

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών**  
**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**Τεχνολογίες και Διαχείριση Θερμοκηπίων και Θερμοκηπιακών**  
**Καλλιεργειών**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ**

«Μελέτη των θρεπτικών απαιτήσεων του φυτού *Scolymus hispanicus* σε  
καλλιέργεια εκτός εδάφους»

**Κομποχόλη Μαρία Σοφία**

**Βόλος 2022**

«Μελέτη των θρεπτικών απαιτήσεων του φυτού *Scolymus hispanicus* σε καλλιέργεια  
εκτός εδάφους»

Κομποχόλη Μαρία Σοφία

**Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή**

**Πετρόπουλος Σπυρίδων** (Επιβλέπων), Αναπληρωτής Καθηγητής Λαχανοκομίας,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού  
Περιβάλλοντος

**Λεβίζου Ευθυμία**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Φυσιολογίας Φυτών, Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλίας Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

**Καρκάνης Ανέστης**, Αναπληρωτής Καθηγητής Ζιζανιολογίας, Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλίας Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Copyright © *Μαρία Σοφία Κομποχόλη*, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο υλοποίησης του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Τεχνολογίες και Διαχείριση Θερμοκηπίων και Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών», υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Πετρόπουλου Σπυρίδωνα.

Έχοντας ολοκληρώσει την εργασία μου θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας, για την καθοδήγησή του και την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε σε κάθε στάδιο εκπόνησης της διατριβής μου. Επιπλέον, την κ. Χασκή Χριστίνα, υποψήφια διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την συνεχή συμπαράσταση και βοήθεια της σχετικά με το τεχνικό κομμάτι της μελέτης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Λεβίζου Ευθυμία και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Καρκάνη Ανέστη για τη συμμετοχή και την καθοδήγηση τους.

Τέλος ευχαριστώ πολύ την οικογένεια μου, για την αμέριστη στήριξη τους σε αυτό το εγχείρημα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ασκόλυμπρος (*Scolymus hispanicus L.*) είναι ένα ενδημικό είδος της οικογένειας Asteraceae που φύεται κυρίως στη Μεσογειακή λεκάνη. Το εδώδιμο μέρος του είναι τα κεντρικά νεύρα των αγκαθωτών φύλλων του και τμήμα της ρίζας, ενώ τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της υψηλής διατροφικής του αξίας δημιουργήθηκε η ανάγκη περαιτέρω μελέτης της εμπορικής καλλιέργειας του.

Στην παρούσα μελέτη, αξιολογήθηκαν διαφορετικά προγράμματα λίπανσης με στόχο τη θέσπιση καλλιεργητικών πρωτοκόλλων για την εμπορική καλλιέργεια του είδους. Αρχικά τοποθετήθηκαν οι σπόροι σε δίσκους σποράς και στη συνέχεια μεταφυτεύθηκαν σε φυτοδοχεία των 6 L με υπόστρωμα τύρφη και περλίτη σε αναλογία 1:1. Ακολούθως, ξεκίνησε η διαδικασία της λίπανσης με επτά διαφορετικές μεταχειρίσεις που ποικίλλουν σε αναλογίες αζώτου, φωσφόρου και καλίου (δηλαδή, 100:100:100, 200:100:100, 200:200:200, 300:100:100, 300:200:200, 300:300:300 ppm σε N:P:K και ένας μάρτυρας όπου δεν προστέθηκαν λιπάσματα). Χρησιμοποιήθηκαν 15 γλάστρες για κάθε μεταχείριση, πλην της μεταχείρισης 200:200:200 όπου υπήρχαν 18 γλάστρες (108 σύνολο), ενώ σε όλες χορηγούταν η ίδια ποσότητα θρεπτικού διαλύματος (ή σκέτου νερού στην περίπτωση του μάρτυρα) σε συχνότητα μιας φοράς την εβδομάδα. Τα φυτά συγκομίστηκαν 151 μέρες μετά τη σπορά (14 Φεβρουαρίου, 2022).

Τα αποτελέσματα αναφορικά με την ανάπτυξη του φυτού έδειξαν ότι η μεταχείριση 300:100:100 παρουσίασε τον μεγαλύτερο αριθμό φύλλων. Η μεταχείριση 300:300:300 ήταν αυτή με το υψηλότερο νωπό βάρος, ενώ αυτή των 100:100:100 είχε το χαμηλότερο ξηρό βάρος των φύλλων. Στις μεταχειρίσεις 300:200:200 και 300:300:300 καταγράφηκε η μεγαλύτερη επιφάνεια φύλλων. Τα διαφορετικά προγράμματα λίπανσης δε διαφοροποιήθηκαν σημαντικά σε ότι αφορά το νωπό βάρος των ριζών τους, όπου το 200:100:100 κατείχε την χαμηλότερη τιμή και η μεταχείριση 100:100:100 την υψηλότερη. Η καθαρή φωτοσύνθεση ( $P_n$ ) δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, με εξαίρεση τις τιμές στο απόλυτο σκοτάδι ( $PAR=0$ ). Οι τιμές από τις μετρήσεις SPAD διέφεραν σημαντικά, με την μεταχείριση 200:200:200 να έχει την υψηλότερη τιμή. Συμπερασματικά η εφαρμογή λιπασμάτων στον ασκόλυμπρο είχε θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη του φυτού και ιδιαίτερα η μεταχείριση 300:300:300 όπου παρατηρήθηκαν αυξητικές τάσεις στη νωπή απόδοση.

Λέξεις κλειδιά: ασκόλυμπρος, λίπανση, αυτοφυή

## **SUMMARY**

Golden thistle (*Scolymus hispanicus L.*) is a wild edible specie of the Asteraceae family which is commonly found in the Mediterranean basin. Its edible part is usually the central nerves of its spiny leaves and the central part of the fleshy root, while in recent years its high nutritional value has created the need of further studying its commercial cultivation.

In the present study, different fertilization regimes were evaluated aiming to establish cultivation protocols for the commercial cultivation of the species. At first, seeds were placed in seed trays and then transplanted into 6 L pots with peat and perlite substrate in a ratio of 1: 1. Then, the fertilization started with seven different treatments varying in the amounts of nitrogen, phosphorus, potassium (namely, 100:100:100, 200:100:100, 200:200:200, 300:100:100, 300:200:200, 300:300:300 ppm on N:P:K and the control treatment where no fertilizers were added). Fifteen pots were used for each fertilization treatment, except for the 200:200:200 treatment where 18 pots were used (108 pots in total), while all pots received the same amount of nutrient solution once a week. Plants were harvested 151 days after sowing (14 February, 2022).

Regarding the growth parameters, the highest number of leaves was recorded for the 300:100:100 treatment. The treatment of 300:300:300 was the one with the highest fresh weight and the treatment of 100:100:100 was the one with the lowest dry weight of leaves. The highest leaf area was recorded in 300:200:200 and 300:300:300 treatments. The different fertilization regimes did not differentiate significantly regarding the weight of roots, where the 200:100:100 treatment presented the lowest value and 100:100:100 treatment had the highest value. Net photosynthesis (Pn) showed no significant differences between treatments, with the exception of values in total darkness (PAR=0). The values from the SPAD measurements differed significantly, while the 200:200:200 had the highest value. In conclusion, the application of fertilizers on golden thistle had positive effects on plant growth, especially the 300:300:300 treatment where increasing trends in fresh yield were recorded.

Keywords: golden thistle, fertilization

Εγώ, η Κομποχόλη Μαρία Σοφία, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) ως προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή του εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την Κομποχόλη Μαρία Σοφία.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Ιστορικές αναφορές.....	1
1.2. Βοτανική κατάταξη .....	1
1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	2
1.4. Γεωγραφική εξάπλωση .....	3
1.5. Οικότοπος.....	4
1.6. Ιδιότητες και Χρήσεις.....	4
1.7. Διατροφική αξία .....	5
1.8. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	8
1.9. Καλλιέργεια ασκόλυμπρου .....	9
1.9.1. Λίπανση .....	10
1.9.2. Άρδευση .....	10
1.9.3. Καταπολέμηση ζιζανίων.....	10
1.9.4. Συγκομιδή.....	11
1.10. Το άζωτο (N) .....	11
1.10.1. Το άζωτο στα φυτά .....	12
1.10.2. Νιτρικά ιόντα στον άνθρωπο.....	12
1.10.3. Νιτρικά ιόντα στα φυτά.....	13
1.11. Το κάλιο.....	14
1.12. Ο φωσφόρος.....	16
1.13. Καλλιέργεια εκτός εδάφους.....	17
1.13.1. Καλλιέργεια σε φυτοδοχεία .....	18
1.13.2. Υδροπονική καλλιέργεια αυτοφυών.....	19
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>20</b>
2.1. Χώρος και χρόνος διεξαγωγής του πειράματος.....	20
2.2. Εγκατάσταση και μεταφύτευση .....	20
2.3. Πρόγραμμα λίπανσης .....	22
2.4. Συγκομιδή.....	23
2.5. Μετρήσεις χλωροφύλλης και φωτοσύνθεσης .....	23
2.6. Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών .....	24
2.7. Υλικά και όργανα .....	25
2.8. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων .....	26
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>27</b>
3.1. Αποτελέσματα των μετρήσεων χλωροφύλλης κατά την ανάπτυξη των φυτών.....	27

3.2. Αποτελέσματα της μέτρησης φωτοσύνθεσης των φυτών .....	27
3.3. Αποτελέσματα ποσοτικών χαρακτηριστικών .....	29
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>33</b>
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>36</b>

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1. 1.</b> Φυτό ασκόλυμπρου στη βλαστική του φάση.	2
<b>Εικόνα 1. 2.</b> Σπόροι του <i>Scolymus hispanicus</i> L..	3
<b>Εικόνα 1. 3.</b> Η εξάπλωση του είδους <i>Scolymus hispanicus</i> κατά Turland et.al. (1993) (μαύρες κουκίδες) & Ψαρουδάκη (2009) (κόκκινες κουκίδες) στην Κρήτη (Πηγή: Ψαρουδάκη, 2009).	4
<b>Εικόνα 2. 1.</b> Δίσκοι σποράς όπου τοποθετήθηκαν οι σπόροι του <i>Scolymus hispanicus</i> .	21
<b>Εικόνα 2. 2.</b> Τα νεαρά φυτάρια 25 μέρες μετά τη σπορά τους στους δίσκους (αριστερά) και μετά τη μεταφύτευση τους στα φυτοδοχεία (δεξιά).	21
<b>Εικόνα 2. 3.</b> Η ρίζα ενός συγκομισμένου φυτού (αριστερά) και το βλαστικό μέρος των φυτών προς συγκομιδή (δεξιά).	23
<b>Εικόνα 2. 4.</b> Αριστερά βρίσκεται το όργανο της φωτοσύνθεσης (LI-6400XT Portable Photosynthesis system), ενώ στη δεξιά φωτογραφία είναι το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση SPAD (CCM-200 Plus Chlorophyll Content Meter).	24
<b>Εικόνα 2. 5.</b> Η ζυγαριά ακριβείας που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα (αριστερά) καθώς και το μηχάνημα υπολογισμού του LAI (δεξιά).	26

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 1. 1.</b> Θρεπτικά συστατικά του <i>S.hispanicus</i> L. ανα 100 gr φρέσκιας ύλης	6
<b>Πίνακας 1. 2.</b> Περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία του <i>S.hispanicus</i> ανά 100 gr φρέσκιας ύλης	6
<b>Πίνακας 2. 1.</b> Υλικά και όργανα	25
<b>Πίνακας 3. 1.</b> Αποτελέσματα των μέσων όρων των μετρήσεων του δείκτη SPAD στις 7, 23, 36 και 63 μέρες από τη μεταφύτευση.	27
<b>Πίνακας 3. 2.</b> Αποτελέσματα της μέτρησης του φωτοσυνθετικού ρυθμού [ $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ] στα φυτά ασκόλυμπρου, σε όλες τις μεταχειρίσεις πλην του μάρτυρα, όταν το μήκος κύματος είναι 0nm, 200nm, 400nm, 600nm, 800nm, 1000nm και 1300nm.	28
<b>Πίνακας 3.3.</b> Αποτελέσματα του νεπού βάρους (g), του αριθμού των φύλλων, του ξηρού βάρους (g), της ξηρής ουσίας (%), της ειδικής φυλλικής επιφάνειας ( $\text{m}^2/\text{kg}$ ), της φυλλικής επιφάνειας ( $\text{cm}^2$ ) για τις	30
<b>Πίνακας 3. 4.</b> Αποτελέσματα του νεπού βάρους των ριζών	31
<b>Πίνακας 3. 5.</b> Αποτελέσματα ξηρού βάρους από 30g νεπής ρίζας σε κάθε μεταχείριση πλην του μάρτυρα.	31
<b>Διάγραμμα 3. 1.</b> Αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε νερό (WC = water content) στο υπέργειο τμήμα του φυτού (βλαστός, φύλλα) και στο υπόγειο μέρος (ρίζες), σε ποσοστό επί της εκατό.	32

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

<b>Διάγραμμα 3. 1.</b> Αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε νερό (WC = water content) στο υπέργειο τμήμα του φυτού (βλαστός, φύλλα) και στο υπόγειο μέρος (ρίζες), σε ποσοστό επί της εκατό.	32
---	----

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ιστορικές αναφορές

Ο ασκόλυμπρος είναι ένα φυτό ευρέως γνωστό στη Μεσογειακή λεκάνη ήδη από τα χρόνια της αρχαιότητας. Πληθώρα φιλοσόφων τον αναφέρουν στα κείμενα τους τόσο για την ευχάριστη γεύση του όσο και για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Αρχικά ο Ησίοδος στο *Έργα και Ημέραι* (στ. 582-617) τον αναφέρει ως «σκόλυμο», ενώ ο βοτανολόγος και συγγραφέας Θεόφραστος ως «λειμωνία σκόλυμον» (*Περί φυτών ιστορία*, 372-287 π.Χ.). Επιπλέον οι Πλίνιος και Διοσκουρίδης (1<sup>ος</sup> μ.Χ. αιώνας) τονίζουν τις αντιδρωτικές του ιδιότητες. Σήμερα η χρήση του περιορίζεται κυρίως στη μαγειρική όπου αποτελεί βασικό συστατικό σε πολλά παραδοσιακά πιάτα.

### 1.2. Βοτανική κατάταξη

Βασίλειο: Φυτικό (Plantae)

Υποβασίλειο: Τραχειόφυτα (Tracheobionta)

Άθροισμα: Σπερματόφυτα (Spermatophyta, land plants)

Κλάση: Magnoliopsida (Δικότυλα)

Τάξη: Asterales

Οικογένεια: Οικογένεια αστεροειδών (Compositae ή Asteraceae)

Γένος: *Scolymus*

Επιστημονική ονομασία: *Scolymus hispanicus* L.

Κοινή ονομασία: ασκόλυμπρος (golden thistle)

### 1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Ο ασκόλυμπρος (*Scolymus hispanicus* L.) είναι ένα διετές ή πολυετές φυτό που ανήκει στην οικογένεια Compositae (συν. Asteraceae). Η ρίζα του είναι πασσαλώδης και εκκρίνει γαλακτώδεις χυμούς κατά την κοπή της. Ο βλαστός του αρχικά έχει τη μορφή ποώδους ροζέτας ενώ κατά την αναπαραγωγική φάση του φυτού αναπτύσσεται το ανθικό στέλεχος που είναι όρθιο με διακλαδώσεις, έχει ύψος που φτάνει πολλές φορές και το 1 m, είναι αρκετά χνουδωτό και φέρει πτερύγια. Τα φύλλα του εκφύονται από τη βάση, είναι αντιλογχοειδή με μακριούς μίσχους, κατά τμήματα οδοντωτά, φέρουν αγκάθια και οι νευρώσεις τους παρουσιάζουν λευκό χρώμα. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, μονήρη και φύονται από τις μασχάλες των φύλλων σε ταξιανθίες με μορφή κεφάλιου και φέρουν κίτρινα γλωσσοειδή ανθίδια. Η διαδικασία της ανθοφορίας λαμβάνει χώρα τέλος Μαΐου με αρχές Αυγούστου ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η αναπαραγωγή του ασκόλυμπρου γίνεται με τους σπόρους του φυτού που είναι αχαινία μεγέθους 3-5 mm τα οποία βρίσκονται κλεισμένα σε ωοειδή λέπια και διαθέτουν πάππο με τριχίδια 2 έως 4 mm, διευκολύνοντας έτσι τη μεταφορά του σπόρου με τον αέρα. Ο πολλαπλασιασμός του φυτού γίνεται πολύ εύκολα με σπέρματα που διατηρούν τη βλαστική τους ικανότητα για αρκετά χρόνια (Ψαρουδάκη, 2009).



Εικόνα 1. Φυτό ασκόλυμπρου στη βλαστική του φάση.



Εικόνα 1. 1. Σπόροι του *Scolymus hispanicus* L.

#### 1.4. Γεωγραφική εξάπλωση

Ο σκόλυμος ο Ισπανικός παρ' ότι όπως μαρτυρά το όνομα του απαντάται στην Κεντρική Ισπανία, αυτοφύεται ωστόσο και σε άλλες περιοχές της Μεσογείου όπως η Κύπρος, η Κρήτη, το Μαρόκο, η Ιταλία, η Τουρκία, η Γαλλία (Polo et al., 2009) και η Πορτογαλία (Tardío et al., 2012). Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή της Μεσογείου βρίσκονται 3 με 4 είδη με αρκετές ομοιότητες στη μορφολογία τους. Στην Ισπανία κυριαρχεί το είδος *Scolymus hispanicus* L. το οποίο όμως σπάνια το συναντά κανείς στο βόρειο τμήμα της χώρας. Ένα άλλο είδος του ίδιου γένους το *S. maculatus* L. (Σκόλυμος ο στικτός) συνυπάρχει με το προηγούμενο σε κάποιες θερμές περιοχές της νότιας Ισπανίας (Polo et al., 2009). Στην Ελλάδα το φυτό αυτό το συναντάμε ως σκόλυμβρο, ασκόλυμπρο ή σκολύμπρι στην Κρήτη και την Κύθνο, ως σκόλιαμπρο στη Ζάκυνθο και ως σκόλια στη Μάνη. Τα πιο γνωστά είδη στη χώρα μας είναι ο σκόλυμος ο Ισπανικός και ο σκόλυμος ο στικτός. Ιδιαίτερα στην περιοχή της Κρήτης υπάρχει μια

ευρεία γεωγραφική εξάπλωση του φυτού όπως φαίνεται και στο χάρτη της εικόνας παρακάτω.



**Εικόνα 1. 2.** Η εξάπλωση του είδους *Scolymus hispanicus* κατά Turland et.al. (1993) (μαύρες κουκίδες) & Ψαρουδάκη (2009) (κόκκινες κουκίδες) στην Κρήτη (Πηγή: Ψαρουδάκη, 2009).

## 1.5. Οικότοπος

Ο ασκόλυμπρος συνήθως αυτοφύεται σε μεγάλα υψόμετρα και σκιερά μέρη (Ψαρουδάκη, 2009). Σήμερα, το χρυσό γαϊδουράγκαθο (golden thistle) όπως αποκαλείται απαντάται στις παρυφές των δρόμων, σε άγονα ακαλλιέργητα χωράφια και σε περιοχές απόθεσης απορριμμάτων και νιτροποιημένων εδαφών (Tardío et al., 2002).

## 1.6. Ιδιότητες και Χρήσεις

Ο ασκόλυμπρος είναι ένα εδώδιμο φυτό που μέχρι και σήμερα παραμένει άγνωστο στους πολλούς. Παρ' όλα αυτά οι κάτοικοι των περιοχών στις οποίες αυτοφύεται εκτιμούν ιδιαίτερα τη γεύση του και τη θρεπτική του αξία και το χρησιμοποιούν αρκετά συχνά στην κουζίνα τους. Χαρακτηριστικά στην κεντρική και δυτική Ισπανία είναι τόσο δημοφιλές που θεωρείται σήμα κατατεθέν του τοπικού γαστρονομικού χαρακτήρα (Tardío et al., 2012). Συλλέγεται από τον Δεκέμβρη έως τον Μάρτιο, λίγο πριν την άνθιση, όπου καταναλώνονται οι τρυφεροί βλαστοί του και τα νέα τρυφερά φύλλα του πριν γίνουν ακανθωτά (Ψαρουδάκη, 2009). Σε ένα επόμενο στάδιο καταναλώνονται οι νεαροί βλαστοί, οι κύριες νευρώσεις των φύλλων και το ανώτερο

τιμήμα του υπόγειου βλαστού. Τέλος το φθινόπωρο λαχανεύεται η ρίζα και οι σαρκώδεις ράχες των φύλλων του (Παππά, 2016). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να καθαριστεί το αγκαθωτό έλασμα των φύλλων και να αφαιρεθεί το ξυλώδες τμήμα της ρίζας. Αξιόλογο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η χρήση της ρίζας του ως υποκατάστατο του καφέ και των ανθέων του ως εναλλακτική της χρωστικής του κρόκου (Tardío & de Santayana, 2016).

Πέραν του γαστρονομικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει ο ασκόλυμπρος αξιοποιείται και για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Ήδη από την αρχαιότητα ο Πλίνιος δίνει το παράδειγμα του γλύπτη Ξενοκράτου ο οποίος προκειμένου να εξουδετερώσει τη μυρωδιά του ιδρώτα του έκανε πλύσεις με εκχύλισμα ασκόλυμπρου και κρασί. Τα αντιδρωτικά και αποσμητικά του χαρακτηριστικά παραμένουν γνωστά μέχρι και σήμερα. Επιπλέον ο ασκόλυμπρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και θεραπευτικά για δερματοπάθειες, νεφρολιθιάσεις, αρθρίτιδες και γαστρεντερικά προβλήματα (Ψαρουδάκη, 2012). Εν κατακλείδι είναι ένα φυτό που δρα με πολλούς τρόπους (διουρητικό, χολαιρετικό, αποτοξινωτικό, χωνευτικό (Marmouzi et al., 2017)) και αποτελεί σημαντικό φαρμακευτικό εργαλείο.

### **1.7. Διατροφική αξία**

Ο ασκόλυμπρος ανήκει στην κατηγορία των άγριων εδώδιμων ειδών. Τα είδη της κατηγορίας αυτής αποτελούν εξαιρετική πηγή τροφής και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εμπλουτίσουν τα σύγχρονα διατροφικά μοντέλα με χρώματα, γεύσεις, θρεπτικά συστατικά, βιταμίνες, φυτικές ίνες, απαραίτητα λιπαρά οξέα και ενώσεις που προάγουν την υγεία (Abete et al., 2020). Ένα τέτοιο μοντέλο είναι η ευρέως γνωστή Μεσογειακή διατροφή. Η δίαιτα αυτή περιλαμβάνει χαμηλή κατανάλωση λιπαρών οξέων και υψηλή πρόσληψη φυτικών ελαίων, η οποία πρωτομελετήθηκε στην Ιταλία και την Κρήτη. Όπως αναφέρει η Ψαρουδάκη (2009), βασικό χαρακτηριστικό της κρητικής διατροφής αποτελεί η καθημερινή κατανάλωση χόρτων και λαχανικών, πολλά από τα οποία είναι αυτοφυή. Τα συστατικά της Μεσογειακής διατροφής είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικές ενώσεις που έχουν την ικανότητα να προστατεύουν από τον καρκίνο, τις μεταβολικές διαταραχές, τη γήρανση και τις καρδιαγγειακές παθήσεις (Chatzopoulou et al., 2020). Το φυτό *Scolymus hispanicus* είναι πλούσιο σε βιταμίνες, γλωροφύλλη, υδατάνθρακες, ενώ περιέχει λίγες

πρωτεΐνες και φλαβονοειδή (Πίνακας 1). Ισχυρή είναι, επίσης, η αντιοξειδωτική δράση που έχει βρεθεί στα φύλλα του (Morales et al., 2014) και στο εκχύλισμα του άνθους του (Marmouzi et al., 2017).

**Πίνακας 1. 1.** Θρεπτικά συστατικά του *S.hispanicus* L. ανά 100 gr νωπού προϊόντος (García-Herrera et al., 2014; Morales et al., 2014; Sánchez-Mata et al., 2012; Vardavas et al., 2006; Ψαρουδάκη, 2009).

Ενέργεια	167 kJ
Υγρασία	84.1 g
Πρωτεΐνες	1.75 g
Φυτικές ίνες	7 g
Συνολικό λίπος	120 mg
Μονοακόρεστα	64.9 mg
Πολυακόρεστα	13.7 mg
Κορεσμένα	40.4 mg
ω6/ω3	1.06
Βιταμίνη Κ <sub>1</sub>	38 μg
Βιταμίνη C	22 mg
Λουτεΐνη	330 μg
β-Καροτένιο	97 μg
Οξαλικό οξύ	486 mg
Μαλικό οξύ	35.22 mg
Κιτρικό οξύ	3.25 mg
Φουμαρικό οξύ	0.91 mg
α-τοκοφερόλη	0.06 mg
γ-τοκοφερόλη	0.02 mg
Ολικές πολυφαινόλες	56 mg

**Πίνακας 1. 2.** Περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία του *S.hispanicus* ανά 100 gr νωπού προϊόντος (García-Herrera et al., 2014).

Νατριο (Na)	39.1 mg
Κάλιο (K)	1040 mg
Ασβέστιο (Ca)	235 mg
Μαγνήσιο (Mg)	93.9 mg
Χαλκό (Cu)	0.09 mg



Σίδηρος (Fe)	2.36 mg
Μαγγάνιο (Mn)	0.37 mg
Ψευδάργυρος (Zn)	0.5 mg

Επιπλέον, τα άγρια αυτά είδη έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή, τα οποία συμβάλλουν στην πρόληψη πολλών χρόνιων ασθενειών (Trichoroulou et al., 2000). Τα φυτοχημικά και οι δευτερεύοντες μεταβολίτες που βρέθηκαν σε φυτά ασκόλυμπρου σύμφωνα με τους Marmouzi et al. (2017) είναι τα εξής:

**i. Φαινολικά οξέα**

- Γαλλικό οξύ
- Πυρογαλλόλη
- Χλωρογενικό οξύ
- π-υδροξυβενζοϊκό οξύ
- Βανιλλικό οξύ
- Καφεϊκό οξύ
- π-κουμαρικό
- Συριγγικό οξύ
- Φερουλικό οξύ
- Σιναπικό οξύ
- Σαλικυλικό
- Ροσμαρινικό οξύ
- Ρεσβερατρόλη

**ii. Φλαβονοειδή**

- Κατεχίνη
- Ρουτίνη

Οι Petropoulos *et al.* (2019), εντόπισαν ότι οι συνολικές φαινολικές ενώσεις στον ασκόλυμπρο ισούταν με 23,88 mg ανά 100 g νωπού βάρους. Από αυτά, τα 0,097 mg αντιστοιχούσαν στο φαινολικό οξύ trans 5-O-caffeoylquinic και τα υπόλοιπα 23,8 mg στα φλαβονοειδή Quercetin-3-O-glucuronide (1,46 mg), Luteolin-O-glucuronide (11,41 mg), Kaempferol-O-glucuronide isomer 1 (4,67 mg), Kaempferol-3-O-

rutinoside (1,35 mg), Apigenin-O-glucuronide (3,1 mg) και Isorhamnetin-O-glucuronide (1,81 mg).

Η υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις, όπως αναφέρεται και από τους Kenny et al. (2014,) συσχετίζεται με τον έλεγχο των τροφιμογενών παθογόνων. Εδώ, αξίζει να σημειωθεί και η αντιμικροβιακή δραστηριότητα του ασκόλυμπρου, καθώς βρέθηκε η αντιβακτηριακή του δράση σε πέντε βακτήρια ανάλογα με το μέρος του φυτού που εξετάζεται. Για παράδειγμα, τα φύλλα έδειξαν καλύτερα αποτελέσματα έναντι του *Salmonella enterica* CIP 8039 και του *Pseudomonas aeruginosa* CIP 82118, τα άνθη έναντι των *Staphylococcus aureus* CIP 483 και *Bacillus subtilis* CIP 5262 αντίστοιχα, ενώ οι ρίζες εμφάνισαν την πιο ισχυρή αντιβακτηριακή δράση έναντι του βακτηρίου *Escherichia coli* CIP 53126. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα ως προς τις φαρμακευτικές χρήσεις του φυτού μεταξύ των διαφόρων μερών του (μίσχοι, φύλλα, άνθη και ρίζες) (Marmouzi et al., 2017). Εξίσου σημαντική είναι και η δράση του φυτού απέναντι στον παθογόνο μύκητα *Penicillium ochrochloron* (Petrooulos et al., 2019). Οι ωφέλιμες δράσεις του *Scolymus hispanicus*, λόγω των συστατικών που περιέχει, είναι ποικίλες. Στην μελέτη των Marmouzi et al. (2017) γίνεται η πρώτη αναφορά στις αντιενζυματικές του ενέργειες έναντι βασικών ενζύμων της υπεργλυκαιμίας. Ταυτόχρονα, η αντιδιαβητική του δράση επισημαίνεται και στη μελέτη των Ozkol et al. (2013) μετά τη χορήγηση στρεπτοζοτοκίνης σε πειραματόζωα. Καθώς οι καταναλωτές τα τελευταία χρόνια είναι αρκετά ενημερωμένοι για τα προϊόντα που ευνοούν και προάγουν έναν υγιεινό τρόπο ζωής, η καλλιέργεια του *Scolymus hispanicus* αλλά και γενικά αυτοφυών ειδών, εξαιτίας των διατροφικών τους δυνατοτήτων, μόνο θετικά αποτελέσματα έχει να προσφέρει στην ελληνική αγορά.

### **1.8. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις**

Το φυτό *Scolymus hispanicus* L. προτιμά τις θερμές και εύκρατες περιοχές για την ανάπτυξή του γι' αυτό και φύεται στη Μεσογειακή λεκάνη. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό που παρουσιάζει είναι η ανθεκτικότητα στη ξηρασία. Οι χαμηλές ανάγκες για υγρασία που έχει, προκύπτουν και από τη μορφολογία των φύλλων του που είναι μικρά και ακανθώδη έχοντας, έτσι, μικρότερο ρυθμό διαπνοής. Επίσης, οι Kashefi et al. (2004) αναφέρουν ότι ο ασκόλυμπρος ως ζιζάνιο αποτελεί πρόβλημα για τα καλλιεργήσιμα εδάφη, αφού ανταγωνίζεται με άλλα φυτά για νερό, καθώς η ρίζα του φτάνει αρκετά

βαθιά (60 cm). Το μεγάλο βάθος στο οποίο φτάνει το ριζικό του σύστημα καθιστά το φυτό ικανό να αντέχει σε συνθήκες έλλειψης νερού. Ταυτόχρονα, οι απαιτήσεις του σε έδαφος είναι φτωχές γι' αυτό εμφανίζεται σε ξηρά και ελαφρώς πετρώδη εδάφη.

### **1.9. Καλλιέργεια ασκόλυμπρου**

Στις μέρες μας επισημαίνεται διαρκώς η ανάγκη αειφόρου χρήσης των φυσικών πόρων. Γι' αυτόν το λόγο, η αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων θα πρέπει να καλύπτεται από ένα οικονομικά βιώσιμο σύστημα εντατικής γεωργικής παραγωγής, το οποίο δεν θα επιβαρύνει το ευρύτερο οικοσύστημα. Τα άγρια εδάδιμα φυτά είναι πολύ καλά προσαρμοσμένα στις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες, με αποτέλεσμα, η καλλιέργεια τους να απαιτεί λιγότερες εισροές από τα καλλιεργούμενα είδη (Abete et al., 2020). Ωστόσο, υπάρχουν και κάποια εμπόδια που μπορεί να προκύψουν. Ένα από αυτά είναι τα περιορισμένα δεδομένα που υπάρχουν σχετικά με τα συστήματα και τις τεχνικές καλλιέργειας (π.χ. ανάγκες σε λίπανση και άρδευση, κατάλληλο υπόστρωμα ανάπτυξης, εδαφοκλιματικές απαιτήσεις κ.α.) για την εμπορική χρήση αυτών των ειδών. Ακόμα ένας περιοριστικός παράγοντας είναι ο χαμηλός ρυθμός βλαστικότητας των σπόρων ή ακόμα και ο λήθαργος των σπόρων σε αυτά τα είδη. Προκειμένου να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα συχνά ακολουθείται η μέθοδος αγενούς (*in vitro*) πολλαπλασιασμού των φυτών. Στην περίπτωση του ασκόλυμπρου έχει βρεθεί ότι οι υψηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης των σπόρων είναι ικανές να αυξήσουν τον ρυθμό βλαστικότητάς τους (Sarı & Tutar, 2009). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι μεγάλο βάρος δίνεται και στην οικονομική βιωσιμότητα της καλλιέργειας αυτοφυών φυτών. Το εργατικό κόστος για τη διαχείριση και τη συγκομιδή αυτών των ειδών είναι μεγάλο, γεγονός που αυξάνει την τελική τιμή του προϊόντος (Molina et al., 2016).

Συνοψίζοντας, απαιτείται περισσότερη έρευνα τόσο για τα οφέλη που προκύπτουν από την εμπορική καλλιέργεια των αυτοφυών όσο και για τα προβλήματα που μπορεί να συναντήσει κανείς στη διάρκεια της καλλιέργειάς τους και πώς αυτά μπορούν να επιλυθούν. Η καλλιέργεια του ασκόλυμπρου έχει χαμηλές απαιτήσεις σε νερό, λιπάσματα ή άλλα αγροχημικά, καθώς επίσης παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε μέτρια επίπεδα αλατότητας εάν συνδυαστεί με μια πρόιμη συγκομιδή (Paradimitriou et al., 2022). Τα χαρακτηριστικά αυτά σε συνδυασμό με τα ωφέλιμα στοιχεία του φυτού για την ανθρώπινη υγεία δημιουργούν την ανάγκη περαιτέρω μελέτης της καλλιέργειας.

### **1.9.1. Λίπανση**

Για τις ανάγκες του ασκόλυμπρου σε θρεπτικά συστατικά δεν υπάρχουν πολλές αναφορές. Είναι ένα φυτό το οποίο μπορεί να καλλιεργηθεί σε διάφορες εποχές του έτους χωρίς να απαιτεί υψηλές ποσότητες θρεπτικών, ελαχιστοποιώντας έτσι τη ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα από νιτρικά και φωσφορικά άλατα όταν πρόκειται για καλλιέργεια στον αγρό. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Papadimitriou et al. (2020) συνίσταται ένα θρεπτικό διάλυμα με σχετικά υψηλή αναλογία N:K για την καλλιέργεια εκτός εδάφους του φυτού *Scolymus hispanicus*.

### **1.9.2. Άρδευση**

Στην περιοχή της Μεσογείου το νερό αποτελεί πλέον ένα σπάνιο και πολύτιμο αγαθό. Εξαιτίας της έντονης αγροτικής ανάπτυξης, η ζήτηση για αρδευτικό νερό στη λεκάνη της Μεσογείου, είναι μεγαλύτερη τους θερινούς μήνες που η διαθεσιμότητά του, ούτως ή άλλως, είναι μικρότερη λόγω του μεσογειακού κλίματος που χαρακτηρίζεται από ζεστά και ξηρά καλοκαίρια. Επομένως, η εντατικοποίηση καλλιεργειών όπως αυτή των αυτοφυών ειδών που έχουν μειωμένες ανάγκες σε νερό είναι απόλυτα αναγκαία. Ο ασκόλυμπρος συγκεκριμένα δε θέλει συχνά ποτίσματα, ιδιαίτερα η χειμερινή του καλλιέργεια, αλλά σταθερές και μικρές δόσεις άρδευσης συνήθως σε εβδομαδιαία συχνότητα.

### **1.9.3. Καταπολέμηση ζιζανίων**

Μέχρι σήμερα δεν έχει αναφερθεί κάποιο εγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο αποκλειστικά για την καλλιέργεια του ασκόλυμπρου. Για το λόγο αυτό, η απομάκρυνση των ζιζανίων γίνεται με φυσικά καλλιεργητικά μέσα (σκάλισμα, ξεβοτάνισμα), τα οποία όμως έχουν αυξημένο κόστος σε εργατικό δυναμικό. Παράλληλα, όταν η καλλιέργεια γίνεται στον αγρό προτιμάται το σκάλισμα να είναι επιφανειακό για να μην τραυματίζεται η ρίζα του φυτού.

#### 1.9.4. Συγκομιδή

Ο χρόνος της συγκομιδής διαφέρει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την εποχή καλλιέργειας. Σε κάθε περίπτωση, η συλλογή των φυτών γίνεται όταν το φυτό έχει φτάσει το στάδιο της εμπορικής συγκομιδής. Η διαπίστωση αυτή συνοδεύεται από μία σειρά κριτηρίων που πρέπει να πληρούνται. Σύμφωνα με αυτά τα κριτήρια πρέπει να συλλέγονται φυτά που: (α) έχουν αποκτήσει το επιθυμητό μέγεθος ροζέτας και κατά συνέπεια έχουν ικανοποιητικό αριθμό φύλλων, (β) δεν έχουν φτάσει στο στάδιο της ανθοφορίας, (γ) δεν παρουσιάζουν ανομοιομορφίες ως προς την ανάπτυξη τους και (δ) είναι καθαρά και υγιή. Επιπλέον, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται κατά τη συλλογή του φυτού ώστε να μην αποκόπτονται τα φύλλα από το βλαστό. Συνήθως χρησιμοποιείται κάποιο κοπίδι για τη διαδικασία της συγκομιδής.

#### 1.10. Το άζωτο (N)

Το άζωτο είναι απαραίτητο συστατικό των νουκλεοτιδίων και των αμινοξέων, που αποτελούν με τη σειρά τους δομικούς λίθους των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών αντίστοιχα. Τα περισσότερα φυσικά και καλλιεργούμενα οικοσυστήματα εμφανίζουν μεγάλη αύξηση των αποδόσεων τους μετά από τη λίπανσή τους με ανόργανο άζωτο (Briskin & Bloom, 2013).

Στο έδαφος, το άζωτο, συναντάται είτε σε ανόργανη μορφή (δεσμευμένο σε ιζήματα και πετρώματα) είτε σε οργανική, όπου μετά τις διαδικασίες νιτροποίησης και αμμωνιοποίησης του καθίσταται αφομοιώσιμο από τα φυτά. Στη βιόσφαιρα το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου βρίσκεται στη μοριακή του μορφή ( $N_2$ ). Η μορφή αυτή, όμως, δεν είναι άμεσα αφομοιώσιμη από τα φυτά, γι' αυτό και μέσω μικροοργανισμών που διαθέτουν το ένζυμο της νιτρογενάσης, το στοιχειακό άζωτο δεσμεύεται και μετατρέπεται σε αμμωνία ( $NH_3$ ). Με αυτό τον τρόπο, το ατμοσφαιρικό άζωτο  $N_2$  περνάει σε όλη την τροφική αλυσίδα. Ωστόσο, η κύρια πηγή αζώτου που είναι διαθέσιμη από τα φυτά, είναι το νιτρικό ανιόν. Το νιτρικό ανιόν, όταν εισέλθει στο κύτταρο ανάγεται σε αμμωνία, η οποία ενσωματώνεται με τη σειρά της σε οργανικές ενώσεις. Το οργανικό άζωτο που είναι πλέον διαθέσιμο μεταφέρεται από τη ρίζα στα αγγεία του ξύλου ως αμινοξέα (Raven et al., 2014).

### **1.10.1. Το άζωτο στα φυτά**

Η επάρκεια αζώτου στα φυτά συμβάλλει στην υψηλή φωτοσυνθετική δραστηριότητα και στην ανάπτυξή τους. Αυτό συμβαίνει κυρίως στα φυλλώδη λαχανικά καθώς συντελεί στο σχηματισμό μεγάλων και τρυφερών πράσινων φύλλων. Επίσης, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη των ριζών. Χαρακτηριστικά, τα κονδυλόριζα φυτά είναι και αυτά που αφαιρούν τις μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου από το έδαφος. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μορφές αζώτου για τη λίπανση των φυτών είναι η νιτρική και αμμωνιακή μορφή του (θειϊκή και νιτρική αμμωνία, ουρία). Σε αντίθεση με την αμμωνία που σε μεγάλες ποσότητες είναι τοξική για το φυτό, τα νιτρικά απορροφούνται από τις ρίζες των φυτών αρκετά γρήγορα καθώς είναι εξαιρετικά ευκίνητα και αποθηκεύονται από αυτά χωρίς να επιφέρουν τοξικές συνέπειες. Οι συγκεντρώσεις αμμωνίας που είναι μεγαλύτερες των 10mg/L είναι ανασταλτικές στην πρόσληψη χαλκού (Cu) και ασβεστίου (Ca), εντείνουν την βλαστική ανάπτυξη σε σχέση με την ανάπτυξη της ρίζας και χαρίζουν ένα έντονο πράσινο χρώμα στα φύλλα (Maucieri et al., 2019).

Περίσσεια αζώτου έχει σαν αποτέλεσμα την επιβράδυνση της ωρίμανσης των φυτών εξαιτίας της αφυδάτωσης που υφίστανται οι φυτικοί ιστοί. Αντίστοιχα, τα συμπτώματα έλλειψης αζώτου εμφανίζονται σε πρώτη φάση στα κατώτερα και παλαιότερα φύλλα, τα οποία καταλήγουν χλωρωτικά σε όλο το έλασμα. Επίσης, μερικά φυτά εμφανίζουν πορφυρό χρωματισμό λόγω της συσσώρευσης ανθοκυανινών.

Η απομάκρυνση του αζώτου μπορεί να γίνει μέσω της συγκομιδής των φυτών, της διάβρωσης του εδάφους, όπως επίσης με το κάψιμο των φυτών και με την απορροή. Τόσο τα νιτρικά όσο και τα νιτρώδη είναι ανιόντα που εκπλύνονται εύκολα από τη ζώνη των ριζών (Raven et al., 2014). Ωστόσο, στις καλλιέργειες, το άζωτο που απομακρύνεται από το έδαφος αναπληρώνεται μέσω συνθετικών λιπασμάτων.

### **1.10.2. Νιτρικά ιόντα στον άνθρωπο**

Τα τελευταία έτη, η χρόνια αλόγιστη χρήση λιπασμάτων έχει οδηγήσει στη συσσώρευση νιτρικών στο περιβάλλον. Κατά συνέπεια, υπάρχει αυξημένη συσσώρευση νιτρικών στους φυτικούς ιστούς αλλά και στον υπόγειο υδροφόρο

ορίζοντα. Όπως συμπεραίνεται, λοιπόν, τα νωπά φυτικά προϊόντα περιέχουν σημαντικές ποσότητες νιτρικών. Ο άνθρωπος μέσω της κατανάλωσης νωπών προϊόντων αλλά και μέσω του νερού, προσλαμβάνει νιτρικά ιόντα. Τα ίδια τα νιτρικά δεν επιφέρουν καμία τοξική συνέπεια στον ανθρώπινο οργανισμό. Όταν η ποσότητα των νιτρικών, όμως, είναι πολύ μεγάλη, ένα μέρος της μετατρέπεται σε νιτρώδη, τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την αιμογλοβίνη σε μεθαιμογλοβίνη. Το πρόβλημα είναι ότι η μεθαιμογλοβίνη αδυνατεί να μεταφέρει το αίμα από τους πνεύμονες στον υπόλοιπο οργανισμό, με αποτέλεσμα ο άνθρωπος να παθαίνει μια δηλητηρίαση υπό τη μορφή ασφυξίας. Αυτή η ασθένεια ονομάζεται «μεθαιμοσφαιριναιμία» (Santamaria, 2006). Επιπρόσθετα, τα νιτρικά κατανέμονται γρήγορα σε όλους τους ιστούς, ενώ παράλληλα περίπου το 25% των νιτρικών που καταπίνονται εκκρίνονται στο σάλιο. Στη στοματική κοιλότητα ένα μέρος τους (20%) ανάγεται σε νιτρώδη από την στοματική μικροχλωρίδα (Eisenbrand et al., 1980).

Σύμφωνα με τον Katan (2009) η ποσότητα των νιτρικών που προσλαμβάνει ο άνθρωπος σε ημερήσια βάση εξαρτάται από τις διατροφικές του συνήθειες. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO) καθώς και η Επιστημονική Επιτροπή για τα τρόφιμα στην Ευρώπη (SCF) όρισαν το ανώτατο ημερήσιο όριο πρόσληψης νιτρικών στα 3,7 mg/kg σωματικού βάρους (Santamaria, 2006) το οποίο για ένα ενήλικο άτομο 60 kg, ανέρχεται στα 220 mg  $\text{NO}_3^-$ . Σήμερα, οι νέες γεωργικές πρακτικές που εφαρμόζονται έχουν ως στόχο την ορθολογική διαχείριση των καλλιεργειών και μπορούν να μειώσουν τις εισροές νιτρικών στο περιβάλλον. Ταυτόχρονα, η αγορά νωπών προϊόντων και ιδιαίτερα φυλλωδών λαχανικών απευθείας από τον παραγωγό στον καταναλωτή, εγκυμονεί αρκετούς κινδύνους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η μελέτη των Pora et al., 2021 όπου βρέθηκαν αρκετά υψηλές ποσότητες νιτρικού άλατος στο μαρούλι (4306 mg/kg) και στη σαλάτα (4306,5 mg/kg), σε υπαίθρια αγορά. Για αυτόν το λόγο, εξίσου σημαντικό είναι να πραγματοποιούνται αυστηροί και τακτικοί έλεγχοι από τις αρμόδιες αρχές για την τήρηση των επιτρεπτών ορίων.

### **1.10.3. Νιτρικά ιόντα στα φυτά**

Το μεγαλύτερο μέρος πρόσληψης νιτρικών στον ανθρώπινο οργανισμό γίνεται μέσω των λαχανικών (περίπου 80%). Τα φυλλώδη λαχανικά όπως το σπανάκι και το μαρούλι περιέχουν τις υψηλότερες ποσότητες νιτρικών (Iammarino et al., 2014). Η

συσσώρευση των νιτρικών ιόντων στα φυτά επηρεάζεται από πολυάριθμους παράγοντες όπως: (α) η δυνατότητα του εδάφους να μπορεί να παρέχει τα νιτρικά άλατα στα φυτά, (β) η γενετική σύσταση του φυτού και (γ) το περιβάλλον ανάπτυξής του (Maynard et al., 1976). Με τη μελέτη των Amr et al. (2001) διαπιστώνεται η επίδραση της εποχής συγκομιδής των λαχανικών στη συγκέντρωση των νιτρικών αλάτων ανάλογα με το είδος που καλλιεργείται. Επίσης, επισημαίνεται η διαφορά που παρουσιάζει η ίδια ποικιλία (π.χ. κολοκυθιά) στην ικανότητα της να συσσωρεύει νιτρικά ανάλογα με τον τρόπο καλλιέργειας (σε θερμοκήπιο ή στον αγρό). Τα λαχανικά που συγκομίζονται το φθινόπωρο έχουν αρκετά υψηλότερες ποσότητες νιτρικών από εκείνα που συγκομίζονται την άνοιξη (Brkić et al., 2017).

Η συσσώρευση των νιτρικών επηρεάζεται και από τη διαθεσιμότητα του νερού. Η αύξηση της περιεκτικότητας του νερού στο έδαφος μειώνει την συσσώρευση νιτρικών (Qiu et al., 2014). Αντίστοιχα, σε συνθήκες έλλειψης νερού μειώνεται η δραστηριότητα της ρεδοκτάσης των νιτρικών με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συγκέντρωσή τους όσο το φυτό βρίσκεται σε υδατικό στρες (Maynard et al., 1976).

### **1.11. Το κάλιο**

Το κάλιο είναι ένα θρεπτικό στοιχείο απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών και τη φυσιολογία τους. Έχει ρυθμιστικό ρόλο στις περισσότερες βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες που επηρεάζουν τον μεταβολισμό του φυτού και την ομαλή ανάπτυξη του. Το κάλιο είναι ζωτικής σημασίας για πολλές λειτουργίες των φυτών όπως η πρωτεϊνοσύνθεση, η ενεργοποίηση των ενζύμων, ο μεταβολισμός των υδατανθράκων, η φωτοσύνθεση, η ωσμωρύθμιση, η κίνηση των στομάτων, η μεταφορά ενέργειας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σημασία αυτού του στοιχείου στην βιοτική (παθογόνα και έντομα) και αβιοτική (ξηρασία, αλατότητα, τοξικότητα μετάλλων κ.λπ.) καταπόνηση των φυτών. Αρκετές μελέτες υποστηρίζουν ότι το κάλιο συμβάλλει στην άμυνα των φυτών από το οξειδωτικό στρες που υφίστανται όταν βρίσκονται σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, μέσω της ενίσχυσης της αντιοξειδωτικής τους άμυνας. Σε συνθήκες υψηλής αλατότητας βοηθά στη διατήρηση της ομοιόστασης των ιόντων, ενώ κάτω από συνθήκες ξηρασίας είναι εκείνο που ελέγχει το άνοιγμα των στομάτων και κατά συνέπεια την προσαρμογή των φυτών στις νέες συνθήκες έλλειψης νερού (Hasanuzzaman et al., 2018). Η κύρια πηγή καλίου για



τα φυτά που αναπτύσσονται στο πεδίο προέρχεται από την αποσάθρωση των ορυκτών του καλίου (Ali et al., 2021).

Η έλλειψη του καλίου στα φυτά είναι μια συνθήκη που επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις τόσο όσο προς την ανάπτυξη τους όσο και ως προς τη διαχείριση του στρες από αυτά. Η ανεπάρκεια του καλίου αυξάνει την ευαισθησία των φυτών στην αλατότητα και καθυστερεί την ανάπτυξη τους. Συχνά αποτελέσματα αυτής της έλλειψης είναι, η εμφάνιση κίτρινων περιοχών στα περιθώρια των φύλλων, ένα φτωχό ριζικό σύστημα καθώς και τελικά η μείωση της απόδοσης. Για όλους τους παραπάνω λόγους, οι ανάγκες των καλλιεργειών σε κάλιο είναι μεγαλύτερες από ότι σε κάθε άλλο μακροστοιχείο με εξαίρεση βέβαια το άζωτο. Ως εκ τούτου, η ανεπαρκής τροφοδοσία με λιπάσματα καλίου δημιουργεί προβλήματα στο φυτό, το οποίο με τη σειρά του γίνεται πιο ευάλωτο τόσο στην προσβολή από παθογόνους οργανισμούς όσο και στις τυχόν φυσικές καταπονήσεις που μπορεί να υποστεί. Το κάλιο μπορεί να γίνει και τοξικό για τα φυτά αν προσληφθεί σε μεγάλες ποσότητες. Η συγκέντρωση μεγάλης ποσότητας καλίου στους φυτικούς ιστούς έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση ανιόντων οργανικών οξέων, που έχουν ως στόχο την εξισορρόπηση των κατιόντων καλίου που μεταφέρονται στο κυτταρόπλασμα (Hasanuzzaman et al., 2018).

Οι Wang et al. (2013) καταλήγουν ότι μια ισορροπημένη λίπανση με ικανοποιητική χρήση καλίου σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία, οδηγεί σε μια βιώσιμη ανάπτυξη των φυτών αλλά και σε αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας τους. Σήμερα η ανάγκη μείωσης χρήσης των χημικών λιπασμάτων, για οικολογικούς σκοπούς, μετατοπίζει το επιστημονικό ενδιαφέρον σε εναλλακτικές μορφές καλίου που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τα φυτά και βιολιπάσματα. Σκοπός είναι η μερική υποκατάσταση του ορυκτού καλίου με άλλες πηγές χωρίς ωστόσο να επηρεάζεται ποσοτικά και ποιοτικά το τελικό προϊόν. Ένα τέτοιο πείραμα με θετικά αποτελέσματα έγινε σε φυτά πατάτας από τους Ali et al. (2021). Στο ίδιο πλαίσιο η μελέτη των Petropoulos et al. (2022) καταλήγει πως η χρήση των βιολιπασμάτων σε φυτά αγκινάρας δεν είχε μεγάλο αντίκτυπο στην απόδοση και στην ποιότητα του φυτού. Αυτά τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά για μελλοντικές καλλιεργείες που θα μπορούν να συνδυάσουν μειωμένες εισροές αγροχημικών χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά το τελικό προϊόν.

## 1.12. Ο φωσφόρος

Ο φωσφόρος ανήκει στα μακροστοιχεία που επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη του φυτού, τόσο τις ρίζες όσο και την πράσινη βιομάζα του και κατ' επέκταση την παραγωγικότητα των καλλιεργειών (Shen et al., 2011). Αποτελεί συστατικό των φωσφορικών ενεργειακών ενώσεων ATP και ADP, των νουκλεϊκών οξέων (RNA, DNA), των φωσφολιπιδίων αλλά και αρκετών συνενζύμων (Raven et al., 2014). Το 90% του φωσφόρου στα κύτταρα, βρίσκεται στα χυμοτόπια σε ανόργανη μορφή και ένα 10% απαντάται στο κυτόπλασμα ως οργανικό.

Οι μορφές του φωσφόρου που μετέχουν στην φωσφορούχο θρέψη των φυτών είναι τρεις: ο φωσφόρος στο εδαφικό διάλυμα, ο φωσφόρος σε ευκίνητη μορφή και ο φωσφόρος σε μη ευκίνητη μορφή. Η ταχύτητα με την οποία προσλαμβάνεται από τα φυτά επηρεάζεται σημαντικά από το pH του εδάφους. Χαρακτηριστικά, όξινα εδάφη που μπορεί να προέρχονται είτε από την υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου, είτε από κάποιους μικροοργανισμούς που παράγουν όξινες χημικές ενώσεις επηρεάζουν θετικά τη διαλυτότητα των φωσφορικών ενώσεων (Alori et al., 2017; Hendrix, 1967). Ωστόσο, τα νεαρά φύλλα δεν εφοδιάζονται με φωσφόρο εξ ολοκλήρου από την απορρόφηση των φωσφορικών στην περιοχή της ρίζας, αλλά τροφοδοτούνται και από την εσωτερική μετακίνηση του φωσφόρου από τα παλαιότερα φύλλα.

Η έλλειψη φωσφόρου εκδηλώνεται στα γηραιότερα φύλλα τα οποία αποκτούν ένα σκούρο πράσινο χρώμα. Συχνά λόγω της συσσώρευσης ανθοκυανινών τα φύλλα έχουν πορφυρά ή καφέ χρώματα ειδικότερα κατά μήκος των νεύρων. Σε προχωρημένα στάδια ανάπτυξης του φυτού οι βλαστοί γίνονται καχεκτικοί, μειώνεται η ανάπτυξη του και τελικά τα παλαιότερα φύλλα νεκρώνονται (Raven et al., 2014). Αντίθετα, αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφόρου στα φυτικά κύτταρα έχουν ως αποτέλεσμα νεκρωτικά συμπτώματα στο φυτό. Συγκεκριμένα οι Takagi et al., (2020) αναφέρουν, ότι η υπερβολική εφαρμογή ανόργανου αζώτου μείωσε την ενεργή δράση της Rubisco, ενώ παράλληλα μειώθηκε η φωτοσύνθεση με αποτέλεσμα την υπεροξείδωση των λιπιδίων. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η ανεπάρκεια φωσφόρου μειώνει την ανάπτυξη της πρωτογενούς ρίζας και αυξάνει το μήκος και την πυκνότητα των ριζικών τριχιδίων και των πλάγιων ριζών (Shen et al., 2011).

Σήμερα, στόχος είναι ο έλεγχος των εφαρμοζόμενων ποσοτήτων των θρεπτικών συστατικών που χορηγούνται μέσω της λίπανσης (N, P, K), καθώς και η διαχείριση οποιασδήποτε ανεπάρκειας ή περίσσειας αυτών στα φυτά, μέσω των σύγχρονων τεχνολογιών (γεωργία ακριβείας). Η ανάγκη αυτή προέκυψε για περιβαλλοντικούς αλλά και οικονομικούς σκοπούς. Τα τελευταία χρόνια, στην περίπτωση του φωσφόρου, η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων προκαλεί ρύπανση των υδάτων, δημιουργούνται φαινόμενα ευτροφισμού, εξαντλείται η γονιμότητα των εδαφών και συσσωρεύονται τοξικά στοιχεία στα εδάφη (Siedliska et al., 2021; Alori et al., 2017). Τελευταίες μελέτες δείχνουν ότι οι μικροοργανισμοί του εδάφους που διαλυτοποιούν φωσφορικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιολιπάσματα, ενισχύοντας έτσι τη βιώσιμη γεωργική ανάπτυξη (Alori et al., 2017).

### **1.13. Καλλιέργεια εκτός εδάφους**

Τα τελευταία χρόνια διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τη ζήτηση γης. Η κλιματική αλλαγή, ο αυξανόμενος πληθυσμός, τα μεταβαλλόμενα πρότυπα κατανάλωσης και η υψηλή ζήτηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι μερικοί από τους παράγοντες που εντείνουν την έλλειψη γεωργικών εκτάσεων. Ταυτόχρονα, έχει υπολογιστεί ότι αν η ζήτηση τροφίμων συνεχίζει να αυξάνεται με αυτούς τους ρυθμούς μέχρι το 2050, θα χρειαστούν επιπλέον 320 έως 850 εκατομμύρια εκτάρια για την κάλυψη αυτών των αναγκών (Chemnitz, C. & Weigelt, 2015). Αντίστοιχα ο FAO στην έκθεση του 2017 για το μέλλον των τροφίμων και της γεωργίας αναφέρει ότι η παραγωγή τροφίμων θα πρέπει μέχρι το 2050 να έχει αυξηθεί κατά 50% προκειμένου να εξασφαλιστεί τροφή για επιπλέον 2 δισεκατομμύρια ανθρώπους. Ένα κομμάτι της λύσης στο πρόβλημα αυτό έρχεται να καλύψει η καλλιέργεια εκτός εδάφους. Σύμφωνα με τον Σάββα (2011) καλλιέργεια εκτός εδάφους καλείται κάθε μέθοδος καλλιέργειας φυτών των οποίων το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους. Ο όρος αυτός περιλαμβάνει και την υδροπονία.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι καλλιέργειες εκτός του φυσικού εδάφους έναντι των συμβατικών καλλιεργειών είναι τα εξής (Σάββας, 2011):

- Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών είναι συγκριτικά μικρότερες με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη παραγωγή αλλά σε μικρότερη έκταση.

- Ο παραγωγικός κύκλος των φυτών είναι πιο σύντομος και έτσι αυξάνονται οι συγκομιδές στο ίδιο έτος.
- Παρά το γεγονός ότι το αρχικό κόστος της επένδυσης ενός τέτοιου συστήματος είναι αυξημένο, οι αποδόσεις σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα είναι πολύ μεγαλύτερες.
- Τα προϊόντα που παράγονται από ένα υδροπονικό σύστημα είναι υψηλότερης διατροφικής αξίας, ποιότητας και ασφάλειας.
- Έχουν μειωμένες ανάγκες σε εργατικό δυναμικό (απαλλαγή από εργασίες προετοιμασίας του εδάφους).
- Αποφεύγονται οι εδαφογενείς ασθένειες.
- Στην υδροπονία είναι δυνατή η βελτιστοποίηση της θρέψης μέσω της ελεγχόμενης σύστασης των θρεπτικών διαλυμάτων που χορηγούνται.
- Ένα καλά σχεδιασμένο υδροπονικό σύστημα είναι αρκετά φιλικό προς το περιβάλλον καθώς υπάρχει εξοικονόμηση και ανακύκλωση νερού και λιπασμάτων.

Οι υδροπονικές καλλιέργειες ανάλογα με το μέσο στο οποίο υποστηρίζεται το ριζικό σύστημα χωρίζονται σε υδροκαλλιέργειες, όπου μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος είναι το νερό και σε καλλιέργειες με υποστρώματα, όπου υπάρχει ένα στερεό μέσο στην περιοχή του ριζικού συστήματος.

### **1.13.1. Καλλιέργεια σε φυτοδοχεία**

Τα φυτοδοχεία που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία είναι συνήθως κατασκευασμένα από πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο ή πολυστερίνη (Van Os et al., 2002) και φέρουν οπές αποστράγγισης στον πυθμένα τους. Τις περισσότερες φορές φυτεύεται ένα φυτό ανά γλάστρα αλλά σε περιπτώσεις όπως αυτή της τριανταφυλλιάς μπορεί να υπάρχουν δύο ή και περισσότερα φυτά, ανάλογα του όγκου του φυτοδοχείου. Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως κοκκώδη όπως η ελαφρόπετρα ή ο περλίτης, συχνά όμως συνδυάζονται με άλλα, προκειμένου να βελτιστοποιηθούν τα χαρακτηριστικά του αρχικού υποστρώματος ή ενδεχομένως να μειωθεί το κόστος (Maucieri et al., 2019; Σάββας, 2011). Η μίξη συνηθίζεται να συμβαίνει ανάμεσα σε οργανικά υλικά και ανόργανα αδρανή γιατί με αυτό τον τρόπο βελτιστοποιούνται οι συνθήκες αερισμού της ρίζας και αυξάνεται η περιεκτικότητα σε εύκολα διαθέσιμο

νερό. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το μίγμα περλίτη με τύρφη, η ελαφρόπετρα με τύρφη ή ο περλίτης με ζεόλιθο. Τα υποστρώματα τοποθετούνται μέσα στα φυτοδοχεία σε ύψος που εξαρτάται από το μέγεθος των φυτοδοχείων και από τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος (Σάββας, 2011). Το μειονέκτημα που παρουσιάζει αυτό το είδος καλλιέργειας είναι ότι το υπόστρωμα αγοράζεται χύδη και συμπληρώνεται στα φυτοδοχεία από το εργατικό δυναμικό. Συνεπώς, υπάρχει αυξημένο κόστος σε εργατικά, το οποίο όμως μπορεί να εξισορροπηθεί από το μειωμένο κόστος αγοράς του υποστρώματος σε χύδη μορφή.

### **1.13.2. Υδροπονική καλλιέργεια αυτοφυών**

Σήμερα μεγάλος αριθμός φυτών καλλιεργείται σε υδροπονικά συστήματα, αναμεσά τους κηπευτικά και αρωματικά είδη με αρκετά υψηλές αποδόσεις. Ωστόσο αυξάνεται με το πέρασμα των χρόνων η ζήτηση των καταναλωτών, στις αναπτυγμένες χώρες, για τρόφιμα πέραν αυτών της βασικής τους διατροφής. Η ανάγκη αυτή οδηγεί στην παραγωγή αυτών των τροφίμων σε όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά συστήματα. Τα άγρια εδώδιμα είδη ανήκουν πλέον σε αυτή την κατηγορία τροφίμων. Ορισμένα από αυτά τα είδη παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά βλαστικότητας για αυτό καθίσταται απαραίτητη η κατάλληλη επιλογή γονότυπων σε συνδυασμό με την καλύτερη πρακτική καλλιέργειας. Οι Ceccanti et al. (2018) χρησιμοποίησαν ένα πλωτό σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας σε είδη αυτοφυών, μέσω του οποίου εξασφάλισαν καλύτερες αποδόσεις από την καλλιέργεια στο φυσικό έδαφος και επέτυχαν εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων. Εκτός από την αύξηση της φυτικής βιομάζας, ένα υδροπονικό σύστημα σε αυτά τα είδη φυτών μπορεί να συμβάλλει και στην ποιοτική τους αναβάθμιση. Για παράδειγμα, οι Maggini et al. (2012) χρησιμοποίησαν ένα υδροπονικό σύστημα για να καλλιεργήσουν άγρια φαρμακευτικά φυτά με σκοπό να διεγείρουν την βιοσύνθεση συγκεκριμένων μεταβολιτών ή και να τυποποιήσουν το βιοχημικό προφίλ αυτών των ειδών. Επομένως αυτά τα είδη που συχνά αντιμετωπίζονται ως ζιζάνια, φαίνεται να δίνουν αρκετά καλά αποτελέσματα όταν καλλιεργούνται σε υδροπονικά συστήματα.

## **2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

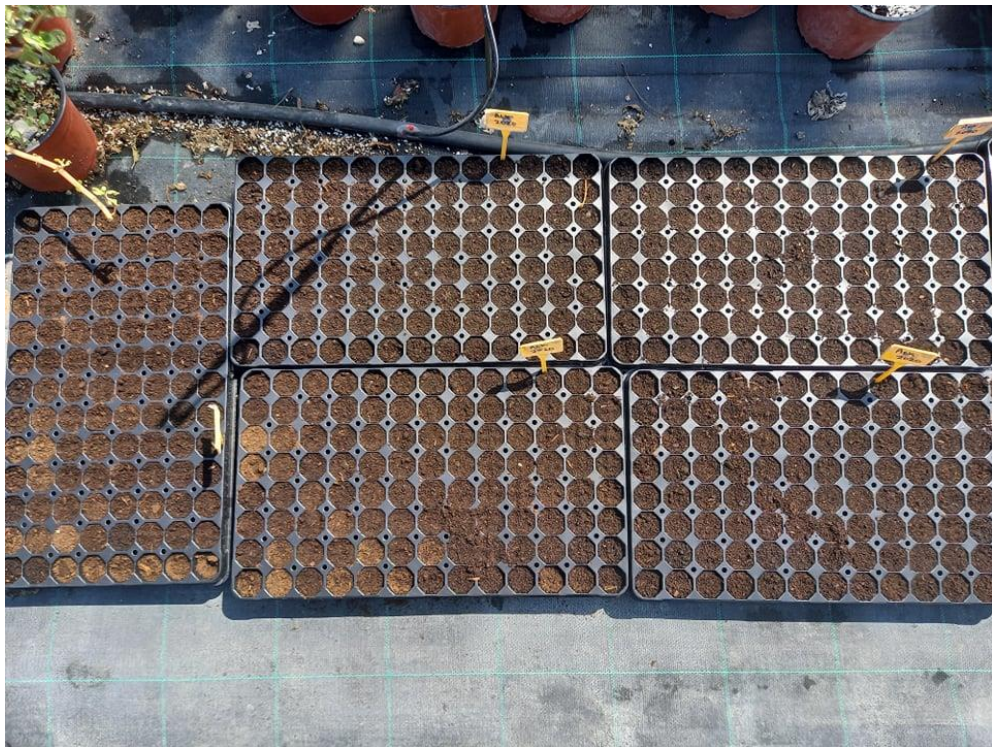
### **2.1. Χώρος και χρόνος διεξαγωγής του πειράματος**

Το πείραμα αυτό έλαβε χώρα στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών, του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην τοποθεσία του Βελεστίου. Η διάρκειά του ήταν από το Σεπτέμβριο του 2021 μέχρι το Φεβρουάριο του 2022. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας μετρήθηκαν στο εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, ενώ οι μετρήσεις χλωροφύλλης και φωτοσύνθεσης έγιναν επιτόπου στα φυτά στο θερμοκήπιο.

### **2.2. Εγκατάσταση και μεταφύτευση**

Στις 16 Σεπτεμβρίου του 2021 οι σπόροι του ασκόλυμπρου τοποθετήθηκαν σε δέκα πλαστικούς δίσκους σποράς των 104 θέσεων με υπόστρωμα τύρφης, στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου. Στις 27 Οκτωβρίου όταν τα σπορόφυτα είχαν φτάσει τα 3 με 4 πραγματικά φύλλα μεταφυτεύθηκαν σε γλάστρες χωρητικότητας 6 L. Η επιλογή των σπορόφυτων για μεταφύτευση έγινε ύστερα από οπτική αξιολόγηση των πιο εύρωστων φυταρίων. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 108 γλάστρες που αντιστοιχούν σε 7 διαφορετικές μεταχειρίσεις (15 γλάστρες για κάθε μεταχείριση πλην της μεταχείρισης του μάρτυρα που είχε 18). Κάθε μεταχείριση (συνολικά 7 μεταχειρίσεις) αφορούσε σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα λίπανσης με εξαίρεση το μάρτυρα που δεν έγινε εφαρμογή λιπάσματος (νερό άρδευσης). Οι λιπάνσεις αφορούσαν τις διαφορετικές αναλογίες N:P:K και είχαν ως εξής:

- i. 100:100:100 ppm
- ii. 200:100:100 ppm
- iii. 200:200:200 ppm
- iv. 300:100:100 ppm
- v. 300:200:200 ppm
- vi. 300:300:300 ppm



**Εικόνα 2. 1.** Δίσκοι σποράς όπου τοποθετήθηκαν οι σπόροι του *Scolymus hispanicus*.



**Εικόνα 2. 2.** Τα νεαρά φυτά 25 μέρες μετά τη σπορά τους στους δίσκους (αριστερά) και μετά τη μεταφύτευση τους στα φυτοδοχεία (δεξιά).

Όλα τα φυτά ποτίστηκαν με θρεπτικά διαλύματα με τη διαδικασία της υδρολίπανσης. Μοναδική εξαίρεση ο μάρτυρας ο οποίος δέχονταν μόνο νερό. Οι γλάστρες παρέμειναν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος στο χώρο του θερμοκηπίου λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν εκτός του θερμοκηπίου.

### 2.3. Πρόγραμμα λίπανσης

Έπειτα από τη μετεγκατάσταση τους και για όλο το χρονικό διάστημα που διήρκησε το πείραμα τα φυτά αρδεύονταν με τη διαδικασία της υδρολίπανσης σε σταθερή συχνότητα, μια φορά την εβδομάδα. Η ποσότητα που τους χορηγούνταν ήταν σταθερή και ίδια για όλα τα φυτά. Το πρώτο πότισμα μετά τη μεταφύτευση έγινε μόνο με νερό άρδευσης και η πρώτη υδρολίπανση ξεκίνησε στις 11 Νοεμβρίου με μια δόση 100 ml για κάθε φυτό. Παρακάτω ακολουθούν αναλυτικά οι λιπάνσεις που εφαρμόστηκαν μέχρι την συγκομιδή της καλλιέργειας :

27 Οκτωβρίου 2021: Μεταφύτευση και πότισμα αποκλειστικά με νερό άρδευσης (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

4 Νοεμβρίου 2021: Πότισμα με νερό άρδευσης (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

11 Νοεμβρίου 2021: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

17 Νοεμβρίου 2021: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 200 ml)

24 Νοεμβρίου 2021: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 200 ml)

1 Δεκεμβρίου 2021: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 150 ml)

8 Δεκεμβρίου 2021: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 150 ml)

16 Δεκεμβρίου 2021: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

22 Δεκεμβρίου 2021: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

10 Ιανουαρίου 2022: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

17 Ιανουαρίου 2022: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

24 Ιανουαρίου 2022: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

3 Φεβρουαρίου 2022: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)



10 Φεβρουαρίου 2022: Υδρολίπανση (δόση ανά φυτοδοχείο 100 ml)

Συνολική ποσότητα θρεπτικού διαλύματος: 1600 ml.

#### 2.4. Συγκομιδή

Η συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε όταν τα φυτά είχαν φτάσει τον επιθυμητό αριθμό πραγματικών φύλλων και πριν την ανθοφορία (έκπτυξη ανθικού στελέχους). Η κοπή του φυτού έγινε με τη βοήθεια μαχαιριού στο λαιμό του φυτού. Η συγκομιδή έλαβε χώρα 151 μέρες μετά τη σπορά. Μετά από την κοπή του βλαστικού τμήματος συλλέχθηκε και η ρίζα του κάθε φυτού.

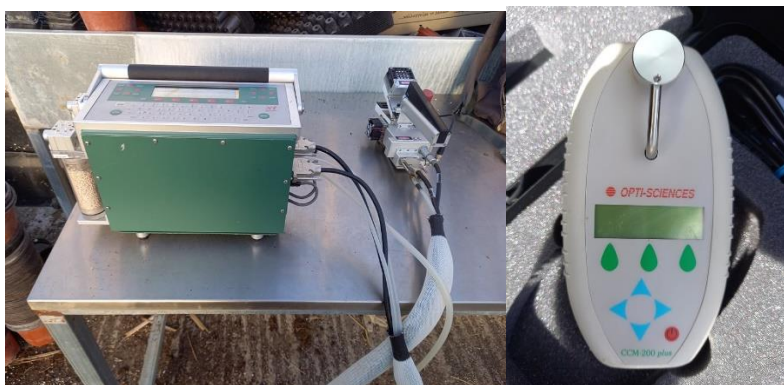


**Εικόνα 2. 3.** Η ρίζα ενός συγκομισμένου φυτού (αριστερά) και το βλαστικό μέρος των φυτών προς συγκομιδή (δεξιά).

#### 2.5. Μετρήσεις χλωροφύλλης και φωτοσύνθεσης

Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης έγινε με τη μέτρηση του δείκτη SPAD. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 18 Νοεμβρίου, όπου με τη βοήθεια του οργάνου που φαίνεται παρακάτω μετρήθηκε η χλωροφύλλη σε κάθε φυτό της κάθε μεταχείρισης. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε άλλες 3 φορές. Η χρονική απόσταση μεταξύ των μετρήσεων ήταν 15 μέρες.

Μια εβδομάδα πριν τη συγκομιδή μετρήθηκε η φωτοσύνθεση σε 3 φυτά κάθε μεταχείρισης. Εξαίρεση αποτέλεσε ο μάρτυρας, όπου ήταν πολύ μικρά τα φύλλα κάθε φυτού και έτσι δεν ήταν δυνατή η μέτρηση φωτοσύνθεσης. Η φωτοσύνθεση υπολογίστηκε στο απόλυτο σκοτάδι (PAR=0) και στα εξής μήκη κύματος: 200, 400, 600, 800, 1000, 1300. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε απεικονίζεται στην παρακάτω φωτογραφία:



**Εικόνα 2. 4.** Αριστερά βρίσκεται το όργανο της φωτοσύνθεσης (LI-6400XT Portable Photosynthesis system), ενώ στη δεξιά φωτογραφία είναι το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση SPAD (CCM-200 Plus Chlorophyll Content Meter).

## 2.6. Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών

Οι μετρήσεις των ποσοτικών χαρακτηριστικών έγιναν με την ακόλουθη σειρά:

- Μέτρηση αριθμού φύλλων ανά φυτό: Τα φύλλα του κάθε φυτού μετρήθηκαν με το χέρι.
- Υπολογισμός νωπού βάρους των φύλλων: Τα φύλλα αμέσως μετά τη συγκομιδή τους ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας (0.01g).
- Υπολογισμός ξηρού βάρους των φύλλων: Από 3 δείγματα κάθε μεταχείρισης υπολογίστηκε το ξηρό βάρος. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στον αεροξηραντήρα των εγκαταστάσεων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών. Παρέμειναν εκεί για 48 ώρες στους 65 °C μέχρι να απομακρυνθεί η υγρασία τους. Στη συνέχεια ζυγίστηκαν ξανά σε ζυγαριά ακριβείας.

- Υπολογισμός νεπού βάρους των ριζών: Οι ρίζες έπειτα από τη συγκομιδή τους ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας (0.01g).
- Υπολογισμός ξηρού βάρους των ριζών: Από κάθε μεταχείριση συλλέχθηκαν 30 g νεπού βάρους ριζών τα οποία τοποθετήθηκαν στον αεροξηραντήρα για 48 ώρες, στους 65 °C μέχρι να αποξηρανθούν πλήρως. Έπειτα ζυγίστηκαν εκ νέου.
- Υπολογισμός φυλλικής επιφάνειας (LAI σε cm<sup>2</sup>): Τα φύλλα τοποθετήθηκαν στο μηχάνημα μέτρησης φυλλικής επιφάνειας (εικόνα 2.5) στο εργαστήριο όπου μετρήθηκε η συνολική επιφάνεια των φύλλων κάθε φυτού σε 5 φυτά της κάθε μεταχείρισης.
- Υπολογισμός ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA σε cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>):

$$SLA = \frac{LAI}{LDM}$$

Όπου LAI: leaf area index (cm<sup>2</sup>), LDM: leaf dry matter (g)

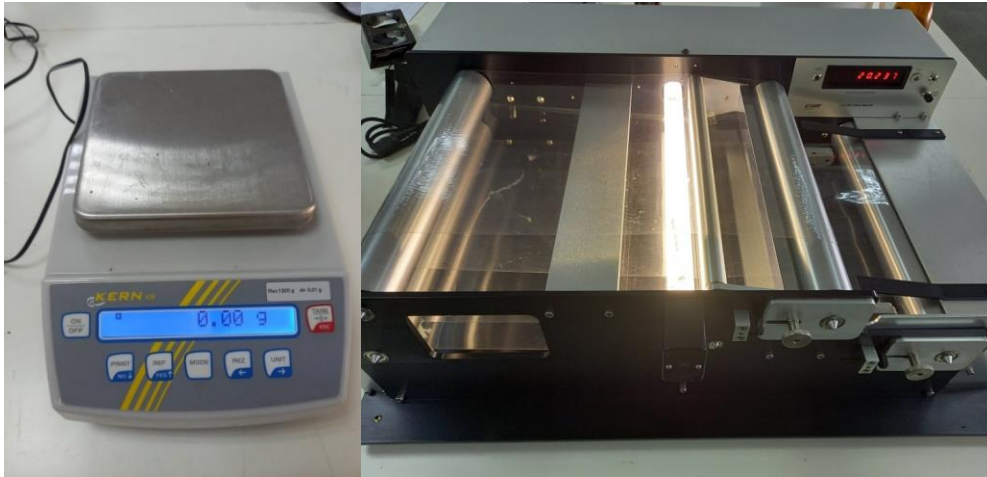
- Υπολογισμός ξηρής ουσίας (%): Προέκυψε από το λόγο του ξηρού προς το νεπό βάρος και εκφράστηκε σε ποσοστό επι τις εκατό.

## 2.7. Υλικά και όργανα

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά και όργανα:

**Πίνακας 2. 1.** Υλικά και όργανα

Σπόροι <i>Scolymus hispanicus</i>	Σπορά
Πλαστικοί δίσκοι σποράς των 104 θέσεων	
Τύρφη	
Γλάστρες όγκου 2L	Εγκατάσταση
Μίγμα τύρφη-περλίτη	
Λιπάσματα διαφόρων αναλογιών N-P-K	Λίπανση και Άρδευση
Νερό	
Κοπίδι	Συγκομιδή
Χάρτινες σακούλες	
Ζυγαριά ακριβείας	
Όργανο υπολογισμού φυλλικής επιφάνειας	



**Εικόνα 2. 5.** Η ζυγαριά ακριβείας που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα (αριστερά) καθώς και το μηχάνημα υπολογισμού της φυλλικής επιφάνειας (δεξιά).

## **2.8. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων**

Το πείραμα ακολούθησε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις επαναλήψεις. Τα δείγματα εξετάστηκαν σύμφωνα με τον παράγοντα της λίπανση (μονοπαραγοντικό πείραμα). Τα αποτελέσματα του πειράματος επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα SPSS Statistics 26. Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν στα φυτά ασκόλυμπρου συγκρίθηκαν με την ανάλυση διασποράς (ANOVA), αφού πρώτα είχαν ελεγχθεί ότι ακολουθούν κανονική κατανομή. Για να βρεθεί η ομοιογένεια μεταξύ των επεμβάσεων σε κάθε μέτρηση χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο ελέγχου Duncan. Το επίπεδο σημαντικότητας ήταν 5% ( $p=0.05$ ).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν από τα φυτά ασκόλυμπρου μεταξύ των διαφορετικών καθεστώτων λίπανσης και του μάρτυρα.

#### 3.1. Αποτελέσματα των μετρήσεων χλωροφύλλης κατά την ανάπτυξη των φυτών

**Πίνακας 3. 1.** Αποτελέσματα των μέσων όρων των μετρήσεων του δείκτη SPAD στις 7, 23, 36 και 63 μέρες από τη μεταφύτευση.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	SPAD			
	7 ΜΕΡΕΣ	23 ΜΕΡΕΣ	36 ΜΕΡΕΣ	63 ΜΕΡΕΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	8.74 γΑ	15.31 βΑ	16.50 βΑ	21.41 αΑ
100:100:100	8.66 γΑ	23.32 βΑ	28.10 βΑ	43.51 αΑ
200:100:100	12.81 γΑ	29.95 βΑ	30.66 βΑ	41.93 αΑ
200:200:200	15.34 γΑ	24.94 βΑ	37.40 βΑ	45.62 αΑ
300:100:100	9.21 γΑ	26.36 βΑ	33.97 βΑ	42.85 αΑ
300:200:200	4.89 γΑ	16.48 βΑ	26.49 βΑ	35.40 αΑ
300:300:300	11.88 γ Α	22.23 βΑ	30.11 βΑ	38.10 αΑ

Τα διαφορετικά μικρά και κεφαλαία γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων της ίδιας γραμμής και στήλης αντίστοιχα ( $p=0.05$ ).

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων για τις διάφορες ημερομηνίες μέτρησης. Ταυτόχρονα, οι μέσοι όροι των μετρήσεων του δείκτη χλωροφύλλης που λήφθηκαν στις 23 και 36 μέρες μετά τη μεταφύτευση του ασκόλυμπρου διαφέρουν σημαντικά από τις μετρήσεις στις 7 και 63 μέρες μετά τη μεταφύτευση. Υψηλότερα ποσά χλωροφύλλης συγκεντρώνουν οι μεταχειρίσεις 200:200:200 και 200:100:100, ενώ τις μικρότερες ποσότητες χλωροφύλλης κατά μέσο όρο συγκέντρωσαν η λίπανση με το 300:200:200 και ο μάρτυρας.

#### 3.2. Αποτελέσματα της μέτρησης φωτοσύνθεσης των φυτών

**Πίνακας 3. 2.** Επίδραση των διαφορετικών καθεστώτων λίπανσης στην καθαρή φωτοσύνθεση (Pn), σε διαφορετικές εντάσεις φωτός [ $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ], στα φυτά ασκόλυμπρου.

Μεταχείριση	PAR						
	0	200	400	600	800	1000	1300
100:100:100	-0.66 α	1.76 α	3.23 α	3.94 α	4.57 α	5.60 α	6.63 α
200:100:100	-1.77 αβ	3.16 α	4.89 α	5.75 α	6.48 α	7.29 α	8.40 α
200:200:200	-1.87 αβ	2.64 α	4.37 α	5.53 α	6.79 α	8.57 α	9.72 α
300:100:100	-1.82 αβ	2.66 α	3.65 α	4.32 α	5.00 α	6.78 α	7.96 α
300:200:200	-1.34 αβ	2.38 α	3.78 α	4.79 α	5.60 α	6.60 α	7.88 α
300:300:300	-2.15 β	2.45 α	3.40 α	3.99 α	4.84 α	5.92 α	7.31 α

Οι μέσοι όροι της στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ ).

Η φωτοσύνθεση μετρήθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός του μάρτυρα. Στην περίπτωση του μάρτυρα τα φυτά είχαν αρκετά μικρό μέγεθος μέχρι και το στάδιο της συγκομιδής, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η μέτρηση τους με το όργανο της φωτοσύνθεσης. Στο απόλυτο σκοτάδι παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Όλες οι τιμές είναι αρνητικές όπως αναμένεται αφού τα φυτά του ασκόλυμπρου δεν φωτοσυνθέτουν σε συνθήκες σκότους. Τα φυτά με λίπανση 100:100:100 διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τα φυτά της μεταχείρισης 300:300:300. Σε όλες τις υπόλοιπες εντάσεις φωτός δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

### **3.3. Αποτελέσματα ποσοτικών χαρακτηριστικών**

Από τα αποτελέσματα στο βλαστικό τμήμα του φυτού παρατηρείται ότι υπάρχει σημαντική διαφορά σε ότι αφορά το νωπό βάρος των φύλλων ανάμεσα στο μάρτυρα και τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Σημαντική διαφορά εντοπίζεται και μεταξύ των υπόλοιπων μεταχειρίσεων με τις μεταχειρίσεις 300:300:300 και 300:100:100 να έχουν τις υψηλότερες αποδόσεις. Επίσης, ο αριθμός των φύλλων του μάρτυρα είναι σημαντικά μικρότερος των υπολοίπων και η μεταχείριση 300:100:100 συγκέντρωσε τον μεγαλύτερο αριθμό φύλλων κατά μέσο όρο. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις έχουν παρόμοιες τιμές και δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Από τις μετρήσεις σε ξηρό βάρος προέκυψε ότι οι μεταχειρίσεις 300:300:300, 300:200:200 και 300:100:100 είχαν παρόμοια αποτελέσματα και δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, διαφέρουν όμως με τον μάρτυρα. Όσον αφορά τη ξηρή ουσία οι τιμές που παρατηρούνται είναι παρόμοιες σε όλες τις μεταχειρίσεις και δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Τα υψηλότερα ποσοστά σε ξηρή ουσία συγκεντρώνει ο μάρτυρας και τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με το 200:200:200.

Επίσης, η φυλλική επιφάνεια των φύλλων είναι παρόμοια σε όλα τα προγράμματα λίπανσης με εξαίρεση τον μάρτυρα που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα. Από την άλλη ο μάρτυρας και η μεταχείριση 200:100:100 έχουν τις μεγαλύτερες τιμές ειδικής φυλλικής επιφάνειας και διαφέρουν από τη μεταχείριση 300:100:100 που έχει τη μικρότερη τιμή.

**Πίνακας 3.3.** Αποτελέσματα του νωπού βάρους (g), του αριθμού των φύλλων, του ξηρού βάρους (g), της ξηρής ουσίας (%), της ειδικής φυλλικής επιφάνειας (m<sup>2</sup>/kg), της φυλλικής επιφάνειας (cm<sup>2</sup>) για τις επτά διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Αριθμός φύλλων	Ξηρος βάρος (g)	Ξηρή ουσία (%)	Φυλλική επιφάνεια (cm <sup>2</sup> )	SLA (m <sup>2</sup> /kg)
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1.42 δ	6.47 γ	0.11 β	9.03 α	26.18 β	23.10 α
100:100:100	11.95 γ	12.73 β	1.05 αβ	8.51 α	173.16 α	16.56 αβ
200:100:100	16.76 αβγ	13.13 αβ	1.14 αβ	8.65 α	198.80 α	22.76 α
200:200:200	17.44 αβ	13.39 αβ	1.29 αβ	9.08 α	205.26 α	13.56 αβ
300:100:100	19.71 α	14.93 α	1.60 α	8.61 α	206.60 α	12.45 β
300:200:200	14.17 βγ	12.27 β	1.65 α	8.49 α	232.14 α	16.17 αβ
300:300:300	20.4 α	12.47 β	1.83 α	8.13 α	226.04 α	13.46 αβ

Οι μέσοι όροι της στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan (p=0.05).



**Πίνακας 3. 4.** Αποτελέσματα του νωπού βάρους των ριζών

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος ριζών (g)
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1.93 ε
100:100:100	9.50 γδ
200:100:100	8.81 δ
200:200:200	15.37 α
300:100:100	12.10 βγ
300:200:200	12.11 βγ
300:300:300	13.76 αβ

Οι μέσοι όροι της στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ ).

Σε ότι αφορά το ριζικό σύστημα των φυτών από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνονται τα εξής:

- Τα διαφορετικά προγράμματα λίπανσης διαφοροποιήθηκαν σημαντικά όσον αφορά το βάρος των ριζών.
- Η μεταχείριση 200:200:200 έχει το μεγαλύτερο νωπό βάρος και διαφέρει σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις πλην της 300:300:300 που παρουσιάζει την αμέσως υψηλότερη τιμή.
- Ακολουθούν οι μεταχειρίσεις 300:200:200, 300:100:100 και 100:100:100 οι οποίες δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.
- Οι μικρότερες τιμές είναι αυτές της μεταχείρισης 200:100:100 και ακολουθεί η μεταχείριση του μάρτυρα.

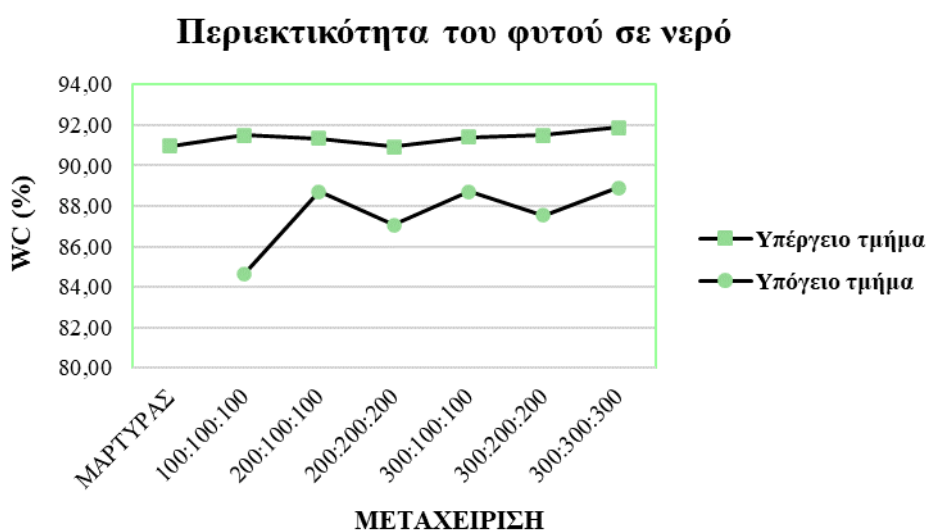
**Πίνακας 3. 5.** Αποτελέσματα ξηρού βάρους από 30 g νωπής ρίζας σε κάθε μεταχείριση πλην του μάρτυρα.

Μεταχειρίσεις	Ξηρό βάρος ριζών (g)	Ξηρή ουσία (%)
100:100:100	4.61	15.35
200:100:100	3.39	11.29
200:200:200	3.88	12.93

300:100:100	3.39	11.30
300:200:200	3.74	12.45
300:300:300	3.33	11.09

Η μεταχείριση 100:100:100 είχε το μεγαλύτερο βάρος μετά την αποξήρανση του δείγματος. Το υψηλότερο ποσοστό ξηρής ουσίας στις ρίζες βρέθηκε στη μεταχείριση 100:100:100 και το μικρότερο στην 300:300:300.

Τόσο στην περίπτωση του βλαστικού τμήματος όσο και στις ρίζες του φυτού τα αποτελέσματα της ξηρής ουσίας μας οδηγούν σε κάποια αντιστρόφως ανάλογα συμπεράσματα για την περιεκτικότητα του φυτού σε νερό.



**Διάγραμμα 3. 1.** Αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε νερό (WC = water content) στο υπέργειο τμήμα του φυτού (βλαστός, φύλλα) και στο υπόγειο μέρος (ρίζες), σε ποσοστό επί της εκατό.

Όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα η μεταχείριση 300:300:300 συγκέντρωσε τα υψηλότερα ποσοστά περιεκτικότητας νερού στα υπέργεια και υπόγεια όργανα του φυτού.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο ασκόλυμπρος (*Scolymus hispanicus* L.), ένα αυτοφυές είδος που ευδοκίμει τόσο στην Ελλάδα όσο και στην υπόλοιπη Μεσογειακή λεκάνη, αποτελεί τα τελευταία χρόνια προϊόν μελέτης κυρίως για τα ευεργετικά διατροφικά χαρακτηριστικά του. Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η επίδραση διαφορετικών λιπάνσεων στην ανάπτυξη και τελικά στην απόδοση του φυτού και τα κυριότερα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν είναι τα εξής:

- Η εφαρμογή διαφορετικών προγραμμάτων λίπανσης στον ασκόλυμπρο είχε θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών και στα φαινοτυπικά τους χαρακτηριστικά, με την μεταχείριση 300:300:300 να καταγράφει αρκετά αυξημένες τάσεις νωπής απόδοσης.
- Ο αριθμός των φύλλων ήταν αρκετά αυξημένος σε όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ η μεταχείριση 300:100:100 είχε την υψηλότερη τιμή.
- Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη φυλλική επιφάνεια μεταξύ των προγραμμάτων λίπανσης, εκτός της περίπτωσης του μάρτυρα. Παράλληλα η ειδική φυλλική επιφάνεια αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και του 200:100:100, διαφέροντας σημαντικά από τις υπόλοιπες.
- Το ξηρό βάρος παρουσίασε αυξητικές τάσεις με τη μεταχείριση 300:300:300 να έχει την υψηλότερη τιμή.
- Η ξηρή ουσία δεν διέφερε σημαντικά σε καμία εκ των μεταχειρίσεων και κατ' επέκταση δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο διαθέσιμο νερό, ωστόσο η μεταχείριση 300:300:300 συγκέντρωσε το υψηλότερο διαθέσιμο νερό και στις ρίζες αλλά και στο βλαστικό μέρος του φυτού.
- Οι μεταχειρίσεις με διαφορετικές λιπάνσεις διαφοροποιήθηκαν σημαντικά ως προς το νωπό βάρος των ριζών τους, από το μάρτυρα που είχε τη μικρότερη τιμή μέχρι τη μεταχείριση 200:200:200 που είχε την υψηλότερη, με την 300:300:300 να ακολουθεί.
- Η φωτοσύνθεση δεν διέφερε μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων, πέρα από τη μέτρηση στο απόλυτο σκοτάδι, ενώ παρατηρήθηκε η σταδιακή αύξηση της με την αύξηση της έντασης του φωτός.

- Η μέτρηση του δείκτη SPAD παρουσίασε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων με τη μέτρηση του μάρτυρα να είναι η μικρότερη από όλες.

Τα αποτελέσματα αυτά οδηγούν αρχικά στο συμπέρασμα, πως ο ασκόλυμπος είναι ένα φυτό άμεσα επηρεαζόμενο από τη συγκέντρωση αζώτου, καλίου και φωσφόρου. Η μεταχείριση με την μεγαλύτερη αναλογία N:K είχε την υψηλότερη νωπή απόδοση στο βλαστικό τμήμα και τη δεύτερη μεγαλύτερη στο νωπό βάρος των εδάδιμων ριζών του. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζουν και οι Papadimitriou et al., (2020) που διερεύνησαν την ανάπτυξη και απόδοση του φυτού *Scolymus hispanicus* και ανακάλυψαν ότι η υψηλή αναλογία N:K αυξάνει το νωπό βάρος του βλαστικού τμήματος και της κονδυλώδους ρίζας του. Επίσης, στη μελέτη τους επισημαίνεται ότι τα διαφορετικά προγράμματα λίπανσης δεν επηρέασαν την περιεκτικότητα του φυτού σε χλωροφύλλη κάτι το οποίο επιβεβαιώνεται και στη παρούσα εργασία. Επιπλέον, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν με εκείνα άλλων αυτοφυών ειδών προκύπτουν κάποιες ενδιαφέρουσες ομοιότητες. Για παράδειγμα οι Nastou et al., (2021) μελετώντας την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων αζώτου στην ανάπτυξη της αντράκλας σε υδροπονικό σύστημα, διαπίστωσαν ότι το νωπό βάρος των φύλλων αυξάνονταν με την αύξηση της ποσότητας του αζώτου που εφαρμοζόταν. Οι Polyzos et al., (2022) στην μελέτη τους για την επίδραση διαφορετικών προγραμμάτων λίπανσης στο σταμναγκάθι, καταλήγουν εκτός των άλλων ότι η μεταχείριση 200:200:200 συγκέντρωσε την υψηλότερη τιμή χλωροφύλλης. Σε άλλα φυλλώδη λαχανικά όπως ο μαϊντανός αποδείχθηκε ότι η αύξηση της εφαρμοζόμενης ποσότητας αζώτου έως τα 150 ppm είχε θετική επίδραση στην απόδοση του φυτού (Fernandes et al., 2020). Επίσης, σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε baby σπανάκι στο οποίο χορηγήθηκαν διαφορετικές ποσότητες NPK, βρέθηκε ότι η χορήγηση  $75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N και P αντίστοιχα, οδήγησε σε αυξημένες αποδόσεις και βελτίωση της ανάπτυξης του φυτού (Nemadodzi et al., 2017). Από τις αποδόσεις των ριζών παρατηρείται ότι οι μεταχειρίσεις που διέθεταν και τα τρία μακροστοιχεία σε υψηλά επίπεδα είχαν τις υψηλότερες τιμές. Συνεπώς πέρα από την ισχυρή παρουσία αζώτου, ιδιαίτερα σημαντική για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος είναι και η παρουσία του φωσφόρου σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Επιπλέον, η μεταχείριση με τη μεγαλύτερη απόδοση συγκέντρωσε και την υψηλότερη τιμή διαθέσιμου νερού σε βλαστό και ρίζα. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί

ότι στο σύνολο τους οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά στη ξηρή ουσία και κατά συνέπεια στο διαθέσιμο νερό. Ακόμα και ο μάρτυρας στο βλαστικό τμήμα του φυτού δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά από τα υπόλοιπα προγράμματα λίπανσης. Αν συνυπολογιστεί η μειωμένη ποσότητα νερού που χορηγούνταν στα φυτά διαπιστώνεται, ότι ο ασκόλυμπρος είναι ένα φυτό που έχει την ικανότητα να συγκρατεί νερό χωρίς να επηρεάζεται σημαντικά από τις διαφορετικές λιπάνσεις ή τη μειωμένη ποσότητα αρδευτικού νερού. Έτσι επιβεβαιώνεται ότι, η εμπορική καλλιέργεια άγριων εδώδιμων ειδών είναι μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική μορφή καλλιέργειας που υπερτερεί σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής.

Τελικά η εύρεση βέλτιστων καλλιεργητικών πρακτικών ανάλογα τις ανάγκες του εκάστοτε είδους δείχνει να έχει αρκετά καλά αποτελέσματα στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καλλιεργήσιμων αυτοφυών. Σίγουρα απαιτείται περαιτέρω έρευνα, προκειμένου να αξιολογηθεί η παρούσα μέθοδος καλλιέργειας και να δημιουργηθεί ένα πρωτόκολλο για την εμπορική καλλιέργεια του είδους. Στην προκειμένη περίπτωση θα πρέπει να μελετηθούν και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού και πως αυτά επηρεάζονται για να καταλήξει κανείς σε ένα ασφαλές συμπέρασμα. Ωστόσο, ιδιαίτερα χρήσιμες θα ήταν παρόμοιες έρευνες για την εμπορική χρήση και άλλων αυτοφυών ειδών.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Παππά, Ε. (2016). *Καταγραφή της διαχρονικής εξέλιξης των μορφολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών δέκα λαχανευόμεων ειδών, σε σύστημα επίπλευσης*. Μεταπτυχιακή μελέτη Γ.Π.Α., Αθήνα.

Σάββας, Δ. (2011). *Καλλιέργειες εκτός εδάφους*. Εκδόσεις Αγρότυπος.

Ψαρουδάκη, Α. (2009). *Εδώδιμα Αγκάθια Της Κρήτης: Ασκόλυμπος (Scolymus Hispanicus), Κουφωτός (Onopordum Sp.), Καλοκαιρινό (Carthamus Dentatus)*. 2nd Symposium of Greek Gastronomy.

Ψαρουδάκη, Α. (2012). *Καταγραφή, Βοτανική ταυτοποίηση, Γενετική ποικιλότητα και ιδιότητες αυτοφυών εδώδιμων φυτών της Κρήτης*. Διδακτορική διατριβή Γ.Π.Α., Αθήνα.

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abete, I., Aboussaleh, Y., Accardi, G., Aiello, A., Alkhatib, A., Castro, I. A., Andújar, I., Antonopoulou, Smaragdi Arsic, A., Arvanitidou, E.-I., Assaf-Balut, C., Barabash, A., Barbagallo, M., Bastida, S., Be, G., Zulet, M. A., & Contributors. (2020). The Mediterranean Diet An Evidence-Based Approach. In R. R. W. Victor R. Preedy (Ed.), *Academic Press* (Vol. 13, Issue April).

Ali, M. M. E., Petropoulos, S. A., Selim, D. A. F. H., Elbagory, M., Othman, M. M., Omara, A. E. D., & Mohamed, M. H. (2021). Plant growth, yield and quality of potato crop in relation to potassium fertilization. *Agronomy*, 11(4), 1–16.

Alori, E. T., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 8, Issue JUN).

Amr, A., & Hadidi, N. (2001). Effect of Cultivar and Harvest Date on Nitrate (NO<sub>3</sub>) and Nitrite (NO<sub>2</sub>) Content of Selected Vegetables Grown Under Open Field and Greenhouse Conditions in Jordan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14(1), 59–67.

- Briskin, D. P., & Bloom, A. (2013). Αφομοίωση Ανόργανων Θρεπτικών Στοιχείων. In *Plant Physiology*. Taiz L. & Zeiger E. Eds, pp. 412–442).
- Brkić, D., Bošnjir, J., Bevardi, M., Gross Bošković, A., Miloš, S., Lasić, D., Krivohlavek, A., Racz, A., Mojsović -Ćuić, A., & Trstenjak, N. U. (2017). Nitrate in leafy green vegetables and estimated intake. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 14(3), 31–41.
- Ceccanti, C., Landi, M., Benvenuti, S., Pardossi, A., & Guidi, L. (2018). Mediterranean Wild Edible Plants: Weeds or “New functional crops”? *Molecules*, 23(9), 1–15.
- Chatzopoulou, E., Carocho, M., Di Gioia, F., & Petropoulos, S. A. (2020). The beneficial health effects of vegetables and wild edible greens: The case of the mediterranean diet and its sustainability. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(24), 1–27.
- Chemnitz, C. & Weigelt, J. (2015). *Soil Atlas*. pp. 1–68.
- Eisenbrand, G., Spiegelhalter, B., & Preussmann, R. (1980). Nitrate and nitrite in saliva. *Oncology*, 37(4), 227–231.
- Fernandes, Â., Polyzos, N., Petropoulos, S. A., Pinela, J., Ardohain, E., Moreira, G., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2020). Phytochemical composition and nutritional value of pot-grown turnip-rooted and plain and curly-leafed parsley cultivars. *Agronomy*, 10(9).
- García-Herrera, P., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Díez-Marqués, C., Molina, M., & Tardío, J. (2014). Nutrient composition of six wild edible Mediterranean Asteraceae plants of dietary interest. *Journal of Food Composition and Analysis*, 34(2), 163–170.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Nahar, K., Hossain, M. S., Al Mahmud, J., Hossen, M. S., Masud, A. A. C., Moumita, & Fujita, M. (2018). Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, 8(3).
- Hendrix, J. E. (1967). The Effect of pH on the Uptake and Accumulation of Phosphate and Sulfate Ions by Bean Plants. *American Journal of Botany*, 54(5), 560–564.
- Iammarino, M., Di Taranto, A., & Cristino, M. (2014). Monitoring of nitrites and nitrates levels in leafy vegetables (spinach and lettuce): A contribution to risk assessment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(4), 773–778.

- Kashefi, J., & Vánky, K. (2004). *Microbotryum Scolymi* , a rare smut fungus new for Greece. *Journal of Plant Pathology*, 86(2), 157–159.
- Katan, M. B. (2009). Nitrate in foods: Harmful or healthy? *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(1), 11–12.
- Kenny, O., Smyth, T. J., Walsh, D., Kelleher, C. T., Hewage, C. M., & Brunton, N. P. (2014). Investigating the potential of under-utilised plants from the Asteraceae family as a source of natural antimicrobial and antioxidant extracts. *Food Chemistry*, 161, 79–86.
- Maggini, R., Kiferle, C., Guidi, L., Pardossi, A., & Raffaelli, A. (2012). Growing Medicinal plants in Hydroponic culture. *Acta Horticulturae*, 952, 697–704.
- Marmouzi, I., El Karbane, M., El Hamdani, M., Kharbach, M., Naceiri Mrabti, H., Alami, R., Dahraoui, S., El Jemli, M., Ouzzif, Z., Cherrah, Y., Derraji, S., & Faouzi, M. E. A. (2017). Phytochemical and pharmacological variability in Golden Thistle functional parts: comparative study of roots, stems, leaves and flowers. *Natural Product Research*, 31(22), 2669–2674.
- Maucieri, C., Nicoletto, C., Os, E. Van, & Anseeuw, D., Havermaet, R. Van., Junge, R. (2019). Hydroponic Technologies. *In Aquaponics Food Production Systems*. Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B. & Burnell, M. G., pp.77-110.
- Maynard, D. N., Barker, A. V, Minotti, P. L., & Peck, N. H. (1976). Nitrate Accumulation in Vegetables (N. C. Brady (ed.); Vol. 28, pp. 71–118). *Academic Press*.
- Molina, M., Pardo de Santayana, M., & Tardío, J. (2016). Natural Production and Cultivation of Mediterranean Wild Edibles. In *Mediterranean Wild Edible Plants* M. de C. Sánchez-Mata & J. Tardío (Eds.), pp 81-107.
- Morales, P., Ferreira, I. C. F. R., Carvalho, A. M., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Pardo-de-Santayana, M., & Tardío, J. (2014). Mediterranean non-cultivated vegetables as dietary sources of compounds with antioxidant and biological activity. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 389–396.
- Nastou, E., Thalassinou, G., Polyzos, N., Antoniadis, V. & Petropoulos, S.A. (2021). The effect of nitrogen fertilization rate on growth and physiological parameters of three purslane genotypes grown in a soilless cultivation system. *Acta Hort.* 1321, 125-132.



- Nemadodzi, L. E., Araya, H., Nkomo, M., Ngezimana, W., & Mudau, N. F. (2017). Nitrogen, phosphorus, and potassium effects on the physiology and biomass yield of baby spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 40(14), 2033–2044.
- Ozkol, H., Tuluçe, Y., Dilsiz, N., & Koyuncu, I. (2013). Therapeutic potential of some plant extracts used in turkish traditional medicine on streptozocin-induced type 1 diabetes mellitus in rats. *Journal of Membrane Biology*, 246(1), 47–55.
- Papadimitriou, D., Kontaxakis, E., Daliakopoulos, I., Manios, T., & Savvas, D. (2020). Effect of N:K Ratio and Electrical Conductivity of Nutrient Solution on Growth and Yield of Hydroponically Grown Golden Thistle (*Scolymus hispanicus* L.). *Proceedings*, 30(1), 87.
- Papadimitriou, D., Daliakopoulos, I., Kontaxakis, E., Sabathianakis, M., Manios, T., & Savvas, D. (2022). Effect of moderate salinity on Golden Thistle (*Scolymus hispanicus* L.) grown in a soilless cropping system. *Scientia Horticulturae*, 303.
- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Tzortzakis, N., Sokovic, M., Ciric, A., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). Bioactive compounds content and antimicrobial activities of wild edible Asteraceae species of the Mediterranean flora under commercial cultivation conditions. *Food Research International*, 119(October 2018), 859–868.
- Petropoulos, S. A., Sami, R., Benajiba, N., Zewail, R. M. Y., & Mohamed, M. H. M. (2022). The Response of Globe Artichoke Plants to Potassium Fertilization Combined with the Foliar Spraying of Seaweed Extract. *Agronomy*, 12(2), 490.
- Polo, S., Tardío, J., Vélez-del-Burgo, A., Molina, M., & Pardo-de-Santayana, M. (2009). Knowledge, use and ecology of golden thistle (*Scolymus hispanicus* L.) in Central Spain. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 5, 1–13.
- Polyzos, N., Paschoalinotto, B., Compochoi, M., Dias, M.I., Barros, L., & Petropoulos, S. A. (2022). *The Effects of Fertilization Regime on Growth Parameters and Bioactive Properties of Pot Grown Cichorium spinosum L* . 1st International Electronic Conference on Horticulturae, 1–7.
- Popa, D. C., Popa, R. A., Pogurschi, E. N., Tudorache, M., Vîntu, C. R., Marin, M. P., & Vidu, L. (2021). Nitrate content of spring leafy vegetables from different outlets. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(2), 1–17.

- Qiu, W., Wang, Z., Huang, C., Chen, B., & Yang, R. (2014). Nitrate accumulation in leafy vegetables and its relationship with water. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14(4), 761–768.
- Raven, P. H., Eichhorn, S. E., & Evert, R. F. (2014). *Βιολογία Των Φυτών* (C. A. Thanos, G. Iatrou, & N. S. Christodoulakis (eds.); 8th American). Utopia Publishing.
- Sánchez-Mata, M. C., Cabrera Loera, R. D., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Cámara, M., Díez Marqués, C., Pardo-de-Santayana, M., & Tardío, J. (2012). Wild vegetables of the Mediterranean area as valuable sources of bioactive compounds. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59, 431–443.
- Santamaria, P. (2006). Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1), 10–17.
- Sari, A. O., & Tutar, M. (2009). Effects of light, cold storage, and temperature on seed germination of golden thistle (*Scolymus hispanicus* L.). *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 15(4), 318–325.
- Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, W., & Zhang, F. (2011). Phosphorus dynamics: From soil to plant. *Plant Physiology*, 156(3), 997–1005.
- Siedliska, A., Baranowski, P., Pastuszka-Woźniak, J., Zubik, M., & Krzyszczyk, J. (2021). Identification of plant leaf phosphorus content at different growth stages based on hyperspectral reflectance. *BMC Plant Biology*, 21(1), 1–17.
- Takagi, D., Miyagi, A., Tazoe, Y., Suganami, M., Kawai-Yamada, M., Ueda, A., Suzuki, Y., Noguchi, K., Hirotsu, N., & Makino, A. (2020). Phosphorus toxicity disrupts Rubisco activation and reactive oxygen species defence systems by phytic acid accumulation in leaves. *In Plant Cell and Environment* (Vol. 43, Issue 9, pp. 2033–2053).
- Tardío J, Pascual H, Morales, R. (2002). Alimentos silvestres de Madrid. Guía de plantas y setas de uso alimentario tradicional en la Comunidad de Madrid. *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 100, Issue 3). Ediciones La Librería.
- Tardío, J., & de Santayana, M. (2016). Ethnobotanical Analysis of Wild Fruits and Vegetables Traditionally Consumed in Spain. In *Mediterranean Wild Edible Plants*. María de Cortes Sánchez-Mata, Javier Tardío, (pp. 57–79).

TARDIO, J., PARDO-DE-SANTAYANA, M., & MORALES, R. (2012). Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81(4), 245–255.

Trichopoulou, A., Vasilopoulou, E., Hollman, P., Chamalides, C., Foufa, E., Kaloudis, T., Kromhout, D., Miskaki, P., Petrochilou, I., Poulima, E., Stafilakis, K., & Theophilou, D. (2000). Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green pies: A potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet. *Food Chemistry* (Vol. 70, Issue 3, pp. 319–323).

Van Os, E. A., Gieling, T. H., & Ruijs, M. N. A. (2002). Equipment for hydroponic installations. *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*. Prof. D. Savvas and Prof. H. Passam, (pp. 157–207).

Vardavas, C. I., Majchrzak, D., Wagner, K. H., Elmadfa, I., & Kafatos, A. (2006). The antioxidant and phylloquinone content of wildly grown greens in Crete. *Food Chemistry*, 99(4), 813–821.

Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., & Guo, S. (2013). The critical role of potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(4), 7370–7390.