



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική
Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία. Ειδίκευση:
Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Επίδραση θερμοκρασίας και φωτός στη φυτρωτική ικανότητα
σπόρων *Helichrysum amorginum* Boiss & Orph. »

Σοφία Γ. Αργυρίου



Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Παναγιώτα Παπαστυλιανού

-----ΑΘΗΝΑ 2020-----

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική
Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία. Ειδίκευση:
Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

« Επίδραση θερμοκρασίας και φωτός στη φυτρωτική ικανότητα
σπόρων *Helichrysum amorginum* Boiss & Orph. »

«Sensitivity of seed germination to temperature and light in

Helichrysum amorginum Boiss & Orph. »

Σοφία Γ. Αργυρίου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Παναγιώτα Παπαστυλιανού

Μέλη τριμελούς εξεταστικής επιτροπής:

Π. Παπαστυλιανού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Δ. Μπιλάλης, Καθηγητής Γ.Π.Α.

Η. Τραυλός, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

-----ΑΘΗΝΑ 2020-----

Στον πατέρα μου...

Ευχαριστίες

Με το πέρας της μεταπτυχιακής μου μελέτης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλαν και βοήθησαν στη διεξαγωγή της.

Ιδιαίτερος θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσά μου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Παναγιώτα Παπαστυλιανού, για την ανάθεση, επίβλεψη και διόρθωση αυτής της μελέτης. Η πολύτιμη βοήθεια, υπομονή, ψυχολογική υποστήριξη, οι χρήσιμες συμβουλές της και το εγκάρδιο κλίμα συνεργασίας ήταν καταλυτικά για την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Καθηγητή κ. Δημήτριο Μπιλάλη, καθώς και στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ηλία Τραυλό, για το ενδιαφέρον και την προσφορά οποιασδήποτε βοήθειας κι αν χρειάστηκα κατά τη διεξαγωγή του πειράματος. Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας, κ. Στυλιανό Τσιώρο και κ. Κώστα Μαργαρίτη για την προθυμία τους να με βοηθήσουν σε όποιο πρόβλημα αντιμετώπισα.

Ευχαριστώ επίσης τους συμφοιτητές μου από το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών καθώς και τους υποψήφιους Διδάκτορες του Εργαστηρίου Γεωργίας για την αρμονική συνεργασία μας.

Θερμά ευχαριστώ την υποψήφια Διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργίας και φίλη μου Αγγελική Κούστα, δίχως τη βοήθεια και στήριξη της οποίας η παρούσα μελέτη δεν θα ολοκληρωνόταν.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στη μητέρα μου Κωνσταντίνα, τη γιαγιά μου Σοφία και τον αδερφό μου Παναγιώτη για την αμέριστη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου παρείχαν. Δεν θα μπορούσα να παραλείψω τους φίλους μου Παναγιώτα Ελπίδα Κωστάκη, Ευαγγελία Χατζοπούλου και Ηλία Χατζόπουλο για την αδιάκοπη στήριξη, αγάπη, κατανόηση και υπομονή την οποία έδειξαν βοηθώντας με να υλοποιήσω αυτό το όνειρό μου.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής έρευνας υπήρξε η επίδραση της θερμοκρασίας και του φωτός στη φυτρωτική ικανότητα σπόρων του ενδημικού είδους *Helichrysum amorginum* Boiss & Orph.. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών το έτος 2019.

Για την εκπόνηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία καλλιέργειας Petri και το φυτικό υλικό προέρχονταν από δύο διαφορετικές χρονιές και τοποθεσίες της Αμοργού. Κατά την πρώτη φάση, το πείραμα περιελάμβανε 4 διαφορετικές μεταχειρίσεις θερμοκρασιών σε συνθήκες φωτός και σκότους με 4 επαναλήψεις, ενώ κατά τη δεύτερη φάση, όπου οι θερμοκρασίες ήταν εναλλασσόμενες, περιελάμβανε 4 διαφορετικούς συνδυασμούς θερμοκρασιών με εναλλασσόμενες ώρες φωτός και σκότους με 4 επαναλήψεις. Χρησιμοποιήθηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο με 2 παράγοντες, τη θερμοκρασία και τη συνθήκη φωτός ή σκότους. Για τις εναλλασσόμενες θερμοκρασίες εξετάστηκαν επιπρόσθετα οι παράγοντες της περιοχής και του έτους.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκε συγκεκριμένη διαδικασία για τη καταμέτρηση των βλαστημένων σπόρων και στη συνέχεια από τις μετρήσεις υπολογίστηκε το τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων επί τοις 100 και ο μέσος ρυθμός βλάστησης.

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι στη σταθερή θερμοκρασία των 20°C οι σπόροι είχαν τα καλύτερα επίπεδα βλαστικότητας στο μικρότερο χρόνο βλάστησης. Αντίθετα, στους 30°C ο αριθμός των σπόρων που βλάστησαν ήταν είτε πολύ μικρός είτε μηδενικός. Ακόμη, για τις εναλλασσόμενες θερμοκρασίες οι σπόροι είχαν την καλύτερη βλαστικότητα στο συνδυασμό των 25°C με 12 ώρες φωτός και 15°C με 12 ώρες σκότους. Θετικότερη ήταν η επίδραση του φωτός στη βλαστικότητα των σπόρων συγκριτικά με του σκότους. Οι σπόροι με προέλευση από Αιγιάλη παρουσίασαν καλύτερη βλαστική ικανότητα συγκριτικά με αυτούς που προέρχονταν από Κατάπολα. Αναφορικά με τη χρονιά προέλευσης, για τις εναλλασσόμενες θερμοκρασίες, οι σπόροι του έτους 2016 φάνηκαν να έχουν καλύτερη βλαστικότητα, χωρίς όμως να σημειώνονται σημαντικές διαφορές με αυτούς του έτους 2017 στις περισσότερες περιπτώσεις. Τέλος, η αλληλεπίδραση όλων των παραγόντων, στη

συντριπτική πλειοψηφία, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στη βλαστικότητα των σπόρων.

Η παρούσα μελέτη καταδεικνύει ότι οι σπόροι του είδους *Helichrysum amorginum* έχουν καλύτερη βλαστικότητα στις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Ακόμα, καταδεικνύει ότι το φως ευνοεί τη βλάστηση καθώς και ότι η περιοχή προέλευσης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βλαστικότητα των σπόρων. Ταυτόχρονα, δίνει κίνητρο για περαιτέρω έρευνα, η οποία θα οδηγήσει στη βαθύτερη γνώση και κατανόηση της «συμπεριφοράς» και της βλαστικής ικανότητας του είδους, οι οποίες θεωρούνται ουσιώδεις ώστε να καταστεί εφικτή η ένταξή του σε καλλιέργεια.

Λέξεις κλειδιά: *Ελίχρυσο, Helichrysum amorginum, ενδημικό, θερμοκρασία, φως, περιοχή, βλαστικότητα*

Summary

In this M.Sc thesis were evaluated the effects of temperature and light on germination of endemic species *Helichrysum amorginum* Boiss & Orph seeds. The experiment was conducted at the Laboratory of Crop Production of the Agricultural University of Athens in 2019.

Seed material was collected from two different plantations in the island of Amorgos. The seeds were placed in Petri dishes and maintained in a thermostatically controlled incubator. In the first phase, seeds were germinated at four different constant temperatures, in light and dark conditions. In the second phase seeds were germinated at four different combinations of alternative temperatures in light and dark conditions. The experiment was conducted under completely randomized design with four replications. Temperature and light were the two examined factors, while at the alternative temperatures, the factors of the region and the year of origin were additionally examined.

During the experiment, a specific procedure for counting germinated seeds was performed. At the end of the tests, the final percentage germination and mean germination time were calculated.

The results of the present study showed that at constant temperature of 20°C the seeds had the best germination levels in the minimum germination time. In contrast, at 30°C the number of seed germinated was either very low or zero. Also, for alternating temperatures the seeds had the best germination at the combination of 25°C with 12 hours of light and 15°C with 12 hours of darkness. The effect of light on seed germination was more positive than the effect of dark. Seeds from Aigiali showed better germination ability than those from Katapola. Regarding the year of origin, for the alternating temperatures, the seeds originated from 2016 appeared to have better germination ability. Although, there were not significant differences compared to seeds originated from 2017, in most cases. Finally, the interaction of all factors, in the vast majority, did not show statistically significant differences in seed germination.

The present study demonstrates that seeds of *Helichrysum amorginum* germinate better at lower temperatures. It also shows that the presence of light enhances germination and that the location of origin plays an important role in seed germination. At the same time, it provides an incentive for further research, which

will lead to a deeper knowledge and understanding of traits associated with germination of the species, in order to enable the establishment and cultivation of this endemic species.

Key words: *Helichrysum amorginum*, *endemic*, *temperature*, *light*, *region*, *germination*

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
SUMMARY	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο– ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1.Γενικά στοιχεία – Ενδημικά φυτά της Ελλάδας.....	10
1.2.Ιστορική εξέλιξη, καταγωγή και γεωγραφική εξάπλωση του γένους <i>Helichrysum</i>	13
1.3.Βοτανική ταξινόμηση των ειδών του γένους <i>Helichrysum</i>	16
1.4.Μορφολογικά χαρακτηριστικά και βοτανικοί χαρακτήρες των ειδών του γένους <i>Helichrysum</i>	18
1.5.Προσαρμοστικότητα και συνθήκες περιβάλλοντος των ειδών του γένους <i>Helichrysum</i>	22
1.6.Καλλιέργεια των ειδών του γένους <i>Helichrysum</i>	24
1.6.1. Καλλιεργητικές φροντίδες	25
1.6.2. Η σχέση της μυκόρριζας και των φυτών του γένους <i>Helichrysum</i>	26
1.7.Βλαστικότητα και λήθαργος των σπόρων των ειδών του γένους <i>Helichrysum</i>	27
1.8.Σύνθεση του αιθέριου ελαίου των φυτών του γένους <i>Helichrysum</i>	29
1.9. Χρήσεις	34
1.10. Σκοπός της μελέτης	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	40
2.1. Στοιχεία του πειράματος – Φυτικό υλικό.....	40

2.2. Πειραματικό σχέδιο	42
2.3. Διαδικασία πειράματος – Μετρήσεις και προσδιορισμοί.....	43
2.4. Στατιστική Ανάλυση	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	45
3.1. Χρονικές πορείες	45
3.1.1. Σταθερές θερμοκρασίες	45
3.1.2. Εναλλασσόμενες θερμοκρασίες.....	53
3.2. Μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (Max %)	57
3.2.1. Σταθερές θερμοκρασίες	57
3.2.2. Εναλλασσόμενες θερμοκρασίες.....	62
3.3. Μέσος χρόνος βλάστησης (MGT).....	65
3.3.1. Σταθερές θερμοκρασίες	65
3.3.2. Εναλλασσόμενες θερμοκρασίες.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο– ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.Γενικά στοιχεία – Ενδημικά φυτά της Ελλάδας

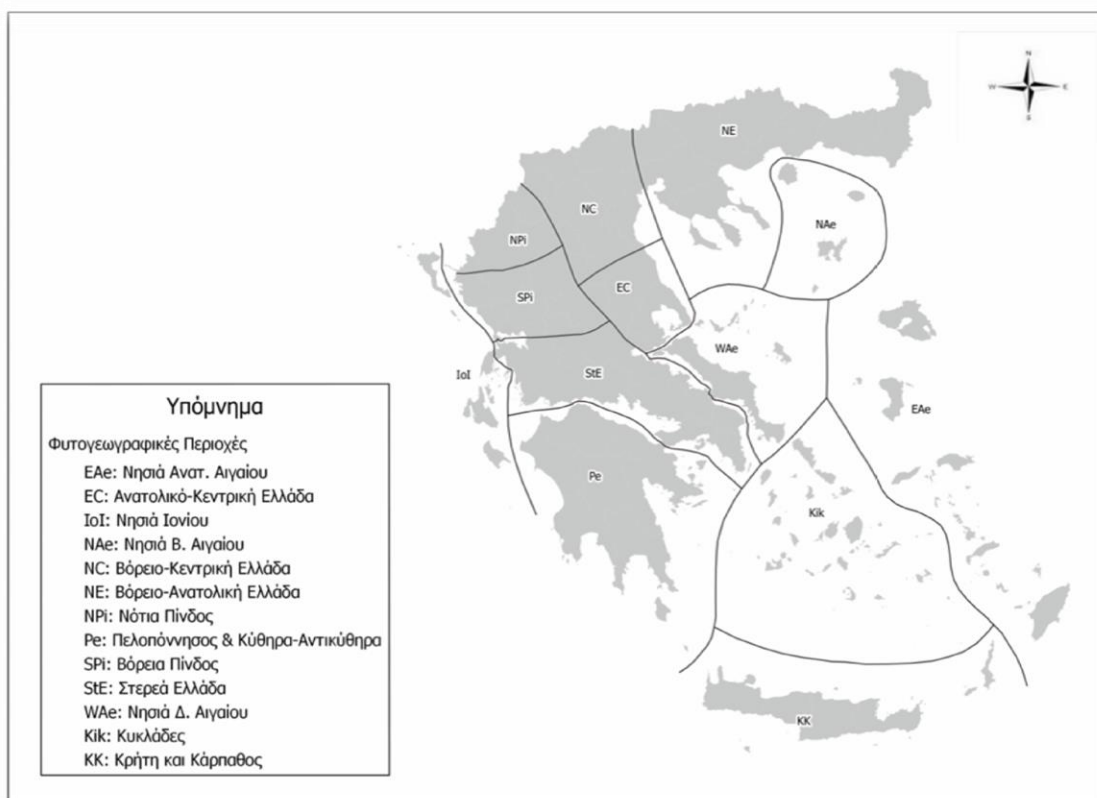
Η Ελλάδα καταλαμβάνει το Νότιο άκρο της Βαλκανικής χερσονήσου και αποτελεί τμήμα της Ευρωπαϊκής Ανατολικής Μεσογείου. Το κλίμα της είναι Μεσογειακό με ήπιο χειμώνα και ξηρό καλοκαίρι και παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία γεωλογικών σχηματισμών και πετρωμάτων. Βασικό χαρακτηριστικό της χώρας είναι ο βιολογικός πλούτος καθώς διακρίνεται για την ιδιαίτερα πλούσια χλωρίδα και πανίδα και για τη μεγάλη ποικιλία οικοσυστημάτων και τοπίων. Ο πλούτος αυτός οφείλεται:

- στη γεωγραφική θέση της Ελλάδας, η οποία βρίσκεται στα όρια τριών ηπείρων,
- στη μεγάλη τοπογραφική ποικιλότητα,
- στη σύνθετη γεωλογική και οικολογική ιστορία.

Σύμφωνα με τους Bilz *et al.* (2011), η Ελλάδα φιλοξενεί τη μεγαλύτερη φυτική ποικιλότητα ανά μονάδα επιφάνειας. Πέραν της πολύ υψηλής φυτικής ποικιλότητας (5.800 αυτόχθονα είδη), έχει ένα πολύ υψηλό ποσοστό ενδημισμού, το οποίο οφείλεται στην τοπογραφία, το κλίμα και το γεωλογικό υπόβαθρο.

Ως **ενδημικό** εννοούμε κάθε είδος, φυτικό ή ζωικό, το οποίο απαντάται σε μια μόνο περιοχή, ή πιο επιστημονικά, σε έναν οριοθετημένο γεωγραφικό χώρο όπου δημιουργείται και εξελίσσεται. Επομένως, όταν λέμε ότι ένα είδος φυτού ή ζώου είναι ενδημικό σε μια περιοχή, εννοούμε ότι υπάρχει μόνο στην περιοχή αυτή και πουθενά αλλού. Τα ενδημικά θεωρούνται μία σημαντική κατηγορία ειδών, επειδή απαντώνται αποκλειστικά σε μία περιορισμένη περιοχή και μας δίνουν πληροφορίες για το παρελθόν και τους ιδιαίτερους οικολογικούς παράγοντες αυτής. Η μελέτη των ενδημικών φυτών είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα, καθώς είναι οργανισμοί οι οποίοι ως επί το πλείστον φυτρώνουν σε απόκρημνες σχισμές βράχων, σε πολύ λίγο χώμα και συνήθως χωρίς καμία προστασία απέναντι στον αέρα και τις ακραίες καιρικές συνθήκες καθιστώντας αξιοθαύμαστο το γεγονός ότι καταφέρνουν να επιβιώσουν σε τέτοιες συνθήκες.

Το μεγαλύτερο μέρος της χώρας είναι ορεινό με έντονο ανάγλυφο. Υπολογίζεται ότι περίπου 40% της έκτασης της ξεπερνάει τα 500 μέτρα υψόμετρο (Strid και Tan, 1997). Επίσης, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν από την Κρήτη μέχρι τα βόρεια σύνορα της χώρας στον Έβρο διαφοροποιούνται έντονα. Το γεωλογικό υπόβαθρο είναι ποικιλόμορφο, ενώ υπάρχει επιπρόσθετα μωσαϊκό υγροτόπων (περίπου 400) και διαφορετικών μονάδων βλάστησης. Η δασική βλάστηση καταλαμβάνει περίπου 18% της επιφάνειας της χώρας και περιλαμβάνει δάση πλατύφυλλων και κωνοφόρων. Επιπλέον, είναι γνωστό ότι η Ελλάδα διαθέτει μια πολύ μεγάλη ακτογραμμή, περίπου 15.000 χιλιομέτρων, και πάνω από 3.000 νησιά και βραχονησίδες που καλύπτουν το 19% της έκτασης της (Maloupa *et al.*, 2008). Η ελληνική επικράτεια είναι χωρισμένη σε 14 φυτογεωγραφικές περιοχές (εικόνα 1), τα όρια των οποίων είναι συνήθως φυσικά (οροσειρές, ποτάμια, θάλασσα) (Strid και Tan, 1997).



Εικόνα 1: Οι φυτογεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας (Strid και Tan, 1997).

Ο υψηλός ενδημισμός και η ποικιλότητα των φυτών της χώρας εξηγείται με βάση όλα τα παραπάνω, καθώς λόγω του ανάγλυφου, πληθυσμοί παραμένουν απομονωμένοι σε κορυφές, νησιά, βραχονησίδες (στενοενδημικά είδη). Αυτό που προκαλεί ακόμα μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τα ενδημικά είδη είναι το γεγονός ότι

αυτοί οι πληθυσμοί που είναι απομονωμένοι είναι ταυτόχρονα και αυτοί που είναι οι πιο ευάλωτοι στις αλλαγές που προκαλούνται από την υπερθέρμανση του πλανήτη, τις πυρκαγιές, τις αλλαγές χρήσεων γης, την υπερβόσκηση και την αστική και τουριστική ανάπτυξη (Maloupa *et al.*, 2008). Για τους λόγους αυτούς, είναι έντονη η ανάγκη για την προστασία τους.

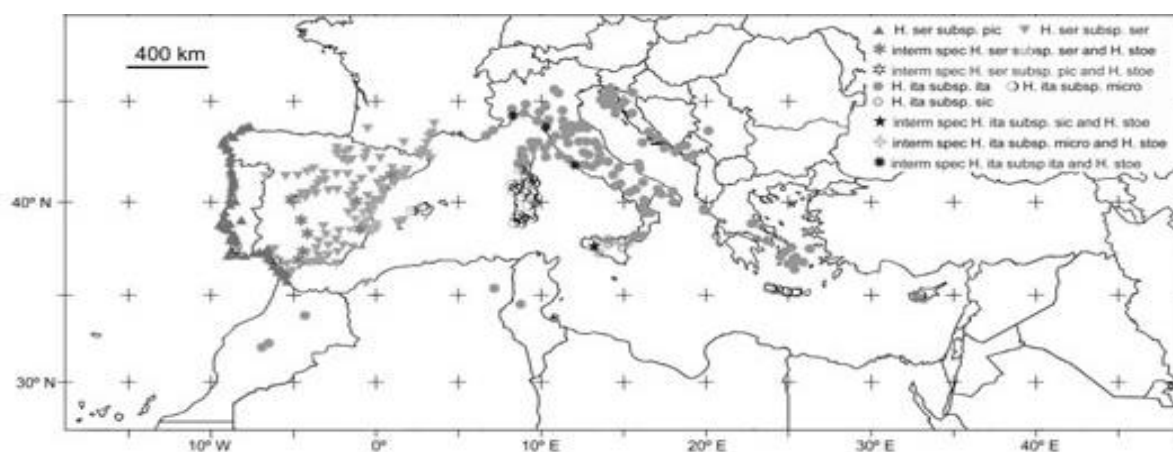
Σύμφωνα με τους Dimopoulos *et al.* (2016), η Ελληνική χλωρίδα αποτελείται από 6.620 taxa, τα οποία ανήκουν σε 1.073 γένη και 185 οικογένειες, από τις οποίες οι τρεις πλουσιότερες σε αριθμό taxa είναι η Asteraceae με 749 taxa αποτελώντας το 13% της συνολικής Ελληνικής χλωρίδας και ακολουθούν οι οικογένειες Poaceae και Fabaceae με 439 και 438 taxa, αντίστοιχα. Από το σύνολο των 6.620 taxa, τα 1.459 taxa αποτελούν την ενδημική χλωρίδα της Ελλάδας (22% επί του συνόλου της χλωρίδας), από τα οποία τα περισσότερα έχουν καταγραφεί στις φυτογεωγραφικές περιοχές της Πελοποννήσου (464 taxa) και του Νότιου Αιγαίου (392 taxa) και τα λιγότερα στο βόρειο Αιγαίο (57 taxa) και στο Ιόνιο (91 taxa). Στην Ελλάδα, ο ενδημισμός των φυτών αυξάνεται από το βορρά προς το νότο.

Το νησιωτικό συγκρότημα των Κυκλάδων αποτέλεσε από πολύ νωρίς πόλο έλξης για τους ασχολούμενους με τη βοτανική ερασιτέχνες και επιστήμονες. Για το λόγο αυτό, οι Κυκλάδες, είναι μία από τις καλύτερα μελετημένες περιοχές της Ελλάδας από χλωριδική και φυτογεωγραφική άποψη. Ο χλωριδικός πλούτος των Κυκλάδων και το μεγάλο φυτογεωγραφικό ενδιαφέρον, που παρουσιάζουν οφείλεται κυρίως στη γεωιστορία, τη γεωμορφολογία, την τοπογραφία και την ποικιλία των πετρωμάτων της περιοχής. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, η χλωρίδα των Κυκλάδων αποτελείται από 1.640 περίπου φυτικά είδη (Tan και Iatrou, 2001). Όπως φαίνεται από τα μέχρι σήμερα γνωστά δημοσιευμένα στοιχεία, περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό (περίπου 145) ελληνικών ενδημικών taxa (ειδών και υποειδών), ενώ περίπου 150 είναι τα φυτικά taxa των Κυκλάδων, που περιλαμβάνονται σε καταλόγους απειλούμενων ειδών ή προστατεύονται από την ελληνική νομοθεσία (Προεδρικό Διάταγμα 67/81) και διεθνείς συμβάσεις. Από αυτά, τα 14 περιέχονται στο «Κόκκινο Βιβλίο» των σπάνιων και απειλούμενων φυτών της Ελλάδας (“The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece”)(Phitos *et al.*, 1995), μεταξύ των οποίων βρίσκεται και το *Helichrysum amorginum* Boiss. & Orph., που έχει λίγους μόνο γνωστούς πληθυσμούς στην Αμοργό και στα μικρά νησιά Κέρος και Αμοργοπούλα (Ανυδρος)(Νικητίδης, 2019).

1.2. Ιστορική εξέλιξη, καταγωγή και γεωγραφική εξάπλωση του γένους *Helichrysum*

Το *Helichrysum* Mill. είναι ένα μεγάλο γένος, με παγκόσμια κατανομή (Azizi *et al.*, 2014a, b, Azizi *et al.*, 2019). Ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και έχει μεγάλη διασπορά σε Αφρική, Μαδαγασκάρη, Αυστραλασία και Ευρασία (Anderberg, 1991). Περιλαμβάνει περίπου 500 (Hilliard, 1983) με 600 είδη (Anderberg, 1991).

Πιο συγκεκριμένα, τα περισσότερα είδη είναι ιθαγενή στη Νότια Αφρική (περίπου 250 είδη), ενώ άλλα στην Ευρώπη (16 είδη) και στις μεσογειακές περιοχές. Ορισμένα είδη βρίσκονται στη Νοτιοδυτική Ασία, τη νότια Ινδία, τη Σρι Λάνκα και την Αυστραλία (Giovanelli *et al.*, 2018). Στην Τουρκία, το γένος αντιπροσωπεύεται από 30 taxa. Δεκαέξι από αυτά είναι ενδημικά στην Τουρκία, όπου τα είδη *Helichrysum* είναι γνωστά ως "altınçiçeği," altınotu " και "Kovanotu" (Chalcat *et al.*, 2006).



Εικόνα 2: Κατανομή των ειδών *Helichrysum serotinum* subsp. *serotinum* (H. ser subsp. ser), *H. serotinum* subsp. *picardii* (H. ser. subsp. pic), *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* (H. ita subsp. ita), *H. italicum* subsp. *microphyllum* (H. ita subsp. micro) και *H. italicum* subsp. *Siculum* (H. ita subsp. sic), και ειδών (interm spec) *H. serotinum* subsp. *serotinum* και *Helichrysum stoechas* (H. stoe), *H. serotinum* subsp. *picardii* και *H. stoechas*, *H. italicum* subsp. *italicum* και *H. stoechas*, *H. italicum* subsp. *microphyllum* και *H. stoechas*, και *H. italicum* subsp. *siculum* και *H. stoechas*. (Galbany-Casals *et al.*, 2006)

Σε όλο τον κόσμο, τα φυτά του γένους *Helichrysum* έχουν χρησιμοποιηθεί στη παραδοσιακή ιατρική για τουλάχιστον 2.000 χρόνια χάρη στις αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις τους (Tagliatalata-Scafati *et al.*, 2013, Mao *et al.*, 2017). Διάφορα είδη *Helichrysum* χρησιμοποιούνται ως αρωματικά μπαχαρικά σε διάφορα τρόφιμα καθώς και για καλλυντικούς σκοπούς για αιώνες (Antunes Viegas *et al.*, 2014). Γενικά, τα «αιώνια λουλούδια» έχουν χρησιμοποιηθεί σαν παραδοσιακά φάρμακα κυρίως ως αφέψημα.

Μία από τις πρώτες αναφορές αφορά τις φαρμακευτικές χρήσεις των φυτών του γένους *Helichrysum* και εμφανίζεται στο έργο του Έλληνα Θεόφραστου από την Ερεσό "Historia Plantarum" (3ος-2ος αι. π.Χ.). Εκεί, αναφέρει ότι το "*Heleiochrysos*" μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία εγκαυμάτων αναμειγμένο με μέλι, καθώς και για τσιμπήματα από δηλητηριώδη ζώα (Scarborough, 1978). Ένα άλλο παράδειγμα αναφοράς του *Helichrysum* βρίσκεται στο τέταρτο βιβλίο της συλλογής "De Materia Medica" (1ος αιώνας Α.Δ.), γραμμένο από τον Έλληνα Διοσκουρίδη, όπου περιγράφεται το αφένημα από τα νήματα των λουλουδιών *Helichrysum* που έχουν μαλακωθεί στο κρασί και έχουν διουρητικές ιδιότητες όντας χρήσιμες στη θεραπεία ουρολογικών διαταραχών, δαγκωμάτων φιδιού, ισχιαλγίας και κήλης (Quer, 1993). Όσον αφορά την περίοδο της Αναγέννησης, το πρώτο γραπτό αρχείο, σχετικά με τις φαρμακευτικές χρήσεις των ειδών *Helichrysum* στη Νότιο Αφρική, αποδίδεται στον Ολλανδό βοτανολόγο Herman Boerhaave, ο οποίος ανέφερε τη χρήση τους στη θεραπεία της νευρικότητας και της υστερίας το 1727 (Lourens *et al.*, 2008). Υπάρχουν και άλλοι συγγραφείς την ίδια περίοδο που ανέφεραν το γένος, όπως συμβαίνει με τον Robert Morison ο οποίος ονόμασε το είδος *Helichrysum chrysocome angustifolia vulgaris* (τώρα *H. stoechas* L. Moench)(Morison, 1699).

Το *Helichrysum* χαρακτηρίζεται ως μεταβαλλόμενο γένος, δεδομένου ότι πολλές τροποποιήσεις επηρεάζουν έντονα το μορφολογικό προφίλ των ειδών του και κατά συνέπεια η ταξινόμησή τους είναι συχνά αβέβαιη (Ruberto *et al.*, 2002). Η μόνη αναλυτική ταξινόμηση ολόκληρου του γένους είναι αυτή που παρέχεται από τον de Candolle (1838). Ωστόσο, δεν αντανakλά πάντα τις φυσικές φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ των ειδών, κάποια είδη έχουν αλλάξει όνομα και επίσης πολλά άλλα είδη έχουν περιγραφεί από τότε. Επιπροσθέτως, στις πρώτες περιγραφές των φυτών αυτού του γένους, συνηθίζεται να αναφέρεται το γένος στο σύνολό του, χωρίς σαφή ένδειξη για το συγκεκριμένο είδος στο οποίο αναφέρονται οι πληροφορίες και αποδίδονται οι ιδιότητες. Ακόμη, το γεγονός ότι το *Helichrysum* θεωρείται πολύ περίπλοκο γένος με μεγάλες ομοιότητες μεταξύ μερικών ειδών του (Sala, 2001) μπορεί να δικαιολογήσει δυσκολίες στη σωστή ταυτοποίηση των φυτών. Τελος, μαζί με τα ταξινομικά αναγνωρισμένα είδη *Helichrysum*, έχει βρεθεί ένας σημαντικός αριθμός υβριδίων(Jahn και Schoenfelder, 1995).

Όσον αφορά την σημερινή κατάσταση, μερικά είδη όπως το *Helichrysum italicum* έχουν εξελιχθεί και ενταχθεί σε καλλιέργεια, ενώ πολυάριθμες έρευνες πραγματοποιούνται και για άλλα είδη του γένους με επιστημονικό ενδιαφέρον. Τα περισσότερα taxa του *Helichrysum* είναι σπάνια (Raimondo *et al.*, 1994) ή σε κίνδυνο εξαφάνισης (Scoppola και Spampinato, 2005), έτσι ώστε η διατήρησή τους να απαιτεί κατάλληλη προσέγγιση για τη γενετική.

Ελλάδα

Στην Ελλάδα, απαντώνται 10 είδη εκ των οποίων τα έξι ενδημικά. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται τα εξής: *H. italicum* (ή *H. angustifolium*), *H. orientale* (το ανατολικό), το ενδημικό *H. heldreichii* Boiss. που φύεται στη Δυτική Κρήτη, το ενδημικό *H. doeryeri* Rech. Fil που φύεται στην Ανατολική Κρήτη, το ενδημικό *H. sibthorpii* Rouy. που φύεται στην βραχώδη κορυφή του όρους Άθως στο Άγιον Όρος, το ενδημικό *H. taenari* Rothm που φύεται στη Νότια Πελοπόννησο και το ενδημικό *H. amorginum*.

Το Ελίχρυσο της Αμοργού, *Helichrysum amorginum*, έχει λίγους μόνο γνωστούς πληθυσμούς, στην Αμοργό και στα μικρότερα νησιά Κέρος και Άνυδρος. Στο νησί της Αμοργού έχει περιγραφεί στην παραθαλάσσια ορθοπλαγιά όπου είναι χτισμένη η περίφημη Μονή Χοζοβιώτισσας, ενώ τρεις θέσεις που αναφέρονται σε άλλες περιοχές του νησιού είναι αμφισβητήσιμες. Αναπτύσσεται σε δυσπρόσιτες θέσεις και αποτελεί χαρακτηριστικό είδος των χασμοφυτικών κοινοτήτων. Η σπανιότητά του, εκτός του ότι συνεπάγεται τον κίνδυνο γενετικής υποβάθμισης, το κάνει εύρωτο και σε μικρές ακόμα διαταράξεις. Δεν δίνονται πληροφορίες για το ακριβές μέγεθος του συνολικού πληθυσμού, ένα στοιχείο με βάση το οποίο το είδος θα μπορούσε να καταταχθεί σε μεγαλύτερη κατηγορία κινδύνου. Περιλαμβάνεται στο Κόκκινο Βιβλίο για τα προστατευόμενα και απειλούμενα είδη της ελληνικής χλωρίδας (Νικητίδης, 2019).

1.3.Βοτανική ταξινόμηση των ειδών του γένους *Helichrysum*

Το γένος *Helichrysum* ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και κατατάσσεται στα αγγειόσπερμα στην Τάξη Asterales, φυλή Inuleae και υποτήμημα Gnaphaliinae (Hilliard, 1983).

Το γένος *Helichrysum* περιλαμβάνει περισσότερα από 500 είδη (Πατλής, 2009), τα σπουδαιότερα εκ των οποίων είναι:

- *Helichrysum ambiguum*
- *Helichrysum amorginum*
- *Helichrysum arenarium*
- *Helichrysum bellidioides*
- *Helichrysum conglobatum*
- *Helichrysum coralloides*
- *Helichrysum doerfleri*
- *Helichrysum italicum*
- *Helichrysum ledifolium*
- *Helichrysum marginatum*
- *Helichrysum orientale*
- *Helichrysum petiolare*
- *Helichrysum plicatum*
- *Helichrysum rosmarinifolium*
- *Helichrysum rupestre*
- *Helichrysum saxatile*
- *Helichrysum selago*
- *Helichrysum sibthorpii*
- *Helichrysum splendidum*
- *Helicrysum stoechas* (Wilson, 1993, Polunin, 1987, Φιλίππι, 2008, Πατλής, 2009).

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα πιο γνωστά και μελετημένα είδη αυτού του γένους είναι το *H. italicum* (Antunes Viegas *et al.*, 2014), *H. stoechas* (Les *et al.*, 2017), *H. arenarium* (Pljevljakušić *et al.*, 2018) και *H. graveolens* (M.Bieb.) Sweet (Aslan *et*

al., 2007). Τυπικό είδος του γένους είναι το *H. orientale*, το οποίο συναντάται και στην Ελλάδα.

Σε ότι αφορά το επιστημονικό όνομα, που όπως και στα περισσότερα φυτά προέρχεται κατά βάση από τα αρχαία ελληνικά, υπάρχουν διάφορες απόψεις. Το όνομα του γένους *Helichrysum* πιθανολογείται ότι προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις "helios" και "chrysos", που σημαίνουν "ήλιος" και "χρυσός" αντίστοιχα (Pooley, 2003). Αυτή η ονοματολογία οφείλεται στο γεγονός ότι τα είδη των φυτών αυτού του γένους έχουν συνήθως ταξιανθίες φωτεινού κίτρινου χρώματος (Perrini *et al.*, 2009). Άλλη πιθανή ετυμολόγηση είναι ότι προέρχεται από το ελίσσω + χρυσός και το επίθετο orientale = ανατολικός, αναφορά στη γεωγραφική εξάπλωση του φυτού στην Ανατολική Μεσόγειο και την Τουρκία. Κατά μία εκδοχή, ο Θεμισταγόρας από την Έφεσο αποδίδει την ονομασία του φυτού στη νύμφη Ελιχρύση, που το αγάπησε και το μάζεψε πρώτη. Στεφάνια από ελίχρυσο πρόσφεραν οι Αρχαίοι Έλληνες στους αθάνατους θεούς. Ο Θεόφραστος το ονόμασε "χρυσάνθεμον" και "ελειόχρυσο" και το εκτιμούσε ιδιαίτερα για την καταπραϊντική επίδραση που είχε στο θυμικό του ανθρώπου. Το φυτό αναφέρεται ακόμα στον Θεόκριτο που θαυμάζει το χρυσοκίτρινο χρώμα του, στον Διοσκορίδη και τον Πλίνιο που το θεωρούν από τα καλύτερα αφιερώματα στα αγάλματα των θεών.

Τα κοινά ονόματα των φυτών είναι, όπως είναι γνωστά στη διεθνή βιβλιογραφία, "everlasting flowers", δηλαδή τα αιώνια λουλούδια και "immortelles", δηλαδή τα αθάνατα. Αυτή η κοινή ονομασία οφείλεται στο γεγονός ότι έχουν την ικανότητα να διατηρούν τη μορφή τους και το χρώμα τους όταν αποξηραίνονται και για αυτό συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται σε ξηρές ανθοδέσμες και συνθέσεις. Μερικά είδη όπως το *H. arenarium* καλούνται επίσης "golden flower" που σημαίνει το χρυσό λουλούδι εξαιτίας του χρυσού χρώματος των λουλουδιών (Akaberi *et al.*, 2019). Άλλα κοινά ονόματα για το ελίχρυσο στη χώρα μας είναι αμάραντο, αθάνατο, δεσποينوβότανο, σεμπρεβίβα (Κύθηρα), καλοκοιμιθιά, λαγοκοιμιθιά, σταθούρι ή σταθώρι (Αμοργός), αγριοσταθούρι, δάκρυα της Παναγίας, της Παναγιάς το λουλούδι, νυχάκι. Στην Κύπρο ονομάζεται ψυλλίνα και κλαΐματα της Παναγιάς.

1.4.Μορφολογικά χαρακτηριστικά και βοτανικοί χαρακτήρες των ειδών του γένους *Helichrysum*

Τα φυτά του γένους *Helichrysum* μπορεί να είναι ετήσια, πολυετή, ποώδη ή θαμνώδη, ενώ ορισμένα είδη μπορούν να φτάσουν και τα 90 εκατοστά ύψος. Είναι συνήθως μικρά φρυγανώδη σταχοπράσινα φυτά. Τα άνθη εμφανίζονται είτε μόνα τους, είτε σε συμπαγείς ή ανοιγμένες κορυμβώδεις ταξιανθίες. Τα χρυσοκίτρινα «αμάραντα λουλουδάκια» είναι στην ουσία τα γυαλιστερά, σαν χαρτί, βράκτια που περιβάλλουν τα άνθη. Τα μαραμένα άνθη διατηρούνται πάνω στο φυτό και παραμένουν διακοσμητικά για πολύ καιρό μετά την ανθοφορία, χαρακτηριστικό του γένους (Φιλίππι, 2008). Ο καρπός είναι αχαίνιο σκούρου καφέ χρώματος, πολύ μικρού μεγέθους (Domac, 1994). Τα εναέρια μέρη είναι συνήθως τριχωτά ή χνουδωτά, έχουν στενά επιμήκη χνουδωτά φύλλα και τα φυτά εμφανίζονται ως βότανα και είναι συχνά αρωματικά (Pooley, 1998, 2003, Van Wyk *et al.*, 2000). Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των πιο γνωστών ειδών του γένους.

Το *Helichrysum italicum* (Εικόνες 3 και 4) είναι ένας πολυετής αειθαλής ημίθαμος. Στο φυσικό του περιβάλλον φτάνει σε ύψος γύρω στα 0,6 m και σε πλάτος το 1 m. Τα φύλλα είναι βελονοειδή επιμήκη με αργυρό – γκριζωπό χρώμα και αναδίδουν έντονο άρωμα, που θυμίζει κάρυ και λινέλαιο. Η βλάστηση εκπτώσσεται από την άνοιξη μέχρι και τα τέλη καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου. Οι εποχικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας αποτελούν καθοριστικό παράγοντα της περιόδου που παρατηρείται βλαστική ανάπτυξη. Το *H. italicum* ανθίζει από τον Ιούνιο (Μάιος) έως Αύγουστο (Σεπτέμβριος) (Galbany-Casals *et al.*, 2006). Ανάλογα με τις θερμοκρασίες, η ανθοφορία μπορεί να συνεχιστεί και τους φθινοπωρινούς μήνες (Wilson, 1993). Έχει παρατηρηθεί ανάπτυξη δεύτερου ανθικού στελέχους εν συνεχεία του πρώτου. Το είδος αυτό σχηματίζει κορυμβώδεις ταξιανθίες πλάτους 15 έως 80 mm (Wilson, 1993) με χρυσοκίτρινα άνθη πλάτους 2 έως 4 mm (Polunin, 1987), που περιβάλλονται από μακρόστενα βράκτια απαλού κίτρινου χρώματος (Wilson, 1993). Οι ανθοταξίες αναπτύσσονται σε ευθυτενές ανθικό στέλεχος αργυρόλευκου χρώματος. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων στο *H. italicum* είναι $2n = 28$ (D'Amato, 1971). Τα πράσινα μέρη του φυτού περιέχουν αιθέρια έλαια, τα εκχυλίσματα των οποίων χρησιμοποιούνται στη φαρμακευτική λόγω της αντιφλεγμονώδους, αντιαλλεργικής και αντιμικροβιακής τους δράσης. Οι αδενικές τρίχες που εκκρίνουν τα αιθέρια έλαια σχηματίζονται σε τρεις ζώνες: βασική ζώνη,

ενδιάμεση ζώνη και κορυφαία ζώνη και βρίσκονται στα πέταλα των λουλουδιών, σέπαλα, βράκτια και στα φύλλα στελεχών. Ο καρπός είναι κυλινδρικός (Clapham, 1976), 0,6-1,1 X 0,2-0,7 mm (Domac, 1994). Το βάρος 1.000 κόκκων είναι περίπου 0,03 g (Stepanović *et al.*, 2009).



Εικόνα 3: Φυτό *H. italicum*



Εικόνα 4: Ταξιανθία *H. italicum*

Το *Helichrysum orientale* (Εικόνες 5 και 6) είναι πολυετής αιθαλής θάμνος (Wilson, 1993). Στο φυσικό του περιβάλλον φτάνει σε ύψος τα 0,3 m, ενώ μαζί με τις ταξιανθίες φτάνει μέχρι 0,6 με 0,8 m και σε πλάτος τα 0,6 έως 0,8 m (Φιλίππι, 2008). Τα φύλλα έχουν σχήμα σπάτουλας και καλύπτονται από τρίχες που δίνουν αργυρόχρωμη όψη στο φυτό. Τα κατώτερα φύλλα του βλαστού είναι πυκνά κατανεμημένα και πλατύτερα, ενώ τα ανώτερα φύλλα είναι περισσότερο γραμμικά (Polunin, 1987, Wilson, 1993). Καλυμμένοι με χνούδι είναι και οι βλαστοί του, γεγονός που τους προσδίδει ένα αργυρό προς λευκό χρώμα (Polunin, 1987). Η βλάστηση εκπτύσσεται από την άνοιξη μέχρι και τα τέλη καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου. Οι εποχικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας αποτελούν καθοριστικό παράγοντα της περιόδου που παρατηρείται βλαστική ανάπτυξη. Η ανθοφορία ξεκινάει από τον Απρίλιο όπου και εμφανίζονται τα ανοιχτοκίτρινα μπουμπούκια, πάνω σε λεπτά λευκά από το χνούδι ανθικά στελέχη (Wilson, 1993). Η ανθοταξία είναι κεφαλή πλάτους 20 έως 80 mm (Wilson, 1993) με κίτρινα άνθη πλάτους 7 έως 10 mm (Polunin, 1987), που ανοίγουν τον Ιούνιο (Φιλίππι, 2008) και περιβάλλονται από βράκτια φωτεινού κίτρινου χρώματος (Polunin, 1987).



Εικόνα 5: Φυτό *H. orientale*



Εικόνα 6 : Ταξιανθία *H. orientale*

Το *Helichrysum stoechas* (Εικόνες 7 και 8) είναι πολυετής μικρός θάμνος με στρογγυλεμένους μίσχους, ξυλώδης στη βάση του, με στενά μαλακά φύλλα που καλύπτονται με λευκωπό χνούδι που φτάνει έως και 90 cm ύψος. Έχει άνθη 4.0-6.5 mm οργανωμένα σε ταξιανθίες. Το *Helichrysum stoechas* είναι τετραπλοειδές με $2n=28$ χρωμοσώματα (Galbany-Casals και Romo, 2008).



Εικόνα 7: Φυτό *H. stoechas*



Εικόνα 8: Ταξιανθία *H. stoechas*

Το *Helichrysum arenarium* (Εικόνες 9 και 10) γνωστό και ως «Sandy everlasting» είναι ένα πολυετές φυτό με ένα ριζικό σύστημα που αναπτύσσεται σε βάθος (Olsson *et al.*, 2005). Το φυτό φτάνει τα 10-30 cm (Butorac, 1999, WHO, 2015). Το στέλεχος είναι συνήθως διακλαδισμένο στο πάνω μέρος και φέρει εναλλασσόμενα φύλλα μήκους 2-5 cm (Olsson *et al.*, 2005). Τα φύλλα ροζέτας είναι πιο ωσειδή σε σύγκριση με τα άνω φύλλα που είναι πιο λογχοειδή (Butorac, 1999). Τόσο τα φύλλα όσο και το στέλεχος καλύπτονται με ασημί χνούδι (Olsson *et al.*,

2005). Η ταξιανθία αποτελείται από πολυάριθμα άνθη, σφαιροειδή, διαμέτρου 3-6 mm και 10-30 άνθη ομαδοποιούνται σε ψευδή σκιάδια (WHO, 2015). Τα άνθη (25-50) είναι σχεδόν πάντα ερμαφρόδιτα, σωληνοειδή ενώ μερικές φορές τα περιφερειακά άνθη είναι μόνο θηλυκά. Ο πάππος με 30 κιτρινωπές-λευκές τρίχες, μαζί με τη στεφάνη του άνθους επικονιάζεται από τα έντομα (Gaji'c, 1975, Yousheng *et al.*, 2011). Οι καρποί είναι πενταγωνικοί, επιμήκεις, καφέ αχάινια, μήκους 0,7-1,2 mm (WHO, 2015).



Εικόνα 9: Φυτό *H. arenarium*



Εικόνα 10: Ταξιανθία *H. arenarium*

Το *Helichrysum amorginum* (Εικόνες 11 και 12) είναι φυτό πολυετές, διακλαδιζόμενο από τη βάση σε πολυάριθμους βλαστούς ύψους 12-30 cm. Είναι λευκόγκριζο, χνουδωτό φυτό με ξυλώδη βάση (χαμαίφυτο). Τα φύλλα της βάσης σχηματίζουν πυκνούς ρόδακες από όπου υψώνονται οι ανθοφόροι βλαστοί με πολύ μικρά φύλλα. Η άνθιση παρατηρείται από τον Απρίλιο. Τα άνθη βγαίνουν σε μικρά στρογγυλά κεφάλια και έχουν περίβλημα από λευκά (κρεμώδη ή λευκορόδινα), λεπτά, ξηρά, σαν χαρτί βράκτια (Νικητίδης, 2019).



Εικόνα 11: Φυτό *H. amorginum*



Εικόνα 12: Ταξιανθία *H. amorginum*

1.5. Προσαρμοστικότητα και συνθήκες περιβάλλοντος των ειδών του γένους *Helichrysum*

Τα φυτά του γένους *Helichrysum* χαρακτηρίζονται ως ξηρόφυτα που ευδοκιμούν σε πετρώδη καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Συναντώνται σε ξηρούς, βραχώδεις και πετρώδεις τόπους στα νησιά και στην ηπειρωτική χώρα, σχεδόν παντού στην Ελλάδα. Αναπτύσσονται σε ηλιόλουστες θέσεις και άγονα, ξηρά, ουδέτερα ή αλκαλικά εδάφη. Οι πόες πολλαπλασιάζονται με διαίρεση ή με μοσχεύματα, ενώ οι θάμνοι με ημιξυλώδη μοσχεύματα το καλοκαίρι. Η προσαρμοστικότητα καθώς και οι οικολογικές απαιτήσεις των φυτών του γένους μεταβάλλονται ελαφρώς ανάλογα το είδος. Πιο συγκεκριμένα, πληροφορίες ανά τα πιο σπουδαία είδη παρατίθενται στη συνέχεια.

Τα είδη *Helichrysum italicum* και *Helichrysum orientale*, είναι είδη που ευδοκιμούν στο Μεσογειακό περιβάλλον και κατ' επέκταση στον Ελλαδικό χώρο. Στο φυσικό τους περιβάλλον αναπτύσσονται σε ηλιαζόμενες θέσεις (Φιλίππι, 2008) και εμφανίζουν ευαισθησία στα κρύα και υγρά κλίματα.

Το είδος *Helichrysum italicum* αναπτύσσεται σε αλκαλικό, ξηρό, αμμώδες ή πετρώδες και φτωχό έδαφος, καλά αποστραγγιζόμενο σε υψόμετρο από το επίπεδο της θάλασσας έως 2.200 μέτρα (Φιλίππι, 2008, Galbany-Casals *et al.*, 2011). Ακόμα παρουσιάζει ανθεκτικότητα μέχρι τη θερμοκρασία των -15 °C (Φιλίππι, 2008) και αναπτύσσεται σε τοποθεσίες με ξηρό κλίμα. Ευδοκιμεί σε λόφους με έκθεση που του εξασφαλίζει τις ξηροθερμικές συνθήκες που απαιτεί (Wilson, 1993). Γενικά, οι πληθυσμοί *H. italicum* είναι καλά προσαρμοσμένοι στις ποικίλες οικολογικές συνθήκες της περιοχής της Μεσογείου.

Το είδος *Helichrysum orientale* είναι ενδημικό στην λεκάνη της ανατολικής Μεσογείου, όπου βρίσκεται και αναπτύσσεται σε πολλά ελληνικά νησιά και σε κάποιες περιοχές της Μεσογειακής ακτής της Τουρκίας (Rechinger, 1943, Davis και Kuricha, 1975, Clapham, 1976). Αναπτύσσεται κυρίως σε ρωγμές από ασβεστολιθικά βράχια κοντά στη θάλασσα, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις μεγαλώνει σε θαμνώδεις σχηματισμούς σε ασβεστολιθικά βραχώδη υποστρώματα ή σε αμμώδη, σερπεντινικά ή αργιλώδη εδάφη (Davis και Kuricha, 1975). Παρουσιάζει ανθεκτικότητα μέχρι τη θερμοκρασία των -10 °C (Φιλίππι, 2008).

Το *Helichrysum stoechas* είναι ένας μικρός θάμνος που κατανέμεται ευρέως σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου. Σχηματίζει αριθμητικά μεγάλους, συνεχείς και ευρέως διαδεδομένους πληθυσμούς σε διάφορους ανοικτούς οικότοπους, όπως σε θαμνώδεις και ποώδεις σχηματισμούς, σε δρόμους, σε θαλάσσιους βράχους και θαλάσσιους αμμόλοφους (Galbany-Casals *et al.*, 2006α).

Το είδος *Helichrysum arenarium*, γνωστό και ως «sandy everlasting» ανήκει σε μια ομάδα φυτών που παρουσιάζουν την ικανότητα να εισβάλλουν σε περιοχές που διαταράσσονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα ή φυσικές καταστροφές. Τα φυτά αυτά συναντώνται σε αμμόλοφους και σε εγκαταλελειμμένα χωράφια, σε εδάφη που είναι ανεπαρκή σε μεταλλικά θρεπτικά συστατικά και αποστραγγίζονται εύκολα (Rutkowski, 2004). Τέτοιες σκληρές συνθήκες δεν προάγουν ούτε την εμφάνιση ούτε την ανάπτυξη των φυτών. Πάραυτα, με τον αποικισμό αυτών των περιοχών με μυκορριζικούς μύκητες η ανάπτυξή τους είναι όλο και πιο έντονη (Gucwa- Przerpióra Turnau, 2001).

Αναφορικά με το *Helichrysum amorginum*, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, πρόκειται για πολύ σπάνιο είδος, στενότοπο ενδημικό των Κυκλάδων γνωστό από λίγες μόνο θέσεις στην Αμοργό, την Άνδρο και την Κέρο. Είναι υποχρεωτικώς χασμοφυτικό είδος το οποίο φύεται σε σχισμές κάθετων ασβεστολιθικών βράχων. Ευδοκίμει συνήθως σε τοποθεσίες που βλέπουν τη θάλασσα ή βόρειας έκθεσης. Αναπτύσσεται σε υψόμετρα 250 έως 600 m (Νικητίδης, 2019).

Τα φυτά του γένους δεν είναι ανεκτικά στη πλήρη σκιά και σε υψηλή ή συνεχή υγρασία, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σάπισμα του στελέχους. Γενικότερα, οι ξηροθερμικές συνθήκες ευνοούν τη διάρκεια της ανθοφορίας των φυτών και της παραμονής του αποξηραμένου άνθους επί του φυτού, γεγονός που αυξάνει την καλλωπιστική του αξία.

1.6. Καλλιέργεια των ειδών του γένους *Helichrysum*

Το γένος *Helichrysum* περιλαμβάνει πάνω από 500 είδη με εξάπλωση σε όλο σχεδόν τον κόσμο. Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου δέκα είδη. Πολλά είδη καλλιεργούνται κυρίως ως καλλωπιστικά καθώς και για την παραγωγή αιθέριου ελαίου, ενώ το ενδιαφέρον που παρουσιάζει το φυτό ως βότανο μεγαλώνει εξαιτίας των διάφορων ιδιαιτεροτήτων του φυτού.

Η μεγάλη ζήτηση για το αιθέριο έλαιο *H. italicum* είχε ως αποτέλεσμα την τεράστια επέκταση της καλλιέργειας του στις χώρες: Γαλλία, Κροατία, Βοσνία-Ερζεγοβίνη, Ιταλία, Βουλγαρία και Σερβία. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια σημαντικά εμπόδια. Οι παραγωγοί αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις, που οφείλονται στο γεγονός ότι το *H. italicum* είναι σχετικά νέο στην καλλιέργεια, ενώ στο παρελθόν συγκομιζόνταν μόνο άγριοι πληθυσμοί. Η περιοχή επομένως που δεν έχει εξερευνηθεί είναι η διαχείριση της καλλιέργειας του είδους. Αυτή περιλαμβάνει τη σπορά και τις απαιτήσεις της, τη πυκνότητα φυτών, άρδευση, λίπανση, συγκομιδή, τις μεθόδους ξήρανσης καθώς και την κατανόηση των επιπτώσεων κάθε παράγοντα στην απόδοση, ποιότητα και σύνθεση του αιθέριου ελαίου. Όπως έχει αναφερθεί, υπάρχει ένας σχετικά μικρός αριθμός μελετών αναφορικά με την γενετική, που αποτελούν προϋπόθεση για τα μελλοντικά προγράμματα αναπαραγωγής του *H. italicum* τα οποία δεν είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή. Τα αναγνωρισμένα κενά δίνουν ανοίγματα για συνεισφορά σε νέα έρευνα (Nincevic *et al.*, 2019).

Το είδος *Helichrysum stoechas* (L.) DC, φυτρώνει σχεδόν παντού σε όλη την Ελλάδα, είναι αρκετά μικρό και δεν έχει το λαμπερό κίτρινο χρώμα του *Helichrysum orientale*. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει κάποια προσπάθεια για καλλιέργεια του φυτού. Η καλλιεργημένη «σεμπρεβίβα» είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την άγρια με έντονο κίτρινο χρώμα χωρίς όμως τις χρυσαφίες αποχρώσεις της αυτοφυούς. (Φιλίππι, 2008).

Αναφορικά με ένα άλλο είδος του γένους, το *Helichrysum arenarium*, παρόλο που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για την φαρμακευτική βιομηχανία, θεωρείται επίσης απειλούμενο είδος σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες και ελάχιστα στοιχεία σχετικά με την καλλιέργειά του υπάρχουν διαθέσιμα στη βιβλιογραφία. Μάλιστα, η πλειοψηφία των συγγραφέων έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι αυτό το φυτό είναι ακατάλληλο για καλλιέργεια, δεδομένου ότι οι πειραματικές δοκιμές απέδωσαν μόνο ελαφρώς

υψηλότερες αποδόσεις βιομάζας ταξιανθιών από εκείνες που προέρχονται από φυσικούς πληθυσμούς.

Για το *Helichrysum amorginum* δεν υπάρχει καθόλου βιβλιογραφία αναφορικά με τη διαχείριση της καλλιέργειάς του. Θεωρείται εύρωτο είδος, ενδημικό της Αμοργού, αφού η συνεχής συλλογή του τείνει να οδηγήσει στην εξαφάνισή του.

1.6.1. Καλλιεργητικές φροντίδες

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι προκλήσεις της καλλιέργειας των ειδών *Helichrysum* είναι πολλές και η σχετική βιβλιογραφία για την διαχείριση της καλλιέργειας στα είδη είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες πληροφορίες σχετικά με ορισμένες καλλιεργητικές φροντίδες με βάση έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί.

Αναφορικά με τον τρόπο πολλαπλασιασμού, τόσο η μέθοδος της απευθείας σποράς όσο και αυτή της ανάπτυξης φυταρίων *in vitro* από φυσικούς πληθυσμούς και της μετέπειτα μεταφύτευσης στο χωράφι έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η απευθείας σπορά θεωρείται πιο άμεση μέθοδος και τυπικά πιο οικονομική, παράυτα η διαδικασία απόκτησης καθαρού σπόρου με υψηλή βλαστικότητα κοστίζει. Ακόμα, η διαδικασία καθαρισμού του ξηρού λουλουδιού για την απόκτηση των αχαινίων χωρίς τον πάππο χρειάζεται ειδικό εξοπλισμό. Από την άλλη, η μέθοδος της μεταφύτευσης αν και θεωρείται πιο ακριβής, εξασφαλίζει πλήθος φυταρίων του ίδιου γονοτύπου που ανθίζουν την ίδια χρονική περίοδο (Sawilska *et al.*, 2009). Στη περίπτωση που ο πολλαπλασιασμός του φυτού γίνει με επαναβλάστηση από υπόγειες ρίζες, σπανίως οι σπόροι είναι βιώσιμοι και τα σπορόφυτα είναι ασυνήθιστα (Bell *et al.* 199J). Ωστόσο, και στις δύο μεθόδους πολύ σημαντικό θεωρείται το βοτάνισμα γιατί τα είδη του γένους δεν θεωρούνται ανταγωνιστικά έναντι των ζιζανίων.

Είναι σημαντικό να καθοριστεί η πυκνότητα σποράς, καθώς η απόδοση του φυτού σε σπόρο, η ωρίμανση των σπόρων, αλλά και ο ανταγωνισμός της καλλιέργειας με τα ζιζάνια εξαρτώνται από την πυκνότητα σποράς. Η πιο ολοκληρωμένη έρευνα έχει δημοσιευθεί από τους Esmagambetova και Ahmetzanova (2006), σχετικά με το *Helichrysum arenarium*, οι οποίοι ανέφεραν ότι η βέλτιστη πυκνότητα φυτών των 5-6 φυτών ανά 1 m² επιτεύχθηκε με πυκνότητα σποράς 2,5-3,0 kg / ha. Το βάρος χιλίων σπόρων έχει εκτιμηθεί περίπου 0,06g. Ακόμα έχει παρατηρηθεί (Sawilska *et al.*,

2009) ότι αυξημένη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της περιόδου ανθοφορίας αυξάνει το δυναμικό και την γονιμότητα του *H. arenarium* με αποτέλεσμα την παραγωγή περισσότερων αχαινίων ανά μονάδα επιφανείας.

Αναφορικά με το ευρύτατα γνωστό είδος *H. italicum*, η καλλιέργειά του είναι δυνατή σε ένα ελαφρύ καλά στραγγιζόμενο έδαφος, σε μια ηλιόλουστη θέση. Τα φυτά είναι ανθεκτικά στην ξηρασία. Ο πολλαπλασιασμός γίνεται με σπόρους και με μοσχεύματα (Giovannini *et al.*, 2003).

Αντίστοιχα, έχει διαπιστωθεί ότι το *H. orientale* αντιδρά θετικά στο φθινοπωρινό κλάδεμα, διατηρώντας το συμπαγές του σχήμα. Σημαντική καλλιεργητική τεχνική αποτελεί η δημιουργία αποστραγγιστικού συστήματος και η χρήση εδαφικού υποστρώματος που δε δημιουργεί ασφυκτικές συνθήκες στο ριζικό σύστημα του φυτού (Φιλίππι, 2008).

1.6.2. Η σχέση της μυκόρριζας και των φυτών του γένους *Helichrysum*

Τα φυτά του γένους *Helichrysum* συνδέονται στενά και επωφελούνται από τη σχέση τους με τη μυκόρριζα. Οι ρίζες των φυτών σε φυσικούς πληθυσμούς είναι μόνιμα αποικισμένες από μυκορριζικούς μύκητες, αλλά το επίπεδο αποικισμού ποικίλλει και εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες (Tyszynska-Kownacka, 1972, Sawilska, 2006, 2007, 2008).

Πρώτες προσπάθειες ανάπτυξης του *H. arenarium* χρονολογούνται στα μέσα της δεκαετίας του 1970 (Fijalkowski και Seroczynska, 1974, Moroz *et al.*, 1976, Pacholak and Zalecki, 1979, Sawilska *et al.*, 2009), αλλά καμία από αυτές δεν ήταν απολύτως επιτυχημένη (Buchwald, 1992) και ο πιο πιθανός λόγος για αυτές τις αποτυχίες θεωρείται η σχέση και η συμβίωση του φυτού *H. arenarium* με μυκορριζικούς μύκητες (Welc *et al.* 2007).

Τονίζεται ότι παρόλο που οι σχέσεις μεταξύ του φυτού ξενιστή και του μύκητα της μυκόρριζας είναι κυρίως ωφέλιμες για το φυτό (Thompson, 1987, Barea *et al.*, 1991, Ruiz-Lozano *et al.*, 1995, Gemma και Koske, 1997, Auge, 2001,2004, Graham, 2001), μπορούν κάποιες φορές να μειώσουν την ανάπτυξη του φυτού επειδή οι μύκητες προσλαμβάνουν ένα σημαντικό ποσό υδατανθράκων από το φυτό. Η

συμβίωση αυτή είναι ιδιαίτερα επικερδής για την ανάπτυξη των φυτών σε ένα πολύ ελαφρύ αμμώδες έδαφος, επειδή η σχέση με τον μύκητα είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη του φυτού.

Γενικότερα, προτείνεται να εμβολιάζεται το έδαφος με το εμβόλιο μυκόρριζας πριν τη σπορά. Με βάση πείραμα (Sawilska *et al.*, 2009) μη εμβολιασμός οδήγησε σε πιο αδύναμα φυτά, σε αντίθεση με την περίπτωση του εμβολιασμού με μυκορριζικούς μύκητες που αύξησε ικανοποιητικά την απόδοση την επόμενη χρονιά, ειδικά όταν πραγματοποιήθηκε πριν τη σπορά. Βέβαια, σε αντίθεση με τα αμμώδη δεν έχει βρεθεί επίδραση σε πηλώδη εδάφη.

1.7.Βλαστικότητα και λήθαργος των σπόρων των ειδών του γένους *Helichrysum*

Η καλλιέργεια πολλών ειδών της οικογένειας Asteraceae περιορίζεται εξαιτίας της μικρής βλαστικότητας των σπόρων (Sharman, 1993, Bunker, 1994). Το γένος *Helichrysum* είναι μια μεγάλη ομάδα αυτής της οικογένειας στο οποίο έχουν πραγματοποιηθεί ποικίλες προσπάθειες βελτίωσης της βλαστικότητας των σπόρων.

Η βιβλιογραφία σχετικά με τη βλαστικότητα των ειδών του γένους είναι ανεπαρκής. Πρόσφατη μελέτη ανέφερε υψηλό ποσοστό βλάστησης (> 65%) σε σαρδινικούς πληθυσμούς *H. m. tyrrhenicum* (Picciau, 2016), χωρίς μέχρι στιγμής να έχει ερευνηθεί διεξοδικά η οικοφυσιολογία βλάστησης αυτού του είδους συγκρίνοντας αποτελέσματα μεταξύ των πληθυσμών. Επιπλέον, με βάση άλλα πειράματα (Galbany-Casals *et al.*, 2012) τα ποσοστά βλαστικότητας ποικίλλουν από 0 έως 60,3% στο *H. stoechas* και από 0 έως 100% στο *H. orientale*.

Μελέτες της βλαστικότητας στο *Helichrysum arenarium* έδειξαν ότι μετά την ωρίμανση οι σπόροι δεν μπορούν να αποθηκεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα (Buchwald *et al.*, 2007, Sawilska, 2007). Ακόμα, έχει αποδειχθεί ότι αποθήκευση σε υψηλή θερμοκρασία, που αντιστοιχεί στις υψηλές θερμοκρασίες των καλοκαιρινών μηνών, προωθεί τη βλάστηση του *Helichrysum cassinianum* (Mott, 1972).

Επιπροσθέτως, πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η ικανότητα διατήρησης της βλαστικής ικανότητας στα επόμενα έτη. Ο Salwiska (2007) μέσω πειράματος παρατήρησε ότι υπάρχει σημαντική μείωση της ικανότητας βλάστησης του *H.*

arenarium στο πέρασμα του χρόνου. Σε μεταγενέστερα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε σπόρους με αρχική βλαστική ικανότητα 89,7%, η ικανότητα βλάστησης ήταν σχεδόν 100% μετά τον πρώτο χρόνο αλλά στα επόμενα έτη μειώθηκε σημαντικά (Salwiska *et al.*, 2009).

Πέρα από το πρόβλημα της χαμηλής βλαστικής ικανότητας και της διατήρησής της, ένα επιπλέον χαρακτηριστικό του γένους *Helichrysum* που εντείνει το πρόβλημα είναι ο λήθαργος. Οι σπόροι ορισμένων ετήσιων φυτών της οικογένειας και κατ' επέκταση του γένους, παρουσιάζουν λήθαργο μετά τη διασπορά (Mott και Groves 1981). Παρόλο που οι σπόροι κατά τη διασπορά την άνοιξη είναι βιώσιμοι, δεν βλαστάνουν στον αγρό μέχρι τις βροχές του φθινόπωρου. Αυτό προκαλεί προβλήματα στη βλαστικότητα των σπόρων. Με βάση πειράματα (Mott, 1972, Plummer και Bell, 1995) έχει αποδειχθεί ότι συγκεκριμένες θερμοκρασίες βλάστησης και υδατικές συνθήκες εδάφους (Mott, 1974) απαιτούνται για τη βλάστηση μετά τη διακοπή του εσωτερικού ληθάργου του φυτού. Επιπλέον, οι Willis και Groves (1991) ανέφεραν ότι οι σπόροι του *Helichrysum apiculatum* απαιτούν μία σύντομη περίοδο έκθεσης σε υψηλή θερμοκρασία για να ξεπεράσουν τον εσωτερικό λήθαργο και να βοηθηθεί η βλάστησή τους. Ο Brown (1993a) πέτυχε να σπάσει το λήθαργο στο *Helichrysum vestitum* μόνο με την έκθεση των σπόρων του σε εκχυλίσματα καπνού, ενώ το γιβερελλικό οξύ αναφέρθηκε ότι προάγει τη βλάστηση του *H. apiculatum* στο σκοτάδι (Bunker, 1994).

1.8.Σύνθεση του αιθέριου ελαίου των φυτών του γένους *Helichrysum*

Το γένος είναι σημαντική πηγή δευτερογενών μεταβολιτών όπως τα φλαβονοειδή, τα τριτερπενοειδή, τα διτερπενοειδή, τα στεροειδή και τα οργανικά οξέα. Οι ενώσεις του γένους *Helichrysum* δεν περιορίζονται στις προαναφερθείσες ενώσεις. Αυτό το γένος περιέχει και άλλες ενώσεις που ανήκουν σε άλλες κατηγορίες φυσικών προϊόντων, όπως κουμαριωμένα παράγωγα. Μεταξύ των διαφόρων φλαβονοειδών συστατικών του γένους *Helichrysum*, οι χαλκόνες θεωρούνται μία από τις σημαντικότερες βιοδραστικές ενώσεις (do Nascimento και Mors, 1972d, Popoola *et al.*, 2015a).

Οι δραστηριότητες των εκχυλισμάτων από τα είδη *Helichrysum* που οφείλονται σε αυτούς τους μεταβολίτες, έχουν ερευνηθεί σε μεγάλο βαθμό (Cosar και Cubukcu, 1990, Rios *et al.*, 1991, Tomas-Barberan *et al.*, 1990). Ωστόσο, οι ενώσεις που είναι υπεύθυνες για αυτές τις ιδιότητες έχουν αναγνωριστεί μόνο σε λίγες περιπτώσεις.

Το εκχύλισμα που έχει αναλυθεί περισσότερο στα είδη του γένους είναι το αιθέριο έλαιο, το οποίο μπορεί να ληφθεί από όλα τα πράσινα μέρη του φυτού (Leonardi *et al.*, 2013). Συνήθως, το έλαιο λαμβάνεται από ολόκληρο το φυτό ή από διάφορα μέρη του φυτού με απόσταξη των φρέσκων μερών του, που συλλέγονται κατά τη διάρκεια του σταδίου άνθισης. Το αιθέριο έλαιο έχει σημαντικό ρόλο καθώς χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα τόσο σε καλλυντικά όσο και σε φαρμακευτικά σκευάσματα αφού έχει γενικά αντιμικροβιακή, αντι-ιική, αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση.

Κατά συνέπεια, οι μελέτες που αναφέρονται στη σύνθεσή του είναι πολυάριθμες (Angioni *et al.*, 2003, Bertoli *et al.*, 2012, Bianchini *et al.*, 2009, Bianchini *et al.*, 2004, Bianchini *et al.*, 2003, Conti *et al.*, 2010, Leonardi *et al.*, 2013, Mancini *et al.*, 2011, Mastelic *et al.*, 2008, Mastelic *et al.*, 2005, Morone-Fortunato *et al.*, 2010, Paolini *et al.* 2006, Perrini *et al.*, 2009, Roussis *et al.*, 2000, Satta *et al.*, 1999, Usai *et al.*, 2010).

Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση του ελαίου

Το έλαιο των ειδών του γένους *Helichrysum* έχει βρεθεί ότι εμφανίζει μεγάλη παραλλακτικότητα. Η παραλλακτικότητα αυτή βρέθηκε να εξαρτάται από διάφορους παράγοντες:

❖ Γεωγραφική προέλευση

Γενικά υποστηρίζεται ότι υπάρχουν περισσότεροι τύποι ελαίου μέσα στο ίδιο είδος με συγκεκριμένη χημική σύνθεση ανάλογα με την γεωγραφική προέλευση. Από τη βιβλιογραφία (Cavalli *et al.*, 2001) προκύπτει ότι:

α) Έλαια ειδών *Helichrysum* από μεσογειακές χώρες με εύκρατο κλίμα (ηπειρωτική Ισπανία, Γαλλία (Κορσική), Ιταλία, Ελλάδα) εμφανίζουν χημική μεταβλητότητα.

β) Έλαια από είδη της Βόρειας Αμερικής αναφέρθηκαν να είναι πλούσια σε οξικό νερόλι, ενώ

γ) Έλαια *Helichrysum* από την Αφρική (Καμερούν, Κένυα, Ζιμπάμπουε) αναφέρθηκαν να είναι πλούσια σε πινένιο.

❖ Στάδιο ανάπτυξης φυτού

Από πειράματα (Blažević *et al.*, 1995, Bianchini *et al.*, 2001) έχει βρεθεί ότι στο στάδιο των πρώιμων βλαστών έχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις τα α-πινένιο και οξικό νερόλι, κατά το σχηματισμό της ταξιανθίας είναι υψηλότερο το α – πινένιο ενώ στο στάδιο της ανθοφορίας και μετά την ανθοφορία κυριαρχούν η γ-κουρκουμίνη ενώ μειώνονται το α-πινένιο και το οξικό νερόλι. Ακόμη αποδείχθηκε ότι στα πρώιμα στάδια της ανάπτυξης των φυτών τα μονοτερπένια κυριαρχούν, ενώ τα σесκιτερπένια κυριαρχούν κατά την ανθοφορία και μετά την ανθοφορία.

Οι Usai *et al.* (2010) οι οποίοι μελέτησαν τέσσερα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης φυτών *H. italicum ssp. microphyllum*, επεσήμαναν ότι η μέγιστη ποσότητα αιθέριου ελαίου και η καλύτερη σύνθεση (με υψηλές τιμές αλδευδών) είχαν τα φυτά που συγκομίστηκαν τον Ιούλιο. Από παρόμοιο πείραμα οι Angioni *et al* (2003) απέδειξαν ότι οι υψηλότερες αποδόσεις αιθέριου ελαίου *H. italicum ssp. microphyllum* ελήφθησαν στο τέλος της περιόδου άνθησης, ενώ οι κύριες ενώσεις (νέρολι, οξικό νερόλι, προπιονικό νερόλι, λιμονίνη, λιναλοόλη) ήταν οι υψηλότερες κατά τη

διάρκεια της άνθησης και στα δύο μέρη φυτών, αλλά υψηλότερες στα λουλούδια απ' ότι στα στελέχη.

❖ Περιβαλλοντικές συνθήκες

Με βάση τη βιβλιογραφία, πέρα από τα στάδια ανάπτυξης, πολλοί συγγραφείς επισημαίνουν την επίδραση που έχει το υψόμετρο στη σύνθεση του ελαίου. Οι Usai *et al.* (2010) πρότειναν συλλογή φυτών στο υψόμετρο μεταξύ 500-700 m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας για να επιτευχθεί υψηλή απόδοση ελαίου και έλαιο πλούσιο σε αλδεΐδες που είναι υπεύθυνες για το επιθυμητό άρωμα του φυτού. Οι Tundis *et al.* (2005) ανακάλυψαν ότι το υψόμετρο επηρεάζει τη περιεκτικότητα του τρανς - καρυοφυλλένιου στο αιθέριο έλαιο *H. italicum*. Στα δείγματα μελέτης που συλλέχθηκαν στα 490 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, βρέθηκε το μεγαλύτερο ποσό τρανς - καρυοφυλλένιου, ενώ εκείνα που συλλέχθηκαν στα 800 m έδειξαν χαμηλότερες ποσότητες. Οι Melito *et al.* (2016) και Zeljkovic *et al.* (2015) απέδειξαν επίσης την επίδραση του υψομέτρου και του κλίματος στη σύνθεση του αιθέριου ελαίου. Οι Bianchini *et al.* (2009) διερεύνησαν την επίδραση οικολογικών παραγόντων και διαφορετικών ιδιοτήτων εδάφους στη σύνθεση του ελαίου *H. italicum* και τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλη μεταβλητότητα στη χημική σύνθεση του αιθέριου ελαίου, αλλά κυρίως με υψηλό μερίδιο οξυγονογονωμένων μονοτερπενίων (11,7-70,0%) και οξικού νερύλιου ως κύριου συστατικού.

❖ Μέθοδοι παραλαβής

Οι Maksimovic *et al.* (2017) στη μελέτη τους έχουν συντάξει όλες τις διαφορετικές μεθόδους παραλαβής του ελαίου *H. italicum*. Το αιθέριο έλαιο και τα ενδιαφέροντα συστατικά εξάγονται από τα φυτά χρησιμοποιώντας υδροαπόσταξη, απόσταξη με υδρατμούς, μεθόδους οργανικών διαλυτών και με απόσταξη με υπεγκρίσιμο CO₂. Έχει βρεθεί ότι η απόσταξη και η μέθοδος με το υπεγκρίσιμο CO₂ είναι κατάλληλες για την εκχύλιση τερπενίων, ενώ οι φαινολικές ενώσεις απομονώνονται πιο συχνά με τις μεθόδους με οργανικό διαλύτη. Οι πλέον συνήθεις χρησιμοποιούμενοι οργανικοί διαλύτες είναι η ακετόνη, η μεθανόλη ή αιθανόλη. Η εκχύλιση με υδρατμούς χρησιμοποιείται κυρίως, αλλά έχει ορισμένα μειονεκτήματα λόγω της χρήσης υψηλών θερμοκρασιών που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του αιθέριου ελαίου. Γενικά εφαρμόζονται και άλλες μέθοδοι διαχωρισμού με βάση τα υπεγκρίσιμα ρευστά. Σε πρόσφατες μελέτες, οι συγγραφείς Giuliani *et al.* (2016), Schipilliti *et al.* (2016) προσπάθησαν να αποδείξουν ότι η χρήση σύγχρονων μεθόδων

ανάλυσης του αιθέριου ελαίου *H. italicum* μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση του γονότυπου.

Σύνθεση αιθέριου ελαίου

Μελέτες σχετικά με το προφίλ των αιθέριων ελαίων των φυτών που ανήκουν στο γένος *Helichrysum* αποτελούν τις μείζονες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτά τα φυτά και γενικά υποστηρίζουν ότι το αιθέριο έλαιο περιλαμβάνει κυρίως μονοτερπένια, σεσκιτερπένια και φαινολικές ενώσεις όπως και άλλα μέλη των φυτών που ανήκουν στην οικογένεια Asteraceae.

Γενικότερα, τα στοιχεία σχετικά με τα χημικά συστατικά που παρουσιάζονται στα αιθέρια έλαια τα οποία αναφέρονται σε διάφορες έρευνες είναι πολύ διαφορετικά. Η ανάλυση των χημικών προφίλ μπορεί να είναι συνέπεια διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως προαναφέρθηκε. Γενικά, το αιθέριο έλαιο των φυτών του γένους περιέχει τα ακόλουθα κύρια δραστικά συστατικά: **τερπένια** (συμπεριλαμβανομένης της λιμονίνης, του α-πινένιου και της γ-κουρκουμίνης), **αλκοόλες** (συμπεριλαμβανομένων των νέρολι, γερανιόλη, λιναλοόλη και φουρφουρόλη), **εστέρες** (οξικός ανυλεστέρας), **φαινόλες** (ευγενόλη), **κετόνες**. Μεταξύ των υπόλοιπων συστατικών των αιθέριων ελαίων του γένους, η αρζανόλη έχει αναφερθεί ότι διαθέτει αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτική, αντιβιοτική, αντι-καρκινική και αντι-ική δραστηριότητα (Rosa *et al.*, 2017).

Μελέτες που έχουν διεξαχθεί σχετικά με τη χημική σύνθεση των ελαίων διαφόρων ειδών *Helichrysum* (*H. amorginum*, *H. italicum*, *H. serotinum*, *H. stoechas* και *H. taenari*) έδειξαν τα ίδια συστατικά αλλά διαφορετικές συγκεντρώσεις (Tucker *et al.*, 1997, Menkovic *et al.*, 1994).

Διάφοροι συγγραφείς διερεύνησαν τη σύνθεση του ελαίου του πιο γνωστού είδους *H. italicum* (π.χ., Bianchini *et al.*, 2001, Angioni *et al.*, 2003, Paolini *et al.*, 2006, Mastelic *et al.*, 2008, Mancini *et al.*, 2011, Maksimovic *et al.*, 2013, Costa *et al.*, 2015, Zeljkovic *et al.*, 2015, Jerkovic *et al.*, 2016, Mouahid *et al.*, 2017, Tzanova *et al.*, 2018, Oliva *et al.*, 2019).

Πολλοί άλλοι συντάκτες επίσης (Pietta *et al.*, 1991, Karasartov *et al.*, 1992, Wollenweber *et al.*, 2005, Schinella *et al.*, 2007, Dela Garza *et al.*, 2013, Mari *et al.*, 2014) απομόνωσαν και μελετήσαν τα φλαβονοειδή. Οι κουμαρίνες βρέθηκαν από

τον Karasartov *et al.* (1992) στο εκχύλισμα *H. italicum* ενώ τα φαινολικά οξέα απομονώθηκαν και μελετήθηκαν από τους Zapesochnaya *et al.* (1990, 1992), Mari *etal.* (2014) και Kladar *et al.* (2015).

Οι περισσότερες από τις έρευνες που ασχολούνται με τα ελαια των «αιώνιων λουλουδιών» αναφέρουν περιεχόμενο σε ποσοστό περίπου 0,04-0,09% (Cicin, 1962, Turova, 1974, Roth και Schmid, 1976, Czinner *et al.*, 2000, Wichtl, 2001, Maznev, 2004).

Ελλάδα

Γενικά, λίγα είναι γνωστά για τα συστατικά των αιθέριων ελαίων των ειδών της Ελλάδας (Chinou, 1996, 1997). Αξίζει να αναφερθεί ότι σε έλαια φυτών του γένους προερχόμενων από την Ελλάδα, τα κύρια συστατικά είναι η γερανιόλη (36%), οξικός γερανυλεστέρας (15%) και νερολιδόλη (12%) (Chinou *et al.*, 1996). Ακόμα η ποιοτική σύσταση του ελαίου είναι παρόμοια μεταξύ των πληθυσμών αλλά έχει διαφορετική ποσότητα συγκεκριμένων συστατικών. Φασματοσκοπικές αναλύσεις (Roussis, 2000) έχουν δείξει ότι στα έλαια κυριαρχούν τα σεσκιτερπένια και οι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες σε γραμμική αλυσίδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη βιβλιογραφία, σε αναφορές σε άλλα είδη *Helichrysum* (π.χ., Lwande *et al.*, 1993), τα κύρια συστατικά στα έλαια ήταν τα μονοτερπένια. Στην περίπτωση του *H. orientale* η απόδοση ήταν πολύ χαμηλή (0,031% v/w) και οι υδρογονάνθρακες βρέθηκαν να κυριαρχούν. Η απόδοση του ελαίου *H. holdreichii* ήταν 0,088% (v/w), όπου στο έλαιο κυριαρχεί το Ε-καρνοφιλυλένιο (38,52%) και περιέχει σημαντικές ποσότητες αρκετών άλλων παραγώγων του (συνολικά 21,5%). Στο *H. italicum* ssp *microphyllum* οι αποδόσεις, πριν και κατά τη διάρκεια της ανθήσεως, ήταν 0,11 και 0,68% (v/w) αντίστοιχα.

Στο πλαίσιο μιας συστηματικής έρευνας (Chinou *et al.*, 1996) για τη χημική σύνθεση και τις βιολογικές ιδιότητες του αιθέριου ελαίου *H. amorginum* και *H. italicum* της ελληνικής χλωρίδας, αναφέρθηκε η σύνθεση των αιθέριων ελαίων τους ύστερα από 3 ώρες σε απόσταξη ατμού (Hellenic Pharmacopeia, 1989). Τα κυριότερα συστατικά του ελαίου *H. amorginum* ήταν η γερανιόλη (32,11%), ο οξικός γερανυλεστέρας (20,76%) και το οξικό νερούλιο (17,54%). Τα κύρια συστατικά που βρέθηκαν στο αιθέριο έλαιο του *H. italicum* ήταν η γερανιόλη (35,59%), ο οξικός

γερανύλεστéρας (14,69%), η ανερνολιδόλη (11,86%). Σε σύγκριση με το έλαιο που λαμβάνεται από *H. italicum* (Weyerstahl, 1986) που καλλιεργείται στη Γιουγκοσλαβία, τα έλαια των δύο φυτών βρέθηκαν να είναι αρκετά διαφορετικά. Σε σχέση με τα έλαια που προέρχονται από άλλα είδη *Helichrysum* το έλαιο του *H. amorginum* σε σύγκριση με αυτό του *H. italicum* αποδείχθηκε σημαντικά δραστικότερο έναντι όλων των εξετασθέντων βακτηρίων.

Σε μεταγενέστερο πείραμα (Chinou *et al.*, 2004) το έλαιο του *H. amorginum* που αναπτύσσεται σε άγριους πληθυσμούς στο νησί της Αμοργού συγκρίθηκε με το έλαιο που λαμβάνεται από καλλιεργούμενο φυτό και φάνηκε να είναι αρκετά διαφορετικό. Στα βασικά πτητικά συστατικά του ενδημικού πληθυσμού ταυτοποιήθηκαν η γερανιόλη (32,1%), ο οξικός γερανυλεστéρας (20,8%) και το οξικό νερούλιο (17,5%), ενώ η σπατουλενόλη (36,6%), β-πινένιο (12,5%), α-πινένιο (4,3%) και μυρτενάλη (5,5%) ήταν τα κύρια συστατικά του ελαίου στο καλλιεργούμενο φυτό που ήταν αδρανές έναντι στους παθογόνους μύκητες. Αντίθετα, το έλαιο του άγριου φυτού είχε σημαντική δραστικότητα έναντι όλων των δοκιμασμένων βακτηρίων.

1.9. Χρήσεις

Χάρη στις επιδράσεις τους κυρίως στην ανθρώπινη υγεία, κάποια είδη του γένους *Helichrysum*, πέρα από τη χρήση τους ως καλλωπιστικά φυτά, έχουν ευρεία εφαρμογή σε διάφορες βιομηχανίες όπως στη φαρμακευτική, στην αρωματοποιία και στη κοσμετολογία.

Παραδοσιακές χρήσεις

Το γένος *Helichrysum* χρησιμοποιείται συνήθως στη «παραδοσιακή» ιατρική σε διάφορα μέρη του κόσμου για τις πολλαπλές βιολογικές ιδιότητές του συμπεριλαμβανομένων της *αντι-φλεγμονώδους* (Sala *et al.*, 2003), *αντιοξειδωτικής* (Czinner *et al.*, 2001, Tere, 2005) και *αντιμικροβιακής* δράσης (Sagdic, 2003). Τα μέρη των φυτών που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν τα φύλλα, τους μίσχους, τα λουλούδια, τις ρίζες και μερικές φορές ολόκληρο το φυτό. Η χορήγηση γίνεται με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένης της παρασκευής αφεψήματος, της

εισπνοής των ατμών και της τοποθέτησης των φύλλων στο σημείο που έχει το πρόβλημα.

Τα είδη *Helichrysum* έχουν χρησιμοποιηθεί στη «παραδοσιακή» ιατρική για τουλάχιστον 2000 χρόνια κατά των διαταραχών της χοληδόχου κύστης, εξαιτίας των διουρητικών και των ρυθμιστικών τους επιδράσεων στη χολή. Αυτές οι επιδράσεις των ειδών *Helichrysum* οφείλονται στα φλαβονοειδή που περιέχουν. Έχει αναφερθεί η χρήση ταξιανθιών *H. arenarium* στην Κεντρική Ευρώπη για τις αντισηπτικές, αγγολυτικές και σπασμολυτικές ιδιότητές του (Sala, 2001). Στην Τουρκία, το είδος *H. graveolens* έχει σχολιαστεί για τις παραδοσιακές εφαρμογές του στον έλεγχο των συμπτωμάτων του σακχαρώδους διαβήτη, στην επούλωση τραυμάτων και ως διουρητικό (Aslanetal., 2007). Το *H. stoechas* αναφέρεται ιδιαίτερα στην ισπανική παραδοσιακή ιατρική για τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, καθώς και ιδιότητες επούλωσης τραύματος, αντιμετώπιση του πονόδοντου (Mulet, 1991, Rivera *et al.*, 2008) και πεπτικών διαταραχών (González-Tejero, 1989, Peris *et al.*, 2001). Ακόμα, το *H. italicum* προτείνεται σε φλεγμονώδεις και αλλεργικές καταστάσεις όπως εκείνες που σχετίζονται με την αναπνευστική οδό (Peris *et al.*, 1995, Peris *et al.*, 2001).

Προκειμένου να επικυρωθούν μερικές από τις παραδοσιακές χρήσεις του *H. italicum* και να επισημανθούν άλλες πιθανές εφαρμογές για τα εκχυλίσματα και τις μεμονωμένες ενώσεις του, έχουν διεξαχθεί αρκετές επιστημονικές μελέτες τις τελευταίες δεκαετίες.

Φαρμακολογία - κοσμετολογία

Χάρη στις πολυάριθμες δράσεις τους τα είδη *Helichrysum* χρησιμοποιούνται ευρέως στη φαρμακευτική και κοσμετολογία. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται κυρίως στα αιθέρια έλαια των ειδών, των οποίων οι κύριες δράσεις, όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω, είναι αντιμικροβιακή δράση, αντι-υική δραστηριότητα, αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδης δράση.

Το *Helichrysum arenarium* (L.) Moench χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη ως χολερυθρικό, ηπατοπροστατευτικό και αποτοξικοποιητικό (Czinner *et al.*, 2001). Τα

εκχυλίσματα του χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γαληνικών σκευασμάτων με τη μορφή καψουλών και δισκίων

Βέβαια, το απόλυτο αιθέριο έλαιο και το αιθέριο έλαιο θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή τοπικά, καθώς μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμό σε μερικούς ανθρώπους.

Το *Helichrysum arenarium* χρησιμοποιείται ως πρόσθετο για τη θεραπεία της χολοκυστίτιδας και των διαταραχών της χοληδόχου κύστης (Wichtl, 2001). Στην Ευρώπη, η θεραπευτική εφαρμογή περιλαμβάνει τη θεραπεία διαφόρων ασθενειών όπως η κυστίτιδα, η αρθρίτιδα, οι ρευματισμοί και η ουρική αρθρίτιδα καθώς και η διέγερση της γαστρικής έκκρισης και για τη θεραπεία των διαταραχών της χοληδόχου κύστης (Shass, 1952, Vereschagin *et al.*, 1959, Shikov *et al.*, 2014).

Το *Helichrysum italicum* σήμερα, στον ευρύτερο πληθυσμό είναι γνωστό για την ικανότητά του να αναγεννάει το δέρμα και συμμετέχει σε προϊόντα πολλών μεγάλων επώνυμων καλλυντικών βιομηχανιών καθώς και στη βιομηχανία αρωμάτων λόγω του χαρακτηριστικού αρώματός του (Hellivan, 2009). Πολλές κοσμητικές εταιρείες παγκοσμίως έχουν αναπτύξει καλλυντικές γραμμές βασισμένες στο *H. italicum* λόγω του αντιγηραντικού αποτελέσματος (Guinoiseau *et al.*, 2013), το οποίο πιθανότατα οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες που είναι γνωστό ότι προστατεύουν από την οξείδωση (Facino *et al.*, 1990). Χρησιμοποιείται επίσης στην αρωματοθεραπεία λόγω της ικανότητάς του να θεραπεύει τις κόκκινες φλέβες, τη θρόμβωση, το αιμάτωμα και τους μώλωπες (Peace Rhind, 2012). Τέλος, το *H. italicum* είναι ένα πολύτιμο φαρμακευτικό φυτό που χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες ως χολερετικό, διουρητικό και αποχρεμπτικό (Chinou *et al.*, 1996).

Γενικότερα, τα αιώνια λουλούδια (*Helichrysum spp.*) έχουν αποδειχθεί ότι είναι μια ενδιαφέρουσα πηγή βιοενεργών δευτερογενών μεταβολιτών με διαφορετικές ιδιότητες, ικανές να αντιμετωπίσουν μικροβιακές ασθένειες. Ωστόσο, πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες και να διερευνηθούν τα άθικτα και ανεξερευνήτα είδη για να διαπιστωθούν οι πιθανές δράσεις και τα υπεύθυνα συστατικά. Επιπλέον, συμπληρωματικές μελέτες όπως οι κλινικές δοκιμές είναι απαραίτητες για τα είδη και τις ιδιότητες που έχουν ήδη ερευνηθεί και προταθεί από την «παραδοσιακή» και σύγχρονη ιατρική (Akaberi *et al.*, 2019).

Καλλωπιστικά φυτά

Από την αρχαιότητα το φυτό έχει χρησιμοποιηθεί ως διακοσμητικό φυτό, σε γλάστρες και κήπους (Germer, 1985). Τα είδη του γένους φυτεύονται σε ελεύθερες μπορντούρες, γλάστρες και βραχόκηπους. Το φυτό αυτό είναι ελκυστικό για τις μέλισσες τις πεταλούδες και τα πουλιά. Εξαιτίας του ζωηρού κίτρινου χρώματος των ταξιανθιών τους, τα είδη του γένους χρησιμοποιούνται ευρέως ως διακοσμητικά φυτά, αλλά και σε συνθέσεις όπου διατηρούν το χρώμα τους ακόμα και μετά την μάρανσή τους. Η χρήση του *H. italicum* στην αρχιτεκτονική τοπίου έχει αξιολογηθεί. Ως ξηρόφυτο έχει αποδειχθεί ότι είναι ένας μεγάλος υποψήφιος για ανάπτυξη σε «αστικές πράσινες στέγες» σε ξηρικές ή ημιξηρικές κλιματικές συνθήκες στη περιοχή της Μεσογείου (Monteiro *et al.*, 2017a, b, Papafotiou *et al.*, 2018).

Άλλες χρήσεις

Εξετάζονται αρκετές πιθανές χρήσεις των φυτών του γένους, όπως η πιθανότητα χρήσης στη συντήρηση λαχανικών λόγω της αντιβακτηριακής δραστηριότητας του *H.italicum*. Πειράματα (Cui *et al.*, 2015) έδειξαν ότι το *H. italicum* αναστέλλει την ανάπτυξη του *E. coli* και του *S. aureus* και το συμπέρασμα της έρευνας ήταν ότι αιθέριο έλαιο του *H. italicum* μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συντήρηση των λαχανικών. Σε νεότερη έρευνα, οι συγγραφείς Cui *et al.* (2016) μελέτησαν το αντιβακτηριακό δυναμικό του *H. italicum* στην προστασία των ζώων με πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα.

Ακόμα έχει εξεταστεί (Drapeau *et al.*, 2009 , Conti *et al.*, 2010, Benelli *et al.*, 2014) η χρήση του *H. italicum* ως εντομοκτόνο – εντομοαπωθητικό και δεδομένων των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι το αιθέριο έλαιο *H. italicum* μπορεί να θεωρηθεί δευτερεύων παράγοντας προστασίας. Άλλες έρευνες έχουν επίσης αναδείξει την πολλά υποσχόμενη εντομοκτόνο και απωθητική δράση του αιθέριου ελαίου *H. italicum* κατά των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων (*Sitophilus zeamais*) (Bertoli *et al.*, 2012) και της οικιακής μύγας (*Musca domestica*) (Benelli *et al.*, 2018).

Επιπροσθέτως, οι Brunetti *et al.* (2018) πραγματοποίησαν μελέτη με σκοπό τον προσδιορισμό της ικανότητας απορρόφησης του *H. italicum* βαρέων μετάλλων (Cd,

Co, Cr, Cu, Ni, Pb και Zn) από το έδαφος. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι τα φυτά *H. italicum* δρουν ως εξυγιαντές εδαφών μειώνοντας την περιεκτικότητά τους σε βαρέα μέταλλα, καθώς και ότι τα μη μυκορριζωμένα φυτά απορροφούν υψηλότερες συγκεντρώσεις. Οι συγγραφείς επεσήμαναν ότι τα φυτά που καλλιεργούνται σε μολυσμένο έδαφος είναι ασφαλή για καλλυντικά και ιατρικά σκευάσματα, θεωρώντας ότι τα βαρέα μέταλλα συσσωρεύονται στο ριζικό σύστημα και όχι στα υπέργεια μέρη των φυτών από τα οποία απομονώνονται τα αιθέρια έλαια.

1.10. Σκοπός της μελέτης

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης της θερμοκρασίας και της συνθήκης φωτός και σκότους στη βλαστικότητα των σπόρων *Helichrysum amorginum*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Στοιχεία του πειράματος – Φυτικό υλικό

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά το έτος 2019.

Για την εκπόνηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία καλλιέργειας Petri (60 X 15 mm) μέσα στα οποία, πριν τη τοποθέτηση των σπόρων, τοποθετήθηκε διηθητικό χαρτί έτσι ώστε να εφάπτεται στα τοιχώματα των τρυβλίων για να παραμένουν οι σπόροι στη θέση τους.



Εικόνα 13: Τρυβλίο Petri (60 X 15 mm)

Το φυτικό υλικό προέρχονταν από δύο διαφορετικές τοποθεσίες και χρονιές όπως περιγράφεται παρακάτω:

- 1 Σπόρος προερχόμενος από Κατάπολα του έτους 2016
- 2 Σπόρος προερχόμενος από Αιγιάλη του έτους 2016
- 3 Σπόρος προερχόμενος από Αιγιάλη του έτους 2017

Αρχικά πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των σπόρων από τα φυτά με τη χρήση μεγεθυντικού φακού και τοποθέτησή τους σε τρυβλία, έτσι ώστε κάθε τρυβλίο να περιέχει 25 σπόρους.



Εικόνα 14: Μεγεθυντικός φακός για διαχωρισμό των σπόρων



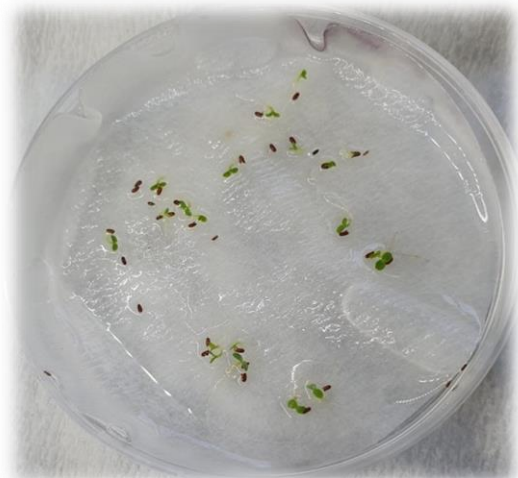
Εικόνα 15: Ταξιανθία *Helichrysum amorginum*



Εικόνα 16: Σπόρος *Helichrysum amorginum*



Εικόνα 17: Τρυβλίο με 25 σπόρους *Helichrysum amorginum*



Εικόνα 18: Βλαστημένοι σπόροι *Helichrysum amorginum*

2.2. Πειραματικό σχέδιο

Κατά την πρώτη φάση του πειράματος, σε θάλαμο βλάστησης με δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας εγκαταστάθηκε πείραμα που ακολούθησε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (Ε.Τ.Σ.). Το πείραμα περιελάμβανε 4 διαφορετικές μεταχειρίσεις θερμοκρασιών σε συνθήκες φωτός και σκότους με 4 επαναλήψεις.

Πιο αναλυτικά:

- ❖ 1^η μεταχείριση → τρυβλία στους 15 °C σε φως και σκοτάδι
- ❖ 2^η μεταχείριση → τρυβλία στους 20 °C σε φως και σκοτάδι
- ❖ 3^η μεταχείριση → τρυβλία στους 25 °C σε φως και σκοτάδι
- ❖ 4^η μεταχείριση → τρυβλία στους 30 °C σε φως και σκοτάδι

Κατά τη δεύτερη φάση του πειράματος, στον ίδιο θάλαμο βλάστησης, εγκαταστάθηκε πείραμα που ακολούθησε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (Ε.Τ.Σ.). Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, οι θερμοκρασίες δεν ήταν σταθερές αλλά εναλλασσόμενες έτσι ώστε να προσομοιάζουν τις θερμοκρασίες του αγρού σε διαφορετικές περιόδους. Το πείραμα είχε 4 διαφορετικούς συνδυασμούς θερμοκρασιών με εναλλασσόμενες ώρες φωτός και σκότους με 4 επαναλήψεις.

Πιο αναλυτικά:

Συνδυασμός Α. 30°C με 16 ώρες φωτός και 15°C με 8 ώρες σκότους που προσομοιάζουν τις συνθήκες αργά το καλοκαίρι.

Συνδυασμός Β. 30°C με 12 ώρες φωτός και 20°C με 12 ώρες σκότους που προσομοιάζουν τις συνθήκες νωρίς το φθινόπωρο.

Συνδυασμός Γ. 25°C με 16 ώρες φωτός και 10°C με 8 ώρες σκότους που προσομοιάζουν τις συνθήκες νωρίς το καλοκαίρι.

Συνδυασμός Δ. 25°C με 12 ώρες φωτός και 15°C με 12 ώρες σκότους που προσομοιάζουν τις συνθήκες αργά το φθινόπωρο.

2.3. Διαδικασία πειράματος – Μετρήσεις και προσδιορισμοί

Και στις δύο φάσεις του πειράματος, τόσο των σταθερών θερμοκρασιών όσο και των εναλλασσόμενων, ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

- Στα τρυβλία γινόταν προσθήκη απεσταγμένου νερού ποσότητας 3 mm, τόσο ώστε τα διηθητικά να παραμένουν υγρά χωρίς να λιμνάζει το νερό. Στη συνέχεια γινόταν τοποθέτηση των τρυβλίων στο θάλαμο με την εκάστοτε ρυθμισμένη σταθερή θερμοκρασία ή συνδυασμό εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.
- Κάθε ημέρα γινόταν καταμέτρηση των βλαστημένων σπόρων στα τρυβλία, προσθήκη απεσταγμένου νερού όποτε κρινόταν απαραίτητο και επανατοποθέτηση των τρυβλίων μέσα στο θάλαμο. Ο σπόρος θεωρούταν βλαστημένος όταν το ριζίδιο είχε αναπτυχθεί κατά 2 mm.
- Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιούνταν συνεχόμενα για τουλάχιστον 10 ημέρες και σταματούσε όταν μετά τις 10 ημέρες δεν παρατηρούταν καμία αλλαγή στη καταμέτρηση των βλαστημένων σπόρων για 3 συνεχόμενες ημέρες.

Στη συνέχεια, από τις μετρήσεις υπολογίστηκαν:

- Το τελικό ποσοστό βλαστημένων σπόρων επί τοις 100.
- Ο μέσος ρυθμός βλάστησης σπόρων σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

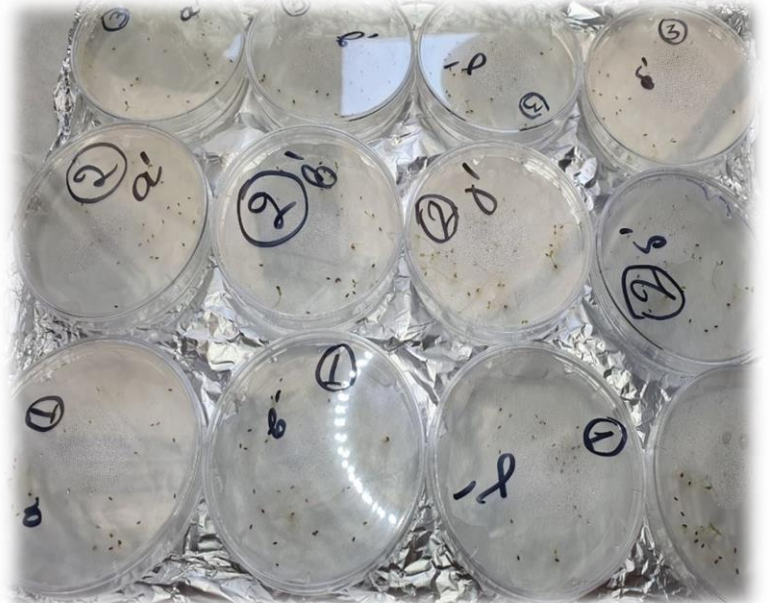
$$MPB = \frac{\sum(NiTi)}{\sum Ni},$$

Όπου Ni = ο αριθμός σπόρων που βλάστησαν στο χρόνο Ti.

Ti = ο χρόνος βλάστησης.



Εικόνα 19: Θάλαμος με δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας



Εικόνα 20: Τρυβλία με αλουμινόχαρτο

2.4. Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων διεξήχθη ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA). Οι διαφορές των μέσων όρων συγκρίθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία του Duncan. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του προγράμματος στατιστικής ανάλυσης SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA).

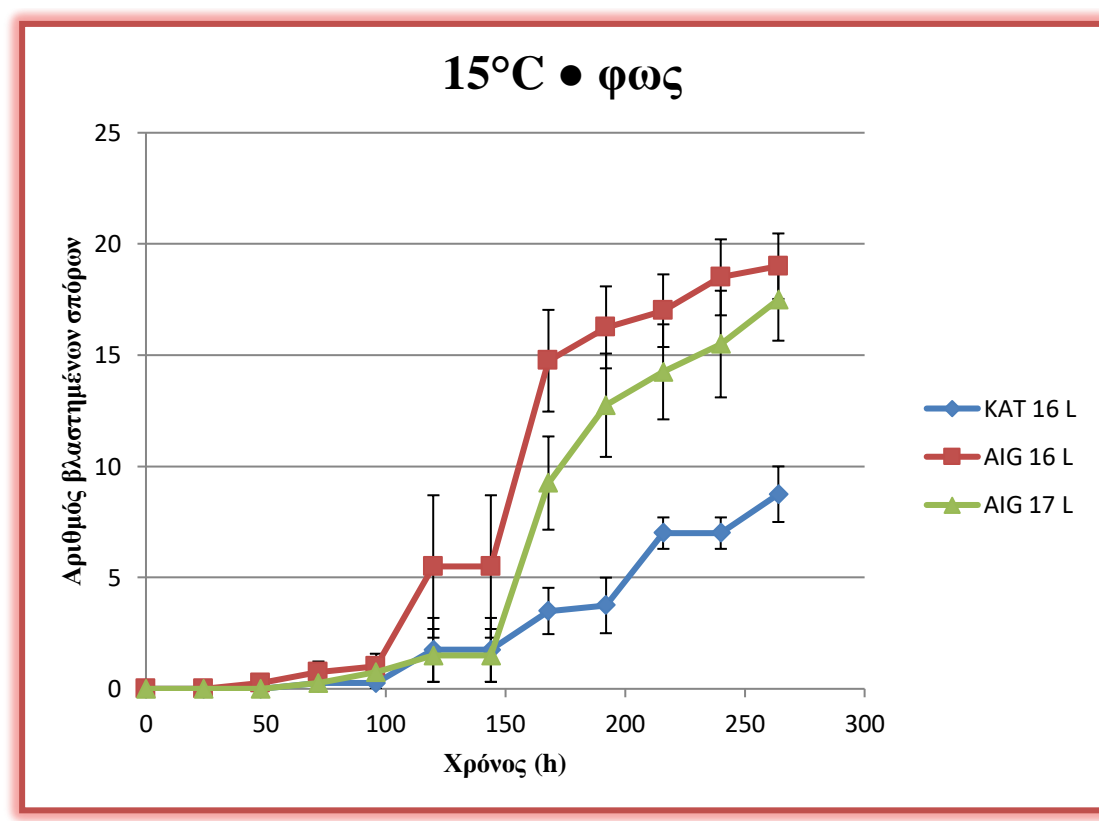
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Χρονικές πορείες

3.1.1. Σταθερές θερμοκρασίες

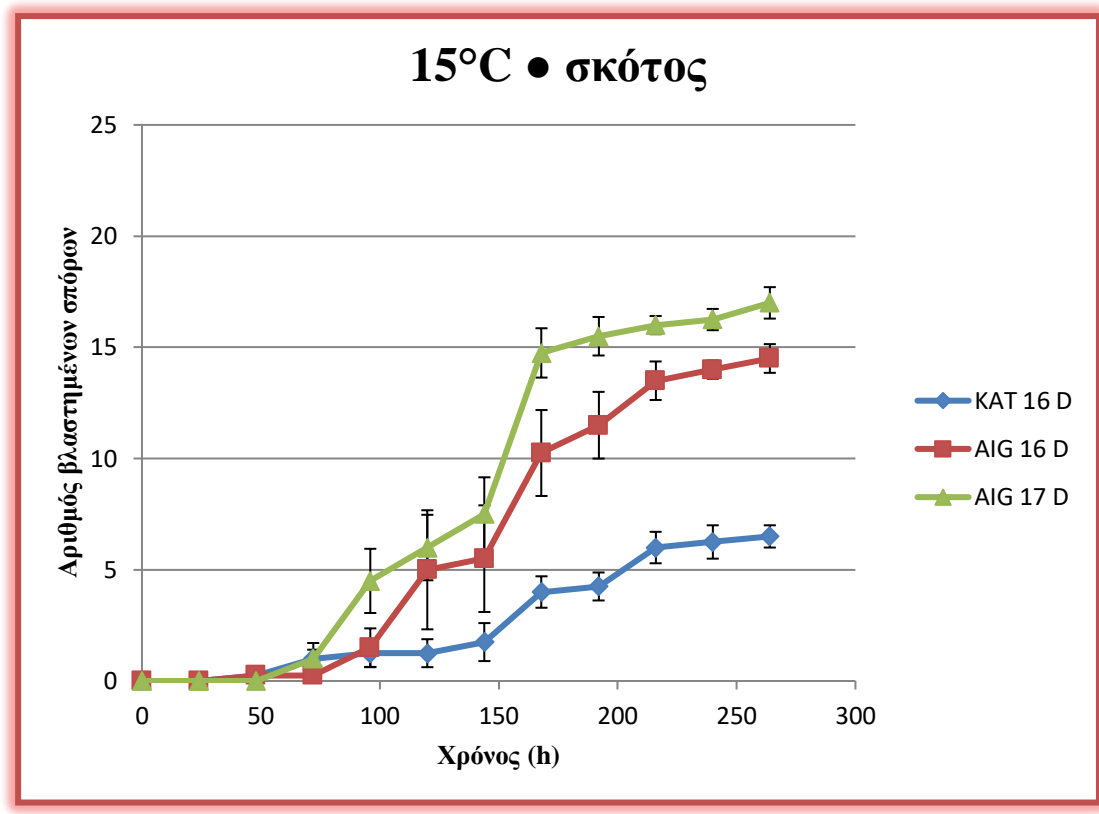
Από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν οι ακόλουθες χρονικές πορείες ανά θερμοκρασία και συνθήκη φωτός ή σκότους.

❖ Σταθερή θερμοκρασία 15 °C



Γράφημα 1: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 15°C σε συνθήκη φωτός. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

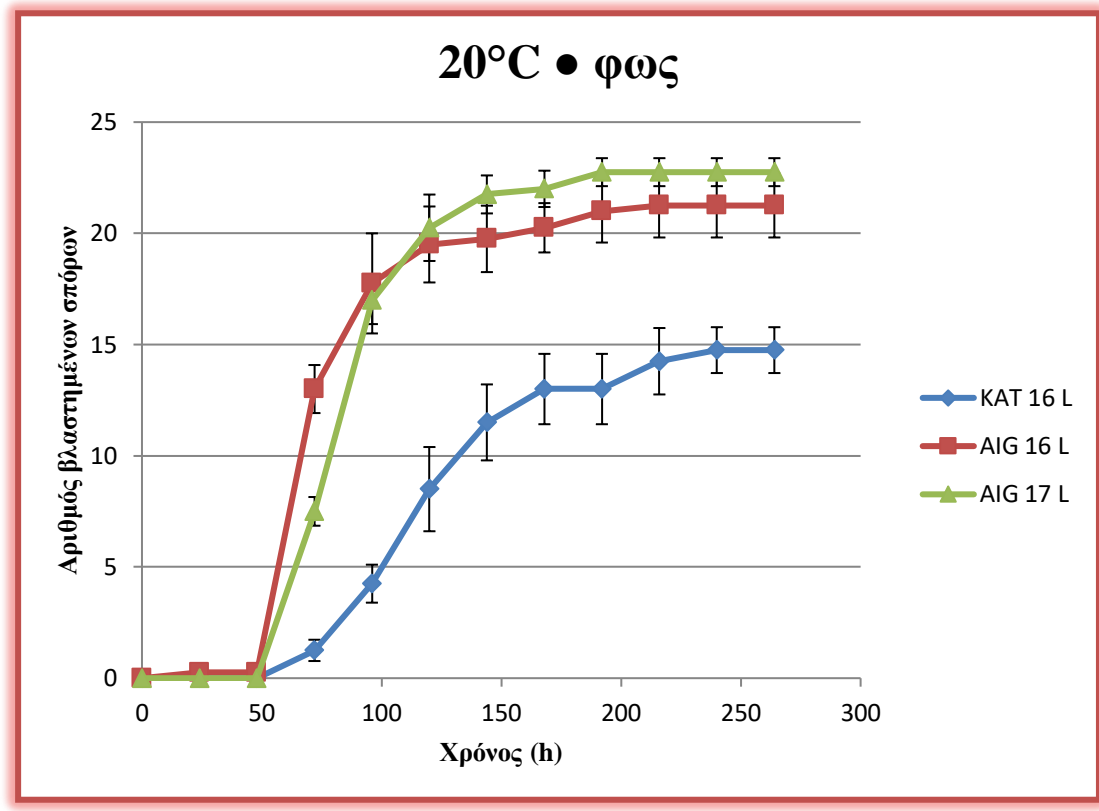
Στους 15 °C σε συνθήκες φωτός, ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστημένων σπόρων παρατηρήθηκε στους σπόρους του έτους 2016 που προέρχονταν από την Αιγιάλη. Ο αριθμός βλαστημένων σπόρων ήταν μικρός μέχρι τις 100 ώρες και ύστερα συνέχισε να αυξάνεται. Οι σπόροι προερχόμενοι από Κατάπολα, μέχρι τις 150 ώρες, είχαν παρόμοια πορεία με τους σπόρους του έτους 2017 από Αιγιάλη, οι οποίοι έδειξαν μεγαλύτερο αριθμό βλαστημένων σπόρων στο υπόλοιπο διάστημα των μετρήσεων.



Γράφημα 2: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 15°C σε συνθήκη σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

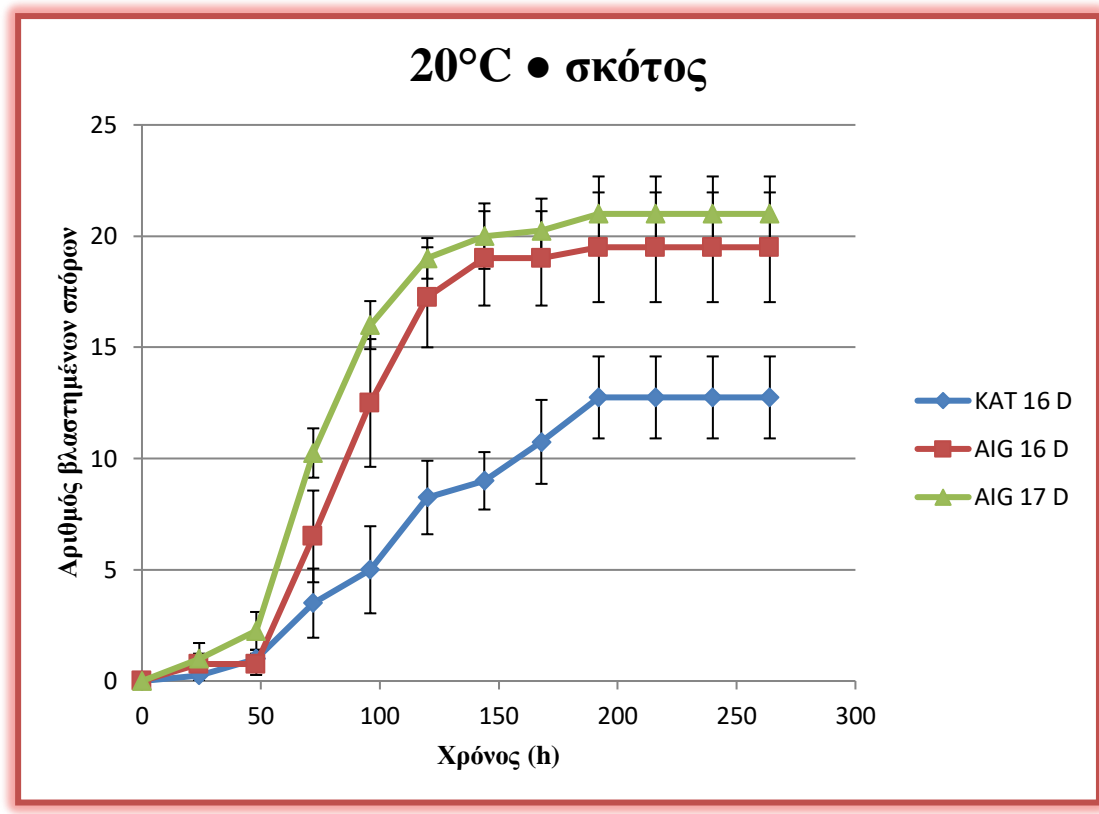
Στους 15 °C σε συνθήκες σκότους, ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστημένων σπόρων παρατηρήθηκε στους σπόρους του έτους 2017 με προέλευση από την Αιγιάλη. Οι σπόροι του έτους 2016 της ίδιας προέλευσης, παρουσίασαν αυξητική τάση μετά τις 100 ώρες. Τέλος, σε όλο το διάστημα των μετρήσεων ο αριθμός των βλαστημένων σπόρων που προέρχονταν από Κατάπολα παρέμεινε χαμηλός.

❖ Σταθερή θερμοκρασία 20 °C



Γράφημα 3: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 20°C σε συνθήκη φωτός. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

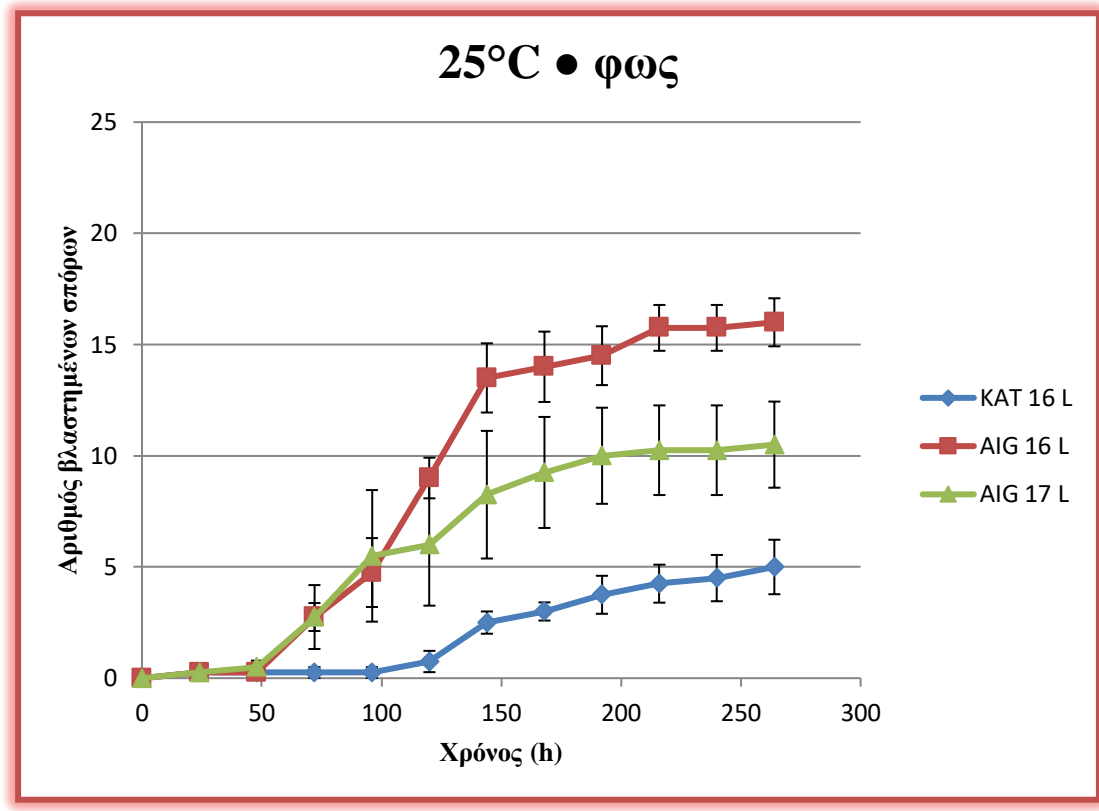
Στους 20 °C σε συνθήκες φωτός, ο αριθμός των βλαστημένων σπόρων ήταν μικρός τις πρώτες 50 ώρες και στη πορεία παρατηρήθηκε διαφοροποίηση. Οι σπόροι από Αιγιάλη του έτους 2017 έδωσαν τις μεγαλύτερες μετρήσεις, ακολουθούμενοι από τους σπόρους του έτους 2016 της ίδιας προέλευσης, με τους οποίους είχαν παρόμοια πορεία. Τέλος, στους σπόρους που προέρχονταν από Κατάπολα παρατηρήθηκε ο μικρότερος αριθμός βλαστημένων σπόρων.



Γράφημα 4: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 20°C σε συνθήκη σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

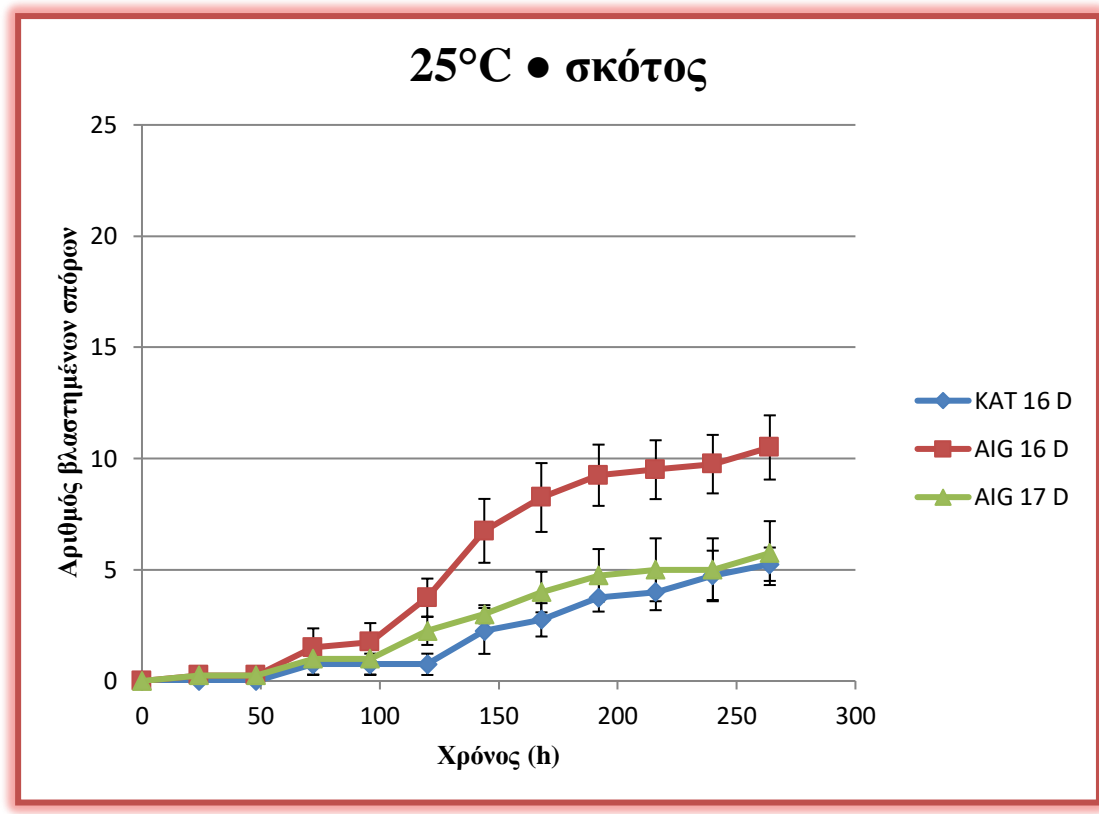
Στους 20 °C σε συνθήκες σκότους, οι σπόροι προερχόμενοι από Αιγιάλη του έτους 2017 σε όλο το διάστημα των μετρήσεων είχαν το μεγαλύτερο αριθμό βλαστημένων σπόρων. Παρόμοια πορεία είχαν οι σπόροι του έτους 2016, της ίδιας προέλευσης, έχοντας όμως χαμηλότερες μετρήσεις. Τέλος, ο μικρότερος αριθμός βλαστημένων σπόρων παρατηρήθηκε στους σπόρους που προέρχονταν από Κατάπολα.

❖ Σταθερή θερμοκρασία 25 °C



Γράφημα 5: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 25°C σε συνθήκη φωτός. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

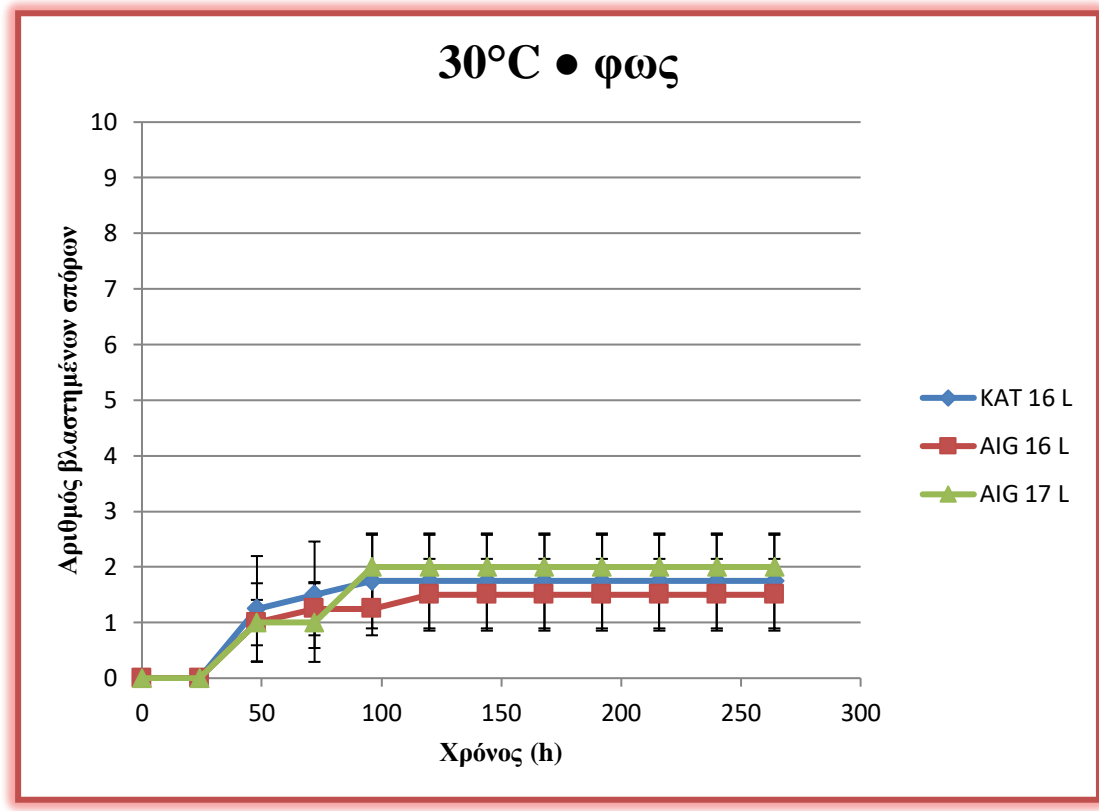
Στους 25 °C σε συνθήκες φωτός, οι σπόροι που προέρχονταν από Αιγιάλη παρουσίασαν παρόμοια πορεία μέχρι τις 100 ώρες. Στο υπόλοιπο διάστημα των μετρήσεων υπήρξε διαφοροποίηση, όπου οι σπόροι του έτους 2016 είχαν το μεγαλύτερο αριθμό βλαστημένων σπόρων. Στους σπόρους με προέλευση από Κατάπολα παρατηρήθηκε αυξητική τάση μετά τις 100 ώρες, έχοντας πάραυτα το μικρότερο αριθμό βλαστημένων σπόρων σε όλο το διάστημα των μετρήσεων.



Γράφημα 6: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 25°C σε συνθήκη σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

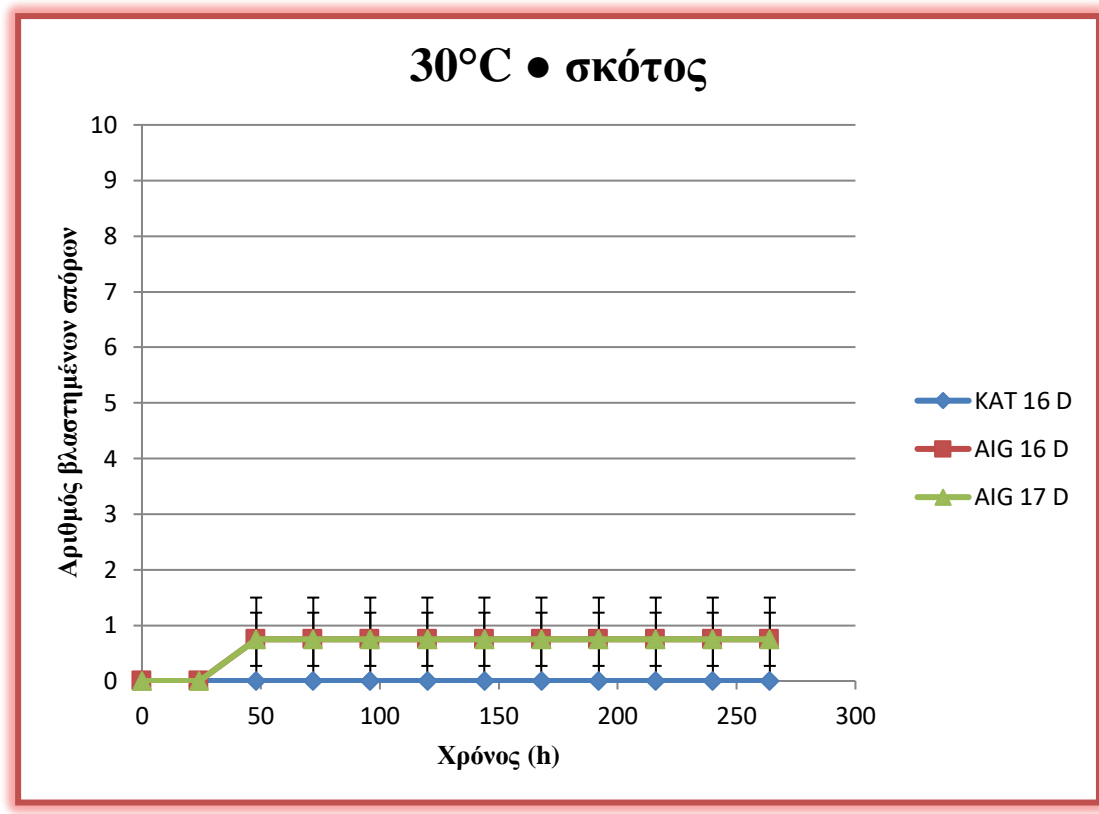
Στους 25 °C σε συνθήκες σκότους, ο αριθμός των βλαστημένων σπόρων ήταν χαμηλός τις πρώτες 100 ώρες. Στη συνέχεια, υπήρξε διαφοροποίηση, όπου οι σπόροι του έτους 2016 με προέλευση από Αιγιάλη έδωσαν υψηλότερες μετρήσεις. Οι σπόροι του έτους 2017 από Αιγιάλη και του 2016 από Κατάπολα, είχαν παρόμοια πορεία, διατηρώντας γενικά μικρό αριθμό βλαστημένων σπόρων.

❖ Σταθερή θερμοκρασία 30 °C



Γράφημα 7; Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 30°C σε συνθήκη φωτός. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

Στους 30 °C σε συνθήκες φωτός, οι σπόροι και των δύο τοποθεσιών είχαν πολύ μικρό αριθμό βλαστημένων σπόρων. Οι σπόροι από Αιγιάλη του έτους 2017 διαφοροποιήθηκαν δίνοντας ελάχιστα μεγαλύτερο αριθμό βλαστημένων σπόρων.



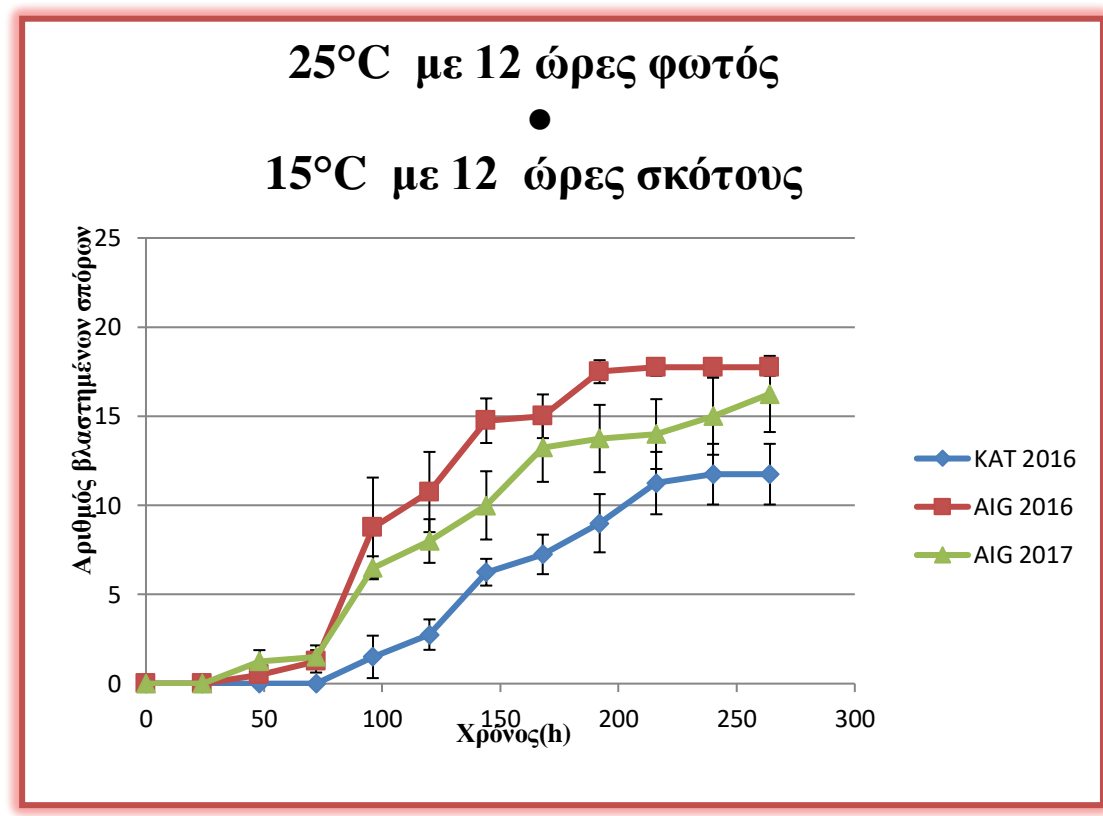
Γράφημα 8: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για τη σταθερή θερμοκρασία των 30°C σε συνθήκη σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

Στους 30 °C σε συνθήκες σκότους, παρατηρήθηκε πολύ μικρός αριθμός βλαστημένων σπόρων στους σπόρους που προέρχονταν από Αιγιάλη, ενώ οι σπόροι με προέλευση από Κατάπολα δεν βλάστησαν.

3.1.2. Εναλλασσόμενες θερμοκρασίες

Από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν οι ακόλουθες χρονικές πορείες ανά «συνδυασμό» εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.

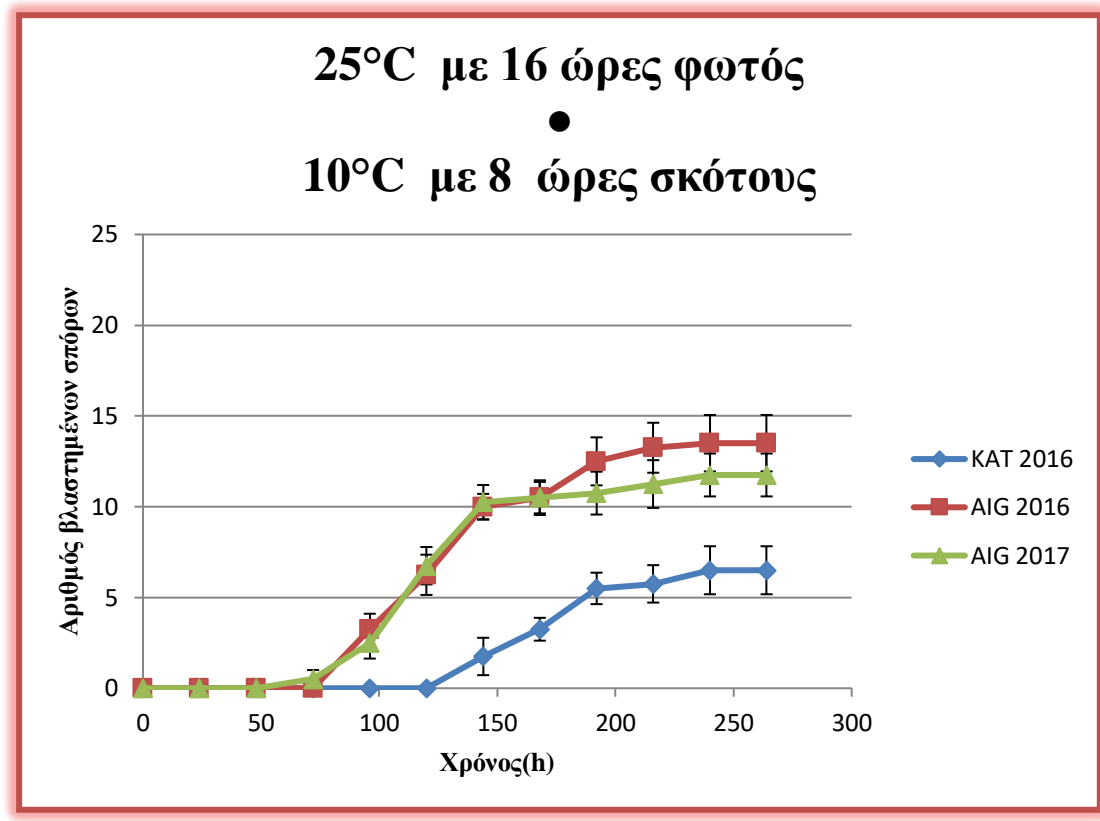
❖ A. 25°C με 12 ώρες φωτός - 15°C με 12 ώρες σκότους



Γράφημα 9: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για το συνδυασμό των 25°C με 12 ώρες φωτός και 15°C με 12 ώρες σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

Σε αυτό το συνδυασμό εναλλασσόμενων θερμοκρασιών που προσομοιάζει τις συνθήκες αγρού *αργά το φθινόπωρο*, ο αριθμός των βλαστημένων σπόρων ήταν μικρός μέχρι τις 75 ώρες ενώ στη πορεία συνέχισε να αυξάνεται. Στο διάστημα των μετρήσεων οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν από τους σπόρους του έτους 2016 που προέρχονταν από την Αιγιάλη. Τέλος, ο μικρότερος αριθμός βλαστημένων σπόρων παρατηρήθηκε από τους σπόρους του έτους 2016 με προέλευση από τα Κατάπολα.

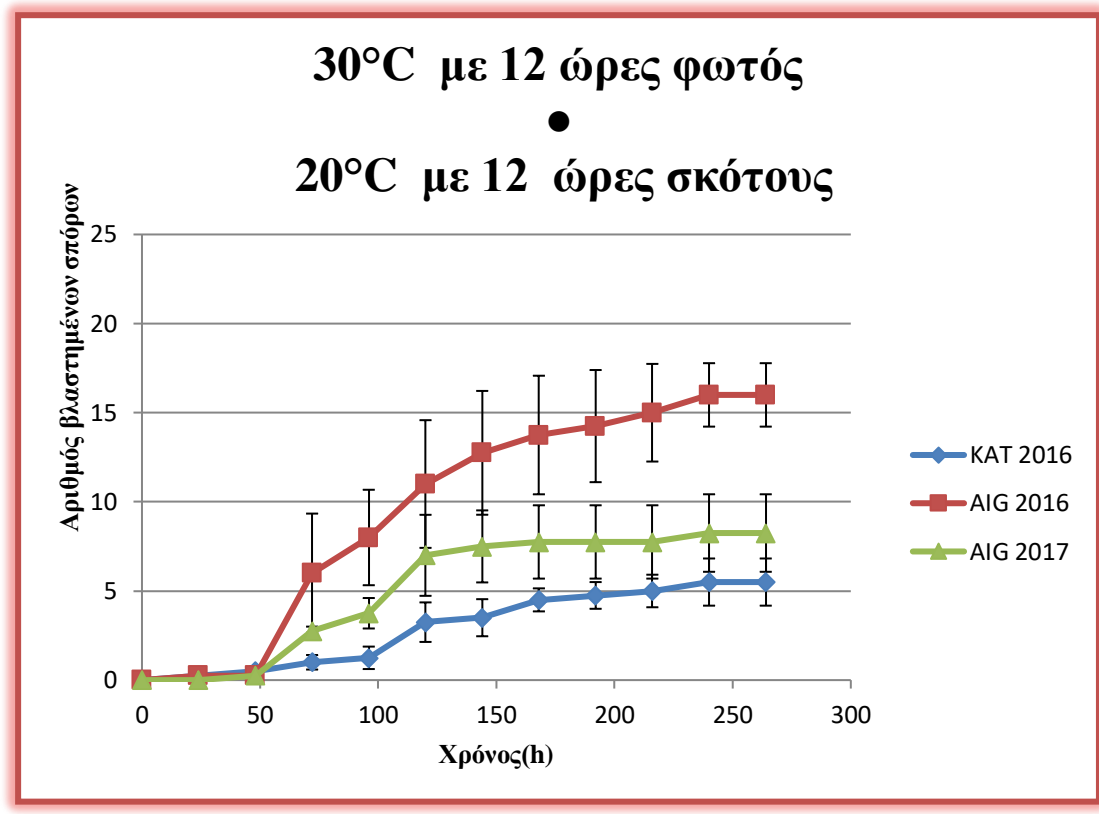
❖ B. 25°C με 16 ώρες φωτός - 10°C με 8 ώρες σκότους



Γράφημα 10: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για το συνδυασμό των 25°C με 16 ώρες φωτός και 10°C με 8 ώρες σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

Σε αυτό το συνδυασμό εναλλασσόμενων θερμοκρασιών που προσομοιάζει τις συνθήκες αγρού *νωρίς το καλοκαίρι.*, οι σπόροι και των δύο ετών από Αιγιάλη, παρουσίασαν παρόμοια πορεία περίπου μέχρι τις 150 ώρες. Στη συνέχεια υπήρξε διαφοροποίηση, όπου οι σπόροι του έτους 2016 παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στο υπόλοιπο διάστημα των μετρήσεων. Τέλος, οι σπόροι από Κατάπολα παρουσίασαν το μικρότερο αριθμό βλαστημένων σπόρων σε όλο το διάστημα των μετρήσεων.

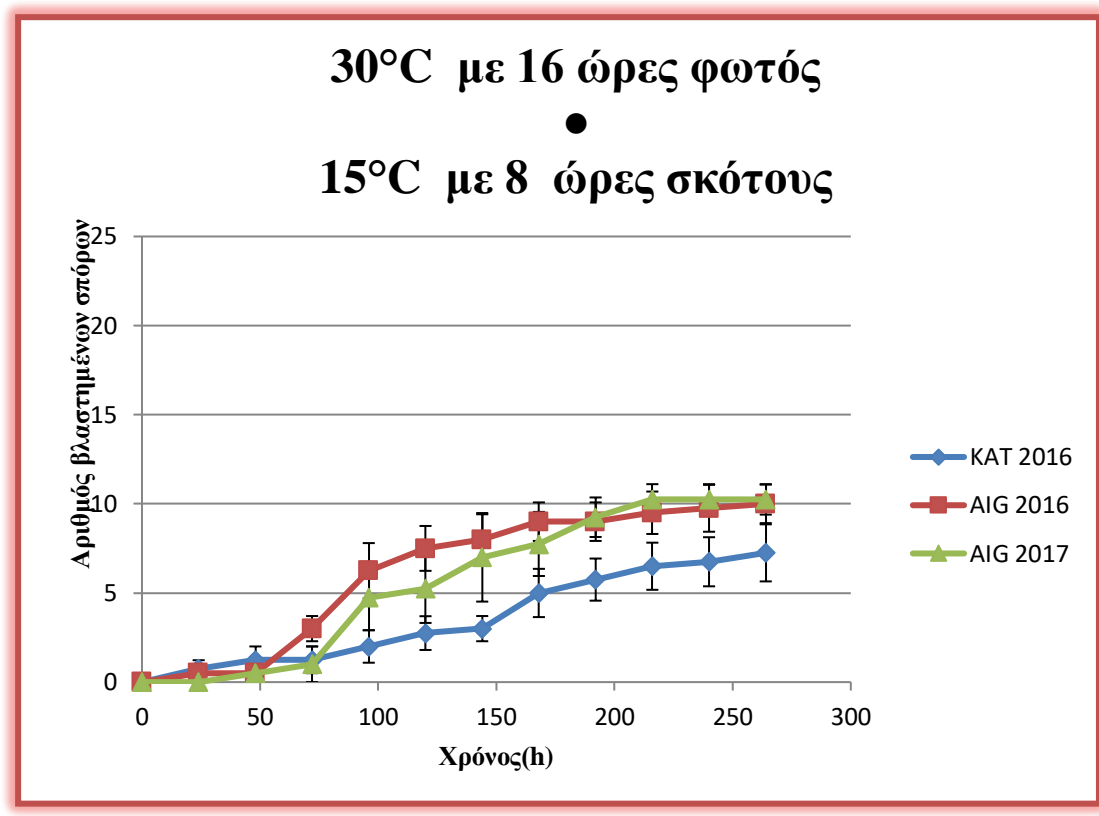
❖ Γ.30°C με 12 ώρες φωτός - 20°C με 12 ώρες σκότους



Γράφημα 11: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για το συνδυασμό των 30°C με 12 ώρες φωτός και 20°C με 12 ώρες σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

Σε αυτό το συνδυασμό εναλλασσόμενων θερμοκρασιών που προσομοιάζει τις συνθήκες αγρού *νωρίς το φθινόπωρο*, τις πρώτες 50 ώρες ο αριθμός των σπόρων που βλάστησαν ήταν μικρός. Στη πορεία, παρατηρήθηκε διαφοροποίηση με τους σπόρους από Αιγιάλη του έτους 2016 να έχουν το μεγαλύτερο αριθμό βλαστημένων σπόρων σε όλο το υπόλοιπο διάστημα των μετρήσεων. Τέλος, οι σπόροι με προέλευση από Κατάπολα είχαν το μικρότερο αριθμό βλαστημένων σπόρων.

❖ Δ. 30°C με 16 ώρες φωτός - 25°C με 8 ώρες σκότους



Γράφημα 12: Χρονική πορεία της βλάστησης των σπόρων με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 και Αιγιάλη του έτους 2017 για το συνδυασμό των 30°C με 16 ώρες φωτός και 25°C με 8 ώρες σκότους. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων.

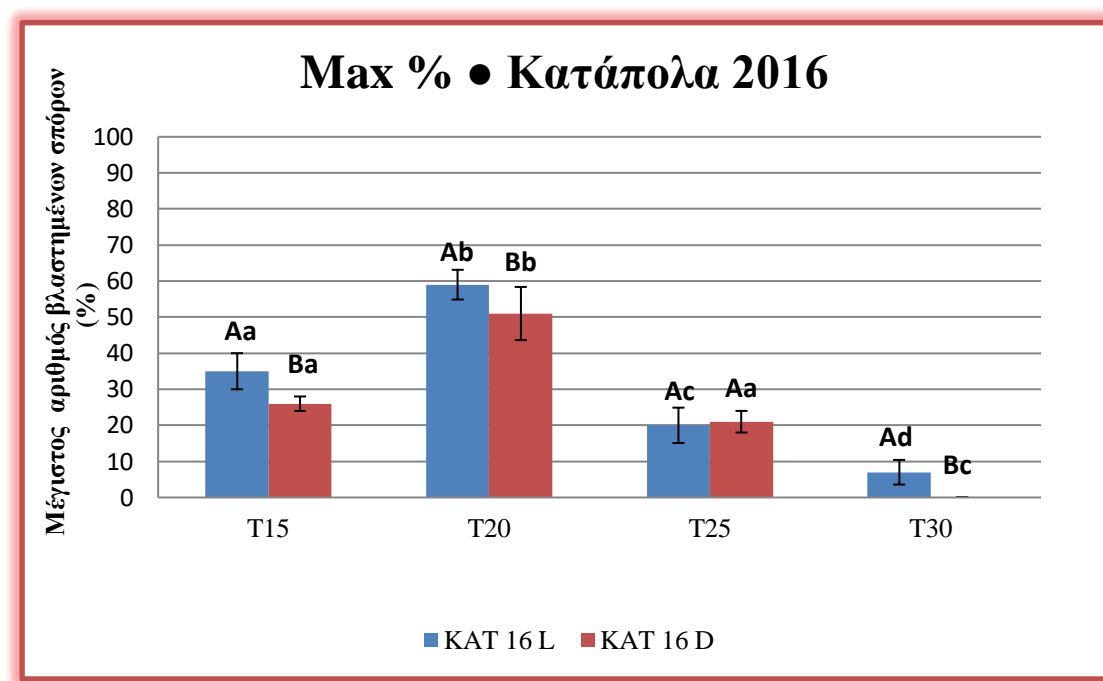
Σε αυτό το συνδυασμό εναλλασσόμενων θερμοκρασιών που προσομοιάζει τις συνθήκες αγρού *αργά το καλοκαίρι*, ο αριθμός των βλαστημένων σπόρων ήταν μικρός τις πρώτες 50 ώρες χωρίς να παρουσιάσει μεγάλη αύξηση στη πορεία των μετρήσεων. Οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν από τους σπόρους των ετών 2016, 2017 με προέλευση από Αιγιάλη. Τέλος, οι σπόροι από Κατάπολα παρουσίασαν το μικρότερο αριθμό βλαστημένων σπόρων.

3.2. Μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (Max %)

Από την επεξεργασία των δεδομένων και τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

3.2.1. Σταθερές θερμοκρασίες

- Κατάπολα 2016



Ιστόγραμμα 1: Μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (%) κατά τις σταθερές θερμοκρασίες 15°C, 20°C, 25°C και 30°C σε συνθήκη φωτός και σκότους με προέλευση από Κατάπολα του έτους 2016. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των συνθηκών φωτός και σκότους. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των θερμοκρασιών.

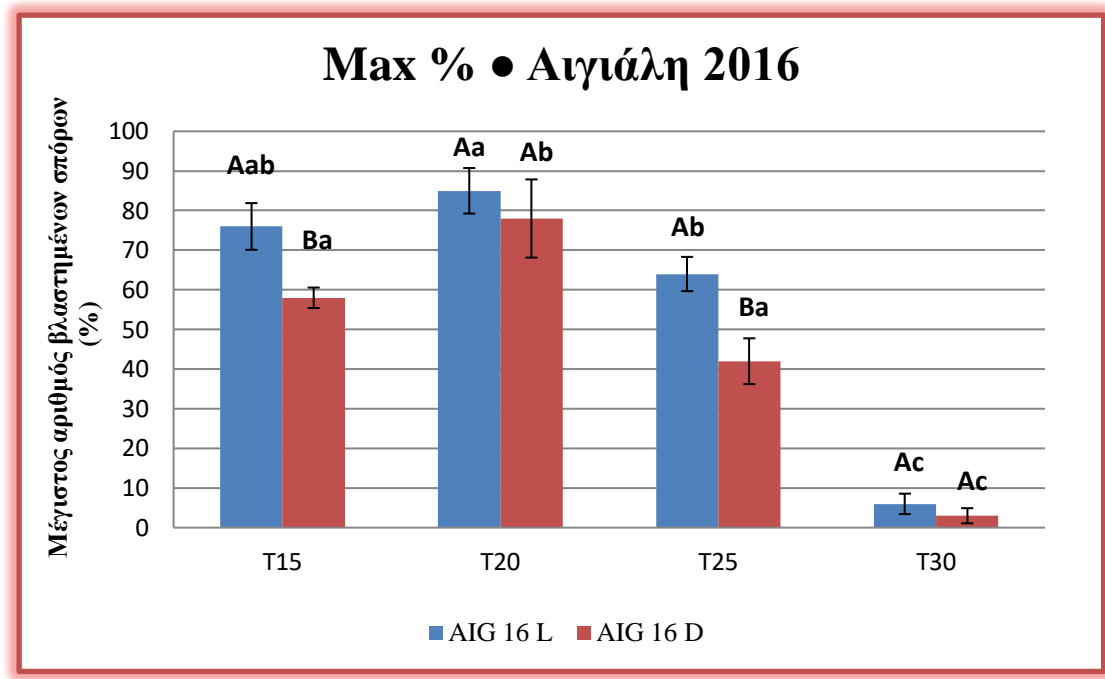
Με βάση το ιστόγραμμα, στη τοποθεσία Κατάπολα, σημαντικά διαφέρουν ως προς τη μεταχείριση φωτός και σκότους οι θερμοκρασίες 15°C, 20°C και 30°C. Ο μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (%) παρατηρείται στη θερμοκρασία των 20°C υπό συνθήκη φωτός, σε αντίθεση με τη θερμοκρασία των 30°C όπου παρατηρούνται οι χαμηλότερες μετρήσεις.

Πίνακας 1: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων θερμοκρασίας (15°C, 20°C, 25°C, 30°C) και συνθήκης φωτός (φως, σκότος) στο μέγιστο αριθμό βλαστημένων σπόρων (%) για τους σπόρους με προέλευση από Κατάπολα του έτους 2016.

Ανάλυση	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Παραλλακτικότητας					
Φ-Σκ	1	240,5	240,5	6,14	*
θ	3	7124	2374,6	60,6	***
Φ-Σκ×θ	3	198,5	66,1	1,69	NS
Υπόλοιπο	24	940,7	39,1		
ΣΥΝΟΛΟ	31	8503,9			

Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι οι μεταχειρίσεις φωτός και σκότους παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$). Επιπλέον, στατιστικά σημαντικά διαφέρουν και οι θερμοκρασίες ($p < 0,001$), σε αντίθεση με τις αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων που δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

▪ Αιγιάλη 2016



Ιστόγραμμα 2: Μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (%) κατά τις σταθερές θερμοκρασίες 15°C, 20°C, 25°C και 30°C σε συνθήκη φωτός και σκότους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2016. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των συνθηκών φωτός και σκότους. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των θερμοκρασιών.

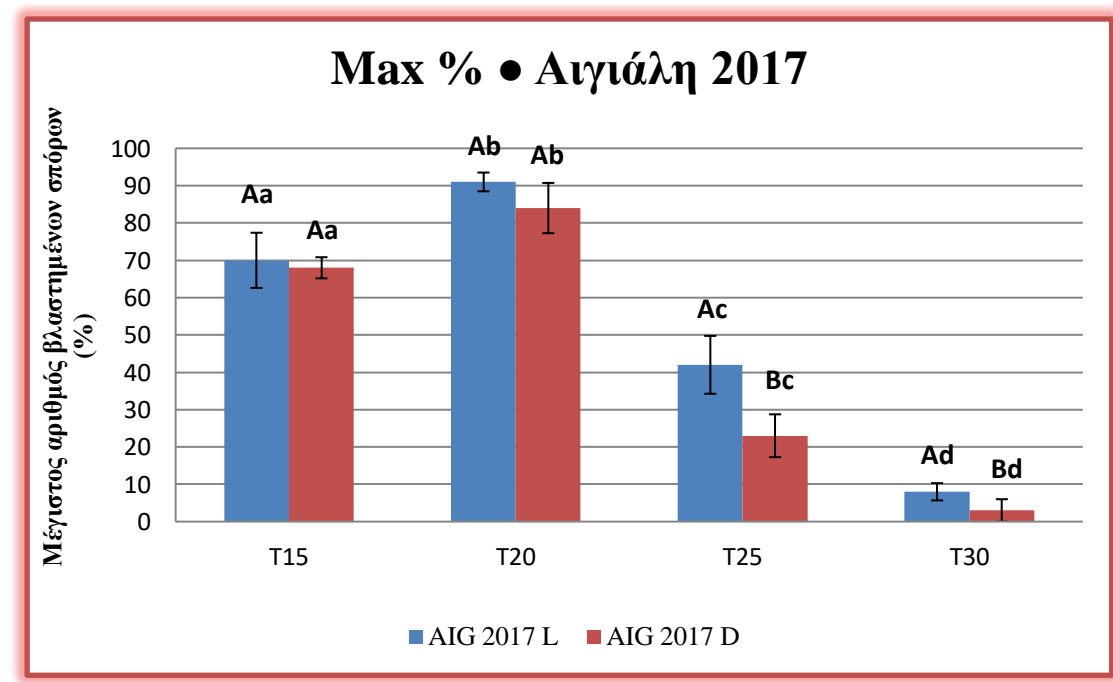
Στους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2016, ο μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (%) παρατηρείται στη θερμοκρασία 20°C υπό συνθήκη φωτός. Αναφορικά με το παράγοντα φωτός - σκότους, στατιστικά σημαντικά διαφέρουν οι θερμοκρασίες 15°C και 25°C. Για τη θερμοκρασία των 30°C, όπου σημειώθηκαν οι χαμηλότερες μετρήσεις, τόσο ο παράγοντας φωτός - σκότους όσο και ο παράγοντας θερμοκρασία, φαίνεται να μην έχουν καμία στατιστικά σημαντική επίδραση στη βλάστηση των σπόρων.

Πίνακας 2: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων θερμοκρασίας (15°C, 20°C, 25°C, 30°C) και συνθήκης φωτός (φως, σκότος) στο μέγιστο αριθμό βλαστημένων σπόρων (%) για τους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2016.

Ανάλυση	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Παραλλακτικότητα					
Φ-Σκ	1	586,1	586,1	5,70	*
θ	3	15207,7	5069,2	49,2	***
Φ-Σκ×θ	3	115,3	38,4	0,374	NS
Υπόλοιπο	24	2469,5	102,8		
ΣΥΝΟΛΟ	31	18378,6			

Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται τόσο για τον παράγοντα φωτός και σκότους ($p < 0,05$), όσο και για τον παράγοντα της θερμοκρασίας ($p < 0,001$). Αντίθετα, οι αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

■ Αιγιάλη 2017



Ιστόγραμμα 3: Μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (%) κατά τις σταθερές θερμοκρασίες 15°C, 20°C, 25°C και 30°C σε συνθήκη φωτός και σκότους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2017. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των συνθηκών φωτός και σκότους. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των θερμοκρασιών.

Στους σπόρους που προέρχονταν από Αιγιάλη του έτους 2017, ο μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων παρατηρείται στους 20°C υπό συνθήκη φωτός. Στατιστικά σημαντικά διαφέρουν οι θερμοκρασίες 25°C και 30°C αναφορικά με τη μεταχείριση φωτός και σκότους. Τέλος, ανεξάρτητα από τη μεταχείριση με φως ή σκότος, όλες οι θερμοκρασίες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

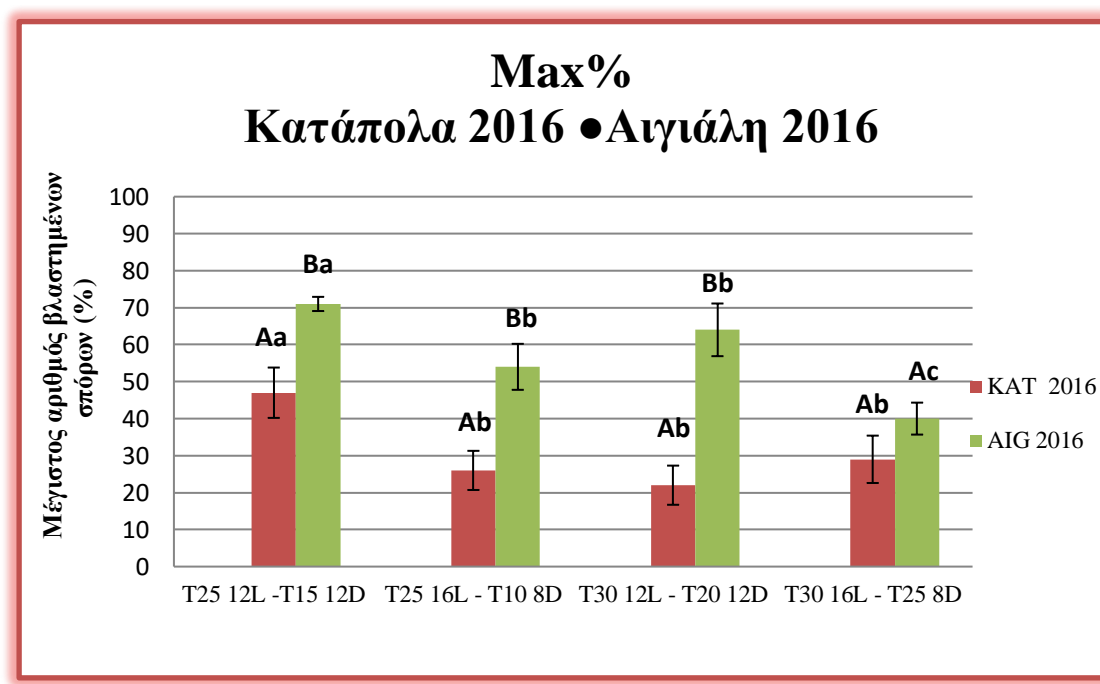
Πίνακας 3: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων θερμοκρασίας (15°C, 20°C, 25°C, 30°C) και συνθήκης φωτός (φως, σκότος) στο μέγιστο αριθμό βλαστημένων σπόρων (%) για τους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2017.

Ανάλυση Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Φ-Σκ	1	389,1	389,1	5,13	*
θ	3	16938,3	5646,1	74,4	***
Φ-Σκ×θ	3	164,1	54,7	0,721	NS
Υπόλοιπο	24	1821,7	75,9		
ΣΥΝΟΛΟ	31	19313,4			

Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται τόσο για τον παράγοντα φωτός και σκότους ($p < 0,05$), όσο και για τον παράγοντα της θερμοκρασίας ($p < 0,001$). Αντίθετα, οι αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

3.2.2. Εναλλασσόμενες θερμοκρασίες

▪ Κατάπολα 2016 - Αιγιάλη 2016



Ιστόγραμμα 4: Μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (%) με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 κατά τους διαφορετικούς συνδυασμούς εναλλασσόμενων θερμοκρασιών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των περιοχών. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των συνδυασμών εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.

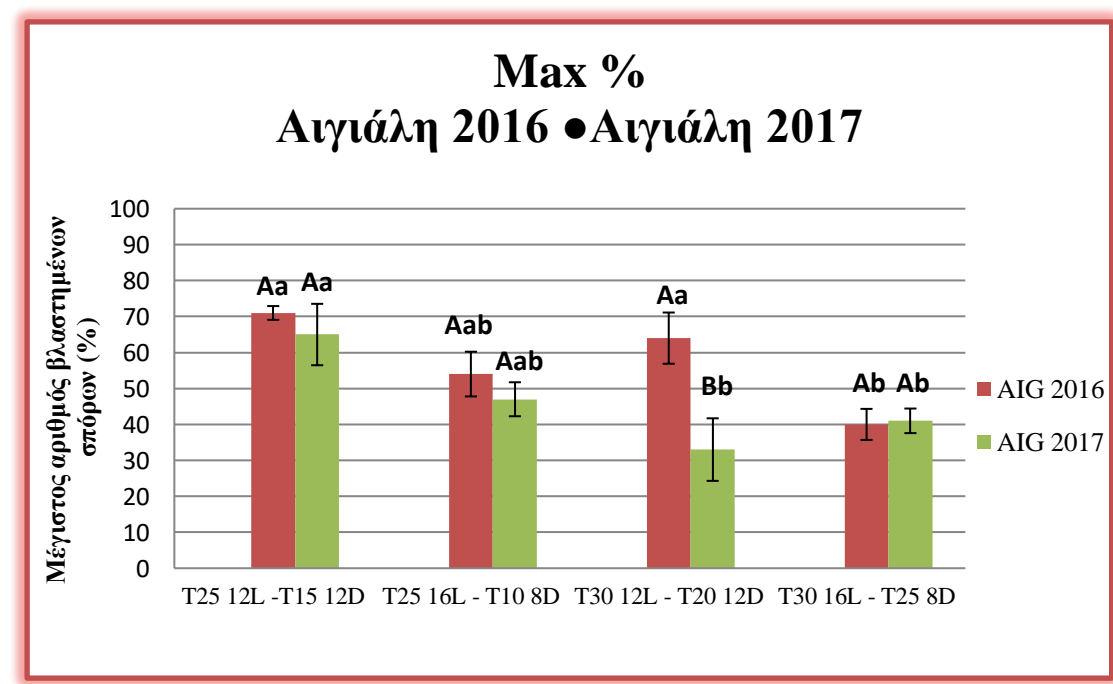
Συγκρίνοντας τους σπόρους των δύο τοποθεσιών, ο μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων για κάθε συνδυασμό παρατηρείται σε αυτούς με προέλευση από Αιγιάλη. Πιο συγκεκριμένα, για την τοποθεσία της Αιγιάλης, ο μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων παρατηρείται στον συνδυασμό των 25°C με 12 ώρες φωτός και 15°C με 12 ώρες σκότους, ο οποίος προσομοιάζει συνθήκες αγρού αργά το φθινόπωρο. Επιπροσθέτως, η περιοχή φαίνεται να επιδρά στατιστικά σημαντικά σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις.

Πίνακας 4: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων εναλλασσόμενων θερμοκρασιών (4 συνδυασμοί θερμοκρασιών με εναλλασσόμενες ώρες φωτός και σκότους) και περιοχής προέλευσης (Κατάπολα, Αιγιάλη) στο μέγιστο αριθμό βλαστημένων σπόρων (%) για τους σπόρους με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016.

Ανάλυση	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Παραλλακτικότητας					
Περ	1	586,1	586,1	5,70	*
θ	3	15207,7	5069,2	49,2	***
Περ×θ	3	115,3	38,4	0,374	NS
Υπόλοιπο	24	2469,5	102,8		
ΣΥΝΟΛΟ	31	18378,6			

Με βάση τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και για τους δύο παράγοντες, περιοχή ($p < 0,05$) και θερμοκρασία ($p < 0,001$) αντίστοιχα. Πάραυτα, οι αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων δεν φαίνεται να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

■ Αιγιάλη 2016 - Αιγιάλη 2017



Ιστόγραμμα 5: Μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων (%) με προέλευση από Αιγιάλη των ετών 2016 και 2017 κατά τους διαφορετικούς συνδυασμούς εναλλασσόμενων θερμοκρασιών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των διαφορετικών χρονιών. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των συνδυασμών εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.

Με βάση το ιστόγραμμα, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις οι σπόροι του έτους 2016 από Αιγιάλη υπερέχουν αριθμητικά. Ο μέγιστος αριθμός βλαστημένων σπόρων παρατηρείται στους σπόρους του έτους 2016 με το μεγαλύτερο ποσοστό κατά το συνδυασμό των 25°C με 12 ώρες φωτός και 15°C με 12 ώρες σκότους, ο οποίος προσομοιάζει συνθήκες αγρού αργά το φθινόπωρο. Το έτος δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στις περισσότερες περιπτώσεις.

Πίνακας 5: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων εναλλασσόμενων θερμοκρασιών (4 συνδυασμοί θερμοκρασιών με εναλλασσόμενες ώρες φωτός και σκότους) και έτους (2016, 2017) στο μέγιστο αριθμό βλαστημένων σπόρων (%) για τους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη.

Ανάλυση	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Παραλλακτικότητας					
Έτος	1	389,1	389,1	5,13	*
θ	3	16938,3	5646,1	74,3	***
Έτος×θ	3	164,1	54,7	0,721	NS
Υπόλοιπο	24	1821,7	75,9		
ΣΥΝΟΛΟ	31	19313,4			

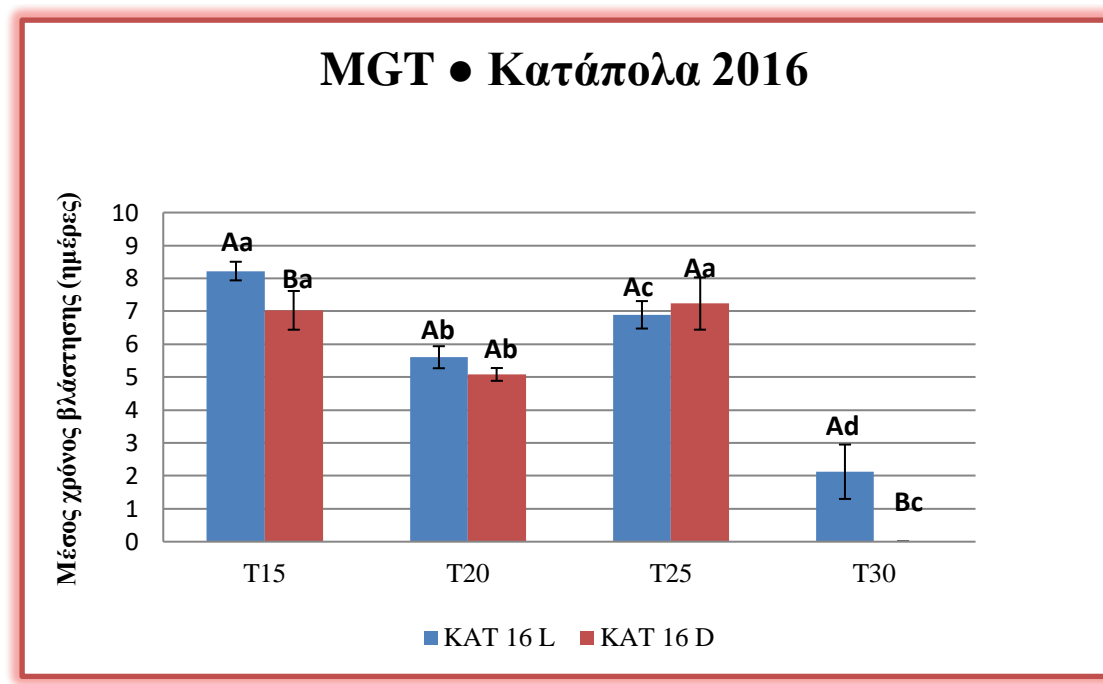
Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά και ο παράγοντας του έτους ($p < 0,05$), αλλά και ο παράγοντας της θερμοκρασίας ($p < 0,001$). Τέλος, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$.

3.3. Μέσος χρόνος βλάστησης (MGT)

Από την επεξεργασία των δεδομένων και τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

3.3.1. Σταθερές θερμοκρασίες

▪ Κατάπολα 2016



Ιστόγραμμα 6: Μέσος χρόνος βλάστησης (ημέρες) κατά τις σταθερές θερμοκρασίες 15°C, 20°C, 25°C και 30°C σε συνθήκη φωτός και σκότους με προέλευση από Κατάπολα του έτους 2016. Οι κατακόρυφες συμβολίζουσιν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των συνθηκών φωτός και σκότους. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των θερμοκρασιών.

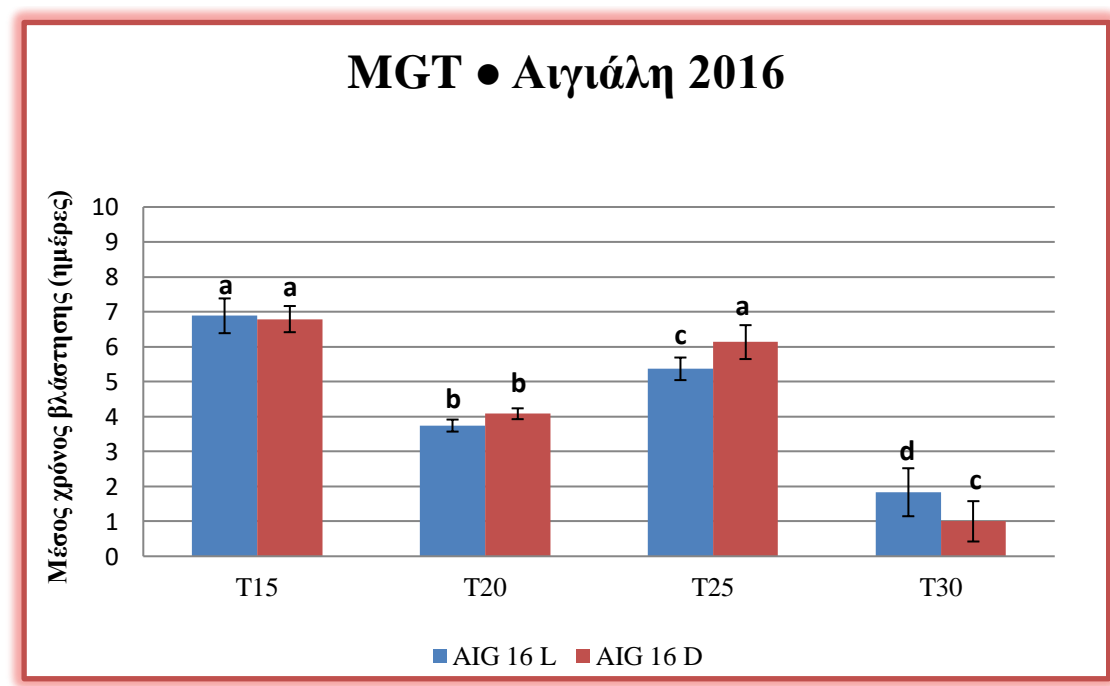
Με βάση το γράφημα, στη τοποθεσία Κατάπολα, ο μικρότερος μέσος χρόνος βλάστησης παρατηρήθηκε στη μεταχείριση των 30°C σε συνθήκη φωτός. Ωστόσο στη συγκεκριμένη θερμοκρασία ο αριθμός βλαστημένων σπόρων ήταν πολύ μικρός ή μηδενικός. Η μεταχείριση με φως επιδρά στατιστικά σημαντικά, πέραν από τη θερμοκρασία των 30°C, και στη θερμοκρασία των 15°C όπου παρατηρείται ο μεγαλύτερος μέσος χρόνος βλάστησης. Η θερμοκρασία, ανεξάρτητα από τη μεταχείριση φωτός – σκότους, επιδρά στατιστικά σημαντικά σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις.

Πίνακας 6: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων θερμοκρασίας (15°C, 20°C, 25°C, 30°C) και συνθήκης φωτός (φως, σκότος) στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) για τους σπόρους με προέλευση από Κατάπολα του έτους 2016.

Ανάλυση	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Φ-Σκ	1	6,12	6,12	5,94	*
θ	3	211,7	70,5	68,5	***
Φ-Σκ×θ	3	6,54	2,18	2,11	NS
Υπόλοιπο	24	24,7	1,03		
ΣΥΝΟΛΟ	31	249,2			

Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι ο παράγοντας φωτός και σκότους παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$). Επιπλέον, στατιστικά σημαντικά διαφέρουν και οι θερμοκρασίες ($p < 0,001$), σε αντίθεση με τις αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων που δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

■ Αιγιάλη 2016



Ιστόγραμμα 7: Μέσος χρόνος βλάστησης (ημέρες) κατά τις σταθερές θερμοκρασίες 15°C, 20°C, 25°C και 30°C σε συνθήκη φωτός και σκότους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2016. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των συνθηκών φωτός και σκότους. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των θερμοκρασιών.

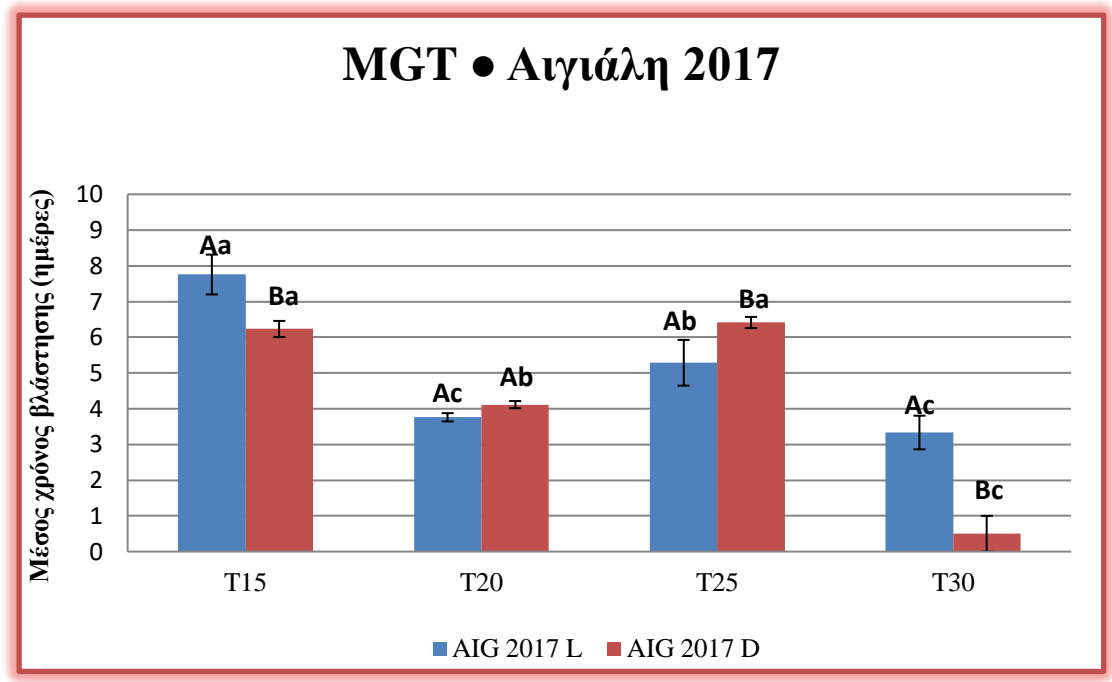
Με βάση το ιστόγραμμα, στους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2016, ο μικρότερος μέσος χρόνος βλάστησης παρατηρείται στη θερμοκρασία των 30°C στην οποία ωστόσο παρατηρήθηκε ο μικρότερος αριθμός βλαστημένων σπόρων. Ακόμη, η θερμοκρασία των 20°C έχει το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος στο μικρότερο χρόνο. Επιπροσθέτως, ο παράγοντας του φωτισμού δεν επιδρά στατιστικά σημαντικά στο χρόνο βλάστησης, σε αντίθεση με τον παράγοντα θερμοκρασία που στις περισσότερες περιπτώσεις έχει στατιστικά σημαντική επίδραση.

Πίνακας 7: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων θερμοκρασίας (15°C, 20°C, 25°C, 30°C) και συνθήκης φωτός (φως, σκότος) στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) για τους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2016.

Ανάλυση	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Παραλλακτικότητας					
Φ-Σκ	1	0,016	0,016	0,020	NS
θ	3	135,0	45,0	56,7	***
Φ-Σκ×θ	3	2,79	0,931	1,17	NS
Υπόλοιπο	24	19,0	0,794		
ΣΥΝΟΛΟ	31	156,9			

Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται για τον παράγοντα θερμοκρασία ($p < 0,001$). Αντίθετα, τόσο η μεταχείριση φωτός - σκότους όσο και οι αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

▪ Αιγιάλη 2017



Ιστόγραμμα 8: Μέσος χρόνος βλάστησης (ημέρες) κατά τις σταθερές θερμοκρασίες 15°C, 20°C, 25°C και 30°C σε συνθήκη φωτός και σκότους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2017. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των συνθηκών φωτός και σκότους. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των θερμοκρασιών.

Στους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2017, στις περισσότερες περιπτώσεις οι μέσοι όροι των επεμβάσεων με φως διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις με σκότος. Η βλάστηση ευνοείται χρονικά στη θερμοκρασία των 20°C, που πέρα από μικρό μέσο χρόνο βλάστησης, είχε και το πιο υψηλό ποσοστό φυτρώματος. Αντίθετα, η θερμοκρασία των 30°C, παρότι με βάση το ιστόγραμμα έχει το χαμηλότερο μέσο χρόνο βλάστησης, είχε και πολύ μικρό αριθμό βλαστημένων σπόρων.

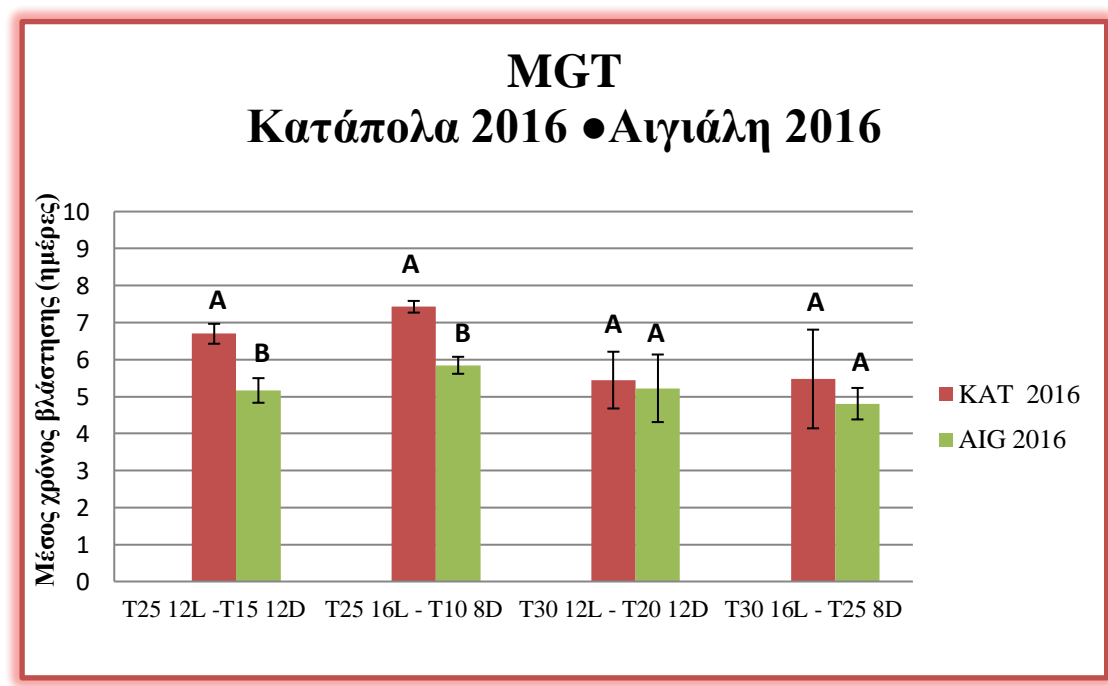
Πίνακας 8: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων θερμοκρασίας (15°C, 20°C, 25°C, 30°C) και συνθήκης φωτός (φως, σκότος) στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) για τους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2017.

Ανάλυση Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Φ-Σκ	1	6,43	6,43	9,95	**
θ	3	119,2	39,7	61,5	***
Φ-Σκ×θ	3	17,0	5,69	8,81	***
Υπόλοιπο	24	15,5	0,646		
ΣΥΝΟΛΟ	31	158,2			

Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται τόσο για τον παράγοντα φωτός και σκότους ($p < 0,01$), όσο και για τον παράγοντα της θερμοκρασίας ($P < 0,001$). Επιπροσθέτως, οι αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων φαίνεται να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,001$.

3.3.2. Εναλλασσόμενες θερμοκρασίες

▪ Κατάπολα 2016 - Αιγιάλη 2016



Ιστόγραμμα 9: Μέσος χρόνος βλάστησης (ημέρες) με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016 κατά τους διαφορετικούς συνδυασμούς εναλλασσόμενων θερμοκρασιών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουσ την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των περιοχών. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των συνδυασμών εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.

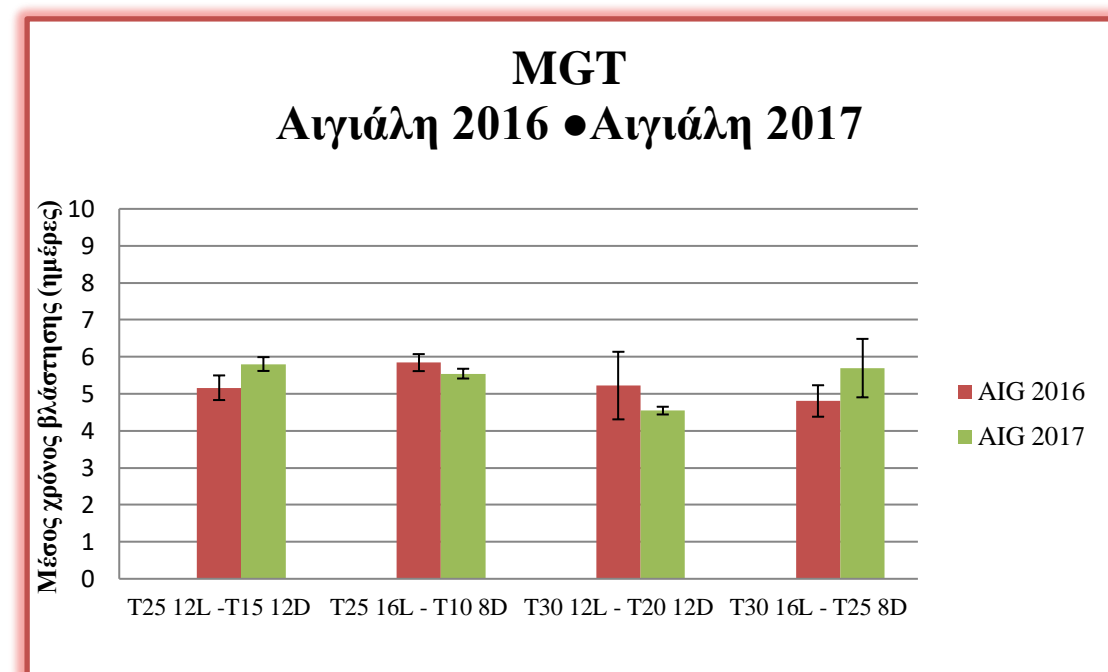
Συγκρίνοντας τους σπόρους των δύο τοποθεσιών, ο μικρότερος μέσος χρόνος βλάστησης για κάθε συνδυασμό παρατηρείται σε αυτούς με προέλευση από Αιγιάλη. Πιο συγκεκριμένα, για την τοποθεσία της Αιγιάλης, ο μικρότερος μέσος χρόνος βλάστησης παρατηρείται στον συνδυασμό των 30°C με 16 ώρες φωτός και 25°C με 8 ώρες σκότους, ο οποίος προσομοιάζει συνθήκες αγρού αργά το καλοκαίρι. Ακόμη, η περιοχή φαίνεται να επιδρά στατιστικά σημαντικά μόνο στους συνδυασμούς που προσομοιάζουν συνθήκες νωρίς το καλοκαίρι και αργά το φθινόπωρο.

Πίνακας 9: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων εναλλασσόμενων θερμοκρασιών (4 συνδυασμοί θερμοκρασιών με εναλλασσόμενες ώρες φωτός και σκότους) και περιοχής προέλευσης (Κατάπολα, Αιγιάλη) στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) για τους σπόρους με προέλευση από Κατάπολα και Αιγιάλη του έτους 2016.

Ανάλυση Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Περ	1	8,02	8,02	4,40	*
θ	3	10,9	3,63	1,99	NS
Περ×θ	3	2,68	0,893	0,490	NS
Υπόλοιπο	24	43,7	1,82		
ΣΥΝΟΛΟ	31	65,3			

Με βάση τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα της περιοχής ($p < 0,05$). Αντίθετα, τόσο ο παράγοντας της θερμοκρασίας όσο και οι αλληλεπιδράσεις των δύο παραγόντων δεν φαίνεται να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

▪ Αιγιάλη 2016- Αιγιάλη 2017



Ιστόγραμμα 10: Μέσος χρόνος βλάστησης (ημέρες) με προέλευση από Αιγιάλη των ετών 2016 και 2017 κατά τους διαφορετικούς συνδυασμούς εναλλασσόμενων θερμοκρασιών. Οι κατακόρυφες συμβολίζουν την τυπική απόκλιση των μέσων όρων. Τα διαφορετικά κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των διαφορετικών χρονιών. Τα διαφορετικά μικρά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των συνδυασμών εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.

Στους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη ο μικρότερος μέσος χρόνος βλάστησης παρατηρείται για το έτος 2017, για το συνδυασμό που προσομοιάζει συνθήκες νωρίς το φθινόπωρο. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε ανά έτος, ούτε ανά συνδυασμό εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.

Πίνακας 10: Ανάλυση Παραλλακτικότητας της επίδρασης των επεμβάσεων εναλλασσόμενων θερμοκρασιών (4 συνδυασμοί θερμοκρασιών με εναλλασσόμενες ώρες φωτός και σκότους) και έτους (2016, 2017) στο μέσο χρόνο βλάστησης (ημέρες) για τους σπόρους με προέλευση από Αιγιάλη.

Ανάλυση	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
Παραλλακτικότητας					
Έτος	1	0,154	0,154	0,165	NS
θ	3	2,89	0,964	1,03	NS
Έτος ×θ	3	3,34	1,11	1,19	NS
Υπόλοιπο	24	22,4	0,933		
ΣΥΝΟΛΟ	31	28,8			

Από τον πίνακα Ανάλυσης Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά αναφορικά με το έτος, το συνδυασμό εναλλασσόμενων θερμοκρασιών και την αλληλεπίδρασή τους για την περιοχή της Αιγιάλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανακεφαλαιώνοντας, από τη μελέτη και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτουν τα εξής:

Ο **παράγοντας του φωτός – σκότους** είχε στατιστικά σημαντική επίδραση τόσο στον αριθμό των σπόρων που βλάστησαν (%) όσο και στο μέσο χρόνο βλάστησης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μέσοι όροι των επεμβάσεων με φως διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τους μέσους όρους των επεμβάσεων με σκότος για κάθε σταθερή θερμοκρασία. Πιο συγκεκριμένα, οι σπόροι στη μεταχείριση με φως σημείωσαν υψηλότερες τιμές στον αριθμό των βλαστημένων σπόρων.

Ο **παράγοντας της θερμοκρασίας** είχε στατιστικά σημαντική επίδραση τόσο στο ποσοστό βλαστικότητας όσο και στο μέσο χρόνο βλάστησης. Όσον αφορά τις **σταθερές θερμοκρασίες**, οι σπόροι είχαν τα καλύτερα επίπεδα βλαστικότητας στο μικρότερο χρόνο βλάστησης στη θερμοκρασία των 20°C. Αντίθετα, στους 30°C ο αριθμός των σπόρων που βλάστησαν ήταν είτε πολύ μικρός είτε μηδενικός. Για τις υπόλοιπες σταθερές θερμοκρασίες, μετά τη θερμοκρασία των 20°C, σε αυτή των 15°C παρουσιάστηκε η καλύτερη βλαστικότητα ακολουθούμενη από τη θερμοκρασία των 25°C. Στις **εναλλασσόμενες θερμοκρασίες**, τα καλύτερα επίπεδα βλαστικότητας παρουσιάστηκαν κατά το συνδυασμό των 25°C με 12 ώρες φωτός και 15°C με 12 ώρες σκότους, που προσομοιάζει συνθήκες αργά το φθινόπωρο.

Επιπροσθέτως, για τις **εναλλασσόμενες θερμοκρασίες**, τόσο η **περιοχή** όσο και οι διαφορετικοί συνδυασμοί εναλλασσόμενων θερμοκρασιών είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό των βλαστημένων σπόρων, όχι όμως και στο μέσο χρόνο βλάστησης στον οποίο στατιστικά σημαντικά επέδρασε μόνο η περιοχή. Μεταξύ των δύο περιοχών, οι σπόροι με προέλευση από Αιγιάλη παρουσίασαν φανερά καλύτερο ποσοστό βλαστικότητας στο μικρότερο χρόνο συγκριτικά με αυτούς που προέρχονταν από Κατάπολα. Ακόμη, για τη σταθερή θερμοκρασία των 20°C, οι σπόροι με προέλευση από Αιγιάλη του έτους 2017 είχαν καλύτερα επίπεδα βλαστικότητας συγκριτικά με αυτούς του 2016 από Αιγιάλη και Κατάπολα, οι οποίοι είχαν χαμηλότερα ποσοστά βλαστικότητας.

Για την περιοχή της Αιγιάλης, τόσο το έτος όσο και οι διαφορετικοί συνδυασμοί των εναλλασσόμενων θερμοκρασιών επέδρασαν στατιστικά σημαντικά στον αριθμό των βλαστημένων σπόρων αλλά όχι στο μέσο χρόνο βλάστησης. Οι σπόροι από Αιγιάλη του έτους 2016 φάνηκαν να έχουν υψηλότερη βλαστικότητα χωρίς όμως να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές συγκριτικά με τους σπόρους του 2017 για τους περισσότερους συνδυασμούς εναλλασσόμενων θερμοκρασιών.

Τέλος, αναφορικά με τις **αλληλεπιδράσεις** στατιστικά σημαντική υπήρξε μόνο αυτή μεταξύ των παραγόντων της θερμοκρασίας και της μεταχείρισης φωτός – σκότους στο μέσο χρόνο βλάστησης, για τους σπόρους από Αιγιάλη του έτους 2016. Κατά τα άλλα, δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των υπολοίπων παραγόντων (θερμοκρασία × φως ή σκότος), (περιοχή × θερμοκρασία) και (έτος × θερμοκρασία) στη βλαστικότητα.

Συμπερασματικά:

- Το φως ευνόησε περισσότερο τη βλάστηση συγκριτικά με το σκότος. Η απαίτηση σε φως είναι ιδιαίτερα συχνή σε είδη με πολύ μικρούς σπόρους (Atwater 1980, Bell 1993). Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με αποτελέσματα από αντίστοιχα πειράματα στο συγγενές είδος *Helichrysum aureonitens* (Willis and Groves, 1991, Afolayan *et al.*, 1997).
- Οι σπόροι στις χαμηλότερες θερμοκρασίες (15°C, 20°C) είχαν καλύτερη βλαστικότητα συγκριτικά με τις υψηλότερες θερμοκρασίες (25°C, 30°C). Παρόμοια αποτελέσματα προκύπτουν από αντίστοιχο πείραμα στο *Helichrysum cassinianum* (Mott, 1972, Willis and Groves, 1991) και στο *Helichrysum apiculatum* (Willis and Groves, 1991).
- Η περιοχή προέλευσης επηρέασε τη βλαστικότητα. Οι σπόροι με προέλευση από Αιγιάλη είχαν καλύτερη βλαστικότητα συγκριτικά με τους σπόρους από Κατάπολα. Αυτό πιθανόν οφείλεται στις περιβαλλοντικές συνθήκες και κυρίως στο υψόμετρο (Νικητίδης, 2019, Φιλίππι, 2008, Galbany-Casals *et al.*, 2011). Τα Κατάπολα βρίσκονται πιο νότια και δυτικά και το φυτικό υλικό προέρχονταν από φυτά κοντά στη θάλασσα. Αντίθετα, η Αιγιάλη βρίσκεται πιο βόρεια, σε μεγαλύτερο υψόμετρο συγκριτικά με τα Κατάπολα και επίσης το φυτικό υλικό προέρχονταν από φυτά που βρίσκονταν σε βραχώδη περιοχή.

Επομένως η περιοχή της Αιγιάλης ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες του φυτού και ταιριάζει καλύτερα στο φυσικό ενδιαίτημα του είδους.

- Το έτος επέδρασε στη βλαστικότητα, πάραυτα σε μικρό βαθμό, καθώς η διαφορά μεταξύ του αριθμού των σπόρων του 2016 και 2017 που βλάστησαν είναι μικρή. Τα αποτελέσματα σε αυτή τη περίπτωση θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν αντιφατικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ικανότητα βλάστησης μειώνεται με το πέρασ του χρόνου (Salwiska, 2007, Salwiska *et al.*, 2009). Επομένως, θα αναμέναμε να δούμε τους σπόρους από το έτος 2017 να έχουν καλύτερη βλαστικότητα. Το αντίθετο αποτέλεσμα πιθανόν οφείλεται στις κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν κατά το έτος 2017 (<https://meteo.gr/>) όπου υπήρξε εντονότερη βροχόπτωση, γεγονός που πιθανόν να είχε δυσμενή επίδραση για τα φυτά του είδους *H. amorginum* που είναι ξηρικό. Επομένως, το είδος ανταποκρίνεται καλύτερα ως προς τη βλαστική του ικανότητα στις ξηροθερμικές συνθήκες.

Καταλήγοντας, το επιστημονικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει το είδος αυτό σε συνδυασμό με το χαρακτηρισμό του ως εύτρωτο εξαιτίας της συνεχούς συλλογής που τείνει να το εξαφανίσει, οδηγούν σε ανάγκη διατήρησής του και ένταξής του σε καλλιέργεια. Επειδή το είδος είναι ενδημικό, η γνώση και η κατανόηση της «συμπεριφοράς» και της βλαστικής ικανότητάς του αποτελούν τα πρώτα βήματα που είναι απαραίτητα ώστε να εδραιωθούν κατάλληλα πρωτόκολλα για τον τρόπο καλλιέργειας του είδους.

Τα παραπάνω συμπεράσματα αποτελούν ενδείξεις για τη βλαστική ικανότητα του είδους και τις απαιτήσεις του. Η περαιτέρω έρευνα κρίνεται αναγκαία. Ενδεικτικά, η μελέτη μπορεί να συνεχιστεί εξετάζοντας τη βλαστικότητα του είδους και σε άλλες συνθήκες και συνδυασμούς εναλλασσόμενων θερμοκρασιών, καθώς και με τη προσπάθεια ανάπτυξης βιώσιμων φυταρίων ως συνέχεια του τεστ βλαστικότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Afolayan, A.J., Meyer, J.J.M., and Leeuwner D.V., 1997. Germination in *Helichrysum aureonitells* (Asteraceae): Effects of temperature, light, gibberellic acid, scarification and smoke extract. S. Ali J. Bot. ,63(1): 22-24
- Akaberi, M., Danton, O., Tayarani-Najaran, Z., Asili, J., Iranshahi, M., Emami, S.A., Hamburger, M., 2019. HPLC-based activity profiling for antiprotozoal compounds in the endemic Iranian medicinal plant *Helichrysum ocephalum*. J. Nat. Prod., A head of Print.
- Angioni, A., Barra, A., Arlorio, M., Coisson, J. D., Russo, M. T., Pirisi, F. M., Satta, M., Cabras, P., 2003. Chemical composition, plant genetic differences, and antifungal activity of the essential oil of *Helichrysum italicum* G. Don ssp. *Microphyllum* (Willd) Nym. J. Agric. Food Chem. 51, 1030–1034.
- Antunes Viegas, D., Palmeira-de-Oliveira, A., Salgueiro, L., Martinez-de-Oliveira, J., Palmeira-de-Oliveira, R., 2014. *Helichrysum italicum*: from traditional use to scientific data. J. Ethnopharmacol. 151, 54–65.
- Aslan, M., Orhan, D. D., Orhan, N., Sezik, E., Yesilada, E., 2007. A study of antidiabetic and antioxidant effects of *Helichrysum graveolens* capitulum in streptozotocin-induced diabetic rats. Journal of Medicinal Food 10, 396-400.
- Atwater, B.R., 1980. Germination, dormancy and morphology of the seeds of herbaceous ornamental plants Seed Science and Technology , NOR; DA. 1980; VOL. 8; NO 4; PP. 523-573; ABS. FRE/GER; BIBL. 4 P.
- Auge, R.M., 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza 11, 3–42.
- Auge, R.M., 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil–plant water relations. Can. J. Plant Sci. 84, 373–381.
- Azizi, N., Sheidai, M., Mozafarian, V., Noormohammadi, Z., 2014 a. Genetic, cytogenetic and morphological diversity in *Helicrysum leucocephalum* (Asteraceae) populations. Biologia (Poland) 69, 566–573.
- Azizi, N., Sheidai, M., Mozaffarian, V., Arman, M., Noormohammadi, Z., 2019. Assessment of relationships among and within *Helichrysum* mill. (Asteraceae) species by using issr markers and morphological traits. Hacquetia 18, 105–118.

- Azizi, N., Sheidai, M., Mozaffarian, V., Nourmohammadi, Z., 2014b. Karyotype and genome size analyses in species of *Helichrysum* (Asteraceae). *Acta Bot. Bras.* 28, 367–375.
- Ballero, M., Menichini, F., Poli, F., 2005. Influence of environmental factors on composition of volatile constituents and biological activity of *Helichrysum italicum* (Roth) Don (Asteraceae). *Nat. Prod. Res.* 19, 379–387.
- Barea, J.M., Azcon-Aguilar, C., Azcon, R., 1991. The role of VA mycorrhizas in improving plant N acquisition from soil as assessed with ^{15}N . In: Flitton, C. (Ed.), *The Use of Stable Isotopes in Plant Nutrition. Soil Fertility and Environmental Studies*. Joint IAEA/FAO Division, Vienna, pp. 209–216.
- Bell, D. T., Plummer, I. A., & Taylor, S. K. 1993, Seed germination ecology in South Western Australia. *BOI. Rev.* 59: 24-73.
- Benelli, G., Canale, A., Conti, B., 2014. Eco-friendly control strategies against the asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Diptera: *Culicidae*): repellency and toxic activity of plant essential oils and extracts. *Pharmacology online* 1, 44–50.
- Benelli, G., Pavela, R., Rakotosaona, R., Randrianarivo, E., Nicoletti, M., Maggi, F., 2018. Chemical composition and insecticidal activity of the essential oil from *Helichrysum faradifani* endemic to Madagascar. *Nat. Prod. Res.* 32, 1690–1698.
- Bertoli, A., Conti, B., Mazzoni, V., Meini, L., Pistelli, L., 2012. Volatile chemical composition and bioactivity of six essential oils against the stored food insect *Sitophilus zeamais* Motsch. (*Coleoptera Dryophthoridae*). *Natural Product Research* 26, 2063-2071.
- Bianchini, A., Santoni, F., Paolini, J., Bernardini, A.F., Mouillot, D., Costa, J., 2009. Partitioning the relative contributions of inorganic plant composition and soil characteristics to the quality of *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* (Roth) G. Don fil. essential oil. *Chemistry & Biodiversity* 6, 1014-1033.
- Bianchini, A., Tomi, F., Richomme, P., Bernardini, A.F., Casanova, J., 2004. Eudesm-5-en-11-ol from *Helichrysum italicum* essential oil. *Magnetic Resonance in Chemistry* 42, 983-984.
- Bianchini, A., Tomi, P., Bernardini, A.F., Morelli, I., Flamini, G., Cioni, P.L., Usai, M., Marchetti, M., 2003. A comparative study of volatile constituents of

- two *Helichrysum italicum* (Roth) Guss. Don Fil sub species growing in Corsica (France), Tuscany and Sardinia (Italy). *Flavour and Fragrance Journal* 18,487-491.
- Bianchini, A., Tomi, P., Costa, J., Bernardini, A.F., 2001. Composition of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil. subsp. *italicum* essential oils from Corsica (France). *Flavour and Fragrance Journal* 16, 30-34.
 - Bilz, M.,(2011): European red list of vascular plants. – Luxembourg.
 - Blazevic N, Petricic J, Stanic G, Males Z. *Acta Pharm.* 1995; 45:517.
 - Brown, N, A, C. 1993a. Seed germination in the fynbos fire ephemeral. *Syncarpha vCJ tlla* (L.) B. Nord. is promoted by smoke. Aqueous extracts of smoke and charred wood derived from burning the ericoid-leaved shrub. *PauerilJa VIIIgarjif Thoday. Int. J. Wildlald Fire*3(4): 203- 206.
 - Brunetti, G., Ruta, C., Traversa, A., D'Ambruso, G., Tarraf, W., De Mastro, F., De Mastro, G., Coccozza, C., 2018. Remediation of a heavy metals contaminated soil using mycorrhized and non-mycorrhized *Helichrysum italicum* (Roth) Don. *Land Degrad. Dev.*29, 91–104.
 - Buchwald, W. 1992. Sandy everlasting as a vanishing species. *Wiad. Ziel.* 34, 5–6.
 - Bunker. K. V. 1994. Overcoming poor germination in Australian daisies (Asteraceae) by combinations of gibberellin. scarification. Light and dark. *Sci. Horf.* 59: 243-252.
 - Butorac, B. 1999. “*Helichrysum arenarium* (L.) Moench subsp. *Arenarium*,” in Red Data Book of Flora of Serbia, 1. Extinct and critically endangered taxa, stred V. Stevanovi´c (Belgrade:Ministry of environment of the Republic of Serbia),294–296.
 - Cane, E.D., 1990. Enzymatic formation of sesquiterpenes. *Chem Rev.* 90, 1089}1103.
 - Cavalli J. - F., Ranarivelo L., Ratsimbason M., Bernardini A. - F. and Casanova J., 2001. Constituents of the essential oil of six *Helichrysum* species from Madagascar, *Flavour Fragr. J.* ; 16: 253–256 DOI: 10.1002/ffj.994.
 - Chalcat J. C. and Özcan M. M. 2006. Composition of the essential oil of *Helichrysum chasmolyticum* growing wild in Turkey, *J. Med. Food.* 9(2), 287-289.

- Chinou, I. B.; Roussis, V.; Perdetzoglou, D.; Loukis, A., 1996 Chemical and Biological Studies on Two *Helichrysum* Species of Greek Origin. *Planta Med.*, 62, 377-339.
- Chinou, I.B., Bougatsos, C., Perdetzoglou, D., 2004. Chemical composition and antimicrobial activities of *Helichrysum amorginum* cultivated in Greece. *J. Essent. Oil Res.*16, 243–245.
- Cicin, N.W. 1962. Atlas Lekarstvennych Rastenij SSSR. Moscow: Izd Med Lit.
- Clapham, A. R., Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N. A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (Eds.), 1976. *Helichrysum* Mill. In: *Flora Europaea*, vol. 4. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 128–131.
- Conti, B., Canale, A., Bertoli, A., Gozzini, F., Pistelli, L., 2010. Essential oil composition and larvicidal activity of six Mediterranean aromatic plants against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: *Culicidae*). *Parasitology Research* 107, 1455-1461.
- Cosar G, Cubukcu B. Antibacterial activity of *Helichrysum* species growing in Turkey, *Fitoterapia* 1990; LXI: 161–4.
- Cui, H. Y., Zhao, C. T., Lin, L., 2015. Antibacterial activity of *Helichrysum italicum* oil on vegetables and its mechanism of action. *J. Food Process. Pres.* 39, 2663–2672.
- Cui, H.Y., Li, W., Li, C.Z., Lin, L., 2016. Synergistic effect between *Helichrysum italicum* essential oil and cold nitrogen plasma against *Staphylococcus aureus* biofilms on different food-contact surfaces. *Int. J. Food Sci. Technol.* 51, 2493–2501.
- Czinner, E., Hagymasi, K., Blazovics, A., Kery, A., Szoke, E., Lemberkovics, E., 2001. The *in vitro* effect of *Helichrysum flos* on microsomal lipid peroxidation. *Journal of Ethnopharmacology* 77, 31–35.
- Czinner, E., Lemberkovics, E., Bihatsi-Karsai, E., Vitanyi, G., Lelik, L., 2000. Composition of the essential oil from the inflorescence of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. *J. Essent. Oil Res.* 12, 728–730.
- D'Amato, G., 1971. Numeri cromosomici per la Flora Italiana. *Inf. Bot. Ital.* 3, 124–157.

- Davis P. H., Kupicha F. K. 1975 *Helichrysum*. In: Davis P.H. (Ed.). *Flora of Turkey*, Vol. 5. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK, pp 80–97.
- de Candolle, A.P. 1838. *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*. Vol. 6. Treuttel & Wurtz, Paris.
- De La Garza, A. L., Etxeberria, U., Lostao, M. P., San Roman, B., Barrenetxe, J., Alfredo Martinez, J., Milagro, F. I., 2013. *Helichrysum* and grapefruit extracts inhibit carbohydrate digestion and absorption, improving post prandial glucose levels and hyperinsulinemia in rats. *J. Agric. Food Chem.* 61, 12012–12019.
- Dimopoulos P., et al., (2016) *Vascular plants of Greece: an annotated checklist*.
- do Nascimento, M.C., Mors, W.B., 1972d. Chalcones of the root bark of *Derris sericea*. *Phytochem.* 11, 3023–3028.
- Domac, R., 1994. *Flora Hrvatske - Priručnik za određivanje bilja*. Školska knjiga, Zagreb.
- Drapeau, J., Fröhler, C., Touraud, D., Kröckel, U., Geier, M., Rose, A., Kunz, W., 2009. Repellent studies with *Aedes aegypti* mosquitoes and human factory tests on 19 essential oils from Corsica, France. *Flavour and Fragrance Journal* 24, 160-169.
- Esmagambetova, A. B., and Ahmetzanova, A. I. 2006. Methods of cultivation sandy everlasting in conditions of Central Kazakhstan. *Bull. Karaganda State Univ.* 3, 3–6.
- Facino, R.M., Carini, M., Franzoi, L., Pirola, O., Bosisio, E., 1990. Phytochemical characterization and radical scavenger activity of flavonoids from *Helichrysum italicum* G.Don (Compositae). *Pharmacol. Res.* 22, 709–721.
- Fijalkowski, D., and Seroczynska, M. 1974. Sandy everlasting [*Helichrysum arenarium* (L.)Moench] in Lubelskie voivod ship and its cultivation. *Herba Pol.*20, 363–372.
- Gajic, M. 1975. “*Helichrysum* Mill,” in *Flora SR Srbije*, ed M. Josifović (Beograd:Srpska Akademija Nauka i Umetnosti), 45–46.

- Galbany-Casals M., Romo A.M. 2008 Polyploidy and new chromosome counts in *Helichrysum* Mill.(Asteraceae: Gnaphalieae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 158, 511–521.
- Galbany-Casals M., Saez L., Benedi' C. 2006a. A taxonomic revision of *Helichrysum* Mill. sect. *Stoechadina* (DC.) Gren. & Godr. (Asteraceae,Gnaphalieae). *Canadian Journal of Botany*, 84,1203–1232.
- Galbany-Casals, M., Blanco-Moreno, J.M., Garcia-Jacas, N., Breitwieser, I., Smissen, R.D., 2011. Genetic variation in Mediterranean *Helichrysum italicum* (Asteraceae; Gnaphalieae): do distinct populations of subsp. *microphyllum* have a common origin *Plant Biol.* 13, 678–687.
- Gemma, J.N., Koske, R.E., 1997. Arbuscular mycorrhizae in sand dune plants of the north Atlantic Coast of the US: field and greenhouse inoculation and presence of mycorrhizae in planting stock. *J. Environ. Manage.* 50, 251–264.
- Germer R. 1985. *Flora des pharaonischen Agypten*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Giovanelli S., De Leo M., Cervelli C., Ruffoni B., Ciccarelli D. and Pistelli L. 2018. Essential oil composition and volatile profile of seven *Helichrysum* species grown in Italy, *Chem. Biodivers.* 15, doi: 10.1002/cbdv.201700545.
- Giovannini, A., Amoretti, M., Savona, M., Di Guardo, A., Ruffoni, B., 2003. Tissue Culture in *Helichrysum* spp.
- Giuliani, C., Lazzaro, L., Calamassi, R., Calamai, L., Romoli, R., Fico, G., Foggi, B., Lippi, M.M., 2016. A volatolomic approach for studying plant variability: the case of selected *Helichrysum* species (Asteraceae). *Phytochemistry* 130, 128–143.
- Giunti C. 1995. Il sole d'oro. *Fitoterapia* 66:36–39.
- González-Tejero, M.R., 1989. *Investigaciones Etnobotánicas en la provincia de Granada* (Ph.D. thesis). University of Granada, Granada.
- Graham, J.H., 2001. What do root pathogens see in mycorrhizas? *New Phytol.* 148, 357–359.
- Gucwa – Przepióra E., Turnau K., 2001. Arbuscular mycorrhiza and plant succession on zinc smelter spoil heap in Katowice-Welnowiec, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 70:153-158.

- Guinoiseau, E., Lorenzi, V., Luciani, A., Muselli, A., Costa, J., Casanova, J., Berti, J., 2013. Biological properties and resistance reversal effect of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don. In: Méndez Vilas, A. (Ed.), *Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education*. Formatex Research Center, Badajoz, pp.1073–1080.
- Harborne, J.B., 1977. Chemosystematics and coevolution. *Pure Appl. Chem.* 49, 1403–1421.
- Hellenic Pharmacopeia Ed. IV(1989) Athens, Vol. I, pp. 191 —193.
- Hellivan, P.J., 2009. Immortelle’s sustainable resurgence. *Perfum. Flavor.* 34, 34–40.
- Hilliard, a.M. 1983, Asteraceae (Compositae). *Flora S. Afr.* 33(7):96-97.
- Hilliard, O.M. 1983. *Helichrysum* Mill. In *Flora of Southern Africa*. Vol. 33 (7, 2). Edited by O.A. Leistner. Department of Agriculture, Pretoria. pp. 61–310.
- Jahn, R., Schonfelder, P., 1995. *Exkursions flora fur Kreta*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.
- Karasartov, B.S., Kurkin, V.A., Zapesochay, G.G., 1992. Coumarins and flavonoids of the flowers of *Helichrysum italicum*. *Chem. Nat. Compd.* 28, 504–505.
- Kladar, N.V., Anackov, G.T., Rat, M.M., Srdanovic, B.U., Grujic, N.N., Sefer, E.I., Bozin, B.N., 2015. Biochemical characterization of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *italicum* (Asteraceae) from Montenegro: phytochemical screening, chemo taxonomy, and antioxidant properties. *Chem. Biodivers.* 12, 419–431.
- Leonardi, M., Ambryszewska, K.E., Melai, B., Flamini, G., Cioni, P.L., Parri, F., Pistelli, L., 2013. Essential-oil composition of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *italicum* from Elba Island (Tuscany, Italy). *Chem. Biodivers.* 10, 343–355.
- Les, F., Venditti, A., Casedas, G., Frezza, C., Guiso, M., Sciubba, F., Serafini, M., Bianco, A., Valero, M.S., Lopez, V., 2017. Everlasting flower (*Helichrysum stoechas* Moench) as a potential source of bioactive molecules with antiproliferative, antioxidant, antidiabetic and neuroprotective properties. *Ind. Crop. Prod.* 108, 295–302.

- Lilleleht, V. 1998. Red Data Book of Estonia, Tartu: Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon. (In Estonian with English summary). Available online at:
- Lourens, A.C., Viljoen, A.M., van Heerden, F.R., 2008. South African *Helichrysum* species: a review of the traditional uses, biological activity and phytochemistry. *Journal of Ethnopharmacology* 119, 630-652.
- Lwande, W., Hassanali, A., Wanyama, O.B., Ngola, S., Mwangi, J.W., 1993. Constituents of the essential oil of *Helichrysum odoratissimum*. *Ess. Oil Res* 5, 93-95.
- Maksimovic, S., Tadic, V., Skala, D., Zizovic, I., 2017. Separation of phytochemicals from *Helichrysum italicum*: an analysis of different isolation techniques and biological activity of prepared extracts. *Phytochemistry* 138, 9-28.
- Maloupa, E., Krigas, N., Grigoriadou, K. and Tsoktouridis, G., 2008. Conservation strategies for native plant species and their sustainable exploitation: Case of the Balkan Botanic Garden of Kroussia, N. Greece. In: Teixeira da Silva J.A. (Ed), *Floriculture Ornamental Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues (1st Edition)*, Vol. V (4): 37-56. Global Science Books, Isleworth, UK.
- Mancini, E., De Martino, L., Marandino, A., Scognamiglio, M.R., De Feo, V., 2011. Chemical composition and possible *in vitro* phytotoxic activity of *Helichrysum italicum* (Roth) Don ssp. *italicum*. *Molecules* 16, 7725-7735.
- Mao, Z., Gan, C., Zhu, J., Ma, N., Wu, L., Wang, L., Wang, X., 2017. Anti-atherosclerotic activities of flavonoids from the flowers of *Helichrysum arenarium* L. Moench through the pathway of anti-inflammation. *Bio org. Med. Chem. Lett.* 27, 2812-2817.
- Mari, A., Napolitano, A., Masullo, M., Pizza, C., Piacente, S., 2014. Identification and quantitative determination of the polar constituents in *Helichrysum italicum* flowers and derived food supplements. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 96, 249-255.
- Mastelic, J., Politeo, O., Jerkovic, I., 2008. Contribution to the analysis of the essential oil of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don. Determination of ester bonded acids and phenols. *Molecules* 13, 795-803.

- Mastelic, J., Politeo, O., Jerkovic, I., Radosevic, N., 2005. Composition and antimicrobial activity of *Helichrysum italicum* essential oil and its terpene and terpenoid fractions. *Chemistry of Natural Compounds* 41, 35–40.
- Maznev, N. I. 2004. *Entsiklopediia Lekarstvennykh Rastenii* (Encyclopedia of Medicinal Plants). Moscow: Martin Press.
- Melito, S., Petretto, G.L., Podani, J., Foddai, M., Maldini, M., Chessa, M., Pintore, G., 2016. Altitude and climate influence *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum* essential oils composition. *Ind. Crop Prod.* 80, 242–250.
- Menkovic, N.; Tasic, S.; Dokovic, D.; Ristic, M.; Krivokuca Dokic, D. Etarskoulje *Helichrysum angustifolium* D.C. *Arch.Farm.* 1994, 44, 1-2.
- Monteiro, C.M., Calheiros, C.S.C., Martins, J.P., Costa, F.M., Palha, P., de Freitas, S., Ramos, N.M.M., Castro, P.M.L., 2017a. Substrate influence on aromatic plant growth in extensive green roofs in a Mediterranean climate. *Urban Ecosyst.* 20, 1347–1357.
- Monteiro, C.M., Calheiros, C.S.C., Palha, P., Castro, P.M.L., 2017b. Growing substrates for aromatic plant species in green roofs and water run off quality: pilot experiments in a Mediterranean climate. *Water Sci. Technol.* 76, 1081–1089.
- Morison, R., 1699. *Plantarum Historia Universalis Oxoniensis*. Parstertia, Oxford (Oxonii).
- Morone-Fortunato, I., Montemurro, C., Ruta, C., Perrini, R., Sabetta, W., Blanco, A., Lorusso, E., Avato, P., 2010. Essential oils, genetic relationships and *in vitro* establishment of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *italicum* from wild Mediterranean germplasm. *Industrial Crops and Products* 32, 639-649.
- Moroz, I., Bojcenko, S., Kondratenko, S., and Seludko, P. 1976. “Sandy everlasting in Ukraine and the possibility of introducing it to the culture,” in *New Culture in the National Economy and Medicine - Cultivation of Medicinal Plants in Western Siberia and Central Kazakhstan*, eds V. B. Zagumennikov, S. E. Dzmitruk, T. N. Zagumennikova, S. M. Adekenov, and A. F. Khristenko (Tomsk: NLT), 37–38.
- Mott, J. J. 1972. *Journal of Ecology* 60: 293-304.

- Mott, J. J. 1974. Factors affecting seed germination in three annual species from an arid region of Western Australia. *Journal of Ecology* 62, 699-709.
- Mott, J. J., and Groves, R. H. 1981. Germination strategies. In *The Biology of Australian Plants..* (Eds J. S. Pate and A. J. Mc Comb.) pp. 307-341. (University of Western Australian Press: Nedlands, Western Australia).
- Mulet, L., 1991. Estudio etnobotánico de la provincia de Castellón. Diputación de Castellón, Castellón, Spain.
- Nincevic, T., Grdisa, M., Satovic, Z., Jug-Dujakovic, M., 2019 . *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don: Taxonomy, biological activity, biochemical and genetic diversity. *Industrial Crops & Products oils of Helichrysum litoreum Guss., Flavour Fragr.* 17, 46-48.
- Olsson, K., Pihlik, U., Radušiene, J., and Wedelsbäck, B. K., 2005. *Helichrysum arenarium* (L.) Moench (Everlasting) in Spice- and Medicinal Plants in the Nordic and Baltic Countries Conservation of Genetic Resources. Report from the SPIMED-project group at the Nordic Gene Bank, Alnarp, Sweden, 55–65.
- Pacholak, H., and Zalecki, R. 1979. Sposoby rozmnozania kocanek piaskowych./Sandy Everlasting propagation methods. *Wiad. Ziel.* 3, 10–11.
- Paolini, J., Desjobert, J.-M., Costa, J., Bernardini, A.-F., Castellini, C.B., Cioni, P.-L., Flamini, G., Morelli, I., 2006. Composition of essential oils of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil subsp. *Italicum* from Tuscan archipelago islands. *Flavour and Fragrance Journal* 21, 805-808.
- Papafotiou, M., Tassoula, L., Mellos, K., 2018. Construction and maintenance factors affecting most the growth of shrubby Mediterranean native plants on urban extensive green roofs. *Acta Hort.* 1215, 101–108.
- Peace Rhind, J., 2012. *Essential Oils: A Handbook for Aromatherapy Practice*, 2nd ed. Singing Dragon, Philadelphia, pp. 148–149.
- Peris, J.B., Stubing, G., Romo, A., 2001. *Plantas Medicinales de la Peninsula Iberica e Islas Baleares.* Ediciones Jaguar, Madrid.
- Peris, J.B., Stubing, G., Vanaclocha, B., 1995. *Fitoterapia Aplicada.* MICOF, Valencia.

- Perrini, R., Morone-Fortunato, I., Lorusso, E., Avato Glands, P., 2009. Essential oils and *in vitro* establishment of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *Microphyllum* (Willd.). *Nyman Ind. Crops Prod.* 29, 395–403.
- Phitos, D., Strid, A., Snogerup, S., Greuter, W. (eds), 1995. The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece. World Wide Fund for Nature.
- Picciau R. 2016. Seed dormancy and germination niches of Mediterranean species along an altitudinal gradient in Sardinia. Doctoral Thesis, University of Cagliari, Cagliari, Italy: 129 pp.
- Pietta, P., Mauri, P., Gardana, C., Facino, R.M., Carini, M., 1991. High-performance liquid-chromatographic determination of flavonoid glucosides from *Helichrysum italicum* *J. Chromatogr.* 537, 449–452.
- Pljevljakušić, D., Bigović, D., Janković, T., Jelačić, S., Šavikin, K., 2018. Sandy everlasting (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench): botanical, chemical and biological properties. *Front. Plant Sci.* 9, 1123.
- Plummer, J. A. and Bell, D. T. 1995. *Australian Journal of Botany* 43: 93-102.
- Polunin O., 1987. Flowers of Greece and the Balkans. A Field Guide. Oxford University Press, Oxford, New York. p. 12-22, 36-37, 42-43, 62-65, 448-449.
- Pooley, E., 1998. A Field Guide to the Wild Flowers. KwaZulu-Natal and the Eastern Region, 1st ed. Natal Flora Publications Trust, Durban, pp. 82, 212–215, 310–317, 442–443.
- Pooley, E., 2003. Mountain Flowers: A Field Guide to the Flora of the Drakensberg and Lesotho, 1st ed. The Flora Publications Trust, Durban, pp. 44, 102–110, 146–157, 222–225.
- Popoola, O.K., Marnewick, J.L., Rautenbach, F., Ameer, F., Iwuoha, E.I., Hussein, A.A., 2015a. Inhibition of oxidative stress and skin aging-related enzymes by prenylated chalcones and other flavonoids from *Helichrysum teretifolium*. *Molecules* 20, 7143–7155.
- Poulou, A.J., Croteau, R., 1978. Biosynthesis of aromatic monoterpenes. *Arch. Biochem. Biophys.* 187, 307–314.
- Quer, P.F., 1993. Plantas Medicinales, El Dioscórides Renovado, 14th ed. Editorial Labor, S.A., Barcelona.

- Raimondo FM, Gianguzzi L, Ilardi V. 1994. Inventario delle specie “a rischio” nella flora vascolare nativa della Sicilia. *Quad Bot Amb Appl* 3:65–132.
- Raimondo FM, Lentini F. 1990. Indagini etnobotaniche in Sicilia.I. Le piante della flora locale nella tradizione popolare delle Madonie (Palermo). *Natur Sicil* 4(3–4):77–99.
- Rechinger K.H. 1943. *Helichrysum*. In: Rechinger K.H. (Ed.) *Flora Aegaea, Flora der Inseln und Habinselndes Agaischen Meeres*. Kommission delSpringer, Vienna, Austria, pp. 612–614.
- Rios JL, Recio MC, Villar A. Isolation and identification of the antibacterial compounds from *Helichrysum stoechas*. *Ethnopharmacol* 1991;33:51–5.
- Rivera, D., Alcaraz, F., Verde, A., Fajardo, J., Obón, C., 2008. Las plantas en la cultura popular. *Enciclopedia Divulgativa de la Historia Natural de Jumilla-Yecla*. Vol. 9. Sociedad Mediterránea de Historia Natural, Jumilla.
- Rosa, A., Atzeri, A., Nieddu, M., Appendino, G., 2017. New insights into the antioxidant activity and cytotoxicity of arzanol and effect of methylation on its biological properties. *Chem. Phys. Lipids* 205, 55–64.
- Roth, H. J., and Schmid, W. 1976. *Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis*. Berlin: Springer.
- Roussis, V., Tsoukatou, M., Petrakis, P.V., Ioanna, C., Skoula, M., Harborne, J.B., 2000. Volatile constituents of four *Helichrysum* species growing in Greece. *Biochemical Systematics and Ecology* 28,163-175.
- Ruberto G., Biondi D. M., Barbagallo C., Meli R. and Savoca F. 2002. Constituents of stem and flower.
- Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R., Gomez, M., 1995. Effects of arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 456–460.
- Rutkowski L., 2004. *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski Nizowej*. A key to identification of vascular plants of lowland Poland, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa: 814.
- Sagdic, O., Karahan, A. G., Ozcan, M., & Ozkan, G. 2003. Effect of some spice extracts on bacterial inhibition. *Food Science and Technology International*, 9,353–356.

- Sala, A., 2001. Principios antiinflamatorios y antioxidantes de *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don. PhD Thesis, University of Valencia, Valencia.
- Sala, A., Recio, M.C., Schinella, G.R., Manez, S., Giner, R.M., Rios, J.L., 2003. A new dualinhibitor of arachidonate metabolism isolated from *Helichrysum italicum*. *Eur. J.Pharmacol.* 460, 219–226.
- Sala, A., Recio, Md.C., Giner, R.M., Manez, S., Rios, J.-L., 2001. New acetophenone glucosides isolated from extracts of *Helichrysum italicum* with antiinflammatory activity. *J. Nat. Prod.* 64, 1360–1362.
- Satta, M., Tukroso, C.I.G., Angioni, A., Pirisi, F.M., Cabras, P., 1999. Analysis of the essential oil of *Helichrysum italicum* G. Don ssp. *Microphyllum* (Willd) Nym. *J. Essent. Oil Res.* 11, 711–715.
- Sawilska, A. K. 2006. The impact of environmental factors on the course of flowering *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. *Acta Agrobot.* 59, 241–249. doi: 10.5586/aa.2006.024
- Sawilska, A. K. 2007. The influence of origin of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench individuals on their inflorescence yield and germination ability. *Acta Agrobot* 60, 111–116. doi: 10.5586/aa.2007.038.
- Sawilska, A. K. 2008. Dynamics of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench populations growing in fallow field on barren soil. *Ecol. Quest.* 9, 93–101. doi: 10.2478/v10090-009-0024-x.
- Sawilska, A. K., and Jendrzeczak, E. 2013. Efficiency of sandy everlasting [*Helichrysum arenarium* (L.) Moench] cultivation from in vitro seedlings and achenes. *Ind. Crops Prod.* 43, 50–55. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.07.009.
- Sawilska, A. K., Jendrzeczak, E., Welc, M., and Kieliszewska-Rokicka, B., 2009. Influence of mycorrhizal fungi on the growth and development of sandy everlasting [*Helichrysum arenarium* (L.) Moench]. *Acta Agrobot.* 62, 67–76. doi: 10.5586/aa.2009.008.
- Scarborough, J., 1978. Theophrastus on Herbals and Herbal Remedies. *Journal of the History of Biology* 11, 353-385.
- Schinella, G.R., Tournier, H.A., Manez, S., de Buschiazzo, P.M., Recio, M.D., Rios, J.L., 2007. Tiliroside and gnaphaliin inhibit human low density lipoprotein oxidation. *Fitoterapia* 78, 1–6.

- Schipilliti, L., Bonaccorsi, I.L., Ragusa, S., Cotroneo, A., Dugo, P., 2016. *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil. subsp. *italicum* oil analysis by gas chromatography - carbonisotope ratio mass spectrometry (GC-C-IRMS): a rapid method of genotype differentiation J. Essent. Oil Res. 28, 193–201.
- Scoppola A, Spampinato G. 2005. Atlante delle specie a rischio di estinzione. CD. In: Scoppola A, Blasi C. editors. Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia. Roma: Palombi Roma.
- Sharman, K. V. 1993. Australian daisies deserve wider recognition. *Australian Horticulture* 91, 50.57.
- Shass, E. Y. 1952. Phytotherapy. Moscow: Academy of Medicinal Science of USSR.
- Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N., Makarov, V. G., Wagner, H., Verpoorte, R., and Heinrich, M. 2014. Medicinal plants of the Russian Pharmacopoeia their history and applications. *J. Ethnopharmacol.* 154, 481–536. doi: 10.1016/j.jep.2014.04.007.
- Snogerup S. 1995. *Anthyllis splendens* Willd., *Bupleurum aira* Snogerup, *Eryngium amorginum* Rech. fil., *Erysimum naxense* Snogerup, *Erysimum senoneri* (Reuter)Wettst. subsp. *amorginum* Snogerup, *Helichrysum amorginum* Boiss. & Orph., *Pimpinella pretenderis* (Heldr.) Halácsy In Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. (eds.): The Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece: 44-45, 98-99, 256-257, 260-263, 304-305, 416-417, Athens: WWF.
- Stepanović, B., Radanović, D., Turšić, I., Nemčević, N., Ivanec, J., 2009. Uzgoj ljekovitog i aromatičnog bilja. Jan-Spider, Pitomača, pp. 243–245.
- Strid A. & Tan K. (1997), *Flora Hellenica* 1. – Königstein: Koeltz. Thessaloniki,
- Supplement-Wildenowia 46: 301-347.
- Taglialatela-Scafati, O., Pollastro, F., Chianese, G., Minassi, A., Gibbons, S., Arunotayanun, W., Mabebie, B., Ballero, M., Appendino, G., 2013. Antimicrobial phenolics and unusual glycerides from *Helichrysum italicum* subsp. *Microphyllum*. *J. Nat. Prod.* 76, 346–353.
- Tan K. & Iatrou G. 2001. Endemic plants of Greece. The Peloponnese. Copenhagen.

- Tepe B., Sokmen M., Akpulat H. A. and Sokmen A., 2005. *In vitro* antioxidant activities of methanol extracts of four *Helichrysum* species from Turkey, *Food Chem.* 90(4), 685-689.
- Thompson, J.P., 1987. Decline of vesicular-arbuscular mycorrhizas in long fallow disorder in field crops and its expression in phosphorus deficiency in sunflower. *Aust. J. Agric. Res.* 38, 847–867.
- Tomás-Barberán, F., Iniesta-Sanmartín, E., Tomás-Lorente, F., Rumbero, A., 1990. Antimicrobial phenolic compounds from three Spanish *Helichrysum* species. *Phytochemistry* 29, 1093-1095.
- Tucker, O.; Masciareello, M. J.; Charles, D. J.; Simon, J. E. Volatile leaf oil of the curry plant (*Helichrysum italicum* (Roth)G. Don subsp. *italicum*) and dwarf curry plant [subsp. *microphyllum*(Willd.) Nyman] in the North American herb trade. *J. Essent. Oil Res.* 1997, 9, 583-585.
- Turova, A. D. 1974. *Lekarstvenniye Rasteniya SSSR i ikh Premeneniye* (Medicinal Plants of the USSR and Their Uses). Moscow: Meditsina.
- Tyszyńska-Kownacka, D. 1972. Let us replenish the natural stands of medicineplants. *Wiad. Ziel.* 11, 8–9.
- Usai, M., Foddai, M., Bernardini, A.F., Muselli, A., Costa, J., Marchetti, M., 2010. Chemical composition and variation of the essential oil of wild sardinian *Helichrysum italicum* G. Don subsp. *Microphyllum* (willd.) nym from vegetative period to post blooming. *J. Essent. Oil Res.* 22, 373–380.
- Van Wyk, B.-E., Gericke, N., 2000. *People's Plants. A Guide to Useful Plants of Southern Africa*, 1st ed. Briza, Pretoria, p. 166.
- Van Wyk, B.-E., Van Oudtshoorn, B., Gericke, N., 2000. *Medicinal Plants of South Africa*, 2nd ed. Briza, Pretoria, p. 148.
- Vereschagin, V. I., Sobolevskaya, K. A., and Yakubova, A. I. 1959. *Useful Plants of West Siberia*. Moscow-Leningrad: Academy of Science of USSR.
- Voltalina G. 1999. Elicriso, una regina del Mediterraneo. *Erboristeria Domani* 12:42–45.
- Welc M., Sawilska A. K., Kieliszewska – Rokicka B., Ziółkowska B., Kulczyk M., 2007. Arbuscular mycorrhiza of sandy everlasting *Helichrysum arenarium* (L.) Moench plants under natural and green house conditions, [In:]

Botany in Poland: successes, problems and perspectives, Szczecin, 3-8 September: 148.

- Weyerstahl, P., Marschall-Weyerstahl, H., Weirauch, M., Meier, N., Manteuffel, E., Leiner, J., Scholz, S. 1986. *Progr. Ess. Oil Res.* 177—195.
- WHO, 2015. *WHO Monographs on Medicinal Plants Commonly Used in the Newly Independent States (NIS)*. Geneva: World Health Organization.
- Wichtl, M. 2001. *Herbal Medicines and Phytopharmaceuticals*, 2nd Edn. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Willis, A.J. & Groves, R.H., 1991. Temperature and light effects on the germination of seven native forbs. *Aust. J. Bot.* 39: 219-228.
- Wilson C.G., 1993. *Mediterranean Wild Flowers*, Harper Collins Publishers, London. p. 437.
- Wollenweber, E., Christ, M., Dunstan, R.H., Roitman, J.N., Stevens, J.F., 2005. Exudate flavonoids in some Gnaphalieae and Inuleae (Asteraceae). *Z. Naturforsch. C* 60, 671–678.
- Yousheng, C., Shixin, Z., and Bayer, R. J. 2011. “Tribe Gnaphalineae, genus *Helichrysum*, Asteraceae (Compositae),” in *Flora of China Volume 20–21 (Asteraceae)*, eds Z. Y. Wu, P. H. Raven, and D. Y. Hong, D. Y (Beijing: Science Press; St. Louis, MO: Missouri Botanical Garden Press), 818.
- Zapesochnaya, G.G., Dzyadevich, T.V., Karasartov, B.S., 1990. Phenol compounds of *Helichrysum italicum*. *Khim. Prir. Soedin.* 409–410.
- Zapesochnaya, G.G., Kurkin, V.A., Kudryavtseva, T.V., Karasartov, B.S., Cholponbaev, K.S., Tyukavkina, N.A., Ruchkin, V.E., 1992. Dicoffeoylquinic acids of *Helichrysum italicum* and *Achillea cartilaginea*. *Khim. Prir. Soedin.* 50–55.
- Zhang R., Baskin J.M., Baskin C.C., Mo Q., Chen L., Hu X., Wang Y. 2017. Effect of population, collection year, after-ripening and incubation condition on seed germination of *Stipa bungeana*. *Scientific Reports*, 7, 13893.

Διαδικτυακοί Ιστότοποι

- <https://meteo.gr/>

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Νικητίδης Ν., 2019, Σπάνια και ενδημικά φυτά της Αμοργού και των Μικρών Κυκλάδων, Flora Amorgina, Αθήνα, σελ. 78 - 81.
- Πατλης Γ., 2009. Κήπος και Φυτά. Ο Πληρέστερος Οδηγός. Εκδόσεις ΣΤΑΜΟΥΛΗ, Αθήνα, σελ. 376.
- Προεδρικό Διάταγμα 67/1981. (ΦΕΚ 23/Α/30-01-1981): Περί προστασίας της αυτοφυούς χλωρίδας και άγριας πανίδας και καθορισμού διαδικασίας συντονισμού και ελέγχου επ'αυτών. Εθνικό τυπογραφείο, Αθήνα.
- Φιλίππι Ι Ο., 2008. Για έναν Άνδρο Κήπο. Εκδόσεις ΚΑΣΤΑΝΙΩΤΗ, Αθήνα, σελ. 127-128.

