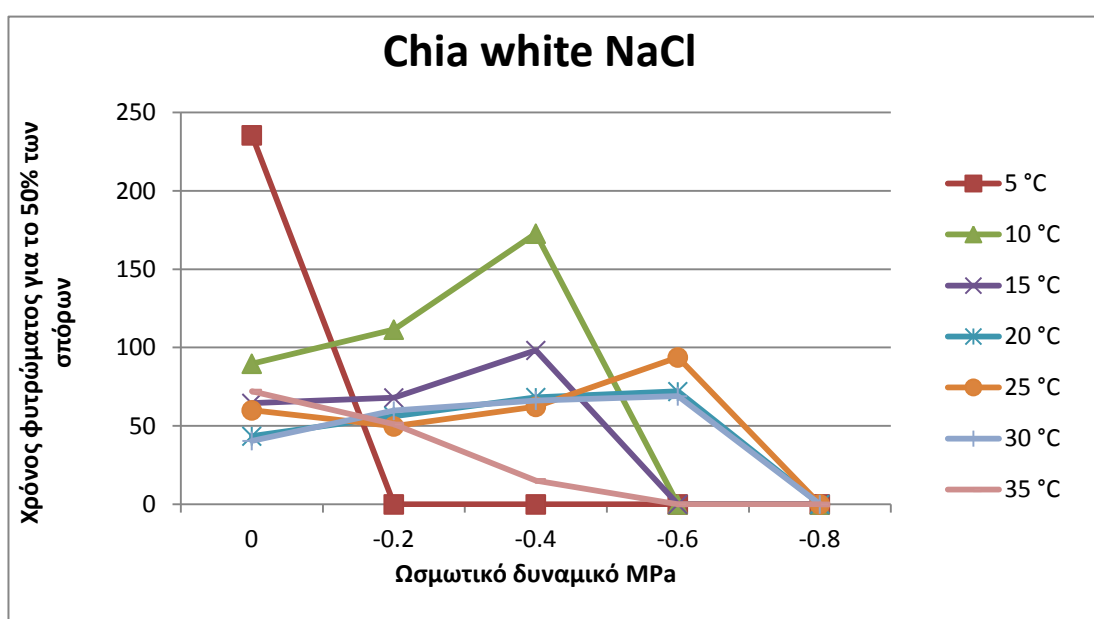
Από το διάγραμμα 102 φαίνεται ότι ο μάρτυρας παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις στην θερμοκρασία των 5 και 35 °C. Η συγκέντρωση -0.2 MPa παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στην θερμοκρασία των 5 °C. Η συγκέντρωση -0.4 MPa παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 10 και 15 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ της συγκέντρωσης -0.6 MPa και των υπόλοιπων στις θερμοκρασίες των 15 και 20 °C. Τέλος η συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa στις θερμοκρασίες 15, 20, 25 και 30 °C έχει στατιστικές διαφορές από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες.

Πίνακας 22. Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Ωσμωτικό δυναμικό	6	222696.8	37116.13	100.0481	***
Θερμοκρασία	6	16529.28	2754.879	7.425891	***
Ωσμ. δυν. x θερμοκρασία	36	240353.8	6676.494	17.99677	***
Υπόλοιπο	147	54534.5	370.983		

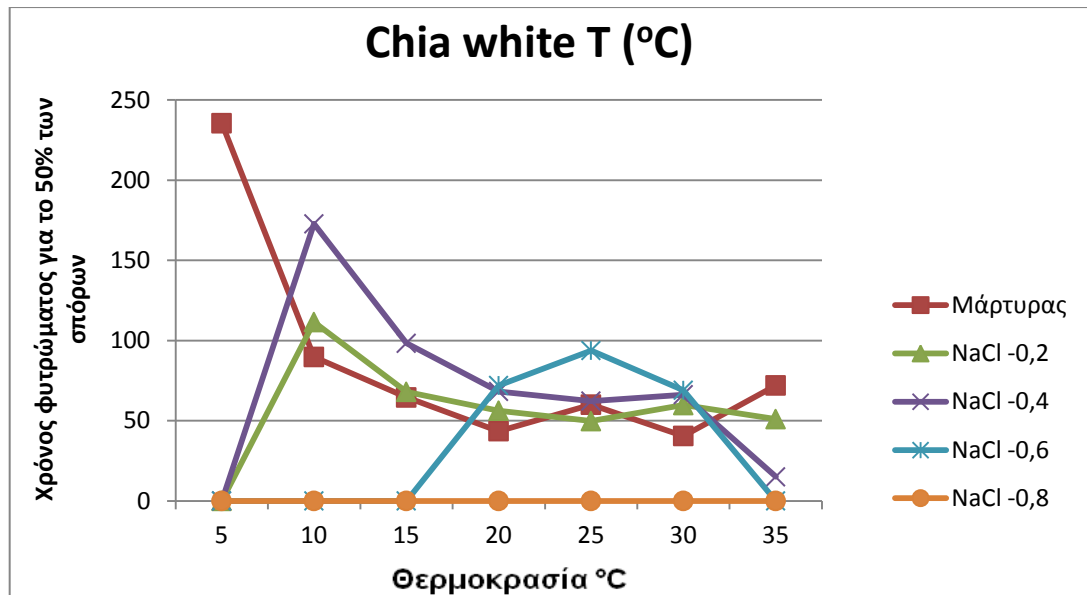
Σύνολο	195	534114.3			
--------	-----	----------	--	--	--

Από τον πίνακα 22 μέσω της ανάλυσης παραλλακτικότητας παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού, καθώς και εντός των διαφορετικών συγκεντρώσεων ωσμωτικού δυναμικού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν. Τέλος σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών και των ωσμωτικών δυναμικών.



Διάγραμμα 103. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) και θερμοκρασίας για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 103 στατιστικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της θερμοκρασίας των 5 °C και των υπόλοιπων θερμοκρασιών στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa. Στατιστικές διαφορές επίσης παρατηρούνται στην θερμοκρασία των 10 °C με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στον μάρτυρα και στις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού -0.2 και -0.4 MPa. Η θερμοκρασία των 15 °C παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες θερμοκρασίες στην συγκέντρωση -0.4 MPa.



Διάγραμμα 104. Διαγραμματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ θερμοκρασίας και ωσμωτικού δυναμικού (NaCl) για το κλάσμα 50% του πληθυσμού των λευκών σπόρων χίας.

Από το διάγραμμα 104 φαίνεται ότι ο μάρτυρας παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στην θερμοκρασία των 5 και 35 °C. Η συγκέντρωση -0.4 MPa παρουσιάζει στατιστικές διαφορές με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στην θερμοκρασίες των 10 και 15 °C. Στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ της συγκέντρωσης ωσμωτικού δυναμικού -0.6 MPa και των υπόλοιπων στην θερμοκρασία των 25 °C. Τέλος στατιστικές διαφορές καταγράφονται και στην συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού -0.8 MPa με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις στις θερμοκρασίες των 10, 20, 25 και 30 °C.

3.5.3 Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% των δύο υποπληθυσμών χίας

Πίνακας 23. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% των δύο υποπληθυσμών χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, NS: μη σημαντικό).

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Θερμοκρασία	6	90605.7	15100.95	21.08968	***
Ωσμωτικό δυναμικό	4	267627.2	66906.81	93.44069	***
Υποπληθυσμός	1	694.575	694.575	0.970029	NS
θερμοκρασία x Ωσμ. δυν.	24	605212.3	25217.18	35.2178	***
Θερμοκρασία. x Υποπληθυσμός	6	2462.943	410.4905	0.573283	NS
Ωσμ. δυν. x Υποπληθυσμός	4	32334.15	8083.538	11.2893	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x Υποπληθυσμός	24	77909.96	3246.248	4.533644	***
Υπόλοιπο	207	148219.3	716.035		
Σύνολο	279	1225066			

Σύμφωνα με τον πίνακα 23 παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού. Αντίθετα οι δύο υποπληθυσμοί δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η αλληλεπίδραση θερμοκρασιών και ωσμωτικών δυναμικών ήταν στατιστικά σημαντική ($p<0.001$) όπως και η αλληλεπίδραση ωσμωτικών δυναμικών και υποπληθυσμών ($p<0.001$), εξαίρεση αποτελεί η αλληλεπίδραση των θερμοκρασιών με τους υποπληθυσμούς η οποία δεν ήταν σημαντική. Τέλος σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημειώθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών των ωσμωτικών δυναμικών και των υποπληθυσμών.

Πίνακας 24. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το κλάσμα 50% των δύο υποπληθυσμών χίας μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl) (οι αστερίσκοι αναφέρονται σε επίπεδα σημαντικότητας, * P<0.05, **P<0.01, *P<0.001, NS: μη σημαντικό).**

Πηγές παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετράγωνο	F	
Θερμοκρασία	6	394818.6	65803.1	145.4322	***
Ωσμωτικό δυναμικό	6	46287.96	7714.661	17.05027	***
Υποπληθυσμός	1	817.2347	817.2347	1.806181	NS
θερμοκρασία x Ωσμ. δυν.	36	492999.7	13694.44	30.26625	***
Θερμοκρασία. x Υποπληθυσμός	6	6747.622	1124.604	2.485501	*
Ωσμ. δυν. x Υποπληθυσμός	6	9992.015	1665.336	3.68058	***
Ωσμ. δυν. x θερμ. x Υποπληθυσμός	36	62398.88	1733.302	3.830793	***
Υπόλοιπο	291	131667.5	452.4656		
Σύνολο	391	1145730			

Σύμφωνα με τον πίνακα 24 παρατηρήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των των επτά θερμοκρασιών που μελετήθηκαν, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των διαφορετικών εντάσεων ωσμωτικού δυναμικού. Αντίθετα οι δύο υποπληθυσμοί δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η αλληλεπίδραση θερμοκρασιών και ωσμωτικών δυναμικών ήταν στατιστικά σημαντική ($p<0.001$) όπως και η αλληλεπίδραση ωσμωτικών δυναμικών και υποπληθυσμών ($p<0.001$). Η αλληλεπίδραση των θερμοκρασιών με τους υποπληθυσμούς ήταν σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05. Τέλος σε επίπεδο σημαντικότητας 0.001 σημειώθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκρασιών των ωσμωτικών δυναμικών και των υποπληθυσμών.

3.6 Οριακές θερμοκρασίες

Πίνακας 25. Οριακές θερμοκρασίες των τριών φυτικών ειδών μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (PEG).

		a	b	R2	a	b	R2	Tb	To	Tm
Quinoa	Μάρτυρας	-0.0038	0.0036	91.65	0.0793	-0.0018	97.39	1.055556	15.3	44.05556
	PEG -0,2	0.0032	0.0021	76.38	0.1837	-0.0049	95.19	-1.52381	25.7	37.4898
	PEG -0,4	0.003	0.0018	71.42	0.1432	-0.0038	89.92	-1.66667	25.3	37.68421
	PEG -0,6	0.0007	0.0018	48.02	0.1455	-0.0038	99.36	-0.38889	25.9	38.28947
	PEG -0,8	0.0007	0.0012	77.64	0.0941	-0.0024	94.14	-0.58333	25.9	39.20833
Camelina	Μάρτυρας	-0.0046	0.0021	81.93	0.1318	-0.0031	77.61	2.190476	25.9	42.51613
	PEG -0,2	0.0028	0.0012	96.82	0.0715	-0.0015	76.03	-2.33333	24.7	47.66667
	PEG -0,4	0.0033	0.0011	96.05	0.0781	-0.0019	97.09	-3	25.3	41.10526
	PEG -0,6	0.0014	0.0008	73.05	0.081	-0.0022	99.26	-1.75	26.3	36.81818
	PEG -0,8	0.0031	0.0006	85.44	0.0687	-0.0019	96.29	-5.16667	25.4	36.15789
Chia White	Μάρτυρας	0.0023	0.0008	91.5	0.0895	-0.0022	99	-2.875	29	40.68182
	PEG -0,2	0.0041	0.0006	90.22	0.0477	-0.0009	99	-6.83333	29.1	53
	PEG -0,4	-0.002	0.0008	96.16	0.0437	-0.001	92.9	2.5	24.8	43.7
	PEG -0,6	-0.0014	0.0006	91.96	0.0463	-0.0013	79.67	2.333333	25.5	35.61538
	PEG -0,8	-0.0025	0.0008	92.43	0.0585	-0.0018	75	3.125	23.8	32.5
Chia Black	Μάρτυρας	-0.0011	0.0011	84.53	0.0517	-0.0009	97.07	1	27	57.44444
	PEG -0,2	0.00005	0.0009	87.32	0.0494	-0.001	98.09	-0.05556	26.5	49.4
	PEG -0,4	0.002	0.0007	74.21	0.0801	-0.0022	92.37	-2.85714	26.9	36.40909
	PEG -0,6	-0.0033	0.0008	96.63	0.0604	-0.0017	81.48	4.125	25.5	35.52941
	PEG -0,8	-0.0058	0.0008	93.92	0.0557	-0.0016	90.28	7.25	25.7	34.8125

Σύμφωνα με τον πίνακα 25 στην κοινιόα σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτερωμα των σπόρων (Tb) κυμαίνεται από -1.6 °C σε συγκέντρωση -0.4 MPa έως 1 °C στον μάρτυρα. Η άριστη θερμοκρασία για το φύτερωμα των σπόρων (To) είναι 15.3 °C στον μάρτυρα και 25 °C στις υπόλοιπες συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού. Η μέγιστη θερμοκρασία για το φύτερωμα των σπόρων (Tm) είναι 44 °C στον μάρτυρα ενώ για τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις κυμαίνεται από 37 °C έως 39 °C. Στην καμελίνα η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτερωμα των σπόρων είναι -5 °C στην συγκέντρωση -0.8 MPa και φτάνει τους 2 °C στον μάρτυρα. Η άριστη θερμοκρασία για το φύτερωμα των σπόρων καμελίνας κυμαίνεται από 25.3 °C έως 26.3 °C. Η μέγιστη θερμοκρασία για το φύτερωμα των σπόρων καμελίνας ξεκινά από 36 °C στην συγκέντρωση -0.8 MPa και φτάνει στους 47.6 °C στην συγκέντρωση -0.2 MPa. Όσον αφορά τους λευκούς σπόρους χιάς η ελάχιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων κυμαίνεται από -6.8 °C έως 3 °C,

η άριστη θερμοκρασία ξεκινά από 23.8 °C έως 29 °C, η μέγιστη θερμοκρασία για την βλάστηση των λευκών σπόρων χίας ξεκινά από τους 32.5 °C και φτάνει στους 53 °C. Για τους μαύρους σπόρους χίας η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτρωμα των σπόρων κυμαίνεται από -2.8 °C στην συγκέντρωση -0.4 MPa έως 7.2 °C στην συγκέντρωση -0.8 MPa. Η άριστη θερμοκρασία για το φύτρωμα των μαύρων σπόρων χίας ξεκινά από τους 25.5 °C στην συγκέντρωση -0.6 MPa και φτάνει έως τους 27 °C στον μάρτυρα. Τέλος η μέγιστη θερμοκρασία στην οποία συντελείται το φύτρωμα των μαύρων σπόρων κυμαίνεται από 34.8 °C στην μεγαλύτερη συγκέντρωση ωσμωτικού δυναμικού (-0.8 MPa) και φτάνει τους 57 °C στον μάρτυρα.

Πίνακας 26. Οριακές θερμοκρασίες των τριών φυτικών ειδών μετά από χειρισμό με ωσμωτικό διάλυμα (NaCl).

		a	b	R2	a	b	R2	Tb	To	Tm
Quinoa	Μάρτυρας	-0.0038	0.0036	91.65	0.0873	-0.0022	93.11	1.055556	15.6	39.68182
	NaCl -0,2	0.0054	0.0017	94.99	0.0998	-0.0026	87.34	-3.17647	21.9	38.38462
	NaCl -0,4	0.0035	0.0017	91.08	0.1497	-0.0042	99.31	-2.05882	24.8	35.64286
	NaCl -0,6	0.0019	0.0014	96.37	0.1246	-0.0034	98.31	-1.35714	25.4	36.64706
	NaCl -0,8	-0.0043	0.0017	84.74	0.1509	-0.0043	96.4	2.529412	25.8	35.09302
	NaCl -1,0	0.00009	0.0012	97.69	0.0956	-0.0027	96.4	0.075	24.5	35.40741
	NaCl -1,2	0.0022	0.0008	96.11	0.0659	-0.0018	99.28	-2.75	24.4	36.61111
Camelina	Μάρτυρας	-0.0046	0.0021	81.93	0.1318	-0.0031	77.61	2.190476	25.9	42.51613
	NaCl -0,2	0.0055	0.0011	96.55	0.0576	-0.0011	92.84	-5	24.1	52.36364
	NaCl -0,4	0.0017	0.0012	99.34	0.0966	-0.0026	98.61	-1.41667	25.2	37.15385
	NaCl -0,6	0.0018	0.0007	99.27	0.0707	-0.002	91.88	-2.57143	25.7	35.35
	NaCl -0,8	0.003	0.0003	89.52	0.0333	-0.001	75	-10	23	33.3
	NaCl -1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NaCl -1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chia White	Μάρτυρας	-0.0009	0.0011	99.01	0.0601	-0.0013	86.28	0.818182	25.3	46.23077
	NaCl -0,2	-0.0024	0.001	92.73	0.0443	-0.0009	97.25	2.4	24.2	49.22222
	NaCl -0,4	-0.003	0.0008	96.58	0.0408	-0.0009	82.65	3.75	24.9	45.33333
	NaCl -0,6	-0.0077	0.0009	77.57	0.0571	-0.0016	80.59	8.555556	26.2	35.6875
	NaCl -0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NaCl -1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NaCl -1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chia Black	Μάρτυρας	-0.0011	0.0011	84.53	0.0517	-0.0009	97.07	1	27	57.44444
	NaCl -0,2	-0.0002	0.0011	97.98	0.1028	-0.0029	94.3	0.181818	25.8	35.44828
	NaCl -0,4	-0.0063	0.0012	98.56	0.0874	-0.0025	95.38	5.25	25.8	34.96
	NaCl -0,6	-0.0084	0.0011	87.76	0.0795	-0.0022	95.95	7.636364	26.5	36.13636
	NaCl -0,8	-0.0066	0.0007	50	0.0533	-0.0017	75	9.428571	26.7	31.35294
	NaCl -1,0	-0.0062	0.0006	50	0.0517	-0.0016	75	10.33333	26.7	32.3125
	NaCl -1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Σύμφωνα με τον πίνακα 26 στην κουνιά σε συνθήκες αλατότητας η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτρωμα των σπόρων ήταν από -3°C σε συγκέντρωση -0.2 MPa έως 2.5°C σε συγκέντρωση -0.8 MPa . Η άριστη θερμοκρασία για την βλάστηση των σπόρων κουνιάς κυμάνθηκε από 15.6°C στον μάρτυρα έως 25.8°C στην συγκέντρωση -0.8 MPa . Η μέγιστη θερμοκρασία για την βλάστηση των σπόρων κουνιάς κυμαίνεται από 35°C στην συγκέντρωση -0.8 MPa έως 39°C στον μάρτυρα. Για την καμελίνα η ελάχιστη θερμοκρασία για την βλάστηση των σπόρων κυμαίνεται από -10°C στην συγκέντρωση -0.8 MPa έως 2°C στον μάρτυρα. Η άριστη θερμοκρασία για το φύτρωμα των σπόρων ξεκινά από τους 23°C στην συγκέντρωση -0.8 MPa και φτάνει στους 25.9°C στον μάρτυρα. Η μέγιστη θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται το φύτρωμα των σπόρων καμελίνας ξεκινά από τους 33°C στην συγκέντρωση -0.8 MPa και φτάνει στους 52°C στην μεταχείριση -0.2 MPa . Όσον αφορά τους λευκούς σπόρους χίας η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτρωμα τους κυμαίνεται από -0.8°C στον μάρτυρα έως 8.5°C στην συγκέντρωση -0.6 MPa . Η άριστη θερμοκρασία για το φύτρωμα των λευκών σπόρων χίας ξεκινά από τους 24.2°C στην συγκέντρωση -0.2 MPa και φτάνει τους 26.2°C στην συγκέντρωση -0.6 MPa . Η μέγιστη θερμοκρασία για το φύτρωμα των σπόρων κυμαίνεται από 35.6°C στην συγκέντρωση -0.6 MPa έως 49.2°C στην συγκέντρωση -0.2 MPa . Για τους μαύρους σπόρους χίας η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία φυτρώνουν υπό συνθήκες αλατότητας οι σπόροι κυμαίνεται από 0°C στην συγκέντρωση -0.2 MPa έως 10.3°C στην συγκέντρωση -1.0 MPa . Η άριστη θερμοκρασία για το φύτρωμα των μαύρων σπόρων κουνιάς κυμαίνεται από 25.8°C στην συγκέντρωση -0.2 MPa έως 27°C στον μάρτυρα. Τέλος η μέγιστη θερμοκρασία που παρουσιάζεται φύτρωμα σπόρων κυμαίνεται από 31.3°C στην συγκέντρωση -0.8 MPa έως 57°C στον μάρτυρα.

4. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Οι σπόροι κουνιάς σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης παρουσίασαν υψηλά ποσοστά φυτρωμένων σπόρων στον μάρτυρα και στις χαμηλές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού ενώ στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις υπήρξε μια σταδιακή μείωση. Σε όλες τις συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού υπήρξε βλάστηση των σπόρων κουνιάς με υψηλά ποσοστά βλαστικότητας σε αρκετές περιπτώσεις. Το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων ήταν σύντομο στις μικρές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού και ελαφρώς μεγαλύτερο στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Έτσι αποδικνύεται η αντοχή των σπόρων κουνιάς σε συνθήκες ξηρασίας, κάτι που συμφωνεί με τους Oelke et al. (1992). Σε συνθήκες αλατότητας οι σπόροι κουνιάς παρουσίασαν υψηλά ποσοστά βλαστικότητας στον μάρτυρα και στις χαμηλές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού ενώ στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρουσιάστηκε μια σταδιακή μείωση όσον αφορά στα τελικά ποσοστά των σπόρων που βλάστησαν. Σε όλες τις μεταχειρίσεις υπήρξε βλάστηση των σπόρων με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά στις περισσότερες περιπτώσεις. Ο χρόνος για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων ήταν σύντομος με εξαίρεση τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις όπου απαιτήθηκαν περισσότερες ώρες. Φανερώνεται έτσι η αντοχή των σπόρων κουνιάς στην επίδραση της αλατότητας κάτι που επιβεβαιώνεται και στις μελέτες των Maas and Hoffmann (1977) και Razzaghi et al. (2011). Οι σπόροι κουνιάς σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης και αλατότητας παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά φυτρωμένων σπόρων στις χαμηλές θερμοκρασίες και χαμηλότερα στις υψηλότερες όπως αυτές των 30 και 35 °C. Αυτό φανερώνει την ανθεκτικότητα των σπόρων κουνιάς στις χαμηλές θερμοκρασίες όπως αναφέρουν και οι Hellin and Higman (2003) και Jacobsen et al. (2005).

Οι σπόροι καμελίνας σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης παρουσίασαν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά φυτρωμένων σπόρων στον μάρτυρα και στις χαμηλές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού ενώ στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ήταν εμφανής σε ορισμένες θερμοκρασίες η επίδραση της ξηρασίας. Ο χρόνος που απαιτήθηκε για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων ήταν σύντομος ειδικά στον μάρτυρα και στις μικρές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού. Φανερώνεται έτσι η αντοχή των σπόρων καμελίνας σε συνθήκες ξηρασίας, κάτι που αναφέρεται και στις μελέτες των Zubr (1997), Gugel and Falk (2006), Francis and Warwick (2009). Σε συνθήκες αλατότητας οι σπόροι καμελίνας παρουσίασαν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά βλαστικότητας στον μάρτυρα και στις μικρές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού ενώ στις μεγάλες συγκεντρώσεις η βλάστηση των σπόρων ήταν από μηδενική έως περιορισμένη, αυτό δείχνει ότι η καμελίνα είναι ευαίσθητη σε υψηλά επίπεδα αλατότητας κάτι που φαίνεται και από το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων. Η μέτρια ανθεκτικότητα που παρουσιάζει η καμελίνα στην αλατότητα αναφέρεται και στην έρευνα των Stepphuhn et al. (2010). Οι σπόροι καμελίνας σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης και αλατότητας παρουσίασαν υψηλά ποσοστά φυτρωμένων σπόρων ειδικά στις χαμηλές και μεσαίες θερμοκρασίες. Αυτό φανερώνει την ανθεκτικότητα των σπόρων καμελίνας στις χαμηλές θερμοκρασίες κάτι που αναφέρεται και από τους Plessers et al. (1962), Robinson (1987), Putnam et al. (1993), Ehrensing and Guy (2008).

Σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης οι μαύροι σπόροι χίας παρουσίασαν από μηδενική έως ελάχιστη βλαστικότητα σε συνθήκες έντονης ξηρασίας με την βλάστηση των σπόρων να πραγματοποιείται μόνο στον μάρτυρα και στις μικρές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού, αυτό μαρτυρά την ευαισθησία των σπόρων

στην ξηρασία κάτι που επιβεβαιώνεται και από τον χρόνο που απαιτείται για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων. Η αλατότητα φάνηκε να επηρεάζει ιδιαίτερα τους μαύρους σπόρους χίας καθώς η βλαστικότητα των σπόρων παρατηρήθηκε σε μικρές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού με το τελικό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων να μην είναι ιδιαίτερα υψηλό. Η ευαισθησία των σπόρων στην αλατότητα επιβεβαιώνεται και από τον χρόνο που απαιτήθηκε για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων. Οι μαύροι σπόροι χίας και σε συνθήκες ξηρασίας και αλατότητας παρουσίασαν βλαστικότητα μεταξύ των θερμοκρασιών 10 και 30 °C. Αυτό δείχνει την ευαισθησία των μαύρων σπόρων χίας στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και την προτίμησή τους σε θερμοκρασίες της τροπικής και υποτροπικής ζώνης όπου ευδοκίμει με επιτυχία, κάτι που αναφέρεται και από τους Ayerza and Coates (2005). Στους λευκούς σπόρους χίας σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης η βλάστηση των σπόρων ήταν περιορισμένη καθώς πραγματοποιήθηκε σε μικρές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού και σε περιορισμένο θερμοκρασιακό εύρος, αυτό μαρτυρά την ευαισθησία των λευκών σπόρων χίας στην ξηρασία κάτι που φαίνεται και από τον χρόνο που απαιτήθηκε για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων. Υπο την επίδραση αλατότητας οι λευκοί σπόροι έδειξαν περιορισμένη βλαστικότητα η οποία παρουσιάστηκε σε μικρές συγκεντρώσεις ωσμωτικού δυναμικού και σε περιορισμένο θερμοκρασιακό εύρος, η ευαισθησία των λευκών σπόρων χίας στην αλατότητα φαίνεται και στο χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για το φύτρωμα του 50% του πληθυσμού των σπόρων. Όσον αφορά την επίδραση της θερμοκρασίας στους λευκούς σπόρους χίας, φαίνεται ότι σε συνθήκες ξηρασίας και αλατότητας η βλαστικότητα των σπόρων παρουσιάζεται κυρίως μεταξύ των θερμοκρασιών 10 και 20 °C και λιγότερο στις θερμοκρασίες των 25 και 30 °C. Αυτό δείχνει την ευαισθησία των λευκών σπόρων χίας στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, με κατάλληλες θερμοκρασίες για την βλάστηση του σπόρου να είναι αυτές που επικρατούν στην τροπική και υποτροπική ζώνη όπως αναφέρεται και από τους Ayerza and Coates (2005). Όσον αφορά τους υποπληθυσμούς των λευκών και μαύρων σπόρων χίας από την στατιστική ανάλυση που έγινε διαπιστώθηκε ότι σε συνθήκες ξηρασίας και αλατότητας υπήρξαν διαφορές στα τελικά ποσοστά βλάστησης με τους δύο υποπληθυσμούς να αντιδρούν διαφορετικά. Αυτό πιθανώς οφείλεται στην ανομοιομορφία του πληθυσμού των σπόρων. Όπως αναφέρεται από τους Ayerza and Coates (2005) μεταξύ των λευκών και μαύρων σπόρων χίας υπάρχει διαφορά στο μέγεθος τους με τους λευκούς να είναι λίγο μεγαλύτεροι από τους μαύρους ενώ σύμφωνα και με τους (Ayerza and Coates 1997, Ixtaina et al., 2006) μεταξύ των δύο υποπληθυσμών υπάρχουν διαφορές στην περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη και στην σύνθεση των λιπαρών οξέων παράγοντες που ίσως δικαιολογούν τις διαφορές που παρουσιάστηκαν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Ξένη

- Abugoch, L., Romero, N., Tapia, C., Silva, J., and Rivera, M. (2008). Study of some physico-chemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein iso-lates. *J. Agric. Food Chem.* 56, 4745–4750.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates (h). 1996b. Fatty acid composition, protein and oil content of chia (*Salvia hispanica* L.) grown in Colombia and Argentina. In *Abstracts of the third European symposium on industrial crops and products*, 1. Reims, France.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates. 1996. New industrial crops: Northwestern Argentina Regional Project. In *Progress in new crops*, ed. J. J. Janick, 46-51. Alexandria, Va.: ASHS Press.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates. 1997a. An omega-3 fatty acid enriched chia diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. In *Abstracts of an international conference of the Association for the Advancement of Industrial Crops*, 51.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates. 1999. An omega-3 fatty acid enriched chia diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. *Canadian Journal of Animal Science* 79:53-58.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates. 2000. Dietary levels of chia: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens. *Poultry Science* 78:724-39.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates. 2001. The omega-3 enriched eggs: the influence of dietary linolenic acid source combination on egg production and composition. *Canadian Journal of Animal Science* 81:355-62.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates. 2002a. Dietary levels of chia: influence on hen weight, egg production, and egg sensory quality. *British Poultry Science* 43(2): 283-90.
- Ayerza, R. (h), and W. Coates. 2002b. Influence of chia on total fat, cholesterol, and fatty acid profile of Holstein cow's milk. In *Abstracts of the annual meeting of the Association for the Advancement of Industrial Crops*, 8. Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

- Ayerza, R. (h), W. Coates, and M. Lauria. 2002. Chia as an omega-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meat, on growth performance and on meat flavor. *Poultry Science* 81:826-37.
- Ayerza, R.(h); Coates, W. Protein and oil content, perox-ide index and fatty acid composition of chia (*Salvia Hispanica* L.) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. *Trop. Sci.* 3,131-135 (2004).
- Ayerza, R., W. Coates, and B. Slaugh. 1999. Comparison of chia with other omega-3 sources for egg production. Eggland's Best, King of Prussia, Pa. Azcona, J. 2003. Composicion de lino, colza y chia. Convenio Functional Products-INTA. EERA-INTA Pergamino, Pergamino, Argentina, 1 p. Balick, M. J., and P. A. Cox. 1997. *Plants, people, and culture: the science of ethnobotany*.
- Ayerza, R., W. Coates. 2005. *Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs*. The University of Arizona Press. Tucson.
- Alam M.Z., T. Stuchbury, R.E.L. Naylor and M.A. Rashid, 2003. Water uptake and germination pattern of rice seeds under iso-osmotic solutions of NaCl and PEG, different concentrations of CaCl₂ and combinations of NaCl and CaCl₂. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6: 1059-1066.
- Almansouri M., J.M. Kinet and S. Lutts, 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231: 243-254.
- Al-Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A. and Kellogg, E. A. 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant Syst. Evol.* 259: 89-120.
- Anderson, G. and Olsson, G. 1950. Feldversuche mit Leindotter—*Camelina sativa* Crantz. *Sveriges Ustades. Tidskr.* 60: 440-458.
- Bertero, H.D.; King, R.W. & Hall, A.J., 2000. Photoperiod and temperature effects on the rate of leaf appearance in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Aus. J.Plant Physiol.*, 27(4): 349-356.
- Bhargava, A.; Shukla, S. & Ohri, D., 2005. *Chenopodium quinoa*-An Indian perspective. *Ind. Crop. Prod.*, 23: 73-87.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D., 2006. *Chenopodium quinoa* - An Indian perspective. *Industr. Crops Prod.*, 23,pp.73-87. DOI: 10.1016/j.indcrop.2005.04.002.
- Blamey, M. and Grey-Wilson, C. 1989. *The illustrated flora of Britain and Northern Europe*. Hodder & Stoughton, Toronto, ON, Canada.

- Bosque, S. H.; Lemeur, R.; Van Damme, P. & Jacobsen, S.E., 2003. Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Food Rev. Int.*, 19(1-2): 111-119.
- Chapman, V.J.: Salt marshes and salt deserts of the world. New York: Inter-Science Publ., 1960, pp.315-318
- Chaves M.M., Oliveira M.M. 2004. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits:prospects for water-saving agriculture. *J. Exp. Bot.* 55: 2365-2384.
- Christensen, S. A., Pratt, D. B., Pratt, C., Stevens, M. R., Jellen, E. N., Coleman, C. E. et al., 2007. Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) using microsatellite markers. *Plant. Genet. Res.*, 5, pp.82–95.
- Coates, W., Ayerza Jr., R., 1996. Production potential of Chia innorthwestern Argentina. *Ind. Crops Prod.* 5, 229–233.
- Cusack, D., 1984. Quinoa: Grain of the Incas. *Ecologist*, 14:21-31
- Dalby, Andrew (2003), *Food in the ancient world from A to Z*, London, New York: Routledge,
- Danielsen, S., Bonifacio, A. and Ames, T., 2003. Diseases of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Rev. Int.*, 19, pp.43–59.
- Debez, A., Hamed, K.B., Grignon, C., Abdelly, C.H., 2004. Salinity effects on germination, growth and seed production of the halophyte *Cakile maritime*. *Plant and Soil* 262, 179–189.
- Delatorre-Herrera, J., Pinto, M., 2009. Importance of ionic and osmotic components of salt stress on the germination of four quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) selections. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69 (4), 477–485.
- Ehrensing, D. T. and Guy, S. O. 2008. *Camelina*. EM 8953-E. Oregon State University Extension Service, Corvallis, OR, USA. [Online] Available: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8953-e.pdf> [28 Sept. 2009].
- El Bassam, N. 2010. *Handbook of bioenergy crops. A complete reference to species, development and applications*. Earthscan LLC, Washington, DC, USA.
- El Hafid R., H. Smith Dan, M. Karrou and K. Samir, 1998. Physiological responses of spring durum wheat cultivars to early-season drought in a Mediterranean Environment. *Annals of Botany*, 81: 363-370.
- Fan X.W., Li F.M., Song L., Xiong Y.C., An L., Jia Y. 2009. Defense strategy of old and modern spring wheat varieties during soil drying. *Physiologia Plantarum*136: 310-323.

- Francis, A. and Warwick, S. I. 2009. The biology of Canadian weeds. 142. *Camelina alyssum* (Mill.) Thell.; *C. microcarpa* Andr. ex DC.; *C. sativa* (L.) Crantz. *Can. J. Plant Sci.* 89: 791–810.
- Fridén, F. 1972. Humlor och jordbruksväxter. *Svensk Frötidning* 41: 77–81. Fritz M. and R. Ehwald, 2010. Mannitol permeation and radial flow of water in maize roots. *New Phytologist*, 188: 210-217.
- Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., Campbell, M., Kon'kova, N. and Francis, C. 2010. *Camelina* (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analyses. *Genome* 53: 558–567.
- Gehringer, A., Friedt, W., Lühs, W. and Snowdon, R. J. 2006. Genetic mapping of agronomic traits in false flax (*Camelina sativa* subsp. *sativa*). *Genome* 49: 1555–1563.
- Gomez-Pando, L.R., Alvarez-Castro, R., de la Barra, E., 2010. Effect of salt stress on Peruvian germplasm of *Chenopodium quinoa* Willd.: a promising crop. *Journal of Agronomy and Crop Science* 196, 391–396.
- Gonzalez, J.A., Prado, F.E., 1992. Germination in relation to salinity and temperature in *Chenopodium quinoa* (Willd.). *Agrochimica (Italy)* 36 (1–2), 101–107.
- Gugel, R. K. and Falk, K. C. 2006. Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. *Can. J. Plant Sci.* 86: 1047–1058.
- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S-E., Shabala, S., 2011. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany* 62 (1), 185–193.
- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S-E., Shabala, S., 2011. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany* 62 (1), 185–193.
- Hellin, J., Hignman, S., 2003. Quinoa and food security. In: J. Hellin, S. Hignman (eds), *Feeding the Market: South American Farmers, Trade and Globalization*. Intermediate Technology Development Group (ITDG) Publishing, London, UK: 131-168.
- Ixtaina, V.Y., Nolasco, S.M., Tom' as, M.C., 2006. Caracterizaci 'on de semillas y aceite de chia (*Salvia hispanica* L.). In: *Proceedings of the II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, Córdoba, Argentina.
- Jacobsen S.E, 2003. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev Int* 19:167-177.
- Jacobsen, S.E., Jørgensen, I., Stølen, O., 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *Journal of Agricultural Science* 122, 47–52.

- Jacobsen, S.E., Joernsgaard, B., Christiansen, J.L., Stølen, O., 1999. Effect of harvesttime, drying technique, temperature and light on the germination of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Seed Science and Technology* 27, 937–944.
- Jacobsen, S.E., Quispe, H., Mujica, A., 2001. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes, *Scientists and Farmer-Partners in Research for the 21st Century*. CIP Program Report 1999–2000, pp. 403–408.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A., 2002. Genetic resources and breeding of the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Plant Genetic Resources Newsletter* 130, 54–61.
- Jacobsen, S.E.; Monteros, C.; Christiansen, J.L.; Bravo, L.A.; Corcuera, L.J., & Mujica, A., 2005. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. *Eur. J. Agro.*, 22(2): 131–139.
- Jensen, C.R.; Jacobsen, S.E.; Andersen, M.N.; Nunez, N.; Andersen, S.D.; Rasmussen, L. & Mogensen, V.O., 2000. Leaf gas exchange and water relations of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. *Eur. J. Agron.*, 13: 11–25.
- Kuljanabhagavad, T., Wink, M., 2009. Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. *Phytochem Rev* 8, pp.473-490.
- Knörzer, K.-H. 1978. Entwicklung und Ausbreitung des Leindotters (*Camelina sativa* s.l.). *Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 91: S. 187–195.*
- Koyro, H-W., Eisa, S.S., 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd. *Plant and Soil* 302, 79–90.
- Khan, M.A., Abdullah, Z., 2003. Salinity-sodicity induced changes in reproductive physiology of rice (*Oryza sativa*) under dense soil conditions. *Environmental and Experimental Botany* 49 (2), 145–157.
- Lizana C., Wentworth M., Martinez J.P., Villegas D., Meneses R., Murchie E.H., Pasienes C., Lercari B., Vernieri P., Horton P., Pinto M. 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress: I Effects of drought on yield and photosynthesis. *J Exp Bot.* 57: 685-697.
- Malcolm, C.V., Lindley, V.A., O'Leary, J.W., Runciman, H.V., Barrett-Lennard, E.G., 2003. Halophyte and glycophyte salt tolerance at germination and the establishment of halophyte shrubs in saline environments. *Plant and Soil* 253, 171–185
- MAAS, E.V. & HOFFMAN, G.J. (1977) Crop salt tolerance – current assessment. *ASCE Journal of Irrigation and Drainage*. Div.103(IR2):115-134.

- Mackay JB, Chapman VJ. 1954. Some notes on *Suaeda australis* Moq. var. *nova zelandica* var. nov. and *Mesembryanthemum australe* Sol. Ex Forst.f. Trans Royal Society of New Zealand 82: 41-47.
- McVay, K. A. and Lamb P. F. 2007. Camelina production in Montana. Field Crops No. D-16. Montana State University Extension, Bozeman, MT, USA.
- Murillo-Amador B., R. Lopez-Aguliar, C. Kaya, J. Larrinaga-Mayoral and A. Flores-Hernandez, 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Journal of Agriculture and Crop Science*, 188: 235-247.
- Oelke, E.A.; Putnam, D.H.; Teynor, T.M. & Oplinger, E.S., 1992. Alternative field crops manual. University of Wisconsin Cooperative Extension Service, University of Minnesota Extension Service, Centre for Alternative Plant and Animal Products.
- Plessers, A. G., McGregor, W. G., Carson, R. B. and Nakoneshny, W. 1962. Species trials with oilseed plants. II. Camelina. *Can. J. Plant Sci.* 42: 452–459.
- Putnam, D. H., Budin, J. T., Field, L. A. and Breene, W. M. 1993. Camelina: A promising low-input oilseed. Pages 314–322 in J. Janick and J. E. Simon, eds. *New Crops*. Wiley, New York, NY.
- Pulvento, C.; Riccardi, M.; Lavini, A.; d'Andria, R.; Iafelice, G. & Marconi, E., 2010. Field Trial Evaluation of Two *Chenopodium quinoa* Genotypes Grown Under Rain-Fed Conditions in a Typical Mediterranean Environment in South Italy. *Blackwell Verlag GmbH*, 196: 407—411.
- Prado, F.E., Boero, C., Gallardo, M., Gonzalez, J.A., 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. seeds. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 41, 27–34.
- Porcher, F. P. 1863. Resources of the Southern fields and forests, medical, economical, and agricultural. Being also a medical botany of the Confederate States; with practical information on the useful properties of the trees, plants, and shrubs. Steam-Power Press of Evans & Cogswell, Richmond, VA, USA. [Online] Available: <http://docsouth.unc.edu/imls/porcher/porcher.html> [19 Oct. 2009].
- Razzaghi, F. 2011. Acclimatization and agronomic performance of quinoa exposed to salinity, drought and soil-related abiotic stresses. Ph.D. Thesis. Department of Agroecology Science and Technology. Aarhus University. pp:1-124.
- Reynolds, T. SC Thompson, P. A. (1973). Effects of kinetin, gibberellins and (\pm) abscisic acid on the germination of lettuce (*Lactuca sativa*). *Physiologia Plantarum*, 28, 516.

- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S.E., 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa* -*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev. Int.*, 19 (1-2), pp.179-189.
- Robinson, R. G. 1987. Camelina: a useful research crop and a potential oilseed crop. *Minn. Agric. Exp. Stn. Bull.* 579–1987. University of Minnesota, St. Paul, MN, USA.
- Ruiz-Carrasco, K., Antognoni, F., Coulibaly, A.K., Lizardi, S., Covarrubias, A., Martinez, E.A., Molina-Montenegro, M.A., Biondi, S., Zurita-Silva, A., 2011. Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium transporter gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry* 49, 1333–1341.
- Ruffino, A.M.C., Rosa, M., Hilal, M., Gonzalez, J.A., Prado, F.E., 2010. The role of cotyledon metabolism in the establishment of quinoa (*Chenopodium quinoa*) seedlings growing under salinity. *Plant and Soil* 326, 213–224.
- Schabes, F.I., Sigstad, E.E., 2005. Calorimetric studies of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seed germination under saline stress conditions. *Thermochimica Acta* 428, 71–75.
- Schroeder, E. M. & Barton, L. V. (1939): Germination and growth of some rock garden plants. – *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 10: 235 – 255.
- Seneca, E. D. 1969. Germination response to temperature and salinity of four dune grasses from the Outer Banks of North Carolina. *Ecology* 50: 45-53.
- Schultze-Motel, W. 1939. Camelina. Pages 340–345 in G. Hegi, Ed. *Illustrierte flora von Mittel-Europa: Mit besonderer berücksichtigung von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz*, 2nd ed. Vol. 4. Carl Hanser, Munich, Germany.
- Springfield, H.W. 1966. Germination of fourwing saltbush seeds at different levels of moisture stress. *Agron. J.* 58: 149-150.
- Steppuhn, H., Falk, K. C. and Zhou, R. 2010. Emergence, height, grain yield and oil content of camelina and canola grown in saline media. *Can. J. Soil Sci.* 90: 151–164.
- Tadmor, N.H.; Cohen, Y.; Harpaz, Y. 1969. Interactive effects of temperature and osmotic potential on the germination of range plants. *Crop Science.* 9: 771-774.
- Tedin, V. O. 1922. Zur Blüten- und Befruchtungsbiologie der Leindotter (*Camelina sativa*). *Bot. Not.* 1922: 177–189.
- Thompson, P.A. (1974). Characterization of the germination responses to temperatures of vegetable crops. I. Tomatoes *Scient Host* 2: 35-54.

- Tobe, K., Li, X., Omasa, K., 2000. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). *Annals of Botany* 85, 391–396.
- Ueda A., M. Kanechi, Y. Uno and N. Inagaki, 2003. Photosynthetic limitations of a halophyte sea aster (*Aster tripolium* L.) under water stress and NaCl stress. *Journal of Plant Research*, 116: 65-70.
- Ungar, I.A.: *Adv.Front.Plant Sci.* 23,137-158 (1969)
- Urbaniak, S. D., Caldwell, C. D., Zheljaskov, V. D., Lada, R. and Luan, L. 2008a. The effect of cultivar and applied nitrogen on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. *Can. J. Plant Sci.* 88: 111–119.
- Vacher, J.J., 1998. Responses of two main Andean crops, quinoa and papa amarga to drought on the Bolivian Altiplano: significance of local adaptation. *Agr. Eco. Environ.*, 68: 99-108.
- Valencia-Chamorro S.A (2003): Quinoa. In: Cabal-Iero B.: *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 8. Academic Press, Amsterdam: 4895–4902.
- Valencia-Chamorro, S. A.; Quinoa. In: WRIGLEY, C.; CORKE, H.; WALKER, C.E. (Eds.). *Encyclopedia of Grain Science*. North Ryde: Academic Press, 2004. p. 918-925.
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L. and Martínez, E. A., 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agric.*, 90, pp.2541-2547.
- Vollmann, J., Damboeck, A., Eckl, A., Schrems, H. and Ruckenbauer, P. 1996. Improvement of *Camelina sativa*, an underexploited oilseed. Pages 357–362 in J. Janick, ed. *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA, USA.
- Yagmur M., D. Kaydan and N. Okut, 2007. Allevation of salinity stress during seed germination in wheat (*Triticum aestivum*) by potassium applications. *Indian Journal of Agricultural Science*, 77(6): 379-882.
- Zubr, J. 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Ind. Crops Prod.* 6: 113–119.

B. Ελληνική

- Καραμπουρνιώτης Γ. 2003. *Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών*. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο
- Καράταγλης Σ.Σ. 1999. *Φυσιολογία Φυτών*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Art of text.