

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και ποιότητα του
σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.)»

Ράπτης Άγγελος

Βόλος 2020

Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και ποιότητα του
σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.)

Ράπτης Άγγελος

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

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

Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής Γεωργίας - Οικολογίας Φυτών Μεγάλης
Καλλιέργειας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και
Αγροτικού Περιβάλλοντος

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

Copyright © Ράπτης Άγγελος, 2020.

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 δεν δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έγινε στο πλαίσιο της υλοποίησης του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, «Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος». Η εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και η επίβλεψή της έγινε από τον Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας κ Πετρόπουλο Σπυρίδων.

Ολοκληρώνοντας τη συγγραφή θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την εμπιστοσύνη, το ενδιαφέρον και τη συνεχή του καθοδήγηση με την παροχή επιστημονικών γνώσεων, οι οποίες κατέστησαν δυνατό αυτό το εγχείρημα.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς μου επιτροπής τον Καθηγητή κ Δαναλάτο Νικόλαο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ Καρκάνη Ανέστη για την συμμετοχή και καθοδήγηση τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τη οικογένειά μου, για την στήριξη και συμπαράστασή τους σε αυτό το εγχείρημα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.) αποτελεί ενδημικό φυτό της λεκάνης της Μεσογείου, το οποίο συλλέγεται ως άγριο χόρτο και καταναλώνεται για τα εδώδιμα φύλλα του. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες καλλιέργειας του συγκεκριμένου είδους με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Σκοπός του πειράματος αυτού ήταν να μελετηθεί η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και ποιότητα του σταμναγκαθιού. Φυτά σταμναγκαθιού αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχεία χωρητικότητας 2L, με υπόστρωμα έδαφος. Εφαρμόστηκαν 4 επίπεδα αζωτούχου λίπανσης [0 (ο μάρτυρας χωρίς προσθήκη λιπάσματος), 200, 400 και 600 mg L⁻¹ αζώτου και χρησιμοποιήθηκαν 20 γλάστρες σε κάθε μεταχείριση. Όλες οι μεταχειρίσεις πλην του μάρτυρα περιείχαν τις ίδιες ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου που επιτεύχθηκαν με τη χρήση του λιπάσματος 20-20-20, ενώ οι επιπλέον ποσότητες αζώτου προστέθηκαν με τη μορφή NH₄NO₃.

Με βάση τα αποτελέσματα, στην 1^η κοπή, η μεταχείριση των 600 mg L⁻¹ έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά το νωπό βάρος των φύλλων, ενώ η διάμετρος ροζέτας και ο αριθμός φύλλων δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων όπου έγινε προσθήκη αζώτου. Αντίθετα, η ξηρή ουσία των φύλλων ήταν μεγαλύτερη για τη μεταχείριση του μάρτυρα και το επίπεδο των 200 mg L⁻¹. Για τη 2^η κοπή δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων αζώτου ως προς τα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά, ενώ η ξηρή ουσία δε διέφερε μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων. Η αύξηση των επιπέδων αζώτου οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε νιτρικά ιόντα. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση των ολικών οργανικών οξέων και των ολικών σακχάρων βρέθηκε στη μεταχείριση των 200 και 400 ppm N αντίστοιχα. Η αντιοξειδωτική ικανότητα αυξήθηκε με την προσθήκη αζώτου, ενώ η συγκέντρωση των ολικών τοκοφερολών και των ολικών φαινολικών ενώσεων μειώθηκε. Η συγκέντρωση των λιπαρών οξέων δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την προσθήκη αζώτου. Συμπερασματικά προκύπτει ότι η εφαρμοζόμενη ποσότητα αζώτου επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη και ποιότητα των φύλλων σταμναγκαθιού και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την επίτευξη των μεγαλύτερων δυνατών αποδόσεων, χωρίς παράλληλα να επηρεάζονται αρνητικά η ποιότητα των παραγόμενων φύλλων.

Λέξεις κλειδιά: νιτρικά, νιτρικό άζωτο, φυλλώδη λαχανικά

SUMMARY

Cichorium spinosum L. is a native species of the Mediterranean basin which is usually gathered in the wild and consumed for its edible leaves. During the last years, great efforts have been made in order to commercially cultivate the species and promising results have been obtained.

The aim of the present study was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on growth and quality of *C. spinosum* plants. For this purpose, plants were grown in soil in 2 L plastic pots. Four nitrogen levels were applied, namely 0 (control with no fertilizer added), 200, 400 και 600 mg L⁻¹ of nitrogen, while 20 pots per treatment were used. All the treatments except for control contained the same amount of potassium and phosphorus (200 mg L⁻¹) which were achieved by the addition of a complete fertilizer (20-20-20), while the extra amounts of nitrogen for treatment of 400 and 600 mg L⁻¹ were achieved with the addition of NH₄ NO₃.

The results of the study showed that in the first harvest the treatment of 600 mg L⁻¹ gave the best results in terms of fresh weight of leaves, while rosette diameter and number of leaves did not differ significantly among the fertilizer treatments. In contrast, dry matter of leaves was higher for the control and 200 mg L⁻¹ treatment. For the second harvest, no significant differences were observed between the fertilizer treatments for the studied parameters, whereas dry matter content did not differ between all the applied treatments. Increasing nitrogen levels led to an increase in the nitrate content of the leaves. The highest concentration of total organic acids and total sugars was found at 200 and 400 ppm N, respectively. The antioxidant properties increased with the addition of nitrogen, while the concentration of total tocopherols and total phenolic compounds decreased. The concentration of fatty acids was not significantly affected by the addition of nitrogen. In conclusion, nitrogen application rate may significantly affect plant growth and quality of *Cichorium spinosum* leaves. It should be taken into account in order to achieve the highest yield possible, without negatively affecting the quality of the final product.

Keywords: nitrate, nitrogen nitrate, leafy vegetables

Εγώ, ο Ράπτης Άγγελος, είμαι ο 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 τον Ράπτη Άγγελο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| 1.1. | Οικογένεια <i>Compositae</i> (<i>Asteraceae</i>)..... | 1 |
| 1.2. | Είδη της οικογένειας <i>Compositae</i> | 3 |
| 1.2.1. | Αδραλίδα (<i>Hymenonema graecum</i>) | 3 |
| 1.2.2. | Γαλατσίδα (<i>Reichardia picroides</i>)..... | 3 |
| 1.2.3. | Ζοχός (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 4 |
| 1.3.4. | Ταραξάκο το φαρμακευτικό (<i>Taraxacum officinale</i>)..... | 5 |
| 1.2.5. | Θρίδαξ η τοξική (<i>Lactuca virosa</i> L.) | 5 |
| 1.3. | Σταμναγκάθι (<i>Cichorium spinosum</i>) - Γενικά | 6 |
| 1.4. | Βοτανικά χαρακτηριστικά..... | 7 |
| 1.5. | Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις | 9 |
| 1.6. | Καλλιεργητική τεχνική..... | 11 |
| 1.6.1. | Σπορά καλλιέργειας..... | 11 |
| 1.6.2. | Αραίωμα | 12 |
| 1.6.3. | Σκάλισμα | 13 |
| 1.6.4. | Λίπανση | 13 |
| 1.6.5. | Καταπολέμηση ζιζανίων | 14 |
| 1.6.6. | Εχθροί και Ασθένειες | 14 |
| 1.6.7. | Συγκομιδή | 15 |
| 1.6.8. | Συντήρηση..... | 16 |
| 1.7. | Σύνθεση και σύσταση του σταμναγκαθιού..... | 16 |
| 1.8. | Χρήσεις του σταμναγκαθιού..... | 19 |
| 1.9. | Μελέτες για το Σταμναγκάθι..... | 20 |
| 1.10. | Άζωτο (N) | 22 |
| 1.10.1. | Νιτρικά ιόντα στον ανθρώπινο οργανισμό | 22 |
| 1.10.2. | Νιτρικά ιόντα στα φυτά | 23 |
| 1.10.3. | Νιτρικά ιόντα στο σταμναγκάθι..... | 24 |
| 1.11. | Σκοπός της εργασίας | 27 |
| 2. | ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ..... | 28 |
| 2.1 | Τόπος και χρόνος διεξαγωγής του πειράματος | 28 |
| 2.2 | Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος | 28 |
| 2.3 | Εγκατάσταση και μεταφύτευση | 29 |
| 2.4 | Εφαρμογή λιπάνσεων στα φυτά | 30 |
| 2.5 | Συγκομιδή | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6 Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών | 32 |
| 2.7 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών | 33 |
| 2.8 Στατιστική ανάλυση | 37 |
| 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 38 |
| 3.1 Αποτελέσματα ποσοτικών χαρακτηριστικών ανάπτυξης των φυτών κατά την 1 ^η κοπή | 38 |
| 3.2 Αποτελέσματα ποσοτικών χαρακτηριστικών ανάπτυξης των φυτών κατά την 2 ^η κοπή | 39 |
| 3.3 Αποτελέσματα συνολικών ποσοτικών χαρακτηριστικών και στις 2 κοπές | 40 |
| 3.4 Αποτελέσματα της συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων των φύλλων κατά τη 2 ^η κοπή | 41 |
| 3.5 Αποτελέσματα της σύνθεσης των τοκοφερολών στα φυτά σταμναγκαθιού | 41 |
| 3.6 Αποτελέσματα της σύνθεσης των σακχάρων στα φυτά σταμναγκαθιού | 42 |
| 3.7 Αποτελέσματα της σύνθεσης των οργανικών οξέων στα φυτά σταμναγκαθιού | 43 |
| 3.8 Αποτελέσματα της σύνθεσης των λιπαρών οξέων στα φυτά σταμναγκαθιού | 44 |
| 3.9 Αποτελέσματα της σύνθεσης της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα φυτά | 44 |
| 3.10 Αποτελέσματα της σύνθεσης των φαινολικών ενώσεων στα φυτά σταμναγκαθιού | 45 |
| 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 47 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 52 |

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1.1: Βοτανικά χαρακτηριστικά της οικογένειας <i>Compositae</i> | 2 |
| Εικόνα 2.1: Οι τέσσερις ομάδες των φυτών σταμναγκαθιού (0, 200, 400 και 600 ppm) στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου | 30 |

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1.1. Περιεκτικότητα των διάφορων στοιχείων του σταμναγκαθιού | 22 |
| Πίνακας 3.1. Αποτελέσματα νωπού βάρους φύλλων (g), διαμέτρου ροζέτας (cm), αριθμού φύλλων και ποσοστού (%) ξηρής ουσίας σε φυτά σταμναγκαθιού για τις 4 μεταχειρίσεις κατά την 1 ^η κοπή | 38 |
| Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα νωπού βάρους φύλλων (g), διαμέτρου ροζέτας (cm), αριθμού φύλλων και ποσοστού (%) ξηρής ουσίας σε φυτά σταμναγκαθιού για τις 4 μεταχειρίσεις κατά την 2 ^η κοπή | 39 |
| Πίνακας 3.3. Συνολικό νωπό βάρος (g) και αριθμός φύλλων φυτών σταμναγκαθιού από την 1 ^η και 2 ^η κοπή | 40 |

| | |
|---|----|
| Πίνακας 3.4. Περιεκτικότητα των φύλλων των φυτών σταμναγκαθίου σε νιτρικά ιόντα κατά την 2 ^η κοπή | 41 |
| Πίνακας 3.5. Σύνθεση σε τοκοφερόλες (mg) του εξεταζόμενου <i>Cichorium spinosum</i> | 41 |
| Πίνακας 3.6. Σύνθεση σε σάκχαρα (g/kg fw) του εξεταζόμενου <i>Cichorium spinosum</i> | 42 |
| Πίνακας 3.7. Σύνθεση σε οργανικά οξέα (g/kg fw) του εξεταζόμενου <i>Cichorium spinosum</i> | 43 |
| Πίνακας 3.8. Σύνθεση σε λιπαρά οξέα του εξεταζόμενου <i>Cichorium spinosum</i> | 44 |
| Πίνακας 3.9. Αντιοξειδωτική ικανότητα του εξεταζόμενου <i>Cichorium spinosum</i> . | 44 |
| Πίνακας 3.10. Ποσοτικοποίηση των φαινολικών ενώσεων του <i>Cichorium spinosum</i> | 45 |

Κατάλογος Συντομογραφιών

Π.Θ.: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΓΦΠΑΠ: Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

κ.ά.: και άλλα / και άλλοι

ν.β.: νωπό βάρος

π.χ.: παραδείγματος χάριν

π.Χ.: προ Χριστού

et al.: et alius

°C: βαθμοί Celsius

pH: Συγκέντρωση κατιόντων υδροξονίου σε υδατικό διάλυμα

kg: kilogram

g: gram

mg: milligram

L: litre

mL: mili litre

cm: centimetre

mm: milimetre

nm: nanometre

min: minute

kcal: kilocalorie (χιλιοθερμίδα)

ppm: parts per million

dw: dry weight

% : επί τις εκατό

IS: Internal standard

ANOVA: Analysis of Variance

SD: Τυπική απόκλιση

ΕΣΔ: Ελάχιστη σημαντική διαφορά

ESA: European Space Agency

USA: United States of America

ΗΠΑ: Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

N: Άζωτο

K: Κάλιο

P: Φώσφορος

NH₄-N: Αμμωνιακό Άζωτο

NO₃-N: Νιτρικό Άζωτο

NH₄⁺: αμμωνιακά ιόντα

NO₃⁻: νιτρικά ιόντα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Οικογένεια *Compositae* (*Asteraceae*)

Η οικογένεια *Asteraceae* είναι η μεγαλύτερη βοτανική οικογένεια. Περιλαμβάνει 1535 γένη και περίπου 23.000 γνωστά είδη, ταξινομημένα σε 3 υποοικογένειες και 17 φυλές. Η διάκριση των 3 υποοικογενειών *Asteroideae*, *Cichorioideae* και *Barnadesioideae* είναι σχετικά πρόσφατη (1970 – 1992). Από την εποχή του Κάρολου Λινναίου, αρκετά γένη έχουν περιγραφεί και ταξινομηθεί σε νέα βάση, ενώ άλλα έχουν διαγραφεί σταδιακά. Αναφέρονται ότι πάνω από 10 είδη περιγράφονται κάθε χρόνο, ενώ άλλα αναθεωρούνται και άλλα καταλήγουν σε συνωνυμία (Bremer *et al.*, 1994). Τα στοιχεία που συνδέονται με τη μορφολογία, την ανατομία, την εμβρυολογία, τη γυρεολογία, κ.α., αποτελούν τμήμα των πληροφοριών που χρησιμοποιούμε για την ταξινόμηση των φυτών (Σαλονικιώτη, 2015).

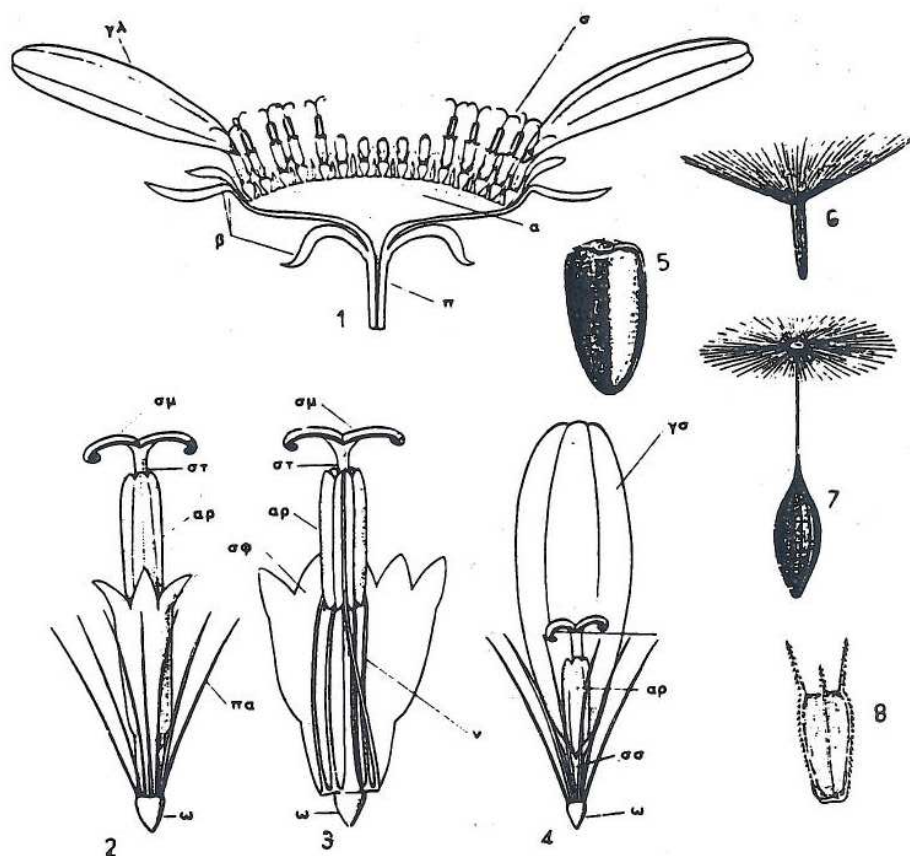
Στην οικογένεια *Asteraceae* ανήκουν ετήσια φυτά, πολυετείς πόες, θάμνοι με ή χωρίς γαλακτώδη χυμό και μερικά δένδρα. Τα φυτά αυτής της οικογένειας έχουν σχιζογενείς κοιλότητες, οι οποίες περιέχουν αιθέρια έλαια.

Τα φύλλα είναι εναλλασσόμενα, απλά ή σύνθετα, λειόχειλα, οδοντωτά ή λοβωτά (Βαρδαβάκης, 1991). Τα άνθη είναι διγενή ή μονογενή, ζυγόμορφα, ακτινόμορφα, σωληνοειδή, χωρίς ποδίσκο, τα οποία αποτελούνται από μικρά ανθίδια (Τζανελλή, 2006). Υπάρχουν δυο τύποι ανθιδίων σ' αυτήν την οικογένεια, τα σωληνοειδή και τα γλωσσοειδή. Η ταξιαρχία τους χαρακτηρίζεται σαν κεφάλιο και περιλαμβάνει πάνω εσωτερικά τα ανθίδια, κάτω τον ανθικό δίσκο στον οποίο βρίσκονται τα ανθίδια και εξωτερικά το περίβλημα. Στις ταξιανθίες, τα κεφάλια είναι συνήθως μονήρη ή διατεταγμένα σε κορύμβους και φόβες. Όταν όλα τα κεφάλια έχουν αναπτυχθεί σε σταχυώδη διάταξη, περιγράφονται ως στάχεις παρά ως κόρυμβοι. Τα κεφάλια περιγράφονται ως ακτινωτά αν έχουν πραγματικά γλωσσοειδή ανθίδια, ενώ τα δισκοειδή έχουν μορφολογικά όμοια μη ακτινωτά ανθίδια σε όλο το κεφάλιο.

Οι στήμονες διαρρηγνύονται στο εσωτερικό του άνθους και συνενώνονται σχηματίζοντας ένα σωλήνα ή σχηματίζουν ελεύθερα νήματα. Η μορφολογία των στύλων αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο για τον προσδιορισμό των φυλών. Τα χαρακτηριστικά διαφοροποίησης των στύλων είναι το πάχος, ο βαθμός διακλάδωσης,

η ευρύτητα και διάταξη των τριχών στην περιοχή του στίγματος. Η βάση του στύλου είναι συχνά διογκωμένη και μερικές φορές υπάρχει ένα νεκτάριο (stylopodium). Στα λειτουργικά αρσενικά ανθίδια ο στύλος είναι συνήθως αδιαίρετος (Καββάδας, 1956).

Η ωοθήκη είναι υποφυής, μονόχωρη, με μία σπερμοβλάστη (Βαρδαβάκης, 1991). Οι καρποί της οικογένειας είναι ονομάζονται συνήθως αχάινια και η μορφολογία τους συμβάλει αρκετά στον προσδιορισμό των ειδών και γενών (Φραγκούλη, 2010). Ο κάλυκας, αφού δεν χρειάζεται από το ανθίδιο για προστασία, αντικαθίσταται από τον πάππο στην κορυφή της ωοθήκης, ο οποίος αποτελείται από τρίχες και λέπια. Ο πάππος, αποτελεί ιδιαίτερο ταξινομικό όργανο σε επίπεδο φυλής ή γένους (Καββάδας, 1956).



Εικόνα 1.1: Βοτανικά χαρακτηριστικά της οικογένειας *Compositae*.

- 1) ταξιανθία (κεφάλιο): π. ποδίσκος, α. πλατυσμένος ανθικός άξονας, β. βράκτια περιβλήματος, γλ. γλωσσοειδής άνθος, σ. σωληνοειδής άνθος 2, 3) σωληνοειδή άνθη: σμ. στίγμα, στ. στύλος, αρ. ανθήρες ενωμένοι, σφ. στεφάνη, ν. νήματα στημόνων ελεύθερα, πα. πάππος, ω. ωοθήκη υποφυής 4) γλωσσοειδής άνθος: γσ. γλωσσοειδής σχηματισμός στεφάνης, σσ. σωλήνας στεφάνης 5) αχάινιο χωρίς πάππο, 6, 7) αχάινιο με πάππο 8) αχάινιο με κυρτούς γάντζους (Bremer *et al.*, 1994)

1.2. Είδη της οικογένειας *Compositae*

Στην μεγάλη οικογένεια των Συνθέτων (*Compositae*), που χαρακτηρίζεται από είδη με γαλακτώδη χυμό και κεφάλια με γλωσσοειδή ανθίδια, ανήκουν γένη και είδη που είναι βρώσιμα χόρτα ή καλλιεργούνται ως λαχανικά. Παρακάτω θα γίνει μια μικρή αναφορά στα κυριότερα.

1.2.1. Αδραλίδα (*Hymenonema graecum*)

Η αδραλίδα είναι φυτό που συναντάται ως αυτοφυές σε πετρώδεις περιοχές του Ιονίου καθώς και στην Κρήτη (Tutin *et al.*, 1976). Η ύπαρξή του έχει διαπιστωθεί και στα περισσότερα νησιά των Κυκλάδων (Πολέμης, 2010). Το *Hymenonema graecum* είναι πολυετές φυτό, με όρθια ανάπτυξη και (Tutin *et al.*, 1976). Τα φύλλα του είναι πτεροσχιδή και τραχιά με στρογγυλεμένη κατάληξη και πλάτος μικρότερο από 10 mm (Blamey & Grey-Wilson, 1993). Στη βάση των ανθέων μπορεί να βρίσκονται πορφυρές κηλίδες (Polunin, 1980). Το φυτό αυτό δεν καλλιεργείται συστηματικά και συλλέγεται ως αυτοφυές.

1.2.2. Γαλατσίδα (*Reichardia picroides*)

Η γαλατσίδα (*Reichardia picroides*) είναι μονοετής ή πολυετής πόα, που εμφανίζεται σε πετρώδη εδάφη και απόκρημνα μέρη (Γογονάκη, 2010). Συναντάται κυρίως στη Μεσόγειο και σε εύκρατα κλίματα (Λυκογιάννη, 2013). Το φυτό της γαλατσίδας αναπτύσσεται σε μορφή ροζέτας, φτάνει σε ύψος τα 10-45 cm και όλο το φυτό περιέχει ένα γαλακτώδη, μυρωδάτο χυμό (Λυκογιάννη, 2013). Ο βλαστός της είναι εύθραυστος και τα φύλλα της βάσης είναι πυκνά, οδοντωτά ή πτερόλοβα (Φραγκούλη, 2010), μακρόστενα, ανοιχτού πράσινου χρώματος (Λυκογιάννη, 2013). Τα άνθη είναι κεφάλια, διαμέτρου περίπου 30 mm, με γλωσσοειδή, κίτρινα ανθίδια πάνω σε μακριούς μίσχους. Οι καρποί της είναι πάπποι και οι σπόροι αχαίνια. Καταναλώνονται είτε ωμές σε σαλάτες αφήνοντας μια ευχάριστη γεύση γάλακτος,

είτε βραστές δίνοντας μια γλυκιά και νόστιμη γεύση (Γογονάκη, 2010). Οι ρίζες καταναλώνονται και αυτές ωμές ή μαγειρεμένες.

1.2.3. Ζοχός (*Sonchus oleraceus*)

Ο ζοχός (*Sonchus oleraceus*) είναι ένα ετήσιο ποώδες δικοτυλήδονο φυτό, με όρθιο βλαστό ύψους 20-50 cm, αλλά μπορεί να φθάσει και το 1 m, και περιέχει γαλακτώδη χυμό (<http://el.wikipedia.org>). Η ρίζα του είναι παχιά, βαθιά, απλή ή διακλαδισμένη. Τα φύλλα του είναι λεία, πτεροσχιδή ή πτερόβολα, με οδοντωτούς λοβούς λεπτούς κοντά στη βάση, ενώ στο βλαστό είναι ελαφρώς αγκαθωτά (Ψαρουδάκη, 2009). Τα άνθη του βγαίνουν σε κεφαλωτές ταξιανθίες που περιέχουν πολλά γλωσσοειδή ανθίδια, κίτρινου χρώματος, τα οποία είναι συγκεντρωμένα σε κεφάλια που περιβάλλονται από επιμήκη βράκτια (Λυκογιάννη, 2013). Ο σπόρος είναι αχαίνιο (2-3 mm), με μακρύ ράμφος και θύσανο λευκών τριχών (Καββαδάς, 1956). Με το φύσημα του ανέμου, οι σπόροι αποχωρίζονται και διασπείρονται σε σχετικά μεγάλη απόσταση, εξασφαλίζοντας την εξάπλωση του φυτού (Δημητράκης, 2001). Συναντάται σε όλη την Ελλάδα και αποτελεί κύριο πιάτο της Μεσογειακής διατροφής (<http://www.ethnopharmacology.gr>).

Ο ζοχός συλλέγεται αρχές φθινοπώρου μέχρι τέλη άνοιξης, όταν είναι τρυφερός ο βλαστός και τα φύλλα (Φραγκούλη, 2010). Τα μέρη του φυτού που καταναλώνονται από τον άνθρωπο είναι τα φύλλα, οι βλαστοί και οι ρίζες. Τρώγονται είτε ωμά, είτε μαγειρεμένα σε φαγητά, σε πίτες, σε σούπες, σε εγχύματα ή τσάι. Επίσης ο ζοχός χρησιμοποιείται ευρέως στη λαϊκή θεραπευτική για τις πολύτιμες φαρμακευτικές του ιδιότητες.

1.3.4. Ταραξάκο το φαρμακευτικό (*Taraxacum officinale*)

Το *Taraxacum* αποτελεί ένα πολυάριθμο γένος ανθοφόρων φυτών της οικογένειας *Compositae*. Συναντάται σε όλο το βόρειο ημισφαίριο σε διάφορες ποικιλίες. Υπάρχουν διάφορα είδη *Taraxacum* (*minimum*, *allepicum*, *bithynicum*, *hellenicum*, *megalorhizon* και *officinale*) στην Κρήτη. Είναι πολυετής πόα, που εμφανίζεται ως ζιζάνιο σε χωράφια, λιβάδια, κάμπους, στις άκρες δρόμων έως και 2000 m υψόμετρο (Βλασσοπούλου, 2013). Αναπτύσσεται κατακόρυφα μέσα στο έδαφος (Kirchner, 1955; Faber, 1958) και έχει μια μεγάλη, ευθυτενή και σαρκώδη ρίζα με πολλά ριζίδια. Τα φύλλα του διαφοροποιούνται, ως προς το μέγεθος, και ως προς τη μορφολογία τους (Βλασσοπούλου, 2013). Από τα φύλλα εκκρίνεται ένα γαλακτόχρωμο υγρό, αφού όλο το φυτό έχει παντού γαλακτοφόρους σωλήνες. Κάθε φυτό μπορεί να φέρει 5-10 σύνθετα άνθη, που αποτελούνται από επάκρια, κίτρινα ομόγαμα άνθη. Ο καρπός του είναι καφέ κωνικό αχάινιο και περιέχει ένα μοναδικό σπέρμα που φέρει στην εξωτερική επιφάνειά του ένα λευκό, τριχοφόρο πάππο, που επιτρέπει τη μεταφορά του καρπού μέσω του αέρα (Schutz *et al.*, 2006).

Το *Taraxacum officinale* είναι από τα πιο γνωστά φαρμακευτικά φυτά. Θεωρείται ένα από τα καλύτερα χολαιρετικά, διουρητικά και τονωτικά φυτά. Κάποιες κλινικές μελέτες παρουσιάζουν ενδείξεις χολαγωγού δράσης της πόας στους ανθρώπους (Blumenthal, 2000; Bisset, 1994), ενώ περισσότερο τεκμηριωμένη εμφανίζεται η χολαιρετική δράση της ρίζας (Blumenthal, 2000; Bradley, 1992). Από το φυτό χρησιμοποιούνται όλα τα μέρη του. Η ρίζα, τα φύλλα και τα πέταλα των λουλουδιών του ταραξάκου καταναλώνονται, είτε ως ωμά, είτε βρασμένα, είτε αποξηραμένα. Επίσης πίνετε αποξηραμένο ή φρέσκο ως έγχυμα (φύλλα, άνθη) και ως αφένημα (ρίζες) (www.laspistasteria.wordpress.com).

1.2.5. Θρίδαξ η τοξική (*Lactuca virosa* L.)

Η *Lactuca virosa* L. είναι διετές φυτό της οικογένειας *Compositae*, το οποίο φτάνει σε ύψος τα 2 m. Βρίσκεται σε όλη την κεντρική και νότια Ευρώπη, στην βορειοηπειρωτική Ελλάδα, τη Θεσσαλία και την Κέρκυρα. Συναντάται σε ξερά

εδάφη και πετρώδεις πλαγιές. Έχει άκαμπτο βλαστό, αγκαθωτό στη βάση του, και περιέχει γαλακτώδη χυμό το οποίο ονομάζεται συχνά «όπιο του μαρουλιού». Τα φύλλα του είναι εναλλασσόμενα, λεία, πρασινοκίτρινα, επιμήκη, έλλοβα, ελαφρώς ακανθωτά στην κορυφή τους και πολύ αγκαθωτά στην κεντρική νεύρωση. Τα ερμαφρόδιτα άνθη του είναι κιτρινωπά σε ταξιανθία κεφάλιο και διαταγμένα σε φόβη. Μοιάζει πολύ με την *Lactuca seriola*, αλλά είναι διπλάσιο σε μέγεθος και λίγο πιο διακλαδισμένο. Ο καρπός του είναι αχάινιο. Περιέχει γαλακτώδη ουσία, ίχνος αλκαλοειδούς, σίδηρο, βιταμίνες A, B1, B2 και C.

Το φυτό θεωρείται τοξικό, υπνωτικό, ναρκωτικό, αναλγητικό και καταπραϊντικό. Για φαρμακευτικούς σκοπούς χρησιμοποιούνται τα φύλλα, τα οποία συλλέγονται Ιούνιο ή Ιούλιο, πριν ξεσποριάσει το φυτό.

1.3. Σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*) - Γενικά

Το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*) ανήκει στην οικογένεια *Compositae*, στο γένος *Cichorium* και στο είδος *spinosum*. Αποτελεί ένα είδος άγριου ραδικιού με την επιστημονική ονομασία *Κιχώριον το ακανθώδες*. Αποτελεί ενδημικό φυτό των παραμεσόγειων περιοχών. Η παρουσία του έχει καταγραφεί από τις Βαλεαρίδες Νήσους στην Ισπανία έως την Κύπρο (Meikle, 1985). Συναντάται ως αυτοφυές σε απομακρυσμένες ορεινές περιοχές αλλά και σε δύσβατες περιοχές κοντά στη θάλασσα, όπου αποκτά μια χαρακτηριστικά αλμυρή επίγευση. Στην Ελλάδα αυτοφύεται στη Στερεά Ελλάδα, την Πελοπόννησο, τις Κυκλάδες, και κυρίως στην Κρήτη, όπου αποτελεί τοπικό συστατικό διατροφής των κατοίκων.

Ήταν γνωστό στους αρχαίους με το όνομα «σέρις». Στην Κρήτη, το ονομάζουν «Μαύρες» από το χρώμα του ή «άγριο ροδίκιο» (Χαβάκη, 1979), ενώ είναι γνωστό και ως «Τζιμπερορρόδικο», ή «Γιαλοράδικο» (Καββάδας 1956). Την ονομασία σταμναγκάθι την απόκτησε από το χαρακτηριστικό αγκάθι του φυτού, το οποίο στα παλιότερα χρόνια εφαρμοζόταν σαν καπάκι στο στόμιο των σταμνών, εμποδίζοντας έντομα, ζώφια και σκόνη να εισβάλουν στο νερό.

Η τιμή του σταμναγκαθιού είναι ιδιαίτερα υψηλή εξαιτίας της συγκομιδής του, η οποία είναι επίπονη, κουραστική και κάποιες φορές επικίνδυνη, εξαιτίας όχι μόνο της δυσκολίας συλλογής του λόγω των αγκαθιών, αλλά και της ιδιαιτερότητας του να αναπτύσσεται σε δύσβατα μέρη.

1.4. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το σταμναγκάθι είναι ένας πολυετής, χαμηλός, ακανθωτός θάμνος, ύψους 20-40 cm, με ασαφή και βαθιά διακλάδωση. Οι βλαστοί του είναι χαμηλού ύψους (4-18 cm), λείοι και διακλαδισμένοι από τη βάση, με επιμήκεις αυλακώσεις, ενώ το ανώτερο τμήμα τους είναι ακανθώδες, αμβλύ και χωρίς φύλλα. Τον πρώτο χρόνο ο βλαστός αναπτύσσεται προς τα επάνω και γίνεται αγκάθι.

Τα φύλλα του, έχουν μήκος 3-15 cm, είναι λοβωτά και οδοντωτά και σχηματίζουν σφαιρικό ρόδακα. Τα κατώτερα φύλλα είναι οδοντωτά, σε λυροειδές πτεροσχιδές ή κολπωτό σχήμα, με έναν αμβλύ επιμήκη δελτοειδή τελικό λοβό. Οι πλευρικοί λοβοί είναι οδοντωτοί και ακέραιοι. Η βάση των φύλλων είναι λεία με έναν πολύ μικρό μίσχο. Τα φύλλα του σταμναγκαθιού περιέχουν μια πικρή ουσία, με ζαχαρώδη ύλη, λευκώματα και πολλά άλατα όπως νιτρικό αλάτι, θείο, φώσφορο και μαγνήσιο (Αλιμπέρτης, 1994).

Τα άνθη σχηματίζονται στις μασχάλες του διακλαδιζόμενου όρθιου βλαστού ή των φύλλων. Έχουν μέγεθος έως 30 mm και χρώμα έντονο γαλάζιο με μπλε στήμονες (Αλιμπέρτης, 1994). Ανοίγουν τις πρωινές ώρες και αποτελούνται από γλωσσοειδή ανθίδια.

Ο καρπός του είναι αχάινιο, επιμήκες και λογχοειδές με φτερωτό έμμισχο πάππο, μήκους 2-2,5 mm και πλάτους 1,2-1,5 mm με αποκομμένη κορυφή. Ο πάππος είναι επιμήκης, ανομοιογενώς οδοντωτός περίπου 0,3 mm με τα λέπια (Meikle 1985, Bremer *et al.* 1994). Σχηματίζει λεπτές σφαιρικές ταξικαρπίες, οι οποίες διαλύονται

ακόμα και με τον άνεμο. Ο καρπός αποτελείται από δέσμες 5-7 σπερμάτων, είναι σκουρόχρωμος και λίγο μακρουλός (Κανάκης, 1998).

Η ρίζα του είναι πασσαλώδης, με μήκος έως 30 cm και περιέχει ένα γαλακτώδες, πικρό υγρό που προσδίδει στο φυτό σημαντικές ιδιότητες.

Τα βήματα του βιολογικού κύκλου του σταμναγκαθιού είναι:

1. εμφάνιση δύο κοτυληδόνων,
2. ανάπτυξη κανονικών φύλλων σε μορφή ροζέτας
3. ανάπτυξη του πράσινου αγκαθιού από το κέντρο της ροζέτας, που με την πάροδο του χρόνου καλύπτει το φύλλωμα και σταδιακά αλλάζει το πράσινο χρώμα του σε καφέ μπεζ
4. άνθηση του φυτού
5. σχηματισμός των κεφαλιών πάνω στο αγκάθι το οποίο περιέχει συνήθως 5 σκουρόχρωμους και μακριούς σπόρους
6. παραγωγή του σπόρου (Ακουμιανάκης, 2010)

Μετά το τέλος του βιολογικού κύκλου (τέλος Άνοιξης με αρχές καλοκαιριού) έρχεται η ξήρανση και πτώση των φύλλων, ξεκινά η ξυλοποίηση του υδαρούς αγκαθιού, μετατρέποντάς τον σε αγκαθωτό θάμνο (Δημητράκης, 1998). Εάν ξεριζώσουμε το φυτό θα δούμε μια χοντρή πασσαλώδης ρίζα, πάνω στην οποία διαφοροποιούνται οφθαλμοί, που ο καθένας του μπορεί να δώσει νέες ροζέτες την επόμενη καλλιεργητική χρονιά πάνω στο φυτό.

Η στρεμματική απόδοση της καλλιέργειας του σταμναγκαθιού κυμαίνεται στα 800-1500 kg/στρέμμα, ενώ το μέγεθος της παραγωγής εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόζονται στην καλλιέργεια.

1.5. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Το σταμναγκάθι μπορούμε να το συναντήσουμε σε χιονισμένα δύσβατα μέρη των ορεινών όγκων, σε αμμώδεις περιοχές, ακόμα και σε απόκρημνες βραχώδεις ακρογιαλιές της μεσογειακής λεκάνης. Προσαρμόζεται στις ειδικές οικολογικές συνθήκες που δημιουργούνται από τη θαλασσινή αλμύρα και την υγρασία (Σταυριδάκης, 2006). Αξίζει να σημειώσουμε ότι αν και το συναντάμε στις ακτές και στα ορεινά λιβάδια, δεν θα το δούμε πουθενά ενδιάμεσα (Αλιμπέρτης, 1994). Το χαρακτηριστικό αυτού του φυτού είναι η αντοχή που δείχνει στην αλατότητα και στις ξηροθερμικές συνθήκες, καθώς παρατηρείται μεγάλη ανάπτυξη μυκορριζών στο ριζικό σύστημα (Klados and Tzortzakis, 2014).

Η δυνατότητα προσαρμογής του φυτού στις περιοχές αυτές αποτελεί καθοριστικό στοιχείο για τον προσδιορισμό των άριστων συνθηκών της ανάπτυξης και της παράγωγής του.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν της ανάπτυξη του είναι:

- η διάρκεια της ημέρας
- οι θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου
- η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας
- η κατανομή των βροχοπτώσεων
- η άρδευσης
- οι καιρικές συνθήκες στη διάρκεια της συγκομιδής.

Το σταμναγκάθι έχει διάρκεια βλαστικής περιόδου που κυμαίνεται από 100 έως 130 ημέρες, στις οποίες θα ήταν επιθυμητό να επικρατούν ήπιες θερμοκρασίες. Η θερμοκρασία επιδρά σημαντικά από την έναρξη του φυτρώματος του σπόρου μέχρι και τη συγκομιδή (Μωραΐτης, 2008). Το σταμναγκάθι, παρόλο που θεωρείται φυτό ψυχρής εποχής, εντούτοις αναπτύσσεται καλύτερα σε περιοχές με ήπιους χειμώνες χωρίς παγετούς.

Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας συμβάλλει στην ανάπτυξη του φυτού, αν και γενικά παρουσιάζει ανεκτικότητα κατά την ανάπτυξή του σε σκιαζόμενα σημεία.

Ο άνεμος είναι ένας περιβαλλοντικός παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει με αρνητικό τρόπο το σταμναγκάθι. Οι δυνατοί άνεμοι αυξάνουν τη διαπνοή και την εξάτμιση της

υγρασίας από το έδαφος και συχνά προκαλούν μηχανικές βλάβες, όπως τραυματισμό ή σπάσιμο φύλλων, λόγω της τριβής των φύλλων με το αγκάθι του φυτού. Η επίδραση του ανέμου στη μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών θεωρείται αμελητέα καθώς το σταμναγκάθι δεν προσβάλλεται ιδιαίτερα από πολλά παθογόνα.

Το σταμναγκάθι έχει μέτριες έως μειωμένες απαιτήσεις σε υγρασία. Για την ανάπτυξη του φυτού σε μειωμένα επίπεδα υγρασίας ευθύνεται η μορφολογία του. Το σχήμα των φύλλων, λόγω της μικρής επιφάνειάς τους, έχουν μικρότερο ρυθμό διαπνοής. Η ακανθώδης μορφολογία του φυτού, πάνω στο οποίο αναπτύσσονται οι ταξιανθίες, συμβάλλει με αποφασιστικό τρόπο στη μείωση της διαπνοής και στην εξοικονόμηση επιπλέον υγρασίας (Μωραΐτης, 2008). Επίσης, το ριζικό σύστημα του φυτού, το οποίο αναπτύσσεται σε σχετικά μεγάλο βάθος, προσδίδει στο φυτό την ικανότητα να αντέχει σε συνθήκες έλλειψης υγρασίας.

Στις νοτιότερες περιοχές της χώρας μας, όπου αναπτύσσεται το φυτό ως αυτοφυές, οι βροχοπτώσεις δεν υπερβαίνουν τα 450-500 mm. Στις εντατικές καλλιέργειες, η άρδευση αποτελεί σημαντική καλλιεργητική φροντίδα, γιατί βοηθά στην αύξηση των αποδόσεων. Η υψηλή σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας λειτουργεί ευνοϊκά, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της άνοιξης, όταν οι βροχοπτώσεις μειώνονται και το φυτό προσλαμβάνει υγρασία διάμεσου των στοματίων (Σταυριδάκης, 2006). Σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας σχηματίζονται μεγαλύτερου μεγέθους κύτταρα άρα και μεγαλύτερα φύλλα ανοιχτού χρώματος, ενώ αντίθετα σε συνθήκες χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, τα φύλλα γίνονται πιο παχιά, σκουρόχρωμα και πλουσιότερα σε διάφορα συστατικά (π.χ. φαινόλες, χλωροφύλλη, τερπένια) (Παυλίδης, 2009).

Το χαλάζι αποτελεί σημαντικό εχθρό για το σταμναγκάθι διότι μπορεί να προκαλέσει ζημιές στο φυτό, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του εμπορεύσιμου προϊόντος. Η καταστροφή στα νεαρά φυτά μπορεί να είναι ολική (Μωραΐτης, 2008).

Το σταμναγκάθι, ως καλλιεργούμενο φυτό, αυτοφύεται σε ποικιλία εδαφών. Τα ιδανικότερα εδάφη είναι τα μέσης μηχανικής σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία και μέσης γονιμότητας. Η καλλιέργεια του σταμναγκαθίου πραγματοποιείται κυρίως, σε εδάφη ελαφρώς αμμώδη, αλατούχα με μέτρια υδατοϊκανότητα. Στα εδάφη σημαντική είναι η ύπαρξη επαρκούς βάθους, για την ανεμπόδιση ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, επειδή το σταμναγκάθι είναι ένα βαθύρριζο φυτό. Το κατάλληλο

pH στο έδαφος πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 6,6 με 7,5 (www.daresgarden.com).

1.6. Καλλιεργητική τεχνική

Η εντατικοποίηση της καλλιέργειας, που έχει σαν σκοπό την μεγιστοποίηση των αποδόσεων, συχνά οδηγεί στη μη ορθολογική χρήση χημικών λιπασμάτων και στην χρησιμοποίηση μηχανημάτων βαρέως τύπου, παράγοντες οι οποίοι προκαλούν μεγάλη αύξηση του κόστους καλλιέργειας. Γι' αυτό το λόγο, είναι σημαντικό να δώσουμε έμφαση, στην εφαρμογή των επιβεβλημένων καλλιεργητικών φροντίδων, που έχουν σαν σκοπό την μείωση των εισροών. Με την επιλογή αυτών των ενεργειών μπορούμε να οδηγηθούμε στην αειφορική καλλιέργεια του φυτού ή ακόμη και στην εφαρμογή βιολογικής καλλιέργειας.

1.6.1. Σπορά καλλιέργειας

Η πρώτη εργασία που γίνεται πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας είναι το όργωμα. Το φθινοπωρινό όργωμα θεωρείται ότι είναι το καλύτερο για την καλλιέργεια του σταμναγκαθιού, εξαιτίας της ποσότητας υγρασίας που υπάρχει εκείνη την εποχή στο έδαφος. Το κατάλληλο βάθος του εδάφους στο οποίο προτείνεται να γίνεται το όργωμα είναι 25-30 cm. Στην συνέχεια με τις φρέζες, γίνεται η προετοιμασία της σποροκλίνης. Λόγω του μικρού μέγεθος του σπόρου του σταμναγκαθιού, είναι απαραίτητο να γίνεται χωμάτισμα του επιφανειακού στρώματος του εδάφους, θρυμματισμός των σβόλων και ομοιόμορφη κατανομή του σπόρου σε βάθος.

Η κατάλληλη εποχή για να γίνει η σπορά της καλλιέργειας είναι αρχές με μέσα του φθινόπωρου. Σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας, η σπορά του σταμναγκαθιού γίνεται συνήθως κατά τη διάρκεια του Οκτωβρίου, όταν το χωράφι βρίσκεται στα επιθυμητά επίπεδα υγρασίας.

Η σπορά μίας καλλιέργειας σταμναγκαθιού γίνεται με δύο διαφορετικές τεχνικές, αναλόγως αν η καλλιέργεια προορίζεται για ετήσια ή πολυετή. Η πρώτη τεχνική, που

αφορά την εγκατάσταση ετήσιας καλλιέργειας σταμναγκαθιού γίνεται με σπορά του σπόρου ή της ταξικαρπίας πεταχτά με το χέρι σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού. Η κάλυψη του σπόρου δεν πρέπει να γίνεται σε βάθος μεγαλύτερο του 1 cm. Το μειονέκτημα με αυτή την τεχνική είναι η ανομοιόμορφη κατανομή του σπόρου στο χωράφι, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αλλού πιο πυκνά και αλλού πιο αραιά τα νεαρά φυτά. Η δεύτερη τεχνική αφορά την εγκατάσταση φυτείας σταμναγκαθιού, η οποία προορίζεται για πολυετή καλλιέργεια. Η διαδικασία ξεκινά τοποθετώντας δυο σπόρους σε κάθε παλέτα σποράς στα φυτώρια. Ακολουθεί η μεταφύτευση των φυτών στις καθορισμένες θέσεις τους στο χωράφι, όταν αυτά έχουν αποκτήσει 9-12 πραγματικά φύλλα. Το αρνητικό σε αυτή την τεχνική είναι το αυξημένο κόστος και ο αυξημένος χρόνος που απαιτείται από τη σπορά μέχρι τη μεταφύτευση, λόγω του αργού ρυθμού βλάστησης και ανάπτυξης των φυτών. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών κυμαίνονται συνήθως από 30-50 cm, με πυκνότητα 4.000-11.000 φυτά/στρέμμα, για γραμμικές καλλιέργειες. Στόχος αυτής της καλλιεργητικής τεχνικής είναι η συγκομιδή ροζετών, χωρίς να αφαιρεθεί ο λαιμός και το ριζικό σύστημα του σταμναγκαθιού, έτσι ώστε την επόμενη καλλιεργητική περίοδο οι οφθαλμοί του λαιμού να δώσουν νέες ροζέτες .

1.6.2. Αραίωμα

Το αραίωμα πραγματοποιείται μόνο όταν η καλλιέργεια του σταμναγκαθιού είναι μονοετής και κυρίως όταν παρουσιάζεται ανομοιομορφία στην πυκνότητα των φυτών. Το αραίωμα μπορεί να γίνει είτε σε αρχικό στάδιο (στα 4-6 πραγματικά φύλλα), είτε σε πιο προχωρημένο στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης του φυτού. Όταν εφαρμόζεται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, έχει σαν θετικό αποτέλεσμα τη δραστική μείωση του ανταγωνισμού, καθώς δεν επηρεάζεται η ρίζα του φυτού που παραμένει μετά την αφαίρεση των υπολοίπων. Παρόλα αυτά παρουσιάζεται μικρή μείωση του μεγέθους των φυτών, τα οποία καθίστανται ως μη εμπορεύσιμα. Όταν το αραίωμα γίνεται σε πιο προχωρημένο στάδιο της ανάπτυξης, υπάρχει το πλεονέκτημα της χρησιμοποίησης των φυτών που αφαιρούνται για εμπορικούς λόγους, αλλά και το μειονέκτημα ότι ο αυξημένος ανταγωνισμός δεν βοηθά την οριζόντια ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή μεγάλου μεγέθους ροζετών.

1.6.3. Σκάλισμα

Το σκάλισμα στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους της καλλιέργειας βοηθά:

- στο σπάσιμο της επιφανειακής κρούστας που δημιουργείται από τη βροχή ή την άρδευση
- στην καταστροφή των ζιζανίων
- στον αερισμό του εδάφους

Το σκάλισμα πραγματοποιείται στις ετήσιες καλλιέργειες, με τη χρήση σκαλιστηριών με τα χέρια και στις πολυετείς καλλιέργειες, με μηχανικά σκαλιστήρια. Οι χρονικές στιγμές που εφαρμόζεται το σκάλισμα εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις, την άρδευση και την ανάπτυξη των φυτών και ζιζανίων.

1.6.4. Λίπανση

Για το σταμναγκάθι δεν υπάρχουν ως τώρα ερευνητικά δεδομένα για την ανάγκη λίπανσής του. Γι' αυτό το λόγο λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες της συγγενικής καλλιέργειας του ραδικιού (*Cichorium intybus* L.). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την παράγωγη 1.000 κιλών προϊόντος από μία καλλιέργεια ραδικιού απομακρύνονται από το έδαφος 3,5 kg N, 1 kg P₂O₅ και 4,5 kg K₂O, ποσότητες που δεν θεωρούνται μεγάλες (Δημητράκης, 1983). Κατά τη βασική λίπανση, θα πρέπει να προστίθενται στο έδαφος χωνεμένη κοπριά, φώσφορος, κάλιο και ένα μέρος του αζώτου (σε αμμωνιακή μορφή), ενώ το υπόλοιπο άζωτο να δίνεται αργότερα (νιτρική μορφή), κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών με τη μορφή της επιφανειακής λίπανσης. Οι ποσότητες της κοπριάς και των λιπασμάτων εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά, τα οποία προσδιορίζονται από εδαφικές και φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις (Ιωάννου, 2017). Η λίπανση θα πρέπει να εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους και η ενσωμάτωση της να γίνεται με βαθιά άροση.

1.6.5. Καταπολέμηση ζιζανίων

Λόγω της μη ύπαρξης εγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια, η καταπολέμηση των ζιζανίων δεν μπορεί να γίνει με την χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων. Η καταστροφή των ζιζανίων γίνεται με μηχανικό τρόπο, με σκάλισμα και βοτάνισμα. Εκτός από τα σκαλίσματα, λαμβάνονται και προληπτικά μετρά, τα οποία περιλαμβάνουν το καθάρισμα του σπόρου και το βαθύ όργωμα που συμβάλλει στην καταστροφή των υπόγειων πολλαπλασιαστικών οργάνων των ζιζανίων. Καλό είναι, να αποφεύγεται η καλλιέργεια του σε χωράφια στα οποία προηγήθηκε καλλιέργεια συγγενικού φυτού, για την αποφυγή ανάπτυξης ασθενειών (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

1.6.6. Εχθροί και Ασθένειες

Οι σημαντικότεροι εχθροί για το σταμναγκάθι είναι:

- Σιδηροσκώληκες (*Agriotes* spp.)
- Αγρότιδες (*Agrotis* spp.)
- Αφίδες (*Myzus persicae*)
- Ακάρεα
- Σαλιγκάρια

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω εχθρών δεν υπάρχουν εγκεκριμένα σκευάσματα. Η καταπολέμηση για τους σιδηροσκώληκες και τις αγροτίδες γίνεται με μηχανικά μέσα, όπως είναι η βαθιά άροση, ενώ για τις αφίδες γίνεται με τη χρήση βιολογικών σκευασμάτων, με τη βοήθεια αρπακτικών ή παρασιτικών εντόμων. Η αντιμετώπιση των ακάρεων γίνεται με τη χρήση κατάλληλων ακαρεοκτόνων και των σαλιγκαριών με τη χρήση κοχλιδιοκτόνων.

Οι φυτοπαθολογικές ασθένειες που παρατηρούνται στο σταμναγκάθι είναι:

- Μύκητες του γένους *Pythium*
- Μύκητες του γένους *Botrytis*
- Ωίδιο: Μύκητας *Erysiphe cichoracearum* (ωίδιο)
- Σκληρωτινίαση: Μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum*

Η αντιμετώπιση των ασθενειών γίνεται με την χρήση χαλκούχων σκευασμάτων, ενώ για την αντιμετώπιση μεγάλης προσβολής χρησιμοποιούνται κατάλληλα μυκητοκτόνα σκευάσματα.

1.6.7. Συγκομιδή

Ο χρόνος και η διαδικασία της συγκομιδής εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την εποχή καλλιέργειας. Ο βιολογικός κύκλος που αφορά τη σπορά και τη συγκομιδή δεν ξεπερνάει τους 3-4 μήνες. Η μόνη περίοδος όπου το σταμναγκάθι έχει φύλλα είναι την άνοιξη. Τότε θα πρέπει να κόβεται όλος ο βλαστός για να καθαρίζεται το φυτό. Αν οι τρυφεροί βλαστοί δεν κοπούν εγκαίρως, γίνονται ξυλώδεις και συνεπώς δεν είναι φαγώσιμοι (Αλιμπέρτης, 1994).

Ο τρόπος συγκομιδής του σταμναγκαθιού εξαρτάται με το αν η καλλιέργεια είναι ετήσια ή πολυετή. Στην ετήσια καλλιέργεια συγκομίζεται ολόκληρο το φυτό μαζί με το ριζικό σύστημα. Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι με την βοήθεια απλών εργαλείων, σε 3-5 συγκομιδές. Αρχικά συγκομίζονται τα μεγαλύτερα και πυκνότερα φυτά, δίνοντας τη δυνατότητα στα μικρότερα φυτά να αναπτυχθούν και αυτά στο επιθυμητό μέγεθος. Στην πολυετή καλλιέργεια συγκομίζονται μόνο οι ροζέτες που έχουν με το επιθυμητό μέγεθος, με προσοχή να μην επηρεαστεί το ριζικό σύστημα μέσα στο χώμα, έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν καινούργιες ροζέτες την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Οι ροζέτες συγκομίζονται με τη βοήθεια εργαλείων κοπής και θα πρέπει να κόβονται πρώτα οι μεγαλύτερες ροζέτες, ώστε να αναπτύσσονται στην συνέχεια και οι μικρότερες.

Το προϊόν συγκομιδής για να είναι καλής ποιότητας πρέπει να είναι καθαρό και υγιές, δηλαδή χωρίς κιτρινισμένα ή άρρωστα φύλλα. Ιδανικά η καλλιέργεια σταμναγκαθιού θα πρέπει να είναι σε μακρινή απόσταση από μολυσμένο περιβάλλον (δρόμοι μεγάλης κυκλοφορίας ή σκουπιδότοποι), διότι το σταμναγκάθι έχει την ιδιότητα να απορροφά διάφορα χημικά προϊόντα που υπάρχουν ολόγυρά του (Αλιμπέρτης, 1994).

Σημαντικής σημασίας είναι να γίνεται συγκομιδή μόνο του μέρους που χρειάζεται την εκάστοτε στιγμή και να μην καταστρέφεται ολόκληρο το φυτό, καθώς όλα τα μέρη

του φυτού (ρίζες, βλαστοί, φύλλα, άνθη, καρπός, σπόροι, χυμός, αιθέρια έλαια) είναι χρήσιμα (Αλιμπέρτης, 2006).

Σύμφωνα με τη έρευνα των Petropoulos *et al.* (2017), η απόδοση, η αντιοξειδωτική δράση και η χημική σύνθεση του σταμναγκαθιού, επηρεάζεται από την διαδοχική συγκομιδή του. Η συνολική απόδοση είναι μεγαλύτερη μετά από πολλαπλές συγκομιδές, ωστόσο η ποιότητα επηρεάζεται από τις συνθήκες ανάπτυξης, καθώς μπορεί να προκληθεί μετάβαση από το βλαστικό στάδιο στην άνθιση και επομένως να έχουμε μείωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.

1.6.8. Συντήρηση

Το σταμναγκάθι, λόγω της μεγάλης επιφάνειας επαφής των φύλλων με τον αέρα και τη θερμοκρασία, χάνει εύκολα νερό και θρεπτικά συστατικά. Γι' αυτό το λόγο αμέσως μετά την συγκομιδή πρέπει να μεταφέρεται σε χώρους αποθήκευσης ή να προωθείται για νωπή κατανάλωση (Ιωάννου, 2017). Όταν το σταμναγκάθι καταναλωθεί ωμό διατηρεί όλα τα συστατικά του, ενώ όταν βράσει χάνει μέχρι και 75% από τις βιταμίνες του και τα άλλα συστατικά του καταστρέφονται σε σημαντικό βαθμό (Κανάκης, 1998). Οι κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης του σταμναγκαθιού είναι σε θερμοκρασία 0°C και σχετική υγρασία 90-95%. Σε αυτές τις συνθήκες μπορεί να διατηρηθεί έως και δύο εβδομάδες. Το σταμναγκάθι μπορεί να αποθηκευτεί στην κατάψυξη, αφού περάσει την διαδικασία του ζεματίσματος (Πάσσαμ, 1994).

1.7. Σύνθεση και σύσταση του σταμναγκαθιού

Η χημική σύνθεση του σταμναγκαθιού και η περιεκτικότητά των φύλλων του σε βιολογικά ενεργά συστατικά τροποποιούνται σημαντικά, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Μελέτες έδειξαν αύξηση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας στο 3^ο στάδιο ανάπτυξης, κάτι που φαίνεται να συνδέεται έντονα με την αυξημένη περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ενώσεις, όπως το ασκορβικό οξύ, τα φαινολικά οξέα και τις ολικές φαινολικές ενώσεις, ενώ η περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες φαίνεται να

μην συσχετίζεται σημαντικά με την αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φύλλων του *C. spinosum* (Petropoulos *et al.*, 2018). Σε άλλες μελέτες, παρατηρήθηκε μείωση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, γεγονός που σχετίζεται με τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες και άλλες βιοδραστικές ενώσεις, όπως τα φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή. (Petropoulos *et al.*, 2017).

Οι Melliou *et al.* (2003), παρατήρησαν ότι το υπέργειο μέρος από φυτά *C. spinosum* που συλλέχθηκαν στην Κρήτη παρήγαγαν διαφορετικές λακτόνες. Τα συστατικά χαρακτηρίστηκαν ως λακτουσοπικρίνη και το παράγωγο 3,4β-dihydroderivative. Η σύνθεση και συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών και η επίδραση που είχαν σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, προσδιορίστηκαν με μεθόδους γενετικής. Σε προηγούμενες μελέτες, βρέθηκε ότι η διαφοροποίηση της συγκέντρωσης των σεσκιτερπενοειδών λακτονών στο υπέργειο μέρος της ίδιας ποικιλίας ραδικιού, που αναπτύχθηκε σε διαφορετικές τοποθεσίες, οφείλεται σε επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων στην συγκέντρωση των σεσκιτερπενοειδών λακτονών. Ύστερα από εδαφολογική ανάλυση των εδαφών σε διαφορετικές τοποθεσίες ανακαλύφθηκε ότι η διαθεσιμότητα του φωσφόρου μπορεί να επηρεάσει την συγκέντρωση των σεσκιτερπενοειδών λακτονών (Κλάδος, 2010). Η αργή ανάπτυξη σε συνθήκες έλλειψης φωσφόρου, ίσως να αποτελεί τη βάση για υψηλότερα επίπεδα αυτών των συστατικών σε διάφορες ποικιλίες ραδικιού, ενώ θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφοροι αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες (Foster *et al.*, 2006). Η διαφοροποίηση της συγκέντρωσης των σεσκιτερπενοειδών λακτονών αναφέρθηκε σε διαφορετικά μέρη του *C. intybus* κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Rees and Harborne, 1985). Οι Michalska and Kisiel (2007) αναφέρουν ότι, η σύνθεση των σεσκιτερπενοειδών λακτονών μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης (βλαστικό ή αναπαραγωγικό) των φυτών. Σε μελέτη των Gemeinholzer and Bachmann (2005), έγινε απομόνωση δυο ομάδων δευτερογενών μεταβολιτών από το υπέργειο τμήμα του φυτού *C. spinosum* από την Σικελία. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει κουμαρίνες όπως η αμπελιφορίνη, σκοπολετίνη, αεσκουλιτίνη και κιχωριίνη. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει σεσκιτερπενοειδείς λακτόνες όπως η λακτουκίνη, η 11β,13-διυδροπαραίγωγο, η λευκοδίνη και η τανακετίνη. Επίσης απομονώθηκαν οι norisoprenoid loliolide, benzyl-O-bglucopyranoside και 3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone. Οι ενώσεις αμπελιφορίνη,

σκοπολετίνη, αεσκουλιτίνη, κιχωρίνη, λακτουκίνη, 11β,13-διυδροπαράγωγο, loliolide και benzyl-O-b-glucopyranoside είναι γνωστές στο υπέργειο μέρος του είδους *C. intybus* (Kisiel and Zielinska, 2001; Michalska and Kisiel, 2007).

Από μελέτες των Vardavas *et al.* (2006a; 2006b), βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα του σταμναγκαθιού σε βιταμίνη C είναι 24 mg στα 100 gr νωπού βάρους, σε βιταμίνη K1 είναι 240 mg/100 gr, σε κορεσμένα λιπαρά οξέα 25,9 mg/100 gr, σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα 5,49mg/100gr και σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα 6,8 mg/100 gr. Ακόμα βρέθηκε ότι η συγκέντρωση των Ω3 και των Ω6 λιπαρών οξέων είναι 33,8 mg και 14,9 mg αντίστοιχα στα 100 gr νωπού βάρους (Vardavas *et al.*, 2006b). Επίσης η περιεκτικότητα του σταμναγκαθιού βάρους σε πολυφαινόλες είναι 132 mg/100 gr νωπού φυτικού και σε ολικές φαινόλες 72,6 mg/100 gr (Zeghichi *et al.*, 2003)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αναλυτικά στοιχεία της περιεκτικότητας των διάφορων στοιχείων στο σταμναγκάθι, όπως έχουν προκύψει από μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Πίνακας 1.1. Περιεκτικότητα των διάφορων στοιχείων του σταμναγκαθιού

| Στοιχεία | Περιεκτικότητα ανά 100 gr |
|--------------------------|--|
| Νερό | 88-94 % |
| Ενεργειακή αξία | 24-36,6 kcal |
| Πρωτεΐνη | 3,9-4,8 gr |
| Κορεσμένα λιπαρά | 25,9 mg ή 32.4% |
| Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα | 5,4 mg ή 60.9% |
| Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα | 6,8 mg ή 48.7% |
| ω 3 λιπαρά | 33,8 mg |
| ω 6 λιπαρά | 14,9 mg |
| Λουτεΐνη | 1160 mg |
| β-καροτένιο | 596 mg |
| Βιταμίνη K | 240 mg |
| Βιταμίνη C | 24 mg |
| ε-τοκοφερόλης | 0,83 mg |
| α-τοκοφερόλης | 1,23 mg (0,398 mg βρέθηκε σε είδος στην Κρήτη) |

| | |
|--|---------------------------------|
| Ολικές φαινόλες | 72,6 mg |
| Ολικές πολυφαινόλες | 132 mg |
| Αντιοξειδωτική ικανότητα (EC ₅₀) | 1,115 mg ξηρό εκχύλισμα/mg DPPH |

Οι ποσότητες των συστατικών του πίνακα εξαρτώνται από τις καλλιεργητικές φροντίδες, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το γονότυπο του κάθε φυτού.

1.8. Χρήσεις του σταμναγκαθιού

Το σταμναγκάθι είναι γνωστό, ως τροφή αλλά και ως βότανο από την αρχαιότητα. Κατά τον Διοσκουρίδη, θεωρούνταν φάρμακο για τους αρχαίους, κυρίως λόγω των αντισηπτικών αλλά και αντιρρευματικών ιδιοτήτων του. Χρησιμοποιούνταν σαν φάρμακο για το συκώτι και κυρίως τη σπλήνα, εξαιτίας των διουρητικών ικανοτήτων του (Φραγκάκη, 1969). Ήταν γνωστό στους Αιγύπτιους από την 4η χιλιετία π.Χ. Το αφέψημά του, με προσθήκη αλατιού και λεμονιού, θεωρείται ότι δυναμώνει το πεπτικό σύστημα, θεραπεύει τους ηπατικούς πόνους, την εξόγκωση της χοληδόχου κύστης, τον πυρετό και τις νεφρικές παθήσεις (Αλιμπέρτης, 2006). Τα πολτοποιημένα φύλλα του, χρησιμοποιούνται ως κατάπλασμα για τις δερματοπάθειες και τα πρηξίματα. Υπάρχει αναφορά για το «κιχώριον το ακανθώδες», ακόμα και σε έναν πάπυρο της χιλιετηρίδας και παρέμεινε σ' όλη την αρχαιότητα, σαν ένα πολύτιμο θεραπευτικό χόρτο. Σε μερικά μέρη της Ευρώπης, από τη ρίζα αυτού του φυτού φτιάχνουν ένα υποκατάστατο του καφέ (chicoree) (Μπαούμαν, 1993).

Το σταμναγκάθι είναι ουσιαστικά ένα άγριο ραδίκι, που έχει μια υπέροχη πικράδα μαζί με μια ελαφριά γλυκύτητα και είναι σήμα κατατεθέν της κρητικής κουζίνας (Melliou *et al.*, 2003). Είναι ένα εξαιρετικό χόρτο με μοναδική γεύση και ευεργετικές ιδιότητες που μπορεί να καταναλωθεί είτε ωμό, είτε βρασμένο.

Θεωρείται ως ένα από τα καλύτερα εδώδιμα φυτά. Είναι πλούσιο σε βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, αντιοξειδωτικά και Ω3, στοιχεία τα οποία το καθιστούν εξαιρετικό για την ανθρώπινη υγεία (Ιωάννου, 2017). Η βιταμίνη C ενισχύει το ανοσοποιητικό

σύστημα και βελτιώνει την αγγειακή κυκλοφορία, ενώ η φυλλοκινόνη βοηθά στον έλεγχο του σχηματισμού θρόμβων στο αίμα. Οι πολυφαινόλες δρουν ως αντιοξειδωτικά για τον οργανισμό και η λουτεΐνη έχει ευεργετική δράση για την ανθρώπινη όραση, ενώ προλαμβάνει και τον καρκίνο του δέρματος (Zeghichi *et al.*, 2003). Επίσης το σταμναγκάθι βοηθά στην καλή λειτουργία της καρδιάς και τον έλεγχο του διαβήτη.

1.9. Μελέτες για το Σταμναγκάθι

Το γένος *Cichorium*, περιλαμβάνει έξι είδη (*Cichorium intybus*, *Cichorium endivia*, *Cichorium pumilum*, *Cichorium spinosum*, *Cichorium calvum* και *Cichorium bottae*) στην οικογένεια *Asteraceae*. Η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των διαφόρων φυτών *Cichorium spinosum*, κυμαίνεται από 0-0,3%, ενώ με την μέθοδο του ενισχυμένου πολυμορφισμού μήκους τεμαχίων (AFLP) βρέθηκαν 4 αντιπροσωπευτικοί τύποι που περιγράφουν το είδος (Gemeinholzer and Bachmann, 2005). Η γενετική προσέγγιση της διαφοροποίησης (ITS, AFLP, and Microsatellites) των ειδών *Cichorium spinosum* και *C. intybus* δεν ήταν αποδοτική, παρά μόνο η μακροσκοπική μορφολογική διάγνωση. Γι' αυτό το λόγο, χρειάζονται να γίνουν περισσότερες έρευνες για τη γενετική διαφοροποίηση μεταξύ των ειδών, που ανακαλύπτουν τα μοριακά τμήματα που είναι υπεύθυνα για τη μορφολογική διαγνωστική παραλλαγή μεταξύ του ήμερου ραδικιού *Cichorium intybus* L. και του σταμναγκαθιού *Cichorium spinosum* L. (Baum and Shaw, 1995). Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλομορφίας, που βρέθηκε στο σχήμα και στο τρίχωμά των φύλλων και των σπόρων, ανάλογα με τη θερμοκρασία, τις κλιματικές συνθήκες και τα διαφορετικά εδάφη, αυτά τα χαρακτηριστικά δεν θεωρούνται πληροφορίες για την αναγνώριση ειδών (Κλάδος 2009). Ο αριθμός των ανθέων για το είδος *Cichorium spinosum* L. είναι 5-6 (Bedarff, 1985), έως 7 (Kiers, 2000), 5-8 (Gemeinholzer and Bachmann, 2005).

Από μελέτες, που διεξήχθησαν μεταξύ βιολογικών και συμβατικών καλλιεργειών σταμναγκαθιού, δεν βρέθηκαν διαφορές ως προς την ανάπτυξη των φυτών (Ακουμιανάκης κ.α., 2007), γεγονός που ευνοεί και αυξάνει τη βιολογική καλλιέργεια

του σταμναγκαθιού. Το σταμναγκαθί παρουσιάζει στοιχεία μεγάλης προσαρμοστικότητας σε συνθήκες έλλειψης εδαφικής υγρασίας καθώς και μεγάλης ικανότητας απορρόφησης νατρίου από το περιβάλλον των ριζών. Από την ίδια ερευνητική ομάδα, έγινε μελέτη της επίδρασης του συστήματος επίπλευσης και του φυτοδοχείου στην ανάπτυξη και παραγωγή σταμναγκαθιού (Ακουμιανάκης κ.α., 2009). Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η καλλιέργεια των φυτών σε γλάστρες, με υπόστρωμα εμπλουτισμένο με τύρφη και περλίτη, σε αναλογία 1:1 και σε σύστημα επίπλευσης, ενώ ο εμπλουτισμός θρεπτικών στοιχείων γινόταν με ένα βασικό θρεπτικό διάλυμα που εφαρμόζεται σε φυλλώδη λαχανικά. Από το πείραμα διαπιστώθηκε, πολύ μεγαλύτερη αύξηση στο νωπό βάρος του υπέργειου μέρους στο σύστημα επίπλευσης, σε σύγκριση με τις γλάστρες που αναπτύχθηκαν στο υπόστρωμα. Επίσης διαπιστώθηκε ότι δεν επηρεάστηκε η διάμετρος της ροζέτας, η φυλλική επιφάνεια των φυτών, η περιεκτικότητα των φύλλων σε ξηρά ουσία, το νωπό και ξηρό βάρος των ριζών, η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη a και b, όπως και η βιταμίνη C (Ακουμιανάκης κ.α., 2009).

Πρόσφατα, έγινε μελέτη της επίδρασης διαφορετικών συγκεντρώσεων αζώτου (150 – 250 ppm N), καλίου (260 – 460 ppm K), και φωσφόρου (10 – 50 ppm P), σε 13 πλήρη θρεπτικά διαλύματα, στην ανάπτυξη καλλιέργειας σταμναγκαθιού σε υδροπονικό σύστημα (στατική αεριζόμενη τεχνική, SAT) για τον προσδιορισμό των βέλτιστων θρεπτικών αναγκών στην καλλιέργεια σταμναγκαθιού (Τζωρτζάκης κ.α., 2009). Διαπιστώθηκε ότι, η αυξημένη συγκέντρωση N (225 ppm) μείωσε τον αριθμό φύλλων και την φυλλική επιφάνεια σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ στην χαμηλότερη συγκέντρωση N 150 ppm, τα φυτά είχαν διπλάσιο νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος σε σχέση με τις αυξημένες συγκεντρώσεις N (225-250 ppm), ενώ δεν διέφεραν αντίστοιχα από το μάρτυρα (N 200 ppm). Η διάμετρος της ροζέτας του φυτού και το νωπό και ξηρό βάρος της ρίζας δεν επηρεάστηκαν ιδιαίτερα. Η αυξημένη συγκέντρωση K (>410 ppm) μείωσε τη διάμετρο της ροζέτας στα φυτά, ενώ η χαμηλότερη συγκέντρωση K (310 ppm) μείωσε τον αριθμό των φύλλων και το μήκος της ρίζας σε σχέση με το μάρτυρα. Η φυλλική επιφάνεια, το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους και της ρίζας δεν παρουσίασαν διαφορές. Οι διαφορετικές συγκεντρώσεις P (20-40-50 ppm), εκτός του μάρτυρα (30 ppm), μείωσαν έως 32% τον αριθμό των φύλλων και έως 42% τη διάμετρο της ροζέτας των φυτών. Η αυξημένη συγκέντρωση P (50 ppm) μείωσε κατά 55% το νωπό βάρος στο

υπέργειο τμήμα και κατά 68% την φυλλική επιφάνεια σε σχέση με το μάρτυρα (Κλάδος, 2009). Το νωπό βάρος και το μήκος της ρίζας δεν επηρεάστηκε (Τζωρτζάκης κ.α., 2009). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι όσο αυξάνονταν η συγκέντρωση N μειωνόταν η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών, ενώ με την αύξηση της συγκέντρωσης K αυξάνονταν η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών. Η σύνθεση χλωροφύλλης, ο φθορισμός των φύλλων και η ξήρανση της κορυφής δεν επηρεάστηκαν.

1.10. Άζωτο (N)

Το άζωτο αποτελεί ένα από τα κυριότερα συστατικά για την ανάπτυξη και θρέψη των φυτών. Είναι κύριο συστατικό των αμινοξέων, των πρωτεϊνών, των νουκλεϊκών οξέων και διαφόρων ενζύμων, γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητο για τη ανάπτυξη και τη σωστή λειτουργία των φυτών. Το άζωτο στο έδαφος υπάρχει σε ανόργανη μορφή (δεσμευμένο σε ιζήματα και πετρώματα) και σε οργανική μορφή.

Η αφομοίωση του αζώτου από τα φυτά γίνεται μέσω των του ριζικού συστήματος ή μέσω μικροοργανισμών που συμβιώνουν με τις ρίζες. Η επαρκής χορήγηση του αζώτου στις καλλιέργειες, γίνεται με την προσθήκη συνθετικών λιπασμάτων (θειική αμμωνία, νιτρική αμμωνία κτλ). Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) αποτελούν την πιο οξειδωμένη μορφή του αζώτου και την πιο διαδεδομένη στα φυτά.

Τα φυτά αξιοποιούν το ανόργανο άζωτο (NO_3^- , NH_4^+), που προσλαμβάνουν από τις ρίζες για τη βιοσύνθεση των αμινοξέων, των πρωτεϊνών, των νουκλεϊκών οξέων και των διαφόρων ενζύμων που χρειάζονται για την ανάπτυξή τους. Για να αφομοιωθεί όμως το ανόργανο άζωτο από τα φυτά και να μεταβολισθεί, θα πρέπει τα νιτρικά ή αμμωνιακά ιόντα, μόλις εισέρθουν μέσα στα κύτταρα, να μετατραπούν σε οργανικές μορφές αζώτου (Καράταγλης, 1997).

1.10.1. Νιτρικά ιόντα στον ανθρώπινο οργανισμό

Η αυξημένη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και μεγάλων ποσοτήτων νιτρικών ιόντων τα τελευταία χρόνια, δημιούργησε ένα διεθνές πρόβλημα αύξησης νιτρικών στο περιβάλλον. Το πρόβλημα αυτό, έχει σαν συνέπειες, την υποβάθμιση των προϊόντων,

λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης νιτρικών στους φυτικούς ιστούς, αλλά και την υποβάθμιση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Η διαρκώς αυξανόμενη ποσότητα νιτρικών που προσλαμβάνεται καθημερινά με το νερό και με τα φυτικής προέλευσης τρόφιμα, έχει καταστήσει επικίνδυνα τα νιτρικά (Καραμαλάκη, 2015). Τα ίδια τα νιτρικά ιόντα δεν είναι επικίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά τα νιτρικά όταν εισέρχονται στον πεπτικό σύστημα, μπορούν να μετατραπούν σε νιτρώδη, τα οποία οξειδώνουν την αιμογλοβίνη μετατρέποντάς την σε μεθαιμογλοβίνη (Hord *et al.*, 2009). Η ασθένεια αυτή ονομάζεται μεθαιμογλοβιναιμία και είναι η δυσκολία της μεταφοράς του αίματος στους πνεύμονες και σε άλλα ζωτικής σημασίας όργανα του οργανισμού, με αποτέλεσμα την εμφάνιση δηλητηρίασης (ασφυξίας). Η συνολική ποσότητα νιτρικών που προσλαμβάνει ένας άνθρωπος ανά ημέρα εξαρτάται από τις διατροφικές του συνήθειες και την περιεκτικότητα των φυτικών τροφίμων και του νερού σε νιτρικά (Katan, 2009). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η μέγιστη ημερήσια ασφαλή ποσότητα νιτρικών ιόντων για έναν ενήλικο ανέρχεται στα 220 mg NO₃⁻. Με την εφαρμογή των ήδη υπάρχουσών οδηγιών των γεωργικών τεχνικών, μπορεί να ελαχιστοποιηθεί η ανεξέλεγκτη χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων και να οδηγηθούμε με μία πιο ορθολογική διαχείριση των καλλιεργειών και μείωση των νιτρικών εισροών στο περιβάλλον.

1.10.2. Νιτρικά ιόντα στα φυτά

Η συγκέντρωση των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς επηρεάζεται από τη διαθεσιμότητα του αζώτου στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος των φυτών, με κυριότερο παράγοντα την προσθήκη αζώτου με τη μορφή λιπασμάτων (Καραμαλάκη, 2015). Αυξημένες ποσότητες αζώτου στο έδαφος οδηγούν σε αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων (Maynard *et al.*, 1976). Η χορήγηση αζώτου με τη μορφή των νιτρικών ιόντων ευνοεί τη συσσώρευση των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς σε σύγκριση με τη χορήγηση με τη μορφή αμμωνιακών (Elia *et al.*, 1998; Maynard and Barker, 1972; Santamaria *et al.*, 1999).

Η συγκέντρωση νιτρικών ιόντων μειώνεται, όσο αυξάνεται η ένταση του φωτός (Blom-Zandstra, 1989). Η ηλιοφάνεια επιδρά σημαντικά στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φύλλα των φυλλωδών λαχανικών κατά τη διάρκεια της μέρας (Quinche,

1982). Οι Amr και Hadidi (2001), αναφέρουν ότι η εποχή συγκομιδής επιδρά στη συγκέντρωση των ιόντων στα λαχανικά, και αυτό σχετίζεται με τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης και το είδος του φυτού. Η συγκέντρωση νιτρικών είναι μεγαλύτερη το χειμώνα σε σχέση με τις άλλες εποχές (Burns *et al.*, 2004; Ysart *et al.*, 1999), λόγω της μείωσης της νιτρικής αναγωγής στα φύλλα υπό χαμηλή ένταση φωτός και χαμηλές θερμοκρασίες (Riens and Heldt, 1992). Υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν, ότι υπάρχει συσχέτιση της θερμοκρασίας με τη συσσώρευση νιτρικών στα διάφορα είδη (Maynard *et al.*, 1976). Οι θερμοκρασίες που προκαλούν στρες κατά την ανάπτυξη του φυτού έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων (Amr and Hadidi, 2001). Η έλλειψη νερού σχετίζεται τόσο με τη μειωμένη ανάπτυξη των φυτών, όσο και με τη μειωμένη δραστηριότητα της ρεδοκτάσης των νιτρικών, με αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων για όσο χρόνο διαρκεί η καταπόνηση (Maynard *et al.*, 1976).

Η συγκέντρωση αζώτου στα φυτικά είδη διαφοροποιείται, ανάλογα με τη γενετική τους προέλευση, το γονότυπο τους, το περιβάλλον καλλιέργειάς τους και την ηλικία του φυτού. Τα φυλλώδη λαχανικά όπως το μαρούλι, το σπανάκι, το ραδίκι είναι ιδιαίτερες επιρρεπείς στη συσσώρευση νιτρικών (Siomos *et al.*, 2002a). Οι ποσότητες εφαρμογής νιτρικών, στα φυλλώδη λαχανικά, μπορεί να φτάσουν τα 40000 - 50000 ppm επί ξηρής ουσίας, ποσότητες που ξεπερνούν κατά πολύ τα ανώτατα επιτρεπτά όρια, που έχουν θεσπιστεί για τα τρόφιμα αυτά. Το είδος της χορηγούμενης αζωτούχου λίπανσης θεωρείται ότι επηρεάζει την συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα. Η συγκέντρωση των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς συνδέεται άμεσα με το μεταβολισμό του αζώτου στα φυτά. Η νιτρική μορφή συγκεντρώνεται στα μιτοχόνδρια των κυττάρων και επιτελεί τρεις φυσιολογικές λειτουργίες για το φυτό: αντισταθμίζει τα θετικά φορτία των ιόντων νατρίου, ασβεστίου, καλίου και μαγνησίου, ασκεί ωσμορυθμιστική δράση και αποτελεί την αποθησαυριστική μορφή του αζώτου (Ιωάννου, 2017).

1.10.3. Νιτρικά ιόντα στο σταμναγκάθι

Η αύξηση της ποσότητας νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά, επιδρά θετικά στην αύξηση του νωπού και του ξηρού βάρους των φυτών, στον αριθμό των φύλλων και

στο μέγεθος της κεφαλής. Η παρουσία νιτρικών επηρεάζει την συνολική περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα λαχανικά. Η χρήση μεγάλων ποσοτήτων αζώτου δημιουργεί έντονη δραστηριότητα της χλωροφύλλης και αυτό φαίνεται από το βαθυπράσινο χρώμα στα φύλλα. Η μορφή αζώτου μπορεί επίσης, να επηρεάσει την ποιότητα του τελικού προϊόντος, αφού εμπλέκεται στη βιοσύνθεση διαφόρων θρεπτικών συστατικών, όπως τα οργανικά και λιπαρά οξέα (Fontana *et al.*, 2006; Szalai *et al.*, 2010).

Σε μελέτη των Petropoulos *et al.* (2018), εξετάστηκε η επίδραση διαφορετικών ποσοτήτων αμμωνιακού αζώτου (NH₄-N) στην απόδοση και τη χημική σύνθεση του *Cichorium spinosum* L. Οι πέντε μεταχειρίσεις λιπασμάτων με διαφορετικές ποσότητες NH₄-N ήταν F1: 14% NH₄-N, F2: 24% NH₄-N, F3: 34% NH₄-N, F4: 43% NH₄-N και F5: 53% NH₄-N του ολικού N. Διαπιστώθηκε ότι, οι διαφορετικές περιεκτικότητες των λιπασμάτων είχαν σημαντική επίδραση, τόσο στο νωπό βάρος των φυτών, όσο και στη χημική σύνθεση, ανάλογα με την περίοδο ανάπτυξης και τη συγκομιδή. Και στις δύο συγκομιδές της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου, η απόδοση ήταν υψηλότερη στις μεταχειρίσεις F4 (43% NH₄-N) και F5 (53% NH₄-N), ενώ στην δεύτερη περίοδο ανάπτυξης, η απόδοση ήταν υψηλότερη για τις επεξεργασίες F1, F2 και F3. Το νωπό βάρος για τις δύο συγκομιδές της 1^{ης} περιόδου ανάπτυξης ήταν υψηλότερο στις μεταχειρίσεις F4 και F5, πράγμα που δείχνει ότι η διαθεσιμότητα αζώτου στο μέσο ανάπτυξης είναι απαραίτητη, για να επιτύχουμε υψηλότερες αποδόσεις κατά τη διάρκεια του χειμώνα και αρχή της άνοιξης, όπου έλαβε χώρα η 1^η περίοδος ανάπτυξης και παρατηρήθηκαν χαμηλές θερμοκρασίες. Οι υψηλότερες περιεκτικότητες αμμωνιακού αζώτου στα θρεπτικά διαλύματα F4 και F5 δεν είχαν ευεργετική επίδραση στο νωπό βάρος, κατά τη διάρκεια της 2^{ης} καλλιεργητικής περιόδου, πιθανώς λόγω υψηλότερου ρυθμού ανάπτυξης των φυτών και του βραχύτερου κύκλου ανάπτυξης, σε σύγκριση με την 1^η περίοδο ανάπτυξης.

Οι Bloom *et al.* (1989) έχουν προτείνει, ότι αν και η αφομοίωση των νιτρικών αλάτων δεν έχει καμία επίδραση στη σταθεροποίηση του άνθρακα και την ανάπτυξη των φυτών υπό συνθήκες υψηλού φωτισμού, μπορεί να οδηγήσει σε ακανόνιστη ανάπτυξη σε φυτά υπό περιορισμένες συνθήκες φωτισμού, λόγω της μειωμένης μεταφοράς μιτοχονδρίων και ηλεκτρονίων. Πρόσφατα, οι Chatzigianni *et al.* (2017) σε μελέτη τους, ανέφεραν ότι το *C. spinosum* δεν είχε διαφορές στην απόκριση σε

αυξανόμενες ποσότητες $\text{NH}_4\text{-N}$ σε θρεπτικό διάλυμα, γεγονός που υποδηλώνει ανοχή του είδους σε υψηλές ποσότητες αμμωνίου.

Οι Petropoulos *et al.* (2019), σε πρόσφατη μελέτη τους απέδειξαν ότι, η διαμόρφωση της αναλογίας $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$ στο θρεπτικό διάλυμα όπου αναπτύσσονται φυτά σταμναγκαθιού, μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα σε επιθυμητές ενώσεις και να μειώσει την περιεκτικότητα των αντιδιατροφικών παραγόντων, αυξάνοντας έτσι τη συνολική ποιότητα του τελικού προϊόντος χωρίς να διακυβεύεται η απόδοση της παραγωγής.

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι, η βιοσύνθεση των φαινολικών ενώσεων επηρεάζεται έντονα από τις πρακτικές λίπανσης N και γενικά η χαμηλότερη διαθεσιμότητα του N σχετίζεται με την αύξηση των φαινολικών ενώσεων. Σε μελέτη των Petropoulos *et al.* (2018), διαπιστώθηκε ότι το νιτρικό άζωτο (100:0 $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$) επηρέασε θετικά τη συγκέντρωση σε τοκοφερόλες (α - και δ -τοκοφερόλη) σε φυτά *C. spinosum*, ενώ το αμμωνιακό άζωτο (0:100 $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$) επηρέασε σε θετικό βαθμό τα λιπαρά οξέα. Ισορροπημένη ή ελαφρώς αυξημένη αναλογία $\text{NH}_4\text{-N}$ (50:50 και 25:75 $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$), επιδρά θετικά στη συνολική συγκέντρωση σακχάρων, αντίθετα με την αυξημένη αναλογία $\text{NO}_3\text{-N}$ (75:25 $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$), η οποία οδηγεί σε υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ενώσεις.

Επίσης, η μορφή του N μπορεί να επηρεάσει, όχι μόνο τη συσσώρευση της ξηρής βιομάζας του *C. spinosum*, αλλά και την περιεκτικότητά του σε νερό και επομένως και τη νωπή βιομάζα. Λόγω της οσμωτικής επίδρασης, η συσσώρευση NO_3^- στους φυτικούς ιστούς ενισχύει την πρόσληψη νερού στο φυτό. Η μορφή του N, εκτός από την επίδραση που έχει στην ανάπτυξη των φυτών σταμναγκαθιού, φαίνεται ότι επηρεάζει και την περιεκτικότητα όλων των μεταβολιτών (Petropoulos *et al.*, 2019).

1.11. Σκοπός της εργασίας

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες καλλιέργειας του σταμναγκαθιού με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ανάπτυξη και παραγωγή φυτών σταμναγκαθιού με χρήση θρεπτικών διαλυμάτων διαφορετικής περιεκτικότητας αζώτου (0, 200, 400 και 600 ppm ολικού N), με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασής τους στην ανάπτυξη και στην ποιότητα του σταμναγκαθιού.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Τόπος και χρόνος διεξαγωγής του πειράματος

Η παρούσα μελέτη υλοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών, του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα του Δεκεμβρίου 2016 έως Μαΐου 2017, στο μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών. Οι μετρήσεις των ποσοτικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών, ενώ η ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών έλαβε χώρα στο Centrode Investigacao de Montanha (CIMO), ESA, Instituto Politecnico de Braganca στην Πορτογαλία.

2.2 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος

- Σπόροι από σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*)
- Πλαστικοί δίσκοι σποράς των 150 θέσεων
- Τύρφη
- Πλαστικές γλάστρες όγκου των 2 λίτρων
- Πλήρες Λίπασμα 20-20-20
- Λίπασμα νιτρικής αμμωνίας
- Νερό βρύσης
- Ψαλίδι
- Σακουλάκια εμπορίου
- Ταμπελάκια
- Φούρνος αποξήρανσης
- Χάρακας
- Ζυγαριά ακριβείας

2.3 Εγκατάσταση και μεταφύτευση

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν σπόροι από σταμναγκάθι, η σπορά των οποίων πραγματοποιήθηκε στις 27/9/2016 σε φυτώριο της Κρήτης. Στις αρχές Ιανουαρίου, όταν τα σπορόφυτα έφτασαν στο σύνολο των 3-4 φύλλων, μεταφυτεύθηκαν σε πλαστικούς δίσκους των 150 θέσεων και σε υπόστρωμα τύρφης στο θερμοκήπιο της Γεωπονικής σχολής. Σε αυτό το στάδιο του πειράματος, πραγματοποιήθηκε οπτική αξιολόγηση για την επιλογή των πιο εύρωστων φυταρίων, τα οποία παρέμειναν για 15 ημέρες στο θερμοκήπιο, ώστε να μεγαλώσουν και να φτάσουν το επιθυμητό στάδιο μεταφύτευσης. Η μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε στις 18/1/2017, σε πλαστικές γλάστρες των 2 λίτρων, με υπόστρωμα εδάφους. Μετά τη μεταφύτευση, οι γλάστρες χωρίστηκαν σε τέσσερις διαφορετικές ομάδες (μεταχειρίσεις), αποτελούμενες από 20 γλάστρες η κάθε μεταχείριση. Σε κάθε μεταχείριση εφαρμόστηκαν διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης, τα οποία ήταν:

1. Ο μάρτυρας (0 mg L⁻¹ αζώτου),
2. 200 mg L⁻¹ αζώτου
3. 400 mg L⁻¹ αζώτου και
4. 600 mg L⁻¹ αζώτου

Όλες οι μεταχειρίσεις, πλην του μάρτυρα, περιείχαν τις ίδιες ποσότητες φωσφόρου και καλίου, που επιτεύχθηκαν με τη χρήση του λιπάσματος 20-20-20, ενώ οι επιπλέον ποσότητες αζώτου προστέθηκαν με τη μορφή NH₄NO₃. Σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, τα φυτά ποτίστηκαν με θρεπτικά διαλύματα. Η ποσότητα νερού που εφαρμοζόταν σε κάθε ομάδα ήταν ίδια. Η λίπανση είχε την μορφή υδρολίπανσης και χορηγούνταν σε κάθε πότισμα. Στην πρώτη ομάδα του μάρτυρα εφαρμοζόταν μόνο νερό. Στην δεύτερη, τρίτη και τέταρτη ομάδα εφαρμοζόταν η ανάλογη ποσότητα λιπάσματος σε κάθε πότισμα. Οι γλάστρες παρέμειναν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου για περίπου 2 μήνες. Όταν αυξήθηκε η θερμοκρασία, μεταφέρθηκαν στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 2.1: Οι τέσσερις ομάδες των φυτών σταμναγκαθιού (0, 200 ppm, 400 ppm και 600 ppm) στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου

2.4 Εφαρμογή λιπάνσεων στα φυτά

Στις 18/1/2017 πραγματοποιήθηκε η πρώτη μεταφύτευση και το πρώτο πότισμα στα φυτά με νερό ύδρευσης ποσότητας 50 mL. Το πότισμα γινόταν ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν (κάθε 3-4 μέρες συνήθως). Έως τις 31/1/2017 είχαν γίνει 3 ποτίσματα μαζί με λίπανση στα φυτά σε ποσότητα 50 mL για κάθε γλάστρα. Τον επόμενο μήνα εφαρμόστηκαν 8 υδρολιπάνσεις με διπλάσια ποσότητα του εφαρμοζόμενου θρεπτικού διαλύματος (100 mL). Από τις 8/3/2017 έως τις 17/3/2017 χορηγούνταν υδρολίπανση ποσότητας 150 mL. Στις 21/3/2017 έγινε η μεταφορά των φυτών στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου και από εκείνη την ημέρα μέχρι τις 7/5/2017 πραγματοποιήθηκε υδρολίπανση ποσότητας 100 mL/γλάστρα. Παρακάτω καταγράφονται αναλυτικά οι ημερομηνίες και οι ποσότητες της υδρολίπανσης που εφαρμόστηκαν.

18/1/2017: μεταφύτευση και πότισμα με νερό ύδρευσης (50 mL)

21/1/2017: πότισμα με νερό ύδρευσης (50 mL)

26/1/2017: Υδρολίπανση (50 mL)

31/1/2017: Υδρολίπανση (50 mL)

4/2/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
8/2/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
12/2/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
16/2/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
21/2/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
24/2/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
28/2/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
4/3/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
8/3/2017: Υδρολίπανση (150 mL)
13/3/2017: Υδρολίπανση (150 mL)
17/3/2017: Υδρολίπανση (150 mL)
19/3/2017: Υδρολίπανση (150 mL)
21/3/2017: Μεταφορά στο εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου - υδρολίπανση (100 mL)
23/3/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
27/3/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
30/3/2017: Υδρολίπανση (150 mL)
2/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
6/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
10/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
13/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
16/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
20/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
24/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)
26/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

29/4/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

2/5/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

5/5/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

7/5/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

2.5 Συγκομιδή

Όταν τα φυτά έφτασαν στο επιθυμητό στάδιο ανάπτυξης, δηλαδή στο κατάλληλο μέγεθος ροζέτας και σε ικανοποιητικό αριθμό φύλλων έγιναν οι συγκομιδές. Πραγματοποιήθηκαν 2 κοπές υπέργειου τμήματος στις 29/3/2017 και στις 25/4/2017. Μετά την 2^η συγκομιδή, τα φυτά παρέμειναν στο εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου, ώστε να ολοκληρώσουν την άνθηση τους και αργότερα να γίνει η συλλογή σπόρου.

2.6 Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών

Πριν από τις κοπές, μετρήθηκε η διάμετρος ροζέτας σε κάθε δείγμα, ενώ μετά τις κοπές μετρήθηκε ο αριθμός φύλλων, και το νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων.

- Διάμετρος ροζέτας: η μέτρηση της διαμέτρου της ροζέτας έγινε με τη βοήθεια χάρακα
- Αριθμός φύλλων: η μέτρηση των φύλλων του σταμναγκαθιού έγινε μετρώντας με το χέρι τα φύλλα του κάθε φυτού
- Νωπό βάρος φύλλων: για την μέτρηση του νωπού βάρους, τα φύλλα ζυγίστηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή (για την αποφυγή τυχόν απώλειας υγρασίας) με ζυγαριά ακριβείας
- Ξηρό βάρος φύλλων: η μέτρηση για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους, ολοκληρώθηκε δύο ημέρες μετά, αφού τα δείγματα τοποθετηθήκαν σε αεροξηραντήρα για 48 ώρες, στους 72 °C μέχρι να ολοκληρωθεί η αποξήρανσή τους.

2.7 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Οι ποιοτικές αναλύσεις, έγιναν σε δείγματα νωπού υλικού από τα φυτά της 2^{ης} συγκομιδής, μετά από λυοφιλοποίηση και τρίψιμο σε ηλεκτρικό μύλο για την μετατροπή τους σε σκόνη. Έπειτα, τα τριμμένα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες τροφίμων υπό κενό και αποθηκεύτηκαν σε συνθήκες βαθιάς ψύξης (-80 °C) μέχρι την ανάλυσή τους. Οι ποιοτικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Centrode Investigacao de Montanha (CIMO), ESA, Instituto Politecnico de Braganca στην Πορτογαλία και περιλάμβαναν τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των δειγμάτων σε νιτρικά, σάκχαρα, οργανικά και λιπαρά οξέα, τοκοφερόλες, αντιοξειδωτική ικανότητα και φαινολικές ενώσεις. Παρακάτω θα αναφερθεί το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε για την κάθε ανάλυση:

- Νιτρικά

Για την ανάλυση των νιτρικών στα φύλλα της 2^{ης} συγκομιδής, χρησιμοποιήθηκε η φασματοφωτομετρική μέθοδος προσδιορισμού του νιτρικού αζώτου (μέθοδος των Cataldo *et.al.*, 1975).

- Σάκχαρα

Η ανάλυση των σακχάρων πραγματοποιήθηκε με υψηλής απόδοσης υγρή χρωματογραφία, με ανιχνευτή δείκτη διάθλασης (HPLC-RI; Knauer, Smartline system 1000, Berlin, Germany), χρησιμοποιώντας τη στήλη Eurosphere 100-5 NH2 (4.6 x250mm, 5 μm, Knauer), λειτουργώντας στους 35 °C (φούρνος Grace 7971 R) για χρωματογραφικό διαχωρισμό (Barros *et al.*, 2013). Η ισοκρατική έκλυση έγινε με ακετονιτρίλιο και νερό (70:30, v/v) και ρυθμό ροής 1 mL/min, με το ελεγχόμενο λογισμικό clarity 2.4 (Data Apex, Podohradska, Czech Republic). Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν τα σάκχαρα του φυτού, συγκρίνοντας τους χρόνους έκλυσης με σταθερές ενώσεις και σε σύγκριση με καμπύλες αναφοράς, κατασκευασμένες από αυθεντικά πρότυπα, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του εσωτερικού προτύπου (Internal Standard; IS) με πρότυπο τη μελεζιτόζη (melezitose) και τη δημιουργία πρότυπων καμπυλών.

- Οργανικά οξέα

Η ανάλυση των οργανικών οξέων διεξήχθη με υγρή χρωματογραφία υπερυψηλής ταχύτητας (Ultra Fast Liquid Chromatography) συνδεδεμένης με ανιχνευτή σειράς φωτοδιόδων (Shimadzu 20A UFLC-PDA; Shimadzu Cooperation, Kyoto, Japan) με βάση τη μέθοδο των Barros *et al.* (2013). Πιο συγκεκριμένα, ποσότητα 2 g από κάθε δείγμα εκχυλίστηκε μετά από ανακίνηση με 25 mL μεταφωσφορικού οξέος (στους 25 °C και στις 150 rpm) για 45 λεπτά. Στη συνέχεια έγινε φιλτράρισμα των εκχυλισμάτων με τη χρήση χάρτινων φίλτρων τύπου Whatman no. 4. Πριν την ανάλυση των δειγμάτων με τον χρωματογράφο UFLC-PAD, τα δείγματα φιλτραρίστηκαν εκ νέου με νάιλον φίλτρα 0,2 μm. Ο διαχωρισμός των ουσιών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση στήλης SperedClone (Phenomenex) C18 αναστροφής φάσης (5 μm, 250 × 4.6 mm εσωτερική διάμετρος) ρυθμισμένης σε θερμοκρασία 35°C. Η έκλυση των ουσιών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση θειικού οξέος 3,6 mM με ροή 0.8 mL/λεπτό. Η ανίχνευση πραγματοποιήθηκε στον ανιχνευτή σειράς φωτοδιόδων στα 215 και 245 nm (για το ασκορβικό οξύ). Τα οργανικά οξέα που ανιχνεύθηκαν ποσοτικοποιήθηκαν μετά από σύγκριση του εμβαδού των κορυφών τους στα 215 nm με καμπύλες αναφοράς που κατασκευάστηκαν με τη χρήση εμπορικών προτύπων για κάθε ουσία (Sigma-Aldrich St. Louis, MO, USA). Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg ανά g ξηρού βάρους.

- Λιπαρά οξέα

Η εκχύλιση του λίπους έγινε με πετρελαϊκό αιθέρα σε συσκευή Soxhlet. Τα λιπαρά οξέα αναλύθηκαν με τη βοήθεια μιας αέριας χρωματογραφίας με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (GC-FID) με βάση τη μέθοδο των Guimarães *et al.*, (2010) και μετά από διαδικασία μετεστεροποίησης. Τα λίπη, που παραλήφθηκαν με τη συσκευή Soxhlet, μεθυλιοποιήθηκαν με 5 mL μείγματος μεθανόλης: □θειικού οξέος: τολουενίου σε αναλογία 2:1:1 (v/v/v□ για τουλάχιστον 12 ώρες και μετά από ανακίνηση σε υδατόλουτρο στους 50 °C και 160 rpm. Στη συνέχεια έγινε προσθήκη 3 mL απιονισμένου νερού για την παραλαβή της φάσης διαχωρισμού. Οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων (FAME) παραλήφθηκαν με 3 mL διαιθυλαιθέρα και μετά από ανακίνηση σε vortex, ενώ η ανώτερη φάση πέρασε μέσα από μικροστήλη άνυδρου θειικού

νατρίου για την απομάκρυνση του νερού. Το δείγμα μεταφέρθηκε σε φιαλίδιο Teflon και φιλτραρίστηκε με φίλτρα νάιλον των 0,2 nm (Whatman).

Το μοντέλο του αέριου χρωματογράφου ήταν το DANI model GC 1000 με εγχυτήρα split/splitless συζευγμένου με έναν ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (GC-FID, Dani Instruments, Milan, Italy). Η στήλη του αέριου χρωματογράφου είχε τα εξής χαρακτηριστικά: 30 m x 0.32 mm εσωτερική διάμετρος, 0.25 μm, 50% cyanopropylmethyl 50% phenylmethylpolysiloxane (Macherey-Nagel, Düren, Germany). Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν 50 °C, η οποία διατηρήθηκε για 2 λεπτά, μετά ακολούθησε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10 °C/λεπτό και μέχρι τους 240 °C, όπου και διατηρήθηκε για 11 λεπτά. Η ροή του φέροντος αερίου (υδρογόνο) ήταν 4,0 mL/λεπτό (0,61 bar), μετρούμενη στους 50 °C. Η έγχυση έγινε στους 240 °C με χρήση διαχωριστή ροής (1:40). Ο ποιοτικός προσδιορισμός των κορυφών του δείγματος γίνεται με σύγκριση των χρόνων κατακράτησής τους, με τους χρόνους κατακράτησης πρότυπων μεθυλεστέρων. Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν και επεξεργάστηκαν με τη χρήση του λογισμικού CSW DataApex 1.7, και εκφράζονται ως σχετικό ποσοστό επί του συνόλου για κάθε λιπαρό οξύ.

- Τοκοφερόλες

Η ανάλυση των τοκοφερολών επιτεύχθηκε με τη χρήση υψηλής απόδοσης υγρής χρωματογραφίας (HPLC), με βάση τη μέθοδο των Barros *et al.* (2013a). Διάλυμα βουτυλιωμένου υδροξυτολουολίου σε κανονικό εξάνιο (10 mg/mL; 100 μL) και διάλυμα εσωτερικού προτύπου σε κανονικό εξάνιο (tocol; 50 mg/mL; 400 μL) προστέθηκαν σε κάθε δείγμα πριν την εκχύλιση του δείγματος. Τα δείγματα (σε ποσότητα 500 mg) ομογενοποιήθηκαν μαζί με μεθανόλη (4 mL) με τη χρήση vortex για 1 λεπτό. Στη συνέχεια προστέθηκε εκ νέου κανονικό εξάνιο (4 mL) και ακολούθησε ανακίνηση με vortex για 1 λεπτό. Στη συνέχεια προστέθηκε κορεσμένο υδατικό διάλυμα NaCl και το μείγμα ομογενοποιήθηκε για 1 λεπτό, φυγοκεντρήθηκε (5 λεπτά, 4000 x g) και η καθαρή πάνω φάση μεταφέρθηκε προσεκτικά σε φιαλίδιο. Ακολούθησε εκχύλιση του δείγματος για δυο ακόμα φορές με τον ίδιο τρόπο παραλαμβάνοντας κάθε φορά την πάνω φάση του φυγοκεντρημένου δείγματος. Στη συνέχεια τα εκχυλίσματα ξηράθηκαν, με χρήση ροής αζώτου,

επαναδιαλύθηκαν σε 2 mL κανονικού εξανίου, αφυγράνθηκαν με ανυδροθεικό νάτριο, φιλτραρίστηκαν με τη χρήση νάιλον φίλτρων 0,2 nm (Whatman) και μεταφέρθηκαν σε φιαλίδιο σκούρου χρώματος προκειμένου να γίνει η έγχυση στην υγρή χρωματογραφία. Ο εξοπλισμός της υγρής χρωματογραφίας αποτελούνταν από ολοκληρωμένο σύστημα με αντλία Smartline 1000 (Knauer, Berlin, Germany), απαεριωτή Smartline manager 5000, αυτόματο δειγματολήπτη (Jasco, Easton, MD) και ανιχνευτή φθορισμού FP-2020 (Jasco, Easton, MD, USA) προγραμματισμένου για διέγερση στα 290 nm και εκπομπή στα 330 nm. Η στήλη που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια στήλη κανονικής φάσης με τα εξής χαρακτηριστικά 250 mm × 4,6 mm εσωτερική διάμετρο, 5 μm, Polyamide II, με μια στήλη προστασίας των 10 mm × 4 mm εσωτερική διάμετρο, από το ίδιο υλικό (YMC Waters, Dinslaken, Germany), λειτουργώντας στους 30 °C. Η κινητή φάση που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα μείγμα κανονικού εξανίου και οξικού αιθυλεστέρα (70:30 (v/v)) με ροή στο 1 mL/λεπτό. Οι ουσίες ταυτοποιήθηκαν με σύγκριση των χρωματογραφημάτων με πρότυπες ουσίες. Η ποσοτικοποίηση βασίστηκε στο σήμα φθορισμού, με τη χρήση της μεθόδου του εσωτερικού προτύπου. Η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε τοκοφερόλες εκφράστηκε σε mg/100 g ξηρού βάρους.

- Αντιοξειδωτική ικανότητα

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των κονδύλων προσδιορίστηκε με βάση τη μέθοδο που περιγράφεται στην εργασία των Roriz *et al.* (2014). Εφαρμόστηκαν τέσσερις διαφορετικές μέθοδοι προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας και πιο συγκεκριμένα οι μέθοδοι Ferricyanide/Prussian blue, DPPH, β-carotene / linoleate και TBARS.

- Φαινολικές ενώσεις

Παρασκευή εκχυλισμάτων: Για την αξιολόγηση των φαινολικών ενώσεων και των βιοδραστικών ιδιοτήτων, τα δείγματα υποβλήθηκαν σε υδροαιθανολικές εκχυλίσεις (80% αιθανόλη). Εν συντομία, 1 g δείγματος αναδεύτηκε με 30 mL υδροαιθανολικού διαλύματος. Το μίγμα διηθήθηκε και το υπόλειμμα εκχυλίστηκε εκ νέου με επιπλέον 30 mL υδροαιθανολικού διαλύματος. Μετά από διήθηση, τα εκχυλίσματα συνδυάστηκαν και η αιθανόλη εξατμίστηκε υπό μειωμένη πίεση στους 35 °C (περιστροφικός εξατμιστήρας Büchi R-210,

Flawil, Switzerland). Τα εκχυλίσματα καταψύχθηκαν στους -20 °C και λυοφιλοποιήθηκαν (FreeZone 4.5, Labconco, Kansas City, MO, ΗΠΑ) για περαιτέρω ανάλυση.

Φαινολικό προφίλ: Τα λυοφιλοποιημένα εκχυλίσματα διαλύθηκαν σε μίγμα αιθανόλης: νερού (80:20, v/v) σε συγκέντρωση 5 mg/mL και διηθήθηκαν (δίσκος φίλτρου LC μίας χρήσης, μήκους 30 mm, νάιλον). Στη συνέχεια, το φαινολικό προφίλ βρέθηκε με υγρή χρωματογραφία με ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (μήκη κύματος 280, 330 και 370 nm) συζευγμένο με φασματομετρία μάζας ιονισμού ηλεκτροψεκασμού που λειτουργεί σε αρνητικό τρόπο (Dionex Ultimate 3000 UPLC και Linear Ion Trap LTQ XL, Thermo Scientific, San Jose, CA, USA), όπως περιγράφηκε από τους Bessada et. al., (2016). Οι φαινολικές ενώσεις ταυτοποιήθηκαν σύμφωνα με τα χρωματογραφικά χαρακτηριστικά τους και σε σύγκριση με αυτές που περιγράφονται στη βιβλιογραφία. Οι καμπύλες βαθμονόμησης 7 επιπέδων των κατάλληλων προτύπων ελήφθησαν στην κλίμακα 800-25 μg/mL για την ποσοτική ανάλυση. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg/g ξηρού βάρους (mg / g dw).

2.8 Στατιστική ανάλυση

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν μονοπαραγοντικό και ακολουθήθηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο. Για το πείραμα είχαμε 4 διαφορετικές επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης με 20 φυτά για κάθε επέμβαση (n=20). Για την σύγκριση των επεμβάσεων αζωτούχου λίπανσης στο σταμναγκάθι έγινε ανάλυση της διασποράς (ANOVA), ενώ για την σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ). Για τη σύγκριση των φυτικών ειδών χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο του Tukey's HSD test. Το επίπεδο σημαντικότητας ήταν 5% (p=0,05).

Για τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics Plus 5.1, καθώς και το λογιστικό πακέτο Excel του Microsoft Office 2003.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο παρακάτω κεφάλαιο παρουσιάζεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων των φυτών του σταμναγκαθιού μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων αζωτούχου λίπανσης (Μάρτυρας (0 ppm), 200 ppm, 400 ppm και 600 ppm N). Οι μετρήσεις αφορούν τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτών σταμναγκαθιού.

3.1 Αποτελέσματα ποσοτικών χαρακτηριστικών ανάπτυξης των φυτών κατά την 1^η κοπή

Πίνακας 3.1. Αποτελέσματα νωπού βάρους φύλλων (g), διαμέτρου ροζέτας (cm), αριθμού φύλλων και ποσοστού (%) ξηρής ουσίας σε φυτά σταμναγκαθιού για τις 4 μεταχειρίσεις κατά την 1^η κοπή.

| Μεταχειρίσεις | Νωπό βάρος φύλλων (g) | Διάμετρος ροζέτας (cm) | Αριθμός φύλλων | Ξηρή ουσία (%) |
|---------------|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Μάρτυρας | 1,22 γ | 13,11 β | 9,37 β | 14,77 α |
| 200 ppm N | 3,81 β | 19,74 α | 13,21 α | 12,84 α |
| 400 ppm N | 3,63 β | 19,05 α | 11,95 α | 5,01 β |
| 600 ppm N | 12,26 α | 18,89 α | 13,42 α | 5,44 β |

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

Σύμφωνα με τις μετρήσεις για το νωπό βάρος των φύλλων, τα δεδομένα δείχνουν ότι υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των φυτών του μάρτυρα σε σχέση με τις μεταχειρίσεις που προστέθηκαν ποσότητες αζώτου. Όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1, το νωπό βάρος των φύλλων της μεταχείρισης των 600 ppm N είναι πολύ πιο αυξημένο σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στις μεταχειρίσεις των 200 ppm και των 400 ppm N είχαμε παρόμοιες τιμές, οι οποίες ωστόσο δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Όσον αφορά τη διάμετρο της ροζέτας, οι τιμές στην μεταχείριση του μάρτυρα είναι σημαντικά μικρότερες από τις τρεις άλλες μεταχειρίσεις στις οποίες εφαρμόστηκε άζωτο, οι οποίες όμως δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους

Από τις μετρήσεις για τον αριθμό των φύλλων παρατηρείται ότι στη μεταχείριση του μάρτυρα έχουμε το μικρότερο αριθμό φύλλων. Στις τρεις μεταχειρίσεις, στις οποίες εφαρμόστηκαν ποσότητες αζώτου έχουμε σχεδόν ίσες ποσότητες στον αριθμό των φύλλων, οι οποίες δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Το ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας, όπως διαπιστώνεται από τον πίνακα 3.1, είναι μεγαλύτερο στα φυτά του μάρτυρα και στο επίπεδο των 200 ppm N, σε σχέση με τις δύο μεταχειρίσεις με τις μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου (400 και 600 ppm N).

3.2 Αποτελέσματα ποσοτικών χαρακτηριστικών ανάπτυξης των φυτών κατά την 2^η κοπή

Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα νωπού βάρους φύλλων (g), διαμέτρου ροζέτας (cm), αριθμού φύλλων και ποσοστού (%) ξηρής ουσίας σε φυτά σταμναγκαθίου για τις 4 μεταχειρίσεις κατά την 2^η κοπή.

| Μεταχειρίσεις | Νωπό βάρος φύλλων (g) | Διάμετρος ροζέτας (cm) | Αριθμός φύλλων | Ξηρή ουσία (%) |
|---------------|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Μάρτυρας | 1,86 β | 16,63 β | 9,74 β | 15,50 α |
| 200 ppm N | 2,79 β | 18,00 α | 13,00 α | 16,02 α |
| 400 ppm N | 3,12 β | 18,21 α | 13,74 α | 16,00 α |
| 600 ppm N | 2,81 α | 18,74 α | 12,53 α | 16,11 α |

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

Από τις μετρήσεις για το νωπό βάρος των φύλλων των φυτών της 2^η συγκομιδής, παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων αζώτου. Όλες οι μεταχειρίσεις λίπανσης είχαν υψηλότερες τιμές σε σχέση με τον μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή για το νωπό βάρος παρατηρείται στην μεταχείριση των 400 ppm N.

Τα αποτελέσματα που αφορούν τη διάμετρο της ροζέτας, δεν δείχνουν στατιστικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στις οποίες εφαρμόστηκε άζωτο (200, 400 και 600 ppm N). Η μικρότερη τιμή παρατηρείται στο μάρτυρα και η μεγαλύτερη στη μεταχείριση των 600 ppm N.

Παρόμοια αποτελέσματα με τη διάμετρο της ροζέτας, παρατηρούνται και για τον αριθμό των φύλλων. Μεταξύ των επιπέδων λίπανσης δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ενώ όλες οι μεταχειρίσεις λίπανσης διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά από τον μάρτυρα, όπου παρατηρήθηκε ο μικρότερος αριθμός των φύλλων.

Το ποσοστό της ξηρής ουσίας, δε διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων, συμπεριλαμβανομένου και του μάρτυρα και κυμαίνεται μεταξύ 15,5-16,1%.

3.3 Αποτελέσματα συνολικών ποσοτικών χαρακτηριστικών και στις 2 κοπές

Πίνακας 3.3. Συνολικό νωπό βάρος (g) και αριθμός φύλλων φυτών σταμναγκαθίου από την 1^η και 2^η κοπή.

| Μεταχειρίσεις | Νωπό βάρος φύλλων (g) | Αριθμός φύλλων |
|---------------|-----------------------|----------------|
| Μάρτυρας | 3,08 γ | 19,11 β |
| 200 ppm N | 6,61 β | 26,21 α |
| 400 ppm N | 6,75 β | 25,68 α |
| 600 ppm N | 15,07 α | 25,95 α |

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

Όπως φαίνεται στον πίνακα 3.3, οι μεταχειρίσεις στις οποίες εφαρμόστηκε άζωτο (200, 400 και 600 ppm N), είχαν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερες τιμές στο συνολικό νωπό βάρος των φύλλων σε σχέση με το μάρτυρα. Οι μεταχειρίσεις των 200 και των 400 ppm N έχουν παρόμοιες τιμές, ενώ η μεταχείριση των 600 ppm N παρουσιάζει νωπό βάρος έως και 2,2 φορές υψηλότερο σε σχέση με τα δύο μικρότερα επίπεδα λίπανσης και 4,9 φορές υψηλότερο σε σχέση με το μάρτυρα.

Όσον αφορά τη σύγκριση του αριθμού των φύλλων μεταξύ των τριών επιπέδων λίπανσης, δεν παρουσιάστηκαν διαφορές και ήταν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερες σε σχέση με το μάρτυρα.

3.4 Αποτελέσματα της συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων των φύλλων κατά τη 2^η κοπή

Πίνακας 3.4. Περιεκτικότητα των φύλλων των φυτών σταμναγκαθιού σε νιτρικά ιόντα κατά την 2^η κοπή.

| Μεταχειρίσεις | Ποσότητα νιτρικών ιόντων (ppm ν.β.) |
|---------------|-------------------------------------|
| Μάρτυρας | 106,2 γ |
| 200 ppm N | 811,6 β |
| 400 ppm N | 1161,9 α |
| 600 ppm N | 1136,5 α |

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

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την περιεκτικότητα των φύλλων σε νιτρικά ιόντα παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και του μάρτυρα. Οι υψηλότερες τιμές βρέθηκαν στις μεταχειρίσεις των 400 και 600 ppm N, χωρίς ωστόσο να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.

3.5 Αποτελέσματα της σύνθεσης των τοκοφερολών στα φυτά σταμναγκαθιού

Πίνακας 3.5. Σύνθεση σε τοκοφερόλες (mg) του εξεταζόμενου *Cichorium spinosum* (μέσος όρος \pm SD).

| Μεταχειρίσεις | α-τοκοφερόλη | β-τοκοφερόλη | γ-τοκοφερόλη | δ-τοκοφερόλη | Ολικές τοκοφερόλες |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|
| 1 ^η καλλιεργητική εποχή | | | | | |

| | | | | | |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------|
| Μάρτυρας | 9,62±0,05 ^α | 0,24±0,01 ^α | 1,97±0,05 ^α | 0,017±0,001β | 11,8±0,1α |
| 200 ppm N | 2,65±0,01γ | 0,082±0,004γ | 1,99±0,04α | 0,019±0,001α | 4,74±0,05γ |
| 400 ppm N | 3,43±0,02β | 0,088±0,002βγ | 1,422±0,004β | 0,008±0,001δ | 4,95±0,02β |
| 600 ppm N | 3,41±0,04β | 0,095±0,004β | 1,308±0,004γ | 0,011±0,001γ | 4,82±0,04γ |

Οι μέσοι στην ίδια στήλη ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα χωρίς παρένθεση είναι στατιστικώς σημαντικά διαφορετικοί σύμφωνα με τη δοκιμή Tukey HSD test ($p < 0.05$).

Από την ανάλυση της σύνθεσης των τοκοφερολών στα φυτά του σταμναγκαθιού διαπιστώνεται ότι τα φυτά του μάρτυρα έχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε α- και β-τοκοφερόλη αλλά και ολικών τοκοφερολών σε σχέση με τα φυτά των μεταχειρίσεων. Η συγκέντρωση της γ-τοκοφερόλης ήταν υψηλότερη στη μεταχείριση του μάρτυρα και στα 200 ppm N, ενώ η δ-τοκοφερόλη στη μεταχείριση των 200 ppm N.

3.6 Αποτελέσματα της σύνθεσης των σακχάρων στα φυτά σταμναγκαθιού

Πίνακας 3.6. Σύνθεση σε σάκχαρα (g/kg fw) του εξεταζόμενου *Cichorium spinosum* (μέσος όρος ±SD).

| Μεταχειρίσεις | Φρουκτόζη | Γλυκόζη | Σακχαρόζη | Τρεχαλόζη | Ολικά σάκχαρα |
|------------------------------------|--------------|----------------------|------------|--------------|------------------|
| 1 ^η καλλιεργητική εποχή | | | | | |
| Μάρτυρας | 0,606±0,002δ | 1,134±0,003γ | 3,77±0,03δ | 0,37±0,01δ | 5,88±0,03δ |
| 200 ppm N | 1,51±0,07α | 3,8±0,2 ^α | 5,53±0,01β | 0,573±0,003γ | 11,4±0,1β |
| 400 ppm N | 1,38±0,04β | 3,7±0,1α | 5,62±0,06α | 0,90±0,01β | 11,6±0,1α |
| 600 ppm N | 1,10±0,01γ | 2,49±0,06β | 5,25±0,01γ | 1,02±0,02α | 9,85±0,1γ |

Οι μέσοι στην ίδια στήλη ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα χωρίς παρένθεση είναι στατιστικώς σημαντικά διαφορετικοί σύμφωνα με τη δοκιμή Tukey HSD test ($p < 0.05$).

Η ανάλυση των σακχάρων έδειξε ότι η μικρότερη συγκέντρωση σε σάκχαρα βρέθηκε στα φυτά του μάρτυρα. Οι μεταχειρίσεις, στις οποίες εφαρμόστηκε άζωτο, είχαν τη διπλάσια ποσότητα σε ολικά σάκχαρα, με τις μεταχειρίσεις των 400 και 200 ppm N να έχουν τις υψηλότερες τιμές. Συγκεκριμένα, η μεταχείριση των 200 ppm N παρουσίασε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη σε φρουκτόζη και γλυκόζη, ενώ αυτή των 400 ppm N σε σακχαρόζη και ολικά σάκχαρα. Η συγκέντρωση της τρεχαλόζης ήταν στατιστικώς υψηλότερη στη μεταχείριση των 600 ppm N.

3.7 Αποτελέσματα της σύνθεσης των οργανικών οξέων στα φυτά σταμναγκαθιού

Πίνακας 3.7. Σύνθεση σε οργανικά οξέα (g/kg fw) του εξεταζόμενου *Cichorium spinosum* (μέσος όρος \pm SD).

| Μεταχειρίσεις | Οξαλικό οξύ | Μηλικό οξύ | Σικιμικό οξύ | Ασκορβικό οξύ | Φουμαρικό οξύ | Ολικά οργανικά οξέα |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| 1 ^η καλλιεργητική εποχή | | | | | | |
| Μάρτυρας | 13,5 \pm 0,4δ | 60 \pm 2β | 38 \pm 1β | 0,010 \pm 0,001γ | tr- traces | 144 \pm 3β |
| 200 ppm N | 64,62 \pm 0,05α | 92,9 \pm 0,1α | 55,9 \pm 0,4α | 0,050 \pm 0,001α | 0,020 \pm 0,002 | 230 \pm 1α |
| 400 ppm N | 44,3 \pm 0,1γ | 44,1 \pm 0,3γ | 24,2 \pm 0,2γ | 0,040 \pm 0,001β | tr- traces | 117 \pm 1δ |
| 600 ppm N | 48,6 \pm 0,6β | 42 \pm 1δ | 21,4 \pm 0,3δ | 0,040 \pm 0,001β | tr- traces | 120 \pm 2γ |

Οι μέσοι στην ίδια στήλη ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα χωρίς παρένθεση είναι στατιστικώς σημαντικά διαφορετικοί σύμφωνα με τη δοκιμή Tukey HSD test ($p < 0.05$).

Από την ανάλυση των οργανικών οξέων διαπιστώνεται ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ολικά οργανικά οξέα βρέθηκε στην μεταχείριση των 200 ppm N και ακολουθεί με σημαντική διαφορά ο μάρτυρας. Επίσης, η μεταχείριση των 200 ppm N παρουσίασε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις σε οξαλικό οξύ, σε μηλικό οξύ, σε σικιμικό οξύ και σε ασκορβικό οξύ.

3.8 Αποτελέσματα της σύνθεσης των λιπαρών οξέων στα φυτά σταμαναγκαθιού

Πίνακας 3.8. Σύνθεση σε λιπαρά οξέα (σχετική % περιεκτικότητα) του εξεταζόμενου *Cichorium spinosum* (% μέσος όρος \pm SD).

| Μεταχειρίσεις | Ολικά κορεσμένα λιπαρά (% των ολικών λιπαρών οξέων) | Ολικά μονοακόρεστα (% των ολικών λιπαρών οξέων) | Ολικά πολυακόρεστα (% των ολικών λιπαρών οξέων) |
|------------------------------------|---|---|---|
| 1 ^η καλλιεργητική εποχή | | | |
| Μάρτυρας | 15,93 \pm 0,01 α | 1,51 \pm 0,01 β | 82,56 \pm 0,02 δ |
| 200 ppm N | 13,95 \pm 0,08 γ | 1,21 \pm 0,02 δ | 84,85 \pm 0,10 β |
| 400 ppm N | 14,50 \pm 0,12 β | 1,55 \pm 0,01 α | 83,96 \pm 0,12 γ |
| 600 ppm N | 13,48 \pm 0,08 δ | 1,45 \pm 0,01 γ | 85,07 \pm 0,10 α |

Οι μέσοι στην ίδια στήλη ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα χωρίς παρένθεση είναι στατιστικώς σημαντικά διαφορετικοί σύμφωνα με τη δοκιμή Tukey HSD test ($p < 0.05$).

Από την ανάλυση των λιπαρών οξέων παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και του μάρτυρα. Ωστόσο, το μεγαλύτερο ποσοστό στην περιεκτικότητα των ολικών κορεσμένων λιπαρών βρέθηκε στο μάρτυρα, η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικά μονοακόρεστα λιπαρά στη μεταχείριση των 400 ppm N και τα περισσότερα ολικά πολυακόρεστα στην μεταχείριση των 600 ppm N.

3.9 Αποτελέσματα της σύνθεσης της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα φυτά

Πίνακας 3.9. Αντιοξειδωτική ικανότητα του εξεταζόμενου *Cichorium spinosum*.

| Μεταχειρίσεις | Μείωση ισχύος | Ριζική δραστηριότητα καθαρισμού | | Αναστολή υπεροξειδωσις λιπιδίων |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|
| | Φερικυανίδιο / μπλε της Πρωσίας | DPPH (2,2-διφαινυλ-1- | β -καροτένιο / λινολεϊκό | Θρεπτικές ουσίες θειοβαρβιτουρικού οξέος |

| | (EC ₅₀ ; mg/mL) | πικρυλδραζυλ) δραστηριότητα καθαρισμού (EC ₅₀ ; mg/mL) | (EC ₅₀ ; mg/mL) | (TBARS) (EC ₅₀ ; mg/mL) |
|------------------------------------|----------------------------|--|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 ^η καλλιεργητική εποχή | | | | |
| Μάρτυρας | 0,835±0,003β | 1,39±0,07δ | 0,79±0,04β | 0,46±0,02β |
| 200 ppm N | 0,728±0,020γ | 1,62±0,06γ | 0,75±0,01γ | 0,352±0,008δ |
| 400 ppm N | 0,839±0,006αβ | 2,23±0,10β | 0,79±0,02β | 0,38±0,02γ |
| 600 ppm N | 0,849±0,008α | 2,93±0,07α | 1,00±0,03α | 0,54±0,02α |

Οι μέσοι στην ίδια στήλη ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα χωρίς παρένθεση είναι στατιστικώς σημαντικά διαφορετικοί σύμφωνα με τη δοκιμή Tukey HSD test ($p < 0.05$).

Από τα αποτελέσματα για την αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτών σταμναγκαθιού, παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα στο φερικουανίδιο, στο DPPH, στο β-καροτένιο/λινολεϊκό και στις θρεπτικές ουσίες του θειοβαρβιτουρικού οξέος βρέθηκε στη μεταχείριση των 600 ppm N. Η μικρότερη συγκέντρωση για το φερικουανίδιο, για το β-καροτένιο/λινολεϊκό και για τις θρεπτικές ουσίες του θειοβαρβιτουρικού οξέος παρατηρήθηκαν στη μεταχείριση των 200 ppm N.

3.10 Αποτελέσματα της σύνθεσης των φαινολικών ενώσεων στα φυτά σταμναγκαθιού

Πίνακας 3.10. Ποσοτικοποίηση των φαινολικών ενώσεων του *Cichorium spinosum* (mg/g εκχύλισμα, μέσος όρος ±SD).

| | Μάρτυρας | 200 ppm N | 400 ppm N | 600 ppm N |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 ^η καλλιεργητική εποχή | | | | |
| 5-Ο-καφεοϋλκινικό οξύ ¹ | 3,13±0,05 ^α | 1,97±0,09 ^γ | 1,71±0,03 ^δ | 2,862±0,008 ^β |
| π-κουμαροϋλκινικό οξύ ² | 0,330±0,002 ^γ | 0,360±0,002 ^β | 0,473±0,001 ^α | 0,272±0,002 ^δ |

| | | | | |
|---|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Χλωρικό οξύ ³ | 13,96±0,07 ^α | 8,66±0,07 ^β | 8,33±0,04 ^γ | 3,25±0,02 ^δ |
| 5-Ο- Φερουλοκινικό οξύ ⁴ | 0,83±0,01 ^β | 0,752±0,001 ^γ | 0,92±0,03 ^α | 0,530±0,001 ^δ |
| Φερουλικό οξύ ⁴ | 0,41±0,02 ^α | 0,128±0,002 ^β | 0,138±0,003 ^β | 0,090±0,001 ^γ |
| Κερκετίνη-3-Ο-γλυκουρονίδιο ⁵ | 2,21±0,03 ^α | 1,76±0,02 ^β | 1,81±0,01 ^β | 1,164±0,001 ^γ |
| Καεμφερόλη-Ο-γλυκουρονίδιο ⁶ | 1,651±0,004 ^δ | 2,47±0,02 ^β | 3,16±0,02 ^α | 2,26±0,03 ^γ |
| Κερκετίνη-3-Ο-γλυκοσίδη ⁵ | 0,71±0,03 ^α | nd | 0,39±0,01 ^β | nd |
| Κερκεστίνη-7-Ο- (6"-Ο-ακετυλ) - γλυκοσίδη ⁵ | 0,761±0,005 ^α | 0,328±0,001 ^β | 0,321±0,004 ^β | 0,255±0,001 ^γ |
| 3.5- Ο-δικεφελοϋλκινικό οξύ ¹ | 0,79±0,05 ^α | 0,298±0,006 ^β | 0,307±0,006 ^β | 0,256±0,004 ^β |
| Καεμφερόλη-3-Ο-γλυκουρονίδιο ⁶ | 5,69±0,01 ^α | 2,70±0,02 ^β | 2,50±0,01 ^γ | 1,776±0,007 ^δ |
| Απιγενίνη-Ο-γλυκουρονίδιο ⁷ | 0,322±0,003 ^γ | 0,217±0,002 ^δ | 0,493±0,001 ^α | 0,408±0,002 ^β |
| Isorhamnetin-3-Ο-γλυκουρονίδιο ⁵ | 1,860±0,003 ^α | 0,558±0,002 ^γ | 0,612±0,005 ^β | 0,518±0,003 ^δ |
| Καempferol-3-Ο-(6''-Ο-acetyl)-glucoside ⁶ | 1,17±0,03 ^α | 0,35±0,01 ^β | 0,388±0,006 ^β | 0,296±0,003 ^γ |
| Ισορχαμνετίνη-3-Ο-(6''-Ο-acetyl)-glucoside ⁵ | 0,35±0,01 ^α | 0,218±0,006 ^β | 0,224±0,004 ^β | 0,209±0,002 ^β |
| Ολικά φαινολικά οξέα | 19,4±0,2 ^α | 12,8±0,2 ^β | 11,88±0,03 ^{ββ} | 7,26±0,02 ^γ |
| Ολικά φλαβονοειδή | 14,723±0,003 ^α | 8,60±0,05 ^γ | 9,902±0,001 ^β | 6,89±0,03 ^δ |
| Ολικές φαινολικές ενώσεις | 34,2±0,2 ^α | 20,8±0,2 ^γ | 21,78±0,04 ^β | 14,15±0,01 ^δ |

Οι μέσοι στην ίδια στήλη ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα χωρίς παρένθεση είναι στατιστικώς σημαντικά διαφορετικοί σύμφωνα με τη δοκιμή Tukey HSD test ($p < 0.05$).

Σύμφωνα με τον πίνακα 3.10 που παρουσιάζονται τα αναλυτικά αποτελέσματα της σύνθεσης των φαινολικών ενώσεων, παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων στις οποίες εφαρμόστηκε άζωτο (200, 400 και 600 ppm N). Η υψηλότερη περιεκτικότητα στα ολικά φαινολικά

οξέα, στα ολικά φλαβονοειδή και στις ολικές φαινολικές ενώσεις βρέθηκε στα φυτά του μάρτυρα και η χαμηλότερη στα φυτά της μεταχείρισης των 600 ppm N. Οι τιμές των δυο άλλων μεταχειρίσεων (200 και 400 ppm N) είχαν παρόμοιες τιμές.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.) αποτελεί ενδημικό φυτό που αυτοφύεται στη Ελλάδα αλλά και σε όλη την λεκάνη της Μεσογείου. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες καλλιέργειας του συγκεκριμένου είδους με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Στην παρούσα πειραματική εργασία μελετήθηκε η επίδραση τεσσάρων επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και ποιότητα του σταμναγκαθιού. Συνοπτικά τα αποτελέσματα που λήφθηκαν από το πείραμα είναι:

- Το συνολικό νωπό βάρος των φύλλων (1^{ης} και 2^{ης} κοπής), αυξήθηκε αναλογικά με την αυξανόμενη ποσότητα αζωτούχας λίπανσης. Ιδίως στα 600 ppm N στα φυτά της 1^{ης} κοπής, η αύξηση ήταν πολύ υψηλότερη σε σχέση με το μάρτυρα και τις άλλες μεταχειρίσεις.
- Ο συνολικός αριθμός των φύλλων και η διάμετρος της ροζέτας παρουσίασε μια μικρή αύξηση στις μεταχειρίσεις σε σχέση με το μάρτυρα.
- Η ξηρή ουσία των φύλλων της 1^{ης} κοπής μειώθηκε με την προσθήκη αζώτου, ενώ στη 2^{ης} κοπή δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση.
- Η αύξηση της εφαρμοζόμενης δόσης λιπάσματος οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε νιτρικά ιόντα. Οι υψηλότερες τιμές βρέθηκαν στις μεταχειρίσεις των 400 και 600 ppm N, χωρίς ωστόσο να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.
- Η συγκέντρωση των ολικών τοκοφερολών μειώθηκε με την προσθήκη του νιτρικού αζώτου. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις της α-, β-, γ- τοκοφερόλης και των ολικών τοκοφερολών βρέθηκαν στο μάρτυρα.
- Η συγκέντρωση των ολικών σακχάρων αυξήθηκε σημαντικά στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε άζωτο. Η υψηλότερη συγκέντρωση σε φρουκτόζη και γλυκόζη βρέθηκε η μεταχείριση των 200 ppm N, σε σακχαρόζη και ολικά σάκχαρα στη μεταχείριση των 400 ppm N και σε τρεχαλόζη στη μεταχείριση των 600 ppm N.
- Η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ολικά οργανικά οξέα, σε οξαλικό οξύ, σε μηλικό οξύ, σε σικιμικό οξύ και σε ασκορβικό οξύ βρέθηκε στην μεταχείριση των 200 ppm N.

- Η ποσότητα των λιπαρών οξέων δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και του μάρτυρα.
- Μικρές διαφορές βρέθηκαν και στις συγκεντρώσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας, με τις μεγαλύτερες τιμές να βρίσκονται στην μεταχείριση των 600 ppm N.
- Οι συνολικές φαινολικές ενώσεις μειώθηκαν με την χορήγηση ποσότητας αζώτου. Η υψηλότερη περιεκτικότητα στα ολικά φαινολικά οξέα, στα ολικά φλαβονοειδή και στις ολικές φαινολικές ενώσεις βρέθηκε στα φυτά του μάρτυρα.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, αλλά και την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία, γίνεται αντιληπτό ότι το φυτό του σταμναγκαθιού φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από τη χορηγούμενη ποσότητα αζώτου. Σε παρόμοια εργασία, όπου μελετήθηκε η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (0, 150, 300, 450 mg/kg εδάφους) στην παραγωγή του σταμναγκαθιού, ο αριθμός των φύλλων, η διάμετρος της ροζέτας και η ξηρή ουσία των φύλλων δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση, αλλά το νωπό βάρος των φύλλων ήταν μεγαλύτερο στις μεταχειρίσεις των 150 και 450 ppm (Αλεξόπουλος κ.α., 2011).

Σε μελέτη των Τζωρτζάκης κ.α.,(2009) έχει μελετηθεί η επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων αζώτου (150 – 250 ppm N), καλίου και φωσφόρου, στην ανάπτυξη καλλιέργειας σταμναγκαθιού σε υδροπονικό σύστημα για τον προσδιορισμό των βέλτιστων θρεπτικών αναγκών στην καλλιέργεια σταμναγκαθιού. Διαπιστώθηκε ότι, η αυξημένη συγκέντρωση N (225 ppm) μείωσε τον αριθμό φύλλων και τη φυλλική επιφάνεια σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ στην χαμηλότερη συγκέντρωση των 150 ppm N, τα φυτά είχαν διπλάσιο νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος σε σχέση με τις αυξημένες συγκεντρώσεις N (225-250 ppm). Η διάμετρος της ροζέτας, το νωπό και ξηρό βάρος της ρίζας δεν επηρεάστηκαν ιδιαίτερα. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι όσο αυξάνονταν η συγκέντρωση N μειωνόταν η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών.

Επίσης, σε άλλα φυλλώδη λαχανικά (μαϊντανός, μαρούλι) έχουν βρεθεί σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στους φυτικούς ιστούς σε σχέση με την εφαρμοζόμενη αζωτούχα λίπανση. Σε πείραμα των Petropoulos *et al.* (2008) στο φυτό του μαϊντανού αποδείχθηκε ότι η εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων (30-450 ppm) επηρέασε άμεσα την ανάπτυξη, τα ποιοτικά και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά

του μαϊντανού. Από τα αποτελέσματα του πειράματος διαπιστώθηκε ότι η αύξηση της εφαρμοζόμενης δόσης λιπάσματος, έως το επίπεδο των 150 ppm N, οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης, ενώ περαιτέρω αύξηση της εφαρμοζόμενης δόσης έως και τα 450 ppm N δεν είχε καμία επίδραση στην απόδοση σε νωπά φύλλα. Παράλληλα η αύξηση της εφαρμοζόμενης δόσης λιπάσματος οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε νιτρικά ιόντα.

Σε άλλο πείραμα από τους Petropoulos *et al.* (2016) σε φυτά μαρουλιού διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή αζωτούχων λιπάνσεων (100-200 ppm) επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών του μαρουλιού. Από τη συγκεκριμένη μελέτη διαπιστώθηκε ότι η αύξηση της εφαρμοζόμενης δόσης έως το επίπεδο των 200 ppm οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης παραγωγής των νωπών φύλλων του μαρουλιού (σε βάρος, μέγεθος και αριθμό των φύλλων), όπως και σε αύξηση στην περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα.

Σε μελέτη των Konstantopoulou *et al.* (2010), σχετικά με την επίδραση της αζωτούχας λίπανσης στην ποιότητα του μαρουλιού, η αύξηση της συγκέντρωσης N από 20 σε 260 ppm N, οδήγησε σε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών.

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που υποδεικνύουν ότι, η βιοσύνθεση των φαινολικών ενώσεων επηρεάζεται έντονα από τις πρακτικές αζωτούχου λίπανσης και ότι η χαμηλή διαθεσιμότητα του N αυξάνει τις φαινολικές ενώσεις. Επίσης, σε μελέτη των Petropoulos *et al.* (2018), διαπιστώθηκε ότι το νιτρικό άζωτο επηρέασε τη συγκέντρωση των τοκοφερολών (α - και δ -τοκοφερόλη) σε φυτά σταμναγκαθιού. Η ελαφρώς αυξημένη ποσότητα νιτρικού αζώτου επιδρά θετικά στη συνολική συγκέντρωση σακχάρων. Η μορφή του αζώτου, εκτός από την επίδραση που έχει στην ανάπτυξη των φυτών σταμναγκαθιού, φαίνεται ότι επηρεάζει και την περιεκτικότητα όλων των δευτερογενών μεταβολιτών (Petropoulos *et al.*, 2019).

Συμπερασματικά στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε, ότι για την ανάπτυξη και παραγωγή του σταμναγκαθιού αποτελεί βασικό στοιχείο η αζωτούχος λίπανση, μιας και ανήκει στα φυλλώδη λαχανικά, τα οποία επηρεάζονται άμεσα από αυτή. Η έλλειψη αζώτου οδηγεί σε μειωμένες αποδόσεις των φυτών σε βάρος και σε μέγεθος της ροζέτας. Παράλληλα όμως, τα υψηλά επίπεδα αζώτου αυξάνουν τη συγκέντρωση των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς του σταμναγκαθιού και στο έδαφος. Γι' αυτό

σημαντικό είναι να λαμβάνεται υπόψη η εφαρμοζόμενη ποσότητα αζώτου ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή απόδοση, χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά η ποιότητα των παραγόμενων φύλλων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ακουμιανάκης Κ., Μουστάκας Ν., Σάββας Δ., Καραπάνος Ι., 2007. *Συγκριτική μελέτη βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας σταμναγκαθιού (Cichorium spinosum L.)*. Πρακτικά 23^{ης} Επιστημονικής Συνεδρίασης της ΕΕΕΟ. Χανιά: Τόμος Β 767-770.

Ακουμιανάκης Κ., Αλεξόπουλος Α., Κώτσιρας Α., Λουλουργά Β., Τσαγκλή Ζ., 2009. *Συγκριτική μελέτη της επίδρασης τους συστήματος επίπλευσης και του φυτοδοχείου στην ανάπτυξη και παραγωγή σταμναγκαθιού Cichorium spinosum και αδραλίδας Hymenopeta graecum*. Πρακτικά 24^{ου} Συνεδρίου ΕΕΕΟ. Βέροια 20-23 Οκτωβρίου 2009: 697-701.

Ακουμιανάκης, Κ., 2010. *Συμβολή των λαχανευόμενων στη βιολογική καλλιέργεια κηπευτικών, Το παράδειγμα του σταμναγκαθιού*. ΔΗΩ, Τεύχος 55.

Αλιμπέρτης, Α., 1994. *Κρήτη, το φαράγγι της Σαμαριάς και τα φυτά του*. Τυποκρέτα. Σελ. 68- 69.

Αλιμπέρτης, Α', 2006. *Θεραπευτικά, αρωματικά και εδώδιμα φυτά της Κρήτης*. Εκδόσεις ΜΥΣΤΙΣ. Σελ.10-11.

Βαρδαβάκης, Μ., 1991. *Κλείδες Προσδιορισμού των οικογενειών των Αγγειόσπερμων*. Εκδόσεις Α.Κ. Σαλονικίδης. Θεσσαλονίκη

Βλασσοπούλου, Δ., 2013. *Αλληλεπίδραση διαφόρων επιπέδων ψευδαργύρου και καδμίου στη συγκέντρωση τους στο υπέργειο τμήμα του σταμναγκαθιού (Cichorium spinosum) και του ταραξάκου (Taraxacum officinale)*. Πτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α, Αθήνα.

Γογονάκη, Κ., 2010. *Χρησιμοποιούμενα αυτοφυή εδώδιμα χόρτα της περιοχής Χανίων*. Πτυχιακή Μελέτη Α.Τ.Ε.Ι.Κ, Ηράκλειο.

Δημητράκης, Κ.Γ., 1998. *Λαχανοκομία*. Εκδόσεις: Αγρότυπος.

Δημητράκης, Κ. Γ., 2001. *Άγρια φαγώσιμα χόρτα*. Εκδόσεις Καλλιεργητής.

Ιωάννου, Α., 2017. *Επίδραση της αυξημένης συγκέντρωσης νιτρικών στην παραγωγή και ποιότητα φυτών σταμναγκαθιού (1η καλλιεργητική περίοδος)*. Πτυχιακή Μελέτη ΓΦΠΑΠ. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Καββάδας, Δ., 1956. *Βοτανικό Φυτολογικό Λεξικό*. Αθήνα.

Κανάκης, Γ., 1998. *Λαϊκή ιατρική στην Κρήτη*. Αθήνα. Σελ. 30-31, 68-69, 121.

Καραμαλάκη, Ε., 2015. *Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου στην ανάπτυξη, παραγωγή και μετασυλλεκτική συμπεριφορά τεσσάρων λαχανοόμενων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης*. Μεταπτυχιακή Μελέτη ΓΠΑ. Αθήνα.

Καραταγλής, Σ., 1994. *Φυσιολογία φυτών*. Εκδόσεις ART OF TEXT. Θεσσαλονίκη.

Κλάδος, Ε., Λουλακάκης, Κ., Τζωρτζάκης, Ν., 2009. *Το σταμναγκάθι, ένα παραδοσιακό προϊόν κάτω από το μικροσκόπιο βιοχημικών αναλύσεων*. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Βιοτεχνολογίας Τροφίμων, 15-17 Οκτωβρίου, Ρέθυμνο, Ελλάδα (poster).

Κλάδος, Ε., Μανιός, Θ., Λουλακάκης, Κ., Τζωρτζάκης, Ν., 2009. *Επίδραση υποστρώματος και αλατότητας σε υδροπονική καλλιέργεια σταμναγκαθιού*. 24^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 19-23 Οκτωβρίου, Βέροια, Ελλάδα (poster No 100).

Λυκογιάννη Μ., 2013. *Αλληλεπίδραση Καδμίου-Ψευδαργύρου στη συγκέντρωση τους στο υπέργειο τμημάτων φυτών ζοχού (*Sonchus oleraceus*) και γαλατσίδας (*Reichardia picroides*)*. Πτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α, Αθήνα.

Μπαούμαν, Ε, 1993. *Η ελληνική χλωρίδα στο μύθο, στην τέχνη και στη λογοτεχνία*. Ελληνική εταιρία προστασίας της φύσεως. Β' έκδοση. Σελ.131

Μωραΐτης, Η., 2008. *Μελέτη του βιολογικού κύκλου και των χαρακτηριστικών ανάπτυξης, συγκομιδής και μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς του σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.) σε καλλιέργεια στο έδαφος και σε φυτοδοχεία*. Πτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α., Αθήνα, σελ. 89.

Πάσσαμ, Κ.Χ., 1994. *Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία των Κηπευτικών*. Εκδόσεις Γ.Π.Α.

Πολέμης Η., 2010. *Συμβολή στη γνώση της βιοποικιλότητας των Κυκλάδων (Κεντρικό Αιγαίο): Μελέτη των βασιδιομύκητων (υπόφυλο Agaricomycotina) στα νησιά Άνδρο, Νάξο και Αμοργό*. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Φυτών. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Σαλονικιωτη, Α., 2015. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη και την ποιότητα αυτοφυών λαχανευόμενων ειδών. Πτυχιακή Μελέτη ΓΦΠΑΠ. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος

Σταυριδάκης, Κ., 2006. *Η άγρια βρώσιμη χλωρίδα της Κρήτης*. Ιδιωτική Έκδοση. Σελ. 46-48.

Τζανελλή Γ., 2006. *Μελέτη της χλωρίδας ενός βιολογικού, ενός συμβατικού και ενός εγκαταλελειμμένου ελαιώνα*. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Α.Τ.Ε.Ι., Ηράκλειο, Κρήτη.

Τζωρτζάκης, Ν., Μεταξάκης, Α., Λουλακάκης, Κ., 2009. *Επίδραση συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων σε υδροπονική καλλιέργεια σταμναγκαθιού*. 24^ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Βέροια. 19-23 Οκτωβρίου 2009. Σελ. 229.

Φραγκάκη, Ε., 1969. *Συμβολή εις την δημόδη ορολογία των φυτών*. Αθήνα. Σελ. 178.

Φραγκούλη Μ., 2010. *Η εδώδιμη αρωματική χλωρίδα της περιοχής Ελούντας Μεραμβέλου*. Πτυχιακή Μελέτη Α.Τ.Ε.Ι.Κ, Ηράκλειο.

Χα, Ι., Πετρόπουλος, Σ., 2014. *Γενική Λαχανοκομία & Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών*. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Χαβάκη, Ι., 1979. *Φυτά και βοτάνια της Κρήτης*. Εκδόσεις: Ζήτα. Σελ. 297.

Ψαρουδάκη Ε., 2009. *Τα αυτοφυή λαχανευόμενα φυτά στο οροπέδιο της Ζίρου και η κατανάλωσή τους από τους κατοίκους της περιοχής σήμερα*. Πτυχιακή Μελέτη Α.Τ.Ε.Ι.Κ, Σητεία.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Amr, A., Hadidi, N., 2001. *Effect of cultivar and harvest date on nitrate and nitrite content of selected vegetables grown under open field and green house conditions in Jordan*. Journal of Food Composition and Analysis. 14: 59-67.

Baum, D.A., Shaw, K.L., 1995. *Genealogical perspectives on the species problem*. In: Hoch PC, Stephenson AG (eds.) *Experimental and molecular approaches to plant biosystematics*. Monographs in systematics, Missouri Botanical Garden, St, Louis., 53: 289-303.

Barros, L., Pereira, E., Calhelha, R.C., Dueñas, M., Carvalho, A.M., Santos-Buelgac, C., Ferreira, I.C.F.R., 2013. *Bioactivity and chemical characterization in hydrophilic and lipophilic compounds of Chenopodium ambrosioides L.* Journal of Functional Foods, 5, 1732-1740.

Barros, L., Pereira, E., Ferreira, I.C.F.R., 2013. *Optimized Analysis of Organic Acids in Edible Mushrooms from Portugal by Ultra Fast Liquid Chromatography and Photodiode Array Detection*. Food Analytical Methods, 6, 309-316.

Bedarff, U., 1985. *Die Gattung Cichorium (Compositae), ihre Merkmale und ihre Arten*, Georg-August-Universität, Göttingen.

Bessada S.M.F., Barreira J.C.M., Barros L., Ferreira I.C.F.R., 2016. Oliveira M.B.P.P. *Phenolic profile and antioxidant activity of Coleostephus myconis (L.) Rchb.f.: An underexploited and highly disseminated species*. Industrial Crops and Products. 89, 45-51.

Bisset N.G., Phillipson J.D., Czygan F.C., Frohne D., Hölzel D., Nagell A., Pfander H.J., Willuhn G., Buff W., 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals: A Handbook for Practice on a Scientific Basis*. CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, pp. 486-489.

Blumenthal M., Goldberg A., Brinckmann J., 2000. *Herbal Medicine. Expanded Commission E monographs*“American Botanical Council, Austin, Texas.

Blarney M. and Grey-Wilson C., 1993. *Mediterranean Wild Flowers*. Harper Collins Publishers.

Blom- Zandstra, M., 1989. *Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality*. Annals of Applied Biology, 115, (3), 553-561.

Bloom, a J., Caldwell, R. M., Finazzo, J., Warner, R.L., Weissbart, J., 1989. *Oxygen and carbon dioxide fluxes from barley shoots depend on nitrate assimilation*. Plant Physiology 91, 352–356. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.91.1.352>.

Bradley P.R., 1992. “*British Herbal Compedium*”. British Herbal Medicin Association, Bournemouth.

Bremer, K., Anderberg, A., Karis, P.O, Nordenstam, B., Lundberg J., Rudiing O., 1994. *Asteraceae Cladistics and Classification*. Timber Press, Portland, Dregon. pp. 13,24-35, 176-178.

Burns, I.G., Lee, A., Escobar- Gutierrez, A.J., 2004. *Nitrate accumulation in protected lettuce*. Acta Horticulturae, 633, 271-278.

Cataldo, D.A., Maroon, M., Schrader, L.E., Youngs, V.L., 1975. *Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 6 (1), 71-80.

Chatziagianni, M., Alkhaled, B., Livieratos, I., Stamatakis, A., Ntatsi, G., Savvas, D., 2017. *Impact of nitrogen source and supply level on growth, yield and nutritional value of two contrasting ecotypes of Cichorium spinosum L. grown hydroponically*. Journal of the Science of Food and Agriculture. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.8636>.

Elia, A., Santamaria, P., Serio, F., 1998. *Nitrogen nutrition yield and quality of spinach*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76(3): 341-346.

Faber K., 1958. *Dandelion—Taraxacum officinale Weber*. Pharmazie. 13, 423–436.

Fontana, E., Hoeberechts, J., Nicola, S., Cros, V., Palmegiano, G.B., Peiretti, P.G., 2006. *Nitrogen concentration and nitrate ammonium ratio affect yield and change the oxalic acid concentration and fatty acid profile of purslane (Portulaca oleracea L.) grown in a soilless culture system*. Journal of the Science of Food and Agriculture. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2633>.

- Foster, J.G., Clapham, W.M., Belesky, D.P., Labreveux, M., Hall, M.H., Sanderson, M.A., 2006. *Influence of Cultivation Site on Sesquiterpene Lactone Composition of Forage Chicory (Cichorium intybus L.)*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 1772-1778.
- Gemeinholzer, B., Bachmann, K., 2005. *Examining morphological and molecular diagnostic character states of Cichorium intybus L. (Asteraceae) and C. spinosum L.* Plant Systemics and Evolution, 253, 105-123.
- Hord, N., Tang, Y., Bryan, N., 2009. *Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits*. The American Journal of Clinical Nutrition, (1), 1–10.
- Katan, M., 2009. *Nitrate in foods: harmful or healthy?*. The American Journal of Clinical Nutrition, 90, (1), 11–12.
- Kiers, M., Mes, T.H., van der Meijden R., Bachmann, K., 2000. *A search for diagnostic AFLP markers in Cichorium species with emphasis on endive and chicory cultivar groups*. Genome, 43, 470–476.
- Kirchner A., 1955. *Der gemeine Löwenzahn, Taraxacum officinale* Web. Der Versuch einer Monographie in landwirtschaftlicher Betrachtung. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 99, 488-518.
- Klados, E., Tzortzakis, N., 2014. *Effects of substrate and salinity in hydroponically grown Cichorium spinosum*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14(1): 211-222.
- Konstantopoulou, E., Kapotis, G., Salachas, G., Petropoulos, S.A., Karapanos, I.C., Passam, H.C. 2010. *Nutritional quality of greenhouse lettuce at harvest and after storage in relation*. Scientia Horticulturae, 125: 93-95.
- Maynard, D.N., Barker, P.L., 1972. *Nitrate Content of Vegetable Crops*. HortScience 7, 224-226.
- Maynard, D.N., Barker, P.L., Minotti, Peck, 1976. *Nitrate accumulation in vegetables*. Advances in Agronomy, 28, 71-118.

- Meikle, R.D., 1985. Flora of Cyprus - The *Herbarium* - Vol 2. The Bentham Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 990-991.
- Melliou, E., Magiatis, P., Skaltsounis, A.L., 2003. *Alkylresorcinol derivatives and sesquiterpene lactones from Cichorium spinosum*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 1289- 1292.
- Michalska, K., Kisiel, W., 2007. *Further sesquiterpene lactones and phenolics from Cichorium spinosum*. Biochemical Systematics and Ecology 35: 714-716.
- Petropoulos, S. A., Olympios, C. M., Passam, H. C., 2008. *The effect of nitrogen fertilization on plant growth and the nitrate content of leaves and roots of parsley in the Mediterranean region*. Scientia Horticulturae, 118 (3): 255-259.
- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Vasileios, A., Ntatsi, G., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., 2018. *Chemical composition and antioxidant activity of Cichorium spinosum L. leaves in relation to developmental stage*. Food Chemistry, 239, 946–952.
- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Ntatsi, G., Levizou, E., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., 2016. *Nutritional profile and chemical composition of Cichorium spinosum L. ecotypes*. LWT-Food Science Technology, 73, 95-101.
- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., Ferreira, I., 2017. *A comparison of the phenolic profile and antioxidant activity of different Cichorium spinosum L. ecotypes*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 98, 183–189.
- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Calhelha, R. C., Gioia, F. D., Kolovou, P., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., 2019. *Chemical composition and bioactive properties of Cichorium spinosum L. in relation to nitrate/ammonium nitrogen ratio*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 99, 6741-6750.
- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Karkanis, A., Ntatsi, G., Barros, L., Ferreira, I. C., 2017. *Successive harvesting affects yield, chemical composition and antioxidant activity of Cichorium spinosum L.* Food Chemistry, 237, 83-90.
- Petropoulos S., Fernandes, Â., Karkanis, A., Antoniadis, V., Barros, L., Ferreira, I. C.F.R., 2018. *Nutrient solution composition and growing season affect yield and chemical composition of Cichorium spinosum plants*. Scientia Horticulturae, 231, 97-107.

- Polunin O., 1980. *Flowers of Greece and the Balkans: a field guide*. Oxford University Press
- Quinche, J.P., 1982. *Fluctuations des teneurs en nitrates des ecosystems*. Annals of Botany 77, 261-275 legumes au cours de la journée e. Revue Suisse de Viticulture. Arboriculture et Horticulture 14, 85-87.
- Rees, S.B., Harborne, J.B., 1985. *The role of sesquiterpene lactones and phenolics in the chemical defense of the chicory plant*. Phytochemistry, 24, 2225-2231.
- Riens, B., Heldt, H.W., 1992. *Decrease of nitrate activity in spinach leaves during a light-dark transition*. Plant Physiology, 98 (2), 573-577.
- Roriz, C., Barros, L., Carvalho, A.M., Ferreira, I.C.F.R., 2014. *HPLC-Profiles of Tocopherols, Sugars, and Organic Acids in Three Medicinal Plants Consumed as Infusions*. International Journal of Food Science, (241481), 1.
- Santamaria, P., Elia, A., Serio, F., Todaro E., 1999. *A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 79, (13), 1882-1888.
- Siomos, S.A., Papadopoulou, p.p., Dogras, C.C., Vasiliadis, Dosas, Georgioy, 2002a. *Lettuce compositions as effected by genotype and leaf position*. Acta Horticulturae 579, 635-639.
- Schütz K., Carle R., Schieber A., 2006. *“Taraxacum-A review on its phytochemical and pharmacological profile”*. Journal of Ethnopharmacology 107, 313–323.
- Szalai, G., Dai, N., Danin, A., Dudai, N., Barazani, O., 2010. *Effect of nitrogen source in the fertilizing solution on nutritional quality of three members of the Portulaca oleracea aggregate*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90, 2039–2045. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4049>.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. and Webb D.A., 1976. *Flora Europea* - vol 4. Cambridge University Press.
- Urban L., Jaffrin A, Chraibi a. 1993. *Analysis of pressure - Volume Curves of Leaves of Rosa hybrida cv. Sonia*. Journal of Experimental Botany, 44, (3), 605–613.

Vardavas, C.I., Majchrzak, D., Wagner, K.H., Elmadfa, I., Kafatos, A., 2006a. *The antioxidant and phyloquinone content of wildy grown greens in Crete*. Food Chemistry, 99, 813–821.

Vardavas, C.I., Majchrzak, D., Wagner, K.H., Elmadfa, I., Kafatosm A., 2006b. *Lipid concentrations of wild edible greens in Crete*. Food Chemistry, 99, 822–834.

Ysart, G., Clifford, R., Harrison, N., 1999. *Monitoring for nitrate in UK grown lettuce and spinach*. Food Additives and Contaminants, 16, (7), 301-306.

Zeghichi, S., Kallithraka, S., Simopoulos, A.P., 2003. *Nutritional Composition of Molokhia (Corchorus olitorius) and Stamnagathi (Cichorium spinosum)*. In: Simopoulos AP, Gopalan C (eds): Plants in Human Health and Nutrition Policy. World Review of Nutrition and Dietetics Basel, Karger, 91, 1–21.

www.daresgarden.com

<http://oliveoil.homedns.org/stamnagkathi>

www.marengowalks.com

<http://www.treks->

[evasion.fr/pages/culturel/sc%20vie%20sc%20terre/bota/endemisme/imgres_fichiers/cycladesflowers.html](http://www.treks-evasion.fr/pages/culturel/sc%20vie%20sc%20terre/bota/endemisme/imgres_fichiers/cycladesflowers.html)

<http://el.wikipedia.org>

<http://www.ethnopharmacology.gr>

www.laspistasteria.wordpress.com

<http://elianto.fisica.unimi.it/life/index.php?x=25164&d=100&l=2>

<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Lactuca+virosa>