



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Ενίσχυση της βλάστησης των σπόρων αυτοφυών εδώδιμων ειδών μέσω
εφαρμογής διεγερτών»

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΤΣΙΜΑΝΤΟΥ



Επιβλέπουσα: Ουρανία Παυλή, Επικ. Καθηγήτρια, Π.Θ.

ΒΟΛΟΣ, 2022

«Ενίσχυση της βλάστησης των σπόρων αυτοφυών εδώδιμων ειδών μέσω εφαρμογής διεγερτών»

«Stimulant-mediated seed priming on native edible species».

Παρασκευή Κατσιμαντού

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. Παυλή Ουρανία, Επικ. Καθηγήτρια, Γενετική Βελτίωση Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
2. Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα, Καθηγητής, Γενετική Βελτίωση Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
3. Σπυρίδων Πετρόπουλος, Αναπλ. Καθηγητής, Λαχανοκομία, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου διατριβής, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους ενίσχυσαν αυτή την προσπάθεια.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Ουρανία Παυλή, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και επιβλέπουσα της πτυχιακής μου διατριβής, για την ανάθεση του θέματος και τη βοήθεια και υποστήριξη της κατά την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής διατριβής. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω, την κα. Ευαγγελία Παναγιωτάκη, μέλος ΕΔΙΠ στο Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, για τη βοήθεια κατά τη συγγραφή της πτυχιακής διατριβής καθώς και τη Δρ. Χρυσάνθη Φώτη για την καθοδήγηση και τη συνεργασία κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα, Καθηγητή στο Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, και τον κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή στο Εργαστήριο Λαχανοκομίας, για τη συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	7
Γενικά	7
1.1 Τα αυτοφυή είδη.....	9
1.2 Η βλάστηση των αυτοφυών ειδών.....	10
1.3. Το είδος <i>Scolybrus hispanicus</i> L. - Ασκόλυμπρος.....	12
1.4. Το είδος <i>Chrythmum maritimum</i> L. - Κρίταμο.....	14
1.5. Το είδος <i>Cichorium spinosum</i> L.- Σταμναγκάθι.....	18
1.6. Διέγερση της βλάστησης αυτοφυών ειδών.....	21
Σκοπός	29
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	30
2.1 Γενετικό υλικό	30
2.2 Απολύμανση σπόρων	31
2.3 Μεταχειρίσεις - Παρασκευή διαλυμάτων.....	31
2.4 Μετρήσεις	33
2.5 Πειραματικό σχέδιο.....	34
2.6 Στατιστική ανάλυση.....	35
3. Αποτελέσματα	36
3.1 Διέγερση της βλάστησης στον Ασκόλυμπρο (<i>Scolymus hispanicus</i>)	36
3.1.1 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων.....	36
3.1.2 Επίδραση των διεγερτών στην ανάπτυξη των σποροφύτων.....	38
3.1.3 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων	43
3.1.4 Επίδραση των διεγερτών στο δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων (SVI).....	44
3.2 Διέγερση της βλάστησης στο Κρίταμο	46
3.2.1 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων.....	46
3.2.2 Επίδραση των διεγερτών στην ανάπτυξη των σποροφύτων.....	47
3.2.3 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων	50
3.2.4 Επίδραση των διεγερτών στο δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων (SVI).....	50
3.3 Διέγερση της βλάστησης στο Σταμναγκάθι	51
3.3.1 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων.....	51
3.3.2 Επίδραση των διεγερτών στην ανάπτυξη των σποροφύτων.....	53
3.3.3 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων	55
3.3.4 Επίδραση των διεγερτών στο δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων (SVI).....	56
4. Συζήτηση.....	57
5. Βιβλιογραφία.....	62

Περίληψη

Η Ελλάδα ούσα χώρα της Μεσογείου, ανέκαθεν αποτελούσε τόπο με πλούσια χλωρίδα. Συγκριτικά με άλλες χώρες της μεσογειακής λεκάνης, στην Ελλάδα λόγω της μεγάλης ακτογραμμής αλλά και των υψομετρικών αλλαγών από τόπο σε τόπο, εντοπίζεται το 26 % των φυτικών ειδών της μεσογείου, ενώ σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα Βαλκάνια οι περιοχές αυτές φιλοξενούν ποσοστό μεγαλύτερο του 50 % του συνόλου των αυτοφυών ειδών της Ευρώπης. Η αξία των ειδών αυτών τα τελευταία χρόνια αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο καθώς παρατηρείται μια έντονη στροφή του πληθυσμού από την ποσότητα στην ποιότητα επιλέγοντας έτσι προϊόντα από διατροφικά ως φαρμακευτικά τα οποία προέρχονται από φυτά καλλιεργημένα με βάση ορθές πρακτικές. Η τάση αυτή έχει ως συνέπεια την έντονη παρέμβαση του ανθρώπου στο οικοσύστημα με δυσμενείς συνέπειες στη διατήρηση των πληθυσμών των φυτών. Συνεπώς, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη για ανάπτυξη μεθόδων καλλιέργειας των αυτοφυών φυτικών ειδών με τρόπο που να ελαχιστοποιείται η διατάραξη των φυσικών οικοσυστημάτων. Με δεδομένο ότι η καλλιέργεια των άγριων ειδών περιορίζεται λόγω του χαμηλού δυναμικού βλάστησης των σπόρων και ανάπτυξης των σποροφύτων καθώς και τη μη-επιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας, η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε στην επίλυση του προβλήματος της ανομοιόμορφης και μη συγχρονισμένης βλάστησης τριών αυτοφυών ειδών. Συγκεκριμένα, στόχο της μελέτης αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης διαφόρων εφαρμογών διέγερσης για την ενίσχυση της βλάστησης σε δύο πληθυσμούς ασκόλυμπρου, (*Scolymus hispanicus* L.), στο κρίταμο *Crithmum maritimum* L. και στο σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.). Η διέγερση της βλάστησης επιχειρήθηκε με διαφορετικές φυσικές και χημικές εφαρμογές, όπως εμφάνιση σε νερό (hydropriming), οσμωτική επαγωγή (50, 100 mM NaCl), εφαρμογή γιβεριλλικού οξέος (10, 50, 100 μ M GA₃) και ασκορβικού οξέος (50, 100 mg L⁻¹ L-ascorbic acid), ενώ σπόροι που δεν υπέστησαν καμία μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Οι επιδράσεις των διαφόρων εφαρμογών διέγερσης αξιολογήθηκαν βάσει γνωρισμάτων που σχετίζονται με τη βλάστηση και ανάπτυξη των σποροφύτων, όπως το ποσοστό βλάστησης, η απορρόφηση νερού των σπόρων, το μήκος ρίζας και βλαστού και ο δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων. Η εφαρμογή διεγερτών επηρέασε σημαντικό το σύνολο των υπό μελέτη γνωρισμάτων, με τις

επιδράσεις ωστόσο να εμφανίζουν σημαντική γονοτυπική εξάρτηση τόσο σε επίπεδο είδους όσο και γονοτύπου εντός του ίδιου είδους. Η εξάρτηση αυτή ήταν ιδιαίτερα εμφανής στον ασκόλυμπρο, όπου η απόκριση των διαφορετικών πληθυσμών διαφοροποιήθηκε σημαντικά. Ειδικότερα, ο πληθυσμός 1 εμφάνισε το υψηλότερο δυναμικό βλάστησης και ανάπτυξης στους μάρτυρες, ενώ ο πληθυσμός 2 εμφάνισε τις αντίστοιχες υψηλές τιμές κατά την εφαρμογή 100 μM GA₃. Επιπλέον, το κρίταμο και το σταμναγκάθι χαρακτηρίστηκαν από προηγμένη βλάστηση και ανάπτυξη έπειτα από εφαρμογή 50 μM και 10 μM GA₃, με το σταμναγκάθι να παρουσιάζει επίσης υψηλή ικανότητα βλάστησης κατά την εφαρμογή 100 mg L⁻¹ ασκορβικού οξέος. Τα συνολικά δεδομένα παρέχουν ενδείξεις σχετικά με τις δυνατότητες ενίσχυσης της βλάστησης σε άγρια είδη, μέσω της χρήσης διεγερτών βλάστησης, προσφέροντας προοπτικές για την εμπορική αξιοποίησή τους ως καλλιεργούμενα είδη.

Summary

Greece is part of the Mediterranean basin and hosts a large portion of the European flora. In comparison to other Mediterranean countries, Greece hosts about 26 % more species of indigenous flora. Such rich flora is mainly attributed to the long coasts and wide altitude range, thus providing provide different micro climates which are ideal for the development of many different indigenous plant species. Along with the other balkanian countries, the area hosts 50 % of the indigenous European flora. Although the importance of these species was known since the ancient years, their bioactive compounds were replaced by chemicals, whose large-scale production is more cost-, time- and effort-effective. However, in recent years the consumers preferences are directed towards the consumption and use of natural products over man made ones. From diet to medicines and cosmetics more and more choose quality over quantity, giving their trust to nature. Although several wild species have great potential to be exploited as food and other resources owing to their high nutritional profile and bioactive properties, their agricultural commercialization is limited due to poor stand establishment and ultimately low crop yield. As such, it is of high importance to develop techniques for cultivating indigenous plant species so as not to disturb the natural ecosystems. Given that cultivation of wild species is often limited due to low germination and seedling emergence rates as well as poor stand establishment, this study focused on the problem of uneven and unsynchronized germination n three different wild species. Specifically, the study aimed at investigating the effect of various priming treatments to promote germination of *Scolymus hispanicus* L. (two populations), *Crithmum maritimum* L. and *Cichorium spinosum* L.. Seed priming was achieved by different physical and chemical treatments, namely hydropriming, NaCl (50, 100 mM), gibberellic acid (10, 50, 100 μM) and ascorbic acid (50, 100 mg L^{-1}), while non-treated plants served as controls. Priming effects were assessed on the basis of traits associated with germination and seedling growth, such as germination percentage, seed water absorbance, shoot and root length and seedling vigor index. Seed priming drastically affected all traits under study. However, the priming effects were highly depended on the species but also on the genotype, as evidenced in *S. hispanicus* which showed the highest germination and growth rates either in controls (population 1) or following the application of 100 μM GA₃

(population 2). *C. maritimum* and *C. spinosum* showed enhanced germination and growth rate after priming with 50 μM and 10 μM GA₃. The latter species, also showed enhanced germination capacity in seeds primed with 100 mg L⁻¹ ascorbic acid. Overall findings suggest the potential stimulatory effect of priming treatments on germination of wild edible species, thus providing a better ground for their commercial use as cultivated crops.

1. Εισαγωγή

Γενικά

Τις τελευταίες δεκαετίες, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, παρατηρείται η τάση του πληθυσμού να προτιμά φυσικά προϊόντα τόσο για διατροφική όσο και για χρήση ως φάρμακα και καλλυντικά, τα οποία έχουν ως βάση φυσικά συστατικά. Μέχρι πρότινος η βιομηχανία τροφίμων καθώς και οι βιομηχανίες φαρμάκων και καλλυντικών βασίζονταν στην αξιοποίηση σύνθετων χημικών συστατικών, για τα οποία υπάρχει δυνατότητα ευχερούς παραγωγής τους σε μεγάλη κλίμακα ώστε να καλύπτεται η ζήτηση των σχετικών αγαθών. Με δεδομένο ότι ολοένα και περισσότερο οι τεχνητές ουσίες ενοχοποιούνται, οι καταναλωτές συχνά στρέφονται προς την ποιότητα έναντι της ποσότητας ακόμα και αν αυτή συνεπάγεται αύξηση της τιμής.

Η Ελλάδα ούσα χώρα της Μεσογείου, ανέκαθεν αποτελούσε τόπο με πλούσια χλωρίδα. Συγκριτικά με άλλες χώρες της μεσογειακής λεκάνης, στην Ελλάδα λόγω της μεγάλης ακτογραμμής αλλά και των υψομετρικών αλλαγών από τόπο σε τόπο, εντοπίζεται το 26 % των φυτικών ειδών της μεσογείου, ενώ σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα Βαλκάνια οι περιοχές αυτές φιλοξενούν ποσοστό μεγαλύτερο του 50 % του συνόλου των αυτοφυών ειδών της Ευρώπης. Η στροφή των καταναλωτών προς τη χρήση φυσικών προϊόντων έχει ως συνέπεια την έντονη παρέμβαση του ανθρώπου στο οικοσύστημα με δυσμενείς συνέπειες στη διατήρηση των πληθυσμών των φυτών. Συνεπώς, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη για ανάπτυξη μεθόδων καλλιέργειας των αυτοφυών φυτικών ειδών με τρόπο που να ελαχιστοποιείται η διατάραξη των φυσικών οικοσυστημάτων. Σημαντικό περιοριστικό παράγοντα για την καλλιέργεια των άγριων ειδών αποτελεί το χαμηλό δυναμικό βλάστησης των σπόρων και ανάπτυξης των σποροφύτων καθώς και η μη-επιτυχής εγκατάσταση της καλλιέργειας. Στο πλαίσιο αυτό, κρίνεται επιτακτική εύρεση μεθόδων για την επίλυση του προβλήματος της ανομοιόμορφης και μη συγχρονισμένης βλάστησης των αυτοφυών ειδών.

1.1. Τα αυτοφυή είδη

Τα αυτοφυή φυτά ήταν γνωστά από την αρχαιότητα, με σχετικές αναφορές να χρονολογούνται από την εποχή του Ομήρου. Στη σύγχρονη εποχή, η κατανάλωση και αξιοποίηση για ποικίλες χρήσεις των αυτοφυών ειδών περιοριζόταν από τους κατοίκους των περιοχών στις οποίες ευδοκιμούν τα είδη καθώς αυτοί γνώριζαν, λόγω πείρας, να τα αναγνωρίζουν και να τα μεταχειρίζονται σωστά. Λόγω της έντονης στροφής του κόσμου προς την κατανάλωση και χρήση φυτών με ευεργετικές ιδιότητες, η συλλογή τους από το φυσικό τους περιβάλλον με σκοπό την έκθεσή τους στην αγορά έχει επηρεάσει δυσμενώς την ισορροπία των οικοσυστημάτων αλλά και την αναπαραγωγή και διαιώνιση των εν λόγω ειδών (<https://biodiversity.europa.eu/>).

Αρχικά, η συλλογή των φυτών γίνονταν ανεξέλεγκτα με μόνο άξονα την κάλυψη των αναγκών της αγοράς. Με δεδομένο ότι η ρίζα των αυτοφυών ειδών έχει υψηλή διατροφική και φαρμακευτική αξία, η κατανάλωση και χρήση τους απαιτεί το ξερίζωμα των φυτών. Το πρόβλημα ωστόσο που ανακύπτει από την ανεξέλεγκτη συλλογή τους είναι η απομάκρυνση γενετικού υλικού από το ενδιαίτημα, η οποία επιφέρει μείωση των πληθυσμών των φυτών αυτών. Πέραν της ανεξέλεγκτης συλλογής των αυτοφυών ειδών, ένας πρόσθετος παράγοντας που εντείνει τον κίνδυνο εξαφάνισης τους είναι η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις που τη συνοδεύουν. Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τα φυτά, κυρίως αυτά που εντοπίζονται σε ορεινές περιοχές, να απαντώνται βορειότερα όπου και υπάρχουν συνθήκες καλύτερες για την επιβίωση τους. Οι αναδιατάξεις αυτές δημιουργούν πρόβλημα στους τοπικούς πληθυσμούς, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη πληθυσμών σε ξένα οικοσυστήματα (Applequist WL et al., 2020).

Σημαντικό μέρος των αυτοφυών ειδών αποτελούν τα λαχανευόμενα είδη, τα οποία εντάσσονται ολοένα και περισσότερο στη διατροφή του ανθρώπου. Οι S. Petropoulos et al., 2016 αναφέρουν πως τα φυλλώδη λαχανικά αποτελούν σημαντική πηγή θρεπτικών συστατικών, απαραίτητων για τον άνθρωπο και τη σωστή ανάπτυξη του. Σαλάτες και κυρίως πιάτα μπορούν να συμπεριλάβουν τέτοιου είδους λαχανικά με σκοπό την ένταξη στην ανθρώπινη διατροφή υγιεινών θρεπτικών συστατικών. (Kaliora et al., 2015). Το σταμναγκάθι και ο ασκόλυμπρος είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα φυτών της οικογένειας Asteraceae, τα οποία είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και τυγχάνουν

χρήσης ως συστατικά της μεσογειακής διατροφής, που εντοπίζονται σε Κύπρο, Ελλάδα, Ιταλία και στις Βαlearίδες Νήσους (Klados & Tzortzakis, 2014). Επιπλέον, οικογένεια με ερευνητικό ενδιαφέρον αποτελεί η *Apiaceae* η στην οποία ανήκουν αρκετά αυτοφυή φυτά με οικονομικό ενδιαφέρον μεταξύ των οποίων και το κρίταμο. Το κρίταμο πέρα από τροφή πλούσια σε θρεπτικά συστατικά χρησιμοποιείται και στη φαρμακοβιομηχανία, κυρίως λόγω της μεγάλης βιολογικής αξίας του αιθέριου έλαιού του (Costa et al., 2017). Γενικότερα το αιθέριο έλαιο των φυτών της οικογένειας *Apiaceae* θεωρείται υψηλής φαρμακευτικής και θρεπτικής αξίας (Sousa et al., 2015). Στην έρευνα Alves-Silva et al. (2020), αναφέρεται ότι το κρίταμο, όπως θα αναλυθεί και σε επόμενη παράγραφο, απαντάται σε βραχώδη, παράκτια εδάφη όπως στην Ατλαντική Ευρώπη, στη Μεσόγειο, στη Μαύρη θάλασσα, στις Αζόρες, στη Μαδέιρα και στα Κανάρια νησιά όπως και στη βορειοδυτική Αφρική και δυτική Ασία (Alves-Silva et Al., 2020).

Ενόψει της τάσης για εντατικοποίηση της αξιοποίησης των αυτοφυών ειδών, κρίνεται υψίστης σημασίας η εγκατάσταση εντατικών καλλιεργειών αυτοφυών ειδών με αποδόσεις ικανές να καλύψουν τις απαιτήσεις της αγοράς. Ωστόσο, αποτελεί πρόβλημα το γεγονός ότι μέχρι σήμερα δεν διατίθεται αρκετή πληροφορία και υλικό σχετικά με την εγκατάσταση σχετικών καλλιεργειών. Στο πλαίσιο αυτό, ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών στοχεύει στην αποσαφήνιση των ιδανικών συνθηκών καλλιέργειας καθώς και στη βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής. Προς την κατεύθυνση αυτή, δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στη φάση της βλάστησης που αποτελεί το πλέον σημαντικό και κρίσιμο στάδιο του βιολογικού κύκλου των φυτών.

1.2. Η βλάστηση των αυτοφυών ειδών

Η καλλιέργεια των αυτοφυών ειδών εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το δυναμικό βλάστησης των σπόρων, το οποίο επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων (Makena et al., 2018). Η βλάστηση των σπόρων, η οποία αναφέρεται στην έκπτυξη του ριζιδίου από το περίβλημα του σπόρου, αποτελεί βασικό και ιδιαίτερα κρίσιμο στάδιο του βιολογικού κύκλου των φυτών (Kader, 2005). Η βλάστηση αποτελεί μία εσωτερική διεργασία που ενεργοποιείται από σηματοδοτικά μονοπάτια που συμβάλλουν στην επαγωγή της

αμυλάσης, η οποία αποδομεί το άμυλο του ενδοσπερμίου σε απλά σάκχαρα παρέχοντας την απαιτούμενη ενέργεια στο αναπτυσσόμενο έμβρυο (Wang et al., 2015).

Η βλάστηση και εγκατάσταση των σποροφύτων αποτελούν τα αρχικά στάδια της ανάπτυξης των φυτών και εγκατάστασης της καλλιέργειας. Η διαδικασία της βλάστησης εξειδικεύεται ανά είδος και εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες, όπως η ωριμότητα των σπόρων, οι φυσικές συνθήκες – με κύριες αυτές της θερμοκρασίας και υγρασίας -, οι μέθοδοι συγκομιδής των σπόρων και οι συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των αρωματικών και φαρμακευτικών ειδών, συχνά επιτυγχάνεται βλάστηση των σπόρων μόνο στα φυσικά τους ενδιαιτήματα, ενώ παρατηρείται αδυναμία βλάστησης σε συνθήκες εργαστηρίου (Gupta, 2003). Αξίζει δε να σημειωθεί ότι η κατανόηση των διεργασιών βλάστησης των σπόρων των αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών ειδών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη των κατάλληλων στρατηγικών διατήρησής τους (Kandari et al., 2007).

Τα χαμηλά ποσοστά βλάστησης συχνά παρατηρούνται ως αποτέλεσμα προσβολής από μύκητες ή μηχανικής βλάβης, ενώ παράλληλα οι ειδικές οικολογικές απαιτήσεις επηρεάζουν την καλλιέργεια ορισμένων αυτοφυών ειδών (Vines, 2004).

Μεταξύ των αυτοφυών ειδών που εμφανίζουν ιδιαίτερα χαμηλό δυναμικό βλάστησης συγκαταλέγονται ο ασκόλυμπος (*Scolymus hispanicus* L.), το κρίταμο (*Crithmum maritimum* L.) και το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.), είδη για τα οποία αναφέρεται ανομοιόμορφη και ασυγχρόνιστη βλάστηση καθώς και ανεπιτυχές φύτευμα (Psaroudaki et al., 2012). Στοχεύοντας στην πρακτική αξιοποίηση των εν λόγω αυτοφυών ειδών ως αντικείμενο εμπορικής καλλιέργειας, σημαντικό στόχο αποτελεί η ανάπτυξη πρωτοκόλλων που συμβάλλουν στην ενίσχυση της βλάστησης, στο ομοιόμορφο φύτευμα, στην επιτυχή εγκατάσταση της εγκατάστασης της καλλιέργειας, στην απρόσκοπτη ανάπτυξη των φυτών και στην επίτευξη του δυναμικού απόδοσής τους.

Στις επόμενες παραγράφους θα γίνει εκτενής ανάλυση των προαναφερθέντων φυτικών ειδών, που αποτελούν σημαντικό πεδίο έρευνας λόγω της υψηλής φαρμακευτικής και διατροφικής τους αξίας.

1.3. Το είδος *Scolybrus hispanicus* L. - Ασκόλυμπρος

Ο ασκόλυμπρος είναι τοπικό φυτό της νότιας Ευρώπης και της δυτικής Ασίας. Το φυτό αυτό προτιμά τα ήπια κλίματα όπως αυτό του Αιγαίου, της Μεσογείου και της περιοχής του Μαρμαρά καθώς και περιοχές με υψόμετρο μέχρι 1560 μέτρα στην περιοχή της Τουρκίας. Ο ασκόλυμπρος, όπως και το σταμναγκάθι, χρησιμοποιείται για διατροφή αλλά και για παρασκευή φαρμακευτικών προϊόντων (Petrooulos et al., 2016).

1.3.1. Ταξινόμηση και Εξάπλωση

Ο ασκόλυμπρος εντοπίζεται σε διάφορα περιβάλλοντα. Απαντάται σε καλλιεργούμενες και μη εκτάσεις καθώς και καθόλη τη διάρκεια του έτους (Psaroudaki et al., 2012). Στον Πίνακα 1.1 παρουσιάζεται η συστηματική κατάταξη του ασκόλυμπρου. Η ανθρώπινη δραστηριότητα δρα ευνοϊκά στην εξάπλωση του είδους καθώς οι ντόπιοι συλλέγουν σπέρματα αργά το καλοκαίρι πριν τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου.

Πίνακας 1.1: Συστηματική κατάταξη του ασκόλυμπρου.

Βασίλειο	Plantae
Συνομοταξία	Tracheophytes
Ομοταξία	Angiosperms
Υφομοταξία	Asterids
Τάξη	Asterales
Οικογένεια	Asteraceae
Γένος	Scolybrus
Είδος	S. hispanicus

1.3.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά – Βιολογικός κύκλος

Ο ασκόλυμπρος είναι μία πολυετής πόα, με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα και βλαστό όρθιο με έντονες διακλαδώσεις. Το ύψος του φυτού μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 70 εκατοστά. Τα φύλλα του είναι απλά έλοβα και έχουν σχήμα λογχοειδές, ενώ κατά τμήματα είναι οδοντωτά. Τα άνθη είναι κεφάλια και εμφανίζονται στις μασχάλες των φύλλων. Τα

σπέρματα είναι αχάινια με πάππο από δύο έως τέσσερα τριχίδια. Η περίοδος που το φυτό ανθίζει είναι τέλος Μαΐου με αρχές Ιουνίου, ενώ το φυτό αυτό συναντάται σε μεγάλα υψόμετρα, προτιμά τη σκιά. Η περίοδος συγκομιδής είναι από τον Δεκέμβριο μέχρι τον Μάιο.

Τα τελευταία χρόνια, έχει ξεκινήσει η εντατική καλλιέργεια λόγω της μεγάλης ζήτησης, ωστόσο αναφέρεται ότι ο καλλιεργούμενος ασκόλυμπρος είναι γευστικά υποδεέστερος του αυτοφυή (Psaroudaki et al., 2012).



Εικόνα 1.1: *Scolymus hispanicus* L. (Πηγή: Biodiversity for food and nutrition).

1.3.3. Σύσταση και διατροφική αξία

Το εδώδιμο τμήμα του φυτού είναι οι νεαροί βλαστοί και τα κεντρικά νεύρα των φύλλων.

Ο ασκόλυμπρος περιέχει ορισμένη ποσότητα υγιεινών ελαίων, η οποία αν και μικρή εμφανίζει καλή αναλογία ω -3/ ω -3, η οποία κυμαίνεται περί το 1,06. Επίσης, το φυτό περιέχει βιταμίνη Κ, C και β -καροτένιο καθώς και οξαλικό οξύ, μαλικό οξύ, κιτρικό οξύ και φουμαρικό οξύ.

Τέλος, στο φυτό απαντώνται και φλαβονοειδή, όπως τα kaempferol, kaempferol-3-O- β -D glucuronopyranoside, 6"-methylester, quercetin, 3-O-and 5-O glucuronopyranoside καθώς

και τα φαινολικά οξέα isochlorogenic p-coumaric, chlorogenic, protocatechuic (Psaroudaki et al., 2012).

1.3.4. Προοπτικές ανάπτυξης της καλλιέργειας του ασκόλυμπρου

Η βιβλιογραφία στο συγκεκριμένο θέμα είναι λιγοστή ωστόσο αναφέρεται ότι στην Ελλάδα γίνονται προσπάθειες για την εγκατάσταση καλλιεργειών ασκόλυμπρου, όπως και σταμναγκαθιού, με στόχο αφενός μεν την αξιοποίησή τους για διατροφική χρήση και αφετέρου την αξιοποίηση άγονων εδαφών που δεν προσφέρονται για άλλες καλλιέργειες. Η προοπτική αυτή αναμένεται παράλληλα να συμβάλλει στην προστασία και διατήρηση των εν λόγω ειδών.

1.4. Το είδος *Crithmum maritimum* L. - Κρίταμο

1.4.1. Ταξινόμηση και Εξάπλωση

Το κρίταμο (*Crithmum maritimum*) είναι ένα πολυετές αλόφυτο το οποίο ευδοκιμεί κυρίως σε παραλιακά αμμώδη και πετρώδη εδάφη, ακόμα και σε κυματοθραύστες και προβλήτες. Εντοπίζεται σε όλο τον κόσμο σε παραλιακά βραχώδη μέρη, ωστόσο βρίσκεται σε αφθονία στη μεσόγειο, και αποτελεί στοιχείο στην παραδοσιακή κουζίνα πολλών χωρών της μεσογείου (Psaroudaki et al., 2012). Στον Πίνακα 1.2 παρουσιάζεται η συστηματική κατάταξη του κρίταμου.

Πίνακας 1.2: Συστηματική κατάταξη του κρίταμου

Βασίλειο	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία	Δικοτυλίδονα (Magnoliopsida)
Υφομοταξία	Αστερίδες (Asteridae)
Τάξη	Σελινώδη (Apiales)
Οικογένεια	Σελινοειδή (Apiaceae)
Γένος	Κρίθμον (Crithmum)
Είδος	<i>C. maritimum</i>

1.4.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Από μορφολογική άποψη, το κρίταμο εμφανίζει πολλές διακλαδώσεις και φτάνει ύψος μέχρι και 60 εκατοστά (Εικόνα 1.2). Η δομή των σπόρων προστατεύει το έμβρυο από τις δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος. Επίσης, οι σπόροι έχουν την ικανότητα να επιπλέουν και μεταφέρονται με το νερό σε απομακρυσμένες περιοχές (Psaroudaki et al., 2012).



Εικόνα 2.2: *Chrithmum maritimum* L.

Πηγή: https://www.west-crete.com/flowers/crithmum_maritimum.htm

1.4.3. Οικολογικές απαιτήσεις – Βιολογικός κύκλος

Σε ότι αφορά την εντατική καλλιέργεια του φυτού αυτού, δεν υπάρχουν σχετικές αναφορές καθώς δεν υπάρχουν πολλές εντατικές καλλιέργειες κρίταμου. Το κρίταμο λόγω του ότι είναι ανθεκτικό στην αλατότητα και εμφανίζει καλή προσαρμοστικότητα σε εδάφη που δύσκολα προσαρμόζονται άλλα φυτά και συνεπώς αποτελεί μία καλή εναλλακτική καλλιέργεια για εκτάσεις όπου το έδαφος είναι υποβαθμισμένο και το διαθέσιμο νερό έχει υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (Atia et al., 2011).

Είναι γνωστό ότι παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα, και η ηλιοφάνεια έχουν καθοριστικό ρόλο στη βλάστηση του σπόρου. Οι ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας για τη βλάστηση των σπόρων είναι η θερμοκρασία γύρω στους 20 °C, η μειωμένη

φωτοπερίοδος, και η χαμηλή εδαφική αλατότητα (Marchioni-Ortau and Bocchieri, 1984). Η άνθιση ξεκινά από τον Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο και η συγκομιδή γίνεται Οκτώβριο και Νοέμβριο.

Παρόλο που το κρίταμο ευδοκimeί σε αλατούχα εδάφη, οι σπόροι του δε βλαστάνουν σε εδαφικό περιβάλλον με συγκέντρωση $\text{NaCl} > 50 \text{ mM}$, γι' αυτό και η βλάστηση των σπόρων παρατηρείται στην αρχή της άνοιξης όταν έχουν προηγηθεί κατακρημνίσεις, μειώνοντας την αλατότητα. Επίσης, έχει παρατηρηθεί πως οι συνθήκες βλάστησης των σπόρων διαφοροποιούνται μεταξύ μεσογειακών ειδών και ειδών που προέρχονται από περιοχές του ατλαντικού (Psaroudaki et al., 2012). Τέλος έχει παρατηρηθεί ότι η υψηλή αλατότητα δε σχετίζεται με την υψηλή απόδοση (Psaroudaki et al., 2012).

Έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι οι οποίες ενισχύουν τη βλάστηση στο κρίταμο. Σε αυτές συγκαταλέγονται η εφαρμογή υπέρυθρης ακτινοβολίας καθώς και η εφαρμογή αζωτούχων συμπλόκων (Atia et al., 2011). Μία ακόμα μέθοδος είναι η επεξεργασία των σπόρων με ασκορβικό οξύ ή αιθανόλη, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της βλάστησης έως και κατά 30 %. Σε κάθε περίπτωση, εφαρμόζεται κάποιος επαγωγικός παράγοντας με στόχο την επιτάχυνση της βλάστησης και την επίτευξη ομοιόμορφης βλάστησης.

1.4.4. Σύσταση και διατροφική αξία

Η σύσταση των φυτών που αναπτύσσονται ελεύθερα στο περιβάλλον διαφοροποιείται από την αντίστοιχη των φυτών που καλλιεργούνται. Στα αυτοφυή φυτά παρατηρείται μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό και σάκχαρα ενώ εντοπίζεται υψηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια, πρωτεΐνες και φυτικές ίνες. Επίσης υπάρχουν αναφορές για υψηλότερες περιεκτικότητες νατρίου, ασβεστίου και χαμηλότερες περιεκτικότητες καλίου και μαγνησίου στα αυτοφυή σε σχέση με τα καλλιεργούμενα φυτά. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην έκθεση των φυτών που φύονται στο φυσικό τους περιβάλλον περισσότερο σε ιόντα νατρίου και ασβεστίου. Η περιεκτικότητα των φυτών σε ωφέλιμα θρεπτικά στοιχεία δεν εξαρτάται μόνο από το αν είναι καλλιεργούμενα ή όχι αλλά και από τη περιοχή που φύονται (Psaroudaki et al., 2012).

Οι αποξηραμένοι σπόροι περιέχουν 44 % έλαιο, το οποίο περιέχει 78,6 % ολεϊκού οξέος, 15,4 % λινολεϊκού οξέος και 4,8 % παλμιτικού οξέος οξύ. Το έλαιο του κρίταμου περιέχει ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα. Τα φυσικά λιπίδια αγγίζουν το 2,02 %, τα γλυκολιπίδια το 0,57 % και τα φωσφολιπίδια το 0,26 %. Η σύσταση του ελαίου πλησιάζει αρκετά αυτή το ελαιόλαδου και του ελαίου κανόλα, τοποθετώντας σε υψηλή ποιοτικά κατηγορία. Επιπλέον, το αιθέριο έλαιο του κρίταμου περιέχει πολλές πτητικές ενώσεις όπως limonene, α-pinene, sabinene, p-cimene, β-terpinene, β-myrcene, thymol, γ-terpinene, carvacrol, p-cymol, β-ionone, dillapiole, anisaldehyde, β-caryophyllene, carvone and myristicine. (Psaroudaki et al., 2012).

Τα φύλλα του φυτού περιέχουν ασκορβικό οξύ, καροτενοειδή, ταννίνες και φλαβονοειδή. Αξίζει να σημειωθεί η υψηλή περιεκτικότητα του φυτού σε φαινόλες. Το χλωρογενικό οξύ και το φαινολικό οξύ εντοπίζονται πολύ συχνά, ωστόσο η περιεκτικότητα του φυτού στα ανωτέρω οξέα εξαρτάται έντονα από τη περίοδο βλάστησης (Psaroudaki et al., 2012).

1.4.5. Προοπτικές ανάπτυξης καλλιέργειας του κρίταμου

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για να αναπτυχθεί η καλλιέργεια του κρίταμου καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στη βιομηχανία τροφίμων όσο και στη φαρμακοβιομηχανία, ενώ η μεγάλη περιεκτικότητα σε χημικές ενώσεις ενδείκνυται για τη χρήση του φυτού για την παραγωγή βιολογικών εντομοκτόνων. Πέραν της ιδιαίτερης γεύσης του, στο κρίταμο έχει αναγνωριστεί σημαντική φαρμακευτική αξία του καθώς τα φύλλα είναι πλούσια σε πολλές υγιεινές ενώσεις καθώς και οι σπόροι του περιέχουν απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό λιπαρά οξέα.

Σύμφωνα με αναφορές, επιβάλλεται η πολυεπίπεδη αξιοποίηση της καλλιέργειας προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη εμπορική προώθηση των παραγόμενων προϊόντων. Αρχικά, επιβάλλεται η διεξαγωγή συστηματικής μελέτης ώστε να προσδιοριστούν τα είδη που είναι κατάλληλα για καλλιέργεια ανάλογα με την κατεύθυνση της παραγωγής. Επίσης, απαιτείται η μελέτη των συστατικών που εμπεριέχονται στα καλλιεργούμενα φυτά καθώς και η συγκριτική τους αξιολόγηση σε σχέση με την αντίστοιχη σύσταση σε φυτά που αναπτύσσονται στο φυσικό τους περιβάλλον (Petrooulos et al., 2016). Σε ανάλογο

επίπεδο, αναφέρεται ότι η επέκταση της καλλιέργειας σε μεγάλη κλίμακα προϋποθέτει τον προηγούμενο καθορισμό της χημικής σύστασης, ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειας αλλά και την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική πρακτική (Renna, 2018).

Αν και το κρίταμο ευδοκμεί σε άγονα εδάφη και θα μπορούσε να αποτελέσει μια καλή καλλιέργεια για τα παράκτια εδάφη της Ελλάδας, εκτιμάται η δυναμική του σαν καλλιέργεια καθώς και οι προοπτικές που επιφέρει η ένταξή του ως συστατικό στο πλαίσιο μιας ισορροπημένης μεσογειακής διατροφής (Psaroudaki et al., 2012). Λαμβάνοντας υπόψη τη σταδιακή υποβάθμιση των εδαφών, την προοδευτική αλάτωση αλλά και τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής, κυρίως λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, σε παγκόσμιο επίπεδο, το κρίταμο μπορεί να αποτελέσει μία εναλλακτική καλλιέργεια σε περιοχές που αντενδείκνυνται για άλλα φυτικά είδη. Συνεπώς, το κρίταμο αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια για την Ελλάδα και άλλες χώρες της Μεσογείου.

1.5. Το είδος *Cichorium spinosum* L. - Σταμναγκάθι

1.6.1. Ταξινόμηση και Εξάπλωση

Το φυτό αυτό ευδοκμεί σε περιοχές κοντά σε θάλασσα, ωστόσο εντοπίζεται και σε ορεινές περιοχές. Σημειώνεται ωστόσο ότι το σταμναγκάθι που φύεται στη θάλασσα παρουσιάζει καλύτερη γεύση και προτιμάται έναντι εκείνου που αναπτύσσεται στο βουνό, το οποίο εμφανίζει πολλές φορές πικρή γεύση. Στον Πίνακα 1.3 παρουσιάζεται η συστηματική κατάταξη του σταμναγκαθιού.

Πίνακας 1.3: Συστηματική κατάταξη του σταμναγκαθιού.

Συστηματική Κατάταξη	
Βασίλειο	Φυτά
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Υφομοταξία	Αστερίδες (Asterids)
Τάξη	Αστερώδη (Asterales)
Οικογένεια	Αστερίδες (Asteraceae)
Ομοιογένεια	Cichorieae
Γένος	Cichorium
Είδος	

Η καλλιέργεια του φυτού έως τώρα δεν έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα καθώς οι ανάγκες της αγοράς καλύπτονταν από την περιστασιακή καλλιέργεια κατά τόπους, κυρίως στην Κρήτη.

1.6.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το σταμναγκάθι είναι πολυετής θάμνος, είδος της οικογένειας Asteraceae, η οποία περιλαμβάνει και τον ασκόλυμτρο. Το σταμναγκάθι είναι γνωστό εδώ και πολλά χρόνια για την θρεπτική του αξία, χωρίς ωστόσο να υπάρχουν διαθέσιμες αναφορές σχετικά με την εντατική του καλλιέργεια (Psaroudaki et al., 2012).

Μορφολογικά αποτελείται από βλαστό με πολλές διακλαδώσεις περίπλοκα μπλεγμένες μεταξύ τους και φτάνει μήκος έως και 40 εκατοστά. Από αυτές τις διακλαδώσεις, οι βραχείες καταλήγουν σε αγκάθια. Τα φύλλα του φυτού είναι απλά, ελλειπτικά και επιμήκη, και εμφανίζονται στις μασχάλες του φυτού σε μορφή ρόδακα. Τα φύλλα δεν εμφανίζουν τρίχες και είναι λεία, ή φέρουν πολύ αραιές τρίχες.



Εικόνα 3.3: *Cichorium spinosum* L.

Η ταξιανθία του είναι κεφάλιο και τα άνθη είναι συνήθως μωβ-λιλά. Φέρει αχάινια και ο πάππος είναι οκτώ έως δέκα φορές μικρότερος από τα αχάινια (Psaroudaki et al., 2012). Η περίοδος άνθισης είναι από τον Μάιο έως και Ιούνιο (Psaroudaki et al., 2012).

1.6.3. Σύσταση και διατροφική Αξία

Προχωρώντας στην διατροφική αξία του σταμναγκαθίου, έχει σημαντική θέση σε παραδοσιακές συνταγές, ενώ συχνά καταναλώνεται με τη μορφή τουρσιού. Το σταμναγκάθι αποτελεί τροφή πλούσια σε ασκορβικό οξύ, β-καροτίνη, α-τοκοφερόλη, λιπαρά οξέα, κυρίως ω-3, σίδηρο, ψευδάργυρο, πρωτεΐνη. Το σταμναγκάθι είναι επίσης πλούσιο σε έλαια, συγκεκριμένα εντοπίστηκαν 22 διαφορετικά, εκ των οποίων σε αφθονία ήταν τα α-λινολενικό, λινολεϊκό οξύ και παλμιτικό οξύ. Επίσης, βρέθηκαν, αλλά σε μικρότερες ποσότητες, τα λιγνοκερικό, ολεϊκό και στεαρικό οξύ (Mozafare et al., 1993). Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε μικροστοιχεία, το σταμναγκάθι είναι πλούσιο σε κάλιο, νάτριο, ασβέστιο, μαγνήσιο, μαγγάνιο και φώσφορο.

Στο εκχύλισμα των φύλλων του φυτού εντοπίζονται σεκιτερπένια, γκουαιανιλίδια και ευδεσμανολίδια, ενώ έχουν απομονωθεί και φλαβονοειδή, όπως τα luteolin 7-O-glucuronide, kaempferol 3-O-glucoside, kaempferol 3-O-glucuronide, quercetin 3-O-galactoside, quercetin 3-O-glucuronide, και isorhamnetin 3-O-glucuronide.

Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά διαφέρει μεταξύ των πληθυσμών που καλλιεργούνται και αυτών που απαντώνται ως αυτοφυείς. Στους πληθυσμούς άγριων φυτών, εντοπίστηκε μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας σε σχέση με αυτό της καλλιέργειας. Οι διαφορές που μπορεί να παρατηρούνται στα θρεπτικά μεταξύ φυτών που έχουν αναπτυχθεί κάτω από παρόμοιες συνθήκες οφείλεται συνήθως στο γονότυπο. Σύμφωνα με αναφορές, εντοπίστηκε μεγάλο ποσοστό σε άγριους πληθυσμούς του είδους που συλλέχθηκαν από την ίδια περιοχή της Κρήτης (Psaroudaki et al., 2012). Οι άγριοι πληθυσμοί, περιείχαν αισθητά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε α-τοκοφερόλη σε σχέση με αυτούς που είχαν καλλιεργηθεί με συμβατικές καλλιεργητικές πρακτικές (Zeghichi et al., 2003a,b). Ακόμα εντοπίστηκε ότι τα αυτοφυή φυτά χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο, μαγγάνιο, σίδηρο, κάλιο και ψευδάργυρο.

Παράλληλα, οι καλλιεργητικές πρακτικές μπορεί να επηρεάσουν τις βιοσυνθετικές διαδικασίες. Οι Zeghini et al. (2003) υποστήριξαν ότι η διαφορετική περιεκτικότητα που εντοπίστηκε στα καλλιεργούμενα φυτά σε σχέση με τους αντίστοιχους άγριους τύπους οφείλεται στην καλλιεργητική πρακτική. Επιπλέον, αναφέρεται ότι οι διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές επηρεάζουν και την περιεκτικότητα σε βιταμίνες, καθώς παρατηρήθηκε ότι η πλούσια αζωτούχος λίπανση οδηγεί σε σημαντική μείωση του ασκορβικού (Mozafare et al., 1993).

Συμπερασματικά η περιεκτικότητα του φυτού σε θρεπτικά επηρεάζεται τόσο από το γονότυπο όσο και από τις καλλιεργητικές πρακτικές, ενώ θα πρέπει να γίνει διαλογή των γονοτύπων που είναι πιο πλούσιοι σε θρεπτικά έτσι ώστε να καλλιεργηθούν σε εντατικό επίπεδο (Petrooulos et al, 2016). Τέλος, αναφέρεται και η σημαντική αντιφλεγμονώδης δράση έναντι της *Leishmania donovani* (Psaroudaki et al., 2012).

1.6.4. Προοπτικές ανάπτυξης της καλλιέργειας του σταμναγκαθιού

Από όλα τα παραπάνω, προκύπτει το συμπέρασμα ότι στην Ελλάδα θα μπορούσαν να εγκατασταθούν καλλιέργειες σταμναγκαθιού, ακόμα και σε άγονα εδάφη στα οποία αναπτύσσονται δύσκολα άλλες καλλιέργειες. Η προοπτική αυτή θα συμβάλλει στην προστασία του είδους στο περιβάλλον αλλά και στην αξιοποίηση άγονων και προβληματικών εδαφών που είναι ακατάλληλα για άλλες καλλιέργειες.

1.6. Διέγερση της βλάστησης αυτοφυών ειδών

Η περίοδος μεταξύ της βλάστησης του σπόρου και της εγκατάστασης της καλλιέργειας είναι η πιο κρίσιμη, καθώς το φυτό εκτίθεται σε πάρα πολλούς διαφορετικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τόσο τη βλάστηση των σπόρων και το φύτεμα όσο και την ανάπτυξη και απόδοση των φυτών. Οι σπόροι διαφόρων φυτικών ειδών εμφανίζουν διαφορετική απόκριση ως προς τη βλάστηση, η οποία εξαρτάται από το γενετικό υπόβαθρο του είδους (Wakjira K and Negash, 2013). Η καλλιέργεια σημαντικών οικονομικά ειδών συχνά δυσχεραίνεται λόγω του χαμηλού ρυθμού βλάστησης, του ανεπαρκούς φυτρώματος και της ανεπιτυχούς εγκατάστασης της καλλιέργειας, η οποία

συνοδεύεται από σημαντική μείωση της απόδοσης (Nonogaki et al., 2010). Συνεπώς, είναι επιτακτική η ανάγκη εύρεσης ή/και ανάπτυξης στρατηγικών που συμβάλλουν στη βελτίωση και στο συγχρονισμό της βλάστησης των σπόρων καθώς και στη μετέπειτα εγκατάσταση της καλλιέργειας (Zulfiqar, 2021). Προς την κατεύθυνση αυτή, αντικείμενο έρευνας αποτελεί η μελέτη της επίδρασης διαφόρων ουσιών και μεταχειρίσεων που δύνανται να δράσουν ως διεγέρτες της βλάστησης.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της μη ομοιόμορφης βλάστησης αναπτύχθηκαν εργαστηριακά διάφορες τεχνικές επαγωγής της βλάστησης οι οποίες μπορούν πλέον να εφαρμοστούν σε μεγάλη κλίμακα (Bray, 2017). Η τεχνητή διέγερση βλάστησης των σπόρων είναι μια καλλιεργητική τεχνική, η οποία εφαρμόζεται πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι σπόροι εμβάπτιζονται σε νερό με σκοπό την έναρξη των προφυτρωτικών διαδικασιών του σπόρου χωρίς ωστόσο να γίνει κανονική βλάστηση του με την εμφάνιση ριζιδίου. Οι σπόροι έπειτα ξηραίνονται στο επιθυμητό βάρος, κατάλληλο για τη διαχείριση τους.

Η τεχνητή διέγερση βλάστησης μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ο πιο απλός είναι η εμβάπτιση των σπόρων σε νερό (hydropriming). Συνεχίζοντας, ένας άλλος τρόπος είναι η εμβάπτιση των σπόρων σε διαλύματα πολυεθυλενικής γλυκόλης ή σε διαλύματα αλάτων (osmorpriming). Η τεχνητή διέγερση των σπόρων μπορεί να γίνει και με εμβάπτισή τους σε φυτικούς ρυθμιστές ανάπτυξης και πολυαμίνες (hormonal priming) καθώς και με είδη βακτηρίων τα οποία προωθούν την ανάπτυξη των φυτών (bioprimering). Τέλος, μπορεί να γίνει και με εμβάπτιση των σπόρων σε διαλύματα μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στοιχείων (nutripriming) καθώς και με φυσικά φυτικά εκχυλίσματα.

Οι τεχνικές αυτές αποτελούν μια αποτελεσματική μέθοδο βελτίωσης του φυτικού υλικού που χρησιμοποιείται ως βάση για την εγκατάσταση της καλλιέργειας καθώς οδηγεί σε ανθεκτικό υλικό έναντι βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης, συμβάλλοντας παράλληλα και στην επίτευξη μεγάλων αποδόσεων. Αυτό συμβαίνει λόγω της ενεργοποίησης μιας σειράς βιοχημικών, φυσιολογικών και μοριακών αλλαγών που λειτουργούν προς όφελος των φυτών καθώς επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και έναντι χημικών ουσιών. Πέρα από την τεχνητή διέγερση των σπόρων για αύξηση της

βλαστικότητα, υπάρχει και η τάση χρήσης των τεχνικών αυτών για μείωση της μακροζωίας σπόρων υψηλής βλαστικότητας (Farooq M. et al., 2019).

Η διαδικασία του priming είναι μια αναγκαία διαδικασία, απαραίτητη για την αύξηση της ζωτικότητας του σπόρου κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, για τη μείωση της διάρκειας του ληθάργου και για τη βελτίωση της βλάστησης. Κατ' επέκταση, οι σπόροι στους οποίους έχουν εφαρμοστεί τεχνικές διέγερσης έχουν συσχετιστεί με διάφορες θετικές επιδράσεις, όπως η υψηλή απόδοση της καλλιέργειας.

Στην επόμενη παράγραφο θα διερευνηθούν εκτενώς τέσσερις τρόποι επαγωγής βλάστησης των σπόρων, δύο εκ των οποίων φυσικοί και δύο χημικοί. Στους φυσικούς, κατατάσσεται η ενυδατική επαγωγή και η οσμωτική επαγωγή, ενώ στους χημικούς η επαγωγή της βλάστησης με γιβερρελλικό οξύ και με ασκορβικό οξύ.

1.6.1. Τεχνική ενυδάτωσης των σπόρων (hydropriming)

Σύμφωνα με τους Khalid et al. (2019), η τεχνική διέγερσης με χρήση νερού (hydropriming) είναι μία από τις πιο κοινές όταν ο στόχος αποτελεί η διέγερση της βλάστησης και η ανάπτυξη ριζιδίου. Σύμφωνα με πρόσφατες αναφορές, η τεχνική αυτή έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την ανθεκτικότητα των φυτών σε αβιοτικούς παράγοντες, ενισχύοντας τόσο τη βλάστηση του σπόρου όσο και την ανάπτυξη του ριζιδίου και του βλαστιδίου. Επίσης, το hydropriming ρυθμίζει οργανικές διαδικασίες και αντιοξειδωτικές αντιδράσεις, καθώς και την έκφραση γονιδίων και πρωτεϊνών (Khalid et al., 2019).

Καθώς η απόδοση και η ποιότητα ενός ετήσιου φυτού εξαρτάται άμεσα από την ομοιόμορφη και γρήγορη βλάστηση των σπόρων, σε έρευνα τους οι Adhikari et al., 2021 λαμβάνοντας υπ' όψιν πως το hydropriming είναι η πιο οικονομική και εύκολη λύση για τη μεταχείριση σπόρων του φυτού *Momordica charantia*, έλεγξαν την επιρροή που είχε στη βλάστηση των σπόρων η διαφορετική διάρκεια του hydropriming. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η καταλληλότερη διάρκεια hydropriming για το συγκεκριμένο φυτό ήταν 48 ώρες καθώς τα φυτά της μεταχείρισης αυτής έδωσαν τα πιο μεγάλα και ζωηρά φυτάρια. Ωστόσο θα πρέπει να γίνει περαιτέρω έρευνα για το εκάστοτε φυτικό είδος καθώς δεν χαρακτηρίζονται όλοι οι σπόροι από τα ίδια χαρακτηριστικά (Adhikari et al., 2021). Οι

Damalas et al., 2019, έλεγξαν την επιρροή της διαφορετικής διάρκειας hydropriming σε σπόρους του φυτού *Vicia faba*. Τα αποτελέσματα οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η μεταχείριση επηρέασε θετικά τη βλάστηση των σπόρων, συμβάλλοντας στην επιτάχυνσή της. Ωστόσο, το μέγεθος της επίδρασης εξαρτήθηκε από το περιβάλλον και ήταν μεγαλύτερο στην περίπτωση της χαμηλής εδαφικής υγρασίας μετά τη σπορά, ενώ το θετικό αποτέλεσμα δεν ήταν ορατό σε περίπτωση που ακολουθούσε βροχή μετά τη σπορά (Damalas CA et al., 2019).

Η υψηλή συμμετοχή των δημητριακών στην ανθρώπινη διατροφή (50 %), σε συνδυασμό με τη συχνή μείωση της παραγωγικότητάς τους λόγω ποικίλων παραγόντων καταπόνησης, έχει στρέψει το ενδιαφέρον σε τεχνικές διέγερσης των σπόρων με σκοπό την εξασφάλιση ομοιόμορφης βλάστησης της υψηλής απόδοσης (Bhusal and Thakur, 2020). Μεταξύ των ποικίλων μεθόδων διέγερσης της βλάστησης, το hydropriming κρίνεται ως από τους πλέον αποτελεσματικούς τρόπους καθώς επιδρά θετικά στην ανθεκτικότητα έναντι αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης, στην ενίσχυση της βλάστησης και στη βελτιωμένη εγκατάσταση της καλλιέργειας. Επίσης, ενεργοποιεί διαδικασίες διόρθωσης του γενετικού υλικού καθώς και αντιοξειδωτικές αντιδράσεις που σχετίζονται με τον μεταβολισμό του σπόρου πριν τη βλάστηση και που οδηγούν σε ομοιόμορφη βλάστηση. Το hydropriming αποτελεί τεχνική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε φυτά που καλλιεργούνται σε άγονα εδάφη (Bhusal and Thakur, 2020). Πρόσφατη έρευνα στο φυτό *Festuca sinensis* ανέδειξε ότι η τεχνική hydropriming μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το ενδόφυτο *Neotyphodium*, οδηγώντας σε ενίσχυση της βλάστησης των σπόρων (Qingqing Peng et al., 2013).

Παράλληλα, σε πρόσφατη έρευνα προσεγγίστηκε η διαδικασία του hydropriming ως μέθοδο για δημιουργία ανθεκτικότητας των φυτών του γένους *Helianthus annuus* L, υπό συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας (Górnik & Lahuta, 2017). Στο πλαίσιο αυτό, επιχειρήθηκε ενυδατική επαγωγή με παρουσία σαλικυλικού οξέος καθώς και με παρουσία ιασμονικού οξέος. Μετά την εμβάπτιση, ακολούθησε θερμικό σοκ το οποίο ενεργοποίησε τη δράση καταλάσης και τον μεταβολισμό των σακχάρων το οποίο με τη σειρά του οδήγησε σε επαγωγή της βλάστησης. Βάσει των ανωτέρω, η ενυδατική επαγωγή βλάστησης των σπόρων μπορεί να εφαρμοστεί και για τη μείωση της αρνητικής επίδρασης

της χαμηλής θερμοκρασίας στους σπόρους, σε συνδυασμό με μικρής διάρκειας θερμικού σοκ κατά τη διάρκεια του hydropriming σε νερό εμπλουτισμένο με 24-epiBL (10^{-8} και 10^{-10} M) ή σαλικυλικό οξύ (10^{-3} και 10^{-4} M) (Górnik & Lahuta, 2017).

Συμπερασματικά, η ενυδατική επαγωγή της βλάστησης των σπόρων είναι ένας οικονομικός τρόπος να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της ανομοιομορφής βλάστησης. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή εδώ και πολλά χρόνια και εφαρμόζεται κατά κόρον καθώς είναι εύκολη, γρήγορη και αποτελεσματική. Το εύρος χρήσης της είναι πολύ μεγάλο καθώς μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση άλλων ουσιών, όπως του σαλικυλικού οξέος σε συνδυασμό με θερμικό σοκ, και να προσφέρει ανθεκτικότητα των σπόρων σε χαμηλές θερμοκρασίες. Επίσης, μένει να ερευνηθούν οι ευεργετικές ιδιότητες που έχει στους σπόρους σε συνδυασμό με ενδοφυτικούς οργανισμούς. Σημειώνεται ωστόσο ότι η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από το χρόνο εφαρμογής της.

1.6.2. Οσμωτική Επαγωγή με εφαρμογή NaCl

Η αλατότητα αποτελεί μεγάλο πρόβλημα στη γεωργία παγκοσμίως. Οι Bahkt et al., 2011 διεξήγαγαν πείραμα για την διερεύνηση της οσμωτικής επαγωγής με NaCl σε δύο ποικιλίες καλαμποκιού, σε τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι σπόροι οι οποίοι είχαν εκτεθεί σε αλατούχα διαλύματα και έπειτα καλλιεργήθηκαν σε αλατούχα εδάφη, εμφάνισαν καλύτερη βλαστική ικανότητα, μήκος βλαστού και ριζιδίου, καλύτερο ύψος φυτού και καλύτερα ποσοστά προλίνης, αμψισικού οξέως αλλά και υψηλότερη απόδοση. Ωστόσο, και στις δύο περιπτώσεις, η αλατότητα επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη και των δύο ποικιλιών, με εκείνα στα οποία είχε προηγηθεί οσμωτική επαγωγή βλάστησης να προσαρμόζονται καλύτερα στο περιβάλλον λόγω των φυσιολογικών και βιοχημικών αλλαγών που είχαν προκληθεί, με αποτέλεσμα την καλύτερη απόδοση των φυτών (Bahkt et al., 2011). Σε πρόσφατη έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της οσμωτικής επαγωγής, με τη χρήση πολυεθυλενικής γλυκόλης (PEG6000), στη βλάστηση του είδους *Medicago sativa* (Muradi et al., 2016). Ερευνήθηκαν οι αντιοξειδωτικές διεργασίες του φυτού που ενεργοποιήθηκαν αλλά και η βλαστική ικανότητα των σπόρων υπό συνθήκες ξηρασίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι σπόροι στους οποίους είχε εφαρμοστεί osmopriming παρουσίασαν βελτιωμένη βλάστηση και

ανάπτυξη σε σχέση με τους μάρτυρες. Η μεταχείριση οδήγησε σε ενίσχυση της δράσης της περοξειδάσης (PO) και της καταλάσης (CAT), ενώ παράλληλα μείωσε και τη περιεκτικότητα της μαλονυλδιαλδεΐδης (MDA). Τέλος, μείωσε και τη διαρροή ηλεκτρολυτών υπό συνθήκες ανεπαρκούς υγρασίας (Muradi et al., 2016). Κατ' αναλογία, σε σχετική έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της εμβάπτισης των σπόρων καυτερής πιπεριάς σε διάλυμα άλατος 1 mM με σκοπό τη βελτίωση της βλάστησης υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας (Khan et al., 2009). Η εμβάπτιση επέφερε θετικά αποτελέσματα καθώς παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στο ποσοστό βλάστησης, στο δείκτη βλάστησης αλλά και στο ρυθμό βλάστησης. Ο δείκτης ευρωστίας των σπόρων ήταν επίσης βελτιωμένος όπως και το μήκος τους ριζιδίου αλλά και το ξηρό βάρος των σποροφύτων. Συμπερασματικά οι σπόροι στους οποίους είχε εφαρμοστεί η μεταχείριση, όταν καλλιεργήθηκαν σε αλατούχο έδαφος είχαν μεγαλύτερη ευρωστία και αποτέλεσαν καλύτερο υλικό για εγκατάσταση καλλιέργειας έναντι εκείνων που δεν είχαν υποστεί καμία μεταχείριση (Khan et al., 2009).

1.6.3. Επαγωγή με Γιββεργιλικό Οξύ

Ένας άλλος τρόπος τεχνητής διέγερσης των σπόρων είναι η εμβάπτισή τους σε διάλυμα γιββεργιλικού οξέος (GA). Πρόσφατη έρευνα στον ηλιάνθο (*Helianthus annuus* L.) ανέδειξε ότι η εμβάπτιση των σπόρων σε διαλύματα γιββεργιλικού οξέος, διαφόρων συγκεντρώσεων για 16 ώρες, οδήγησε σε βελτίωση όλων των παραμέτρων αξιολόγησης (Nikhath Jafrie et al., 2015). Αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα αναφέρονται στο ρεβίθι, όπου έγινε τεχνητή διέγερση βλάστησης των σπόρων με εφαρμογή γιββεργιλικού οξέος με στόχο την άμβλυνση των συνεπειών της καταπόνησης που προκαλείται από τις χαμηλές θερμοκρασίες, κυρίως κατά την περίοδο της βλάστησης και εγκατάσταση της καλλιέργειας. Για το σκοπό αυτό, μελετήθηκαν δύο ποικιλίες, μια ευαίσθητη και μια ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες, και τέσσερις διαφορετικές συγκεντρώσεις GA. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι σπόροι που είχαν δεχθεί GA₃ οδήγησαν σε βελτιωμένη εγκατάσταση, ενώ παράλληλα τα φυτά αναπτύχθηκαν καλύτερα και μειώθηκε η διαφυγή ηλεκτρολυτών διατηρώντας έτσι πολλά συστατικά στο νερό (Aziz-Pekşen, 2020).

Η χαμηλή βλαστική ικανότητα των σπόρων κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας όπως και η χαμηλή απόδοση της καλλιέργειας είναι προβλήματα τα οποία παρατηρούνται πολύ συχνά σε εδάφη υψηλής αλατότητας. Πέρα από τη βελτίωση του γενετικού υλικού με στόχο την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και τη μείωση των απωλειών απόδοσης σε εδάφη με υψηλή αλατότητα, χρησιμοποιείται και η εφαρμογή γιββερελλίνων καθώς η τεχνική αυτή έχει συνδεθεί με αύξηση της βλαστικότητας καθώς και ενίσχυση της παραγωγικότητας των φυτών. Τα αποτελέσματα έρευνας σχετικά με την επίδραση του GA₃ στην βλαστικότητα και στην ανάπτυξη του νεαρού βλαστιδίου τριών διαφορετικών φυτών (*Zea mays* L., *Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun, και *Lathyrus sativus* L.) υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας ανέδειξαν τη θετική επίδραση της εμφάνισης των σπόρων σε διάλυμα γιββερελλικού 0,2 gL⁻¹. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ενίσχυση του βελτίωσε βλάστησης, του μέσου χρόνου βλάστησης, αύξηση του μήκους του ριζιδίου και του βλαστιδίου καθώς και της συλονικής βιομάζας όταν η αλατότητα του εδάφους ήταν 8 dSm⁻¹ (Tsegay & Andargie, 2018). Περαιτέρω, η μελέτη της επίδρασης του priming με γιββερελλικό οξύ στην βλαστικότητα και στην ανάπτυξη σπόρων καλαμποκιού υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας κατέδειξε ότι η μεταχείριση των σπόρων δεν επέφερε κάποιο θετικό αποτέλεσμα στο ποσοστό βλάστησης ενώ σε κάποιες περιπτώσεις ενίσχυσε το μήκος των βλαστιδίων και των ριζιδίων καθώς και το νωπό και ξηρό βάρος των φυταρίων (Ghodrat and Rousta, 2012). Τέλος, οι Khan et al. (2020), αναφέρουν ότι η εμφάνιση σπόρων με μελατονίνη και γιββερελλικό οξύ οδήγησε σε υψηλότερα ποσοστά φωτοσύνθεσης, στοματικής αγωγιμότητας και διαπνοής σε συνθήκες ξηρασίας. Επίσης το γιββερελλικό οξύ και η μελατονίνη ενίσχυσε τις αντιοξειδωτικές ουσίες που περιορίζουν την υπερπαραγωγή ενεργών μορφών οξυγόνου, επιφέροντας αύξηση της απόδοσης και βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών (Khan et al., 2020).

1.6.4. Επαγωγή με ασκορβικό οξύ

Το ασκορβικό οξύ εντοπίζεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στον φυτικό ιστό καθώς στα πράσινα φύλλα εντοπίζεται ποσότητα ασκορβικού οξέος ίση με της χλωροφύλλης. Η περιεκτικότητα των φύλλων σε ασκορβικό εξαρτάται από την εποχή, ωστόσο στους χλωροπλάστες παραμένει σε σταθερά επίπεδα (Foyer, 1993). Το ασκορβικό οξύ είναι

βασικό αντιοξειδωτικό στα φυτά και έχει πολύ βασικό ρόλο στο μεταβολισμό των κυττάρων κατά τη διάρκεια της βλάστησης, καθώς και στην προστασία των κυττάρων από οξειδωτικούς παράγοντες (Fazlali et al., 2013).

Οι Farooq et al. (2012), πραγματοποίησαν δύο πειράματα για να ελέγξουν την επίδραση που είχε η εμβάπτιση των σπόρων σε ασκορβικό ως προς τη βλάστηση δύο ποικιλιών σιταριού σε συνθήκες ξηρασίας. Οι μεταχειρίσεις αφορούσαν σε εμβάπτιση των σπόρων σε νερό για 10 ώρες, σε νερό και σε διάλυμα ασκορβικού, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και μάρτυρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ενυδατική επαγωγή βλάστησης ότι η εμβάπτιση σε νερό οδήγησε σε βελτιωμένη αντίσταση στην ξηρασία, συγκριτικά με τους μάρτυρες, ωστόσο την καλύτερη επίδοση εμφάνισαν οι σπόροι που είχαν δεχθεί ασκορβικό εμφάνισαν καθώς χαρακτηρίζονται από βελτιωμένη βλάστηση και ανάπτυξη ριζιδίου και βλαστιδίου τόσο σε συνθήκες ξηρασίας όσο και σε συνθήκες επαρκούς υγρασίας. Επίσης, υπερείχαν ως προς την έκπτυξη και ανάπτυξη των φύλλων, την περιεκτικότητα χλωροφύλλης, το ξηρό βάρος των σπόρων. Αναφέρεται ότι η εμβάπτιση των σπόρων με ασκορβικό οδήγησε σε αύξηση της ανθεκτικότητας της ξηρασίας λόγω της αύξησης της προλίνης, της αντιοξειδωτικής δράσης του ασκορβικού και των φαινολικών, τα οποία συνέβαλλαν στη διατήρηση της υγρασίας, σταθερότητα της μεμβράνης και σε ομοιόμορφη εγκατάσταση και ανάπτυξη των φυτών (Farooq et al., 2012). Οι Ahmad et al., 2011, έλεγξαν την επίδραση του ασκορβικού σε συνδυασμό με το σαλικυλικό και το υπεροξειδίου του υδρογόνου. Η ανάλυση των μετρήσεων έδειξε ότι το priming με τον ανωτέρω συνδυασμό των οδήγησε σε πιο γρήγορη και συγχρονισμένη βλάστηση, ενώ η ομαλή ανάπτυξη του φυταρίου συνδέθηκε με τη δράση αντιοξειδωτικών ενζύμων, όπως η καταλάση και η περοξειδάση (Ahmad et al., 2011). Σύμφωνα με τους Azooz et al. (2013), το priming των σπόρων με βιταμίνες είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την αύξηση της βλαστικότητας των σπόρων. Σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε φυτά *Vicia faba* L. χρησιμοποίησαν ασκορβικό και νικοτιναμίδα με στόχο τη μελέτη της επίδρασής τους στην ανάπτυξη των φυτών σε συνθήκες αλατότητας. Η συνδυασμένη εφαρμογή ασκορβικού και νικοταμιδίνης οδήγησε σε πολύ θετικά αποτελέσματα (Azooz et al., 2013). Επιπλέον, αντίστοιχα πειράματα στην κολοκύθα, όπου μελετήθηκε η επίδραση του ασκορβικού οξέος στη βλάστηση των σπόρων χρησιμοποιώντας διαφορετικές συγκεντρώσεις και διαφορετικά επίπεδα καταπόνησης αλατότητας, έδειξαν πως η αύξηση της έντασης της

αλατότητας επέφερε ανάλογη μείωση της βλάστηση και ανάπτυξης των φυταρίων. Ωστόσο, οι σπόροι στους οποίους είχε εφαρμοστεί ασκορβικό είχαν καλύτερη ανάπτυξη, γεγονός που αποδόθηκε στη δράση αντιοξειδωτικών ενζύμων (Fazlali et al., 2013).

Σκοπός

Με δεδομένο ότι η καλλιέργεια των άγριων ειδών περιορίζεται λόγω του χαμηλού δυναμικού βλάστησης των σπόρων και ανάπτυξης των σποροφύτων καθώς και τη μη-επιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας, η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε στην επίλυση του προβλήματος της ανομοιομορφίας και μη συγχρονισμένης βλάστησης τριών αυτοφυών ειδών. Συγκεκριμένα, στόχο της μελέτης αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης διαφόρων εφαρμογών διέγερσης για την ενίσχυση της βλάστησης σε δύο πληθυσμούς ασκόλυμπρου, (*Scolymus hispanicus* L.), στο κρίταμο *Crithmum maritimum* L. και στο σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.).

Η διέγερση της βλάστησης επιχειρήθηκε με διαφορετικές φυσικές και χημικές εφαρμογές, όπως εμβάπτιση σε νερό (hydropriming), οσμωτική επαγωγή (50, 100 mM NaCl), εφαρμογή γιβεριλλικού οξέος (10, 50, 100 μ M GA₃) και ασκορβικού οξέος (50, 100 mg L⁻¹ L-ascorbic acid), ενώ σπόροι που δεν υπέστησαν καμία μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Οι επιδράσεις των διαφόρων εφαρμογών διέγερσης αξιολογήθηκαν βάσει γνωρισμάτων που σχετίζονται με τη βλάστηση και ανάπτυξη των σποροφύτων, όπως το ποσοστό βλάστησης, η απορρόφηση νερού των σπόρων, το μήκος ρίζας και βλαστού και ο δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Γενετικό υλικό

Ως γενετικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν πληθυσμοί τριών αυτοφυών ειδών, τα οποία εμφανίζουν χαμηλό δυναμικό βλάστησης. Το γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη συλλέχθηκε και παραχωρήθηκε από τον κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή Λαχανοκομίας.

Η επίδραση των διεγερτών βλάστησης μελετήθηκε στα ακόλουθα φυτικά είδη:

- Ασκόλυμπος (*Scolymus hispanicus* L): 2 γονότυποι
- Κρίταμο (*Crithmum maritimum*): 1 γονότυπος
- Σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*): 1 γονότυπος

Αρχικά, έγινε καθαρισμός και επιλογή των ακέραιων σπόρων που δε φέρουν χωρίς ενδείξεις ασθενειών (Εικόνα 2.1). Ακολούθησε η απολύμανση των επιλεγμένων σπόρων.



Εικόνα 2.1: Συλλογή σπόρων.

2.2 Απολύμανση σπόρων

Αρχικά, έγινε επιφανειακή απολύμανση των σπόρων μέσω εμβάπτισής τους σε καθαρή αιθανόλη για ένα λεπτό. Η απολύμανση έγινε σε τράπεζα νηματικής ροής ώστε να εξασφαλιστούν ασηπτικές συνθήκες (Εικόνα 2.2.).



Εικόνα 2.2: Επιφανειακή απολύμανση των σπόρων.

2.3 Μεταχειρίσεις - Παρασκευή διαλυμάτων

Επιχειρήθηκε διέγερση της βλάστησης μέσω φυσικών και χημικών εφαρμογών, που περιλαμβάνουν την εμβάπτιση σε νερό, την οσμωτική επαγωγή (50, 100 mM NaCl) και την εφαρμογή γιβερριλικού οξέος (10, 50, 100 μM GA₃) και ασκορβικού οξέος (50, 100 mg L^{-1}). Στο πείραμα συμπεριλήφθηκαν, ως μάρτυρες, σπόροι που δεν υπεβλήθησαν σε καμία από τις ανωτέρω εφαρμογές.

Για το σκοπό αυτό, αρχικά δημιουργήθηκαν πυκνά διαλύματα και ακολούθησε ή αραιώσή τους ώστε να παρασκευαστούν τα διαλύματα επιθυμητής συγκέντρωσης (δοκιμαστικά διαλύματα).

Προετοιμασία Διαλυμάτων

i) Μάρτυρες

Καμία μεταχείριση

ii) Εμβάπτιση σε νερό (hydropriming)

Τοποθέτηση σπόρων σε αποστειρωμένο dH₂O

iii) Οσμωτική επαγωγή

Προετοιμασία πυκνού διαλύματος (stock) 1M NaCl: 0,5844 g σε τελικό όγκο 10 ml με αποστειρωμένο dH₂O

Δοκιμαστικά διαλύματα: 50 mM NaCl (αραίωση 1/20), 100 mM NaCl (αραίωση 1/10)

iv) Gibberellic acid - priming

Προετοιμασία πυκνού διαλύματος (stock) GA₃ 10 mM: 0.0346 g GA₃ σε τελικό όγκο 10 ml με αποστειρωμένο dH₂O – μία σταγόνα 95% αιθυλική αλκοόλη για τη διάλυση.

Δοκιμαστικά διαλύματα: 10 μM GA₃ (αραίωση 1/1000), 50 μM GA₃ (αραίωση 1/200), 100 μM (αραίωση 1/100) GA₃

v) Ascorbic acid –priming

Προετοιμασία πυκνού διαλύματος (stock) L-ascorbic acid 10 mM: 0,17612 g L-ascorbic acid σε τελικό όγκο 100 ml dH₂O

Δοκιμαστικά διαλύματα: 50 mg L⁻¹ (0.28 mM), 100 mg L⁻¹ (0.567 mM)

50 mg L⁻¹: 2.8 ml σε τελικό όγκο 100 ml dH₂O

100 mg L⁻¹: 5.67 ml σε τελικό όγκο 100 ml dH₂O

Οι απολυμασμένοι σπόροι τοποθετήθηκαν σε Falcon που περιείχαν τα κατάλληλα διαλύματα και έγινε επώαση για μία ημέρα. Με το πέρας ου διαστήματος επώασης, οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε διάφανα πλαστικά κουτιά (trays) που περιείχαν διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με αποστειρωμένο dH₂O. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα

πραγματοποιούνταν προσθήκη dH₂O προκειμένου να αποφευχθεί η εξάτμιση και να εξασφαλιστούν συνθήκες υψηλής υγρασίας. Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (23 - 25°C, φωτοπερίοδος: 16 h φως/8 h σκοτάδι) (Εικόνα 2.3).



Εικόνα 2.3: Ανάπτυξη των σποροφύτων σε πλαστικά δοχεία.

2.4 Μετρήσεις

Ως κριτήρια αξιολόγησης αξιοποιήθηκαν το ποσοστό βλάστησης των σπόρων, η απορρόφηση νερού των σπόρων, το μήκος ρίζας και βλαστού και ο δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων. Η έναρξη των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε όταν το ελάχιστο μήκος του ριζιδίου ήταν 2 mm.

→ Το ποσοστό βλάστησης (GP %) εκτιμήθηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$GP = (\text{Αριθμός σπόρων που βλάστησαν} / \text{Συνολικός αριθμός σπόρων}) \times 100.$$

→ Το ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) εκτιμήθηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$WU = \frac{W_2 - W_1}{W_1} 100$$

όπου W_2 : το αρχικό βάρος του σπόρου πριν την απορρόφηση νερού

W_2 : το τελικό βάρος του σπόρου μετά την απορρόφηση νερού

- Η μέτρηση του μήκους του βλαστού και ης ρίζας έγινε με τη χρήση διαβαθμισμένου χάρακα σε εκατοστά (cm) (Εικόνα 2.4).
- Ο δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων (SVI %) υπολογίστηκε με την χρήση της εξίσωσης:

$$SVI = GP * L$$

όπου GP: το ποσοστό βλάστησης

L: το μήκος του βλαστού



Εικόνα 2.4: Μέτρηση βλαστού με βαθμονομημένο χάρακα.

2.5 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν των πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων με 4 επαναλήψεις των 10 σπόρων για κάθε συνδυασμό γονοτύπου - μεταχείρισης.

2.6 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με ANOVA ($p \leq 0.05$), σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο συνδυάζοντας τα επίπεδα καταπόνησης και τους υπό μελέτη γονότυπους. Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων συγκρίθηκαν με τη χρήση της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD). Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού πακέτου JMP v. 8. Τα διαγράμματα δημιουργήθηκαν στο Excel.

3. Αποτελέσματα

3.1 Διέγερση της βλάστησης στον Ασκόλυμπρο (*Scolymus hispanicus*)

Στην παρούσα διατριβή, επιχειρήθηκε διέγερση της βλάστησης σε σπόρους του είδους *Scolymus hispanicus* μέσω φυσικών και χημικών εφαρμογών, που περιλαμβάνουν την εμφάνιση σε νερό, την οσμωτική επαγωγή (50, 100 mM NaCl) και την εφαρμογή γιβερριλλικού οξέος (10, 50, 100 $\mu\text{M GA}_3$) και ασκορβικού οξέος (50, 100 mg L^{-1}). Στο πείραμα συμπεριλήφθηκαν, ως μάρτυρες, σπόροι που δεν υπεβλήθησαν σε καμία από τις ανωτέρω εφαρμογές.

Οι επιδράσεις των υπό μελέτη εφαρμογών αξιολογήθηκαν με βάση τα γνωρίσματα που σχετίζονται με τη βλάστηση και ανάπτυξη των σποροφύτων 2 πληθυσμών ασκόλυμπρου. Ειδικότερα, ως κριτήρια αξιολόγησης αξιοποιήθηκαν το ποσοστό βλάστησης των σπόρων, η απορρόφηση νερού των σπόρων, το μήκος ρίζας και βλαστού και ο δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων.

3.1.1 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κατέδειξαν τη σημαντική επίδραση των διαφορετικών εφαρμογών διέγερσης στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων ασκόλυμπρου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η επίδραση των εφαρμογών διέγερσης υπήρξε θετική, ενώ υπήρχαν και εφαρμογές που επέδρασαν αρνητικά στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων συγκριτικά με τους μάρτυρες. Επίσης, πέραν του είδους του διεγέρτη, σημαντική υπήρξε και η επίδραση της εφαρμοζόμενης συγκέντρωσής του. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί ότι η επίδραση των διεγερτών εμφάνισε σημαντικότερη γονοτυπική εξάρτηση, καθώς οι υπό μελέτη πληθυσμοί ασκόλυμπρου χαρακτηρίστηκαν από διαφορετικές αποκρίσεις τόσο στους διαφορετικούς διεγέρτες όσο και στις διαφορετικές συγκεντρώσεις αυτών (Πίνακας 3.1).

Ειδικότερα, ο Πληθυσμός 1 καθ' όλη τη διάρκεια λήψης παρατηρήσεων εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης στους μάρτυρες (70 % την 7^η ημέρα από την έναρξη της

βλάστησης) και ακολούθησε η μεταχείριση εμβάπτισης των σπόρων σε νερό (55 % την 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης). Το σύνολο των υπολοίπων εφαρμογών επέδρασε αρνητικά στο δυναμικό βλάστησης των σπόρων, επιφέροντας σημαντικά μειωμένα ποσοστά βλάστησης (22,5 – 37,5 % την 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης) (Πίνακας 3.1).

Όσον αφορά τον Πληθυσμό 2, διαπιστώθηκε η σημαντικότερη επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης του διεγέρτη. Καθ' όλη τη διάρκεια λήψης παρατηρήσεων, το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε έπειτα από εφαρμογή 100 μM GA₃. Αξίζει ωστόσο να αναφερθεί ότι η εν λόγω εφαρμογή επέδρασε ιδιαίτερα θετικά και στο ρυθμό βλάστησης των σπόρων, καθώς παρατηρείται ότι οδήγησε σε υψηλό ποσοστό βλάστησης ήδη από την 2^η ημέρα, της τάξης του 70 %, έναντι ποσοστού 5 % που αφορούσε στους μάρτυρες. Θετική υπήρξε επίσης η επίδραση της εμβάπτισης των σπόρων σε νερό καθώς και της εφαρμογής 50 μM GA₃, κυρίως ως προς το ρυθμό βλάστησης, χωρίς ωστόσο να διαπιστώνεται σημαντική διαφοροποίηση στο τελικό ποσοστό βλάστησης (C: 60 %, dH₂O: 62,5 %, 50 μM GA₃: 62,5 % την 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης) (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1: Ποσοστό βλάστησης των σπόρων (GP %) ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus* L.) ανά πληθυσμό και ανά μεταχείριση την 1^η – 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης, η οποία σημειώθηκε την 30^η ημέρα έπειτα από την τοποθέτηση των σπόρων.

Μετ.	Πληθ.	Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης								M.O.	
		C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹		L-asc 100 mg L ⁻¹
1^η											
1		2,50a	2,50a	0,00a	2,50a	0,00a	0,00a	0,00b	0,00a	0,00	0,83b
2		0,00a	10,00a	2,50a	2,50a	5,00a	15,00a	27,50a	10,00a	0,00	8,05a
M.O.		1,25b	6,25ab	1,25b	2,50b	2,50b	7,50ab	13,75a	5,00b	0,00b	
2^η											
1		30,00a	7,50a	15,00b	10,00a	15,00a	10,00b	10,00b	7,50a	2,50b	11,94b
2		5,00a	37,50a	32,50a	35,00a	32,50a	52,50a	70,00a	27,50a	22,50a	35,00a
M.O.		17,50b	22,50ab	23,75ab	22,50ab	23,75ab	31,25ab	40,00a	17,50b	12,50b	
3^η											
1		50,00a	20,00a	25,00b	20,00a	20,00a	22,50a	15,00b	20,00a	22,50a	23,88b
2		35,00a	55,00a	45,00a	47,50a	37,50a	55,00a	72,50a	40,00a	32,50a	46,66a
M.O.		42,50a	37,50a	35,00a	33,75a	28,75a	38,75a	43,75a	30,00a	27,50a	

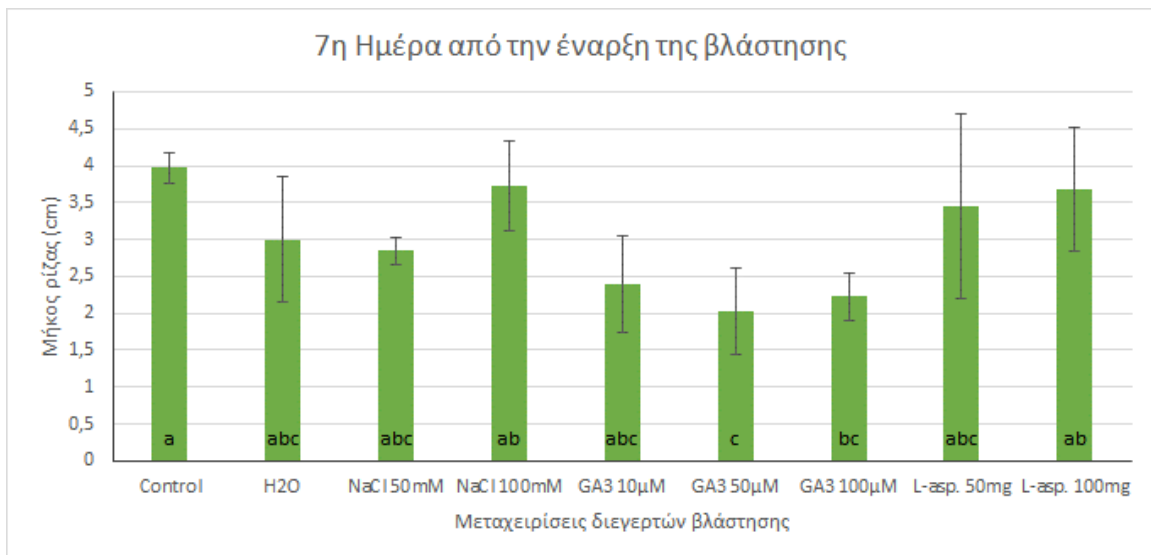
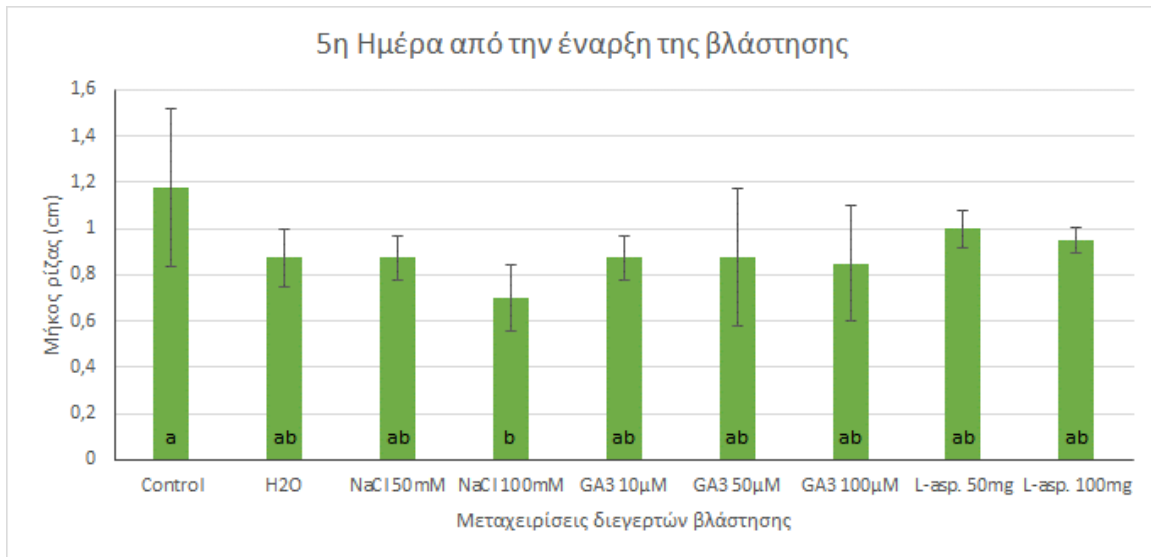
4^η											M.O.
1	50,00a	35,00a	32,50a	22,50a	25,00a	22,50a	20,00b	22,50a	25,00a		28,33b
2	35,00a	57,50a	47,50a	47,50a	47,50a	57,50a	75,00a	42,50a	47,50a		50,83a
M.O.	42,50a	46,25a	40,00a	35,00a	36,25a	40,00a	47,50a	32,50a	36,25a		
5^η											M.O.
1	65,00a	47,50a	32,50a	22,50a	30,00a	25,00b	22,50b	22,50a	25,00a		32,50b
2	47,50a	57,50a	52,50a	47,50a	50,00a	60,00a	77,50a	42,50a	50,00a		53,88a
M.O.	56,25a	52,50ab	42,50ab	35,00ab	40,00ab	42,50ab	50,00ab	32,50b	37,50ab		
6^η											M.O.
1	70,00a	52,50a	32,50b	22,50a	32,50a	25,00b	22,50b	22,50a	25,00a		33,88b
2	57,50a	60,00a	57,50a	55,00a	55,00a	60,00a	77,50a	42,50a	52,50a		57,50a
M.O.	63,75a	56,25ab	45,00ab	38,75bc	43,75abc	42,50abc	50,00abc	32,50c	38,75bc		
7^η											M.O.
1	70,00a	55,00a	37,50a	22,50a	32,50a	27,50b	22,50b	22,50b	25,00a		35,00b
2	60,00a	62,50a	60,00a	55,00a	60,00a	62,50a	77,50a	45,00a	52,50a		59,44a
M.O.	65,00a	58,75ab	48,75abc	38,75bc	46,25abc	45,00abc	50,00abc	33,75c	38,75bc		

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.1.2 Επίδραση των διεγερτών στην ανάπτυξη των σποροφύτων

Στα Διαγράμματα 3.1 – 3.4 απεικονίζεται η επίδραση των διαφορετικών εφαρμογών διέγερσης στην ανάπτυξη των σποροφύτων ασκόλυμπρου. Τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημαντική επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης του διεγέρτη αλλά και του γονοτύπου, όπως διαπιστώνεται από τη διαφορετική απόκριση των 2 πληθυσμών ασκόλυμπρου (Διαγράμματα 3.1 και 3.2).

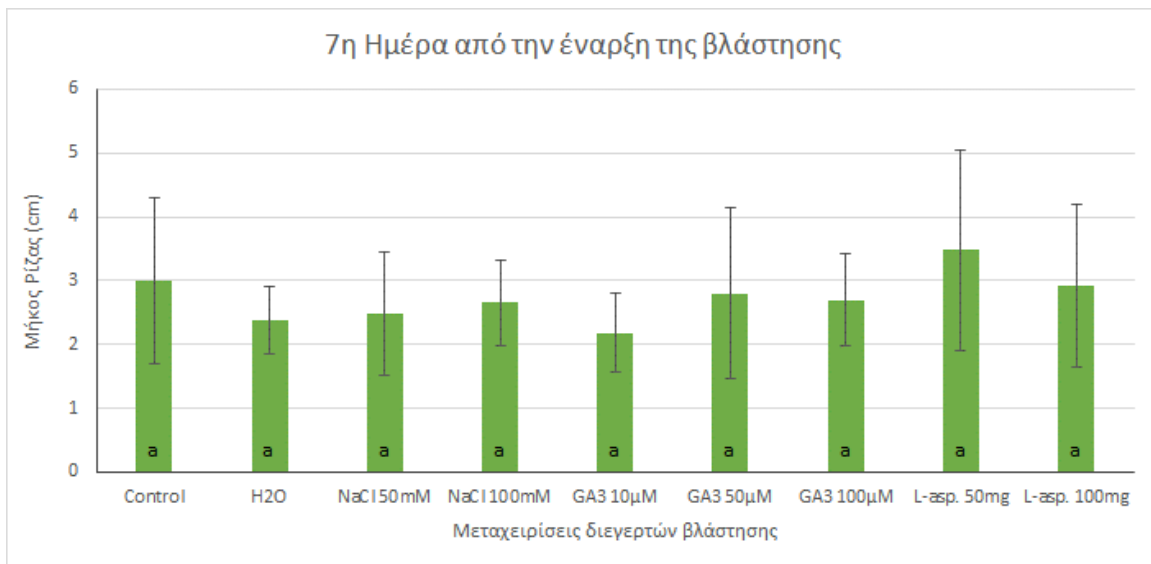
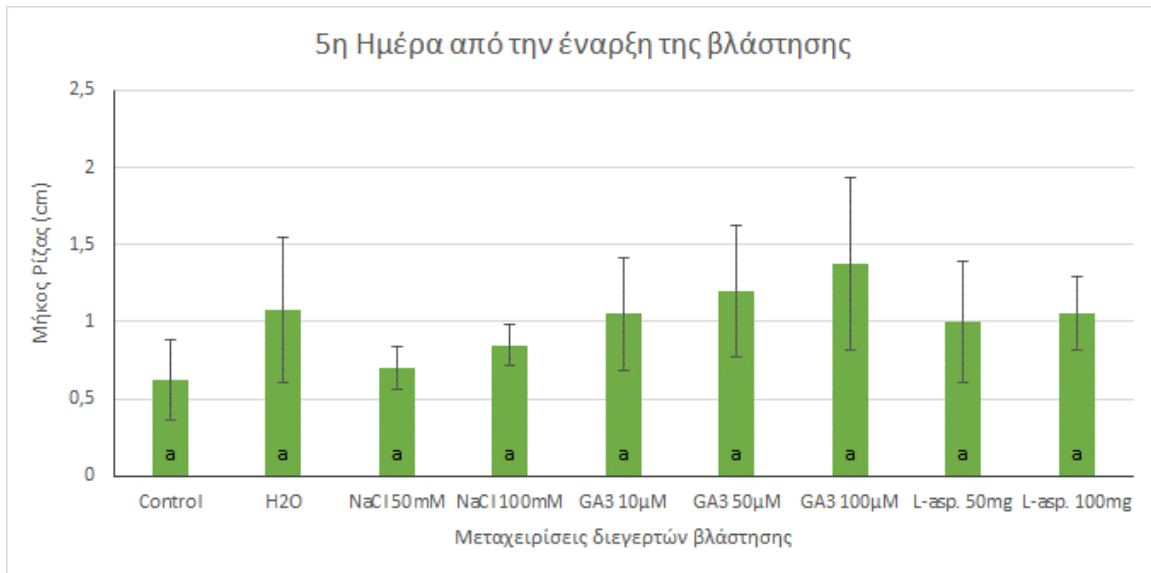
Στον πληθυσμό 1, κατά την πρώτη μέτρηση (5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης), οι μάρτυρες εμφάνισαν το μεγαλύτερο μήκος ρίζας, ενώ αντίθετα η εφαρμογή 100 mM NaCl οδήγησε σε σημαντικά μειωμένο μήκος ρίζας. Το σύνολο των υπόλοιπων μεταχειρίσεων οδήγησαν σε ανάπτυξη ενδιάμεσου μήκους ρίζας, το οποίο ωστόσο δε διέφερε σημαντικά με αυτό των μαρτύρων (Διάγραμμα 3.1). Κατά τη δεύτερη μέτρηση (5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης), επίσης σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των εφαρμογών. Οι μάρτυρες εμφάνισαν το μεγαλύτερο μήκος ρίζας, ακολουθούμενο από την εφαρμογή 100 mM NaCl και 100 mg L⁻¹ L-asp. Αντίθετα, το μικρότερο μήκος εμφάνισαν οι ρίζες των σποροφύτων που δέχτηκαν τη μεταχείριση 50 μM GA₃ (Διάγραμμα 3.1)



Διάγραμμα 3.1: Μήκος ρίζας (cm) των σποροφύτων ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus*) του πληθυσμού 1 ανά μεταχείριση, την 3^η και 5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης, η οποία σημειώθηκε την 30^η ημέρα έπειτα από την τοποθέτηση των σπόρων.

Σχετικά με τον πληθυσμό 2, παρά την απουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών κατά την πρώτη μέτρηση, καταδεικνύεται ότι το σύνολο των εφαρμογών επέδρασε θετικά στο μήκος της ρίζας (Διάγραμμα 3.2). Έτσι, το μικρότερο μήκος ρίζας εμφάνισαν οι μάρτυρες, ενώ η πλέον θετική επίδραση παρατηρήθηκε έπειτα από εφαρμογή γιβεριλλικού οξέος, ιδιαίτερα στις συγκεντρώσεις των 50 και 100 µM. Αντίστοιχα, κατά τη δεύτερη μέτρηση, δε

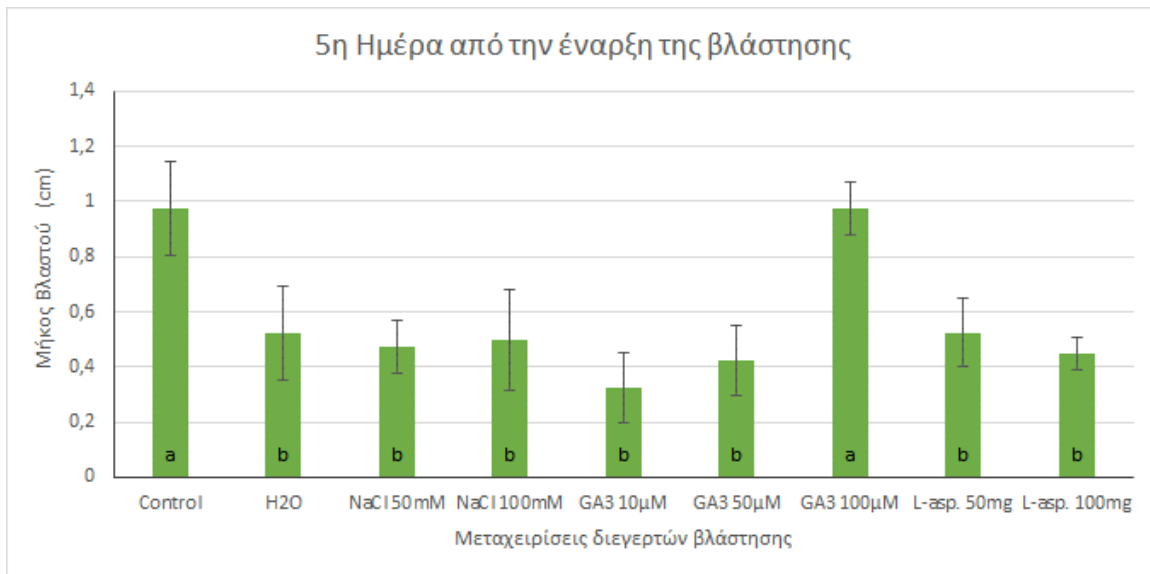
σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των εφαρμογών. Το διάστημα αυτό, το μεγαλύτερο και μικρότερο μήκος ρίζας παρατηρήθηκε στην εφαρμογή 50 mg L⁻¹ L-asp και 10 μM GA₃ αντίστοιχα (Διάγραμμα 3.2).

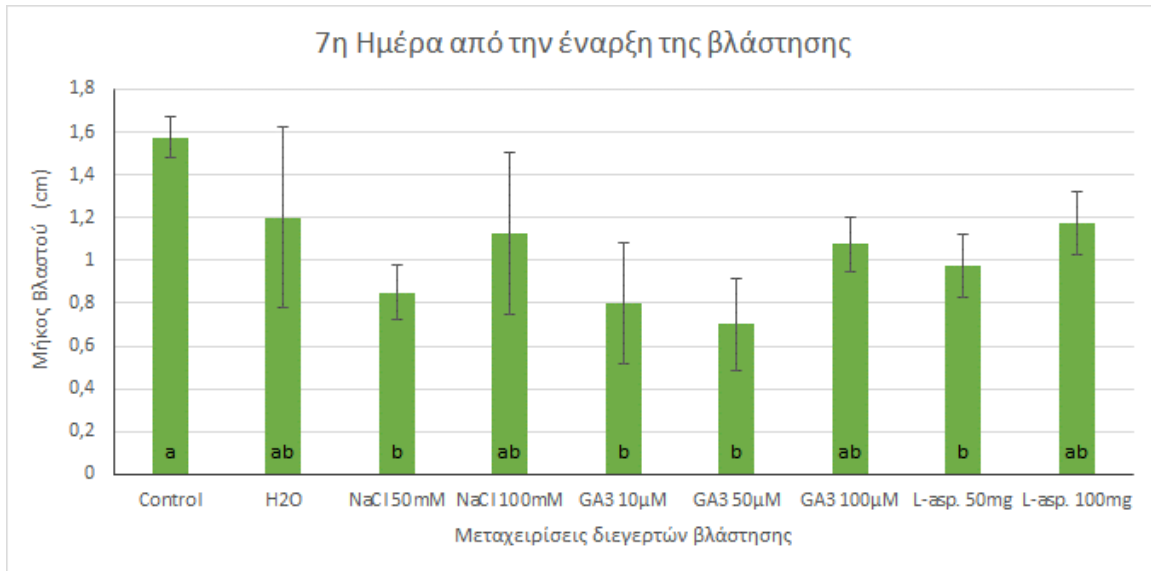


Διάγραμμα 3.2: Μήκος ρίζας (cm) των σποροφύτων ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus*) του πληθυσμού 2 ανά μεταχείριση, την 3^η και 5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης, η οποία σημειώθηκε την 30^η ημέρα έπειτα από την τοποθέτηση των σπόρων.

Όσον αφορά το μήκος του βλαστού των φυτών, όπως αναμενόταν, παρατηρήθηκε αύξηση με την πάροδο του χρόνου στο σύνολο των υπό μελέτη εφαρμογών και στους δύο πληθυσμούς ασκόλυμπρου. Ωστόσο, τα αποτελέσματα ανέδειξαν τη σημαντική επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης του διεγέρτη αλλά και του γονοτύπου, όπως διαπιστώνεται από τη διαφορετική συμπεριφορά των 2 πληθυσμών ασκόλυμπρου (Διαγράμματα 3.3 και 3.4).

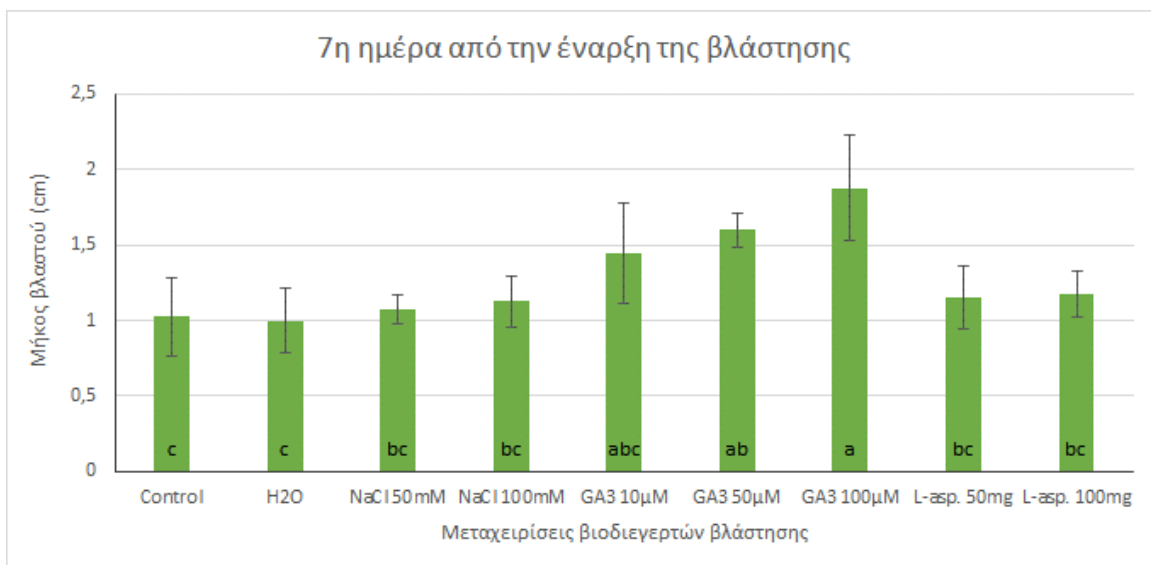
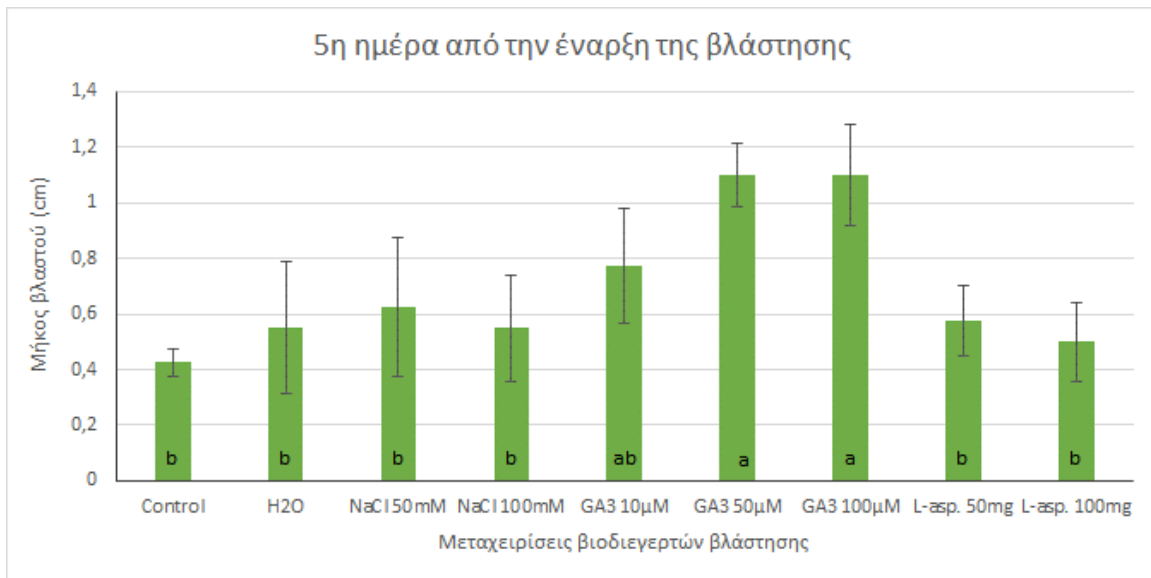
Σχετικά με το μήκος βλαστού, κατά την πρώτη μέτρηση, παρατηρήθηκε το μεγαλύτερο μήκος στους μάρτυρες και κατά την εφαρμογή 100 μM GA₃, ενώ το σύνολο των υπόλοιπων μεταχειρίσεων εμφάνισε σημαντικά μειωμένες τιμές (Διάγραμμα 3.3). Αντιστοίχως, κατά τη δεύτερη μέτρηση, το μεγαλύτερο μήκος βλαστού παρατηρήθηκε στους μάρτυρες. Αντίθετα, σημαντικά μειωμένο μήκος βλαστού εμφάνισαν τα σπορόφυτα που υπέστησαν μεταχείριση με 150 mM NaCl, 10 μM GA₃, 50 μM GA₃ και 50 mg L⁻¹ L-asc (Διάγραμμα 3.3).





Διάγραμμα 3.3: Μήκος βλαστού (cm) των σποροφύτων ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus*) του πληθυσμού 1 ανά μεταχείριση, την 3^η και 5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης, η οποία σημειώθηκε την 30^η ημέρα έπειτα από την τοποθέτηση των σπόρων.

Ωστόσο, στον πληθυσμό 2 παρατηρείται διαφορετική απόκριση καθώς παρατηρείται η θετική επίδραση του συνόλου των εφαρμογών διέγερσης που εξετάστηκαν συγκριτικά με τους μάρτυρες (Διάγραμμα 3.4). Αξίζει να αναφερθεί ότι, τόσο κατά την πρώτη όσο και κατά τη δεύτερη μέτρηση, το μεγαλύτερο μήκος βλαστού εμφάνισαν τα σπορόφυτα που δέχτηκαν εφαρμογή γιβεριλλικού οξέος, σε όλες τις υπό μελέτη συγκεντρώσεις (10 μM, 50 μM, 100 μM GA₃). Κατά τη δεύτερη μέτρηση, το μικρότερο μήκος βλαστού εμφάνισαν οι μάρτυρες και τα σπορόφυτα που προέκυψαν από σπόρους που είχαν εμβαπτιστεί σε νερό (Διάγραμμα 3.4)



Διάγραμμα 3.4: Μήκος βλαστού (cm) των σποροφύτων ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus*) του πληθυσμού 2 ανά μεταχείριση, την 3^η και 5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης, η οποία σημειώθηκε την 30^η ημέρα έπειτα από την τοποθέτηση των σπόρων.

3.1.3 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό απορρόφησης νερού (WU %) των σπόρων

Σχετικά με το ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων ασκόλυμπρου, τα αποτελέσματα κατέδειξαν την ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των υπό μελέτη εφαρμογών

διέγερσης. Βάσει της μέσης τιμής των μεταχειρίσεων και για τους δύο πληθυσμούς, η πλέον θετική επίδραση σημειώθηκε έπειτα από την εφαρμογή 50 mM NaCl, ενώ ακολούθησαν οι εφαρμογές ασκορβικού οξέος (50 mg L⁻¹, 100 mg L⁻¹) (Πίνακας 3.2).

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι υπό μελέτη πληθυσμοί εμφάνισαν διαφορετική απόκριση στην εφαρμογή των διεγερτών, με τις διαφορές να αφορούν τόσο στον τύπο όσο και στη συγκέντρωση του διεγέρτη. Ειδικότερα, ο πληθυσμός 1 εμφάνισε τη μικρότερη απορρόφηση νερού στους μάρτυρες, ενώ το σύνολο των υπό μελέτη εφαρμογών φάνηκε να έχει θετική επίδραση. Η υψηλότερη απορρόφηση νερού παρατηρήθηκε στην εφαρμογή ασκορβικού οξέος (100 mg L⁻¹), ακολουθούμενης από την εφαρμογή 50 mM NaCl. Στον πληθυσμό 2, ήταν επίσης εμφανής η θετική επίδραση της εφαρμογής 50 mM NaCl, επιφέροντας την υψηλότερη απορρόφηση νερού, ενώ διαπιστώθηκε η αρνητική επίδραση της εμβάπτισης των σπόρων σε νερό καθώς και της εφαρμογής γιβερρλικού οξέος και ασκορβικού οξέος, ιδιαίτερα στις υψηλές συγκεντρώσεις αυτών (100 μM και 100 mg L⁻¹, αντίστοιχα) (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus* L.) ανά πληθυσμό και ανά μεταχείριση την 1^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης.

Πληθ.	Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης									
	C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹	M.O.
1	289,31b	335,11a	541,22a	365,64a	358,01a	426,71a	384,73a	483,96a	594,65a	419,93a
2	349,54a	244,03b	436,69a	395,41a	340,36a	354,12b	294,49a	312,84b	230,27b	328,64b
M.O.	319,42bc	289,57c	488,95a	380,53bc	349,19bc	390,42b	339,61bc	398,40ab	412,46ab	

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.1.4 Επίδραση των διεγερτών στο δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων (SVI)

Αναφορικά με το δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων, που διαμορφώνεται από το ποσοστό βλάστησης των σπόρων και το μήκος των σποροφύτων, η ανάλυση ανέδειξε την ύπαρξη σημαντικών διαφορών, με τις διαφορές να έγκεινται τόσο σε επίπεδο γονοτύπου όσο και

σε επίπεδο μεταχείρισης (Πίνακας 3.3). Βάσει της μέσης τιμής των μεταχειρίσεων και για τους δύο πληθυσμούς, η πλέον θετική επίδραση σημειώθηκε στους μάρτυρες (86,62 %) και κατά την εφαρμογή 100 μM GA_3 (86,12 %), ενώ ακολούθησαν οι εφαρμογές εμβάπτισης των σπόρων σε νερό (64,12 %) και 100 μM GA_3 (60,87 %) (Πίνακας 3.3).

Σημειώνεται ωστόσο ότι οι υπό μελέτη πληθυσμοί εμφάνισαν διαφορετική απόκριση στην εφαρμογή των διεγερτών, με τις διαφορές να αφορούν τόσο στον τύπο όσο και στη συγκέντρωση του διεγέρτη. Έτσι, ο πληθυσμός 1 εμφάνισε το μεγαλύτερο SVI στους μάρτυρες (110, 50 %), ακολουθούμενο από την μεταχείριση της εμβάπτισης σε νερό (66,75 %). Αντίθετα, το μικρότερο SVI σημειώθηκε στα σπορόφυτα που είχαν υποστεί μεταχείριση με 50 mg L^{-1} L-asc (21,75 %), ακολουθούμενο από τις μεταχειρίσεις 100 μM GA_3 (23,25 %) και 100 mM NaCl (24,25 %) (Πίνακας 3.3).

Στον πληθυσμό 2, η πλέον θετική επίδραση σημειώθηκε στα σπορόφυτα που προέκυψαν από σπόρους όπου είχε προηγηθεί εφαρμογή με GA_3 , ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι η θετική επίδραση ήταν ανάλογη της συγκέντρωσής του (10 μM GA_3 : 89,75 %, 50 μM GA_3 : 95 %, 100 μM GA_3 : 149 %). Αντίθετα, το μικρότερο SVI εμφάνισαν τα σπορόφυτα όπου έγινε εφαρμογή 50 mg L^{-1} L-asc (53,25 %), ακολουθούμενο από τη μεταχείριση της εμβάπτισης των σπόρων σε νερό (61,5 %) και τους μάρτυρες (62,75 %) (Πίνακας 3.3). Στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις σημειώθηκαν ενδιάμεσες τιμές, οι οποίες ωστόσο ήταν σημαντικά μειωμένες σε σχέση με αυτές του γιβεριλικού οξέος (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3: Δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων (SVI %) ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus*) ανά πληθυσμό και ανά μεταχείριση την 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης.

Πληθ.	Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης									M.O.
	C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹	
1	110,50a	66,75a	31,75a	24,25a	27,00a	26,75b	23,25b	21,75b	30,25a	40,25b
2	62,75a	61,50a	64,75a	66,00a	89,75a	95,00a	149,00a	53,25a	63,00a	78,33a
M.O.	86,62a	64,12ab	48,25ab	45,12b	58,37ab	60,87ab	86,12a	37,50b	46,62ab	

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.2 Διέγερση της βλάστησης στο Κρίταμο

Με δεδομένο το χαμηλό δυναμικό βλάστησης του είδους *Crithmum maritimum*, η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στην ενίσχυση της βλάστησης των σπόρων μέσω φυσικών και χημικών εφαρμογών. Ειδικότερα, μελετήθηκε η επίδραση της εμφάνισης των σπόρων σε νερό, της οσμωτικής επαγωγής (50, 100 mM NaCl) και της εφαρμογής γιβερριλλικού οξέος (10, 50, 100 μM GA₃) και ασκορβικού οξέος (50, 100 mg L⁻¹). Στο πείραμα, συμπεριλήφθηκαν, ως μάρτυρες, σπόροι που δεν υπεβλήθησαν σε καμία από τις ανωτέρω εφαρμογές.

Οι επιδράσεις των ανωτέρω εφαρμογών αξιολογήθηκαν με βάση το ποσοστό βλάστησης των σπόρων, την απορρόφηση νερού των σπόρων, το μήκος ρίζας και βλαστού και τον δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων.

3.2.1 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων

Όσον αφορά την επίδραση των εφαρμογών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων κρίταμου, η ανάλυση κατέδειξε την ύπαρξη μεμονωμένων διαφορών, οι οποίες κυρίως αφορούσαν στο ρυθμό βλάστησης των σπόρων που υπέστησαν μεταχείριση με τους διαφορετικούς διεγέρτες. Η έναρξη της βλάστησης σημειώθηκε την 30^η ημέρα και, όπως αναμενόταν, το ποσοστό βλάστησης των σπόρων αυξάνονταν με την πάροδο του χρόνου στο πλείστο των περιπτώσεων (Πίνακας 3.7). Σημειώνεται ωστόσο το χαμηλό δυναμικό βλάστησης των μαρτύρων *per se*, το οποίο έφτασε έως 17,5 % κατά το διάστημα λήψης παρατηρήσεων, υπογραμμίζοντας το γεγονός ότι είναι επιτακτική η εύρεση μεθόδων για την ενίσχυση της βλάστησης των σπόρων στο κρίταμο.

Κατά την έναρξη της βλάστησης, σημειώθηκε υπεροχή στους σπόρους που είχε προηγηθεί εφαρμογή 100 mM NaCl, οι οποίοι εμφάνισαν το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης (17,5 %). Αξίζει ωστόσο να αναφερθεί ότι το δυναμικό βλάστησης των συγκεκριμένων σπόρων δε διαφοροποιήθηκε με την πάροδο του χρόνου καθώς παρέμεινε σταθερό καθόλο το διάστημα λήψης παρατηρήσεων (Πίνακας 3.4). Παρά την απουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών, προκύπτει ότι η πλέον θετική επίδραση αφορούσε στην εφαρμογή 50 μM GA₃ (15 – 30 %), ακολουθούμενης από την εφαρμογή 50 mM NaCl (10 – 27,5 %). Αντίθετα, η

εμβάπτιση σε νερό καθώς και η εφαρμογή 100 μM GA₃ οδήγησε σε μείωση, ωστόσο μη σημαντική, του ποσοστού βλάστησης των σπόρων συγκριτικά με τους μάρτυρες (εμβάπτιση σε νερό: 5 – 7,5 % και 100 μM GA₃: 5 – 10 %). Κατά την εφαρμογή 50 mg L⁻¹ L-asc παρατηρήθηκε παρόμοιο ποσοστό βλάστησης με τους μάρτυρες (2,5 – 17,5 %), ενώ η εφαρμογή 100 mg L⁻¹ L-asc οδήγησε σε αυξημένο ποσοστό βλάστησης, το οποίο ωστόσο κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα με τους μάρτυρες (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4: Ποσοστό βλάστησης των σπόρων (GP %) Κρίταμου (*Crithmum maritimum* L.) ανά μεταχείριση την 1^η έως την 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης (30^η – 36^η ημέρα από την εφαρμογή των επιλεγμένων διεγερτών).

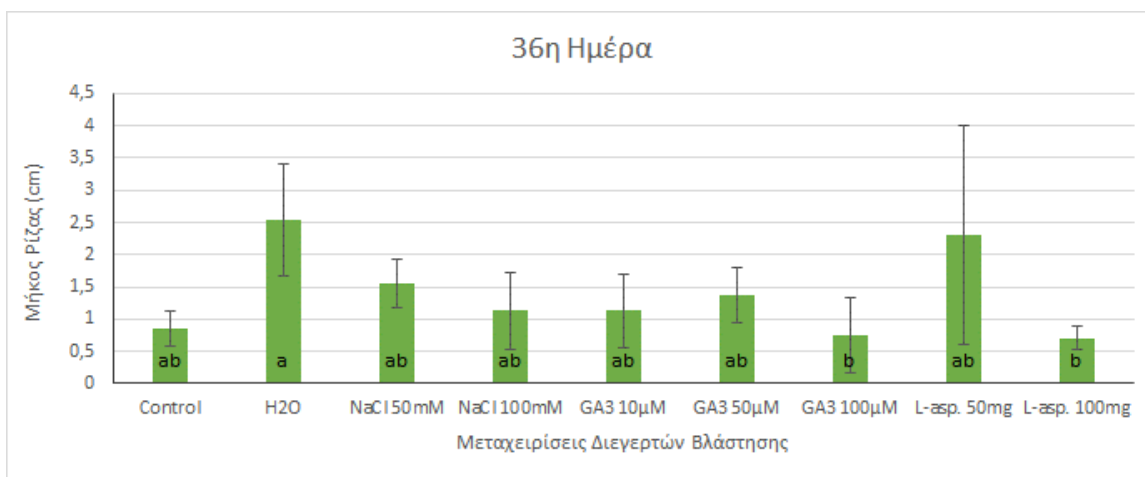
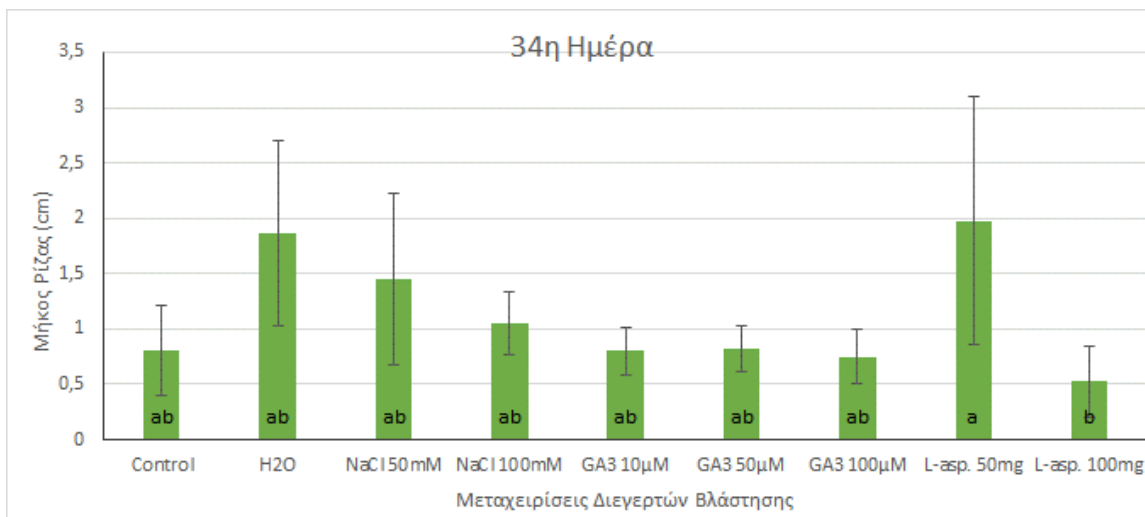
Μετ.	Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης								
	C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹
1 ^η	0,00c	5,00abc	10,00abc	17,50a	12,50abc	15,00ab	5,00abc	2,50bc	2,50bc
2 ^η	15,00ab	7,50ab	17,50ab	17,50ab	12,50ab	27,50a	5,00b	15,00ab	12,50ab
3 ^η	15,00ab	7,50ab	20,00ab	17,50ab	12,50ab	27,50a	5,00b	15,00ab	17,50ab
4 ^η	15,00ab	7,50ab	20,50ab	17,50ab	12,50ab	27,50a	5,00b	15,00ab	17,50ab
5 ^η	17,50a	7,50a	22,50a	17,50a	12,50a	27,50a	10,00a	17,50a	22,50a
6 ^η	17,50a	7,50a	22,50a	17,50a	12,50a	27,50a	10,00a	17,50a	22,50a
7 ^η	17,50a	7,50a	27,50a	17,50a	12,50a	30,00a	10,00a	17,50a	22,50a

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.2.2 Επίδραση των διεγερτών στην ανάπτυξη των σποροφύτων

Όσον αφορά την ανάπτυξη των σποροφύτων κρίταμου, είναι έκδηλη η σημαντική επίδραση των διεγερτών βλάστησης τόσο στο μήκος της ρίζας όσο και του βλαστού. Σχετικά με το μήκος της ρίζας, την 5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης (34^η ημέρα από την εφαρμογή διεγερτών), είναι σαφής η υπεροχή των μεταχειρίσεων που αφορούν σε εμβάπτιση σε νερό και εφαρμογή 50 mg L⁻¹ L-asc, καθώς οδήγησαν σε ανάπτυξη σποροφύτων με μεγαλύτερου μήκους ρίζα συγκριτικά με τους μάρτυρες (Διάγραμμα 3.5). Αξίζει δε να αναφερθεί ότι η εφαρμογή 100 mg L⁻¹ L-asc οδήγησε σε σημαντική μείωση του μήκους ρίζας συγκριτικά τόσο με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις όσο και με τους

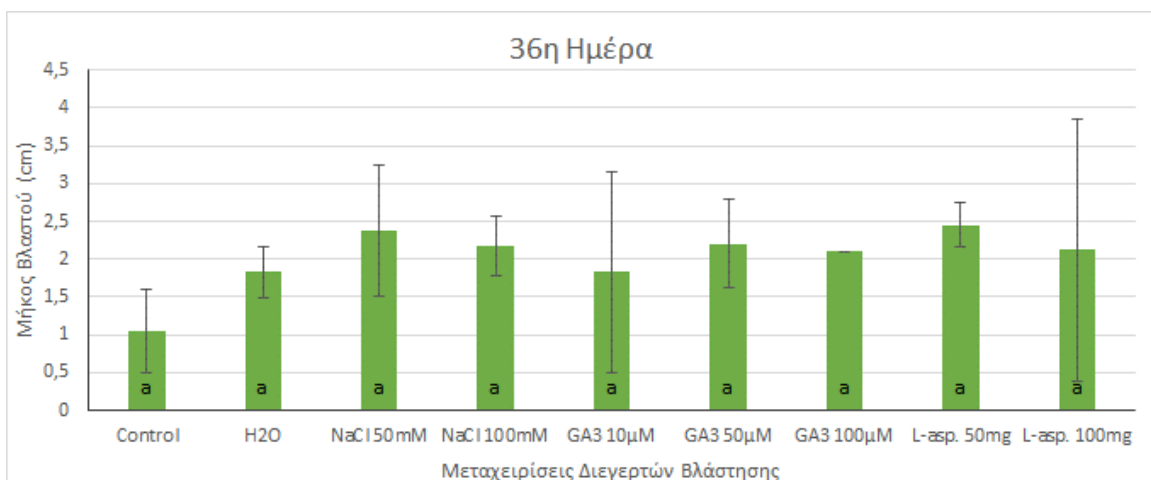
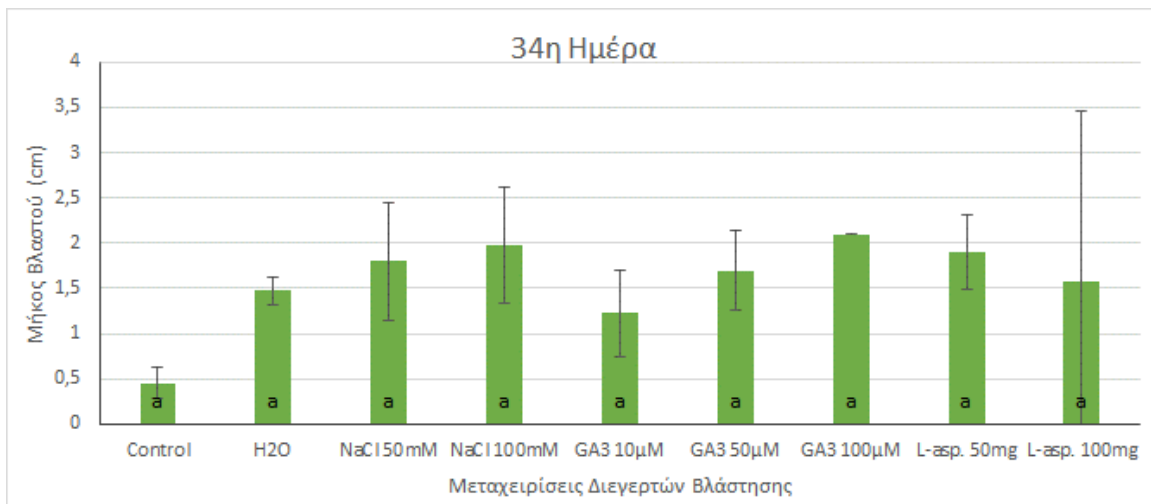
μάρτυρες. Ομοίως, κατά την 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης (34^η ημέρα από την εφαρμογή διεγερτών), το μεγαλύτερο μήκος ρίζας σημειώθηκε έπειτα από εμφάνιση των σπόρων σε νερό και μεταχείρισή τους με 50 mg L⁻¹ L-asc. Στη φάση αυτή, το μικρότερο μήκος ρίζας παρατηρήθηκε στους μάρτυρες καθώς και στα σπορόφυτα όπου είχε προηγηθεί εφαρμογή 100 μM GA₃ και 100 mg L⁻¹ L-asc (Διάγραμμα 3.5).



Διάγραμμα 3.5: Μήκος ρίζας (cm) των σποροφύτων Κρίταμου (*Crithmum maritimum* L.) ανά πληθυσμό και ανά μεταχείριση, την 34^η και 36^η ημέρα από την εφαρμογή των διεγερτών βλάστησης.

Σχετικά με το μήκος των βλαστών κρίταμου, είναι σαφώς έκδηλη η επίδραση του συνόλου των εφαρμογών συγκριτικά με τους μάρτυρες, όπου σημειώθηκε το μικρότερο μήκος

βλαστού κατά το διάστημα λήψης παρατηρήσεων. Την 5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης (34^η ημέρα από την εφαρμογή των διεγερτών), το μεγαλύτερο μήκος βλαστού εμφάνισαν τα σπορόφυτα όπου είχε προηγηθεί εφαρμογή 100 μM GA₃, ακολουθούμενα από την εφαρμογή 100 mM NaCl (Διάγραμμα 3.6). Την 5^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης (36^η ημέρα από την εφαρμογή των διεγερτών), όπως αναμενόταν, παρατηρήθηκε αυξημένο μήκος βλαστού στο σύνολο των σποροφύτων, με υπεροχή ωστόσο των μεταχειρίσεων που αφορούν σε εφαρμογή 50 mg L⁻¹ L-asc και 50 mM NaCl. Αντίθετα, το μικρότερο μήκος βλαστού εμφάνισαν οι μάρτυρες (Διάγραμμα 3.6).



Διάγραμμα 3.6: Μήκος βλαστού (cm) των σποροφύτων Κρίταμου (*Crithmum maritimum* L.) ανά πληθυσμό και ανά μεταχείριση, την 34^η και 36^η ημέρα από την εφαρμογή των διεγερτών βλάστησης.

3.2.3 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό απορρόφησης νερού (WU %) των σπόρων

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται τα δεδομένα που αφορούν στην απορρόφηση νερού των σπόρων κρίταμου. Οι μεγαλύτερες τιμές σημειώθηκαν στους σπόρους που δέχτηκαν εφαρμογή με ασκορβικό οξύ (50 mg L^{-1} : 491,62 % και 100 mg L^{-1} : 517,80 %), υποδεικνύοντας τη θετική επίδρασή του στη βλάστηση των σπόρων κρίταμου. Στις υπόλοιπες εφαρμογές, παρατηρήθηκαν μειωμένες τιμές απορρόφησης, οι οποίες δε διέφεραν μεταξύ τους αλλά και με τους μάρτυρες (376,43 %), με εξαίρεση τους σπόρους που δέχτηκαν εφαρμογή $10 \mu\text{M GA}_3$, όπου σημειώθηκε η χαμηλότερη απορρόφηση (326,70 %) (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) Κρίταμου (*Crithmum maritimum* L.) ανά μεταχείριση την 1^η ημέρα από την εφαρμογή των επιλεγμένων διεγερτών.

Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης								
C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹
376,43bc	337,17bc	347,64bc	389,52b	326,70c	358,11bc	355,49bc	491,62a	517,80a

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.2.4 Επίδραση των διεγερτών στο δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων (SVI)

Στον Πίνακα 3.6 παρουσιάζονται τα δεδομένα που αφορούν στο δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων κρίταμου, όπου είναι εμφανής η σημαντική επίδραση της μεταχείρισης στη διαμόρφωση του γνωρίσματος. Σε συνάρτηση με τα δεδομένα σχετικά με το ποσοστό βλάστησης των σπόρων και το μήκος των σποροφύτων, το μεγαλύτερο SVI εμφανίζουν τα σπορόφυτα που προέκυψαν από σπόρους όπου είχε προηγουμένως εφαρμοστεί $50 \mu\text{M GA}_3$ (63,50 %). Στις υπόλοιπες εφαρμογές, παρατηρήθηκαν μειωμένες τιμές για το SVI, οι οποίες δε διέφεραν μεταξύ τους αλλά και με τους μάρτυρες (22,5 %), με εξαίρεση τους

σπόρους που δέχτηκαν εφαρμογή 100 μM GA_3 , όπου σημειώθηκε το χαμηλότερο SVI (10,50 %) (Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6: Δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων (SVI %) Κρίταμου (*Crithmum maritimum* L.) ανά μεταχείριση την 36^η ημέρα από την εφαρμογή των επιλεγμένων διεγερτών.

Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης								
C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹
22,50ab	13,00ab	41,25ab	38,50ab	28,25ab	63,50a	10,50b	35,25ab	26,50ab

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.3 Διέγερση της βλάστησης στο Σταμναγκάθι

Ακολούθως, διερευνήθηκε η δυνατότητα διέγερσης της βλάστησης σπόρων του είδους *Cichorium spinosum* μέσω φυσικών και χημικών εφαρμογών. Οι φυσικές εφαρμογές περιλάμβαναν την εμβάπτιση σε νερό, την οσμωτική επαγωγή (50, 100 mM NaCl), ενώ οι χημικές αφορούσαν σε εφαρμογή γιβερριλλικού οξέος (10, 50, 100 μM GA_3) και ασκορβικού οξέος (50, 100 mg L⁻¹). Στο πείραμα συμπεριλήφθηκαν, ως μάρτυρες, σπόροι που δεν υπεβλήθησαν σε καμία από τις ανωτέρω εφαρμογές.

Η εκτίμηση της απόκρισης του σταμναγκαθιού στις υπό μελέτη εφαρμογές διέγερσης έγινε βάσει γνωρισμάτων που σχετίζονται με τη βλάστηση και ανάπτυξη των σποροφύτων. Ως κριτήρια αξιολόγησης αξιοποιήθηκαν το ποσοστό βλάστησης των σπόρων, η απορρόφηση νερού των σπόρων, το μήκος ρίζας και βλαστού και ο δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων.

3.3.1 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων

Όσον αφορά την επίδραση των εφαρμογών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων σταμναγκαθιού, η ανάλυση ανέδειξε την ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η έναρξη της βλάστησης σημειώθηκε την 10^η ημέρα και, όπως

αναμενόταν, το ποσοστό βλάστησης των σπόρων αυξάνονταν με την πάροδο του χρόνου στο σύνολο των μεταχειρίσεων (Πίνακας 3.7). Αξίζει ωστόσο να αναφερθεί το χαμηλό δυναμικό βλάστησης των μαρτύρων *per se*, το οποίο κυμάνθηκε μεταξύ 17,5 και 35 % κατά το διάστημα λήψης παρατηρήσεων, γεγονός που υπογραμμίζει εξάλλου την αναγκαιότητα εύρεσης μεθόδων για την ενίσχυση της βλάστησης των σπόρων στο συγκεκριμένο είδος.

Αντίστοιχα χαμηλό ποσοστό βλάστησης, και δη μειωμένο συγκριτικά με τους μάρτυρες, εμφάνισαν οι σπόροι που εμβαπτίστηκαν σε νερό (15 - 22,5 %) καθώς και αυτοί που είχε προηγηθεί εφαρμογή 50 mM NaCl, 50 μ M GA₃ και 50 mg L⁻¹ L-asc. Παρά τις παρατηρηθείσες διαφορές ως προς το ρυθμό βλάστησης, παρόμοια ποσοστά βλάστησης με τους μάρτυρες εμφάνισαν οι σπόροι που είχε προηγηθεί εφαρμογή με 100 mM NaCl (12,5 - 35 %) και 100 μ M GA₃ (25 - 35 %). Εξάιρεση στην γενική τάση του χαμηλού ποσοστού βλάστησης παρατηρήθηκε στους σπόρους όπου έγινε εφαρμογή 10 μ M GA₃, όπου σημειώθηκαν τα μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης (30 - 62,5 %), αναδεικνύοντας τη διαφορική απόκριση των σπόρων στις διαφορετικές μεταχειρίσεις GA₃. Ακολούθως, αυξημένο ποσοστό βλάστησης παρατηρήθηκε έπειτα από εφαρμογή 100 mg L⁻¹ L-asc (25 - 52,5 %) (Πίνακας 3.7).

Στο σύνολό τους, τα δεδομένα υπογραμμίζουν το γεγονός ότι η ενίσχυση του ποσοστού βλάστησης απαιτεί τη συστηματική μελέτη της επίδρασης μεταχειρίσεων διέγερσης που διαφέρουν τόσο ως προς το είδος όσο και τη συγκέντρωση του χημικού διεγέρτη.

Πίνακας 3.7: Ποσοστό βλάστησης των σπόρων (GP %) Σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.) ανά μεταχείριση την 1^η - 7^η ημέρα από την έναρξη της βλάστησης (10^η έως 16^η ημέρα από την εφαρμογή των επιλεγμένων διεγερτών).

Μετ.	Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης								
	C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μ M	GA ₃ 50 μ M	GA ₃ 100 μ M	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹
1 ^η	17,50ab	15,00ab	10,00b	12,50ab	30,00a	12,50ab	25,00ab	10,00b	25,00ab
2 ^η	17,50ab	15,00bc	10,00c	15,00bc	35,00a	12,50bc	25,00abc	10,00c	30,00ab

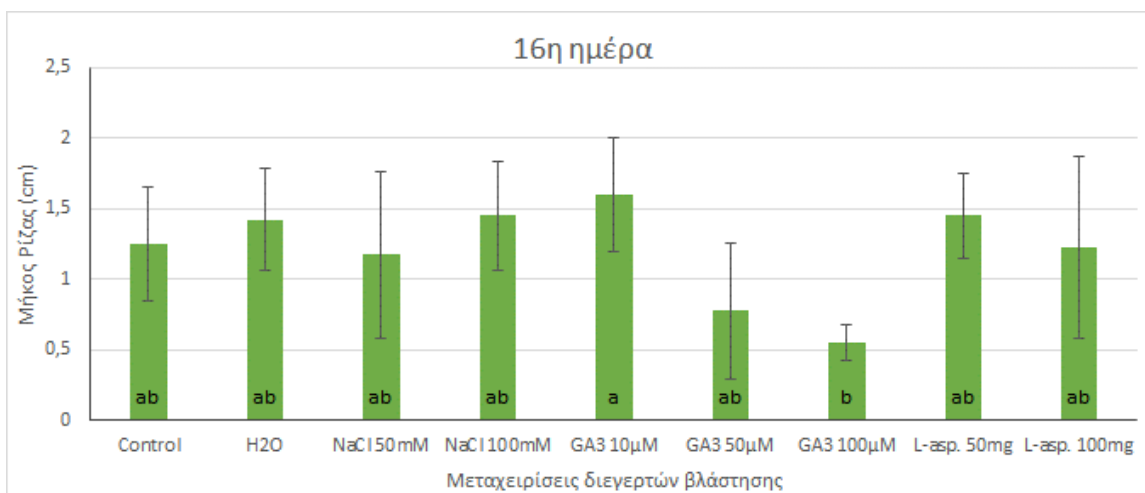
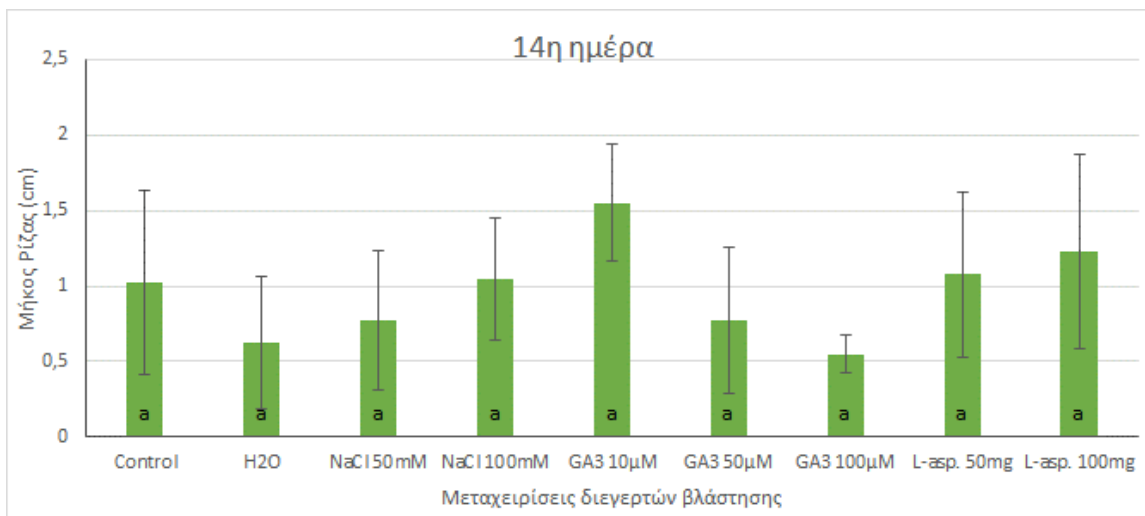
3 ^η	20,00bc	15,00bc	10,00c	17,50bc	42,50a	12,50bc	25,00abc	10,00c	32,50ab
4 ^η	25,00abc	15,00c	12,50c	25,00abc	50,00a	15,00c	30,00abc	17,50bc	42,50ab
5 ^η	30,00abc	15,00c	20,00bc	27,50abc	55,00a	15,00c	30,00abc	22,50bc	45,00ab
6 ^η	35,00abc	22,50bc	27,50bc	35,00abc	62,50a	17,50c	35,00abc	32,50abc	52,50ab
7 ^η	35,00abc	22,50bc	27,50bc	35,00abc	62,50a	17,50c	35,00abc	32,50abc	52,50ab

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.3.2 Επίδραση των διεγερτών στην ανάπτυξη των σποροφύτων

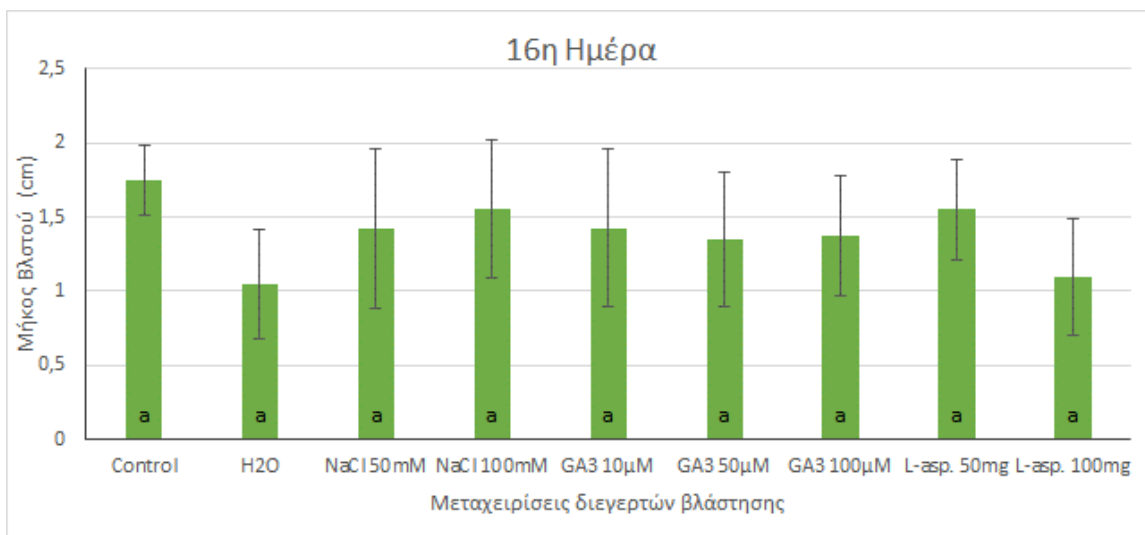
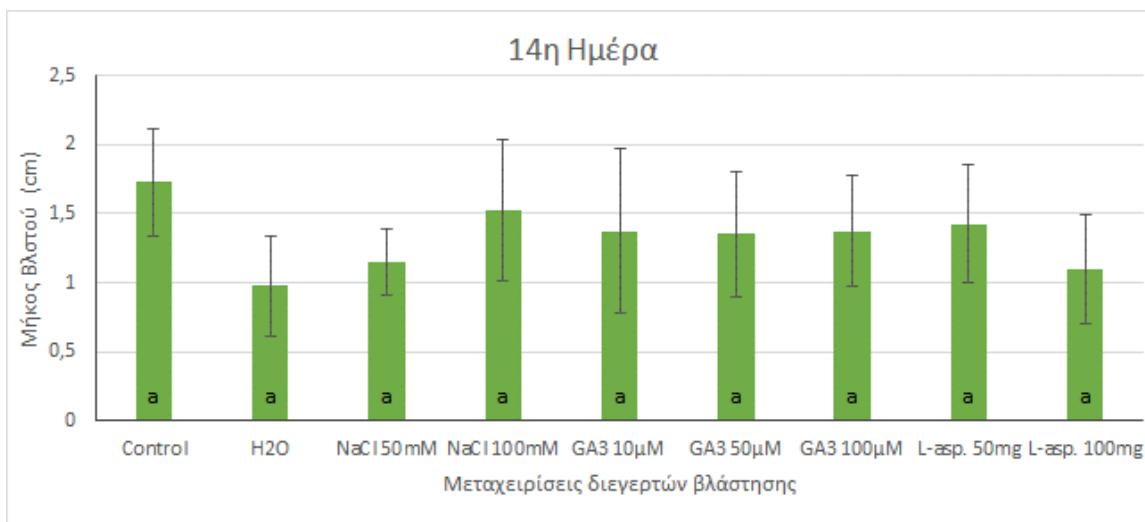
Αναφορικά με την επίδραση των διεγερτών στην ανάπτυξη των σποροφύτων σταμναγκαθιού, τα αποτελέσματα της ανάλυσης υπογραμμίζουν την ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των υπό μελέτη μεταχειρίσεων. Ως προς το μήκος της ρίζας κατά την πρώτη μέτρηση (14^η ημέρα), παρά την απουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών, διαπιστώθηκε η θετική επίδραση της εφαρμογής 10 μM GA₃, ενώ ακολούθησε η μεταχείριση με 100 mg L^{-1} L-asc (Διάγραμμα 3.7). Αντίθετα, η εμβάπτιση των σπόρων με νερό καθώς και η εφαρμογή 50 μM NaCl, 50 μM GA₃ και 100 μM GA₃ επηρέασαν δυσμενώς το μήκος της ρίζας, ενώ η μεταχείριση των σπόρων με 100 μM NaCl και 50 mg L^{-1} L-asc δεν επηρέασαν σημαντικά την ανάπτυξη της ρίζας, εμφανίζοντας τιμές αντίστοιχες με αυτές των μαρτύρων (Διάγραμμα 3.7).

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (16^η ημέρα), σημειώθηκε αύξηση του μήκους ρίζας στο σύνολο των σποροφύτων, με εξαίρεση αυτά που προέκυψαν από σπόρους που είχαν προηγουμένως δεχθεί εφαρμογή σε 50 μM GA₃ και 100 μM GA₃. Το μεγαλύτερο μήκος ρίζας εμφάνισαν τα σπορόφυτα που δέχτηκαν εφαρμογή 10 μM GA₃, ακολουθούμενα από αυτά που προέκυψαν από σπόρους όπου είχε προηγηθεί εμβάπτιση σε νερό και εφαρμογή 100 mM NaCl και 50 mg L^{-1} L-asc (Διάγραμμα 3.8).



Διάγραμμα 3.7: Μήκος ρίζας (cm) των σποροφύτων Σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.) ανά πληθυσμό και ανά μεταχείριση, την 14^η και 16^η ημέρα από την εφαρμογή των διεγερτών βλάστησης.

Αναφορικά με το μήκος του βλαστού, είναι ενδιαφέρον πως το σύνολο των μεταχειρίσεων επέδρασε αρνητικά, με το σύνολο των σποροφύτων να εμφανίζει μικρότερου μήκους βλαστό συγκριτικά με τους μάρτυρες. Σημειώνεται ωστόσο, η πλέον δραστική μείωση του μήκους βλαστού παρατηρήθηκε στα σπορόφυτα που προέρχονταν από τους σπόρους που εμβαπτίστηκαν σε νερό, ακολουθούμενα από αυτά όπου έγινε εφαρμογή 100 mg L^{-1} L-asc (Διάγραμμα 3.8).



Διάγραμμα 3.8: Μήκος βλαστού (cm) των σποροφύτων Σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.) ανά πληθυσμό και ανά μεταχείριση, την 14^η και 16^η ημέρα από την εφαρμογή των διεγερτών βλάστησης.

3.3.3 Επίδραση των διεγερτών στο ποσοστό απορρόφησης νερού (WU %) των σπόρων

Στον Πίνακα 3.8 παρουσιάζονται τα δεδομένα σχετικά με την απορρόφηση νερού των σπόρων σταμναγκαθιού για κάθε μεταχείριση. Η μεγαλύτερη απορρόφηση σημειώθηκε έπειτα από εφαρμογή είτε 50 mg GA₃ είτε 50 mM NaCl (281,27 % και 282,23 %,

αντίστοιχα). Σημαντικά μειωμένες τιμές παρατηρήθηκαν έπειτα από μεταχείριση των σπόρων με 100 μM GA₃ (123,93 %) και 100 mg L⁻¹ L-asc (105,59 %) (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.8: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) Σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.) ανά μεταχείριση την 1^η ημέρα από την εφαρμογή των επιλεγμένων διεγερτών.

Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης								
C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹
226,25ab	253,28ab	282,23a	241,69ab	219,49ab	281,27a	123,93cd	191,50bc	105,59d

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

3.3.4 Επίδραση των διεγερτών στο δείκτη ευρωστίας των σποροφύτων (SVI)

Σχετικά με το δείκτη ευρωστίας σποροφύτων σταμναγκαθιού, η ανάλυση κατέδειξε την ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίνακας 3.9). Η υψηλότερη τιμή SVI σημειώθηκε κατά την εφαρμογή 10 μM GA₃ (58,75 %), ακολουθούμενη από την εφαρμογή με 100 mg L⁻¹ L-asc (46,25 %), τους μάρτυρες (45 %) και την εφαρμογή 100 μM GA₃ (41 %). Αντίθετα, η χαμηλότερη τιμή SVI παρατηρήθηκε στους σπόρους που δέχθηκαν εμβάπτιση σε νερό (14,75 %) (Πίνακας 3.9).

Πίνακας 3.9: Δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων (SVI %) Σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.) ανά μεταχείριση την 16^η ημέρα από την εφαρμογή των επιλεγμένων διεγερτών.

Μεταχειρίσεις Διεγερτών Βλάστησης								
C	dH ₂ O	NaCl 50 mM	NaCl 100 mM	GA ₃ 10 μM	GA ₃ 50 μM	GA ₃ 100 μM	L-asc 50 mg L ⁻¹	L-asc 100 mg L ⁻¹
45,00ab	14,75b	18,75b	39,25ab	58,75a	18,00b	41,00ab	24,50b	46,25ab

*Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με LSD ($p \leq 0.05$).

4. Συζήτηση

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού αλλά και στροφή των καταναλωτών προς την αξιοποίηση ειδών που δεν έτυχαν στο παρελθόν εμπορικής καλλιέργειας και χρήσης. Ως απόρροια των ανωτέρω, ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών στρέφεται προς την πρακτική αξιοποίηση αυτοφυών φυτικών ειδών, τα οποία έχουν αναδειχθεί ως πηγές πολύτιμων βιοδραστικών συστατικών. Αναφέρεται ωστόσο ότι η καλλιέργεια των εν λόγω ειδών παρουσιάζει συστηματικές δυσκολίες, οι οποίες σχετίζονται με την ασυγχρόνιστη βλάστηση και ανάπτυξη, το ανομοιόμορφο φύτρωμα, την ανεπιτυχή εγκατάσταση της καλλιέργειας και τελικά, τη χαμηλή αποδοτικότητά της.

Ενόψει της τάσης για εντατικοποίηση της αξιοποίησης των αυτοφυών ειδών, η έρευνα, μεταξύ άλλων, στρέφεται προς τη βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής δίδοντας ιδιαίτερη έμφαση στη φάση της βλάστησης που αποτελεί το πλέον κρίσιμο στάδιο του βιολογικού κύκλου των φυτών. Το δυναμικό βλάστησης των σπόρων εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων, γενετικών και περιβαλλοντικών (Makena et al., 2018). Με δεδομένο ότι η πρακτική αξιοποίηση των αυτοφυών ειδών ως αντικείμενο εμπορικής καλλιέργειας προϋποθέτει την άμβλυνση των ανωτέρω προβλημάτων, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη για ανάπτυξη πρωτοκόλλων που συμβάλλουν στην ενίσχυση της βλάστησης, στο ομοιόμορφο φύτρωμα, στην επιτυχή εγκατάσταση της εγκατάστασης της καλλιέργειας, στην απρόσκοπτη ανάπτυξη των φυτών και στην επίτευξη του δυναμικού απόδοσής τους. Προς την κατεύθυνση αυτή, αντικείμενο έρευνας αποτελεί η μελέτη της επίδρασης διαφόρων ουσιών και μεταχειρίσεων που δύνανται να δράσουν ως διεγέρτες της βλάστησης.

Με βάση τα ανωτέρω, στόχο της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης διεγερτών της βλάστησης σε αυτοφυή είδη που συχνά εμφανίζουν χαμηλό δυναμικό ή αδυναμία βλάστησης με άμεση αρνητική επίπτωση στην εγκατάσταση και ανάπτυξη της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, στόχο της μελέτης αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης διαφόρων εφαρμογών διέγερσης για την ενίσχυση της βλάστησης σε δύο πληθυσμούς ασκόλυμπρου, (*Scolymus hispanicus* L.), στο κρίταμο *Crithmum maritimum* L. και στο σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.). Η διέγερση της βλάστησης επιχειρήθηκε με

διαφορετικές φυσικές και χημικές εφαρμογές, όπως εμβάπτιση σε νερό (hydropriming), οσμωτική επαγωγή (50, 100 mM NaCl), εφαρμογή γιβεριλλικού οξέος (10, 50, 100 μ M GA₃) και ασκορβικού οξέος (50, 100 mg L⁻¹ L-ascorbic acid), ενώ σπόροι που δεν υπέστησαν καμία μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Οι επιδράσεις των διαφόρων εφαρμογών διέγερσης αξιολογήθηκαν βάσει γνωρισμάτων που σχετίζονται με τη βλάστηση και ανάπτυξη των σποροφύτων, όπως το ποσοστό βλάστησης, η απορρόφηση νερού των σπόρων, το μήκος ρίζας και βλαστού και ο δείκτης ευρωστίας των σποροφύτων.

Τα συνολικά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υπογραμμίζουν το γεγονός ότι η ενίσχυση της βλάστησης χαρακτηρίζεται από σημαντική γονοτυπική εξάρτηση, η οποία δεν περιορίζεται μόνο σε επίπεδο φυτικού είδους αλλά αφορά και στην εξάρτηση από το γονότυπο του είδους. Στην παρούσα μελέτη, η εξάρτηση αυτή ήταν ιδιαίτερα έκδηλη στον ασκόλυμπρο καθώς οι υπό μελέτη πληθυσμοί εμφάνισαν εκ διαμέτρου αντίθετη απόκριση στις υπό μελέτη μεταχειρίσεις. Αξίζει περαιτέρω να σημειωθεί ότι, πέραν του είδους του διεγέρτη, σημαντική υπήρξε και η επίδραση της εφαρμοζόμενης συγκέντρωσής του. Ειδικότερα, ο Πληθυσμός 1 καθ' όλη τη διάρκεια λήψης παρατηρήσεων εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης στους μάρτυρες και ακολούθησε η μεταχείριση εμβάπτισης των σπόρων σε νερό, ενώ το σύνολο των εφαρμογών διέγερσης επέδρασε αρνητικά στο δυναμικό βλάστησης των σπόρων, επιφέροντας σημαντικά μειωμένα ποσοστά βλάστησης. Παράλληλα, τα σπορόφυτα του πληθυσμού 1 εμφάνισαν το μεγαλύτερο μήκος ρίζας και βλαστού στους μάρτυρες, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις οδήγησαν σε ανάπτυξη σποροφύτων μειωμένης ανάπτυξης συγκριτικά με αυτή των μαρτύρων. Σε συνάρτηση με τα ανωτέρω δεδομένα, το μεγαλύτερο SVI εμφάνισαν οι μάρτυρες, ακολουθούμενο από την μεταχείριση της εμβάπτισης σε νερό, ενώ παρατηρήθηκε σημαντική μείωση σε όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Τα ανωτέρω δεδομένα συμφωνούν με προηγούμενες αναφορές σχετικά με τη θετική επίδραση της ενυδατικής επαγωγής, συγκριτικά με άλλες μεταχειρίσεις, στο είδος *Portulaca oleracea*, όπου αναδείχθηκε ότι η εμβάπτιση των σπόρων σε καθαρό νερό επιφέρει το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης (Ozdem και Demir, 2017). Ωστόσο τα δεδομένα αυτά βρίσκονται σε πλήρη διάσταση με προηγούμενες αναφορές που υποστηρίζουν τη θετική επίδραση των εφαρμογών NaCl και GA₃ στη βλάστηση φαρμακευτικών ειδών (Catana et al., 2020).

Αντίθετα, στον πληθυσμό 2, διαπιστώθηκε η σημαντικότερη επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης του διεγέρτη, με το πλείστο των εφαρμογών να επιφέρει αύξηση του ποσοστού βλάστησης των σπόρων συγκριτικά με τους μάρτυρες. Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζονται από την έρευνα των Catana et al. (2020) όπου αναδείχθηκε η θετική επίδραση των μεταχειρίσεων KNO_3 (0.1 %), NaCl (0.5 %) και GA_3 (0.5 %) στη βλάστηση φαρμακευτικών ειδών καθώς διαπιστώθηκε υψηλότερο ποσοστό βλάστησης συγκριτικά με τους σπόρους που δεν είχε εφαρμοστεί καμία μεταχείριση. Στον εν λόγω πληθυσμό ασκόλυμπρου, το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε έπειτα από εφαρμογή 100 μM GA_3 . Πέραν του ποσοστού βλάστησης, η επίδραση των διεγερτών υπήρξε σημαντικότερη ως προς την ανάπτυξη των σποροφύτων καθώς το σύνολο των εφαρμογών επέδρασε θετικά στο μήκος της ρίζας και βλαστού, όπου η πλέον θετική επίδραση παρατηρήθηκε έπειτα από εφαρμογή γιβεριλλικού οξέος, ιδιαίτερα στις συγκεντρώσεις των 50 και 100 μM . Αντίθετα, οι μάρτυρες εμφάνισαν τις χαμηλότερες τιμές για τα μήκη ρίζας και βλαστού. Βάσει των ανωτέρω, το μεγαλύτερο SVI παρατηρήθηκε στα σπορόφυτα που προέκυψαν από σπόρους όπου είχε προηγηθεί εφαρμογή με GA_3 , με την αύξηση των τιμών να είναι ανάλογη της συγκέντρωσής του. Αντίθετα, το μικρότερο SVI εμφάνισαν τα σπορόφυτα όπου έγινε εφαρμογή 50 mg L^{-1} L-asc, ακολουθούμενο από τη μεταχείριση της εμβάπτισης των σπόρων σε νερό και τους μάρτυρες. Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε διαφωνία με προηγούμενες μελέτες όπου αναδείχθηκε η θετική επίδραση της εμβάπτισης των σπόρων σιταριού σε ασκορβικό οξύ, όπου διαπιστώθηκε υψηλότερο δυναμικό βλάστησης των σπόρων και ανάπτυξης των σποροφύτων συγκριτικά με τους μάρτυρες και τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Tariq Shah et al., 2019).

Σχετικά με το κρίταμο, αξίζει να αναφερθεί το χαμηλό δυναμικό βλάστησης των μαρτύρων *per se* (έως 17,5 %), το οποίο είναι ενδεικτικό της αναγκαιότητας εύρεσης μεθόδων για την ενίσχυση της βλάστησης των σπόρων. Όσον αφορά την επίδραση των εφαρμογών στο ποσοστό βλάστησης των σπόρων, κατά την έναρξη της βλάστησης, σημειώθηκε υπεροχή στους σπόρους που είχε προηγηθεί εφαρμογή 100 mM NaCl , το οποίο ωστόσο δε μεταβλήθηκε στο χρόνο. Με την πάροδο του χρόνου, παρατηρήθηκε η θετική επίδραση της εφαρμογής 50 μM GA_3 , ακολουθούμενης από την εφαρμογή 50 mM NaCl . Αντίθετα, η εμβάπτιση σε νερό καθώς και η εφαρμογή 100 μM GA_3 οδήγησε σε μείωση, ωστόσο μη σημαντική, του ποσοστού βλάστησης των σπόρων συγκριτικά με τους μάρτυρες. Ως προς

την ανάπτυξη των σποροφύτων κρίταμου, υπήρξε ιδιαίτερα εμφανής η σημαντική επίδραση των διεγερτών βλάστησης στο μήκος της ρίζας και του βλαστού. Σχετικά με το μήκος της ρίζας, διαπιστώθηκε η υπεροχή των μεταχειρίσεων που αφορούν σε εμβάπτιση σε νερό και εφαρμογή 50 mg L⁻¹ L-asc. Το μήκος του βλαστού αποτελεί γνώρισμα που ευνοήθηκε από την εφαρμογή των διεγερτών καθώς στους μάρτυρες σημειώθηκε το μικρότερο μήκος βλαστού. Ειδικότερα, αναδείχθηκε η θετική επίδραση των εφαρμογών με GA₃ (100 μM), NaCl (50 και 100 mM) και L-asc (50 mg L⁻¹). Αντιστοίχως, ως προς το SVI, τις μεγαλύτερες τιμές εμφάνισαν τα σπορόφυτα που προέκυψαν από σπόρους όπου είχε προηγουμένως εφαρμοστεί 50 μM GA₃, ενώ το χαμηλότερο SVI βρέθηκε κατά την εφαρμογή 100 μM GA₃, με τα αποτελέσματα αυτά να παρουσιάζουν άμεση εξάρτηση από το ποσοστό βλάστησης των σπόρων. Σχετικές έρευνες στο κρίταμο, όπου μελετήθηκαν διαφορετικές μεταχειρίσεις ενίσχυσης της βλάστησης, οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι οι σπόροι που είχαν εμβαπτιστεί σε νερό και σε διάλυμα NaCl 50 mM είχαν μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης και καλύτερη εγκατάσταση σε αλατούχα εδάφη (Ana Nimac et al., 2018). Περαιτέρω, η μελέτη της επίδρασης των μεταχειρίσεων NO₃⁻ και GA₃ στην ανάπτυξη των σπόρων του κρίταμου σε αλατούχα εδάφη, κατέδειξαν ότι το NO₃⁻, αναστέλλει τη δράση του ABA και ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών σε αλατούχα εδάφη, όπως επίσης και το GA₃ (Abdalah Atia et al., 2009).

Όσον αφορά την επίδραση των εφαρμογών στη βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη των σποροφύτων σταμναγκαθιού, αναδείχθηκε η ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των μεταχειρίσεων. Επίσης, τα αποτελέσματα κατέδειξαν το χαμηλό δυναμικό βλάστησης του είδους *per se*, όπως προκύπτει από το ποσοστό βλάστησης των μαρτύρων, γεγονός που υπογραμμίζει εξάλλου την αναγκαιότητα εύρεσης μεθόδων για την ενίσχυση της βλάστησης στο σταμναγκάθι. Αντίστοιχα χαμηλά ποσοστά βλάστησης εμφάνισαν οι σπόροι που εμβαπτίστηκαν σε νερό καθώς και αυτοί που είχε προηγηθεί εφαρμογή NaCl (50 mM και 100 mM) GA₃ (50 μM και 100 μM) καθώς και L-asc (50 mg L⁻¹). Αντίθετα, θετική υπήρξε η επίδραση της εφαρμογής 10 μM GA₃, όπου σημειώθηκαν τα μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης. Περαιτέρω, η θετική επίδραση της εφαρμογής 10 μM GA₃ διαπιστώθηκε ως προς την ανάπτυξη της ρίζας, επιφέροντας το μεγαλύτερο μήκος συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Αντίθετα, ως δυσμενής χαρακτηρίστηκε η επίδραση της εφαρμογής υψηλότερης συγκέντρωσης GA₃ (50 μM και 100 μM). Είναι

ενδιαφέρον ότι ως προς το μήκος βλαστού, όλες οι μεταχειρίσεις επέδρασαν δυσμενώς, επιφέροντας μικρότερου μήκους βλαστό συγκριτικά με τους μάρτυρες, με την πλέον δραστική μείωση να αφορά στις μεταχειρίσεις εμβάπτισης σε νερό και εφαρμογής 100 mg L⁻¹ L-asc. Ως απόρροια των ανωτέρω, το μεγαλύτερο SVI παρατηρήθηκε κατά την εφαρμογή 10 μM GA₃, ενώ η χαμηλότερη τιμή SVI βρέθηκε στους σπόρους που εμβαπτίστηκαν σε νερό.

Συμπερασματικά, συνδυάζοντας τις ήδη υπάρχουσες πληροφορίες με τις νέες που προέκυψαν από την έρευνα αυτή, η επαγωγή των σπόρων είναι απαραίτητη για την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας, και συγκεκριμένα όταν πρόκειται για αυτοφυή είδη που συνηθέστατα αντιμετωπίζουν προβλήματα ασυγχρόνιστης βλάστησης και ανεπιτυχούς εγκατάστασης της καλλιέργειας.

5. Βιβλιογραφία

- Abdallah, A., Zouhaier, B., Rabhi, M., Chedly, A., & Abderrazak, S. (2011). Environmental eco-physiology and economical potential of the halophyte *Crithmum maritimum* L.(Apiaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(16), 3564-3571.
- Adhikari, B., Dhital, P. R., Ranabhat, S., & Poudel, H. (2021). Effect of seed hydro-priming durations on germination and seedling growth of bitter gourd (*Momordica charantia*). *PloS one*, 16(8), e0255258.
- Ahmad, I., Khaliq, T., Ahmad, A., Basra, S. M., Hasnain, Z., & Ali, A. (2012). Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize. *African Journal of Biotechnology*, 11(5), 1127-1132.
- Atia, A., Debez, A., Barhoumi, Z., Smaoui, A., & Abdelly, C. (2009). ABA, GA3, and nitrate may control seed germination of *Crithmum maritimum* (Apiaceae) under saline conditions. *Comptes rendus biologies*, 332(8), 704-710.
- Aziz, T., & Pekşen, E. (2020). Seed priming with gibberellic acid rescues chickpea (*Cicer arietinum* L.) from chilling stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42(8), 1-10.
- Azooz, M. M., Alzahrani, A. M., & Youssef, M. M. (2013). The potential role of seed priming with ascorbic acid and nicotinamide and their interactions to enhance salt tolerance in broad bean ('*Vicia faba*'L.). *Australian Journal of Crop Science*, 7(13), 2091-2100.
- Bakht, J., Shafi, M., Jamal, Y., & Sher, H. (2011). Response of maize (*Zea mays* L.) to seed priming with NaCl and salinity stress. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1), 252-261.
- Bhusal, D., & Thakur, D. P. (2020). Seed hydropriming technique in cereal crops: A review. *Reviews in Food and Agriculture*, 1(2), 85-88.

- Catana, R., Lazar, M., Holobiuc, I., & Florescu, L. (2020). Seed germination of some medicinal plant species for conservative purpose. *Romanian Biotechnological Letters*, 25, 1621-1627.
- Costa, M., Silva, Alexandre, Silva, Ana, Lima, V., Bezerra-Silva, P., Rocha, S., Navarro, D., Correia, M., Napoleão, T., Silva, M., Paiva, P., 2017. Essential oils from leaves of medicinal plants of Brazilian flora: chemical composition and activity against *Candida* species. *Medicines* 4, 27. <https://doi.org/10.3390/medicines4020027>. Council of Europe, 2010. *European Pharmacopoeia*, 7th ed. Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare of the Council of Europe, Strasbourg, France.
- Damalas, C. A., Koutroubas, S. D., & Fotiadis, S. (2019). Hydro-priming effects on seed germination and field performance of faba bean in spring sowing. *Agriculture*, 9(9), 201.
- Farooq, M., Irfan, M., Aziz, T., Ahmad, I., & Cheema, S. A. (2013). Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 199(1), 12-22.
- Farooq, M., Usman, M., Nadeem, F., ur Rehman, H., Wahid, A., Basra, S. M., & Siddique, K. H. (2019). Seed priming in field crops: Potential benefits, adoption and challenges. *Crop and Pasture Science*, 70(9), 731-771.
- Fazlali, R., Asli, D. E., & Moradi, P. (2013). The effect of seed priming by ascorbic acid on bioactive compounds of naked seed pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*) under salinity stress. *Int J Farm Allied Sci*, 2(17), 587-590.
- Foyer, C. H. (2017). Ascorbic acid. In *Antioxidants in higher plants* (pp. 31-58). CRC press.
- Ghodrat, V., & Rousta, M. J. (2012). Effect of priming with Gibberellic acid (GA3) on germination and growth of corn (*Zea mays* L.) under saline conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, 4(13), 882-885.
- Górník, K., & Lahuta, L. B. (2017). Application of phytohormones during seed hydropriming and heat shock treatment on sunflower (*Helianthus annuus* L.) chilling

- resistance and changes in soluble carbohydrates. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(5), 1-12.
- Jafri, N., Mazid, M., & Mohammad, F. (2015). Responses of seed priming with gibberellic acid on yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 49(3).
- Jorge M. Alves-Silva, Inês Guerra, Maria José Gonçalves, Carlos Cavaleiro, Maria Teresa Cruz, Artur Figueirinha, Lúgia Salgueiro, Chemical composition of *Crithmum maritimum* L. essential oil and hydrodistillation residual water by GC-MS and HPLC-DAD-MS/MS, and their biological activities, *Industrial Crops and Products*, Volume 149, 2020, 112329, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112329>.
- Kader, M.A. A Comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. *J. Proc. R. Soc. N. S. W.* 2005, 138, 65–75.
- Kaliora, A. C., Batzaki, C., Christea, M. G., & Kalogeropoulos, N. (2015). Nutritional evaluation and functional properties of traditional composite salad dishes. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 775e782.
- Khan, H. A., Ayub, C. M., Pervez, M. A., Bilal, R. M., Shahid, M. A., & Ziaf, K. (2009). Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. *Soil and Environment*, 28(1), 81-87.
- Khan, M. N., Khan, Z., Luo, T., Liu, J., Rizwan, M., Zhang, J., ... & Hu, L. (2020). Seed priming with gibberellic acid and melatonin in rapeseed: consequences for improving yield and seed quality under drought and non-stress conditions. *Industrial Crops and Products*, 156, 112850.
- Klados, E., & Tzortzakis, N. (2014). Effects of substrate and salinity in hydroponically grown *Cichorium spinosum*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14(1), 211e222.
- Makena, I.M., Matsiliza-Mlathi, B., Kleynhans, R. Seed propagation and seed anatomy of three *Eucomis* species. *Acta Hort.* 2018, 1204, 263–272.

- Marchioni-Ortu, A.; Bocchieri, E. A study of the germination responses of a Sardinian population of sea fennel (*Crithmum maritimum*). *Can. J. Bot.* 1984, 62, 1832–1835.
- Mouradi, M., Bouizgaren, A., Farissi, M., Makoudi, B., Kabbadj, A., Very, A. A., ... & Ghoulam, C. (2016). Osmopriming improves seeds germination, growth, antioxidant responses and membrane stability during early stage of Moroccan alfalfa populations under water deficit. *Chilean journal of agricultural research*, 76(3), 265-272.
- Nimac, A., Lazarević, B., Petek, M., Vidak, M., Šatović, Z., & Carović-Stanko, K. (2018). Effects of salinity and seed priming on germination of sea fennel (*Crithmum maritimum* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83(2), 181-185.
- Nonogaki, H., Bassel, G.W., Bewley, J.D. Germination—Still a mystery. *Plant Sci.* 2010, 179, 574–581.
- Ozden E., & Demir, I. (2017). The Effect of Priming Treatments on Germination and Seedling Performance of Purslane (*Portulaca oleracea*) Seed Lots. *Bulletin UASVM Horticulture*, 74, 2.
- Peng, Q., Li, C., Song, M., & Nan, Z. (2013). Effects of seed hydropriming on growth of *Festuca sinensis* infected with *Neotyphodium* endophyte. *Fungal ecology*, 6(1), 83-91.
- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Ntatsi, G., Levizou, E., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2016). Nutritional profile and chemical composition of *Cichorium spinosum* ecotypes. *LWT*, 73, 95-101.
- Rao, M. J., Hussain, S., Anjum, M. A., Saqib, M., Ahmad, R., Khalid, M. F., ... & Ahmad, S. (2019). Effect of seed priming on seed dormancy and vigor. In *Priming and pretreatment of seeds and seedlings* (pp. 135-145). Springer, Singapore.
- Renna, M. (2018). Reviewing the prospects of sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) as emerging vegetable crop. *Plants*, 7(4), 92.
- Sousa, R.M.O.F., Rosa, J.S., Oliveira, L., Cunha, A., Fernandes-Ferreira, M., 2015. Activities of Apiaceae essential oils and volatile compounds on hatchability, development, reproduction and nutrition of *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera:

Noctuidae). *Ind. Crops Prod.* 63, 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.052>.

Tsegay, B. A., & Andargie, M. (2018). Seed priming with gibberellic acid (GA3) alleviates salinity induced inhibition of germination and seedling growth of *Zea mays* L., *Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun and *Lathyrus sativus* L. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 21(3), 261-267.

Shah, T., Latif, S., Khan, H., Munsif, F., & Nie, L. (2019). Ascorbic acid priming enhances seed germination and seedling growth of winter wheat under low temperature due to late sowing in Pakistan. *Agronomy*, 9(11), 757.

Wakjira, K., Negash, L. Germination responses of *Croton macrostachyus* (Euphorbiaceae) to various physico-chemical pretreatment conditions. *S. Afr. J. Bot.* 2013, 87, 76–83.

Wang, W.-Q., Liu, S.-J., Song, S.-Q., Moller, I.M. Proteomics of seed development, desiccation tolerance, germination and vigor. *Plant Physiol. Biochem.* 2015, 86, 1–15.

Zulfiqar, F. Effect of seed priming on horticultural crops. *Sci. Hortic.* 2021, 286, 110197.