



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
(πρώην Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων)

**Επίδραση υποστρωμάτων και θερμοκρασίας στη
βλαστικότητα και ανάπτυξη σπόρων αρμυρήθρας
(*Salicornia sp.*).**



Πτυχιακή εργασία των φοιτητριών

Παπαδοπούλου Μαρία
Παπουτσή Κωνσταντίνα

Αμαλιάδα 2020
Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Α. Λιόπα-Τσακαλίδη

Ευχαριστίες

Με αφορμή την παρούσα πτυχιακή που εκπονήθηκε στο εργαστήριο Βοτανικής και Ζιζανιολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, οφείλουμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπονήσή της και για την πολύτιμη βοήθεια και στήριξή τους. Αρχικά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα της πτυχιακής μας εργασίας, αναπληρώτρια καθηγήτρια Δρ. Αγλαΐα Λιόπα - Τσακαλίδη για την αδιάκοπη επιστημονική καθοδήγησή της, την αμέριστη και συνεχή ενθάρρυνση, βοήθεια και υποστήριξή της όπως και τις πολύτιμες συμβουλές της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μας εργασίας. Επιπρόσθετα οφείλουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μας και τους φίλους μας για την αγάπη τους και την συνεχή στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας όπου καταφέραμε με επιτυχία να ολοκληρώσουμε.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη	7
Abstract.....	9
Σκοπός της εργασίας.....	11
A. Θεωρητικό μέρος	12
Κεφάλαιο 1 ^ο	13
1.1 Αρμυρήθρα (<i>Salicornia europaea L.</i>).....	13
1.1.1 Συστηματική ταξινόμηση	13
1.1.1 Καταγωγή – Ιστορικό.....	14
1.1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	15
1.1.4 Γεωγραφική εξάπλωση των ειδών <i>Salicornia</i>	16
1.1.5 Τα είδη <i>Salicornia</i>	19
1.1.6 Οικολογία-Περιβάλλον.....	32
1.1.7 Φαρμακολογία	33
1.1.8 Χρήσεις.....	33
1.2 Αλόφυτα.....	35
1.3 Αλατότητα.....	35
1.4 Υποστρώματα ανάπτυξης.....	36
1.4.1 Οργανικά υλικά.....	37
1.4.2 Εδαφοβελτιωτικά.....	39
1.5 Επίδραση της θερμοκρασίας.....	42
1.6 Βλαστικότητα σπόρου	43
1.7. Αύξηση και ανάπτυξη φυτού.....	44
1.8 Πειραματικές μελέτες βλαστικότητας <i>Salicornia sp.</i>	44
B. Πειραματικό μέρος.....	51
Κεφάλαιο 2 ^ο	52
2.1 Επίδραση υποστρωμάτων και θερμοκρασίας στη βλαστικότητα και ανάπτυξη σπόρων αρμυρήθρας (<i>Salicornia sp.</i>)	52
2.1.1 Υλικά και μέθοδοι.....	52
2.2 Αποτελέσματα.....	53
2.2.1 Επίδραση των υποστρωμάτων και της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα και ανάπτυξη σπόρων αρμυρήθρας	53

2.2.1.1 Επίδραση της θερμοκρασίας 25 ⁰ C στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας	53
2.2.1.1.1 Επίδραση του NaCl στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25 ⁰ C και φωτοπερίοδο σκοτάδι.....	53
2.2.1.1.2 Επίδραση της τύρφης στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25 ⁰ C και φωτοπερίοδο σκοτάδι.....	54
2.2.1.1.3 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25 ⁰ C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	55
2.2.1.1.4 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25 ⁰ C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	55
2.2.1.1.5 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25 ⁰ C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	56
2.2.1.1.6 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25 ⁰ C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	57
2.2.1.1.7 Επίδραση της θερμοκρασίας 25 ⁰ C και της φωτοπεριόδου (24 ώρες σκοτάδι) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας.	58
2.2.1.2 Επίδραση της θερμοκρασίας 27 ⁰ C στη βλαστικότητα σπόρων 2.2.1.2.1 Επίδραση του NaCl στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας	60
σε θερμοκρασία 27 ⁰ C και δυο φωτοπεριόδους	60
2.2.1.2.2 Επίδραση της ουρίας στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27 ⁰ C και δυο φωτοπεριόδους	61
2.2.1.2.3 Επίδραση της τύρφης στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27 ⁰ C και δυο φωτοπεριόδους.....	62
2.2.1.2.4 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27 ⁰ C και δυο φωτοπεριόδους.....	63
2.2.1.2.5 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27 ⁰ C και δυο φωτοπεριόδους.....	65
2.2.1.2.6 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27 ⁰ C και δυο φωτοπεριόδους.....	66
2.2.1.2.7 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27 ⁰ C και δυο φωτοπεριόδους.....	67
2.2.1.2.8 Επίδραση της θερμοκρασίας 27 ⁰ C και της φωτοπεριόδου (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας	68
2.2.1.2.9 Επίδραση της θερμοκρασίας 27 ⁰ C και της φωτοπεριόδου (24 ώρες σκοτάδι) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας	70

2.2.2 Επίδραση των υποστρωμάτων και της θερμοκρασίας στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας	71
2.2.2.1 Επίδραση της θερμοκρασίας 25°C στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας	71
2.2.2.1.1 Επίδραση του NaCl στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	71
2.2.2.1.2 Επίδραση της τύρφης στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	72
2.2.2.1.3 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	73
2.2.2.1.4 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	74
2.2.2.1.5 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	75
2.2.2.1.6 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι	76
2.2.1.1.7 Επίδραση της θερμοκρασίας 25 ⁰ C και της φωτοπερίόδου (24 ώρες σκοτάδι) στην αύξηση φυταρίων αρμυρήθρας	77
2.2.2.2 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας	78
2.2.2.2.1 Επίδραση του NaCl στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους	78
2.2.2.2.2 Επίδραση της ουρίας στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους	79
2.2.2.2.3 Επίδραση της τύρφης στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους	80
2.2.2.2.4 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους	81
2.2.2.2.5 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους	82
2.2.2.2.6 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους	83
2.2.2.2.7 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους	84
2.2.2.2.8 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C και της φωτοπεριόδου (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι) στην αύξηση φυταρίων αρμυρήθρας	85

2.2.2.2.9 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C και της φωτοπεριόδου (24 ώρες σκοτάδι) στην αύξηση φυταρίων αρμυρήθρας	87
Συμπεράσματα	89
Βιβλιογραφία	90

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή με θέμα «Η επίδραση των υποστρωμάτων και της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα και στην ανάπτυξη σπόρων αρμυρήθρας (*Salicornia* sp.). », αποτελείται από δυο μέρη, το θεωρητικό και το πειραματικό. Στο θεωρητικό μέρος περιλαμβάνεται το πρώτο κεφάλαιο στο οποίο περιγράφεται η συστηματική ταξινόμηση του *Salicornia*, η καταγωγή και το ιστορικό του, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του, η γεωγραφική εξάπλωση των ειδών, γίνεται μια σύντομη αναφορά στα είδη, αναφέρεται η συμμετοχή του στην οικολογία και τη φαρμακολογία αλλά και οι χρήσεις του. Έπειτα παρατίθενται γενικά στοιχεία για τα αλόφυτα, την αλατότητα, τα υποστρώματα ανάπτυξης, τα ορυκτά υλικά και τα εδαφοβελτιωτικά ενώ αναφέρεται γενικότερα η επίδραση της θερμοκρασίας στα φυτά, η βλαστικότητα σπόρου, η αύξηση και ανάπτυξή του. Στο τέλος του κεφαλαίου περιγράφονται σημαντικές επιστημονικές μελέτες για τη βλαστικότητα των ειδών *Salicornia*. Στο πειραματικό μέρος παρουσιάζεται η μελέτη της επίδρασης των υποστρωμάτων του χλωριούχου νατρίου (40, 80, 120, 240mM NaCl), της ουρίας (2%, 5% urea), της τύρφης (peat), της χιτίνης (2%,3% chitin), του βιοάνθρακα (2%,5%,10%,15% biochar), της ζωικής κοπριάς αλόγου (2%,5%,10% horse) και προβάτου (2%,5%,10% sheep) σε σχέση με του μάρτυρα (H₂O) και της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα των σπόρων αρμυρήθρας και στην αύξηση του μήκους των φυταρίων, σε συνδυασμό με τη φωτοπερίοδο. Το πείραμα ακολούθησε τρεις πειραματικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο, σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού. Κάθε πειραματική δοκιμή περιλάμβανε 40 σπόρους για κάθε μεταχείριση με τρεις επαναλήψεις, σε τριβλία petri διαμέτρου Ø9 cm που περιείχαν 15g υπόστρωμα και 15ml H₂O. Η παρακολούθηση των σπόρων που βλαστούσαν και η μέτρηση του μήκους των φυταρίων γινόταν κάθε 3 ημέρες. Κάθε πειραματική δοκιμή είχε διάρκεια ενάμιση μήνα. Η υψηλότερη βλαστική ικανότητα από όλες τις πειραματικές δοκιμές και μεταχειρίσεις παρουσιάστηκε στους σπόρους σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι, σε υπόστρωμα με συγκέντρωση 40 mM NaCl και ουρία 5% με τιμή 7,5% ενώ δεν βλάστησαν σε κοπριά αλόγου 5%, κοπριά προβάτου 2% και 5%. Σε θερμοκρασία 25°C σε 24 ώρες σκοτάδι η υψηλότερη βλαστικότητα ήταν 5,8% σε συγκέντρωση 40 mM NaCl ενώ μηδενική ήταν στο μάρτυρα, στην ουρία 2% και 5% και στη κοπριά προβάτου 5%. Επιπλέον σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι μεγάλη βλάστηση είχαν οι σπόροι στην ουρία 2% με 5,8% ωστόσο δεν κατάφεραν να βλαστήσουν οι σπόροι στο μάρτυρα, σε συγκέντρωση 80 mM NaCl, στην ουρία 5%, στη τύρφη και στη κοπριά προβάτου 2%. Από την άλλη πλευρά το μεγαλύτερο

μήκος από όλες τις πειραματικές δοκιμές και τις μεταχειρίσεις είχαν τα φυτάρια που αναπτύσσονταν σε θερμοκρασία 25°C σε 24 ώρες σκοτάδι, σε συγκέντρωση 120 mM NaCl και σε θερμοκρασία 27°C σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι, σε συγκέντρωση 240 mM NaCl με 1,9 cm. Ωστόσο το μικρότερο ύψος σε θερμοκρασία 25°C σε 24 ώρες σκοτάδι, ήταν στο βιοάνθρακα 10% με 1,2 cm ενώ σε θερμοκρασία 27°C σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι, ήταν στο βιοάνθρακα 10% με 0,5 cm. Τέλος σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι η μεγαλύτερη αύξηση του μήκους των φυταρίων καταγράφηκε στη κοπριά προβάτου 5% με 1,8 cm, ωστόσο η μικρότερη που καταγράφηκε ήταν 0,5 cm σε συγκέντρωση 40 mM NaCl, στη χιτίνη 2% και 5% και στο βιοάνθρακα 15%.

Abstract

The present dissertation with topic "The effect of substrates and temperature on germination and growth of *Salicornia* seeds", consists of two parts, the theoretical and the experimental. The theoretical part includes the first chapter which is described the systematic taxonomy of the *Salicornia* sp., its origin and historical background, its morphological characteristics, the geographical distribution of species, there is a brief reference to the species and mentioned its involvement in ecology and pharmacology but also its uses. Afterward are quoted general informations about halophytes, salinity, growth substrates, mineral materials and soil improvements, while generally referred the effect of temperature on plants, seed germination and its growth and development. At the end of the chapter are described important scientific studies on the germination of *Salicornia* species. In the experimental part is presented the study of the effect of the substrates of sodium chloride (40, 80, 120, 240mM NaCl), urea (2%, 5%), peat, chitin (2%, 3%), biochar (2%, 5%, 10%, 15%), horse manure (2%, 5%, 10%) and sheep manure (2%, 5%, 10%), in relation to the witness (H₂O) and the temperature in the germination of *Salicornia* seeds and in increasing the length of the seedlings in combination with the photoperiod. The experiment followed three experimental tests that carried out in the laboratory, in a chamber of controlled conditions, temperature, humidity and lighting. Each experimental test included 40 seeds for each treatment, with three repetitions, in petri dishes with diameter of Ø9 cm which containing 15g substrate and 15ml H₂O. The monitoring of the seeds which were germinating and the measurement of seedling length was done every three days. Each experimental test lasted one and a half months. The highest germination capacity of all experimental tests and treatments was presented in the seeds at 27°C and photoperiod 12 hours light / 12 hours dark, on substrate with concentration of 40 mM NaCl and urea 5% with a value of 7.5% while they did not germinate in horse manure 5%, sheep manure 2% and 5%. At temperature of 25°C in 24 hours of darkness the highest germination was 5.8% at concentration of 40 mM NaCl while zero was in the witness, in urea 2% and 5% and in the sheep manure 5%. In addition, at temperature of 27 ° C in 24 hours of darkness, the seeds in urea 2% had high germination with 5,8%, however, the seeds failed to germinate in the witness, at concentration of 80 mM NaCl, in urea 5%, in peat and in the sheep manure 2%. On the other hand, the longest length had the seedling that were grown at 25°C in 24 hours of darkness, at concentration of 120 mM NaCl and at temperature of 27°C in 12 hours of lighting /12 hours of darkness, at concentration of 240 mM NaCl with 1.9 cm. However, the lowest height at 25°C in 24 hours of darkness was in biochar 10% with 1,2 cm while at

temperature of 27°C in 12 hours lighting /12 hours of darkness, it was in biochar 10% with 0.5 cm. Finally, at 27°C in 24 hours of darkness the greater increase of seedling length was recorded in sheep manure 5% with 1,8 cm, however, the lowest which was recorded was 0.5 cm at concentration of 40 mM NaCl, in chitin 2% and 5% and in biochar 15%.

Σκοπός της εργασίας

Το *Salicornia Europhaea* L. γνωστό ως αρμυρήθρα είναι ένα θαμνώδες, δικοτυλήδονο αλλόφυτο το οποίο ανήκει στην οικογένεια Amaranthaceae και αναπτύσσεται σε αλμυρά έλη. Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης των υποστρωμάτων, του χλωριούχου νατρίου (40, 80, 120, 240mM NaCl), της ουρίας (2%, 5% urea), της τύρφης (peat), της χιτίνης (2%,3% chitin), του βιοάνθρακα (2%,5%,10%,15% biochar), της ζωικής κοπριάς αλόγου (2%,5%,10% horse) και προβάτου (2%,5%,10% sheep) σε σχέση με του μάρτυρα (H₂O) ,στην βλάστηση σπόρων και στην ανάπτυξη του μήκους των φυτών της αρμυρήθρας (*Salicornia* sp.), σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες,(25 ± 1)°C και (27 ± 1)°C και δύο φωτοπεριόδους, 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι, στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.

Α. Θεωρητικό μέρος

Κεφάλαιο 1^ο

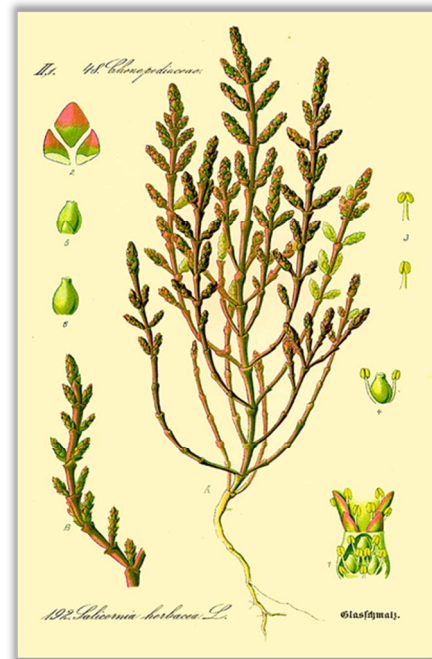
1.1 Αρμυρήθρα (*Salicornia europaea* L.)

1.1.1 Συστηματική ταξινόμηση

Το *Salicornia Europaea* L. γνωστό ως αρμυρήθρα, glasswort ή pickleweed είναι ένα χυμώδης, θαμνώδες, ανθοφόρο και δικοτυλήδονο αλλόφυτο το οποίο ανήκει στην οικογένεια Amaranthaceae και αναπτύσσεται σε αλμυρά έλη, αλίπεδα, παραλίες και μεταξύ μαγκρόβιων. Τα είδη *Salicornia* είναι ιθαγενή στη Βόρεια Αμερική, την Ευρώπη, τη Νότια Αφρική και τη Νότια Ασία. Τα κύρια ευρωπαϊκά είδη καταναλώνονται συχνά, τα οποία στη Βρετανία ονομάζονται samphire του βάλτου ενώ τα κύρια είδη της Βόρειας Αμερικής πωλούνται περιστασιακά στα καταστήματα τροφίμων ή εμφανίζονται σε καταλόγους εστιατορίων ως σπαράγγια της θάλασσας ή θαλασσινά χόρτα. Το φυτό αυτό μπορεί να αποθηκεύσει στα κύτταρα του 17% αλάτι και είναι μια τροφή πλούσια σε θερμίδες. Οι αρμυρήθρες περιέχουν βιταμίνες C και E και είναι πλούσιες σε ιώδιο και μεταλλικά στοιχεία. Από τους αρχαίους το αναφέρει μόνο ο Γαληνός.

Συστηματική Βοτανική Ταξινόμηση Αρμυρήθρα (*Salicornia Europaea* L.)

Βασίλειο:	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Τάξη:	Καρυοφυλλώδη (Caryophyllales)
Οικογένεια:	Αμαρανθοειδή (Amaranthaceae)
Υποοικογένεια:	Salicornioideae
Γένος:	Σαλικόρνια (<i>Salicornia</i>)
Είδος:	<i>Salicornia Europaea</i> L.



Εικόνα 1. *Salicornia europaea* L.

1.1.1 Καταγωγή – Ιστορικό

Το γένος *Salicornia* δημιουργήθηκε κατά πάσα πιθανότητα κατά τη διάρκεια του Μειόκαινου στην περιοχή μεταξύ της λεκάνης της Μεσογείου και της Κεντρικής Ασίας. Εξελιγμένο από το πολυετές και ευαίσθητο στον παγετό γένος *Sarcocornia*, η ετήσια, έντονα διασταυρωμένη και ανθεκτική στον παγετό *Salicornia* διαφοροποιήθηκε κατά τα τέλη της Πλειόκαινου έως τις αρχές της Πλειστόκαινου εποχής. Με γεγονότα διηπειρωτικής διασποράς, έφθασαν στη νότια Αφρική δύο φορές, στη Βόρεια Αμερική τουλάχιστον τρεις φορές. Δύο τετραπλοειδείς καταγωγές επεκτάθηκαν γρήγορα, με την ικανότητα να εγκαθίστανται σε χαμηλότερες ζώνες των αλμυρόβαλτων από τους διπλοειδείς συγγενείς τους. Η ομομιξία και η γεωγραφική απομόνωση οδήγησαν σε ένα μεγάλο αριθμό αναπαραγωγικών απομονωμένων ειδών, τα οποία είναι ελάχιστα διαφοροποιημένα.

Το γένος *Salicornia* περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1753 από τον Carl Linnaeus. Η *Salicornia europaea* επιλέχθηκε ως τύπος ειδών. Η ταξινομική ταξινόμηση αυτού του γένους είναι εξαιρετικά δύσκολη (και χαρακτηρίζεται "ταξινομικός εφιάλτης"), ο προσδιορισμός των ειδών φαίνεται σχεδόν αδύνατος για τους μη ειδικούς. Δεδομένα έδειξαν ότι η ταξινομική σύγχυση στο *Salicornia* έχει δύο βασικούς λόγους: (1) Η απουσία μιας συνολικής αναθεώρησης και παρουσία υψηλής φαινοτυπικής πλαστικότητας, όπου οι ίδιοι ευρέως διαδεδομένοι γονότυποι έχουν διαφορετικά ονόματα σε διαφορετικές περιοχές και (2) ο εντυπωσιακός μορφολογικός παραλληλισμός και η ασθενής μορφολογική διαφοροποίηση οδήγησαν στην εσφαλμένη εφαρμογή του ίδιου ονόματος σε διαφορετικούς γονότυπους σε μια περιοχή. Δεδομένου ότι τα χυμώδη φυτά χάνουν τα χαρακτηριστικά τους κατά την ξήρανση, τα δείγματα χερμαρίου συχνά δεν μπορούν να προσδιοριστούν με βεβαιότητα και είναι λιγότερο κατάλληλα για ταξινομικές μελέτες. Επίσης η αρμυρήθρα αναφέρεται από τον Ελβετό φιλέλληνα Μάγιερ στο ημερολόγιο της Β΄ πολιορκίας του Μεσολογγίου, όπως το κατέγραψε στην εφημερίδα «Ελληνικά Χρονικά» που εξέδιδε μέσα στη πολιορκημένη πόλη. « Έκτοτε δε ήρχισαν οι πολιορκούμενοι να τρέφονται με το κρέας των εν τη πόλει ίπων , όνων , κυνών , γαλών , μυών κλπ. και εκ θαλασσίων καρκίνων και χόρτου , εκ των αρμυρηθρών λεγομένων... » Ακόμα ο αρχαίος γιατρός Γαληνός γράφει πως οι αρχαίοι Έλληνες έκαιγαν τις αρμυρήθρες μετατρέποντας τις στάχτες δηλαδή το χλωριούχο νάτριο σε ανθρακικό νάτριο, το οποίο το χρησιμοποιούσαν ως σόδα για να φτιάξουν σαπούνι. Η εισαγωγή της διαδικασίας LeBlanc για τη βιομηχανική παραγωγή ανθρακικού νατρίου αντικατέστησε τη χρήση φυτικών πηγών το πρώτο μισό του 19ου αιώνα. Το Umari keerai χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη σε εργοστάσια χαρτιού και χαρτονιού.

1.1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα είδη *Salicornia* είναι μικρά ετήσια βότανα και χαρακτηρίζονται από μια εξαιρετικά μειωμένη μορφολογία. Οι βλαστοί τους αναπτύσσονται είτε ευθεία είτε οριζόντια κοντά στο έδαφος και καταλήγουν όρθιοι. Οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί στο κύριο στέλεχος αναπτύσσονται σε πρωτογενείς κλάδους που παράγουν δευτερογενείς κλάδους. Τα στελέχη τους τα οποία είναι διακλαδισμένα ή απλά, είναι σαρκώδη, λεία και φαινομενικώς αρθρωτά ενώ τα παλαιότερα στελέχη μπορεί να είναι ξυλώδη. Τα απέναντι φύλλα είναι μικρά, σαρκώδη, άμισχα και συμφυείς τα οποία περικλείουν το στέλεχος και εκτείνονται προς τα κάτω κατά μήκος του σχηματίζοντας έτσι τις αρθρώσεις με κυλινδρικά μεσογονάτια διαστήματα. Τα λογχοειδή φύλλα αποτελούνται από μικρά, οριοθετημένα, φυλλώδη, μεμβρανώδη τμήματα. Πολλά είδη είναι πράσινα, αλλά το φύλλωμά τους γίνεται κόκκινο το φθινόπωρο κοντά στο τέλος του κύκλου. Όλα τα στελέχη τερματίζουν σε ένα βοτρυοειδές άνθος, το στάχυ, σαν μια συνδεδεμένη ταξιανθία ενός κεντρικού άξονα που συναθροίζονται στο άκρο πυκνά άμισχα άνθη. Κάθε σύνδεσμος αποτελείται από δύο μικρά βράκτια, απέναντι το ένα από το άλλο με συνήθως 1-3 άνθη κυματοειδής ταξιανθίας τα οποία είναι σφικτά ενσωματωμένα στις κοιλότητες του κύριου άξονα και μερικώς κρυμμένα από τα βράκτια. Τα λουλούδια είναι διαταγμένα σ'ένα τρίγωνο με τα δύο πλευρικά άνθη να βρίσκονται κάτω από το κεντρικό άνθος. Τα ερμαφρόδιτα άνθη είναι περισσότερο ή λιγότερο ακτινικά συμμετρικά με ένα περιάνθιο από τρία αδιαφοροποίητα πέταλλα και σέπαλλα, συνδεδεμένα κοντά στην κορυφή. Υπάρχουν 1-2 στήμονες και μια ωοθήκη με δύο στίγματα. Το περιάνθιο περιβάλλει διαρκώς το καρπό. Το περικάρπιο είναι μεμβρανώδες. Ο κατακόρυφος σπόρος είναι ελλειψοειδής, με κιτρινωπό σκούρο καφέ χρώμα, μεμβρανώδες με τριχωτό κάλυμμα σπόρου. Ο σπόρος δεν περιλαμβάνει περισπέρμιο και χαρακτηρίζεται από ετερομορφισμό, δηλαδή οι σπόροι από το ίδιο φυτό έχουν διαφορά στο μέγεθος, το χρώμα ή το σχήμα και είναι το αποτέλεσμα μιας προσαρμογής σε περιβάλλοντα ερήμου, διότι κάθε σπόρος που βλασταίνει μεταμορφώνεται υπό διαφορετικές συνθήκες. Όπως και τα περισσότερα μέλη της υποοικογένειας *Salicornioideae*, τα είδη *Salicornia* χρησιμοποιούν τη μεταβολική οδό σταθεροποίησης του άνθρακα C3 για να προσλάβουν το διοξείδιο του άνθρακα από τη ατμόσφαιρα του περιβάλλοντος.



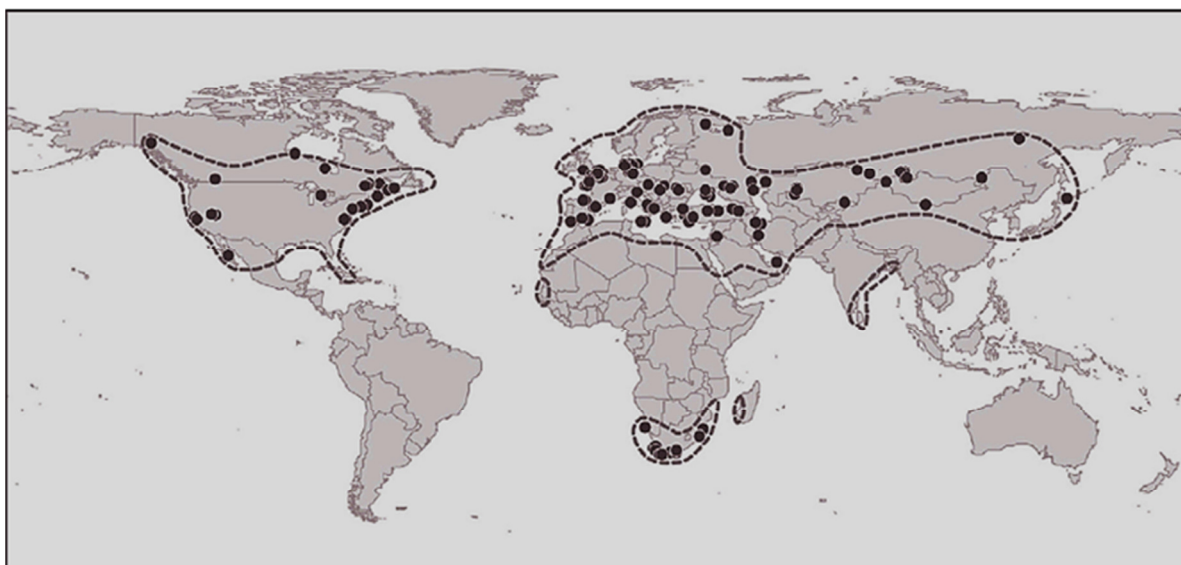
Εικόνα 1. Σπόροι *Salicornia bigelovii*



Εικόνα 3. Άνθος αμυρήθρας

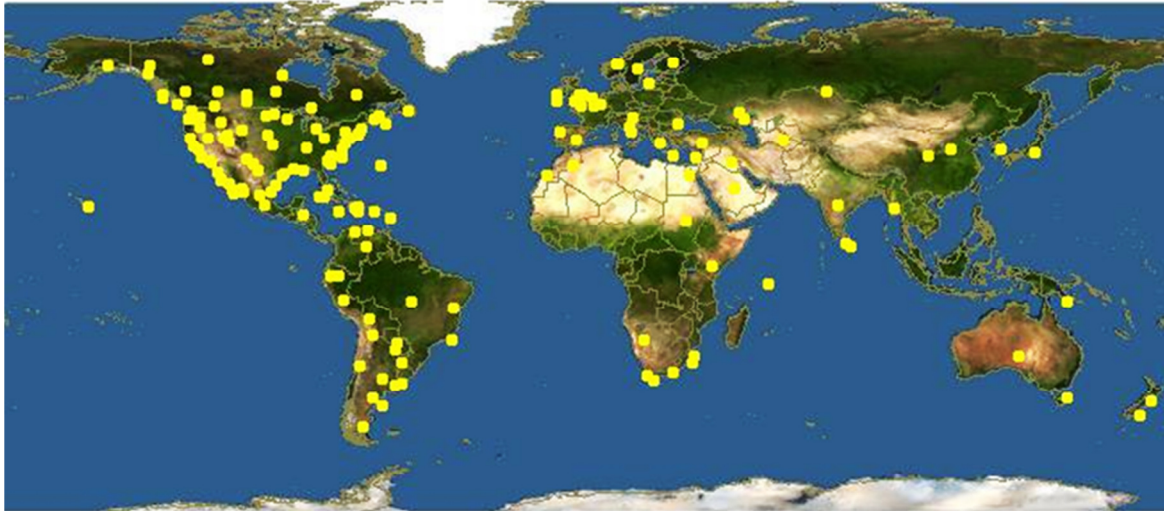
1.1.4 Γεωγραφική εξάπλωση των ειδών *Salicornia*

Τα είδη *Salicornia* κατανέμονται ευρέως πάνω από το Βόρειο Ημισφαίριο και τη Νότια Αφρική και επεκτείνονται από τις υποτροπικές έως τις υποαρκτικές περιοχές ενώ απουσιάζουν σχετικά από τη Νότια Αμερική και την Αυστραλία. Αναπτύσσονται σε παράκτια αλμυρά έλη και σε εγχώριους οικότοπους με αλατούχο περιβάλλον όπως οι όχθες των αλμυρών λιμνών. Τα είδη *Salicornia* είναι αλλόφυτα και μπορούν γενικά να αναπτυχθούν σε αλατούχο νερό. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή των ειδών *Salicornia* που συμμετείχαν στην ανάλυση του ETS σε έρευνα των Gudrun Kadereit, Peter Ball, Svetlana Beer, Ladislav Mucina, Dmitry Sokoloff, Patrick Teege, Ahmet E. Yaprak και Helmut Freitag (2007).



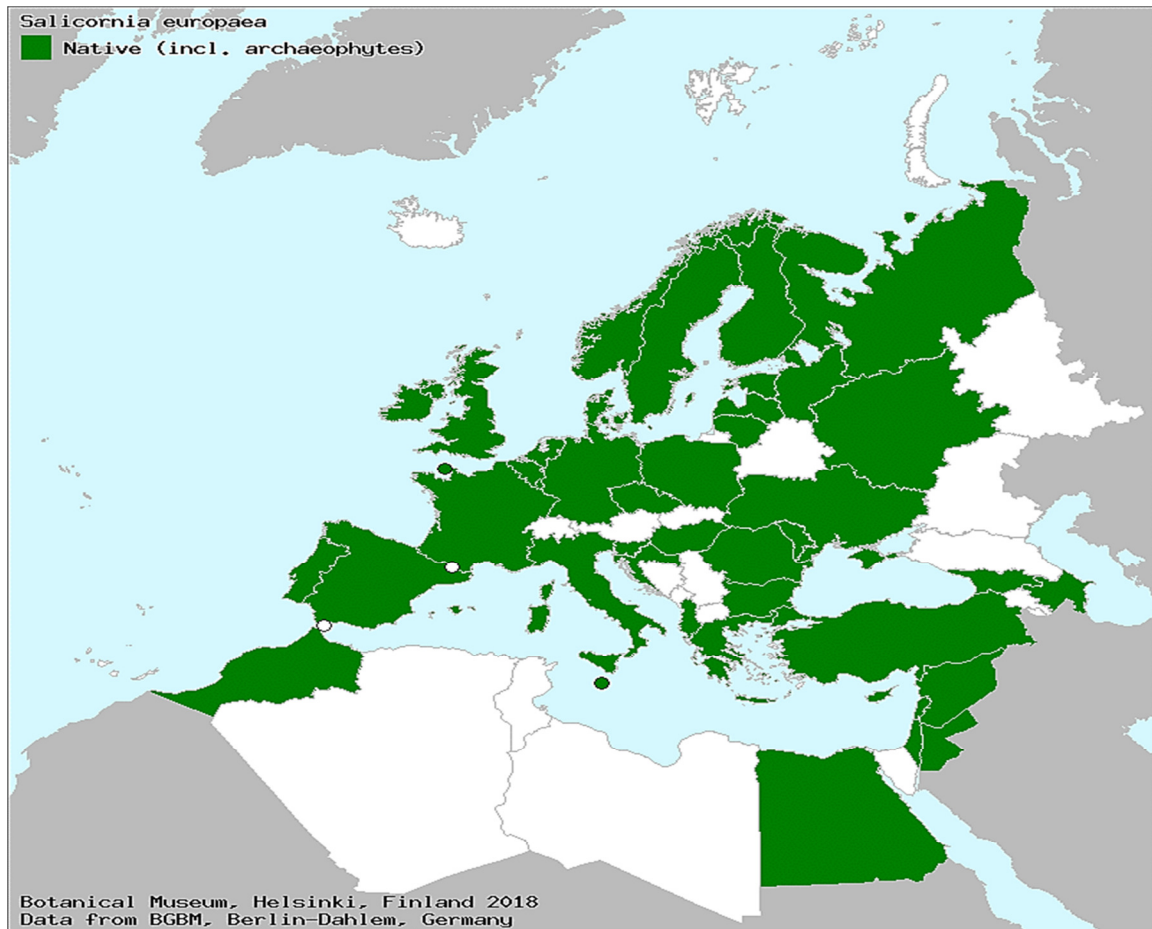
Εικόνα 4. Γεωγραφική εξάπλωση είδους *Salicornia* 2007

Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων για φυτά από το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής παρατηρούμε στο παρακάτω χάρτη πως έχει εξελιχθεί μέχρι και σήμερα η παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση των ειδών *Salicornia*. Διαπιστώνουμε λοιπόν πως διάφορα είδη *Salicornia* εξαπλώθηκαν μέχρι την Νότια Αμερική, την Σκανδιναβία, την Ωκεανία αλλά και σε περιοχές της Νότιας και Ανατολικής Ασίας ενώ διακρίνουμε πως αυξήθηκε ο πληθυσμός τους στη Βόρεια Αμερική.



Εικόνα 5. Γεωγραφική εξάπλωση είδους *Salicornia*, Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής.

Επίσης το Βοτανικό Μουσείο του Ελσίνκι το 2018 ,με στοιχεία από το Βοτανικό Κήπο και Μουσείο του Βερολίνου, απεικόνισε σε χάρτη τη γεωγραφική εξάπλωση του αυτοφυούς είδους *Salicornia Europaea* L. (Αρμυρήθρα) στις περιοχές της Μεσογείου. Παρατηρούμε πως το είδος αυτό έχει εξαπλωθεί σε ολόκληρη σχεδόν την Ευρώπη αλλά και σε χώρες που βρέχονται από τη Μεσόγειο θάλασσα όπως το Μαρόκο, η Αίγυπτος, το Ισραήλ, ο Λίβανος, η Συρία αλλά και η Ιορδανία.



Εικόνα 6. Γεωγραφική εξάπλωση είδους *Salicornia* στη Μεσόγειο, Βοτανικό Μουσείο Ελσίνκι 2018.

Η αρμυρήθρα φυτρώνει σε όλα τα αλίπεδα της Ελλάδας, από το νησί της Λήμνου στο Αιγαίο μέχρι τους υγρότοπους του Πάρνωνα στην Πελοπόννησο. Είναι δημοφιλές καλοκαιρινό χορταρικό στα Ανατολικά της Αττικής και φυτρώνει σε ποσότητες στον υδροβιότοπο της Βραυρώνας. Ακόμα θαμνωδεις αρμυρήθρες φύονται στα Δέλτα Αξιού, Νέστου και Έβρου, στις λιμνοθάλασσες Κοτυχίου του νομού Ηλείας , Γιάλοβας στο Ναυαρίνο της Πύλου, Κορισίων της Κέρκυρας, του Μεσολογγίου , του νομού Ροδόπης αλλά και σε υγροτόπους της Αχαΐας, του Έβρου, της Κρήτης κ.α.



Εικόνα 7. Αρμυρήθρα, Λιμνοθάλασσα Κοτυχίου

1.1.5 Τα είδη *Salicornia*

Με βάση τη μοριακή γενετική έρευνα (Kadereit et al., 2007, 2012), το *Salicornia* περιλαμβάνει τα ακόλουθα είδη:

1) Στην Ευρασία φύονται είδη από την ομάδα του:

- *Salicornia europaea*

ΚΡΥΠΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΕΙΔΟΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
<i>Salicornia europaea</i> L.	<i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>europaea</i>	Κατά μήκος των ακτών από τη νότια Ισπανία έως τη βόρεια Σκανδιναβία.
	<i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>disarticulata</i> (Moss) Lambinon & Vanderpoorten	Ατλαντικές ακτές της Βρετάνης, της Ολλανδίας και της νότιας Αγγλίας.
	<i>Salicornia europaea</i> subsp. × <i>marshallii</i> Lambinon & Vanderpoorten (υβρίδιο των δύο προηγούμενων υποειδών).	Ατλαντικές ακτές της Βρετάνης, της Ολλανδίας.

S	s	η
n	u	ς
.	b	Μ
	s	ε
	p	σ
	.	ο
	p	γ
	r	ε
	o	ί
	c	ο
	u	υ
	n	
	b	κ
	e	α
	n	ι
	s	
		τ
		ο
		υ
		Α
		τ
		λ
		α
		ν
		τ
		ι
		κ
		ο
		ύ
		,
		α
		π
		ό
		τ
		ο
		Μ
		α
		ρ
		ό
		κ
		ο
		έ
		α
		ς

	τ
	η
	Σ
	κ
	α
	ν
	δ
	ι
	ν
	α
	β
	ι
	α
	,
	α
	τ
	η
	ν
	Π
	ο
	υ
	ρ
	κ
	ι
	α
	κ
	α
	ι
	α
	τ
	η
	ν
	Ο
	υ
	κ
	ρ
	α
	ν
	ι
	α
	.
S	Ι
a	ο
l	υ

i p
c k
o i
r o
n
i a
p
r o
c u
n b
e n
s
s u
b
s p
. f
r e
i t
a g
i i
(Y
a p
r a
k
&
Y
a
r
d

a k u l o l) C · K a d e r e i t & P i i r a i n e n	S A κ τ é ς τ η ς Λ ε υ κ η ς Ε ά
---	---

n	λ
s	α
s	σ
u	α
b	ς
s	
p	κ
.	α
	ι
p	τ
o	τ
j	η
a	ς
r	
k	θ
o	ά
v	λ
a	α
e	σ
	σ
(α
S	ς
e	
n	τ
e	ο
n	υ
o	
v	Μ
a	π
)	ά
	ρ
C	ε
.	ν
	τ
K	ς
a	.
d	
e	
r	
e	
i	
t	
	&
P	
i	
i	
r	

a	α
i	ι
n	ν
e	ε
n	ν
S	Σ
a	α
l	λ
i	ι
c	κ
o	ο
r	ρ
n	ν
i	ι
a	α
v	υ
p	π
r	ρ
o	ο
c	κ
u	υ
n	ν
b	β
e	ε
n	ν
s	σ
s	σ
u	υ
b	β
s	σ
))
p	π
.	.
h	η
e	ε
t	τ
e	ε
r	ρ
a	α
n	ν
t	τ
h	η
a	α
((
S	Σ
.	.
S	Σ
.	.

p e r s i c a	p e r s i c a
A k h a n i	S a l i c o r n i a p e r s i c a s u b s p i r
	Σ τ ο Ι ρ ό ν , σ τ η ν α ν α τ ο λ υ κ ή ν Μ ε σ

a	ó
n	γ
i	ε
c	ι
a	ο
,	,
((
A	κ
k	α
h	ι
a	
n	σ
i	τ
))
C	N
.	ο
K	τ
a	ο
d	δ
e	υ
r	τ
e	ι
t	κ
	ή
&	A
P	σ
i	ί
i	α
r	.
a	
i	
n	
e	
n	



Εικόνα 9.
Salicornia procumbens subsp. procumbens

2) Στη Βόρεια Αμερική βρίσκουμε τα είδη:

ΕΙΔΟΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
<i>Salicornia maritima</i> S.L. Wolff & Jefferies (γενετικά πανομοιότυπο με το <i>Salicornia europaea</i>).	Στις ακτές του νοτιοανατολικού Καναδά, στις βορειοανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες και στη νότια Αλάσκα.

Salicornia bigelovii Torrey	Στο κόλπο του Μεξικού, στις ακτές του Ατλαντικού στο Μείν και στη νότια Καλιφόρνια.
Salicornia depressa Standley (syn. Salicornia virginica)	Στις ακτές του Ειρηνικού από την Αλάσκα έως τη Καλιφόρνια και στις ακτές του Ατλαντικού από τον Καναδά μέχρι τη Νότια Καρολίνα.
Salicornia rubra A. Nelson	Σε αλμυρούς οικοτόπους των κεντρικών Ηνωμένων Πολιτειών και του Καναδά.



Εικόνα 10. *Salicornia bigelovii*

3) Στην Αφρική συναντάμε τα είδη:

ΕΙΔΟΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
<i>Salicornia praecox</i> A.Chev.	Δυτική Σενεγάλη
<i>Salicornia senegalensis</i> A.Chev.	Δυτική Σενεγάλη
<i>Salicornia perrieri</i> A.Chev.	Στις ανατολικές ακτές της Αφρικής από τη Μοζαμβίκη έως το Κουαζούλου-Νατάλ, στη Μαδαγασκάρη στην Τανζανία και στη Ζανζιβάρη.
<i>Salicornia pachystachya</i> Bunge ex Ungern-Sternb.	Στις ανατολικές ακτές της Αφρικής από τη νότια Κένυα έως το Κουαζούλου-Νατάλ και στη Μαδαγασκάρη.

Salicornia meyeriana Moss	Στις νοτιοαφρικανικές ακτές από το Vanrhynsdorp έως το Durban.
Salicornia uniflora Toelken	Στη νοτιοδυτική Ναμίμπια και βορειοδυτικά της νότιας Αφρικής.



Εικόνα 11. *Salicornia brachiata*

4) Τέλος στην νότια Ασία φύεται το *Salicornia brachiata* Roxb. και συγκεκριμένα στις ακτές της Σρι Λάνκα και από την Ανατολική Ινδία έως τη Βεγγάλη.

1.1.6 Οικολογία-Περιβάλλον

Τα είδη *Salicornia* χρησιμοποιούνται ως φυτά τροφής από τις προνύμφες ορισμένων λεπιδόπτερον ειδών, συμπεριλαμβανομένων των *Coleophora C. atriplicis* και *C. salicorniae*. Τα τελευταία τρέφονται με *Salicornia* spp. αποκλειστικά. Τα φυτά αυτά χρησιμοποιούνται σε φυτοεξαγωγή, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην αφαίρεση σεληνίου από το έδαφος, το οποίο απορροφάται από το φυτό και στη συνέχεια απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα για να διασκορπιστεί από τους ανέμους που επικρατούν. Το είδος *Salicornia bigelovii* έχει βρεθεί ότι έχει μέσες τιμές πτητικότητας 10-100 φορές υψηλότερες από άλλα είδη.

1.1.7 Φαρμακολογία

τη Νότιο Κορέα η Phyto Corporation, η οποία είναι μια καινοτόμος εταιρεία τροφίμων και βιοτεχνολογίας που δημιουργεί το μέλλον των τροφίμων με *Salicornia*, έχει αναπτύξει μια τεχνολογία εξόρυξης άλατος χαμηλού νατρίου από το *Salicornia europaea*, ένα φυτό που συσσωρεύει το αλάτι. Η εταιρεία ισχυρίζεται ότι το φυσικά παραγόμενο αλάτι από αυτό το φυτό είναι αποτελεσματικό στη θεραπεία της υψηλής αρτηριακής πίεσης και της λιπαρής ηπατικής νόσου, μειώνοντας την πρόσληψη νατρίου. Η εταιρεία έχει επίσης αναπτύξει μια αφαλατωμένη σκόνη από το *Salicornia* που περιέχει αντιοξειδωτικές και αντιθρομβωτικές πολυφαινόλες, που ισχυρίζονται ότι είναι αποτελεσματικές στη θεραπεία της παχυσαρκίας και της αρτηριοσκλήρωσης καθώς και ότι παρέχουν ένα μέσο για την επίλυση της παγκόσμιας έλλειψης τροφίμων.

1.1.8 Χρήσεις

Το *Salicornia europaea* είναι βρώσιμο, είτε μαγειρεμένο είτε ωμό. Στην Αγγλία, είναι ένα από τα πολλά φυτά που είναι γνωστά ως *samphire*, ο όρος *samphire* πιστεύεται ότι είναι μια διαφθορά του γαλλικού ονόματος, *Saint-Pierre*, που σημαίνει "βότανο του Αγίου Πέτρου". Στην ανατολική ακτή του Καναδά, το φυτό είναι γνωστό ως χόρτο και είναι μια τοπική λιχουδιά. Στη νοτιοανατολική Αλάσκα, είναι γνωστή ως σπαράγγια της παραλίας. Στη Νέα Σκωτία, στον Καναδά, είναι γνωστά ως πόδια κορακιού. Στη Βρετανική Κολομβία, στον Καναδά, είναι γνωστά ως θαλάσσια σπαράγγια ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι γνωστά γαστρονομικά ως φασόλια. Το *Samphire* συνήθως μαγειρεύεται, είτε στον ατμό είτε στο φούρνο μικροκυμάτων, και προστίθεται βούτυρο ή ελαιόλαδο. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε αλάτι, πρέπει να μαγειρεύεται χωρίς αλάτι, σε άφθονο νερό. Έχει ένα σκληρό, ινώδες πυρήνα, και μετά το μαγείρεμα, η βρώσιμη σάρκα τραβιέται από αυτόν και μοιάζει με τα φύκια στο χρώμα, και η γεύση και η υφή είναι σαν τα νεαρά στελέχη σπανακιού ή τα σπαράγγια. Το *Samphire* χρησιμοποιείται συχνά ως το κατάλληλο συνοδευτικό για ψάρι ή θαλασσινά αλλά και για σαλάτες όπως και στη Χαβάη. Στην Ελλάδα, το καλοκαίρι τα τρυφερά βλαστάρια της αρμυρήθρας γίνονται μια βραστή σαλάτα και τρώγονται με ελαιόλαδο και λεμόνι. Εκτός από το *S. europaea*, οι σπόροι του *S. bigelovii* παράγουν ένα βρώσιμο έλαιο. Η εδωδιμότητά του όμως διακυβεύεται επειδή περιέχει σαπωνίνες, οι οποίες είναι τοξικές υπό ορισμένες συνθήκες. Ακόμα χρησιμοποιείται και ως ζωοτροφή για βοοειδή, πρόβατα και αίγες.



Εικόνα 12. Αρμυρήθρα στη μαγειρική

Στη Καλιπτιγία, στη Σρι Λάνκα, χρησιμοποιείται για τη εκτροφή των γαϊδουριών. Χρησιμοποιείται επίσης ως πρώτη ύλη σε εργοστάσια χαρτιού και χαρτονιού. Οι σπόροι παράγουν πλούσιο σε πρωτεΐνες έλαιο και η ξηρή βιομάζα μπορεί να θρυμματιστεί για να φτιαχτούν μπρικέτες καυσίμων. Επειδή το *Salicornia bigelovii* μπορεί να καλλιεργηθεί χρησιμοποιώντας αλμυρό νερό και οι σπόροι του περιέχουν υψηλά επίπεδα ακόρεστου ελαίου (30% κ.β., ως επί το πλείστον λινελαϊκό οξύ) και πρωτεΐνης (35% κ.β.), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ζωοτροφών και ως πρώτη ύλη βιοκαυσίμων σε παράκτια γη όπου δεν είναι δυνατή η καλλιέργεια συμβατικών καλλιεργειών. Σε πειραματικά πεδία έχουν φυτευτεί *Salicornia* στο Ras Al Khair, στην Ερυθραία και στη Σονόρα με στόχο την παραγωγή βιοντίζελ. Η εταιρεία που είναι υπεύθυνη για τις δοκιμές στη Sonora (Global Seawater) ισχυρίζεται ότι μεταξύ 225 και 250 γαλόνια BQ-9000 βιοντίζελ μπορούν να παραχθούν ανά εκτάριο με *salicornia* και προωθεί ένα σχέδιο ύψους 35 εκατομμυρίων δολαρίων για τη δημιουργία ενός αγροκτήματος 12.000 στρεμμάτων με *salicornia* στο Bahia de Kino. Στην Ινδία, οι ερευνητές του Κεντρικού Ινστιτούτου Έρευνας Αλάτων και Θαλάσσιων Χημικών Προϊόντων ανέπτυξαν μια διαδικασία για να παράγουν μαγειρικό αλάτι από το *Salicornia brachiata*. Το προϊόν που προέκυψε είναι γνωστό ως φυτικό αλάτι και πωλείται με την εμπορική ονομασία Saloni.

1.2 Αλόφυτα

Αλόφυτα ονομάζονται τα φυτικά είδη τα οποία ευδοκιμούν και αναπτύσσονται σε αλατούχα εδάφη, δηλαδή με υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων από 200 mM NaCl και άνω. Συνήθως τα συναντάμε σε τροπικές περιοχές, έλη, ακτές, βάλτους μαγκρόβιων, σε ημι-ερήμους ακόμα και σε λίμνες. Αντίθετα γλυκόφυτα χαρακτηρίζονται τα φυτικά είδη τα οποία είναι ευαίσθητα σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος, δηλαδή 50 mM NaCl. Έχει παρατηρηθεί πως τα δικότυλα αλόφυτα εμφανίζουν υψηλότερη ανθεκτικότητα από τα μονοκότυλα. Ενώ τα καλλιεργούμενα είδη είναι ευαίσθητα στην αλατότητα, τα αγρωστώδη και ιδιαίτερα το κριθάρι, παρουσιάζουν υψηλότερη ανθεκτικότητα σε σχέση με τα περισσότερα δικότυλα. Τα αλόφυτα διακρίνονται σε γνήσια ή υποχρεωτικά αλόφυτα, τα οποία φυτρώνουν αποκλειστικά σε αλατούχα εδάφη και σε αλμυρά νερά, και σε προαιρετικά τα οποία ευδοκιμούν και σε εδάφη απαλλαγμένα από άλατα. Διαθέτουν μηχανισμούς που τα προσαρμόζουν στο τοξικό περιβάλλον και στη ξηρασία των αλατούχων εδαφών καθώς μπορούν να αντλήσουν το νερό απ' αυτά ενώ ανεβάζουν την ωσμωτική τους πίεση αποθηκεύοντας άλατα. Τα αλόφυτα αποτελούν μόνο το 2% της χλωρίδας του πλανήτη μας και θεωρούνται υποσχόμενες πηγές βιοκαυσίμων.

1.3 Αλατότητα

Η αλατότητα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το έδαφος, το νερό και την ανάπτυξη των φυτών. Αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων ιόντων (κατά κανόνα Na^+ και Cl^-), κυρίως στο περιβάλλον της ρίζας. Το νάτριο (Na) περιέχεται στα άλατα και είναι από τα πιο επιβλαβή, γιατί δρα δυσμενώς στη δομή του εδάφους, μειώνοντας τον αερισμό του με συνέπεια να εμποδίζεται η αύξηση των φυτών. Στα αλατούχα εδάφη το υδατικό δυναμικό τους μειώνεται υπό την επίδραση σημαντικών ποσοτήτων διαλυτών αλάτων του εδάφους, με αποτέλεσμα να προκαλείται ωσμωτική ξήρανση δηλαδή να μειώνεται η διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά. Τα φυτά επομένως δυσκολεύονται αρκετά να προσλάβουν νερό λόγω της αυξημένης οσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος και της μειωμένης διαπερατότητας των ριζών στο νερό, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται σημαντικά η ανάπτυξη τους. Τα φυτά που αναπτύσσονται σε αλατούχο περιβάλλον χαμηλώνουν το υδατικό τους δυναμικό ενώ μειώνεται και η διαπνοή τους, συσσωρεύοντας υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου και χλωρίου στα χυμοτόπιά τους, με συνέπεια να προκαλούνται βλάβες στα ένζυμα και τα οργανίδια τους. Επίσης προκαλείται ιοντική ανισορροπία με αποτέλεσμα το φυτό να καταπονείται από το οξειδωτικό στρες κ.α που επιδρούν αρνητικά στο ρυθμό αύξησης και ανάπτυξης του ώσπου

κάτω από τις συνθήκες αυτές να εισέρχεται σε κατάσταση αναστολής. Λόγω του υψηλού pH από τα άλατα τα θρεπτικά γίνονται λιγότερα διαθέσιμα, προκαλείται τοξικότητα και έλλειψη οξυγόνου. Τα στοιχεία B, Na και Cl είναι θρεπτικά και παρόλο που σε μεγάλες συγκεντρώσεις δρουν τοξικά, μπορούν να ενισχύσουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών καθώς επίσης να βελτιώσουν και την ποιότητα των προϊόντων. Ακόμα η υψηλή αγωγιμότητα καθιστά το νερό ακατάλληλο για άρδευση ευαίσθητων καλλιεργειών. Η τοξικότητα από τις υψηλές συγκεντρώσεις Na στο νερό άρδευσης μπορεί να μετριαστεί, με υψηλές συγκεντρώσεις Ca στο έδαφος. Η τοξικότητα του Cl είναι πιο συνηθισμένη με συμπτώματα όπως τη χλώρωση, την πτώση και το κάψιμο της κορυφής ή περιθωριακά των φύλλων, ενώ το στοιχείο αυτό δε συσσωρεύεται στο έδαφος διότι είναι ευκίνητο και εκπλύνεται εύκολα σε αντίθεση με τα ιόντα Na. Υπάρχει διαφορετικότητα στην ανθεκτικότητα στα άλατα μεταξύ των καλλιεργειών και αυτό οφείλεται κυρίως στη γενετική σύσταση του κάθε φυτού, καθώς και σε άλλους παράγοντες όπως η ποικιλία, η φάση ανάπτυξής του, η γονιμότητα του εδάφους και η περιεκτικότητα του σε νερό, η κατανομή των αλάτων, οι καλλιεργητικές πρακτικές και το κλίμα. Τα αλατούχα εδάφη μπορούν να αξιοποιηθούν με τη χρήση πιο ανθεκτικών καλλιεργειών όπως το τεύτλα, το κριθάρι, το βαμβάκι, το σπαράγγι, η αρμυρήθρα όπως και γενετικά βελτιωμένα φυτά. Ακόμα η έκπλυση, η μεγαλύτερη συχνότητα των αρδεύσεων, η χρήση νερού καλής ποιότητας απαλλαγμένου από τοξικά ιόντα και η εξασφάλιση επαρκούς στράγγισης συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στο να επιτευχθεί η ανάπτυξη της καλλιέργεια σε αυτά τα εδάφη.

1.4 Υποστρώματα ανάπτυξης

Τα υποστρώματα ανάπτυξης είναι πορώδη αδρανή υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται ως μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών ,εκτός εδάφους. Μεταξύ των τεμαχιδίων τους υπάρχουν κενοί χώροι, οι πόροι που καταλαμβάνονται από νερό ή και αέρα. Τα υποστρώματα αποτελούν στήριγμα για τα φυτά και πρέπει να έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά ώστε να παρέχονται οι σωστές φυσιολογικές και θρεπτικές συνθήκες και να δημιουργείται το κατάλληλο περιβάλλον για τη βλάστηση των σπόρων και την αύξηση των νεαρών φυτών. Η βάση των υποστρωμάτων μπορεί να αποτελείται από υλικά οργανικής φύσης ή ανόργανης, τα οποία χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό.

1.4.1 Οργανικά υλικά

Τα οργανικά υλικά έχουν προέλευση είτε φυτική (υπολείμματα φυτών) είτε ζωική (κοπριές). Αυξάνουν την οργανικής ουσία του έδαφους ενώ αποτελούν μοναδική πηγή αζώτου, θείου και φωσφόρου επηρεάζοντας θετικά την γονιμότητα του, ενώ τα υλικά αυτά συμβάλουν στην βελτίωση ορισμένων φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του, όπως το πορώδες, τη υδατοχωρητικότητα, το pH, κ.α.

Τύρφη: Η τύρφη είναι οργανικό καύσιμο το οποίο σχηματίζεται με την μερική αποδόμηση φυτικών υπολειμμάτων και υδρόβιων φυτών, σε έλη, υγρά τοπους και περιοχές με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία υπό την έλλειψη αέρα και η διεργασία αυτή ονομάζεται τυρφογένεση. Η τύρφη εξορύσσεται από κοιτάσματα που έχουν σχηματιστεί με την πάροδο των χρόνων και αφού επεξεργαστεί συσκευάζεται έπειτα σε βιομηχανίες.



Εικόνα 13. Τύρφη

Προέρχεται από τις βόρειες χώρες (Σκανδιναβία, Καναδά, Ρωσία κλπ.) και τα διάφορα είδη τυρφών καθορίζονται από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και τα είδη των φυτών από τα οποία προέρχονται. Τα σημαντικότερα είδη είναι η ξανθιά και η μαύρη τύρφη. Η αποσύνθεση της μαύρης τύρφης πραγματοποιείται σε πιο προχωρημένο στάδιο από της ξανθιάς γι' αυτό η ξανθιά τύρφη θεωρείται καλύτερης ποιότητας από την μαύρη, εφόσον η δομή της είναι αρκετά πιο σταθερή με αποτέλεσμα η αποσύνθεση της να γίνεται με αργούς

ρυθμούς. Η πιο σημαντική ιδιότητα της τύρφης είναι ότι διακρίνεται από μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού δηλαδή μπορεί να συγκρατήσει νερό 15-20 φορές το βάρος της αλλά και από επαρκή αεροπερατότητα, σε αντίθεση με την μαύρη που έχει μικρή. Το βασικό μειονέκτημά της είναι πως δεν ευνοεί συνθήκες καλού αερισμού των ριζών ενώ είναι φτωχή σε θρεπτικά συστατικά. Χρησιμοποιείται σήμερα αυτούσια ή σαν συστατικό μιγμάτων υποστρωμάτων με χαμηλό pH, περίπου 2-4. Τη μαύρη τύρφη στη χώρα μας τη συναντάμε στον πυθμένα λιμνών που έχουν αποξηραθεί ή ελωδών εκτάσεων, όπως στα Τενάγη των Φιλιππων και στην περιοχή των Γιαννιτσών.

Κοπριά: Η κοπριά αποτελείται από μείγμα στρωμνής, περιττωμάτων ζώων αλλά και υπολειμμάτων τροφής. Περιέχει σε μεγάλο ποσοστό οργανικά υλικά και θρεπτικά στοιχεία γι' αυτό χαρακτηρίζεται ως ολοκληρωμένο λίπασμα ενώ η σημαντικότερη συμβολή της είναι ότι βελτιώνει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Η κοπριά υφίσταται ζύμωση και μετατρέπεται σε χούμο για να χρησιμοποιηθεί για λίπανση καθώς κατά τη ζύμωσή της εκλύονται φυτοτοξικές ουσίες αλλά και καταστροφή των σπόρων των ζιζανίων και των διάφορων παθογόνων. Η ζύμωση ολοκληρώνεται μετά από 5-10 μήνες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και όταν ο λόγος μεταξύ άνθρακα και αζώτου είναι 20/1. Στο μέρος όπου κατασκευάζεται πρέπει να επικρατεί σκίαση, να είναι προφυλαγμένο από ανέμους και η θερμοκρασία στο εσωτερικό της να μην ξεπερνά τους 30°C γιατί αλλιώς θα υπάρξουν απώλειες σε οργανική ουσία και άζωτο που ξεπερνούν το 50%. Η σύσταση της κοπριάς εξαρτάται από το είδος των ζώων, από την ηλικία τους, από τον τρόπο ενσταβλισμού τους και από το είδος της τροφής τους. Η κοπριά των προβάτων και των αλόγων περιέχει την περισσότερη οργανική ουσία και άζωτο από των άλλων ζώων καθώς και λιγότερο νερό, με αποτέλεσμα να χωνεύεται γρήγορα από τους μικροοργανισμούς του εδάφους, γι' αυτό θεωρείται η καταλληλότερη για βαριά και μικρής βιολογικής δραστηριότητας εδάφη. Η κοπριά περιέχει σημαντικές ποσότητες αζώτου, φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου ενώ σε μικροστοιχεία κυρίως βόριο, κοβάλτιο, χαλκό, μαγγάνιο, μολυβδαίνιο και ψευδάργυρο. Ακόμα εφαρμόζεται στον αγρό κάθε δύο ή τρία χρόνια σε δόσεις 2 - 4 τόνους / στρ.

Βιο-άνθρακας (biochar): Ο βιο-άνθρακας είναι ένα σταθερό, στερεό, οργανικό υλικό υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, το οποίο παράγεται μέσω της πυρόλυσης της βιομάζας δηλαδή της θερμικής αποσύνθεσής της σε περιβάλλον περιορισμένο σε οξυγόνο. Το biochar έχει πολλά σημαντικά οφέλη και στη γεωργία αλλά και στο περιβάλλον, καθώς συμβάλλει

στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη με την μείωση της εκπομπής αερίων στην ατμόσφαιρα. Επίσης έχει την ικανότητα να αυξάνει τη σταθερότητα και τη γονιμότητα όξινων, υποβαθμισμένων αλλά και φτωχών σε θρεπτικά εδαφών καθώς δεσμεύεται και διατηρείται για πολλά χρόνια στο έδαφος προσθέτοντας θρεπτικά στοιχεία. Ακόμα μπορεί να αυξήσει τη γεωργική παραγωγικότητα και να ενισχύσει την αντοχή των φυτών σε ορισμένες ασθένειες εδάφους και φύλλων. Εξαιτίας της λεπτόκοκκης και πορώδης δομής του αλλά και της υψηλής ειδικής επιφάνειας έχει την ικανότητα να προσελκύει και να συγκρατεί το νερό αλλά και να βελτιώνει την ποιότητά του.



Εικόνα 14. Biochar

1.4.2 Εδαφοβελτιωτικά

Τα εδαφοβελτιωτικά χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό σήμερα καθώς συμβάλλουν στη βελτίωση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους, με αποτέλεσμα καλύτερων συνθηκών ανάπτυξης για τα φυτά, ενώ αποτελούν μια οικονομική καλλιεργητική τεχνική. Έχουν την ικανότητα να βελτιώνουν τη γονιμότητα του εδάφους καθώς βελτιώνουν τη δομή του, τη συνεκτικότητα, την υδατοϊκανότητα και τη διηθητικότητά του, αυξάνουν την

οργανική ουσία και τους μικροοργανισμούς, την προσθήκη ανόργανων και οργανικών θρεπτικών στο έδαφος, βελτιώνουν τις συνθήκες αερισμού, ρυθμίζουν το pH και τα προστατεύουν από διαβρώσεις. Συνέπεια να επιδρούν θετικά στην ανάπτυξη των φυτών αυξάνοντας την ποιότητα και την απόδοση της παραγωγής.

Ουρία: Η ουρία αποτελεί ένα σημαντικό εδαφοβελτιωτικό για την ανάπτυξη των φυτών. Είναι μια οργανική ένωση με χημικό τύπο $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, όπου βρέθηκε πρώτη φορά στα ούρα το 1727 από τον Δανό επιστήμονα Herman Boerhaave ενώ συντέθηκε για πρώτη φορά από το Γερμανό χημικό Friedrich Wöhler, από μια ανόργανη ένωση και αποτέλεσε ορόσημο στην ανάπτυξη της οργανικής χημείας, καθώς αποδείχτηκε ότι βρίσκεται σε ζωντανούς οργανισμούς και μπορεί να συντεθεί στο εργαστήριο χωρίς βιολογικές πρώτες ύλες. Η ουρία συμβάλλει στο μεταβολισμό των αζωτούχων ενώσεων των οργανισμών, είναι η κύρια αζωτούχος ουσία στα ούρα των θηλαστικών, ενώ χρησιμοποιείται σε πολλές διαδικασίες στο ανθρώπινο σώμα όπως στην διαδικασία αποβολής του αζώτου. Ακόμα έχει παρατηρηθεί και στα αμφίβια, στα πουλιά, στα ασπόνδυλα, στα έντομα στα φυτά, στους μύκητες και σε άλλους μικροοργανισμούς. Είναι στερεή, άχρωμη και άοσμη, ενώ όταν μετατρέπεται σε αμμωνία με την παρουσία νερού έχει έντονη οσμή. Είναι μη τοξική και διαλύεται εύκολα στο νερό είτε σε όξινο είτε σε αλκαλικό περιβάλλον. Η ουρία αποτελεί σημαντική πηγή αζώτου και χρησιμοποιείται ευρέως σε λιπάσματα αλλά και ως πρώτη ύλη για την χημική βιομηχανία καθώς χρησιμοποιείται σε εργαστηριακές και ιατρικές μεθόδους αλλά ακόμα και σε εκρηκτικά, σε τμήματα αυτοκινήτων, σε ζωοτροφές, σε διουρητικά και σε πολλά άλλα. Η ουρία άρχισε να εφαρμόζεται στην ελληνική γεωργία ουσιαστικά από τα μέσα της 10ετίας 1990 με την έναρξη των μεικτών λιπασμάτων. Παράγεται σε χώρες πλούσιες σε κοιτάσματα φυσικού αερίου καθώς είναι μια φθηνή πηγή ενέργειας. Το Ουρικό Άζωτο δεν προσλαμβάνεται από τα φυτά. Για να απορροφηθεί από τη ρίζα και να αξιοποιηθεί από την καλλιέργεια πρέπει να μετατραπεί σε αμμωνία (NH_3) είτε σε ιόντα αμμωνίου (NH_4^+) ενώ προκαλούνται σημαντικές απώλειες καθώς μεγάλες ποσότητες αζώτου εκλύονται υπό μορφή αμμωνίας στην ατμόσφαιρα. Η μετατροπή αυτή γίνεται γρήγορα στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού ενώ με αρκετά αργό ρυθμό στις χαμηλές, κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Στη συνέχεια, μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται νιτροποίηση, η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρώδη άλατα και οι νιτρώδεις ενώσεις οξειδώνονται σε νιτρικά με βακτηρίδια οξειδώσεως νιτρώδων. Επίσης όταν τα φυτά προσλαμβάνουν ιόντα αμμωνίου (NH_4^+), απελευθερώνουν ιόντα υδρογόνου στο χώμα. Τα πλεονεκτήματα της ουρίας είναι ότι αποτελεί τη πλουσιότερη πηγή αζώτου για τις καλλιέργειες με περιεκτικότητα 46% σε

στοιχειακό άζωτο, είναι υδατοδιαλυτή και έχει χαμηλό κόστος παραγωγής και μεταφοράς. Στα μειονεκτήματά της είναι ότι χαρακτηρίζεται ως υποδεέστερη μορφή αζώτου για τα φυτά, έχει μικρότερη θρεπτική αξία σε σύγκριση με όλα τα υπόλοιπα αζωτούχα λιπάσματα, παρουσιάζει υψηλές απώλειες και η επίδραση της στις καλλιέργειες καθυστερεί υπερβολικά.



Εικόνα 15. Ουρία

Χιτίνη (chitin): Η χιτίνη είναι ένα βιομακρομόριο, ένας γραμμικός αζωτούχος πολυσακχαρίτης που θεωρείται ότι είναι υποπροϊόν της κυτταρίνης διότι διαθέτουν παρόμοια χημική δομή. Η δομή της χιτίνης καθορίστηκε από τον Albert Hofmann το 1929. Λόγω των ιδιαίτερων βιολογικών και χημικών ιδιοτήτων της μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων, στην γεωργία, στη βιοτεχνολογία, στην επεξεργασία νερού, στην ιατρική, στην διατροφολογία ακόμα και στην αισθητική. Η χιτίνη βρίσκεται στον εξωσκελετικό σχηματισμό των εντόμων και των οστρακοειδών, στα κυτταρικά τοιχώματα των μυκήτων, στα νηματώδη, στα μαλάκια και σε άλλα θαλασσινά όντα. Οι άνθρωποι και άλλα θηλαστικά έχουν χιτινάση η οποία είναι υδρολυτικό ένζυμο που διαλύει τους γλυκοσιδικούς δεσμούς στην χιτίνη. Η χιτίνη ανιχνεύεται στον ανθρώπινο οργανισμό κυρίως στους πνεύμονες ή στο γαστρεντερικό σωλήνα όπου μπορεί να ενεργοποιήσει το ανοσοποιητικό σύστημα, καθώς και μια προσαρμοστική ανοσοαπόκριση μέσω των βοηθητικών κυττάρων Τ. Κάποιες φορές μπορεί να είναι παθολογική η ανοσοαπόκριση και να δημιουργηθεί αλλεργία. Η χιτίνη είναι πλούσια πηγή αζώτου και χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό ως

εδαφοβελτιωτικό για τα φυτά καθώς βελτιώνει την ανάπτυξή τους, τη γονιμότητα του εδάφους ενώ ενισχύει τους αμυντικούς μηχανισμούς έναντι των μυκήτων και την ανθεκτικότητα σε ασθένειες.



Εικόνα 16. Χιτίνη

1.5 Επίδραση της θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών καθώς συμβάλλει σε βασικές φυσιολογικές λειτουργίες τους όπως τη φωτοσύνθεση, τη αναπνοή, τη διαπνοή, τη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, την αναπαραγωγή, την επιμήκυνση κ.α.. Το περιβάλλον ανταλλάζει συνεχώς ενέργεια με τα φυτά, με την διαδικασία της ακτινοβολίας, της συναγωγής και της λανθάνουσας θερμότητας. Σύμφωνα με τον κανόνα του Hoff, η ταχύτητα των χημικών οργανικών αντιδράσεων διπλασιάζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10 C° , ενώ αν ξεπεράσει μια βέλτιστη τιμή τα ένζυμα απενεργοποιούνται και η ταχύτητα ελαττώνεται όπως και σε ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες τα κύτταρα παγώνουν και το φυτό αφυδατώνεται. Παρ'όλα αυτά, τα φυτά που ζουν σε περιβάλλοντα με

ακραίες θερμοκρασίες παρουσιάζουν ιδιαίτερους φυσιολογικούς και μορφολογικούς προσαρμοστικούς μηχανισμούς. Τα διάφορα μέρη του φυτού δεν αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο στη θερμοκρασία καθώς η θερμοκρασία των ανθέων είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα και τη θερμοκρασία των φύλλων, σε αντίθεση με τη θερμοκρασία του καρπού που συμβαδίζει στενά με τη θερμοκρασία του αέρα. Το φαινόμενο που τα φυτά παρουσιάζουν ευαισθησία και βιοχημική ανταπόκριση στις περιοδικές θερμοκρασιακές μεταβολές ονομάζεται θερμοπεριοδισμός. Η θερμοκρασία συμβάλλει και στο φαινόμενο της εαρινοποίησης καθώς για να διαφοροποιηθούν τα άνθη σε μερικά φυτά πρέπει να δεχθούν την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών, όπου ο χειμερινός λήθαργος ξεκινά λόγω φωτοπεριοδισμού αλλά διακόπτεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Με την αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρείται αύξηση της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης, όπως και όταν αυξάνεται η θερμοκρασία των φύλλων αυξάνεται και ο ρυθμός διαπνοής. Αν η θερμοκρασία του εδάφους μειωθεί σε μεγάλο βαθμό τότε θα παρεμποδιστεί η πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων καθώς και η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος με αποτέλεσμα να σταματήσει και η ανάπτυξη του υπέργειου μέρους του φυτού άσχετα από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Για να επιτευχθεί η βέλτιστη θερμοκρασία για τα φυτά θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στη θερμοκρασία του αέρα, τη σχετική υγρασία και το φωτισμό, να ελέγχεται τακτικά το ενεργειακό ισοζύγιο της φυτικής επιφάνειας. Η επίτευξη ομοιόμορφα κατανεμημένης θερμοκρασίας σε όλο τον χώρο του θερμοκηπίου παρουσιάζει δυσκολίες και επειδή η απόδοση της παραγωγής καθορίζεται από αυτήν είναι απαραίτητη η χρήση συστημάτων θέρμανσης στα θερμοκήπια.

1.6 Βλαστικότητα σπόρου

Με τον όρο βλαστικότητα εννοούμε τη φυτρωτική ικανότητα που έχουν οι σπόροι όταν βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός και η διακοπή λήθαργου και να μπορούν να βλαστήσουν και να γίνουν φυτάρια. Μερικές φορές οι σπόροι δεν μπορούν να βλαστήσουν είτε γιατί παθαίνουν βλάβη κατά την παραγωγή, μεταφορά και αποθήκευσή τους, είτε γιατί οφείλεται στην κληρονομικότητα του είδους τους έτσι προκύπτει ένα ποσοστό μη ζωντανών σπόρων. Παράγοντες που επηρεάζουν τη βλαστικότητα των σπόρων είναι: οι συνθήκες κατά τις οποίες ο σπόρος αναπτύχθηκε πάνω στο μητρικό φυτό καθώς αν δεν σχηματισθεί ή δεν ωριμάσει κανονικά το έμβρυο ο σπόρος δεν θα βλαστήσει ακόμα και σε ιδανικές συνθήκες, οι προσβολές του σπόρου από ασθένειες ή έντομα μετά την συλλογή του, η υψηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία καθώς και η υψηλή θερμοκρασία του αέρα κατά την αποθήκευσή τους διεγείρει την

μεταβολική τους δραστηριότητα με αποτέλεσμα να χάνουν τη βλαστικότητα τους. Το επιτρεπτό όριο περιεκτικότητας του σπόρου σε υγρασία διαφέρει στο κάθε είδος φυτού ενώ συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 5-15%. Η ξήρανση των σπόρων πριν την αποθήκευσή τους ή η αποθήκευσή τους σε κενό ξηρό αέρα καθώς και σε ψυγεία συμβάλλει στη διαφύλαξη της βλαστικότητας των σπόρων σε υψηλά επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα ο σπόρος αποτελείται από το έμβρυο, δύο κοτυληδόνες (τουλάχιστον μια λειτουργική), το ενδοσπέρμιο και το περισπέρμιο. Όταν οι συνθήκες γίνουν ευνοϊκές, το νερό έλκεται στα κυτταρικά τοιχώματα καθώς και οι πρωτεΐνες και τα θρεπτικά στοιχεία που είναι αποθηκευμένα στο ενδοσπέρμιο ή στις κοτυληδόνες του σπόρου με αποτέλεσμα να ενυδατώνονται και να διατρέφονται οι εμβρυακοί ιστοί ώστε να διογκωθούν τα κύτταρα να μεγιστοποιηθεί το αυξητικό δυναμικό και να επιτραπεί η διάσπαση του περισπερμίου και η βλάστηση του φυταρίου. Πραγματοποιείται η είσοδος οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα, ενεργοποιούνται ορμόνες και ένζυμα με αποτέλεσμα τη διαίρεση και την αύξηση των κυττάρων με τη διακίνηση των θρεπτικών στα ριζικά και βλαστικά αυξανόμενα σημεία.

1.7. Αύξηση και ανάπτυξη φυτού

Για να επιτευχθεί η σωστή ανάπτυξη του φυτού και να αυξηθεί του μήκος του είναι αναγκαίο να υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος όπως η θερμοκρασία, ο φωτισμός και η υγρασία, καθώς και οι απαραίτητες θρεπτικές ουσίες που γίνονται διαθέσιμες στα φυτά. Ακόμα εκτός από τις καλλιεργητικές φροντίδες που χρειάζονται ανελλιπώς, η ανάπτυξή τους καθορίζεται και από γενετικούς παράγοντες και από διάφορες ορμόνες που σχετίζονται με την αύξηση του. Η ανάπτυξη διακρίνεται στη βλαστική και αναπαραγωγική και αποτελεί την διαφοροποίηση των κυττάρων και τη δημιουργία ιστών και οργάνων απαραίτητα για τη λειτουργικότητα και αναπαραγωγή του φυτού. Από την άλλη μεριά η αύξηση είναι διόγκωση του φυτικού σώματος που υφίσταται από τις κυτταρικές διαιρέσεις και την αύξηση του όγκου των κυττάρων. Όταν το φυτό εισέλθει στο στάδιο της ωρίμανσης η αύξηση του επιβραδύνεται και έπειτα αναστέλλεται.

1.8 Πειραματικές μελέτες βλαστικότητας *Salicornia* sp.

Με την πάροδο των χρόνων έχουν μελετηθεί και ερευνηθεί αρκετά τα είδη *Salicornia* σε διάφορα μέρη του εξωτερικού, σχετικά με τη βλαστική τους ικανότητα σε διάφορες συνθήκες ανάπτυξης καθώς και τα πλεονεκτήματα που έχει η καλλιέργειά τους. Η βλαστική ικανότητα των σπόρων *Salicornia bigelovii* μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από την

αλατότητα και τη θερμοκρασία. Σύμφωνα με το πείραμα που πραγματοποίησαν οι W. G. RIVERS και D. J. WEBER (1971), οι σπόροι *Salicornia bigelovii* βλάστησαν σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες, στους 4.4°C, 15.5°C και 26.6°C σε αλατούχο διάλυμα με θαλασσινό αλάτι από 0% έως 8,08%. Στο πείραμα αυτό παρατήρησαν ότι υπήρχε διαφορετικός ρυθμός βλάστησης στη κάθε θερμοκρασία και πως το ποσοστό βλάστησης τους ήταν διαφορετικό στο κάθε επίπεδο αλατότητας. Με βάση τα αποτελέσματα, οι σπόροι στους 4.4°C βλάστησαν την 26η ημέρα ενώ οι σπόροι στους 15.5°C βλάστησαν επτά ημέρες νωρίτερα, σε αντίθεση με αυτούς στους 26.6°C που η βλάστησή τους ήταν άμεση. Ακόμα διαπιστώθηκε πως το ποσοστό βλάστησης στους 4.4°C ήταν εξίσου υψηλό σ' όλα τα επίπεδα αλατότητας ενώ στους 15.5°C το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης ήταν στα υψηλότερα επίπεδα αλατότητας σε αντίθεση με τους σπόρους στους 26.6°C που ήταν υψηλότερο στις χαμηλότερες αλατότητες όπου η μέγιστη βλάστηση ήταν σε συγκέντρωση 4,04% θαλασσινού αλατιού, η οποία σχετίζεται με την αλατότητα της θάλασσας.

Τα αλατόφυτα αναπτύσσονται φυσιολογικά σε αλατούχα περιβάλλοντα και κατά την ανάπτυξή τους επωφελούνται σημαντικά από τις ποσότητες αλατιού. Οι ανθεκτικές στο αλάτι καλλιέργειες είναι αναγκαίες καθώς πολλές καλλιεργούμενες εκτάσεις παγκοσμίως επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την αλατότητα. Τα είδη σαλικόρνια είναι ανεκτικά στην αλατότητα και περιέχουν βιοδραστικές ενώσεις για αυτό αποτελούν τα πιο ικανά να χρησιμοποιηθούν τόσο για φρέσκα όσο και για επεξεργασμένα τρόφιμα, λόγω των λειτουργικών και υγειονομικών τους ιδιοτήτων.

Ο παγκόσμιος πληθυσμός όλο και αυξάνεται και θα πρέπει να αυξηθούν οι προμήθειες σε τρόφιμα, ενώ οι εκτάσεις για καλλιέργεια τροφίμων είναι σε έλλειψη όπως και το γλυκό νερό. Οι παράκτιες ερημικές περιοχές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για καλλιέργεια με τη χρήση του θαλασσινού νερού όπως και τα λύματα υδατοκαλλιεργειών τα οποία είναι εμπλουτισμένα σε θρεπτικά συστατικά για την άρδευση φυτών ανθεκτικών στην αλατότητα που μπορούν να καταναλωθούν ως τροφή. Τα είδη *Salicornia* μπορούν να καλλιεργηθούν με θαλασσινό νερό και να είναι οικονομικά βιώσιμα. Σύμφωνα της διεπιστημονικής μελέτης των Dionysia Angeliki Lyra, R. M. S. Al-Shihi, R. Nuqui, S. M. Robertson, A. Christiansen, S. Ramachandran, S. Ismail και A. M. Al-Zaabi (2019) σε μια παράκτια περιοχή της ερήμου στο Umm Al Quwain στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα εφαρμόστηκε από το 2015 ένα σύστημα με βάση το θαλασσινό νερό διερευνώντας τις δυνατότητες ανάπτυξης τεσσάρων γονότυπων *Salicornia. bigelovii* υψηλής απόδοσης χρησιμοποιώντας τέσσερις μεθόδους επεξεργασίας με αλατούχο νερό και δύο τύπους αρδευτικού συστήματος. Στη μελέτη αυτή εξετάστηκαν αρκετά χαρακτηριστικά του εδάφους και νερού, διάφοροι παράμετροι

ανάπτυξης των γονότυπων του *S. bigelovii*, η περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο και η κερδοφορία του συστήματος αυτού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι επιλέγοντας το κατάλληλο γενετικό υλικό *S. bigelovii* σε συνδυασμό με κατάλληλες πρακτικές διαχείρισης του νερού και του εδάφους θα μπορούσε να επιτευχθεί η ανάπτυξη της καλλιέργειας *salicornia* σε ένα παράκτιο οικοσύστημα της ερήμου. Ωστόσο, συνεχίζεται η διερεύνηση των μακροπρόθεσμων περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή υδάτινων αλατούχων πόρων και η βελτίωση της οικονομικής βιωσιμότητας τέτοιων συστημάτων. Σε ένα άλλο πείραμα των M. Ajmal Khan, Bilquees Gul και Darrell J. Weber (2000), χρησιμοποιήθηκαν σπόροι του είδους *Salicornia rubra*, οι οποίοι συλλέχθηκαν από το Goshen, Utah των Ηνωμένων Πολιτειών καθώς είναι ένα από τα πιο ανεκτικά στο αλάτι είδη του δυτικού τμήματος των Ηνωμένων Πολιτειών και του Καναδά, ώστε να εξεταστεί η βλαστική τους ικανότητα σε πέντε θερμοκρασιακά καθεστώτα και έξι αλατότητες και να καθοριστούν οι ιδανικές συνθήκες βλάστησης και ανάρρωσης από αλατούχες συνθήκες. Σε θερμοκρασία από 5-15° C η βλάστηση των σπόρων αναστάλθηκε σημαντικά, σε αντίθεση με το συνδυασμό θερμοκρασίας 25 ° C τη νύχτα και 35° C τη μέρα που απέδωσε μέγιστη βλάστηση. Ωστόσο η αύξηση της αλατότητας προκάλεσε μείωση του ρυθμού βλάστησης των σπόρων. Τα τελικά ποσοστά βλάστησης που ανέκαμψαν σε μεταχειρίσεις με υψηλή περιεκτικότητα άλατος ήταν σημαντικά υψηλότερα, γεγονός που υποδεικνύει ότι η έκθεση σε υψηλή συγκέντρωση NaCl δεν ανέστειλε μόνιμα τη βλάστηση. Ακόμα μελετήθηκε και η σχέση μεταξύ της ανάπτυξης του είδους *Salicornia europaea* και των συνθηκών του εδάφους από τους Terrence E. Riehl και Irwin A. Ungar (1982) σε ένα εγχώριο αλατούχο έλος. Συγκεκριμένα τα δεδομένα που συγκέντρωθηκαν καθ' όλη τη καλλιεργητική περίοδο, αφορούσαν την ανάπτυξη των φυτών, την περιεκτικότητά τους σε ιόντα και το δυναμικό νερού του *S. europaea* ώστε να ερμηνευτεί ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται με τη ιοντική περιεκτικότητα του εδάφους, την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τη δυναμική του νερού. Με τον τρόπο αυτόν αποδείχτηκε πως ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη, την επιβίωση και την ιοντική περιεκτικότητα των οργάνων του *S. europaea* είναι η συγκέντρωση της αλατότητας του εδάφους στο οποίο καλλιεργούνται ή φύονται. Στον προστατευμένο υδροβιότοπο του Castro Marim και του Vila Real de Santo António της Πορτογαλίας οι αλυκές και πολλά από τα αλατούχα έλη είναι ερημωμένα, με αποτέλεσμα την υποβάθμισή τους και, κατά συνέπεια, την τροποποίηση ορισμένων οικολογικών συνθηκών. Η αποκατάσταση αυτών των περιοχών με καλλιέργεια *Salicornia* μπορεί να συντελέσει στην περιβαλλοντική και οικονομική τους βελτίωση με την ενδυνάμωση των βιογεωχημικών διεργασιών και την εμπορευματοποίηση της βιομάζας

σύμφωνα με μια μελέτη που διεξήγαγαν οι Erika S. Santos, Miguel Salazar, Susana Mendes, Marco Lopes, Joana Pacheco και Domitília Marques. Η μελέτη αυτή βασίστηκε στη μεταφύτευση σπορόφυτων ιθαγενών ειδών *Salicornia* (*S. ramosissima* και *S. patula*) από το θερμοκήπιο σε καλλιέργεια στον αγρό ώστε να εξεταστεί η βλαστική τους ικανότητα υποσκίαση και σε διαφορετικές συνθήκες αλατότητας των εδαφών και των υδάτων άρδευσης. Πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι και αναλύσεις, υπό ελεγχόμενες συνθήκες, επιτόπου στον αγρό καθώς και σε μερικά σπορόφυτα θερμοκηπίου σε φυσικές συνθήκες, ενώ δοκιμαστηκαν και στις δύο περιπτώσεις διαφορετικές αλατότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μόνο η βλάστηση του *S. Patula* επηρεάστηκε από τα ενδιάμεσα και υψηλά επίπεδα αλατότητας (25-45 dS / m) ενώ η σκίαση βελτίωσε τη συσσώρευση και απόδοση της νέας βιομάζας. Βέβαια έχει παρατηρηθεί πως η μεγάλη συσσώρευση νωπής βιομάζας δημιουργείται όταν το *Salicornia* αναπτύσσεται σε εδάφη με χαμηλή αλατότητα ανεξάρτητα από τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται. Ωστόσο, για να βελτιωθεί η καλλιέργεια αυτή είναι αναγκαίο να ανπτυχθούν γεωργικές τεχνικές προσαρμοσμένες στα μεσογειακά είδη καθώς και μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, στις οποίες θα ανταποκρίνονται συνεχώς.

Με σταθμό έρευνας το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Navsari οι Danti και Umbharat μελέτησαν την επίδραση των διαφορετικών επιπέδων υγρασίας και ημερομηνιών σποράς στο δυναμικό παραγωγής και στην αποδοτικότητα του *Salicornia*, σε αλατούχο εδαφος των παράκτιων περιοχών του νότιου Gujarat το οποίο δημοσιεύτηκε από τους MM Patel, BK Patel, VR Naik, HK Joshi and VP Usadadia το 2017. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον αγρό κατά τη διάρκεια του 2012-13 έως του 2014-15, το οποίο περιλάμβανε τρεις ημερομηνίες σποράς (1η Ιουνίου, 15η Ιουνίου και 1η Ιουλίου) και τρία επίπεδα άρδευσης ενώ η μέθοδος βασίστηκε σε μια μεγάλη έκταση με τέσσερις επαναλήψεις δειγματοληψίας. Με βάση τα αποτελέσματα η σπορά της 15ης Ιουνίου (D2), κατέγραψε σημαντικά υψηλότερες τιμές σ'όλα τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης και απόδοσης παραγωγής όπως το θόλο φυτού, το ύψος φυτού, αριθμό κλαδιών ανά φυτό, αριθμό βοτρυοειδών ανθέων ανά φυτό, αριθμό τμημάτων ανά βοτρυοειδές άνθος και τη φυτική ξηρή βιομάζα, σε σύγκριση με την 1η Ιουνίου (D1) και την 1η Ιουλίου (D3). Στα επίπεδα άρδευσης 0.8 IW / CPE (I2) και 1.0 IW / CPE (I3) υπήρχε ισοδυναμία και διαπιστώθηκε ότι είναι σημαντικά ανώτερα από το 0.6 IW/CPE (I 1) για τους παραμέτρους ανάπτυξης και απόδοσης παραγωγής, ενώ το 1,0 IW / CPE (I3) κατέγραψε τον υψηλότερο θόλο φυτού και αριθμό κλαδιών ανά φυτό. Συμπερασματικά η αλληλεπίδραση της ημερομηνίας σποράς και της άρδευσης D2I2 κατέγραψε σημαντικά υψηλότερη απόδοση σπόρου (972 kg ha⁻¹), καθαρή πραγματοποιήσιμη αξία (2, 15.052 ha⁻¹) και αναλογία κόστους ωφέλειας (2.81). Γενικά το

Salicornia έχει πολύ χαμηλή παραγωγικότητα επειδή οι τεχνολογίες παραγωγής του δεν είναι ανεπτυγμένες γι αυτό θα πρέπει να αξιολογηθούν ορισμένες αγρονομικές πρακτικές καθώς η εμπορική καλλιέργεια του Salicornia σε αλατούχο έδαφος έχει τρομερές δυνατότητες. Εξαιτίας της υπερβολικής εκμετάλλευσης αυτού του αλλόφυτου για κατανάλωση φρέσκιας βιομάζας, έχει γίνει σπάνιο στο φυσικό του περιβάλλον.

Στις ρίζες του Salicornia europaea βρέθηκε ότι υπάρχουν ενδοφυτικά βακτήρια ανεκτικά στο αλάτι. Σε μελέτη των Agnieszka Piernik, Katarzyna Hryniewicz, Anna Wojciechowska, Sonia Szymańska, Marta Izabela Lis και Adele Muscolo (2017) προσδιορίστηκε η επίδραση των ενδοφυτικών βακτηρίων *Pseudomonas* sp και *Xanthomonadales* sp, τα οποία απομονώθηκαν από τις ρίζες του Salicornia europaea, στις παραμέτρους ανάπτυξης του κτηνοτροφικού *Beta vulgaris* υπό διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας. Οι αποστειρωμένοι σε επιφάνεια σπόροι επώαστηκαν στα βακτηριακά εμβολιασμένα αιωρήματα με εμβόλια *Pseudomonas* sp. ISE-12 (B1) και *Xanthomonadales* sp. CSE-34 (B20), πριν τη σπορά και καλλιεργήθηκαν σε δοχεία με αποστειρωμένο μίγμα άμμου και βερμικουλίτη και αναπτύχθηκαν σε συγκεντρώσεις 0, 50, 100, 150, 200 και 300 mM NaCl. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο εμβολιασμός των σπόρων με B1 και B2 επηρέασε θετικά το ποσοστό και το δείκτη βλάστησης αλλά και μειώθηκε ο μέσος χρόνος βλάστησης, ο οποίος οδήγησε στην επιτάχυνση των σταδίων ανάπτυξης των σπορόφυτων. Μετά εμβολιασμένες 42 ημέρες τα εμβολιασμένα φυτά είχαν γενικά μεγαλύτερο μήκος ρίζας, υψηλότερη ξηρή βιομάζα, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νερό στους φυτικούς ιστούς και χαμηλότερη ειδική περιοχή φύλλων. Τα B2 βακτήρια ήταν αρκετά αποτελεσματικά μόνο σε χαμηλή αλατότητα, ενώ το στέλεχος B1 διεγείρει την ανάπτυξη των φυτών σε υψηλότερες αλατότητες (200 και 300 mM NaCl που μπορεί να σχετίζεται με την υψηλότερη μεταβολική δραστηριότητα αυτών των βακτηρίων.

Σε μια ακόμη έρευνα των Behzad Razzaghi Komaresofla, Hossein Ali Alikhani, Hassan Etesami και Nayer Azam Khoshkholgh-Sima (2019) απομονώθηκαν ενδοφυτικά βακτήρια και βακτήρια της ριζόσφαιρας ώστε να αξιολογηθεί η επίδρασή τους στη βλαστική ανάπτυξη του Salicornia sp. σε επίπεδα αλατότητας 0, 200, 400 και 600 mM NaCl ,σε συνθήκες θερμοκηπίου. Για το πείραμα αυτό δοκιμάστηκε το στέλεχος *Staphylococcus* sp. της ριζόσφαιρας (R), το ενδοφυτικό στέλεχος *Staphylococcus* sp. (E), ο συνδυασμός αυτών των στελεχών (K + E) αλλά και καθόλου βακτήρια (B0). Απομονώθηκαν συνολικά 214 ενδοφυτικά βακτήρια και βακτήρια της ριζόσφαιρας τα οποία εξασφαλίστηκαν από το έδαφος της ριζόσφαιρας και από τις αποστειρωμένες επιφανειακές ρίζες του Salicornia sp. Οι υψηλότεροι δείκτες ανάπτυξης των φυτών παρατηρήθηκαν στο επίπεδο 200mM NaCl

ενώ στα υψηλότερα από 200mM NaCl, η ανάπτυξη του φυτού (μείωση 5,8-42,9% στους δείκτες ανάπτυξης) μειώθηκε. Από την άλλη πλευρά με τη παρουσία των βακτηριακών στελεχών (R, E και R + E) σε συγκέντρωση 200 mM NaCl παρατηρήθηκε η υψηλότερη ανάπτυξη φυτών (33,2-65,2% αύξηση στους δείκτες ανάπτυξης) ενώ καταπράυναν από τις αρνητικές επιδράσεις της αλατότητας (αύξηση 13,9-47,0% στους δείκτες ανάπτυξης) σε σύγκριση με το μάρτυρα (B0) σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Βέβαια απ όλα τα βακτηριακά στελέχη ο συνδυασμός αυτών (R + E) είχε την υψηλότερη επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών σε συνθήκες αλατότητας. Σε σύγκριση με τα ενδοφυτικά στελέχη που απομονώθηκαν, τα στελέχη της ριζόσφαιρας είχαν μεγαλύτερη αντοχή στην ξηρασία και την αλατότητα. Συμπερασματικά τα ενδοφυτικά βακτήρια και αυτά της ριζόσφαιρας τα οποία είναι ανθεκτικά στην αλατότητα, έχουν σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση της ανάπτυξης και της ανθεκτικότητας στο αλάτι στο *Salicornia* sp. γι αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιο-λίπασμα για περαιτέρω βελτίωση της ανάπτυξης αυτού του φυτού σε αλατούχα περιβάλλοντα.

Σύμφωνα με τη μελέτη των Nayer Azam Khoshkholgh Sima, Narges Reiahi Samani, Ali Ebadi και Mohammad Reza Ghaffari (2019) εκτιμήθηκαν τα πλεονεκτήματα της συμπλήρωσης φωσφόρου και ασβεστίου στην απόδοση και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του *Salicornia persica* υπό διαφορετικά επίπεδα αλατότητας. Εφαρμόστηκαν διάφορες συγκεντρώσεις φωσφόρου και ασβεστίου σε διαφορετικά επίπεδα αλατότητας υπό συνθήκες θερμοκηπίου με τρεις επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως σε υψηλά επίπεδα αλατότητας μειώθηκε η βιομάζα των βλαστών εξαιτίας της ενίσχυσης του δυναμικού των φύλλων με νερό. Τα φυτά αυτά που εκτέθηκαν στην αλατότητα συσσωρεύσαν τόσο ιόντα Na⁺ όσο και διαλυτά σάκχαρα, ενώ η περιεκτικότητά τους σε ιόντα K⁺, Ca²⁺ + Mg²⁺ και φωσφορικά φωσφορικών μειώθηκε. Συμπερασματικά η συμπλήρωση είτε με ασβέστιο είτε με φωσφορικό μειώνει την πρόσληψη Na, K και Mg ενώ με φωσφορικό αυξάνεται η περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα. Ακόμα σε επίπεδα αλατότητας 200 mM ή 300 mM, η περιεκτικότητα των φυτών σε σακχαρόζη, φρουκτόζη και γλυκόζη συσχετίστηκε με τη συγκέντρωση ασβεστίου. Συνεπώς, η επεξεργασία με ασβέστιο και φωσφορικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της παραγωγής βιομάζας *S. persica* με μέτρια αλατότητα.

Το *Salicornia brachiata* είναι ένα σημαντικό αλλόφυτο για την οικολογική αποκατάσταση του εδάφους που έχει προσβληθεί από αλάτι. Οι ερευνητές Mangal S. Rathore, Nikunj Balar και Bhavanath Jha (2019) επισκεπτόντουσαν τακτικά έξι διαφορετικά αλμυρά έλη κατά μήκος της ακτής Gujarat, στην Ινδία ώστε να παρακολουθήσουν και να ποσοτικοποιήσουν τις οικοφυσιολογικές αντιδράσεις του *S. brachiata* και να διερευνήσουν την πληθυσμιακή

δομή του σε όλο το βιολογικό του κύκλο. Με βάση τις αναλύσεις του δείκτη βλάστησης η αλοφυτική βλάστηση κυριαρχεί στις περιοχές αυτές. Καθώς τα φυτά ωρίμαζαν παρατηρήθηκε πως η περιεκτικότητά τους σε K^+ , Mg^{+2} και Cl^- μειώθηκε σε αντίθεση με του Na^+ που αυξήθηκε. Ακόμα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόσληψη ανόργανων διαλυτών δημιουργεί ένα πιο αρνητικό δυναμικό διαλυτότητας στους βλαστούς του *S. brachiata*, το οποίο βοηθά τα φυτά να διατηρούν το νερό και να εξοικονομούν την ενέργεια που απαιτείται για τη σύνθεση των οργανικών διαλυμάτων για να διατηρηθεί η οσμωτική ομοιόσταση.

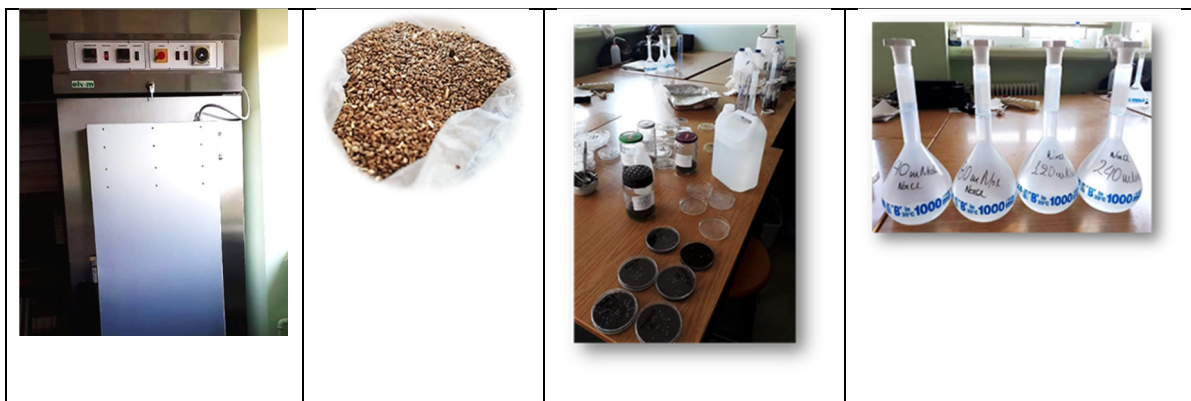
B. Πειραματικό μέρος

Κεφάλαιο 2^ο

2.1 Επίδραση υποστρωμάτων και θερμοκρασίας στη βλαστικότητα και ανάπτυξη σπόρων αρμυρήθρας (*Salicornia sp.*)

2.1.1 Υλικά και μέθοδοι

Το πειραματικό μέρος άρχισε να υλοποιείται το έτος 2019-2020 στο εργαστήριο Βοτανικής και Ζιζανιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών. Για την επίδραση του νερού (H₂O), της προσθήκης του χλωριούχου νατρίου (NaCl), της ουρίας (urea), τύρφης (peat), της χιτίνης (chitin), του βιοάνθρακα (biochar), της ζωικής κοπριάς αλόγου (horse) και προβάτου (sheep) στην βλάστηση σπόρων και στην ανάπτυξη του μήκους των φυτών της αρμυρήθρας (*Salicornia sp.*), πραγματοποιήθηκαν διάφορες πειραματικές δοκιμές στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες, (25 ± 1)^οC και (27 ± 1)^οC και δύο φωτοπερίόδους, 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι, όπου η σχετική υγρασία ήταν (75 ± 1)%, ενώ ο ρυθμιζόμενος φωτισμός ήταν στα 1200 Lux. Σε κάθε μία από τις πειραματικές δοκιμές χρησιμοποιήθηκαν τριβλία που είχαν διάμετρο Ø9 cm, 15g υπόστρωμα και 15ml H₂O και 40 σπόροι. Το νερό αποτελούσε μάρτυρας του πειράματος. Στα εδαφικά υποστρώματα ενσωματώθηκαν 40,80,120,240 mM NaCl, 2%, 5% ουρία, τύρφη, 2%,5% χιτίνη, 2%,5%,10%,15% βιοάνθρακα, 2%, 5%, 10% κοπριά αλόγου και 2%,5%,10% κοπριά πρόβατου. Επίσης πραγματοποιήθηκαν τρεις πειραματικές δοκιμές με τρεις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Η παρακολούθηση των σπόρων που βλαστούσαν και η μέτρηση του μήκους των φυταρίων με την βοήθεια ταινίας χιλιοστόμετρων με ακρίβεια 1mm. γινόταν περίπου ανά 3 ημέρες όπως και το πότισμα με 10 ml νερού. Κάθε πειραματική δοκιμή είχε διάρκεια ενάμιση μήνα.



2.2 Αποτελέσματα

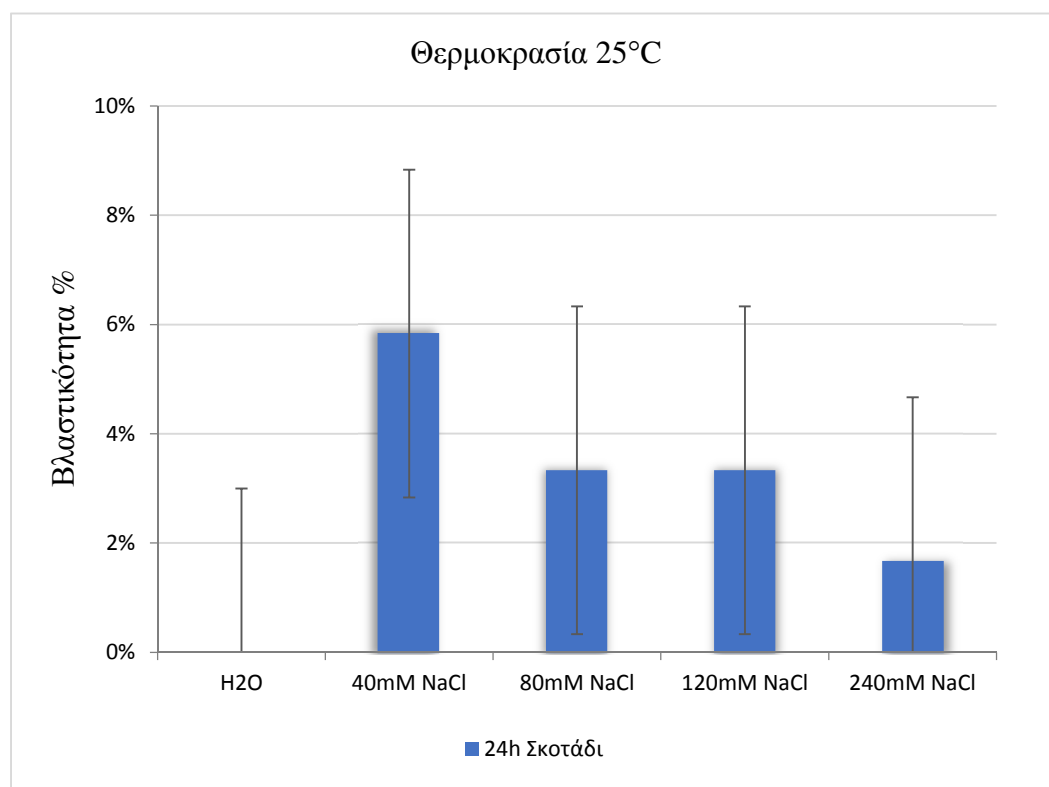
2.2.1 Επίδραση των υποστρωμάτων και της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα και ανάπτυξη σπόρων αρμυρήθρας

2.2.1.1 Επίδραση της θερμοκρασίας 25⁰C στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας

2.2.1.1.1 Επίδραση του NaCl στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25⁰C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

Στους 25⁰C στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών οι σπόροι αρμυρήθρας στο μάρτυρα, σε 24 ώρες σκοτάδι, δεν κατάφεραν να βλαστήσουν. Από την άλλη πλευρά τη μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα εμφάνισαν οι σπόροι στη συγκέντρωση 40mM NaCl με 5,8%. Η βλαστικότητα των σπόρων στις συγκεντρώσεις 80mM NaCl και 120mM NaCl ήταν 3,3%. Επίσης τη χαμηλότερη βλαστική ικανότητα παρουσίασαν οι σπόροι στη συγκέντρωση

240mM NaCl με 1,7%

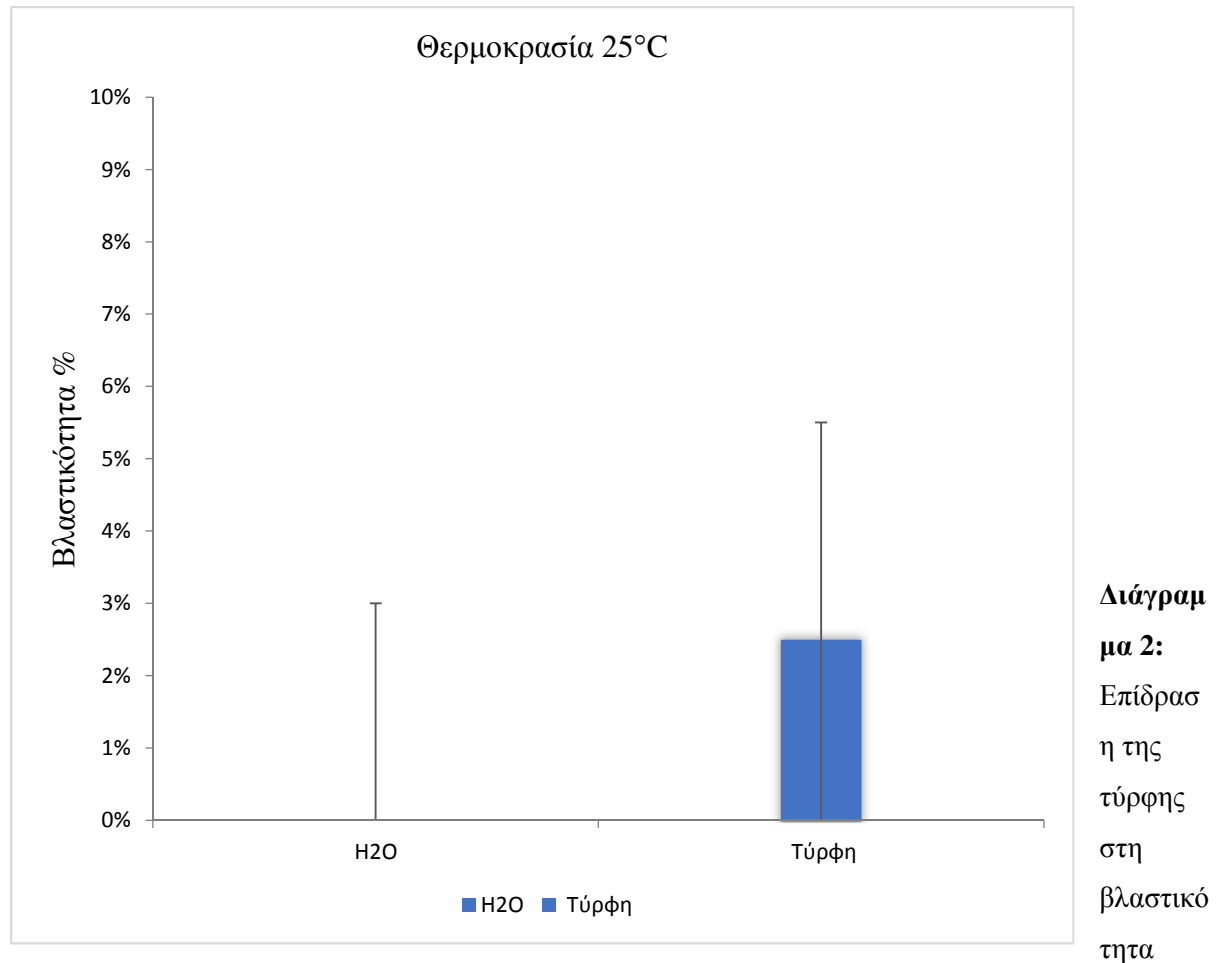


Διάγραμμα α 1: Επίδραση του NaCl στη βλαστικότητα (±s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε

θερμοκρασία 25⁰C και σε 24 ώρες σκοτάδι.

2.2.1.1.2 Επίδραση της τύρφης στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

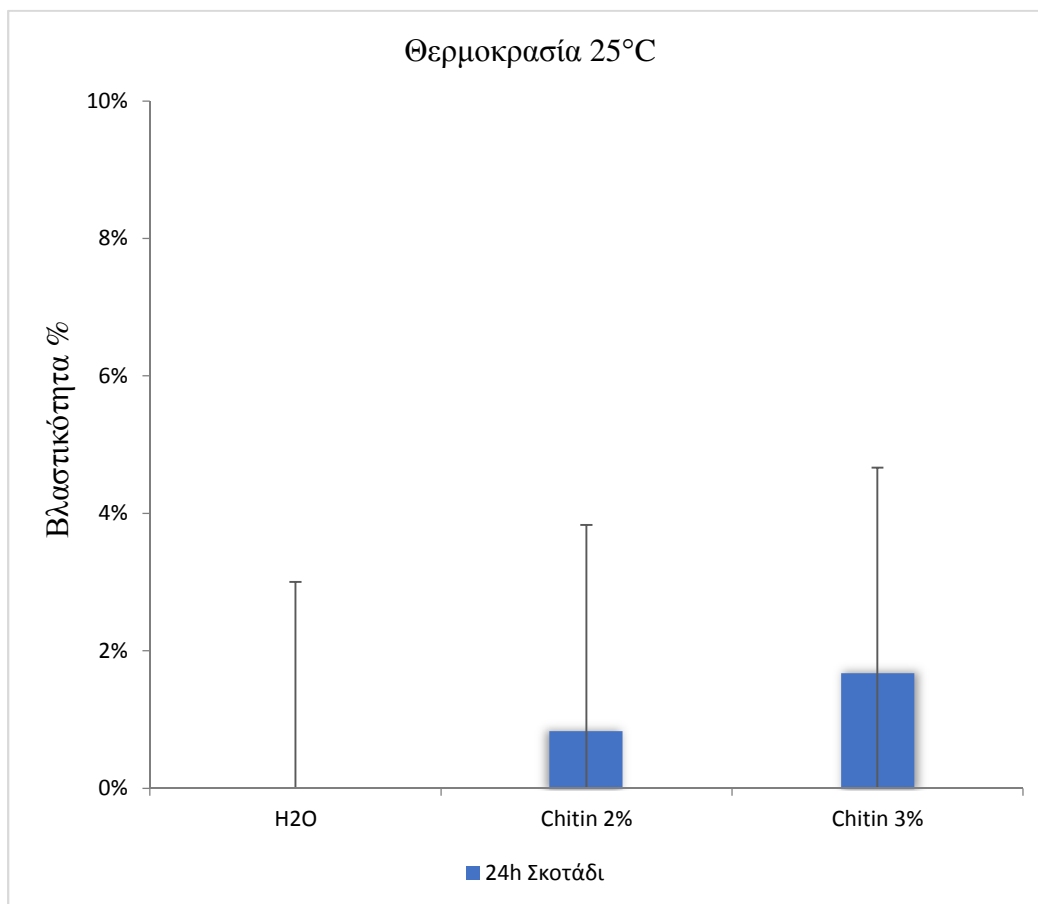
Σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι εφαρμόστηκε τύρφη στους σπόρους αρμυρήθρας και η βλαστικότητα που εμφάνισαν ήταν χαμηλή 2,5% παρόλα αυτά στο μάρτυρα ήταν 0%.



(\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι.

2.2.1.1.3 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

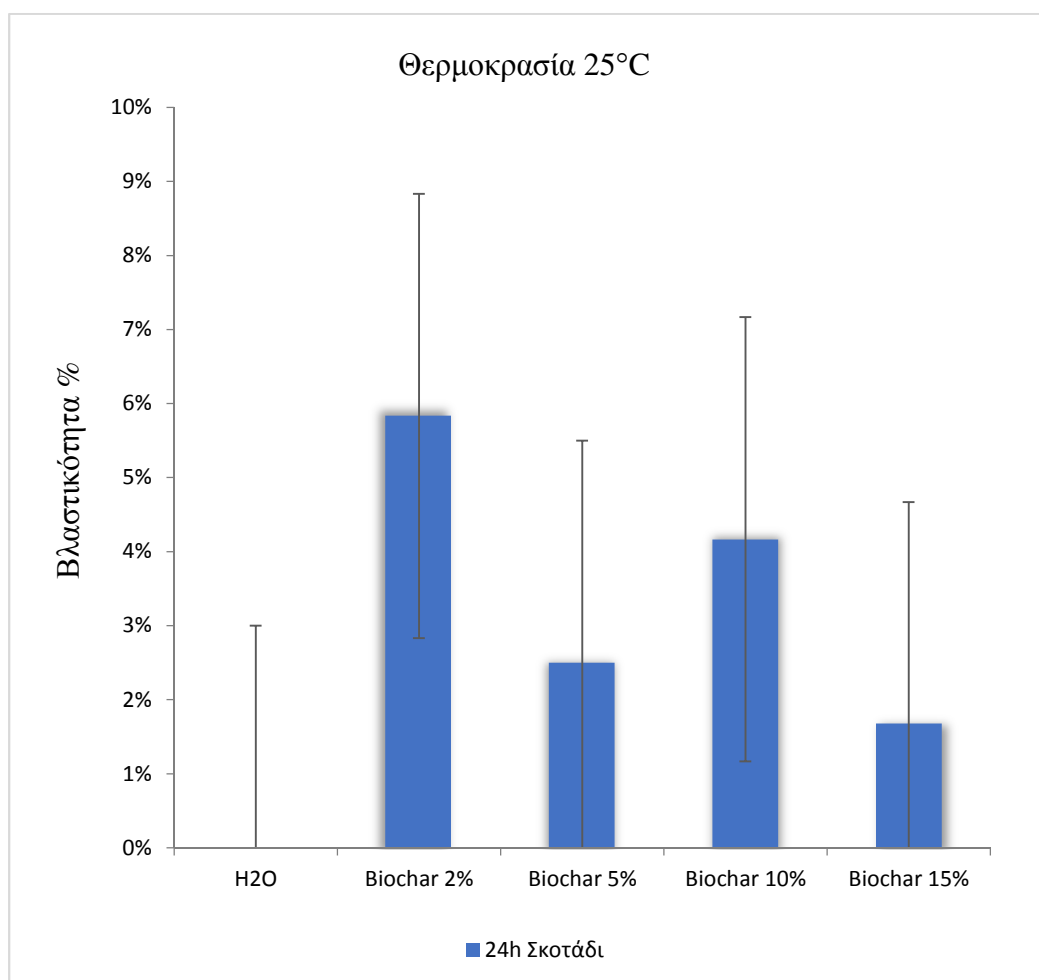
Σε 24 ώρες σκοτάδι και θερμοκρασία 25°C η βλαστική ικανότητα των σπόρων ήταν μεγαλύτερη στην εφαρμογή με χιτίνη 3% καθώς η τιμή της ήταν 1,7% ενώ με χιτίνη 2% έφτασε μόλις 0,8%. Γενικότερα η μεταχείριση αυτή παρουσίασε πολύ χαμηλά ποσοστά βλαστικότητας.



Διάγραμμα 3: Επίδραση της χιτίνης (chitin) στη βλαστικότητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι.

2.2.1.1.4 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

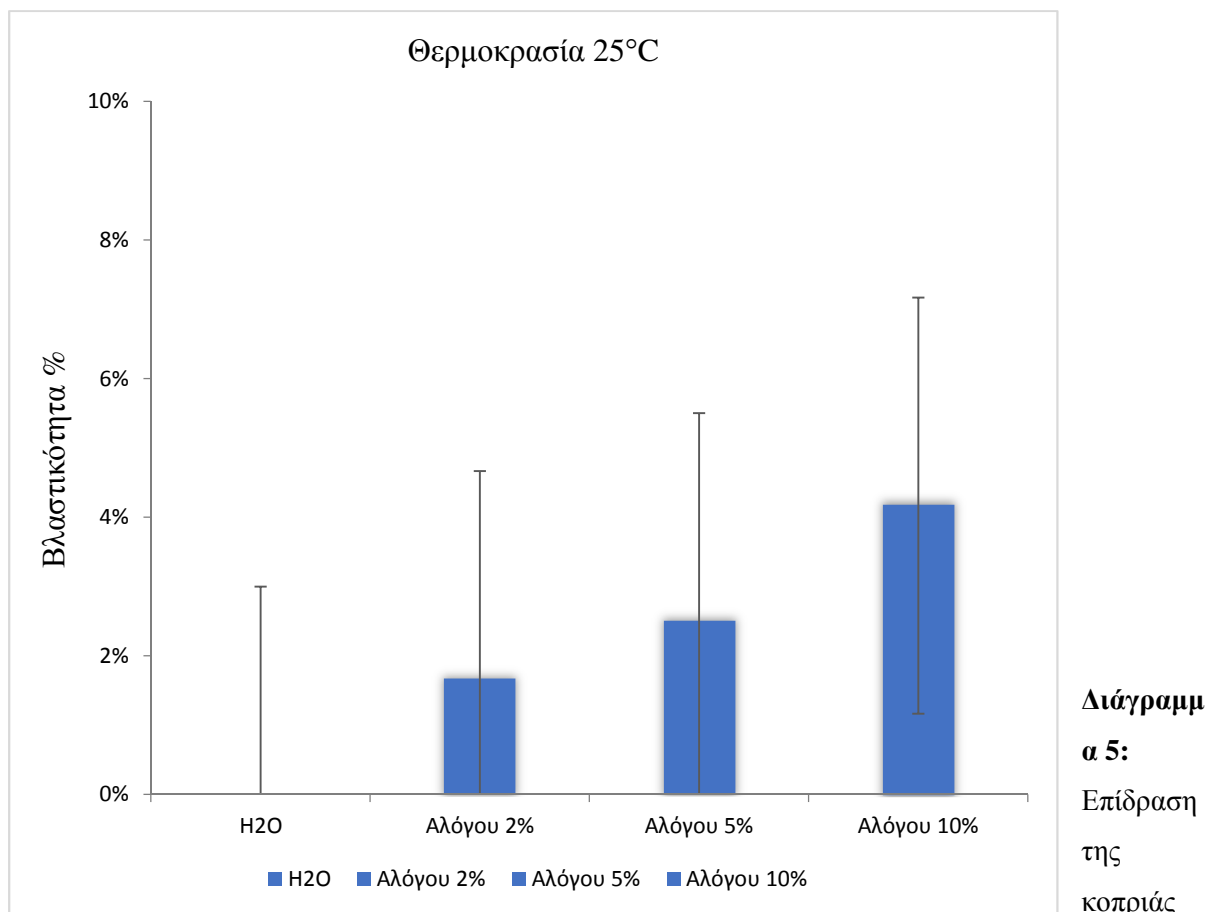
Σε συνθήκες θερμοκρασίας 25°C και 24 ώρες σκοτάδι οι σπόροι μεταχειρίστηκαν με βιοάνθρακα και τη μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα απ' όλες τις μεταχειρίσεις παρουσίασαν οι σπόροι στο βιοάνθρακα 2% με τιμή 5,8%. Ακολούθησαν οι σπόροι στο βιοάνθρακα 10% με 4,2%, του βιοάνθρακα 5% με τιμή 2,5% και χαμηλότερη βλαστικότητα παρουσίασαν οι σπόροι του βιοάνθρακα 15% καθώς η τιμή τους άγγιξε το 1,7%.



Διάγραμμα α 4: Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στη βλαστικότητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι.

2.2.1.1.5 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

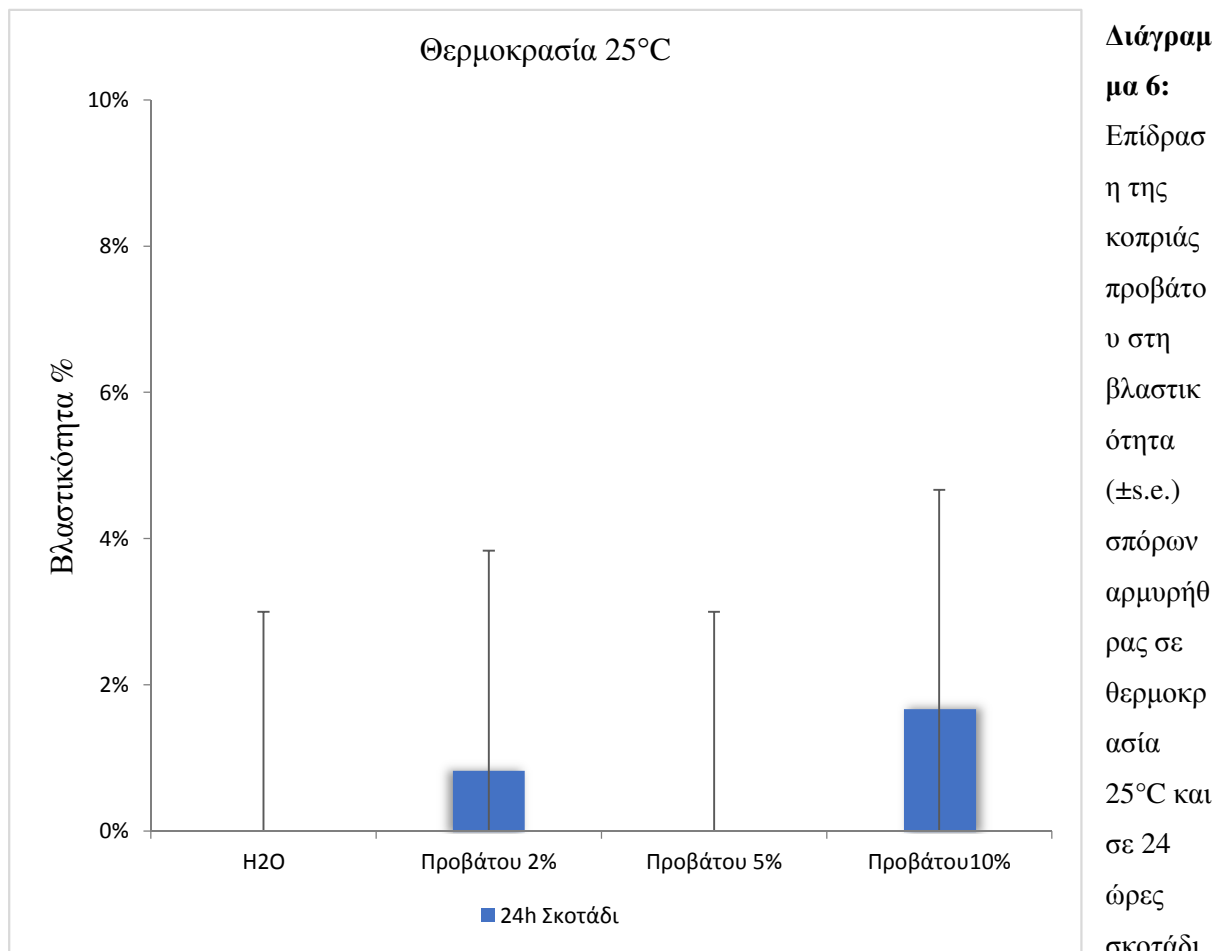
Σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι η βλαστικότητα των σπόρων σε εφαρμογή κοπριάς αλόγου 10% ήταν μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες με τιμή 4,2% ενώ ακολούθησε του αλόγου 5% με 2,5% και χαμηλότερη εμφάνισαν οι σπόροι που αναπτύσσονταν σε κοπριά αλόγου 2% με τιμή μόλις 1,7%.



αλόγου στη βλαστικότητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι.

2.2.1.1.6 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

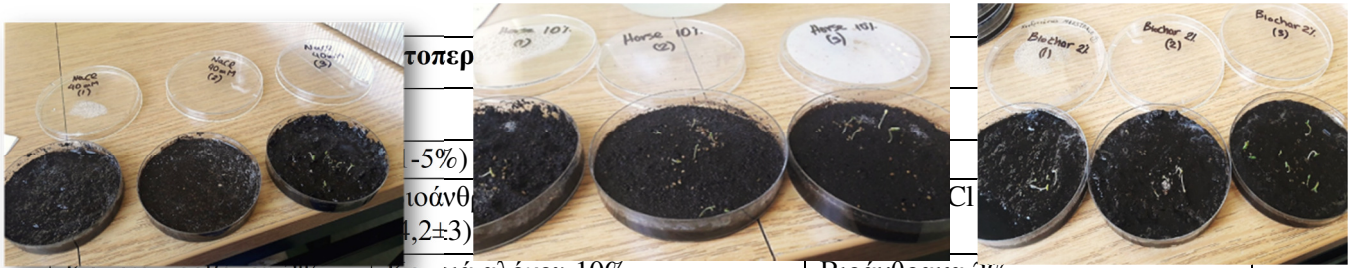
Σε θερμοκρασία 25°C και 24 ώρες σκοτάδι οι σπόροι εκτός από του μάρτυρα δεν βλάστησαν ούτε του προβάτου 5%. Η βλαστικότητα που παρατηρήθηκε ήταν χαμηλή σε αυτές τις μεταχειρίσεις με μεγαλύτερη τιμή του προβάτου 10% με 1,7% και την χαμηλότερη να συγκεντρώνεται στου προβάτου 2% με 0,8%.



2.2.1.1.7 Επίδραση της θερμοκρασίας 25°C και της φωτοπερίοδου (24 ώρες σκοτάδι) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας.

Σύμφωνα με το πίνακα 1 για τα ποσοστά της βλαστικής ικανότητας των σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο (24 ώρες σκοτάδι), συμπεραίνεται ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά παρατηρήθηκαν στη μεταχείριση 40 mM NaCl (5,8%) και βιοάνθρακα 2% (5,8%). Ακολούθησαν του βιοάνθρακα 10% (4,2%) και κοπριάς αλόγου 10% (4,2%) ενώ η βλαστική ικανότητα των σπόρων στο μάρτυρα H₂O (0%), στην ουρία 2% (0%), ουρία 5% (0%) και στη κοπριά προβάτου 5% (0%) ήταν μηδαμινή.

Πίνακας 1: Ποσοστά βλαστικής ικανότητας σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο (24 ώρες σκοτάδι)

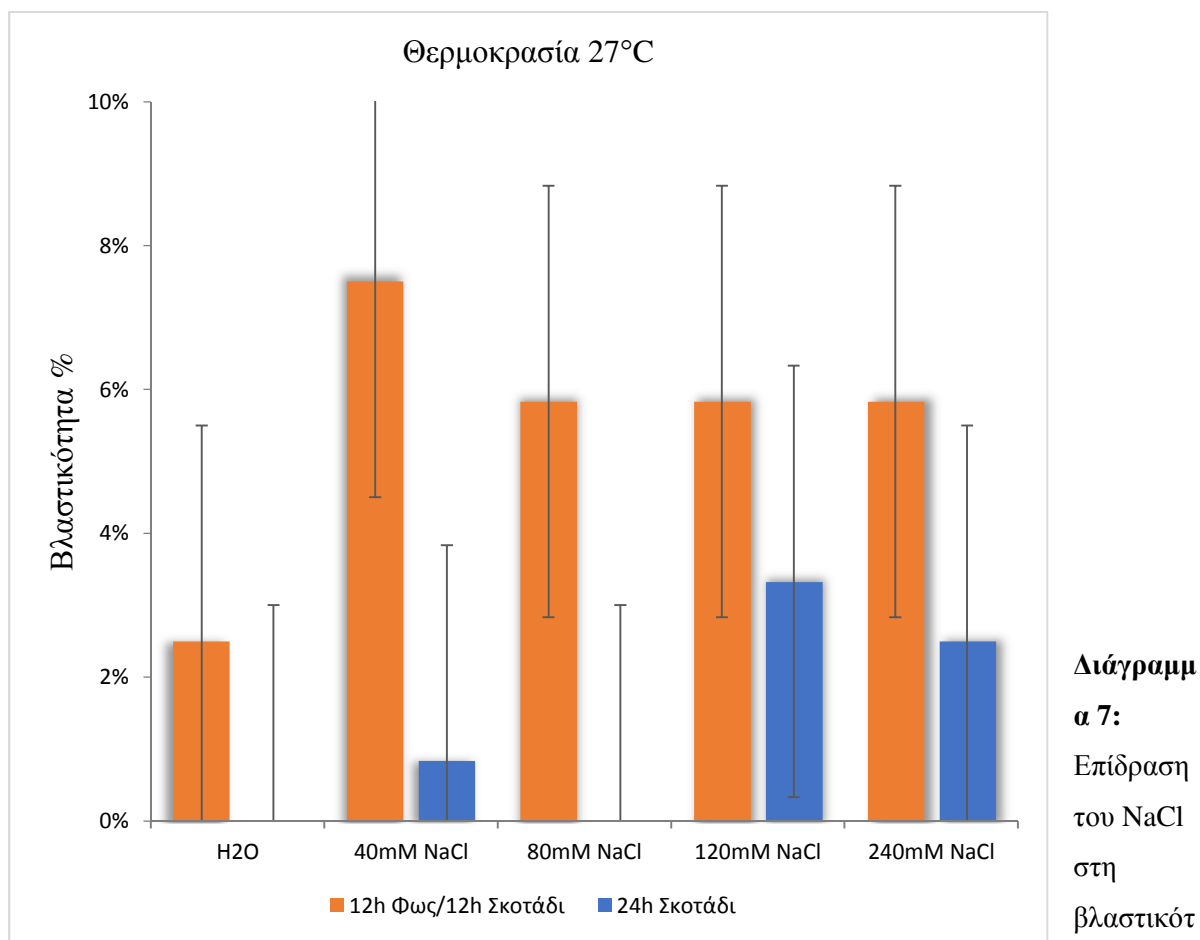


Κοπριά προβάτου 2% (0,8±3)	Κοπριά αλόγου 10% (4,2±3)	Βιοάνθρακα 2% (5,8±3)
H ₂ O NaCl (0)	80 mM NaCl Κοπριά αλόγου (3,3±3)	Βιοάνθρακα
Ουρία 2% (0)	120 mM NaCl (3,3±3)	
Ουρία 5% (0)	Τύρφη (2,5±3)	
Κοπριά προβάτου 5% (0)	Βιοάνθρακα 5% (2,5±3)	
	Κοπριά αλόγου 5% (2,5±3)	
	240 mM NaCl (1,7±3)	
	Χιτίνη 3% (1,7±3)	
	Βιοάνθρακα 15% (1,7±3)	
	Κοπριά αλόγου 2% (1,7±3)	
	Κοπριά προβάτου 10% (1,7±3)	

2.2.1.2 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C στη βλαστικότητα σπόρων

2.2.1.2.1 Επίδραση του NaCl στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

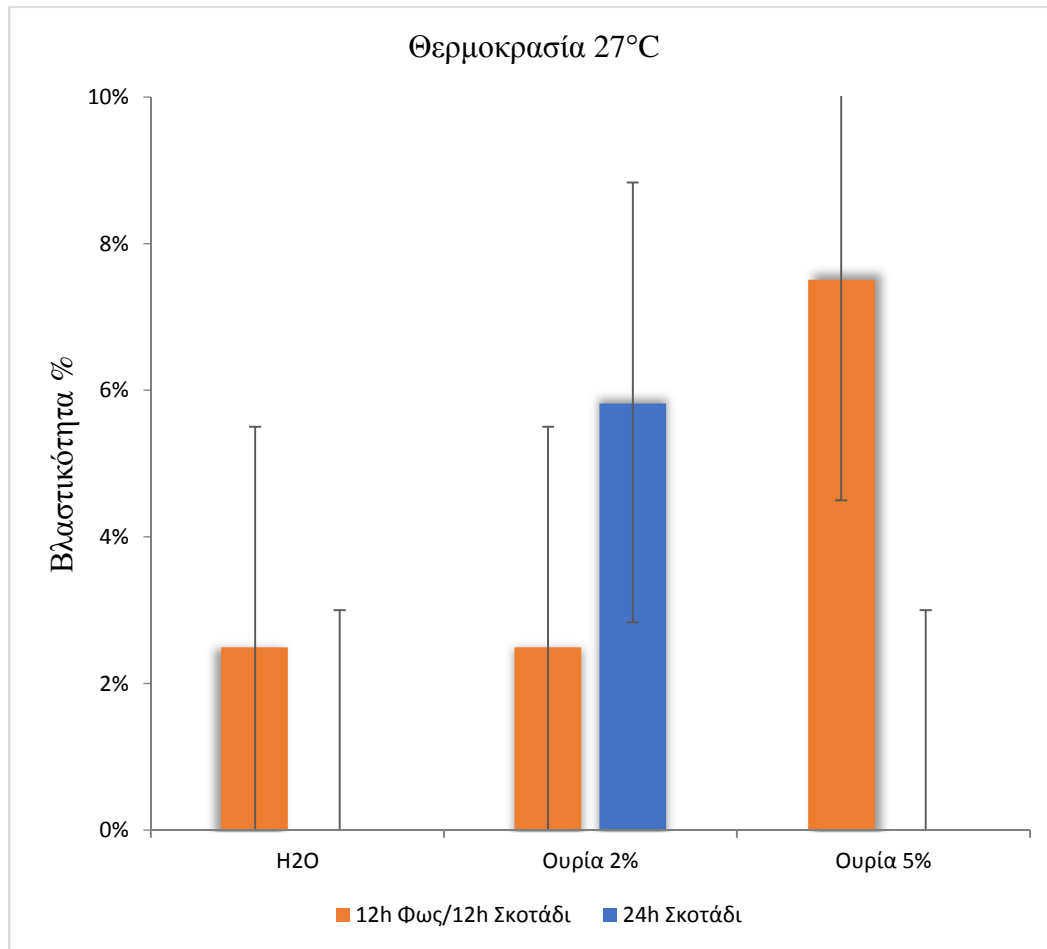
Σε θερμοκρασία 27°C και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι κατάφεραν μόνο να βλαστήσουν οι σπόροι στο μάρτυρα με τιμή 2,5% όπως και οι σπόροι σε συγκέντρωση 80 mM NaCl με ποσοστό 5,8%. Το υψηλότερο ποσοστό βλαστικής ικανότητας ήταν 7,5% που συγκέντρωσαν οι σπόροι σε συγκέντρωση 40 mM NaCl. Αντίθετα σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι την υψηλότερη βλαστικότητα εμφάνισαν οι σπόροι σε συγκέντρωση 120 mM NaCl. Γενικότερα οι μεταχειρίσεις με NaCl παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά βλάστησης από όλες τις μεταχειρίσεις.



ητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι

2.2.1.2.2 Επίδραση της ουρίας στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

Σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών με θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι η βλαστικότητα της ουρίας 5% ήταν μηδαμινή ενώ σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό 7,5%. Στην ουρία 2% οι σπόροι έφτασαν το 5,8% βλαστικότητας σε 24 ώρες σκοτάδι σε αντίθεση με αυτούς σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι που συγκέντρωσαν τιμή 2,5%.

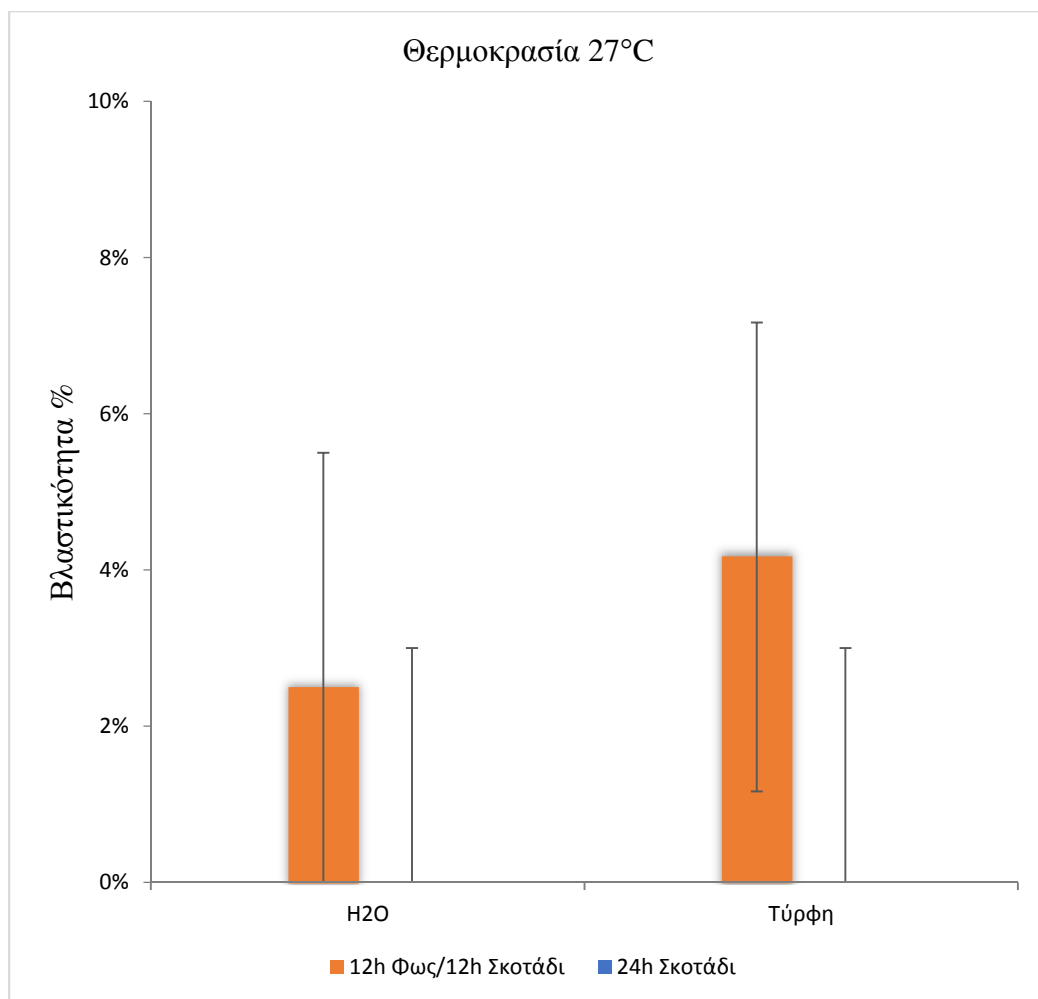


Διάγραμμα α 8:
Επίδραση της ουρίας στη βλαστικότητα (±s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι και 12

ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι

2.2.1.2.3 Επίδραση της τύρφης στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

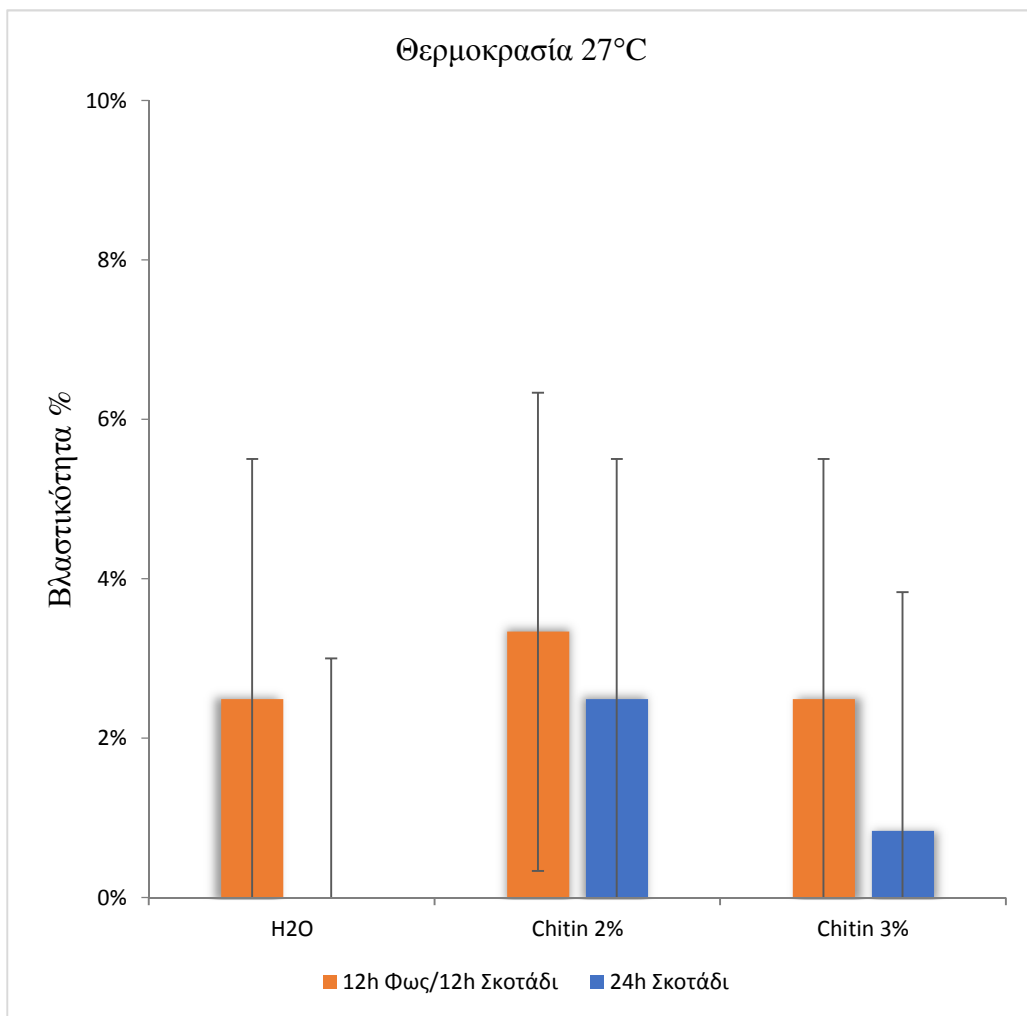
Σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι διαπιστώνεται πως η βλαστικότητα των σπόρων σε εφαρμογή τύρφης είναι μηδαμινή όπως και του μάρτυρα. Βέβαια σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι το ποσοστό της έφτασε μόλις το 4,2%.



Διάγραμμα 9: Επίδραση της τύρφης στη βλαστικότητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι

2.2.1.2.4 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

Σε συνθήκες θερμοκρασίας 27°C και φωτοπεριόδου 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι παρουσιάστηκε μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας στους σπόρους με εφαρμογή χιτίνης 2% αλλά και χιτίνης 3% με τιμές 3,3% και 2,5% αντίστοιχα, από αυτούς σε 24 ώρες σκοτάδι καθώς σε εφαρμογή χιτίνης συγκέντρωσαν τη χαμηλότερη βλαστικότητα 0,8%.

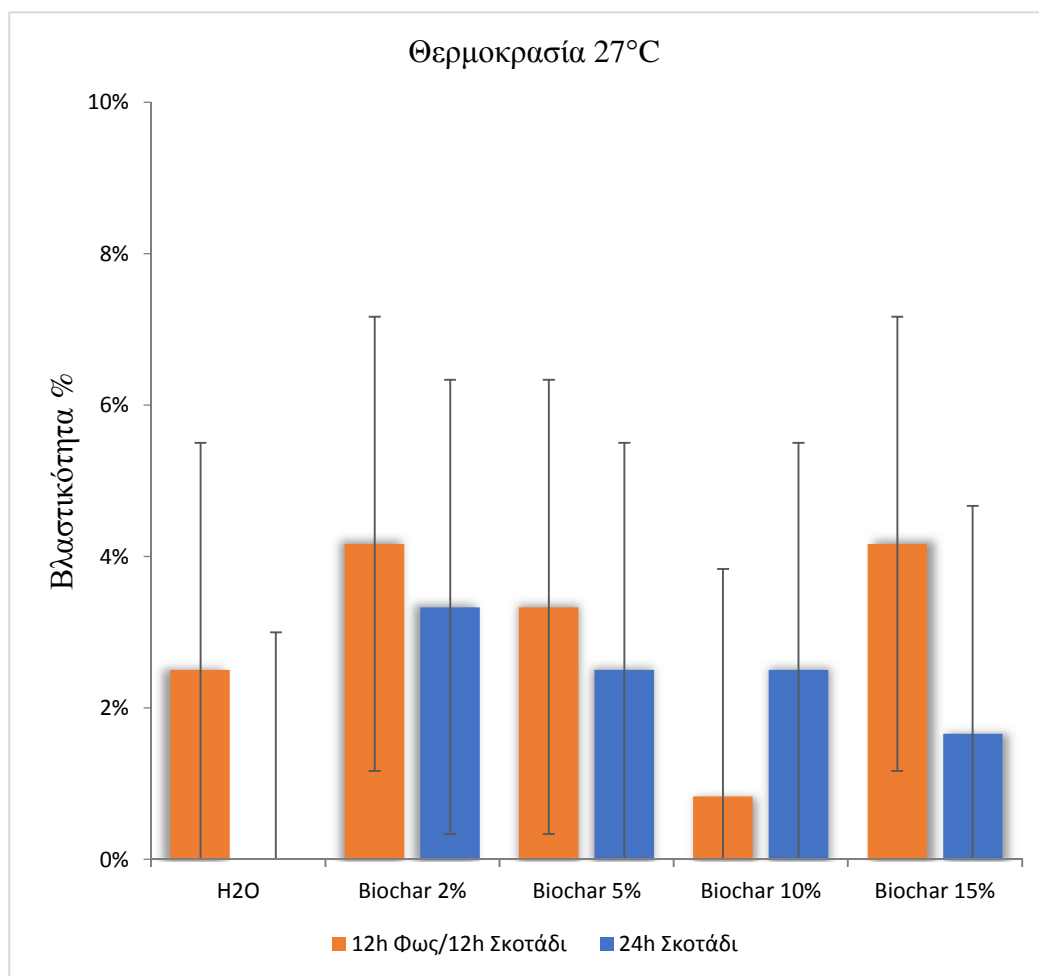


Διάγραμμα α 10:
Επίδραση της χιτίνης (chitin) στη βλαστικότητα (±s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C

Επίδραση της χιτίνης (chitin) στη βλαστικότητα (±s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι

2.2.1.2.5 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

Σε θερμοκρασία 27°C και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι αποδείχτηκε πως η βλαστική ικανότητα των σπόρων σε μεταχείριση βιοάνθρακα ήταν μεγαλύτερη από εκείνους σε 24 ώρες σκοτάδι, εκτός από του βιοάνθρακα 10% που εμφάνισε τη χαμηλότερη τιμή 0.8%. Η βλαστικότητα των σπόρων στην εφαρμογή βιοάνθρακα 2% ήταν η μεγαλύτερη 4,2% όπως και του βιοάνθρακα 15% σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι. Βέβαια σε 24 ώρες σκοτάδι η βλαστικότητα στην εφαρμογή του βιοάνθρακα 15% δεν κατάφερε να ξεπεράσει το 1,7%

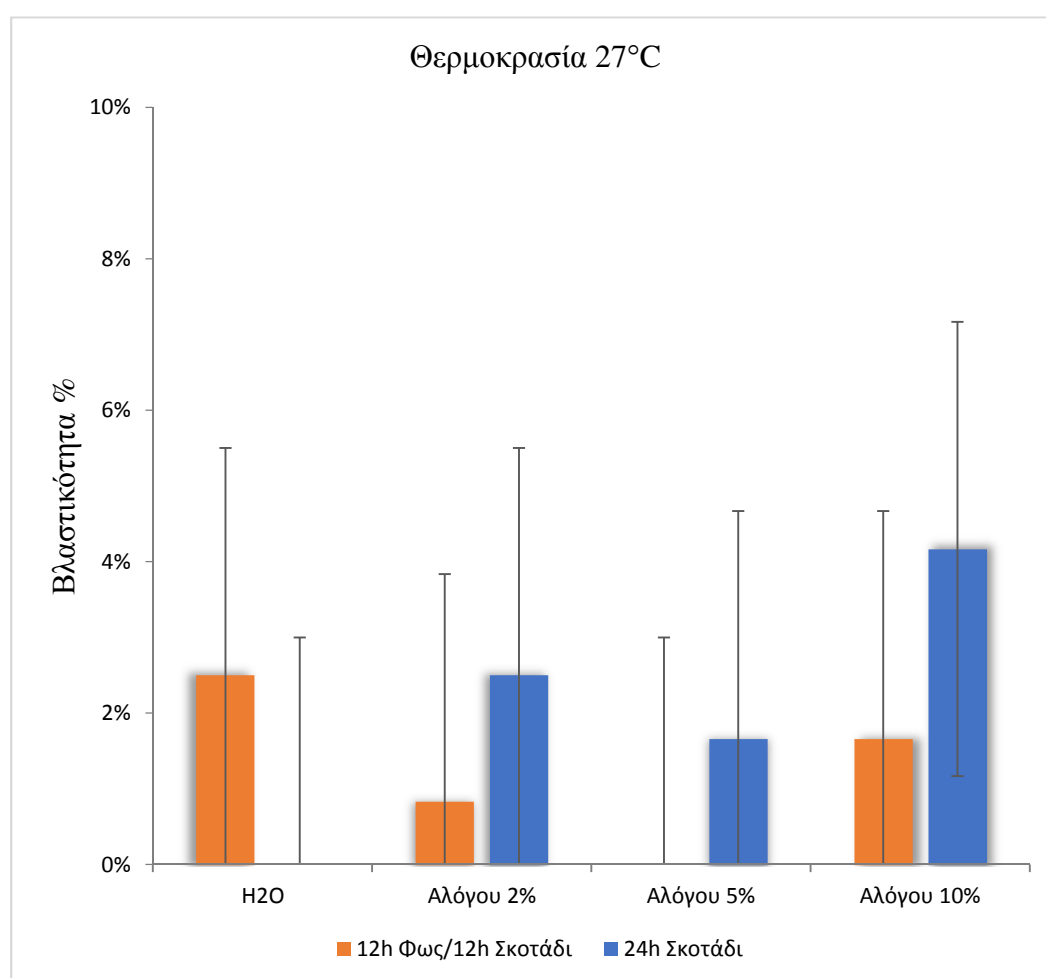


Διάγραμμα 11: Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στη βλαστικότητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι και 12

φως/12 ώρες σκοτάδι

2.2.1.2.6 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

Σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών με θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα των σπόρων σε εφαρμογή κοπριάς αλόγου, με μεγαλύτερη τιμή στη κοπριά αλόγου 10% που ήταν 4,2%. Επίσης σε κοπριά αλόγου 5% οι σπόροι δεν κατάφεραν να βλαστήσουν στις 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι ενώ στη κοπριά αλόγου 2% η βλαστικότητα ήταν αρκετά χαμηλή 0,8%

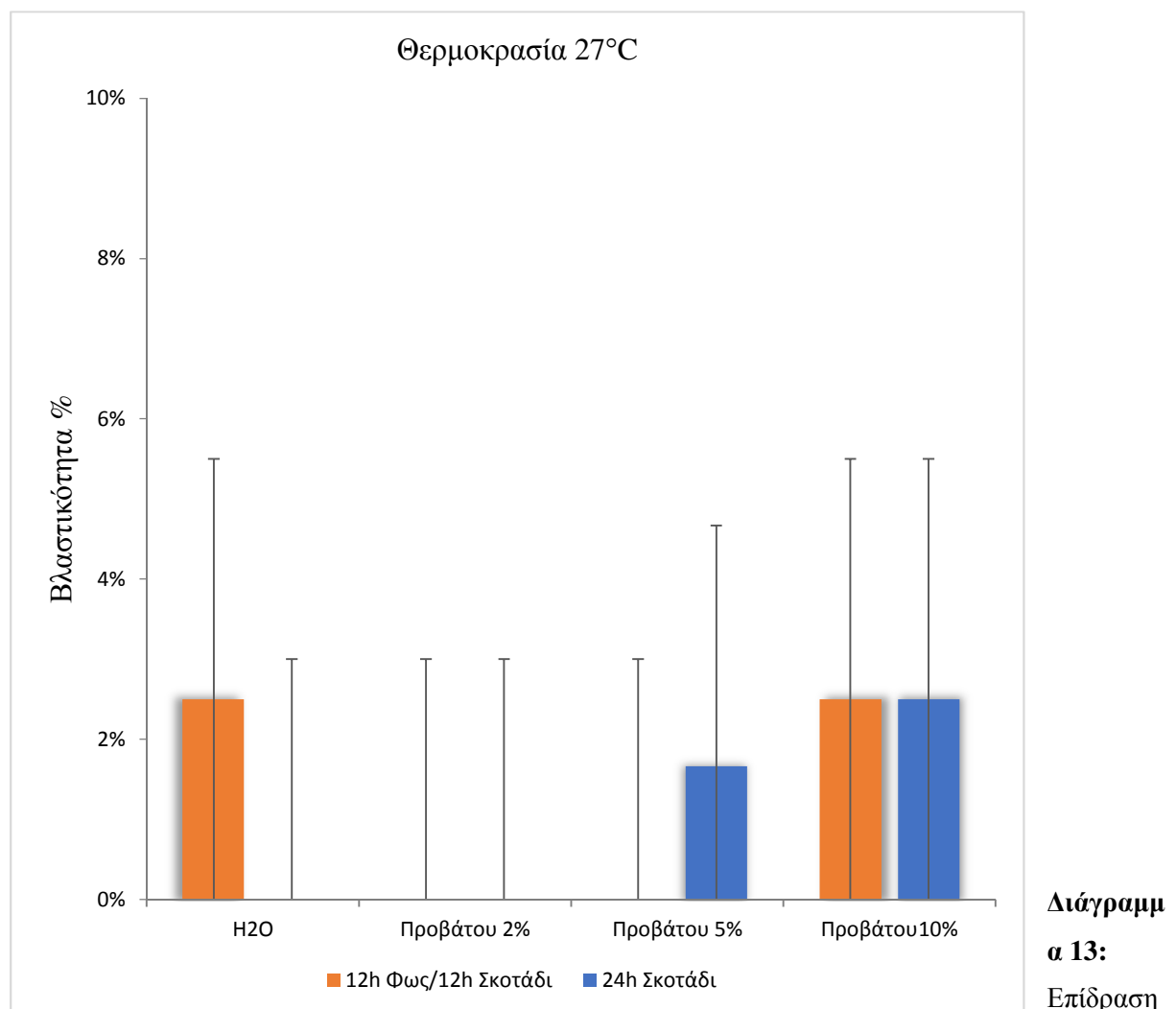


**Διάγραμμα
α 12:**
Επίδραση

της κοπριάς αλόγου στη βλαστικότητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι

2.2.1.2.7 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

Σε θερμοκρασία 27°C και σε εφαρμογή κοπριάς προβάτου οι σπόροι εμφάνισαν πολύ χαμηλή βλαστικότητα. Σε κοπριά προβάτου 2% οι σπόροι δεν κατάφεραν να βλαστήσουν σε καμία φωτοπερίοδο ενώ σε κοπριά προβάτου 5% η βλαστική τους ικανότητα ήταν μηδαμινή μόνο σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι. Τέλος σε εφαρμογή κοπριάς προβάτου 10% οι σπόροι συγκέντρωσαν το ποσοστό βλαστικότητας 2,5% και στις δύο φωτοπεριόδους.



της κοπριάς προβάτου στη βλαστικότητα (\pm s.e.) σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι

2.2.1.2.8 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C και της φωτοπεριόδου (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι) στη βλαστικότητα σπόρων αρμυρήθρας

Από το παρακάτω πίνακα 2, διαπιστώνεται πως τα ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων ήταν υψηλότερα σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι) από όλες τις μεταχειρίσεις καθώς σε συγκέντρωση 40 mM NaCl και σε εφαρμογή ουρίας 5% έφτασε το 7,5% ενώ ακολούθησαν με 5,8% οι σπόροι στις συγκεντρώσεις 80 mM NaCl, 120 mM NaCl και 240 mM NaCl. Σε αυτή τη πειραματική δοκιμή οι σπόροι στο μάρτυρα κατάφεραν να βλαστήσουν με χαμηλό ποσοστό 2,5%. Τέλος μηδενική ήταν η βλαστικότητα στους σπόρους που εφαρμόστηκε κοπριά αλόγου 5%, προβάτου 2% και κοπριά προβάτου 5% ενώ πολύ χαμηλό ποσοστό βρίσκονται οι σπόροι σε μεταχείριση βιοάνθρακα 10% και κοπριάς αλόγου 2% με τιμή μόλις 0,8% .

Πίνακας 2: Ποσοστά βλαστικής ικανότητας σπόρων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και

Θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδος (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι)			φωτοπερίοδος (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι)
Ποσοστά βλαστικότητας			
(0-1%)	(1-5%)	(5-10%)	
Βιοάνθρακα 10% (0,8±3)	Τύρφη (4,2±3)	40 mM NaCl (7,5±3)	
Κοπριά αλόγου 2% (0,8±3)	Βιοάνθρακα 2% (4,2±3)	Ουρία 5% (7,5±3)	
Κοπριά αλόγου 5% (0)	Βιοάνθρακα 15% (4,2±3)	80 mM NaCl (5,8±3)	
Κοπριά προβάτου 2% (0)	Χιτίνη 2% (3,3±3)	120 mM NaCl (5,8±3)	
Κοπριά προβάτου 5% (0)	Βιοάνθρακα 5% (3,3±3)	240 mM NaCl (5,8±3)	
	H ₂ O (2,5±3)		
	Ουρία 2% (2,5±3)		
	Χιτίνη 3% (2,5±3)		
	Κοπριά προβάτου 10% (2,5±3)		
	Κοπριά αλόγου 10% (1,7±3)		



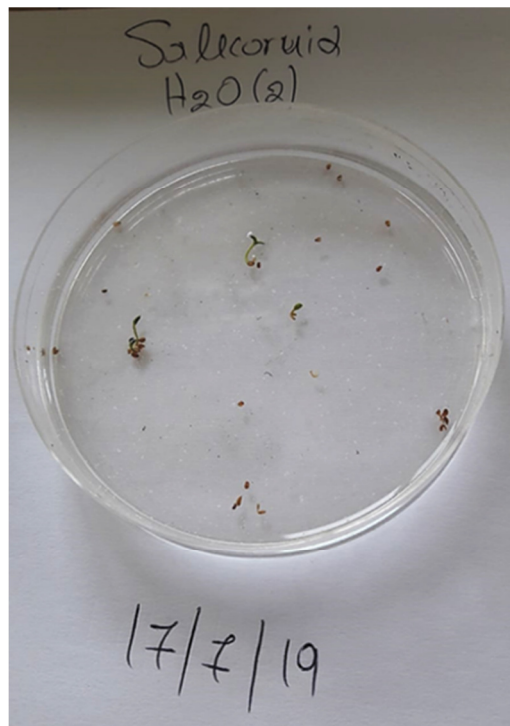
Κοπριά προβάτου



Κοπριά αλόγου



NaCl



H₂O

2.2.1.2.9 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C και της φωτοπερίοδου (24 ώρες σκοτάδι) στη βλαστικότητα σπόρων αμυρήθρας

Με βάση τα ποσοστά βλαστικότητας του πίνακα 2, σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο (24 ώρες σκοτάδι) συμπεραίνεται πως η υψηλότερη βλαστική ικανότητα των σπόρων παρουσιάστηκε στην εφαρμογή ουρίας 2% με τιμή 5,8% και ακολούθησε της κοπριάς αλόγου 10% που ήταν 4,2%. Οι σπόροι που δεν κατάφεραν να βλαστήσουν όμως ήταν στο μάρτυρα (H₂O), σε συγκέντρωση 80 mM NaCl, στην ουρία 5%, στη τύρφη και στη κοπριά προβάτου 2%, ενώ τη χαμηλότερη βλαστικότητα παρουσίασαν οι σπόροι σε συγκέντρωση 40 mM NaCl και σε χιτίνη 3% με 0,8%.

Πίνακας 3: Ποσοστά βλαστικής ικανότητας σπόρων αμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και

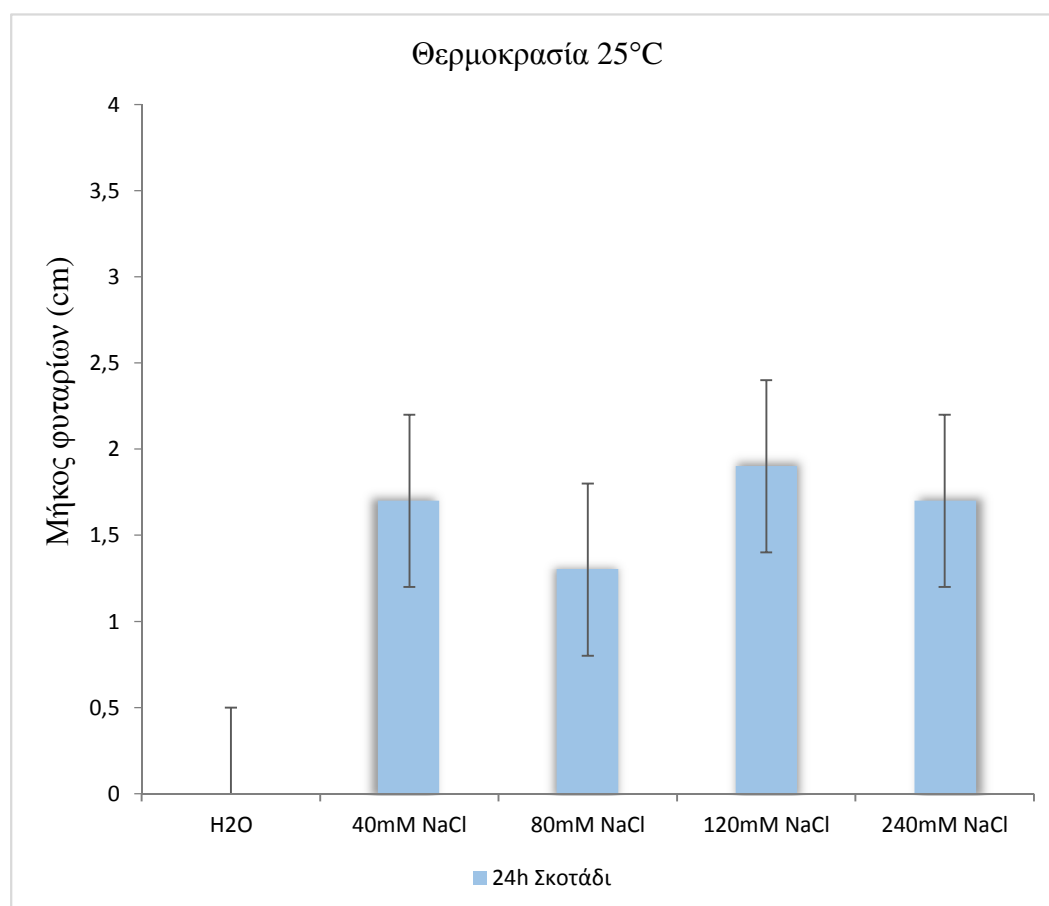
Θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδος (24 ώρες σκοτάδι)			φωτοπ ερίοδο (24 ώρες σκοτάδ ι)
Ποσοστά βλαστικότητας			
(0-1%)	(1-5%)	(5-10%)	
40 mM NaCl (0,8±3)	Κοπριά αλόγου 10% (4,2±3)	Ουρία 2% (5,8±3)	
Χιτίνη 3% (0,8±3)	120 mM NaCl (3,3±3)		
H ₂ O (0)	Βιοάνθρακα 2% (3,3±3)		
80 mM NaCl (0)	240 mM NaCl (2,5±3)		
Ουρία 5% (0)	Χιτίνη 2% (2,5±3)		
Τύρφη (0)	Βιοάνθρακα 5% (2,5±3)		
Κοπριά προβάτου 2% (0)	Βιοάνθρακα 10% (2,5±3)		
	Κοπριά αλόγου 2% (2,5±3)		
	Κοπριά προβάτου 10% (2,5±3)		
	Βιοάνθρακα 15% (1,7±3)		
	Κοπριά αλόγου 5% (1,7±3)		
	Κοπριά προβάτου 5% (1,7±3)		

2.2.2 Επίδραση των υποστρωμάτων και της θερμοκρασίας στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας

2.2.2.1 Επίδραση της θερμοκρασίας 25°C στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας

2.2.2.1.1 Επίδραση του NaCl στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

Στους 25°C στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών το μήκος των φυτών αρμυρήθρας σε 24 ώρες σκοτάδι σε συγκέντρωση 120 mM NaCl ήταν υψηλότερο με 1,9 cm ενώ το χαμηλότερο μήκος είχαν τα φυτάρια σε συγκέντρωση 80 mM NaCl με 1,3 cm. Επιπροσθέτως το ίδιο μήκος έφτασαν τα φυτάρια στη μεταχείριση 40 mM NaCl και 240 mM NaCl 1,7 cm.

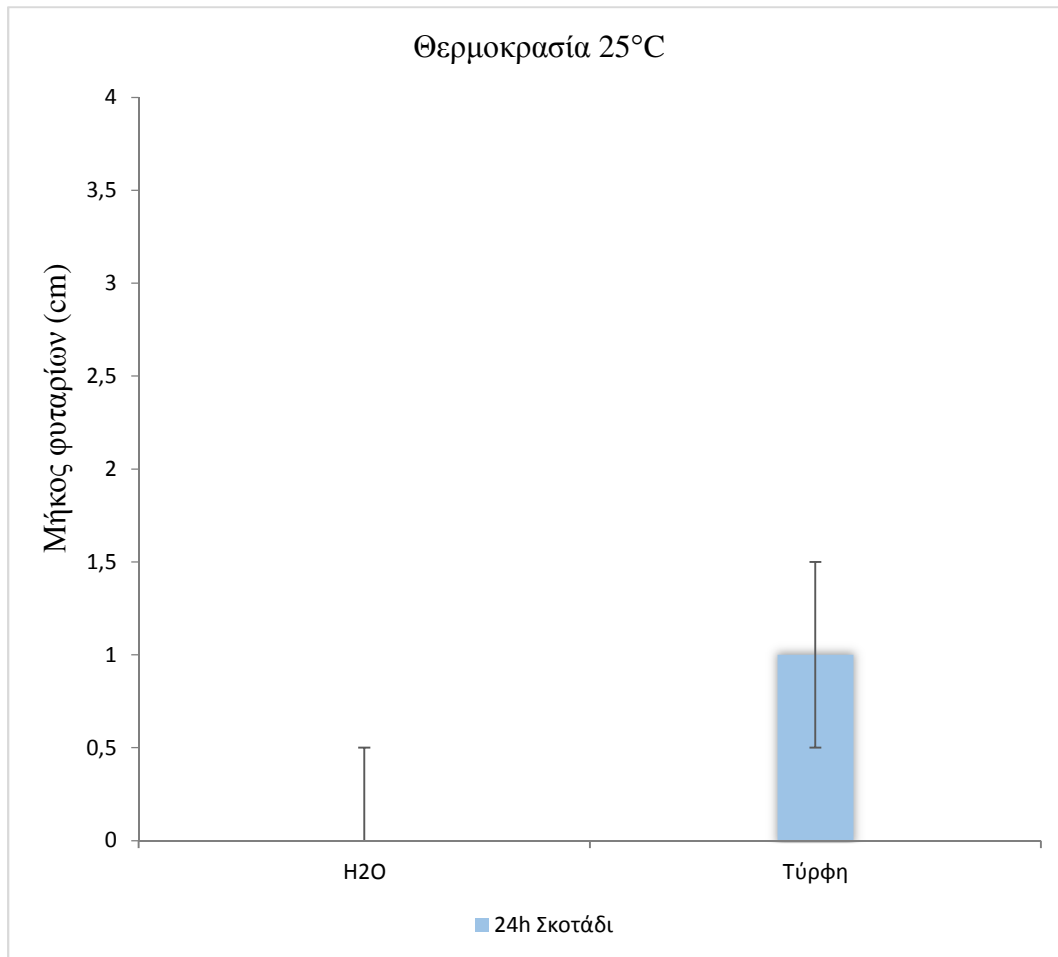


Διάγραμμα

α 14: Επίδραση του NaCl στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι

2.2.2.1.2 Επίδραση της τύρφης στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

Σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι τα φυτά σε εφαρμογή τύρφης απέκτησαν μήκος 1cm σε αντίθεση με του μάρτυρα που δεν ήταν μετρήσιμο.

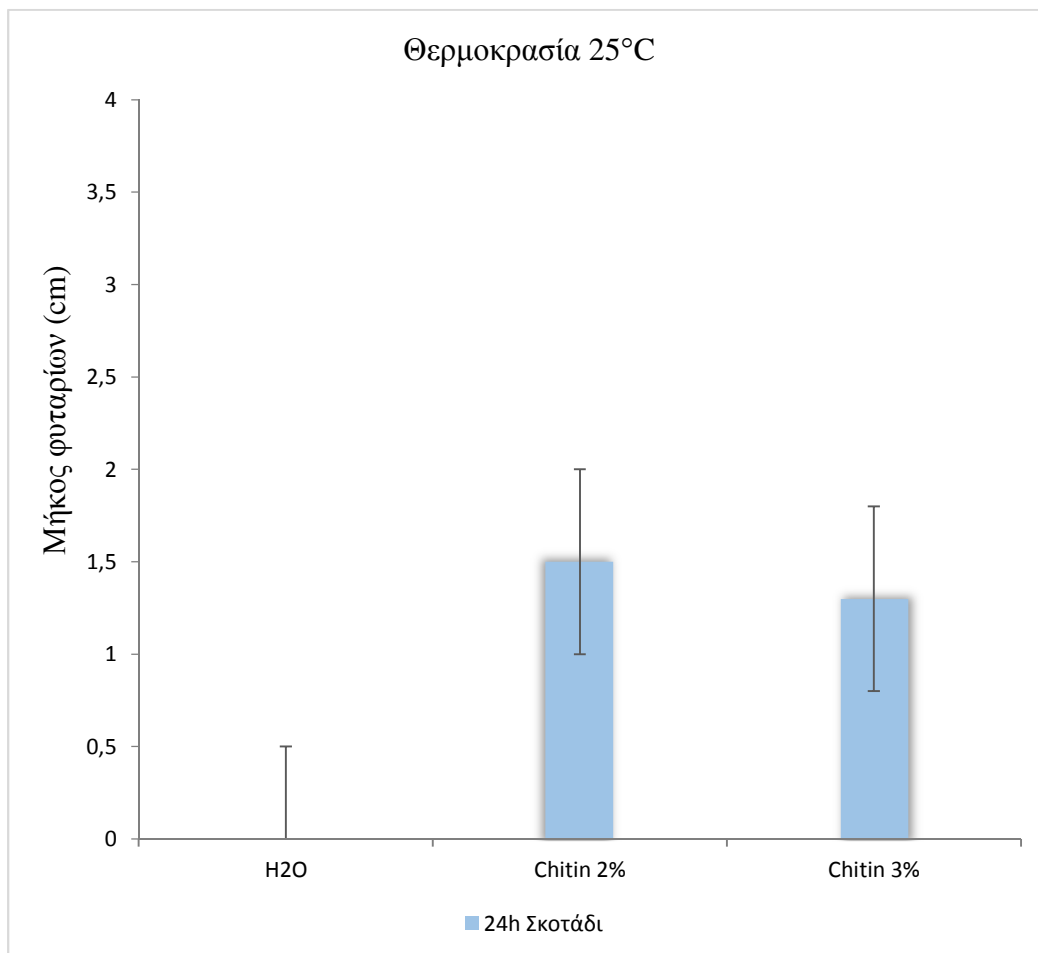


Διάγραμμα

μα 15: Επίδραση της τύρφης στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι

2.2.2.1.3 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

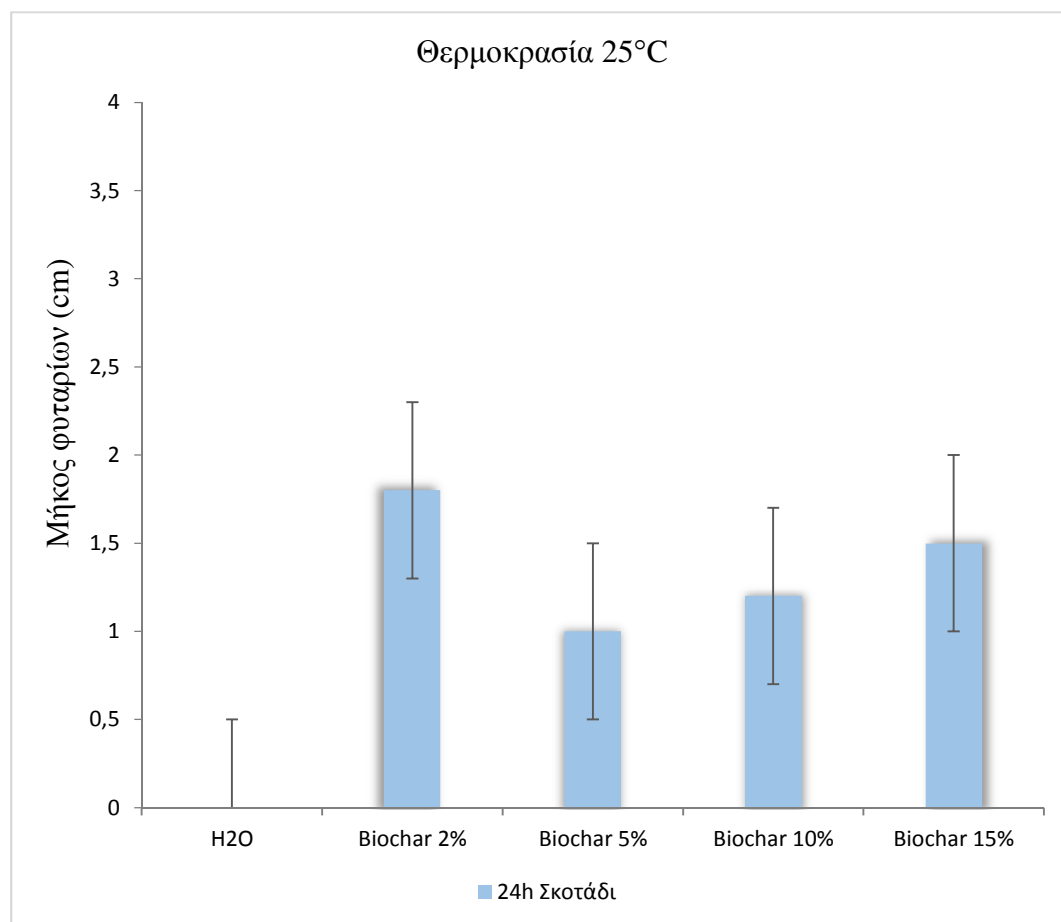
Στους 25°C στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών και σε 24 ώρες σκοτάδι το μήκος των φυτών της αρμυρήθρας ήταν υψηλότερο σε μεταχείριση χιτίνης 2% με 1,5 cm αλλά και σε χιτίνη 3% κατάφεραν να φτάσουν το μήκος 1,3 cm.



Διάγραμμα 16: Επίδραση της χιτίνης (chitin) στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι

2.2.2.1.4 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

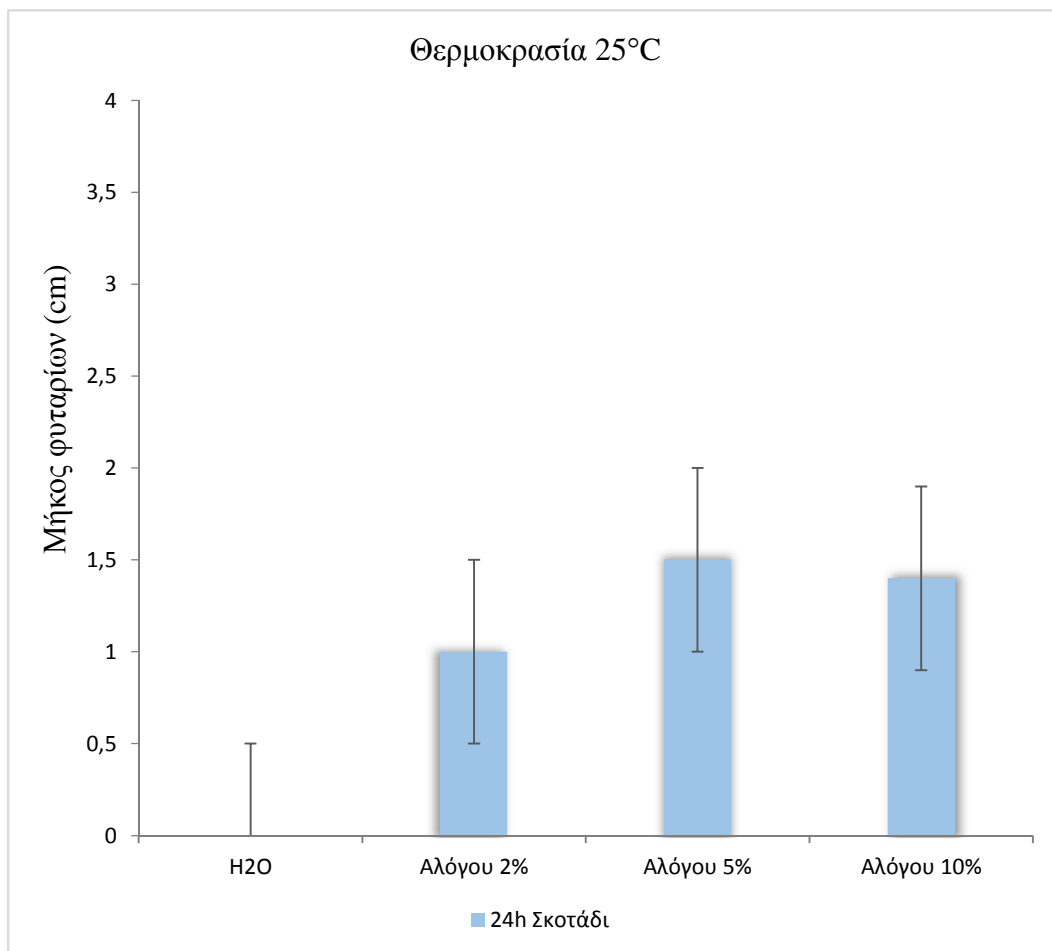
Σε θερμοκρασία 25°C και σε μεταχείριση βιοάνθρακα τα φυτάρια σε 24 ώρες σκοτάδι παρουσίασαν καλή ανάπτυξη με μήκος 1,9 cm σε βιοάνθρακα 2%, αμέσως επόμενο του βιοάνθρακα 15% με 1,5 cm ενώ το μικρότερο μήκος 1 cm είχαν τα φυτάρια στη μεταχείριση βιοάνθρακα 5%.



η του βιοάνθρακα (biochar) στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι

2.2.2.1.5 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

Σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι το μεγαλύτερο μήκος των φυτών σε εφαρμογή κοπριάς αλόγου 5% ήταν 1,5 cm και το μικρότερο σε κοπριά αλόγου 2% ήταν 1 cm.

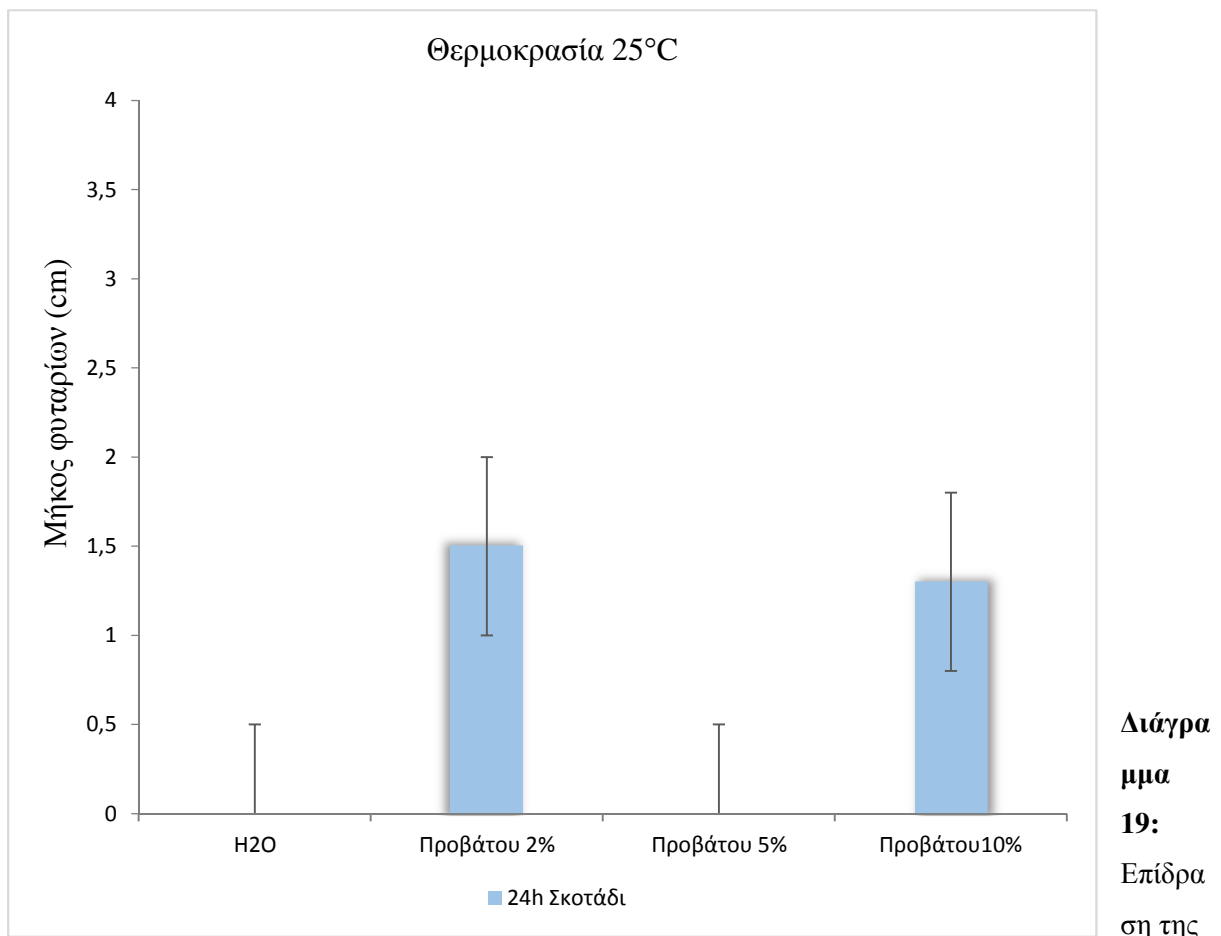


**Διάγραμμα
α 18:**

Επίδραση της κοπριάς αλόγου στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι

2.2.2.1.6 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο σκοτάδι

Σε θερμοκρασία 25°C και μεταχείριση κοπριάς προβάτου 2% τα φυτά σε 24 ώρες σκοτάδι απέκτησαν μήκος 1,5 cm με μικρή διαφορά από αυτά σε εφαρμογή κοπριάς προβάτου 10% που είχαν μήκος 1,3 cm.



κοπριάς προβάτου στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και σε 24 ώρες σκοτάδι

2.2.1.1.7 Επίδραση της θερμοκρασίας 25⁰C και της φωτοπεριόδου (24 ώρες σκοτάδι) στην αύξηση φυταρίων αρμυρήθρας

Σύμφωνα με το πίνακα 4 σε θερμοκρασία 25°C και 24 ώρες σκοτάδι παρατηρείται πως το μήκος των φυταρίων στο μάρτυρα, στις εφαρμογές ουρίας 2% και 5% και της κοπριάς προβάτου 5% δεν υπήρξε αύξηση του μήκους καθώς δεν βλάστησαν. Επιπλέον η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση 120 Mm NaCl με τιμή 1,9 cm, αμέσως επόμενο είναι το μήκος των φυταρίων σε εφαρμογή βιοάνθρακα 2% με 1,8 cm. Η μικρότερη αύξηση παρατηρήθηκε στα φυτάρια που μεταχειρίστηκαν με τύρφη, βιοάνθρακα 5% και κοπριά αλόγου 2% καθώς έφτασαν μόλις το ύψος 1 cm.

Πίνακας 4: Μήκος φυταρίων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο (24 ώρες σκοτάδι)

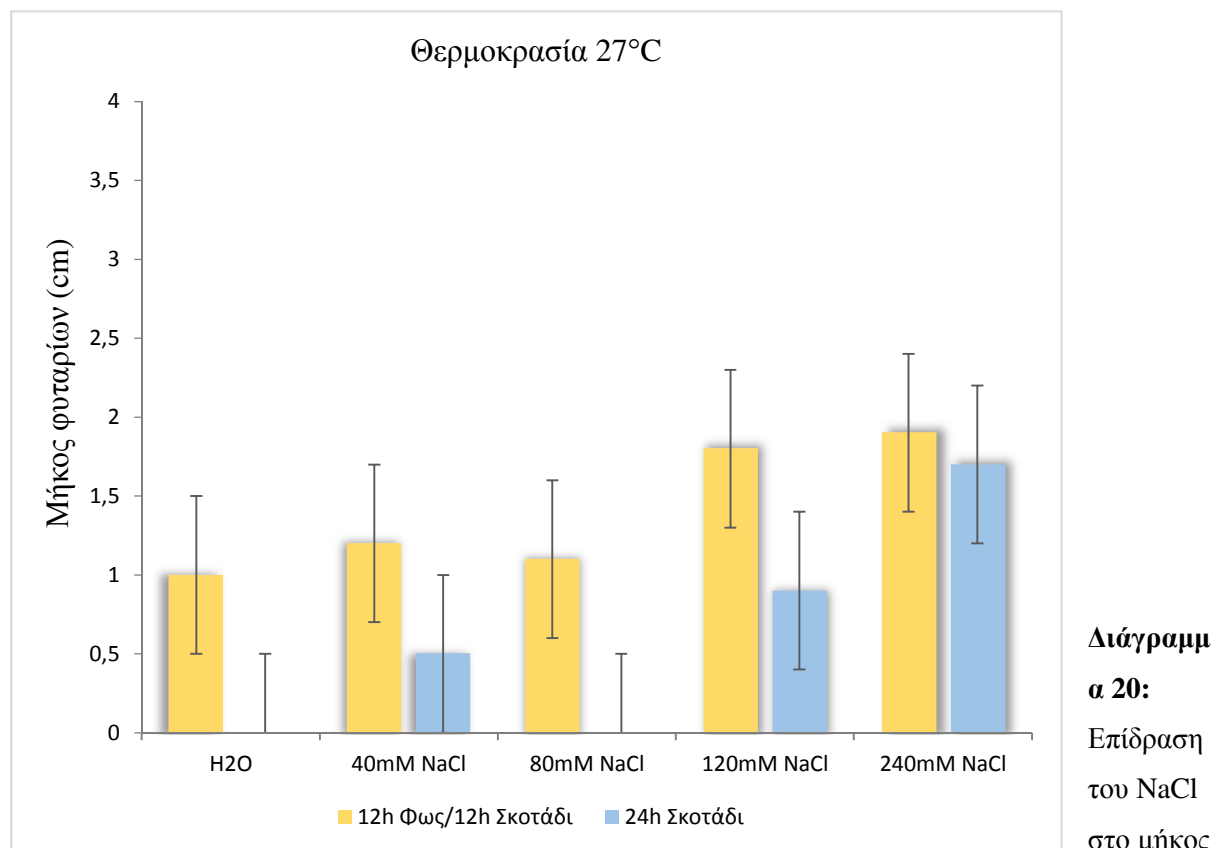
Θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδος (24 ώρες σκοτάδι)	
Μήκος φυταρίων	
(0-1cm)	(1-5cm)
H ₂ O (0)	120mM NaCl (1,9±0,5)
Ουρία 2% (0)	Βιοάνθρακα 2% (1,8±0,5)
Ουρία 5% (0)	40mM NaCl (1,7±0,5)
Κοπριά προβάτου 5% (0)	240 mM NaCl (1,7±0,5)
	Χιτίνη 2% (1,5±0,5)
	Βιοάνθρακα 15% (1,5±0,5)
	Κοπριά αλόγου 5% (1,5±0,5)
	Κοπριά προβάτου 2% (1,5±0,5)
	Κοπριά αλόγου 10% (1,4±0,5)
	80 mM NaCl (1,3±0,5)
	Χιτίνη 3% (1,3±0,5)
	Κοπριά προβάτου 10% (1,3±0,5)
	Βιοάνθρακα 10% (1,2±0,5)
	Τύρφη (1±0,5)
	Βιοάνθρακα 5% (1±0,5)
	Κοπριά αλόγου 2% (1±0,5)



2.2.2.2 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας

2.2.2.2.1 Επίδραση του NaCl στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δυο φωτοπεριόδους

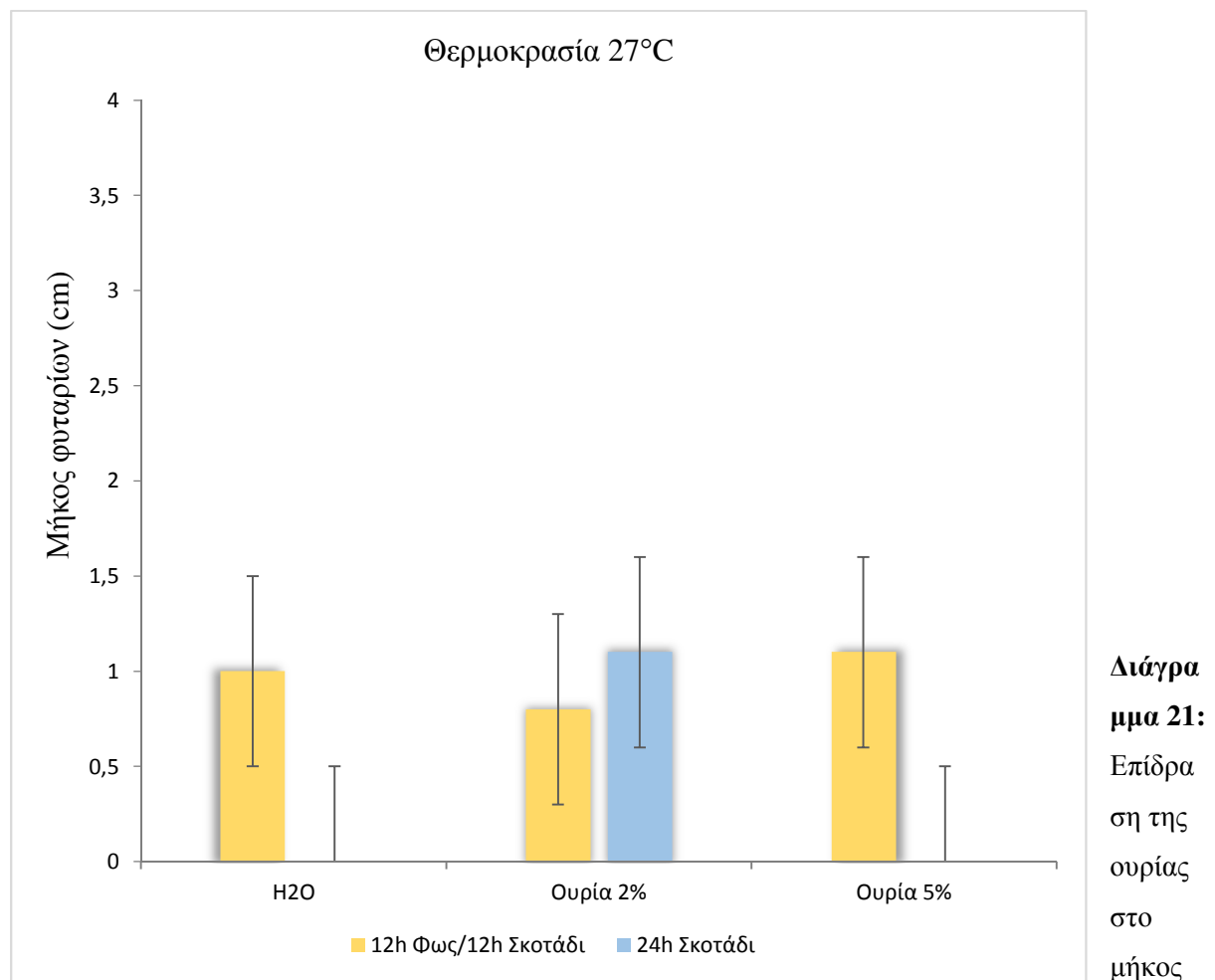
Σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι τα φυτάρια εμφάνισαν καλύτερα αποτελέσματα αύξησης του μήκους τους σε μεταχείριση NaCl σε σχέση με αυτά σε 24 ώρες σκοτάδι. Το μεγαλύτερο μήκος παρατηρείται στη συγκέντρωση 240 mM NaCl που είναι 1,9 cm σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι και ακολουθεί της συγκέντρωσης 120 mM NaCl με 1,8 cm. Η μικρότερη αύξηση παρατηρείται στη συγκέντρωση 40 mM NaCl που είναι 0,5 cm.



(±s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

2.2.2.2 Επίδραση της ουρίας στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους

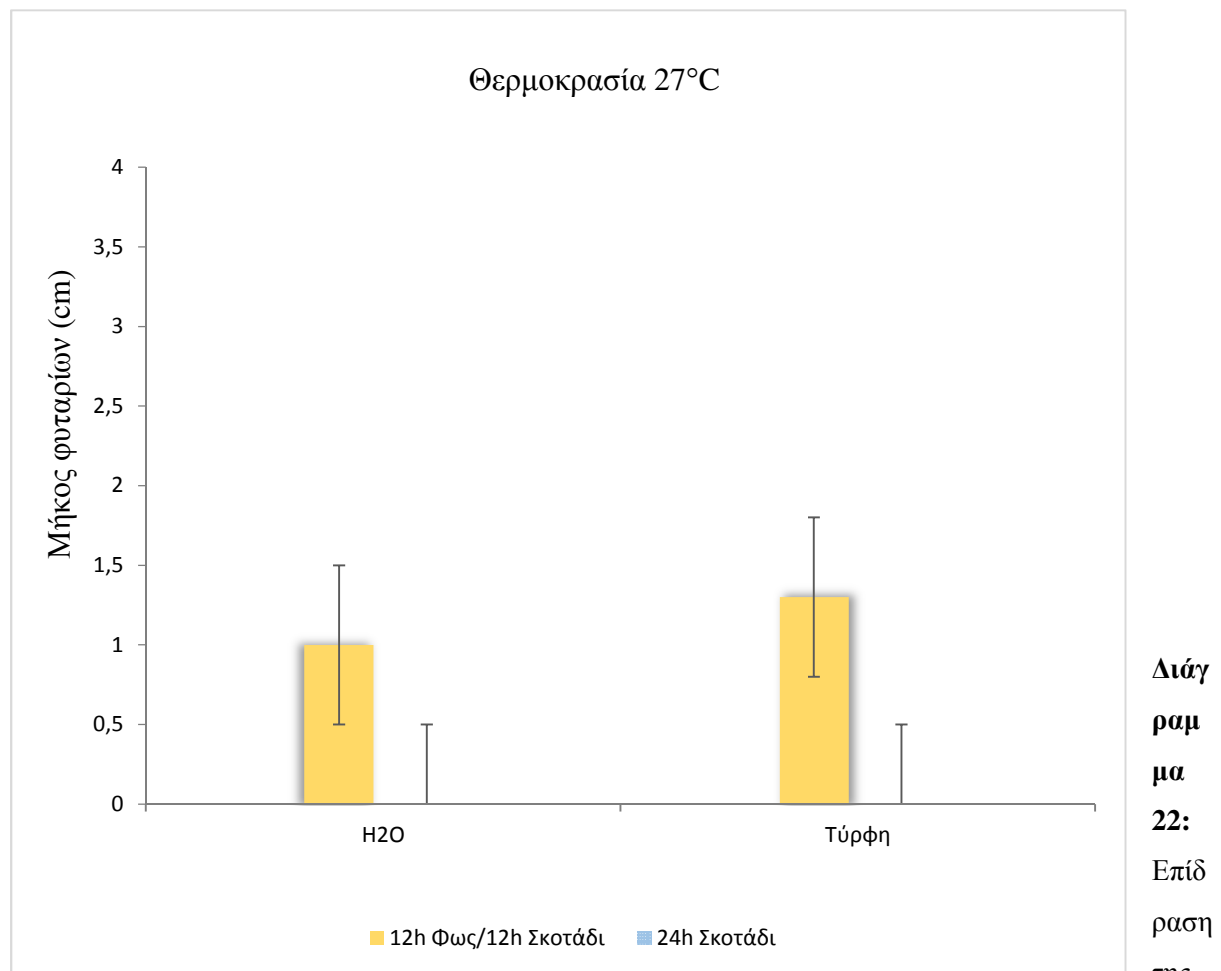
Στους 27°C στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών το μήκος των φυτών αρμυρήθρας σε 24 ώρες σκοτάδι σε εφαρμογή ουρίας 2% ήταν 1,1 cm όπως και σε εφαρμογή ουρίας 5% σε φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι. Μικρότερο ύψος παρατηρήθηκε στην ουρία 2% το οποίο ήταν 0,8 cm σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.



(±s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

2.2.2.2.3 Επίδραση της τύρφης στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους

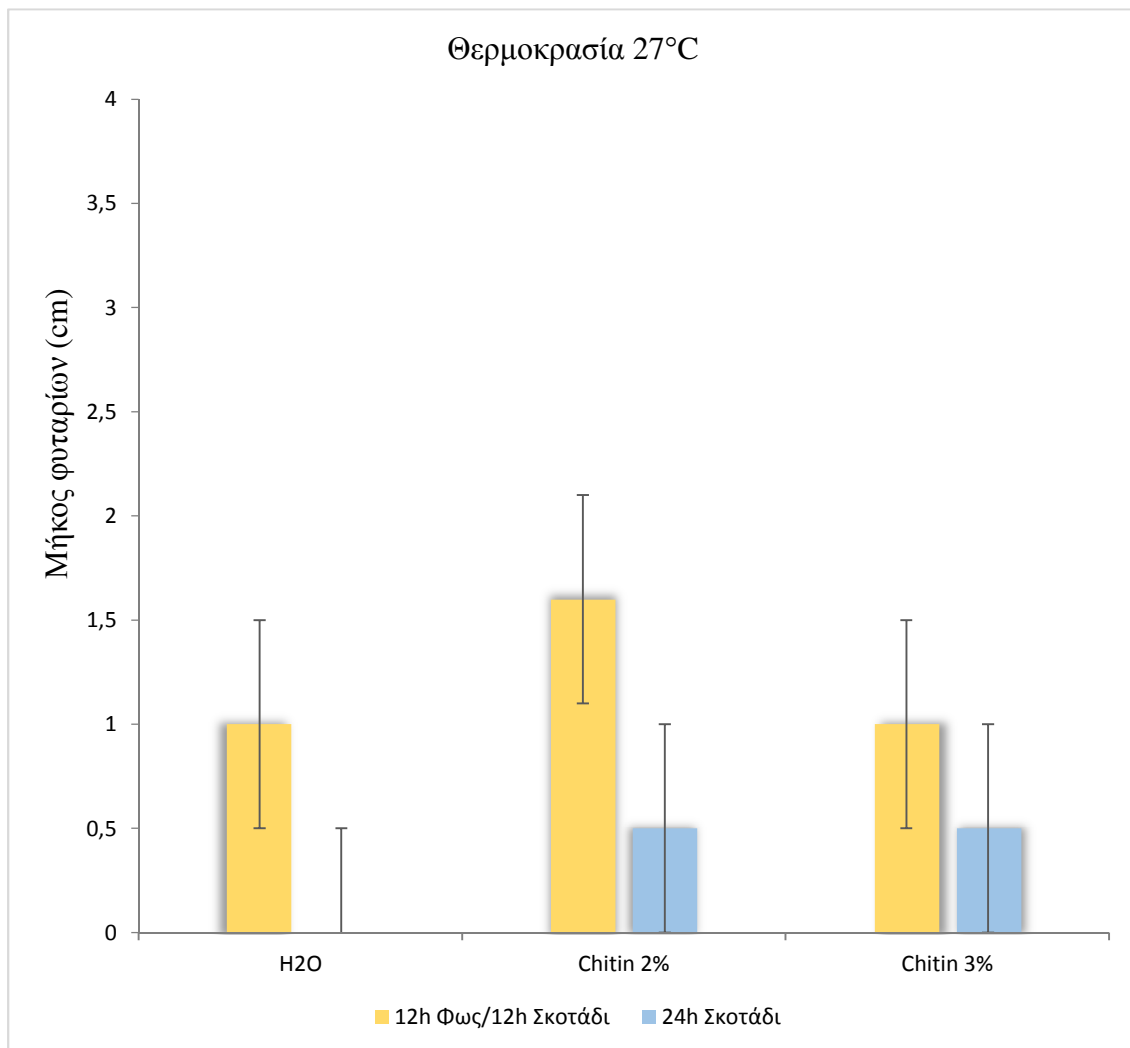
Σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι το μήκος των φυταρίων αρμυρήθρας σε εφαρμογή τύρφης ήταν 1,3 cm και στου μάρτυρα 1 cm. Αντίθετα σε 24 ώρες σκοτάδι δεν ήταν μετρήσιμο.



τύρφης στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

2.2.2.2.4 Επίδραση της χιτίνης (chitin) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους

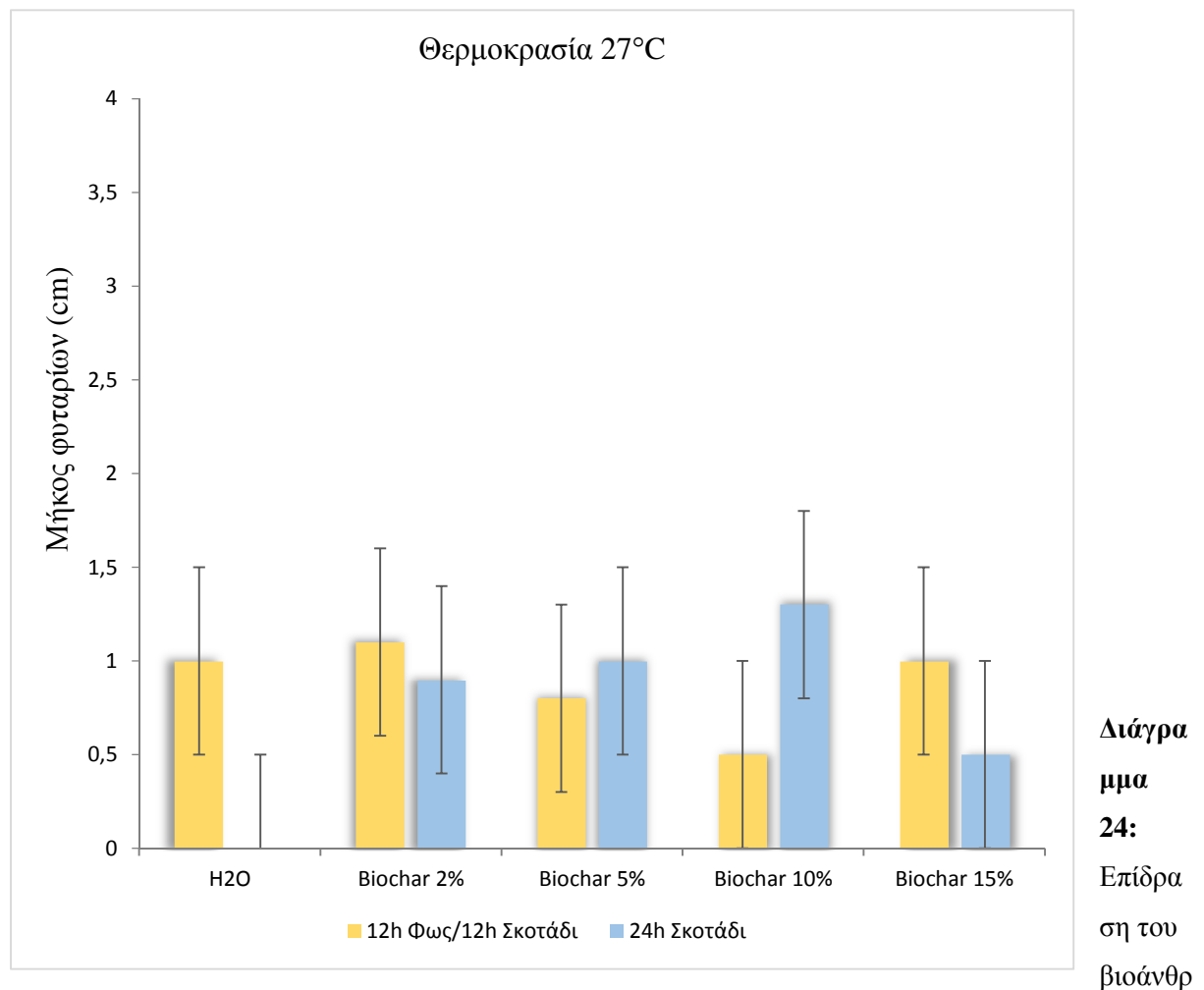
Σε θερμοκρασία 27°C το μήκος των φυτών σε εφαρμογή χιτίνης 2% ήταν μεγαλύτερο σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι με 1,6 cm ενώ σε 24 ώρες σκοτάδι ήταν 0,5 cm, όπως συνέβη και σε εφαρμογή χιτίνης 3% καθώς σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι ήταν 1 cm ενώ σε 24 ώρες σκοτάδι ήταν 0,5 cm.



Διάγραμμα 23: Επίδραση της χιτίνης (chitin) στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

2.2.2.2.5 Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar) στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους

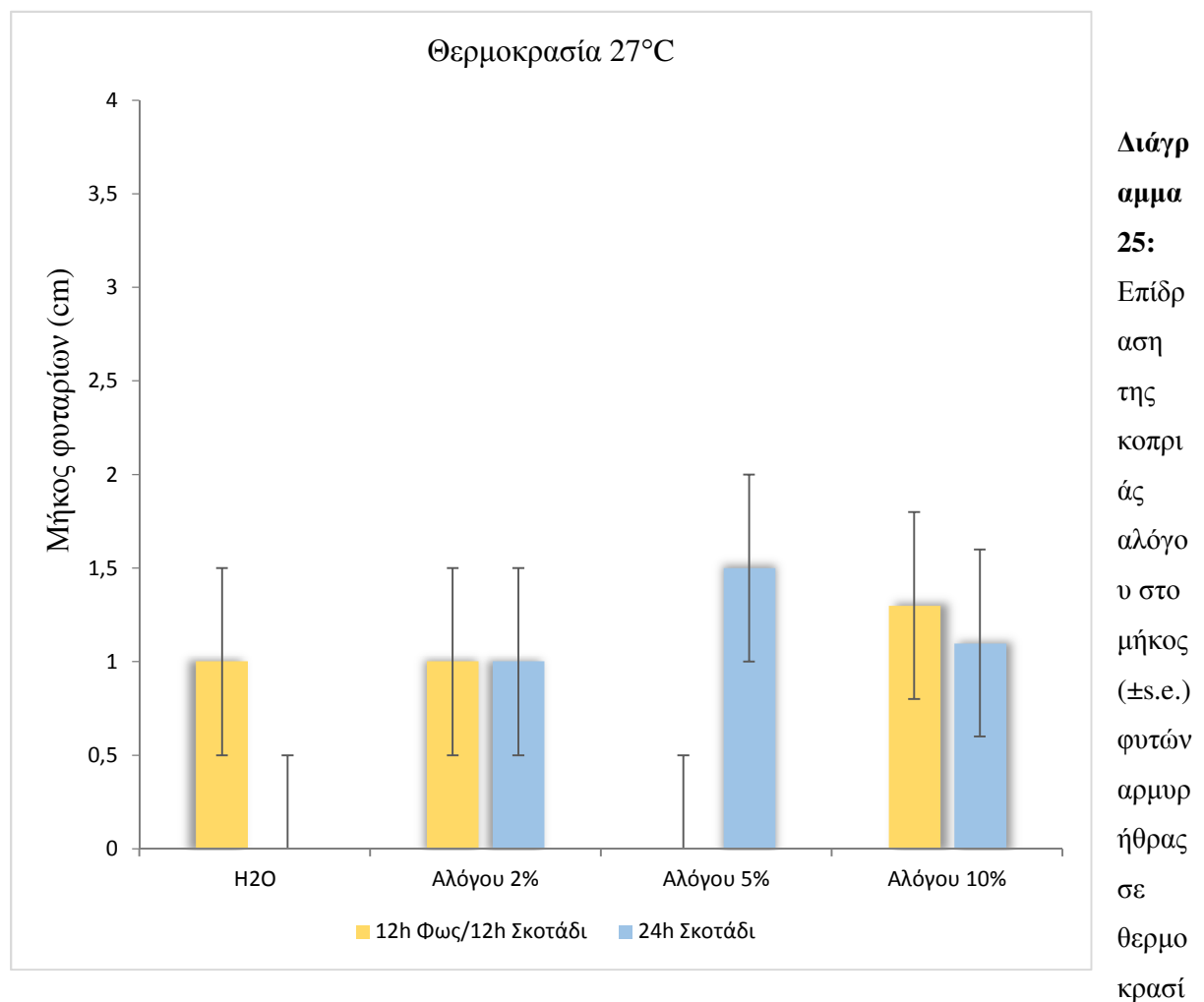
Στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών στους 27°C σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι, το μήκος των φυτών σε μεταχείριση βιοάνθρακα 2% ήταν 1,1 cm ενώ σε 24 ώρες σκοτάδι ήταν 0,9 cm. Στο βιοάνθρακα 5% σε 24 ώρες σκοτάδι το μήκος ήταν 1 cm σε αντίθεση με το μήκος των φυταρίων σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι που ήταν 0,8 cm. Την μεγαλύτερη αύξηση του μήκους των φυταρίων 1,3 cm πρόσφερε ο βιοάνθρακας 10% σε 24 ώρες σκοτάδι ενώ σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι ήταν 0,5 cm. Σε 24 ώρες σκοτάδι και εφαρμογή βιοάνθρακα 15% το μήκος των φυταρίων ήταν 0,5 cm ωστόσο σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι η τιμή της αύξησης ήταν 1 cm.



ακα (biochar) στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

2.2.2.2.6 Επίδραση της κοπριάς αλόγου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους

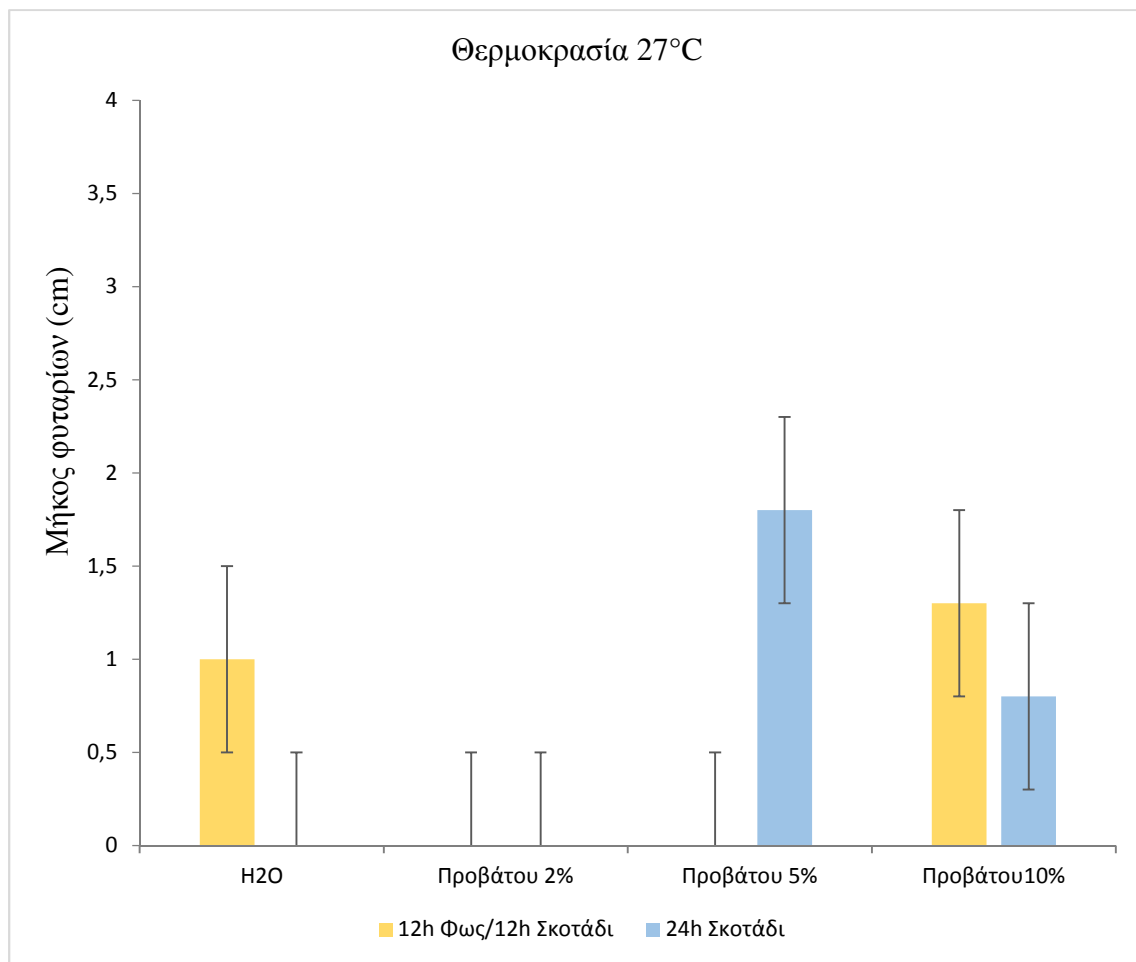
Σε θερμοκρασία 27°C το μήκος των φυτών με εφαρμογή κοπριάς αλόγου 2% ήταν 1 cm και στις δύο φωτοπεριόδους. Στην κοπριά αλόγου 5% η αύξηση των φυτών ήταν 1,5 cm σε 24 ώρες σκοτάδι. Επίσης στην εφαρμογή κοπριάς αλόγου 10% σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι το μήκος τους ήταν 1,3 cm ενώ σε 24 ώρες σκοτάδι ήταν 1,1 cm.



α 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

2.2.2.2.7 Επίδραση της κοπριάς προβάτου στην αύξηση φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και δύο φωτοπεριόδους

Σε φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι και θερμοκρασία 27°C σε μεταχείριση κοπριάς προβάτου 5% το μήκος των φυταρίων ήταν 1,8 cm ενώ σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι το μήκος δεν ήταν μετρήσιμο καθώς δεν βλάστησαν οι σπόροι όπως και στη κοπριά προβάτου 2%. Επιπλέον στην εφαρμογή κοπριάς προβάτου 10% σε 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι το μήκος ήταν 1,3 cm σε αντίθεση με το μήκος σε φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι το οποίο ήταν 0,8 cm.



Διάγραμμα 26: Επίδραση της κοπριάς προβάτου στο μήκος (\pm s.e.) φυτών αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και σε 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

2.2.2.2.8 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C και της φωτοπερίοδου (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι) στην αύξηση φυταρίων αρμυρήθρας

Σύμφωνα με τον πίνακα 5, σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο μήκος των φυταρίων από όλες τις μεταχειρίσεις προέκυψε στη συγκέντρωση 240 mM NaCl το οποίο ήταν 1,9 cm με αμέσως επόμενο της συγκέντρωσης 120 mM NaCl το οποίο ήταν 1,8 cm. Από την άλλη πλευρά χαμηλότερο μήκος παρουσίασαν τα φυτά της εφαρμογής βιοάνθρακα 10% με τιμή 0,5 cm. Ωστόσο της κοπριάς αλόγου 5% και προβάτου 2% και 5% δεν ήταν μετρήσιμο το μήκος καθώς δεν βλάστησαν οι σπόροι.

Πίνακας 5: Μήκος φυταρίων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι)

Θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδος (12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι)	
Μήκος φυταρίων	
(0-1cm)	(1-5cm)
Ουρία 2% (0,8±0,5)	240 mM NaCl (1,9±0,5)
Βιοάνθρακα 5% (0,8±0,5)	120 mM NaCl (1,8±0,5)
Βιοάνθρακα 10% (0,5±0,5)	Χιτίνη 2% (1,6±0,5)
Κοπριά αλόγου 5% (0)	Τύρφη (1,3±0,5)
Κοπριά προβάτου 2% (0)	Κοπριά αλόγου 10% (1,3±0,5)
Κοπριά προβάτου 5% (0)	Κοπριά προβάτου 10% (1,3±0,5)
	40 mM NaCl (1,2±0,5)
	80 mM NaCl (1,1±0,5)
	Ουρία 5% (1,1±0,5)
	Βιοάνθρακα 2% (1,1±0,5)
	H ₂ O (1±0,5)
	Χιτίνη 3% (1±0,5)
	Βιοάνθρακα 15% (1±0,5)

Κοπριά αλόγου 2%
(1±0,5)

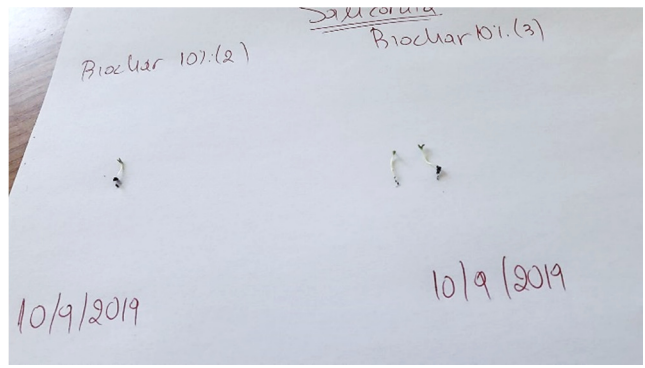
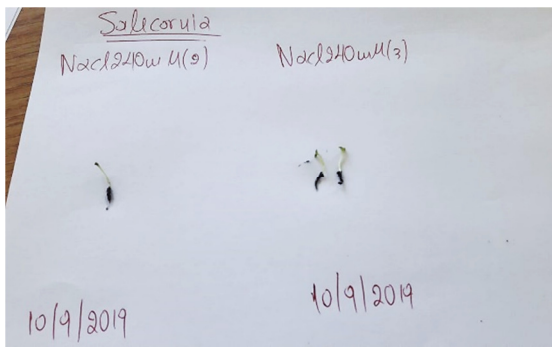


2.2.2.2.9 Επίδραση της θερμοκρασίας 27°C και της φωτοπεριόδου (24 ώρες σκοτάδι) στην αύξηση φυταρίων αρμυρήθρας

Με βάση τον παρακάτω πίνακα 6, διαπιστώνεται πως σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι η μεγαλύτερη αύξηση των φυταρίων συνέβη στη μεταχείριση κοπριάς προβάτου 5% καθώς ήταν 1,8 cm και ακολουθεί της συγκέντρωσης 240 mM NaCl με 1,7 cm. Ωστόσο μικρότερη αύξηση του μήκους των φυταρίων πρόσφερε η συγκέντρωση 40 mM NaCl, η χιτίνη 2% και 3% καθώς και ο βιοάνθρακας 15%, που ήταν 0,5 cm.

Πίνακας 6: Μήκος φυταρίων αρμυρήθρας σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο (24 ώρες σκοτάδι)

Θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδος (24 ώρες σκοτάδι)	
Μήκος φυταρίων	
(0-1cm)	(1-5cm)
120 mM NaCl (0,9±0,5)	Κοπριά προβάτου 5% (1,8±0,5)
Βιοάνθρακα 2% (0,9±0,5)	240 mM NaCl (1,7±0,5)
Κοπριά προβάτου 10% (0,8±0,5)	Κοπριά αλόγου 5% (1,5±0,5)
40 mM NaCl (0,5±0,5)	Βιοάνθρακα 10% (1,3±0,5)
Χιτίνη 2% (0,5±0,5)	Ουρία 2% (1,1±0,5)
Χιτίνη 3% (0,5±0,5)	Κοπριά αλόγου 10% (1,1±0,5)
Βιοάνθρακα 15% (0,5±0,5)	Βιοάνθρακα 5% (1±0,5)
H ₂ O (0)	Κοπριά αλόγου 2% (1±0,5)
80 mM NaCl (0)	
Ουρία 5% (0)	
Τύρφη (0)	
Κοπριά προβάτου 2% (0)	



Συμπεράσματα

Για την επίδραση του νερού (H₂O), του χλωριούχου νατρίου (40, 80, 120, 240mM NaCl), της ουρίας (2%, 5% urea), της τύρφης (peat), της χιτίνης (2%,3% chitin), του βιοάνθρακα (2%,5%,10%,15% biochar), της ζωικής κοπριάς αλόγου (2%,5%,10% horse) και προβάτου (2%,5%,10% sheep) στην βλάστηση σπόρων και στην ανάπτυξη του μήκους των φυτών της αρμυρήθρας (*Salicornia* sp.), πραγματοποιήθηκαν διάφορες πειραματικές δοκιμές στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες, (25 ± 1)°C και (27 ± 1)°C και δύο φωτοπεριόδους, 24 ώρες σκοτάδι και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι,

1) Βλαστική ικανότητα:

- Η βλαστική ικανότητα των σπόρων αρμυρήθρας δεν ήταν υψηλή αλλά η υψηλότερη παρουσιάστηκε στη δεύτερη πειραματική δοκιμή σε θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι στη μεταχείριση 40 mM NaCl με τιμή 7,5% και ουρία 5% με 7,5% αντίστοιχα. Βέβαια σε αρκετές εφαρμογές δεν μπόρεσαν οι σπόροι να βλαστήσουν όπως σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι, στο μάρτυρα στην ουρία 2%,5% και στη κοπριά προβάτου 5%. Ακόμα σε θερμοκρασία 27°C σε 24 ώρες σκοτάδι στο μάρτυρα, σε 80 mM NaCl, στην ουρία 5%, στη τύρφη και σε κοπριά προβάτου 2%. Επιπλέον και σε θερμοκρασία 27°C και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι είχαν μηδαμινή βλαστικότητα στη κοπριά αλόγου 5% και κοπριά προβάτου 2% και 5%.

2) Αύξηση μήκους φυταρίων:

- Το μήκος των φυταρίων δεν παρουσίασε πολύ μεγάλη αύξηση καθ' όλες τις πειραματικές δοκιμές. Παρόλα αυτά το ύψος των φυταρίων σε θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι σε εφαρμογή 120 mM NaCl ήταν 1,9 cm και το χαμηλότερο εμφάνισε στο βιοάνθρακα 10% 1,2 cm. Σε θερμοκρασία 27°C και 24 ώρες σκοτάδι ήταν υψηλότερο σε κοπριά προβάτου 5% με 1,8 cm και χαμηλότερο με 0,5 cm σε 40 mM NaCl, χιτίνη 2%,3% και βιοάνθρακα 15%. Τέλος στη θερμοκρασία 27°C και φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι το υψηλότερο μήκος είχαν οι σπόροι στη συγκέντρωση 240 mM NaCl με 1,9 cm και χαμηλότερη στο βιοάνθρακα 10% με 0,5 cm.

Βιβλιογραφία

- Baumann, H. (1999). Η Ελληνική χλωρίδα στον μύθο, στη Τέχνη, στη Λογοτεχνία. *Κεφ. Θεραπευτικά και μαγικά βότανα. Τα φάρμακα των γιατρών. Σελ.*, 119-121.
- Khan, M. A., Gul, B., & Weber, D. J. (2000). Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. *Journal of Arid Environments*, 45(3), 207-214.
- Khoshkholgh Sima, N. A., Reiahi Samani, N., Ebadi, A., & Ghaffari, M. R. (2019). Effects of calcium and phosphorus enrichment on yield and physiological characteristics of *Salicornia persica* under different salinity levels. *Journal of Plant Nutrition*, 42(9), 971-981.
- Komaresofla, B. R., Alikhani, H. A., Etesami, H., & Khoshkholgh-Sima, N. A. (2019). Improved growth and salinity tolerance of the halophyte *Salicornia* sp. by co-inoculation with endophytic and rhizosphere bacteria. *Applied Soil Ecology*, 138, 160-170.
- Loconsole, D., Cristiano, G., & De Lucia, B. (2019). Glassworts: from wild salt marsh species to sustainable edible crops. *Agriculture*, 9(1), 14.
- Lyra, D. A., Al-Shihi, R. M. S., Nuqui, R., Robertson, S. M., Christiansen, A., Ramachandran, S., ... & Al-Zaabi, A. M. (2019). Multidisciplinary Studies on a Pilot Coastal Desert Modular Farm Growing *Salicornia bigelovii* in United Arab Emirates. In *Ecophysiology, Abiotic Stress Responses and Utilization of Halophytes* (pp. 327-345). Springer, Singapore.
- Piernik, A., Hryniewicz, K., Wojciechowska, A., Szymańska, S., Lis, M. I., & Muscolo, A. (2017). Effect of halotolerant endophytic bacteria isolated from *Salicornia europaea* L. on the growth of fodder beet (*Beta vulgaris* L.) under salt stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(10), 1404-1418.
- Rathore, M. S., Balar, N., & Jha, B. (2019). Population structure and developmental stage-associated ecophysiological responses of *Salicornia brachiata*. *Ecological Research*, 34(5), 644-658.
- Riehl, TE, & Ungar, IA (1982). Growth and ion accumulation in *Salicornia europaea* under saline field conditions. *Oecologia* , 54 (2), 193-199.

- Rivers, W. G., & Weber, D. J. (1971). The influence of salinity and temperature on seed germination in *Salicornia bigelovii*. *Physiologia Plantarum*, 24(1), 73-75.
- Santos, E. S., Salazar, M., Mendes, S., Lopes, M., Pacheco, J., & Marques, D. (2017). Rehabilitation of abandoned areas from a Mediterranean nature reserve by *Salicornia* crop: Influence of the salinity and shading. *Arid Land Research and Management*, 31(1), 29-45.
- Γαρυφαλάκη, Ι. (2015). Επίδραση των υποστρωμάτων και της λίπανσης στο φύτευμα των σπόρων, στη βλάστηση και στην άνθιση του ανθοκομικού φυτού ζίννια σε συνθήκες ανάπτυξης φυτών σε δοχεία.
- Μινερβίνο, Ρ. (2014). Ενεργειακή υποβοήθηση ανάπτυξης των φυτών παράδειγμα εφαρμογής η ενεργειακή υποβοήθηση για την πρωιμότητα φυτείας σπαραγγιών (Doctoral dissertation, Μινερβίνο Ρομπέρτο).
- Παπαδόπουλος, Γ. Α. (2019). Ανάπτυξη φυτών πιπεριάς τουρσί σε διάφορους τύπους εδαφών με ενσωμάτωση εδαφοβελτιωτικών.
- Παπανδριανού, Μ., & Τσερπέ, Β. (2015). Τα οργανικά και ανόργανα υποστρώματα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες: η γεωργική αξιοποίηση αποβλήτων ελαιουργείων, δοκιμαστική χρήση προϊόντος βιομετατροπής τους σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.
- Φιλιπάκης, Ι. (2018). Η επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill).
- Χάρχαρος, Χ. (2015). Προβλάστηση σπόρων διαφορετικών ειδών *sedum* σε υπόστρωμα πετροβάμβακα και ανάπτυξη των φυτών σε εμπορικά υποστρώματα για χρήση σε ταρατσόκηπους.

Διαδικτυακές πηγές:

http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CE%BB%CE%B1%CF%84%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8E%CE%BD

http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%9A%CE%BF%CF%80%CF%81%CE%B9%CE%AC_%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD_%CE%B6%CF%8E%CF%89%CE%BD

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%8D%CF%81%CF%86%CE%B7>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%BB%CF%89%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%8D%CF%87%CE%BF_%CE%BD%CE%AC%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BF

https://en.wikipedia.org/wiki/Biochar#Water_retention

<https://en.wikipedia.org/wiki/Chitin>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%B9%CF%84%CE%AF%CE%BD%CE%B7>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Halophyte>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Salicornia>

https://en.wikipedia.org/wiki/Salicornia_europaea

<https://www.naturagraeca.com/ws/218,282,332,1,1,%CE%9B%CE%B9%CE%BC%CE%BD%CE%BF%CE%B8%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%83%CE%B1-%CE%88%CE%BB%CE%BF%CF%85%CF%82-%CE%A1%CE%BF%CE%B4%CF%8C%CF%80%CE%B7%CF%82>

Διαδικτυακές πηγές εικόνων:

<http://www.hellenicaworld.com/Science/Biology/Plants/gr/SalicorniaEuropaea01.html>

Rancho Santa Ana botanic garden by John Macdonald
<http://www.hazmac.biz/070917/070917SalicorniaBigelovii.html>

<http://www.freenatureimages.eu/Plants/Flora%20S-Z/Salicornia%20europaea%2C%20Common%20Glasswort/index.html#Salicornia%2520europaea%25207%252C%2520Kortarige%2520zeekraal%252C%2520Saxifraga-Peter%2520Meininger.JPG>

A Taxonomic Nightmare Comes True: Phylogeny and Biogeography of Glassworts (*Salicornia* L., Chenopodiaceae), Gudrun Kadereit, Peter Ball, Svetlana Beer & Ladislav Mucina (November 2007), article in *Taxon* 56

https://www.researchgate.net/figure/Distribution-map-of-Salicornia-with-location-of-accessions-included-in-the-ETS-analysis_fig3_46734317

Plants Database, United States Department of Agriculture <https://www.discoverlife.org/mp/20q>

Euro+Med

PlantBase <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/PTaxonDetail.asp?NameCache=Salicornia+europaea>

https://en.wikipedia.org/wiki/Salicornia_europaea

<https://livingnomads.com/2019/09/hokkaido-travel-blog-autumn/coral-grass-colonies-at-lake-notoro-8/>

https://species.wikimedia.org/wiki/Salicornia_procumbens

https://www.123rf.com/photo_130124123_vibrant-pink-salicornia-bigelovii-plant-of-amaranth-family-also-known-as-dwarf-saltwort-and-dwarf-gl.html

http://amap-collaboratif.cirad.fr/Docs_Logiciels/Mangrove_web/especes/s/salbr/salbr_01.html

https://www.123rf.com/photo_122124990_traditional-french-octopus-braised-cooked-with-salicornia-lemon-curd-and-spice-as-closeup-in-a-moder.html

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%8D%CF%81%CF%86%CE%B7>

https://en.wikipedia.org/wiki/Biochar#Water_retention

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%85%CF%81%CE%AF%CE%B1>