



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ:

***«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ
ΜΟΡΦΕΣ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙΟΥ»***



ΚΟΛΟΒΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΒΟΛΟΣ 2020

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**«Η επίδραση της λίπανσης με διάφορες μορφές αζώτου στην ανάπτυξη
και ποιότητα του σταμναγκαθιού.»**

ΚΟΛΟΒΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

Βόλος 2020

«Η επίδραση της λίπανσης με διάφορες μορφές αζώτου στην ανάπτυξη και ποιότητα του σταμναγκαθιού.»

ΚΟΛΟΒΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Εισηγητής : **Σπυρίδων Α. Πετρόπουλος**, Επίκουρος Καθηγητής, Εργαστήριο
Κηπευτικών Καλλιεργειών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Μέλη : **Ανέστης Καρκάνης**, Επίκουρος Καθηγητής, Εργαστήριο Ζιζανιολογίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Βασίλειος Αντωνιάδης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Εργαστήριο Εδαφολογίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Copyright © ΚΟΛΟΒΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ, 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 δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

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

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Πετρόπουλο Σπυρίδωνα, Επίκουρο Καθηγητή του εργαστηρίου των Κηπευτικών Καλλιεργειών, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος, την καθοδήγησή του, την ενθάρρυνση και την πολύτιμη βοήθεια του, ώστε να εκπονηθεί επιτυχώς η μελέτη αυτή.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους καθηγητές της επιτροπής, κ. Καρκάνη Ανέστη, Επίκουρο Καθηγητή του εργαστηρίου της Ζιζανιολογίας καθώς και τον κ. Αντωνιάδη Βασίλειο, Αναπληρωτή Καθηγητή του εργαστηρίου Εδαφολογίας για την μελέτη και αξιολόγηση της εργασίας.

Δεν θα ήθελα να παραλείψω να ευχαριστήσω τον προσωπικό φίλο και συνάδελφό μου Άγγελο Ράπτη για την αμέριστη συνεργασία και βοήθεια που προσέφερε κατά την εκτέλεση του πειράματος, καθώς και την οικογένειά μου για τη στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Περίληψη.....	11
Abstract.....	13
Εισαγωγή.....	15
Στόχος της εργασίας.....	16
<u>Κεφάλαιο 1 Το σταμναγκάθι</u>	18
1.1 Βοτανική ταξινόμηση.....	18
1.2 Η οικογένεια Asteraceae.....	18
1.3 Χαρακτηριστικά του <i>Cichorium spinosum</i>	18
1.4 Ιστορία του φυτού-καταγωγή-εξάπλωση.....	20
1.5 Διατροφική αξία και χημική σύσταση.....	21
1.6 Έδαφος και υγρασία.....	22
1.7 Προετοιμασία του εδάφους και σπορά.....	23
1.7.1 Μηχανική επεξεργασία.....	23
1.7.2 Σπορά.....	23
1.7.3 Λίπανση.....	24
1.7.4 Συγκομιδή.....	24
1.8 Η θρέψη των φυτών και η λίπανση των καλλιεργειών.....	27
1.8.1 Η αναγκαιότητα της θρέψης.....	27
Το άζωτο.....	27
1.9 Το άζωτο ως δομικό συστατικό της χλωροφύλλης.....	27
1.9.1 Μορφές αζώτου.....	28
1.9.1.1 Οργανικό άζωτο.....	28
1.9.1.2 Αμμωνιακό άζωτο.....	29
1.9.1.3 Νιτρικό άζωτο.....	29
Οι τοκοφερόλες.....	31
1.10 Τι είναι οι τοκοφερόλες.....	31
1.10.1 Τα οφέλη της βιταμίνης Ε.....	31
Τα οργανικά οξέα.....	35

1.11 Τι είναι τα οργανικά οξέα.....	35
1.11.1 Ο ρόλος των οργανικών οξέων.....	35
1.11.2 Το «αντιθρεπτικό» οξαλικό οξύ.....	36
Τα λιπαρά οξέα.....	37
1.12 Τι είναι τα λιπαρά οξέα.....	37
1.12.1 Τα Ω3 και Ω6 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.....	38
1.12.2 Τα λιπαρά οξέα και ο ρόλος τους στη διατροφή του ανθρώπου.....	39
1.12.3 Τα κυριότερα λιπαρά οξέα στη διατροφή του ανθρώπου.....	40
Τα σάκχαρα.....	42
1.13 Τι είναι τα σάκχαρα.....	42
1.13.1 Ταξινόμηση σακχάρων.....	43
1.13.2 Διακρίσεις των σακχάρων.....	43
1.13.3 Λειτουργία και μεταβολισμός των σακχάρων.....	44
1.14 Στόχος της εργασίας.....	44

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 2 Υλικά και μέθοδοι.....	47
2.1 Διαδικασία φύτευσης.....	47
2.2 Τα διαλύματα αναλυτικά.....	48
2.3 Υλικά.....	49
2.3.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των ποσοτικών χαρακτηριστικών.....	49
2.3.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο θερμοκήπιο.....	49
2.4 Εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο θερμοκήπιο.....	49
2.5 Ημερολόγιο φυτεύσεων και λιπάνσεων στο θερμοκήπιο.....	50
2.6 Διαδικασία μέτρησης των ποσοτικών χαρακτηριστικών.....	51
2.7 Διαδικασία μέτρησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	52
2.7.1 Η ανάλυση των σακχάρων.....	52
2.7.2 Η ανάλυση των οργανικών οξέων.....	53
2.7.3 Η ανάλυση των λιπαρών οξέων.....	53
2.7.4 Η ανάλυση των τοκοφερολών.....	54

2.8 Στατιστική ανάλυση.....	55
Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα.....	57
3.1 Πίνακες ποσοτικών χαρακτηριστικών.....	57
Πίνακας 3.....	57
Πίνακας 4.....	58
Πίνακας 5.....	59
Πίνακας 6.....	60
3.2 Πίνακες ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	61
Πίνακας 7.....	61
Πίνακας 8.....	62
Πίνακας 9.....	63
Πίνακας 10.....	64
Κεφάλαιο 4 Συζήτηση-συμπεράσματα.....	66
4.1 Η επίδραση της λίπανσης στα ποσοτικά χαρακτηριστικά.....	66
4.2 Η επίδραση της λίπανσης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	68
4.2.1 Η επίδραση της λίπανσης στις τοκοφερόλες.....	68
4.2.2 Η επίδραση της λίπανσης στα λιπαρά οξέα.....	68
4.2.3 Η επίδραση της λίπανσης στα σάκχαρα.....	69
4.2.4 Η επίδραση της λίπανσης στα οργανικά οξέα.....	70
4.3 Γενικό συμπέρασμα.....	71
Βιβλιογραφία.....	72
Δημοσιεύσεις.....	84

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη είχε σαν στόχο τον προσδιορισμό των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του φυτού του σταμναγκαθιού έπειτα από τη μεταχείρισή του με έξι διαφορετικούς συνδυασμούς αζωτούχου λίπανσης: 1) 100:00, 2) 75:25, 3) 50:50, 4) 25:75 και 0:100 $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ άζωτο και 6) 100% ουρία.

Το πείραμα έλαβε χώρα στο θερμοκήπιο της σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας την περίοδο Φεβρουαρίου-Μαΐου 2017. Σε υπόστρωμα τύρφης:περλίτη (1/1 ο/ο) φυτεύτηκαν φυτάρια προερχόμενα από σπορόφυτα τον Φεβρουάριο του 2017, ενώ πραγματοποιήθηκαν 3 κοπές φύλλων. Σε κάθε συγκομιδή έγινε καταγραφή της ανάπτυξης των φυτών βάσει του αριθμού των φύλλων, της διαμέτρου ροζέτας, του νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων, ενώ δείγματα φυτικού ιστού χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία και την εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των φύλλων (περιεκτικότητα σε σάκχαρα, οργανικά οξέα, λιπαρά οξέα, τοκοφερόλες). Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι στην 1^η κοπή το μεγαλύτερο νωπό βάρος, διάμετρος ροζέτας και αριθμός φύλλων σημειώθηκε στις μεταχειρίσεις 75:25 και 0:100, ενώ η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους μετρήθηκε στη μεταχείριση 25:75. Στις επόμενες κοπές (2^η και 3^η), το νωπό βάρος και η διάμετρος ροζέτας ήταν μεγαλύτερα όταν όλο το άζωτο χορηγήθηκε με τη μορφή νιτρικού αζώτου (100:0), ενώ ο αριθμός φύλλων ήταν μεγαλύτερος για την ίδια μεταχείριση μόνο στην 3^η κοπή. Ως προς τη συνολική απόδοση σε νωπό βάρος και φύλλα, οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν όταν το άζωτο χορηγήθηκε στο μεγαλύτερο ποσοστό με τη μορφή νιτρικού αζώτου (100:0 και 75:25), ενώ η εφαρμογή ουρικού αζώτου είχε αρνητικά αποτελέσματα τόσο στο συνολικό νωπό βάρος όσο και στο συνολικό αριθμό παραχθέντων φύλλων. Επιπλέον, σημαντικές διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν στην θρεπτική σύσταση των φύλλων.

Όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, η μεταχείριση 100:0 έδωσε την υψηλότερη περιεκτικότητα τόσο σε α όσο και σε δ-τοκοφερόλη με την αναλογία 75:25 σε $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ να δίνει τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε α-τοκοφερόλη και την ουρία τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε δ-τοκοφερόλη. Όσον αφορά στη συγκέντρωση σε

σάκχαρα, οι μεταχειρίσεις 25:75 και 75:25 αύξησαν την περιεκτικότητα σε φρουκτόζη και γλυκόζη ενώ η μεταχείριση 75:25 είχε την υψηλότερη συγκέντρωση σε σακχαρόζη. Στα οργανικά οξέα, η υψηλότερη συγκέντρωση, στο σύνολο των οργανικών οξέων, παρατηρήθηκε στη μεταχείριση αποκλειστικά με νιτρική μορφή αζώτου, με εξαίρεση τη μεταχείριση 25:75 $\text{NO}_3\text{-N:NH}_4\text{-N}$, στην οποία παρατηρήθηκε παρόμοια συγκέντρωση οξαλικού οξέος. Το οξαλικό και το κουνικό οξύ ήταν τα κυρίαρχα οργανικά οξέα που ανιχνεύθηκαν, ακολουθούμενα από το μαλικό και το κιτρικό οξύ, μαζί με ίχνη φουμαρικού οξέος. Η χαμηλότερη περιεκτικότητα στο σύνολο των οργανικών οξέων παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με αναλογία 25:75 $\text{NO}_3\text{-N:NH}_4\text{-N}$, ακολουθούμενη από την ουρική μορφή και την αναλογία 50:50 $\text{NO}_3\text{-N:NH}_4\text{-N}$.

Συνολικά παρατηρήθηκαν 24 λιπαρά οξέα. Το παλμιτικό ήταν το κυρίαρχο όσον αφορά στα κορεσμένα λιπαρά οξέα και το παλμιτολεϊκό οξύ όσον αφορά στα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Το επόμενο σε συγκέντρωση μονοακόρεστο λιπαρό οξύ ήταν το ολεϊκό, ακολουθούμενο από το λινολεϊκό οξύ. Η μεταχείριση με θρεπτικό διάλυμα ίσης αναλογίας νιτρικού με αμμωνιακού αζώτου αύξησε σημαντικά τα κορεσμένα λιπαρά οξέα του φυτού. Αύξηση του αμμωνιακού αζώτου είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων ενώ παρόμοια αποτελέσματα έδωσε και η εφαρμογή ουρίας.

Ωστόσο, το ποσοστό των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων παρέμεινε σταθερό όταν εφαρμόστηκε λίπανση που περιείχε 50-100% νιτρικό άζωτο. Τέλος, η υψηλότερη αναλογία Ω-6/Ω-3 λιπαρά οξέα παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 25:75 $\text{NO}_3\text{-N:NH}_4\text{-N}$.

Λέξεις κλειδιά: Αμμωνιακό άζωτο, νιτρικό άζωτο, τοκοφερόλες, αντιοξειδωτικά, *Cichorium spinosum* L.

ABSTRACT

In the present study, the effect of nutrient solution composition on plant growth and quality of *Cichorium spinosum* L. was examined. Five fertilizer treatments were applied through irrigation water differing in the nitrate: ammonium nitrogen ratio of total nitrogen, namely (1) 100:0, (2) 75:25, (3) 50:50, (4) 25:75 and 5) 0:100 NO₃:NH₄, while an extra treatment (6) with total nitrogen only in urea form was applied. All the treatments received the same amount of fertilizer units (20-20-20 mg L⁻¹ of N, P and K, respectively).

Plants were grown in 2L pots containing peat (Klassman-Deilmann KTS2) and harvested twice during the growing period, and when they reached marketable size. At each harvest day, plant development was assessed (number, fresh and dry weight of leaves and rosette diameter). The results suggest that nitrogen form has a significant effect on plant growth and yield of *C. spinosum* plants. In particular, fresh weight of leaves was higher in treatment 5, followed by treatment 2, whereas the lowest yield was recorded when nitrogen was applied only in ureic form (treatment 6). Similar trends were observed for rosette diameter and number of leaves, whereas dry weight of leaves was higher in treatment 4.

Higher ammonium nitrogen rates seem to be beneficial for plant development, since nitrogen is gradually available during plant development, especially when considering the large growth cycle of the species. In conclusion, the application of 0:100 and 75:25 of NO₃:NH₄ increased significantly the yield of *C. spinosum*, mainly through the formation of more leaves.

Furthermore, significant diversifications were observed on the nutritious composition of leaves. More specific, total amount of tocopherols was higher in treatment (1) 100:0, whereas the lowest amount in α -tocopherol was recorded in treatment (2) 75:25 and in ureic form for δ -tocopherol.

As far as the sugars content is concerned, treatments (4) 25:75 and (2) 75:25 increased the amount of fructose and glucose while treatment (3) 50:50 gave the higher percentage in sucrose.

The concentration of all the organic acids detected, was higher in the leaves of plants fertigated with exclusively nitrate nitrogen, except for the treatment with 25:75 NO₃-N:NH₄-N ratio, which showed an equivalent concentration of oxalic acid. Oxalic and quinic acid were the main organic acids detected in the leaves, followed by malic and citric acid, along with traces of fumaric acid. The lowest value of total organic acids were observed in plants fertigated with a 25:75 NO₃-N:NH₄-N ratio, followed by the ureic form and the 50:50 NO₃-N:NH₄-N ratio. .

Twenty-four individual fatty acids were detected. Palmitic acid was the main saturated fatty acid while palmitoleic was the main monosaturated fatty acid. The next in concentration monosaturated acid was oleic acid followed by linoleic acid. The treatment with an equal proportion of NO₃-N:NH₄-N increased significantly the total saturated fatty acids content. Increased ammonium nitrogen fertigation and exclusive ureic nitrogen application resulted in decreased total monosaturated fatty acids.

However, the percentage of monosaturated acids remained stable when the nutrients solutions contained 50-100% of nitrate ammonium. Finally, the highest ratio of omega-6/omega-3 fatty acids was observed in the 25:75 NO₃-N:NH₄-N treatment.

Keywords: Ammonium nitrogen, *Cichorium spinosum* L., nitrate nitrogen, antioxidants, tocopherols.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.) αποτελεί ένα άγριο είδος ραδικιού που αυτοφύεται στην Κρήτη, τη Στερεά Ελλάδα, την Πελοπόννησο και τις Κυκλάδες. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλές στη μεσογειακή κουζίνα με πλήθος συνταγών, παραδοσιακών ή και πιο μοντέρνων, να παίρνουν τα εύσημα από άποψη γεύσης. Από διατροφικής άποψης περιέχει σημαντικές ποσότητες αντιοξειδωτικών, Ω-6 λιπαρών οξέων, βιταμινών και ιχνοστοιχείων.

Η εντατικοποίηση της γεωργίας σε παγκόσμιο επίπεδο, οι σύγχρονες καλλιεργητικές πρακτικές αλλά και ο ολοένα αυξανόμενος παγκόσμιος πληθυσμός έχει καταστήσει την εφαρμογή λιπασμάτων κάτι περισσότερο από αναγκαία ώστε να επιτευχθούν υψηλότερες αποδόσεις σε ποιότητα αλλά και ποσότητα προϊόντος. Το άζωτο έχει μεγάλη σημασία στη θρέψη των φυτών καθώς αποτελεί βασικό συστατικό στα διάφορα βιοσυνθετικά προϊόντα του φυτού (Baker et al., 1974). Σαν δομικό συστατικό του μορίου της χλωροφύλλης και υπεύθυνο για την φωτοσύνθεση, με θεμελιώδη ρόλο στη βιοσύνθεση των οξέων, των πρωτεϊνών και των ενζύμων, καθίσταται ένα ιδιαίτερα αναγκαίο μακροστοιχείο. Ωστόσο, σε υπερβολικές συγκεντρώσεις μπορεί να γίνει τοξικό ιδιαίτερα στα φυλλώδη λαχανικά που έχουν την τάση να συσσωρεύουν νιτρικά με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Hord et al., 2009). Ο Lorenz (1978) διαπίστωσε πως η υψηλότερη αφομοίωση νιτρικών λαμβάνει χώρα στα φύλλα και στους μαλακούς ιστούς των φυτών, ακολουθούμενη από το ριζικό σύστημα. Ωστόσο, η συσσώρευση αυτή θεωρείται συχνά επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία (Chatzigianni et al., 2017). Επιπλέον, τα νιτρικά ενδέχεται να αντιδράσουν με τις αμίνες και τα αμιδία στο ανθρώπινο σώμα με αποτέλεσμα να σχηματίσουν νιτροζαμίνες και νιτροζαμίδια, ουσίες γνωστές για την καρκινογόνο δράση τους (Walker, 1990).

Δυστυχώς στη χώρα μας, ελάχιστες είναι οι γνώσεις των καλλιεργητών πάνω στην ορθή γεωργική πρακτική που οφείλουμε να ακολουθούμε και ακόμα λιγότερο ανεπτυγμένη η συνείδηση ότι η γη και η φύση απλά μας φιλοξενεί, δεν μας ανήκει. Οι ανάγκες διατροφής σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν αυξηθεί δραματικά και η συμβολή του ανθρώπου απαιτείται περισσότερο από ποτέ άλλοτε στο παρελθόν, με βασική

προϋπόθεση την ορθή λίπανση και όχι την κατασπατάληση των φυσικών πόρων που μόνο υποβάθμιση φέρει σαν αποτέλεσμα.

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει τη σημασία της αζωτούχου μορφής έναντι της ποσότητας του συνολικού αζώτου, με σημαντικές επιπτώσεις όχι μόνο στην συνολική παραγωγή αλλά και στην εμπορεύσιμη ποιότητα του τελικού προϊόντος (Petropoulos et al., 2019). Ωστόσο, η περιορισμένη βιβλιογραφία και γνώση πάνω στην καλλιέργεια του σταμναγκαθίου οδήγησε στην ανάγκη αυτού του πειράματος με σκοπό να προσδιορίσουμε τις μορφές του αζώτου που αποδεικνύονται πιο ωφέλιμες για το σταμναγκάθι, όχι μόνο από πλευράς συνολικής απόδοσης αλλά και διατροφικής σύστασης.

Από τη σκοπιά της διατροφικής σύστασης, επιθυμητή δεν είναι μόνο η αύξηση των ωφέλιμων συστατικών στο φυτό του σταμναγκαθίου αλλά επίσης και ο περιορισμός των αντιδιατροφικών παραγόντων.

Για παράδειγμα, οι Palaniswamy et al., (2004) παρατήρησαν συσχέτιση της ποσότητας του οξαλικού οξέος όχι μόνο με την αναλογία των θρεπτικών διαλυμάτων που εφαρμόστηκαν αλλά σε συνδυασμό και με το στάδιο κοπής, σε φυτά μαϊδανού. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση του οξαλικού οξέος ήταν 40% υψηλότερη στα φύλλα φυτών που λιπάνθηκαν μόνο με νιτρική μορφή αζώτου. Επίσης, η τιμή του οξαλικού οξέος ήταν 45% χαμηλότερη όταν τα φυτά κόπηκαν στο στάδιο των 16 φύλλων αντί στο στάδιο των 8 φύλλων.

Επίσης, έχει διαπιστωθεί από έρευνα των Bataille and Fournier (2001) ότι διαίτα υψηλή σε οξαλικό οξύ ενέχει κίνδυνο για σχηματισμό πετρών στα νεφρά και ενδέχεται να επηρεάσει την απορρόφηση ασβεστίου και σιδήρου στον ανθρώπινο οργανισμό.

Το σταμναγκάθι χαρακτηρίζεται από πλήθος προστατευτικών παραγόντων για την ανθρώπινη υγεία. Περιέχει εξαιρετικά σημαντικές φαινολικές ενώσεις με αντιοξειδωτική (Heim et al., 2002) και αντικαρκινική ιδιότητα (Dai and Mumper, 2010). Επιπλέον, περιέχει τοκοφερόλες με βιοδραστικές ιδιότητες που έχει αποδειχθεί πως μπορεί να ρυθμιστεί η συγκέντρωσή τους με καλλιεργητικές πρακτικές όπως η χρήση κατάλληλων θρεπτικών διαλυμάτων (Szalai et al., 2010; Petropoulos et al., 2018).

Τα εξαιρετικά ωφέλιμα λιπαρά οξέα απαντώνται στα φυτά του σταμναγκαθίου με τους Palaniswamy et al., (2000) να αναφέρουν πως η αναλογία νιτρικού προς αμμωνιακό άζωτο, σε φυτά μαϊδανού, μπορεί να επηρεάσει την περιεκτικότητα σε ωμέγα-3 και

ολικά λιπαρά οξέα, κυρίως σε α-λινολενικό οξύ που παρουσίασε τη μέγιστη συγκέντρωση στην αναλογία 0.5:0.5 NH₃-N:NH₄-N.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΤΟ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ

1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Σύμφωνα με τη Στεφανάκη (1999) το σταμναγκάθι ταξινομείται ως εξής:

Kingdom: Plantae

Division: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Family: Asteraceae (Compositae)

Genus: Cichorium

Species: spinosum

Άλλα είδη που απαντώνται στην Ελλάδα είναι τα **endivia**, **intybus**, **pumilum** και **hybridum**.

1.2 Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ASTERACEAE

Η οικογένεια Asteraceae ή αλλιώς Compositae (σύνθετα) περιλαμβάνει φυτά με μεγάλη ποικιλία και διαιρείται σε 8 τμήματα. Στα φυτά αυτής της οικογένειας παρατηρούνται συνήθως σχιζογενείς ελαιοφόροι αγωγοί ή εκκριματοφόρα κύτταρα ενώ απουσιάζουν οι γαλακτοφόροι σωλήνες. Η ιδιαίτερη ταξιανθία του, το κεφάλιο, έχει ή μόνο σωληνόμορφα, ακτινόμορφα ανθίδια που είναι επιδίσκια ή, εκτός από αυτά, και επιχείλια, ζυγόμορφα, γλωσσόμορφα ανθίδια, κατά κανόνα άγονα και χρήσιμα για την προσέλκυση εντόμων. Το γλωσσίδιο των ανθιδίων αυτών καταλήγει συχνά σε 3 προεξοχές (δόντια) (Αθανασιάδης, 1985).

1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Cichorium spinosum*

Το *Cichorium spinosum* είναι φυτό πολυετές, ποώδες, με ύψος που κυμαίνεται ανάμεσα σε 20-40 cm. Έχει βλαστούς λείους, με επιμήκεις αυλακώσεις, διακλαδισμένους, ενώ το ανώτερο τμήμα τους είναι ακανθώδες, αμβλύ και χωρίς φύλλα. Η **ρίζα** είναι πασσαλώδης και μπορεί να φτάσει και τα 30 cm (Φραγκάκης, 2012). Τα φύλλα με μήκος 3-15 cm συνήθως εκπτύσσονται στη βάση του βλαστού με τα κατώτερα εξ' αυτών να έχουν σχήμα λυροειδώς περοσχιδές ή κολπωτό, οδοντωτά με έναν αμβλύ επιμήκη δελτοειδή τελικό λοβό. Οι πλευρικοί λοβοί είναι συνήθως οδοντωτοί ή ακέραιοι. Η βάση των φύλλων είναι λεία με έναν πολύ μικρό μίσχο ο οποίος είναι καλυμμένος (Meikle, 1985; Bremer et al., 1994; Καββάδας, 1956).

Τα **κεφάλια** είναι μονήρη, τοποθετημένα στη μασχάλη των βλαστών, ενώ σπάνια βρίσκονται στην κατάληξή τους. Το περίβλημα χαρακτηρίζεται υποκυλινδρικό, τα εξωτερικά φυλλάρια έχουν σχήμα ωοειδές ή ελλειψοειδές με μήκος 2,5-4 mm και πλάτος περίπου 2 mm και είναι λεία, με μια άχρωμη αναδιπλούμενη μεσαία ζώνη και ένα οξύ ή υποξύ περιθώριο. Τα εσωτερικά φυλλάρια είναι επιμήκη, με μήκος 8-9 mm και πλάτος 2-2,5mm διευρυμένα ή λυγισμένα, λεία, με κορυφή που αριθμεί 5 εγχοπές. Τα νήματα έχουν μήκος περί το 0,5mm και είναι λεία. Οι ανθήρες έχουν μήκος 4mm και πλάτος περίπου 0,3mm με τα κορυφαία προσαρτήματα να είναι στρογγυλεμένα. Ο στύλος έχει μήκος περίπου 8-9mm και είναι χνουδωτός στο άνω μισό του τμήμα (Καββάδας, 1956).

Ο **καρπός** είναι αχάινιο, επίμηκες, λογχοειδές, μήκους 2-2,5mm και πλάτους περίπου 1,2-1,5 mm με αποκομμένη κορυφή σε σχήμα σταυρού. Κατά μήκος είναι ασαφώς πτυχωτός/ραβδωτός ενώ έχει ωχρό καφέ χρώμα. Ο πάππος είναι επιμήκης είναι επιμήκης, ανομοιογενώς οδοντωτός περίπου 0,3 mm με τα λέπια (Καββάδας, 1956; Meikle, 1985; Bremer et al., 1994).



Εικόνα 1. Φυτό σταμναγκαθίου σε άνθιση (www.biodiversitycyprus.blogspot.com)

1.4 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ-ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Η παράδοση θέλει το σταμναγκάθι να παίρνει την ονομασία του στην Κρήτη, όπου χρησιμοποιούσαν τους ακανθώδεις βλαστούς του για να σφραγίζουν τα στόμια της στάμνας, αποφεύγοντας έτσι την είσοδο διαφόρων εντόμων. Αν και η πιο «επίσημη» ονομασία του φυτού είναι σταμναγκάθι, όπως τα περισσότερα βοτανικά είδη στη χώρα μας, έχει και αυτό πλήθος κοινών ονομάτων, όλα επηρεασμένα από τον εκάστοτε τόπο ή ανάλογα με τη χρήση του, με τη δική τους χροιά το καθένα.

Άγριο ροδίκιο λοιπόν στην Κρήτη (Χαβάκη, 1979), γιαλοράδικο γιατί φυτρώνει κοντά στο γιαλό, αλιφόνη ή και σέρις (στα αρχαία) (Σαριδάκη, 2012), ραδικοστοιβάδα (Κρήτη) και αφάνα του γιαλού (Κεφαλονιά).

Το σταμναγκάθι λοιπόν, ή κιχώριον το ακανθώδες, είναι ένα εδώδιμο είδος ραδικιού, ενδημικό, με παρουσία στις παραμεσογειακές περιοχές. Στην Ελλάδα απαντάται στην Κρήτη, στα Δωδεκάνησα, στην Πελοπόννησο και στη Στερεά Ελλάδα. Ωστόσο, αναφορές το εμφανίζουν από την Ισπανία έως και ανατολικά της Κύπρου αλλά και στη Μάλτα (Meikle, 1985).

Το άγριο σταμναγκάθι πλέον το βρίσκουμε περισσότερο σε δύσβατα μέρη και σε βουνά, καθώς η αλόγιστη εκρίζωσή του οδήγησε στον περιορισμό της εξάπλωσής του.

1.5 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Η παραδοσιακή Ελληνική διατροφή θεωρείται τυπικό παράδειγμα υγιούς μεσογειακής διατροφής, η προσκόλληση στην οποία έχει συσχετισθεί με μείωση της θνησιμότητας που οφείλεται στη στεφανιαία νόσο και τον καρκίνο (Trichopoulou et al., 2003). Ο πατέρας της φαρμακολογίας στην Αρχαιότητα, ιατρός, ριζοτόμος και βοτανολόγος, Διοσκουρίδης, είχε ανακαλύψει από πολύ νωρίς την αξία του σταμναγκαθιού.

Γνωστό για τις διουρητικές του ικανότητες από τότε, αναφέρεται από τον Αριστοφάνη έως και τον Θεόφραστο. Οι μετέπειτα αναλύσεις επιβεβαίωσαν ένα φυτό πλούσιο σε ποικιλία θρεπτικών συστατικών όπως Ω-3 λιπαρά οξέα, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, αντιοξειδωτικά και πολυφαινόλες, ενώ η κατανάλωσή του καλύπτει μεγάλο ποσοστό διατροφικών αναγκών σε βιταμίνη C. Πιο συγκεκριμένα, το σταμναγκάθι παρουσιάζει μεγάλη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) και βιταμίνη K₁ (φυλλοκινόνη). Συγκεκριμένα σε μελέτες που έχουν γίνει παρατηρήθηκε ότι ανά 100 g νωπού βάρους η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C ήταν 24 mg ενώ σε βιταμίνη K₁ 240 mg. Η παρουσία των βιταμινών αυτών στα φυτά του σταμναγκαθιού έχει πολύ μεγάλη σημασία για την υγεία του ανθρώπου, καθώς η βιταμίνη C εκτός του ότι ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και βελτιώνει την αγγειακή κυκλοφορία, είναι αναγκαία σε πολλές μεταβολικές λειτουργίες του οργανισμού, ενώ η φυλλοκινόνη βοηθά στον έλεγχο του σχηματισμού θρόμβων στο αίμα (Zeghichi et al., 2003b).

Όσον αφορά στην περιεκτικότητα του σταμναγκαθιού σε λιπαρά οξέα βρέθηκε ότι σε 100 g νωπού φυτικού ιστού, έχουμε 25,9 mg κορεσμένων λιπαρών οξέων, 5,4 mg μονοακόρεστων λιπαρών οξέων και 6,8 mg πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Ακόμα, η συγκέντρωση των Ω-3 λιπαρών οξέων και Ω-6 λιπαρών οξέων παρατηρήθηκε να είναι 33,8 mg και 14,9 mg αντίστοιχα (Vardavas et al., 2006).

Το σταμναγκάθι παρουσιάζει μεγάλη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, οι οποίες μπορεί να ανέρχονται σε 132mg/100 g νωπού φυτικού βάρους. Οι πολυφαινόλες έχουν ευεργετική δράση για τον οργανισμό και δρουν ως αντιοξειδωτικά. Σε μελέτες που έχουν γίνει παρατηρήθηκε ότι το σταμναγκάθι περιέχει λουτεΐνη σε συγκέντρωση 1160 μg/100 g νωπού φυτικού ιστού, η οποία φαίνεται να έχει ευεργετική δράση για την ανθρώπινη όραση, ενώ ακόμα προλαμβάνει τον καρκίνο του δέρματος. Επίσης, περιέχει α-τοκοφερόλη σε συγκέντρωση 1,23 mg/100 g νωπού βάρους και γ-τοκοφερόλη σε συγκέντρωση 0,83mg/100 g νωπού βάρους (Zeghichi et al., 2003a). Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν βρέθηκε ακόμη ότι από το υπέργειο μέρος των φυτών του

σταμναγκαθιού που απομονώθηκαν, εντοπίστηκαν διαφορετικά είδη λακτονών, όπως οι κουμαρίνες και οι σεσκιτερπενοειδείς λακτόνες (Michalska and Kisiel, 2007).

Το β-καροτένιο εντοπίστηκε επίσης σε συγκέντρωση 595 mg/100 g νωπού βάρους. Το β-καροτένιο ως πρόδρομη ουσία της βιταμίνης Α έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και σε υψηλές συγκεντρώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό δείχνει ότι μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου (Jha et al., 1995). Σε γενικές γραμμές, τα φύλλα του φυτού περιέχουν περίπου 95% νερό, 1% πρωτεΐνη, 3% υδατάνθρακες και 0,1% λίπη, ενώ είναι και πλούσια σε βιταμίνη Α. Επίσης είναι πλούσια σε βιταμίνες Β1, Β2, καθώς και σε στοιχεία όπως Κ, Να, Ρ και Μg. Η πικρή τους γεύση οφείλεται στις ουσίες λακτουκίνη, λακτουκοπικρίνη και σε παράγωγα τους (Ακουμιανάκης, 2010).

1.6 ΈΛΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑ

Το σταμναγκαθί είναι αρκετά ανθεκτικό σαν φυτό, αυτοφυούμενο σε ορεινά και δύσβατα μέρη αλλά και παραθαλάσσια, παρουσιάζοντας υψηλή αντοχή στην αλατότητα, στις χαμηλές θερμοκρασίες και στην παγωνιά. Ως εκ τούτου, η καλλιέργειά του για εμπορικούς σκοπούς θα πρέπει να γίνεται σε εδάφη ελαφρώς αμμώδη, με χαμηλή υδατοϊκανότητα, εκεί που κάποια άλλη καλλιέργεια θα ήταν ασύμφορη και μη πραγματοποιήσιμη (Δημητράκης, 1983).

Η ρίζα του σταμναγκαθιού είναι πασσαλώδης και σαν βαθύριζο φυτό απαιτεί εδάφη με βάθος και μέση μηχανική σύσταση. Το ιδανικό pH κυμαίνεται σε τιμές μεταξύ 6,6 και 7,5. Εδάφη με πολλή υγρασία και κακή αποστράγγιση θα πρέπει να αποφεύγονται. Αντιθέτως, η εντατική του καλλιέργεια θα έπρεπε να του εξασφαλίζει πλούσια οργανική ουσία και μέτρια γονιμότητα.

Η ευδοκίμηση του σταμναγκαθιού σε παραθαλάσσιες περιοχές αλλά και στο νότιο μέρος της Κρήτης, όπου σημειώνονται χαμηλές βροχοπτώσεις, δείχνει ένα φυτό ολιγοαπαιτητικό από άποψη υγρασίας, κάτι που επιβεβαιώνεται και από τη μορφολογία των φύλλων και του ριζικού συστήματος. Η μεγάλη ανάπτυξη μυκορριζών στη ρίζα του δείχνει ικανότητα προσαρμογής σε ξηροθερμικές συνθήκες (Ακουμιανάκης, κ.ά., 2007). Η μικρή φυλλική επιφάνεια του φυτού το εμποδίζει από έντονη διαπνοή και η κηρώδης ουσία που τα καλύπτει συντελεί σε αυτό. Επιπροσθέτως, το ακανθώδες σχήμα της ροζέτας του συμβάλει έντονα στη μειωμένη διαπνοή και κατ' επέκταση στην εξοικονόμηση υγρασίας.

1.7 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΣΠΟΡΑ

1.7.1 Μηχανική επεξεργασία

Η προετοιμασία του εδάφους ακολουθεί τη συνήθη διαδικασία και με τα υπόλοιπα λαχανευόμενα φυτά. Ξεκινάει με τη βασικότερη μηχανική κατεργασία που είναι το όργωμα. Η καταλληλότερη εποχή θεωρείται το φθινόπωρο και όταν το χωράφι βρίσκεται στο ρώγο του, την ιδανική κατάσταση δηλαδή από άποψη υγρασίας. Το σύνηθες και επαρκές βάθος είναι γύρω στα 25-30cm που βοηθάει στην καταστροφή των ζιζανίων και την ενσωμάτωσή τους (Πασσάμ, 1994).

Οι ετήσιες καλλιέργειες σταμναγκαθιού ενδείκνυνται για ενσωμάτωση των υπολείμματων της προηγούμενης χρονιάς μιας και η χώρα μας χαρακτηρίζεται από θερμό και ξηρό περιβάλλον, κάτι που βοηθάει στην ταχύτατη αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

Τυχόν υπολείμματα τεμαχίζονται με δισκοσβάρνες συνεισφέροντας στον περιορισμό των εκροών από το χωράφι.

Σε περιπτώσεις βαριών και συνεκτικών εδαφών, φρόνιμη είναι η υπεδαφοκαλλιέργεια ανά 4ετία περίπου ώστε να χαλαρώνουν οι συμπιεσμένοι οριζόντες από το βάρος των μηχανημάτων και τα άλατα του νερού ποτίσματος που συσσωρεύονται. Οι δίσκοι εργασίας που υπάρχουν στο εμπόριο κυμαίνονται ανάμεσα από 3-5 m, ανάλογα την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους που μας ενδιαφέρει (Σαριδάκη, 2012).

1.7.2 Σπορά

Ο σπόρος του σταμναγκαθιού είναι αρκετά μικρός και γι' αυτό σπέρνεται σε ανάμειξη με ποταμίσις άμμο. Η σπορά μπορεί να πραγματοποιηθεί κατευθείαν στο χωράφι με τη βοήθεια σπαρτικής μηχανής σε συγκεκριμένες αποστάσεις ή να γίνει σε σπορείο. Η βασικότερη δυσκολία είναι ο διαχωρισμός του σπόρου από τα καρπίδια του γι' αυτό το λόγο, συχνά, οι παραγωγοί χρησιμοποιούν σπαστήρες καλαμποκιού, σπάζουν τους σπόρους και σπέρνουν τα υπολείμματα. Έτσι όμως δεν καταφέρνουν ομοιομορφία στην κατανομή τους με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ασθενειών και τον έντονο ανταγωνισμό σε περιοχές πυκνής φύτευσης. Μια πρακτική λοιπόν λύση είναι η σπορά σε δίσκους και η μεταφύτευσή τους έπειτα στο χωράφι, στις επιθυμητές αποστάσεις (~20-25x20-25 cm). Υπολογίζεται ότι στο στρέμμα μπορούν να φυτευτούν περίπου 20.000 φυτά (Δημητράκης, 1998).

Ανεξάρτητα από τη διαδικασία φύτευσης που ακολουθήθηκε, αμέσως μετά ο αγρός ποτίζεται και ακολουθούνται τακτικές καλλιεργητικές φροντίδες όπως σκαλίσματα και ξεβοτανίσματα μιας που τα αναπτυσσόμενα ζιζάνια είναι ίσως το μεγαλύτερο πρόβλημα στην καλλιέργεια του σταμναγκαθίου (Φραγκάκης, 2012).

1.7.3 Λίπανση

Η πρώτη λίπανση που πραγματοποιείται στο φυτό είναι η βασική και γίνεται με ενσωμάτωσή της κατά τη διάρκεια του οργώματος. Ακολουθεί αζωτούχος λίπανση προσαρμοσμένη στα χαρακτηριστικά του αγρού. Αξίζει να σημειωθεί ότι το σταμναγκάθι θα μπορούσε κάλλιστα να ενταχθεί σε βιολογική καλλιέργεια, διότι αντιδρά άριστα στην εφαρμογή οργανικής λίπανσης (Ακουμιανάκης κ.α, 2007).

Στη βιολογική καλλιέργεια εφαρμόζουμε πρόγραμμα οργανικής λίπανσης με κοπριά χωνεμένη που θα προέρχεται από βιολογικά εκτρεφόμενα ζώα. Η ποσότητα της κοπριάς που θα ενσωματωθεί στο έδαφος θα πρέπει να είναι 2-4 τόνους ανά στρέμμα. Στη συμβατική καλλιέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και εκεί κοπριά χωνεμένη αλλά και λίπασμα αζώτου 26-0-0 σε περίπου 40-60 κιλά στο στρέμμα, λίπασμα φώσφορου 0-20-0 σε 50-60 κιλά στο στρέμμα και καλίου 0-0-50 σε 30-40 κιλά στο στρέμμα. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν λιπάσματα που περιέχουν ιχνοστοιχεία και επιδρούν θετικά στην ανάπτυξη του φυτού (Δημητράκης, 1998).

1.7.4 Συγκομιδή

Το σταμναγκάθι είναι πολυετές φυτό, ωστόσο η εμπορική φυτεία του θα πρέπει να ανανεώνεται κάθε 3 χρόνια περίπου καθώς μετά υποβαθμίζεται η ποιότητα και μειώνονται οι αποδόσεις του φυτού.

Η πρώτη συγκομιδή συνήθως γίνεται στους πρώτους 2-3 μήνες σε περίπτωση σπορόφυτων, όταν αυτά θα έχουν φτάσει στο επιθυμητό δηλαδή μέγεθος, ανάλογα με τις καλλιεργητικές φροντίδες που έχουν δεχτεί. Θα ακολουθήσουν 2-3 ακόμα συγκομιδές μέχρι την άνοιξη όπου θα εμφανιστεί η ανθοφορία του φυτού. Συλλέγεται, όπως τα άγρια ραδίκια στο στάδιο της ροζέτας με τα τρυφερά φύλλα, πριν εκπτύξει τον διακλαδιζόμενο αγκαθωτό βλαστό του, οπότε τα φύλλα του σκληραίνουν και είναι ακατάλληλα για βρώση. Το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των συγκομιδών υπολογίζεται περίπου στις 40 ημέρες, με την περίοδο παραγωγής να διαρκεί από 9-10

μήνες. Το καλοκαίρι δεν υπάρχει παραγωγή και το σταμναγκαθί αφήνεται να σποροποιηθεί και να δυναμώσει το ρίζωμά του (Βλασσοπούλου, 2013).

Τα φύλλα του σταμναγκαθίου είναι εξαιρετικά ευαίσθητα και η διάθεσή του σαν νωπό προϊόν είναι μία πολύ σύντομη διαδικασία.

Η συγκομιδή του φυτού γίνεται με το χέρι, με τη χρήση ειδικών κοπτικών εργαλείων. Ο τρόπος συγκομιδής του σταμναγκαθίου διαφέρει ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας. Όταν αναφερόμαστε σε ετήσια καλλιέργεια σταμναγκαθίου, τότε αυτό συγκομίζεται χωρίς να μας ενδιαφέρει το ριζικό του σύστημα, οπότε και αυτό καταστρέφεται. Η συλλογή των φυτών της καλλιέργειας πραγματοποιείται σε 3-5 συγκομιδές. Κατά τη διενέργεια κάθε συγκομιδής, τα φυτά μεγαλύτερου μεγέθους και πυκνότερης φύτευσης είναι αυτά που συγκομίζονται προκειμένου να δοθεί η δυνατότητα καλύτερης ανάπτυξης στα μικρότερα εναπομείναντα φυτά της καλλιέργειας. Στις περιοχές καλλιέργειας του σταμναγκαθίου, η συγκομιδή γίνεται 3-6 μήνες μετά τη σπορά, ανάλογα με το βαθμό εντατικοποίησης της καλλιέργειας, αλλά και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

Στην περίπτωση της πολυετούς καλλιέργειας του σταμναγκαθίου, η συγκομιδή γίνεται με συλλογή μόνο των ροζετών, προσέχοντας ώστε ο λαιμός και το ριζικό σύστημα του φυτού να παραμείνουν ανέπαφα, προκειμένου να δώσουν νέες ροζέτες την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Η συλλογή των ροζετών γίνεται με τη βοήθεια διάφορων ειδών εργαλείων κοπής, μεριμνώντας και εδώ πάλι να συγκομιστούν οι μεγαλύτερες ροζέτες, ώστε να αναπτυχθούν οι μικρότερες. Σε αντιστοιχία με τα παραπάνω, η συλλογή γίνεται με το χέρι σε 3-5 συγκομιδές (Σαριδάκη, 2012).

Για να θεωρείται το προϊόν καλής ποιότητας, θα πρέπει κατά τη διάρκεια της συγκομιδής να αφαιρούνται από τις ροζέτες τα ασθενικά και κιτρινισμένα φύλλα. (Πασσάμ, 1994). Επιπλέον, η καλλιέργεια του σταμναγκαθίου κατά γενική ομολογία θεωρείται μια πολύ αποδοτική καλλιέργεια, με αποδόσεις 1000 κιλά ανά στρέμμα να θεωρούνται μια πολύ ικανοποιητική παραγωγή για τον καλλιεργητή (Σαριδάκη, 2012).



Εικόνα 2. Νωπό σταμναγκάθι έτοιμο προς πώληση

Παρά το γεγονός ότι το φύλλωμα του σταμναγκαθιού είναι παχύ και δίνει την εντύπωση ότι δύσκολα θα αφυδατωθεί, εν τούτοις αν μείνει σε συνθήκες δωματίου μετά τη συγκομιδή, μέσα σε 24 ώρες αρχίζει αυτό που λέμε μάρανση του φυλλώματος (Ακουμιανάκης, 2010).

Το σταμναγκάθι, όπως και όλα τα φυλλώδη λαχανικά παρουσιάζει αρκετά μεγάλη ευαισθησία μετά τη συγκομιδή του. Για τη συντήρησή του μετά τη συγκομιδή καλό θα είναι να ξεπλυθεί με κρύο νερό, έτσι ώστε να απομακρυνθεί η θερμοκρασία του χωραφιού και κατόπιν να συσκευαστεί σε πλαστικά φύλλα ή σακούλες και να τοποθετηθεί σε χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης λίγο πάνω από τους 2-3°C (Εικόνα 2). Οι ιδανικότερες συνθήκες συντήρησης θεωρούνται οι 3-5 °C και σχετική υγρασία περίπου 90%. Αυτές παρουσιάζονται να είναι οι πιο κατάλληλες συνθήκες, έτσι ώστε οι ροζέτες του σταμναγκαθιού να μπορούν να διατηρηθούν χωρίς να αλλοιωθούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους για 6-7 μέρες (Ακουμιανάκης κ.α, 2007). Σε υψηλότερες θερμοκρασίες και χαμηλότερα επίπεδα σχετικής υγρασίας, παρουσιάζεται γρήγορη μάρανση, απώλεια θρεπτικής αξίας και άλλες δυσάρεστες μεταβολές (Πάσσαμ, 1994, Φραγκούλης, 2012).

Ένας άλλος τρόπος αποθήκευσης για το σταμναγκάθι χωρίς να αλλοιωθεί η ποιότητα και η γεύση του είναι η αποθήκευση στην κατάψυξη. Με την αποθήκευση αυτή το προϊόν μπορεί να διατηρηθεί για μήνες, ακολουθώντας τη διαδικασία του ζεματισμού.

Δηλαδή σε βραστό νερό ρίχνεται η ποσότητα του προϊόντος που επιδιώκεται προς διατήρηση για 2-3 λεπτά. Έπειτα, τα ζεματισμένα φυτά βγαίνουν, στραγγίζονται από το νερό και αφήνονται να κρυώσουν καλά. Μόλις στεγνώσουν και κρυώσουν τοποθετούνται σε ειδικά σακουλάκια και αποθηκεύονται στην κατάψυξη (Φραγκάκης, 2012).

Επίσης, αν συνυπολογιστεί ότι πριν την αγορά του φυτού έχουν μεσολαβήσει 1-2 μέρες μέχρι να φτάσει από τον παραγωγό στον πάγκο της αγοράς, τότε είναι κατανοητό, ότι αν το σταμναγκάθι το προτιμάει ο καταναλωτής ωμό πρέπει να το καταναλώσει άμεσα ή το πολύ μέσα στο διήμερο (Ακουμιανάκης, 2010).

1.8 Η ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

1.8.1 Η αναγκαιότητα της θρέψης των φυτών

Οι σημερινές απαιτήσεις για κάλυψη των διατροφικών αναγκών καθιστούν τα λιπάσματα περισσότερο από ποτέ άλλοτε αναγκαία. Ο ολοένα και αυξανόμενος παγκόσμιος πληθυσμός αδυνατεί να θραφεί με τις υπάρχουσες δασικές και αγροτικές εκτάσεις, πρόβλημα που επιδεινώνεται ιδιαίτερα από την έντονη και αλόγιστη καλλιέργεια του εδάφους εδώ και δεκαετίες, ειδικά στη χώρα μας. Το βασικότερο μέλημα όσων ασχολούνται με τη γεωργία είναι η αύξηση και η βελτίωση της φυτικής παραγωγής με το μικρότερο δυνατό κόστος. Όμως στη σύγχρονη γεωργία πρέπει να επιδιώκεται η παραγωγή καλής ποιότητας αγροτικών προϊόντων. Έτσι λοιπόν τα μέσα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία θα πρέπει να μην υποβαθμίζουν τη γονιμότητα του εδάφους και να μην επιβαρύνουν επιπλέον το φυσικό περιβάλλον του ανθρώπου. Μεταξύ των μέσων της παραγωγικής διαδικασίας, που μπορούν να συμβάλλουν στους σκοπούς της σύγχρονης γεωργίας είναι και τα διάφορα λιπάσματα με την ορθολογική χρήση τους στη φυτική παραγωγή.

ΤΟ ΑΖΩΤΟ

1.9 ΤΟ ΑΖΩΤΟ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ

Το άζωτο είναι το στοιχείο που έχουν περισσότερο ανάγκη, από άποψη ποσότητας, τα φυτά. Αποτελεί το δομικό συστατικό του μορίου της χλωροφύλλης, είναι το κύριο συστατικό των αμινοξέων που συνθέτουν τις πρωτεΐνες, απαραίτητο για την αξιοποίηση των υδατανθράκων και ευνοεί την πρόσληψη των άλλων θρεπτικών στοιχείων.

Από απόψεως βάρους στην ξηρά ουσία του φυτού, το άζωτο τοποθετείται στην πλειοψηφία του, στην θέση νούμερο 4, μετά τον άνθρακα (C), το υδρογόνο (H) και το οξυγόνο (O). Αυτό μεταφράζεται ως το 18% περίπου του βάρους των πρωτεϊνών.

Στα πράσινα φυτά, το 50% περίπου του αζώτου όλου του φυτού και το 70% του αζώτου των φύλλων, βρίσκεται στους χλωροπλάστες. Μόνο το 10-20% του αζώτου των φυτών εμφανίζεται με τη μορφή ελεύθερων νιτρικών και αμμωνιακών ιόντων.

Σε κάποια φυτά επίσης, παρατηρείται συσσώρευση του νιτρικού ιόντος και στο χυμοτόπιο, παίζοντας έναν ουσιώδη ρόλο στην ιοντική ισορροπία και την ωσμωτική ρύθμιση (www.el.wikipedia.gr).

Το άζωτο έχει σημαντικό ρόλο ως συστατικό πλήθους δομών του φυτικού κυττάρου όπως τα νουκλεϊνικά οξέα και τα αμινοξέα. Γι' αυτό λοιπόν, η έλλειψη του στα φυτά αναστέλλει ταχέως τη φυτική αύξηση. Σε περίπτωση που δεν αρθεί αυτή η έλλειψη, τα φυτά εμφανίζουν χλώρωση (κιτρίνισμα φύλλων), ειδικά στα φύλλα στη βάση του φυτού. Η παρατεταμένη και έντονη έλλειψή του καθιστά τα φύλλα εντελώς κίτρινα ή καφέ και οδηγεί στην πτώση τους. Τα νεαρά φύλλα αργούν να δείξουν την έλλειψη τους καθώς μετακινείται άζωτο από τα γηραιότερα προς αυτά οπότε έχουμε συνήθως φυτά με ανοιχτό πράσινο πάνω φύλλωμα και κίτρινο στη βάση τους.

Βραδεία ανάπτυξη έλλειψης του αζώτου προκαλεί λεπτούς και ξυλώδεις κορμούς στα φυτά, κάτι που μάλλον οφείλεται στο σχηματισμό υδατανθράκων σε ποσότητα που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη σύνθεση των αμινοξέων ή άλλων συστατικών που περιέχουν άζωτο. Οι υδατάνθρακες που δεν θα λάβουν μέρος στον μεταβολισμό του αζώτου μπορεί να χρησιμοποιηθούν όμως στη σύνθεση των ανθοκυανινών, κάτι που οδηγεί στη συσσώρευση της χρωστικής. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται πορφυρή χρώση και παρατηρείται στα φύλλα, τους βλαστούς και τους μίσχους των φυτών.

Μελέτες σε φυτά ραδικιού (*Cichorium intybus*) έδειξαν γραμμικές αυξήσεις στην απόδοση του φυτού έπειτα από λίπανση με άζωτο (Collins and McCoy, 1997), ενώ δραματική έλλειψή του είχε σαν αποτέλεσμα σοβαρή μείωση στην ανάπτυξη, σε φυτά μαρουλιού (Mahlangu et al. 2014).

Παρεμφερή αποτελέσματα προέκυψαν και σε φυτά σπανακιού, όπου χορήγηση αμμωνιακού αζώτου αύξησε σημαντικά την απόδοση του φυτού (Wang and Li, 2007) ενώ σύμφωνα με τους Zhang et al. 1990, οι αναλογίες 7:3 ή 5:5 νιτρικό:αμμωνιακό άζωτο έχουν τις υψηλότερες αποδόσεις σε φυτά σπανακιού επίσης.

1.9.1 Μορφές αζώτου

1.9.1.1 Οργανικό άζωτο (N)

Το οργανικό άζωτο είναι αυτό που βρίσκεται στην οργανική ουσία. Απαντάται σε πολλές μορφές (ούρα, κόπρανα, αποσυντιθέμενες πρωτεΐνες). Το οργανικό άζωτο είναι μέρος ενός πολύπλοκου μορίου οργανικού άνθρακα και δεν δύναται να προσληφθεί άμεσα από το ριζικό σύστημα του φυτού.

Τα μικρόβια λοιπόν που βρίσκονται στο έδαφος θα πρέπει διασπάσουν περαιτέρω την οργανική ουσία και μέσω αυτής της αποσύνθεσης το οργανικό άζωτο θα μετατραπεί σε ανόργανες μορφές, ικανές να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά (π.χ. νιτρικό αμμώνιο).

Η οργανική ύλη παρουσιάζει μία στατικότητα εντός του εδάφους οπότε εναπόκειται στα μικρόβια να την εντοπίσουν και να την καταναλώσουν, διαδικασία που απαιτεί πολύ χρόνο για να πραγματοποιηθεί. Ο ρυθμός με τον οποίο θα διασπαστεί η οργανική ύλη είναι άμεσα συνδεδεμένος με τις περιβαλλοντικές συνθήκες εντός του εδάφους. Έτσι, ένα έδαφος με επαρκή ποσότητα υγρασίας θα έχει υψηλότερο ρυθμό αποσύνθεσης. Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι ο ρυθμός αποσύνθεσης ποικίλει ανάλογα με το είδος του οργανικού υλικού που χρησιμοποιείται σαν λίπασμα, είναι αρκετά δύσκολο να προβλεφθεί το ποσό της οργανικής ύλης που θα μετατραπεί σε χρησιμοποιούμενο άζωτο αλλά και ο χρόνος που θα απαιτηθεί.

Το ποσοστό του αζώτου που εμφανίζεται στις ετικέτες των εμπορικών σκευασμάτων οργανικής ουσίας είναι κατά προσέγγιση. Το άζωτο και τα στοιχεία που περιέχονται σε αυτά τα σκευάσματα θα μετατραπούν σε αφομοιώσιμες από τα φυτά μορφές με τις ανωτέρω προϋποθέσεις (www.farmacon.gr).

1.9.1.2 Αμμωνιακό άζωτο (NH_4^+ -N)

Προϊόν της αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας, είναι η πρώτη αφομοιώσιμη μορφή αζώτου από τα φυτά. Η αμμωνιοποίηση ή αλλιώς ανοργανοποίηση είναι μία διαδικασία που συμβαίνει σε ταχύτερο ρυθμό τους θερινούς μήνες, όταν επικρατούν θερμές και υγρές συνθήκες στο έδαφος. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου που λαμβάνει το φυτό μετατρέπεται αυτομάτως σε πρωτεΐνες. Το αμμωνιακό άζωτο βρίσκεται στο έδαφος σαν ένα θετικά φορτισμένο ιόν (κατιόν). Αυτό εξηγεί και τον μηχανισμό δράσης του αμμωνίου στο έδαφος. Τα σωματίδια του εδάφους που είναι αρνητικά φορτισμένα έλκουν τα θετικά φορτισμένα ιόντα του αμμωνίου. Με αυτόν τον τρόπο το αμμώνιο παραμένει στο έδαφος και δεν ξεπλένεται από τη βροχή ή την άρδευση.

Η ένταση με την οποία το έδαφος συγκρατεί τα ιόντα αμμωνίου ονομάζεται **ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ)** και τα εδάφη του έχουν υψηλή τέτοια ικανότητα έχουν σαν αποτέλεσμα υψηλότερα επίπεδα αργίλου και χούμου καθώς και την ικανότητα να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού. Εδάφη με μεγάλη ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων είναι τα αμμώδη και τα αργιλώδη.

Άλλα στοιχεία που συμμετέχουν στη διαδικασία της CEC είναι το Mg και το Ca. Η ικανότητα δέσμευσης του αμμωνίου στο έδαφος το αποτρέπει από το να εκπλυθεί και να καταλήξει στα υπόγεια ύδατα, ωστόσο όλο αυτό έρχεται με κάποιο κόστος. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου, όταν χρησιμοποιείται ως πρώτη πηγή του αζώτου, μπορεί με την πάροδο του χρόνου να δημιουργήσει τοξικότητα στα φυτά, ανωμαλίες στη διαδικασία της φυσιολογικής ωρίμανσης των καρπών, περιορισμός της πρόσληψης του νερού, αποσύνθεση ιστών κ.α. Η αμμωνιακή ωστόσο μορφή δεν μπορεί να παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα στο έδαφος καθώς θα μετατραπεί εν τέλει, μέσα από μια άλλη βιολογική διαδικασία, σε νιτρικό άλας, μια διαφορετική μορφή αζώτου (www.farmacon.gr).

1.9.1.3 Νιτρικό άζωτο (NO_3^- -N)

Με τη βοήθεια εξειδικευμένων μικροοργανισμών του εδάφους-τα νιτροποιητικά βακτήρια- το αμμωνιακό άζωτο μετατρέπεται σε νιτρικό μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζουμε νιτροποίηση. Όπως το αμμωνιακό, έτσι και το νιτρικό άζωτο είναι μια

μορφή αζώτου που χρησιμοποιείται άμεσα από τα φυτά. Η νιτροποίηση, όπως και η αμμωνιοποίηση, είναι εντονότερη όταν το έδαφος είναι ζεστό και υγρό.

Τους μήνες με υψηλή θερμοκρασία, η νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό άζωτο μπορεί να πραγματοποιηθεί εντός ολίγων ημερών μόνο. Το νιτρικό άζωτο είναι η μορφή του αζώτου χρησιμοποιείται πιο συχνά από τα φυτά λόγω της προσβασιμότητας του όταν βρίσκεται στη ζώνη ριζοβολίας τους, συντελώντας άμεσα στον σχηματισμό νέων φύλλων και φυτικών ιστών. Με τη βοήθεια της ενέργειας που θα παραχθεί μέσω της φωτοσύνθεσης, το νιτρικό άζωτο θα μετατραπεί σε αμινοξέα στα νεαρά φύλλα. Αντίθετα με την αμμωνιακή μορφή του αζώτου, το νιτρικό ιόν είναι αρνητικά φορτισμένο ιόν και δεν παίρνει μέρος στη διαδικασία της ανταλλαγής κατιόντων. Λόγω αυτού του φορτίου του λοιπόν αδυνατεί να δεσμευθεί από τα επίσης αρνητικά φορτισμένα σωματίδια του εδάφους και σαν αρνητικό φορτίο μπορεί να δημιουργήσει πιθανά προβλήματα με τα νιτρικά άλατα στο έδαφος. Σε αυτό το σημείο ελλοχεύει κίνδυνος για σοβαρό πρόβλημα. Με τα κατακρημνίσματα και με το πότισμα, το νιτρικό άζωτο μπορεί να ξεπλυθεί μέσω του εδάφους καταλήγοντας στον υδροφόρο ορίζοντα με δυσάρεστες περιβαλλοντικές συνέπειες.

Ενώ κανονικά τα νιτρικά άλατα βοηθούν στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης, είναι μέρος δηλαδή της φυσικής βιολογικής διεργασίας, η υπερβολική του χρήση οδηγεί στη συσσώρευση πλεονασματικών ποσοτήτων.

Αντιθέτως, το αρνητικά φορτισμένο άζωτο είναι κατάλληλο για χρήση στις υδροπονικές καλλιέργειες. Αναμιγνύεται καλά με το νερό και ρέει ελεύθερα μέσα από ένα μέσο ρίζας ή υποστρώματος χωρίς τον κίνδυνο υπερβολικής συσσώρευσης (www.farmacon.gr).

Όσον αφορά στην επιλογή της μορφής της αζωτούχου λίπανσης, είναι σημαντικό να ληφθεί υπ όψη ότι σε αμμώδη εδάφη και σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας εδάφους, η αναλογία αμμωνιακού αζώτου (NH_4^+) προς νιτρικό άζωτο (NO_3^-) πρέπει να είναι 1:1. Υψηλότερες ποσότητες αμμωνιακού αζώτου έχουν δυσμενή επίδραση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού (Ganmore-Neumann and Kafkafi, 1980a, 1980b), καθώς επίσης και εμφάνιση ξηράς σήψης της κορυφής και των καρπών σε φυτά τομάτας (Pill et al., 1978).

ΟΙ ΤΟΚΟΦΕΡΟΛΕΣ

1.10 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΤΟΚΟΦΕΡΟΛΕΣ

Σύμφωνα με τους Burton και Traber (1990), η βιταμίνη E είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει μία οικογένεια ενώσεων που συνδέονται χημικά, δηλαδή τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες, με κεφαλή χρωμανόλης και πλευρική αλυσίδα ισοπρενίου. Οι τοκοφερόλες (α, β, γ και δ-τοκοφερόλη) λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά χάρη στην ικανότητά τους να καθαρίζουν τις ρίζες των λιπιδικών υπεροξειδίων των ακόρεστων λιπιδικών μορίων, αποτρέποντας την διάδοση της υπεροξειδωσής λιπιδίων, κυρίως στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs). Η κύρια ισομορφή της βιταμίνης E που υπάρχει στους φυτικούς ιστούς είναι η α-τοκοφερόλη. Επιπλέον, θεωρείται η πιο δραστική μορφή στον άνθρωπο λόγω της προνομιακής απορρόφησης και της κατανομής αυτής της ένωσης στο ανθρώπινο σώμα (Caretto et al., 2009). Χάρη στο ρόλο της ως παράγοντας δέσμευσης ελευθέρων ριζών, η βιταμίνη E πιστεύεται ότι προστατεύει ενάντια σε εκφυλιστικές διεργασίες, όπως ο καρκίνος και οι καρδιαγγειακές παθήσεις (Burton and Traber, 1990; Kamal-Eldin and Appelqvist, 1996; Schwenke, 2002).

Οι τοκοφερόλες πήραν την ονομασία τους από τη λέξη «τόκος», δηλαδή γέννα και «φέρω», επειδή η έλλειψή τους συσχετιζόταν με προβλήματα στην αναπαραγωγική λειτουργία των γυναικών (π.χ. αποβολές εμβρύων).

1.10.1 Τα οφέλη της βιταμίνης E

Όπως προαναφέρθηκε, από εκεί που προέκυψε και η ονομασία τους, ανεπάρκεια στο διαίτολόγιο σε βιταμίνη E προκαλεί στειρώση στον άνθρωπο, τόσο στον άντρα όσο και στη γυναίκα. Γι' αυτό το λόγο η βιταμίνη E χορηγείται θεραπευτικά σε περιπτώσεις συχνών αποβολών. Χορήγησή της γίνεται επίσης και σε περιπτώσεις μυϊκής δυστροφίας καθώς η έλλειψή της προκαλεί βλάβες στους ιστούς, ιδιαίτερα του νευρικού και του μυϊκού συστήματος.

Η βιταμίνη Ε μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση πολλών καταστάσεων που είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για την υγεία, αφού επιβραδύνει την καταστροφή των βιολογικών μεμβρανών και άλλων βιομορίων από τις ελεύθερες ρίζες αλλά και καταστάσεις που προκύπτουν από το οξειδωτικό στρες.

Πρακτικά, πραγματική αβιταμίνωση Ε είναι εξαιρετικά δύσκολο να συμβεί καθώς απαντάται σε υψηλές ποσότητες στα φυτικά έλαια, στους καρπούς, στο σιτάρι όπως προαναφέρθηκε, στα ψάρια, στα φυλλώδη λαχανικά αλλά και γενικότερα στις περισσότερες φυτικές τροφές.

Εκτός από την αντιοξειδωτική της δράση, η βιταμίνη Ε συμμετέχει σε πολλές ενζυμικές διεργασίες. Προλαμβάνει και διαλύει θρόμβους στο αίμα, μειώνει τη σωματική κόπωση και επιταχύνει την επούλωση των τραυμάτων. Προστατεύει επίσης τα αγγεία από την αρτηριοσκλήρωση συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της στεφανιαίας νόσου.

Συνιστώμενη Ημερήσια Ποσότητα σε βιταμίνη Ε: Παιδιά 1-3 ετών 6mg, 4-8 ετών 7mg, 9-13 ετών 11mg και ενήλικες (συμπεριλαμβανομένων 14-18) 15mg.

Δεν απαιτείται αύξηση την ημερήσιας ποσότητας σε εγκύους αλλά σε περιόδους θηλασμού αυξάνεται στα 19 mg.

Είδος τροφίμου	Ποσότητα βιταμίνης Ε (mg/100g)
Λάδι σιταριού	210,56
Μαργαρίνη	67,0
Λιναρόσπορος	57,0
Ηλιέλαιο	50,0
Φουντούκια	26,6
Αμύγδαλα	25,2
Ηλιόσποροι	21,8

Πίνακας 1. Ποσότητα βιταμίνης Ε στα πιο γνωστά τρόφιμα.

Πηγή: www.vitamins-supplements.org

Οι οξειδωτικές βλάβες του ανθρώπινου οργανισμού, σαν αποτέλεσμα του φυσιολογικού μεταβολισμού ή σαν απόρροια δευτερογενών περιβαλλοντικών ρύπων, οδηγούν σε σχηματισμό ελευθέρων ριζών, που έχουν κατηγορηθεί για την πρόκληση καρκίνου και αθηροσκλήρωσης. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε πως τα αντιοξειδωτικά, που έχουν την ικανότητα να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες, μπορούν να θεωρηθούν σημαντικά για την πρόληψη αυτών των ασθενειών (Simopoulos, 2004).

Επιδημιολογικές μελέτες υποδεικνύουν ότι η συχνή κατανάλωση φρούτων και λαχανικών μειώνουν σημαντικά τα περιστατικά χρόνιων παθήσεων (He et al., 2007; WHO, 2003). Τα φυσικά αντιοξειδωτικά που βρίσκονται σε αυτά, όπως οι βιταμίνες και οι φαινολικές ενώσεις, θεωρούνται υπεύθυνα για αυτά τα χημειοπροληπτικά αποτελέσματα (Ruxton et al., 2006; Saura-Calixto and Goñi, 2006).

Χάρη σε αυτά τα ελκυστικά πλεονεκτήματα των φρούτων και των λαχανικών λοιπόν, έχει αυξηθεί η προσοχή για την επιλογή κατά προτίμηση φυσικών πηγών αντιοξειδωτικών.

Ωστόσο, τα αποτελέσματα από δοκιμές παρέμβασης με μεμονωμένες ενώσεις όπως οι βιταμίνες E και C ή το βήτα-καροτένιο δεν απέδειξαν κανένα προστατευτικό αποτέλεσμα έναντι ασθενειών όπως ρευματοειδής αρθρίτιδα, διαβήτης τύπου 2, νόσος του Κρον κ.α. (Gutteridge and Halliwell, 2000; Halliwell, 1999; Carr and Frei, 1999; Sies and Stahl, 1995; Halliwell, 2000; McCall and Frei, 1999; Packer et al., 2001).

Στην πραγματικότητα, η συμπλήρωση με μεμονωμένο β-καροτένιο είχε ως αποτέλεσμα ανεπιθύμητες εκδηλώσεις των νόσων σε κλινικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν (Albanes et al., 1996; Omenn et al., 1996a; Omenn et al., 1996b; Rapola et al., 1997). Ένας πιθανός λόγος για τις αναποτελεσματικές κλινικές δοκιμές μπορεί να είναι το γεγονός ότι τα προστατευτικά αποτελέσματα των φρούτων και των λαχανικών πιθανότατα προκύπτουν από τη δράση των λιγότερο γνωστών αντιοξειδωτικών ενώσεων ή από ένα μείγμα αντιοξειδωτικών που υπάρχουν στα τρόφιμα. Έτσι, ένας αριθμός διαιτητικών αντιοξειδωτικών, όπως τα φλαβονοειδή, τα καροτενοειδή, οι πολυφαινόλες και τα σουλφίδια κλπ. φαίνεται να είναι βιοδραστικά και να λειτουργούν συνεργιστικά όπως και η βιταμίνη C και η βιταμίνη E (Simopoulos, 2004). Αυτή η υπόθεση οδήγησε στη σκέψη ότι πρέπει να καθοριστεί η συνολική ποσότητα των αντιοξειδωτικών που δίνουν ηλεκτρόνια στη διατροφή, προερχόμενα από ένα συνδυασμό διαφόρων αντιοξειδωτικών που απαντώνται φυσικά στα τρόφιμα. Διάφορες μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί για την αξιολόγηση της συνολικής αντιοξειδωτικής

ικανότητας των διαιτητικών φυτών (Miller and Rice-Evans,1996; Benzie and Strain, 1996; Cao et al., 1993).

ΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

1.11 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

Ως οργανικό οξύ καλείται κάθε οργανική χημική ένωση που έχει **όξι**νες ιδιότητες. Τα πιο συνηθισμένα οργανικά οξέα είναι τα **καρβοξυλικά οξέα** που περιέχουν τη χαρακτηριστική ομάδα καρβοξύλιο ή καρβοξυλομάδα(-COOH).

Τα **σουλφονικά οξέα** είναι επίσης οργανικά οξέα, λίγο πιο ισχυρά από τα καρβοξυλικά και περιέχουν την ομάδα $-SO_2OH$.

Μερικά από τα πιο γνωστά οργανικά οξέα είναι το γαλακτικό, το μηλικό, το ουρικό, το κιτρικό και το οξικό.

Τα οργανικά οξέα είναι συνήθως ασθενή οξέα, που σε αντίθεση με τα ισχυρά ανόργανα οξέα, δεν απελευθερώνουν όλα τα ιόντα υδρογόνου τους στο νερό. Όσα οργανικά οξέα έχουν μικρότερη μοριακή μάζα (π.χ. γαλακτικό και μυρμηκικό) μπορούν να αναμειχθούν με το νερό, ενώ τα οργανικά οξέα με μεγαλύτερες μοριακές μάζες, όπως το βενζοϊκό, είναι αδιάλυτα στη μοριακή τους μορφή. Ωστόσο, για την διάλυσή τους χρησιμοποιούμε οργανικούς διαλύτες (www.el.wikipedia.org).

1.11.1 Ο ρόλος των οργανικών οξέων

Τα οργανικά οξέα αποτελούν τους μεσολαβητές του κύριου μεταβολισμού του άνθρακα στα φυτικά κύτταρα. Επίσης, εμπλέκονται σε διάφορες βιοχημικές οδούς όπως είναι η γλυκόλυση, ο κύκλος του τρικαρβοξυλικού οξέος (Zell et al., 2010), ο κύκλος του γλυοξυλίου, η φωτοαναπνοή και η φωτοσύνθεση των C4 φυτών.

Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες μελέτες, τα οργανικά οξέα εμφανίζουν μη αναμενόμενους ρόλους πάνω στον έλεγχο της φυσιολογίας ολόκληρου του φυτικού κυττάρου. Οι νέοι αυτοί ρόλοι έγιναν εμφανείς από τη συνεισφορά ερευνητικών εργαστηρίων ευρέως φάσματος, τα οποία και ανέλυαν φυτά που είχαν τροποποιημένα επίπεδα αυτών των ενώσεων, βρίσκοντας εκπληκτικά αποτελέσματα (Centeno et al., 2011).

Τα οργανικά οξέα φαίνεται να παίζουν σημαντικότατο ρόλο στη διαδικασία ρύθμισης βασικών κυτταρικών διεργασιών όπως η τροποποίηση του κυτταρικού pH και η οξειδοαναγωγική διαδικασία. Συνεπώς, είναι λογικό οι ενώσεις αυτές να παίζουν επίσης ρόλο στον έλεγχο διαφόρων βιοχημικών και φυσιολογικών διεργασιών *in vivo*. Όπως αναλύεται εκτενώς στην περίπτωση των σακχάρων, αναδύεται ένας ρόλος των οργανικών οξέων ως αγγελιαφόροι (Finkemeier et al., 2013), καθώς και ένας ρόλος ως διαμορφωτές της μεταφοράς μέσω των βιολογικών μεμβρανών (Hedrich and Marten, 1993; De Angeli et al., 2013; Weinert et al., 2013). Ομοίως, ο μεταβολισμός των οργανικών οξέων στο κυτοσόλιο αποδείχθηκε ότι εμπλέκεται σε αποκρίσεις αβιοτικού στρες, όπως ο εγκλιματισμός σε ψυχρό περιβάλλον (Dyson et al., 2016).

Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία που προέκυψαν, τα οργανικά οξέα εμπλέκονται στη χημική μεταβολή των πρωτεϊνών, όπως για παράδειγμα η ακετυλίωση ή η ηλεκτυλίωση, με μεγάλο αντίκτυπο στην πρωτεϊνική δραστηριότητα *in vivo* (Zhang et al., 2011, Weinert et al., 2013). Αυτοί οι νέοι ρόλοι λοιπόν των οργανικών οξέων τα έχουν μεταφέρει στο προσκήνιο της βιοχημείας των φυτικών κυττάρων και της φυσιολογίας ολόκληρων των φυτών.

1.11.2 Το «αντιθρεπτικό» οξαλικό οξύ.

Ένα κυρίαρχο οργανικό οξύ που παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό στα πράσινα, φυλλώδη λαχανικά όπως το σταμναγκάθι είναι το οξαλικό οξύ. Το οξαλικό οξύ απαντάται φυσικά σε μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών. Το γεγονός ότι η παρουσία οξαλικού οξέος δεν φαίνεται να επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα οξαλικά άλατα σχηματίζονται σαν μηχανισμός άμυνας έναντι σε θηρευτές ή άλλων δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών (Palaniswamy, 2004). Μελέτες σε φυτά νεροϊτιάς (*Andrographis paniculata* L.) έδειξαν υψηλή συκέντρωση οξαλικού οξέος σαν μηχανισμός άμυνας σε υψηλή ένταση φωτός (Palaniswamy, 2003).

Όταν χρησιμοποιείται στην ανθρώπινη διατροφή, το οξαλικό οξύ μπορεί να συνδυαστεί με βασικά μέταλλα όπως ο σίδηρος και το ασβέστιο και να σχηματίσουν αδιάλυτα άλατα, γνωστά ως οξαλικά άλατα, εμποδίζοντας τη βιοδιαθεσιμότητά τους (Palaniswamy et al., 2004). Οι συγκεντρώσεις λοιπόν του οξαλικού οξέος στους φυτικούς ιστούς, ιδιαίτερα στα λαχανικά που καταναλώνονται καθημερινά στη διατροφή, προκαλεί ανησυχία καθώς οι υψηλές του συγκεντρώσεις έχουν αποδειχθεί ότι σχετίζονται με επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία (Palaniswamy et al., 2004).

ΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

1.12 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

Ως λιπαρά οξέα (fatty acids, FA) καλούνται τα μονοκαρβοξυλικά οξέα που έχουν μακριά ανθρακική αλυσίδα, είναι δηλαδή χημικές ουσίες που αποτελούνται από άτομα υδρογόνου, άνθρακα και οξυγόνου. Συνήθως έχουν άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα εξαιτίας του μηχανισμού βιοσύνθεσής τους. Τα λιπαρά οξέα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, **κορεσμένα λιπαρά οξέα** (saturated fatty acids, SFA) και **ακόρεστα λιπαρά οξέα** (unsaturated fatty acids, UFA). Κορεσμένα χαρακτηρίζονται εκείνα που η χημική τους ένωση δεν διαθέτει κανένα διπλό δεσμό μεταξύ των ατόμων άνθρακα στην αλειφατική τους αλυσίδα, ενώ ακόρεστα εκείνα των οποίων η χημική ένωση αποτελείται από έναν ή και περισσότερους διπλούς δεσμούς. Εάν τα κορεσμένα διαθέτουν έναν διπλό δεσμό, τότε ονομάζονται **μονοακόρεστα λιπαρά οξέα** (monounsaturated fatty acids, MUFA) και εάν διαθέτουν δύο ή και περισσότερους ονομάζονται **πολυακόρεστα λιπαρά οξέα** (polyunsaturated fatty acids, PUFA). Ακόμα, τα κορεσμένα λίπη είναι πιο στερεά σε θερμοκρασία δωματίου συγκριτικά με τα ακόρεστα.

Τα πιο γνωστά λιπαρά οξέα είναι τα εξής:

Κορεσμένα λιπαρά οξέα: παλμιτικό οξύ($\text{CH}_3[\text{CH}_2]_{14}\text{COOH}$) και στεατικό οξύ ($\text{CH}_3[\text{CH}_2]_{16}\text{COOH}$).

Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα: ελαιϊκό οξύ($\text{CH}_3[\text{CH}_2]_7\text{CH}=\text{CH}[\text{CH}_2]\text{COOH}$).

Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα: λινελαϊκό οξύ

($\text{CH}_3[\text{CH}_2]_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}[\text{CH}_2]_7\text{COOH}$ και α-λινολενικό οξύ

($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}[\text{CH}_2]_7\text{COOH}$)

(www.wikipedia.org)

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος χαρακτηρισμού των ακόρεστων εν συντομία, είναι με τις μεταβλητές X και Y, όπου το X συμβολίζει τον συνολικό αριθμό ατόμων άνθρακα και το Y τον αριθμό των διπλών δεσμών. Έτσι λοιπόν, το λινελαϊκό οξύ συμβολίζεται ως [18:2], το παλμιτικό [16:0], το παλμιτιλεϊκό [16:1] κ.α. (McMurry, 2011).

Τα λιπαρά οξέα θα μπορούσαμε να πούμε ότι ονομάζονται «έλαια» όταν βρίσκονται σε υγρή μορφή και «λίπη» όταν βρίσκονται σε στερεή. Βέβαια, πολλά λίπη και έλαια είναι επίσης ημιστερεά. Τα ακόρεστα είναι υγρά σε θερμοκρασία δωματίου λόγω της παρουσίας των διπλών και τριπλών δεσμών. Τα λιπαρά οξέα μετατρέπονται σε τριγλυκερίδια μέσω της εστεροποίησης και αποτελούν συστατικό των αποταμιευτικών λιπιδίων ή των λιπιδίων των μεμβρανών (Μανούρας, 2016).

Η βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων στους φυτικούς οργανισμούς γίνεται στους χλωροπλάστες των φύλλων ή στα προπλαστίδια των ριζών και των σπερμάτων. Τα λίπη και τα έλαια συντίθενται από την περίσσεια ακετυλοσυνενζύμου Α, ύστερα από αποδόμηση υδατανθράκων (www.wikipedia.org).

1.12.1 Τα Ω3 και Ω6 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

Ο πιο συνηθής τρόπος διάκρισης των ακόρεστων λιπαρών οξέων -κυρίως των πολυακόρεστων- βασίζεται στη θέση του πρώτου διπλού δεσμού ξεκινώντας από το πιο απόμακρο άτομο άνθρακα (CH₃-) σε σχέση με την καρβοξυλική ομάδα. Ο άνθρακας αυτός λέγεται ωμέγα-άνθρακας (ή εν συντομία Ω-άνθρακας). Γι' αυτό το λόγο λοιπόν, Ω-3 και Ω-6 χαρακτηρίζονται τα ακόρεστα λιπαρά οξέα των οποίων ο πρώτος τους διπλός δεσμός βρίσκεται στο 3^ο και το 6^ο - αντίστοιχα - άτομο άνθρακα, ξεκινώντας την αρίθμηση από το τελευταίο άτομο άνθρακα με βάση την κανονική αρίθμηση, τον ωμέγα-άνθρακα δηλαδή. Ενίοτε χρησιμοποιείται και το λατινικό n για να χαρακτηριστούν, n-3 και n-6 (McMurry, 2011).

Τα Ω-3 λιπαρά βρίσκονται κατά κανόνα στα λιπαρά ψάρια (σολωμός, σκουμπρί, σαρδέλα κ.α), στο λιναρόσπορο και τα καρύδια, ενώ τα Ω-6 σε ελαιούχους σπόρους και σπορέλαια (ηλιέλαιο, καλαμποκέλαιο κ.α). Υψηλές ποσότητες Ω-6 περιέχονται επίσης σε ξηρούς καρπούς, με τα καρύδια να αποτελούν την μοναδική πηγή Ω-3 και Ω-6 μαζί, επιδρώντας ιδιαίτερα ευεργετικά στη μείωση της χοληστερόλης στον οργανισμό του ανθρώπου (www.mednutrition.gr).

Ο οργανισμός του ανθρώπου είναι σε θέση να κάνει αλληλομετατροπές των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, όπως για παράδειγμα να μετατρέψει το λινελαϊκό σε αραχιδονικό, με ενδιάμεση μετατροπή του σε γ-λινολενικό. Ωστόσο δεν μπορεί να βιοσυνθέσει το λινελαϊκό οξύ και το α-λινολενικό οξύ από άλλες πηγές και για τον λόγο αυτό το λινελαϊκό οξύ και το α-λινολενικό οξύ πρέπει να λαμβάνονται με την τροφή.

Αυτού λοιπόν του είδους τα οξέα, που δεν μπορούν να συντεθούν από μόνα τους στον οργανισμό του ανθρώπου, ονομάζονται **απαραίτητα λιπαρά οξέα** (essential fatty acids, EFAs). Μέχρι σχετικά πρόσφατα, τα πολυακόρεστα λινελαϊκό και α-λινολενικό, μαζί, ονομάζονταν **βιταμίνη F** (Δημόπουλος και Αντωνοπούλου, 1996).

1.12.2 Τα λιπαρά οξέα και ο ρόλος τους στη διατροφή του ανθρώπου

Η ανθρωπότητα εξελίχθηκε στηριζόμενη σε μία δίαιτα, ισορροπημένη σε Ω-3 και Ω-6 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα καθώς και πλούσια σε αντιοξειδωτικά (Simopoulos et al, 2004). Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι τα άγρια εδάφιμα φυτά είναι πολύ πιο πλούσια σε λιπαρά οξέα από τα αντίστοιχα καλλιεργούμενα (Simopoulos and Salem, 1986; Simopoulos et al., 1995).

Ο καίριος ρόλος που διαδραματίζει η διατροφή του ανθρώπου στην εξέλιξη και στη γενικότερη υγεία του είναι ένα αντικείμενο που ορθώς μελετάται εντατικά και αναλυτικά, αρκετά χρόνια τώρα. Η ανθρώπινη φυσιολογία εξελίχθηκε μέσα στο πέρασμα των ετών στηριζόμενη τόσο στα φυτικά όσο και στα ζωικά προϊόντα, θαλασσινής και χερσαίας προελεύσεως (Simopoulos et al., 2004).

Εκτιμάται ότι οι πληθυσμοί από την Παλαιολιθική εποχή εξελίχθηκαν καταναλώνοντας πολύ μικρότερες ποσότητες κορεσμένων λιπαρών συγκριτικά με την τωρινή διατροφή (Eaton and Konner, 1985).

Εδώ και δύο δεκαετίες περίπου έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες μελέτες και κλινικές δοκιμές όσον αφορά στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και ειδικότερα στα Ω-3. Οι έρευνες αυτές απέδειξαν ότι τα Ω-3 είναι αναγκαία για τη φυσιολογική ανάπτυξη και εξέλιξη του οργανισμού και πιθανόν να παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και στη θεραπεία της υπέρτασης (Morris et al., 1994; Appel et al., 1993) του διαβήτη (Connor et al., 1993) κ.α. Ωστόσο, η σύγχρονη δυτική διατροφή χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα υψηλές ποσότητες Ω-6 λιπαρών οξέων (η αναλογία Ω-3 με Ω-6 φθάνει στο 10-20:1) λόγω της, άνευ εξαιρέσεως, σύστασης για μείωση των Ω-6, με σκοπό να μειωθεί η χοληστερίνη (Report of the National Cholesterol Education Program, 1988).

Έχει αποδειχθεί πώς τα άγρια, βρώσιμα φυτά έχουν υψηλότερες ποσότητες σε βιταμίνες E και C, ενώ παρέχουν και α-λινολενικό οξύ. Επίσης, εκτός από τα αντιοξειδωτικά, τα

άγρια φυτά είναι πλούσια σε φαινόλες και άλλες ενώσεις που αυξάνουν την αντιοξειδωτική τους ικανότητα, παρέχοντας επιπρόσθετη προστασία από την καρκίνο και την αθηροσκλήρωση (Salem et al., 1996). Αυτός είναι και ο πιο σημαντικός λόγος που θα πρέπει να μελετηθεί συστηματικά η αντιοξειδωτική τους ικανότητα και να δοθεί βάση στην εμπορευματοποίηση τους τόσο σε αναπτυγμένες όσο και αναπτυσσόμενες χώρες.

1.12.3 Τα κυριότερα λιπαρά οξέα στη διατροφή του ανθρώπου.

Οι διαιτητικές συνήθειες στις δυτικές χώρες περιέχουν ολοένα και αυξανόμενες ποσότητες λινολενικού οξέος, το οποίο προωθείται καθώς συμβάλει στη μείωση της χοληστερίνης (Simopoulos et al., 2004). Ως γνωστόν, διατροφή πλούσια σε λινολενικό οξύ ευνοεί την οξειδωτική τροποποίηση της LDL χοληστερόλης (Reaven et al., 1991) και αυξάνει την ανταπόκριση των αιμοπεταλίων στην συσσωμάτωση (Renaud, 1986b). Σύμφωνα με τους Renaud et al., (1986a), η πρόσληψη α-λινολενικού οξέος σχετίζεται με ανασταλτικές επιδράσεις στην δραστηριότητα θρόμβωσης των αιμοπεταλίων και στην απόκρισή τους στη θρομβίνη. Κλινικές μελέτες των Berry and Hirsch (1986) έδειξαν ότι το α-λινολενικό οξύ συνεισφέρει στη μείωση της αρτηριακής πίεσης ενώ επιδημιολογική μελέτη των Ascherio et al., (1996) έδειξε ότι το α-λινολενικό οξύ σχετίζεται αντιστρόφως με τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου στους άνδρες.

Η βιολογική επίδραση του α-λινολενικού οξέος δεν είναι ισοδύναμη με τα μακράς αλυσίδας Ω-3 που βρίσκονται στα θαλάσσια έλαια. Το εικοσιπεντανοϊκό οξύ και το δοκοσαεξανοϊκό ενσωματώνονται γρηγορότερα στα πλάσμα και στις μεμβράνες των λιπιδίων, παράγοντας έτσι ταχύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με το α-λινολενικό (Indu and Ghafoor, 1992).

Το λινολενικό έχει βρεθεί, σε σχετικά μεγάλα αποθέματα, στο σωματικό λίπος των αυστηρώς χορτοφάγων ή παμφάγων των δυτικών κοινωνιών και τείνει να επιβραδύνει τον σχηματισμό των Ω-3 από το α-λινολενικό οξύ (Simopoulos et al., 2004).

Προκύπτει λοιπόν πως ο ρόλος του α-λινολενικού οξέος στην ανθρώπινη διατροφή είναι σημαντικός από μακροπρόθεσμη σκοπιά. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που φέρει το α-λινολενικό έναντι των Ω-3 λιπαρών οξέων που προέρχονται από τα ψάρια είναι το γεγονός ότι η ανεπαρκής πρόσληψη βιταμίνης E δεν υφίσταται όταν η πρόσληψη του α-λινολενικού προέρχεται από φυτικές πηγές ενώ αρκετές μελέτες δείχνουν ότι το α-

λινολενικό οξύ μετατρέπεται σε εικοσιπεντανοϊκό και σε δοκοσαεξανοϊκό στον άνθρωπο, που σημαίνει ότι πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη οι χερσαίες πηγές πρόσληψης Ω-3 λιπαρών οξέων (Simopoulos et al., 2004).

Η πρόσληψη Ω-3 λιπαρών οξέων εμφανίζεται πολύ χαμηλότερη στις μέρες μας εξαιτίας της μείωσης της κατανάλωσης ψαριών αλλά και της βιομηχανικής παραγωγής ζωοτροφών πλούσιες σε σιτηρά που περιέχουν Ω-6 λιπαρά οξέα, οδηγώντας σε παραγωγή κρέατος πλούσιο σε Ω-6 αλλά φτωχό σε Ω-3 λιπαρά οξέα (Crawford, 1968).

Το ίδιο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε στα ψάρια από ιχθυοκαλλιέργεια (Simopoulos and Salem, 1989) και σε αυγά κότας (Van Vliet and Katan, 1990).

Δυστυχώς οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας στοχεύουν περισσότερο στην παραγωγή, παραγκονίζοντας τη διατροφική σημασία, παράγοντας φυτά και ζωικά προϊόντα φτωχά σε Ω-3 λιπαρά οξέα (Simopoulos and Salem, 1986; Simopoulos et al., 1995).

Με την αναλογία των Ω-3 προς Ω-6 να είναι εξαιρετικά σημαντική, οι Simopoulos et al., (1999) ορίζουν ιδανικά αυτή να βρίσκεται στην περιοχή 1:1 έως 4:1.

ΤΑ ΣΑΚΧΑΡΑ

1.13 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΣΑΚΧΑΡΑ

Οι υδατάνθρακες ή αλλιώς σάκχαρα (από το όνομα «σάκχαρις» ή αλλιώς ζάχαρη) είναι οργανικές ουσίες που αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Η ονομασία τους οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε μόριο άνθρακα είναι ενωμένο με δύο μόρια υδρογόνου και ένα μόριο οξυγόνου, δηλαδή με ένα μόριο νερού (www.el.wikipedia.gr).

Η ταξινόμηση των υδατανθράκων διακρίνεται σε **μονοσακχαρίτες**, **δισακχαρίτες** και **πολυσακχαρίτες**, σύμφωνα δηλαδή με τον αριθμό ατόμων άνθρακα που περιέχουν και βάσει των πόσων βασικών τύπων συνδυάζονται σε μεγαλύτερα μόρια.

Οι **μονοσακχαρίτες** είναι τα πιο κοινά σάκχαρα που απαντώνται στη φύση, περιέχουν πέντε ή έξι άτομα άνθρακα και καλούνται πεντόζες ή εξόζες αντίστοιχα.

Ως **δισακχαρίτες** καλούνται δύο συνδεδεμένοι μεταξύ τους μονοσακχαρίτες ενώ μια αλυσίδα των ανωτέρων καλείται **πολυσακχαρίτης**.

Οι μονοσακχαρίτες και οι δισακχαρίτες ονομάζονται σάκχαρα ενώ οι πολυσακχαρίτες αποτελούν τους πολυσύνθετους υδατάνθρακες.

Μονοσακχαρίτες είναι οι υδατάνθρακες που αποτελούνται από ένα μόριο σακχάρου. Διακρίνονται σε τριόζες, τετρόζες, πεντόζες, εξόζες κλπ. ανάλογα εάν έχουν 3C, 4C, 5C, 6C κλπ.

Οι **ολισακχαρίτες** είναι ολιγομοριακές ενώσεις μονοσακχαριτών (μέχρι 10 μόρια) που συνδέονται με γλυκοζιτικούς δεσμούς. Διακρίνονται σε δισακχαρίτες, τρισακχαρίτες κ.λπ., με σπουδαιότερους τους δισακχαρίτες εξοζών.

Οι πολυσακχαρίτες είναι πολυμερή μονοσακχαριτών και διακρίνονται σε ομοπολυσακχαρίτες όταν αποτελούνται μόνον από ίδιους μονοσακχαρίτες και σε ετεροπολυσακχαρίτες όταν περιέχουν διαφορετικούς μονοσακχαρίτες ή και παράγωγα μονοσακχαριτών (www.kallipos.gr).

1.13.1 Ταξινόμηση των σακχάρων

- Οι μονοσακχαρίτες περιλαμβάνουν τη **γλυκόζη**, τη **φρουκτόζη** και την **γαλακτόζη**, που αποτελούν και τις πλέον σημαντικές εξόζες για τον ανθρώπινο μεταβολισμό.

Η γλυκόζη κυκλοφορεί στο αίμα ως αποτέλεσμα της πέψης των δισακχαριτών και πολυσακχαριτών. Βρίσκεται άφθονη στα φρούτα, το μέλι και τη ζάχαρη και αποτελεί το μοναδικό καύσιμο του εγκεφάλου και του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος.

Η φρουκτόζη ή αλλιώς οπωροσάκχαρο απαντάται στα σύκα, στο μέλι και στη ζάχαρη και είναι πιο γλυκιά από τη γλυκόζη.

Η γαλακτόζη είναι συστατικό της λακτόζης και περιέχεται στο γάλα και σε μερικές φυτικές ουσίες.

- Οι δισακχαρίτες περιλαμβάνουν τη **σακχαρόζη**, τη **μαλτόζη** και τη **λακτόζη**.
- Τέλος, οι πολυσακχαρίτες αποτελούνται από τα άμυλα, το γλυκογόνο, την πηκτίνη, τις δεξτρίνες και την κυτταρίνη.

Οι δύο σημαντικοί πολυσακχαρίτες είναι το **άμυλο** και το **γλυκογόνο** (ζωικό άμυλο) που αποτελούν ουσιαστικά αποθήκες ενέργειας. Το άμυλο και το γλυκογόνο που βρίσκονται στις τροφές μεταβολίζονται στον άνθρωπο πρώτα σε γλυκόζη και στη συνέχεια σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό (McMurry, 2011).

1.13.2 Διακρίσεις των σακχάρων

Οι υδατάνθρακες είναι πολυϋδρόξυ-αλδεΐδες (αλδόζες) ή πολυ-ϋδρόξυ-κετόνες (κετόζες) και πολλές ενώσεις έχουν τον εμπειρικό τύπο $C_x(H_2O)_y$ απ' όπου πήραν και το όνομά τους, δηλαδή ενώσεις του άνθρακα με το νερό.

Συνήθως ο λόγος του υδρογόνου προς το οξυγόνο είναι 2:1. Η γλυκόζη και τα πολυμερή της, μεταξύ αυτών το άμυλο και η κυτταρίνη, εκτιμώνται ως οι πλέον άφθονες οργανικές χημικές ενώσεις στη Γη, ξεπερνώντας σε ποσότητα ακόμα και τις μεγάλες αποθήκες καυσίμων υδρογονανθράκων στο φλοιό της Γης.

Οι υδατάνθρακες, μαζί με τις πρωτεΐνες, τα λίπη, τα μέταλλα, τις βιταμίνες και το νερό αποτελούν μία από τις έξι κατηγορίες θρεπτικών, απαραίτητων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι παρόντες στις τροφές σε εύπεπτη ή άπεπτη μορφή. Η εύπεπτη είναι και η σημαντικότερη πηγή ενέργειας. Αυτοί που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν,

κυρίως κάποιες μορφές κυτταρίνης, είναι ωφέλιμοι καθώς προσθέτουν όγκο στις τροφές. Άριστες πηγές υδατανθράκων αποτελούν τα όσπρια, οι κόνδυλοι, τα ολόκληρα σιτηρά, τα λαχανικά, τα φρούτα και το μέλι.

Τα φυτά χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για να συνδυάσουν το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό ώστε να παράγουν υδατάνθρακες. Οι περισσότεροι φυτικοί υδατάνθρακες δε μπορούν να μεταβολιστούν άμεσα από τα σπονδυλωτά. Παρ' όλα αυτά, ορισμένα βακτήρια τα οποία εντοπίζονται στην εντερική οδό ορισμένων σπονδυλωτών αποικοδομούν τους φυτικούς υδατάνθρακες σε απορροφήσιμα μόρια.

Η ανθρώπινη εντερική οδός δεν διαθέτει το ένζυμο το οποίο διασπά την κυτταρίνη σε μόρια σακχάρων αλλά οι άνθρωποι διασπούν το άμυλο σε μαλτόζη μέσω σιελικών και παγκρεατικών αμυλασών (www.iatronet.gr).

1.13.3 Λειτουργία και μεταβολισμός των σακχάρων

Οι υδατάνθρακες αποτελούν βασική πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο καλύπτοντας περίπου το 50% των ημερήσιων του αναγκών. Αποθηκεύονται στο σώμα ως γλυκογόνο, κυρίως στο ήπαρ και στους μυς αλλά και σε όλους τους ιστούς. Η γλυκόζη ως μία σημαντική μορφή αποθηκευμένης ενέργειας έχει τη δυνατότητα να κινητοποιηθεί από αυτά τα μέρη.

Οι υδατάνθρακες απορροφούνται σε τρεις μορφές: γλυκόζη, φρουκτόζη ή γαλακτόζη. Οι δύο τελευταίες μετατρέπονται σε γλυκόζη από το ήπαρ και χρησιμοποιούνται για την παροχή ενέργειας, ειδικά αποθηκεύονται αφού μετατραπούν πρώτα σε γλυκογόνο. Οποιαδήποτε στιγμή χρειαστεί ο οργανισμός απόθεμα ενέργειας, το γλυκογόνο είναι μεταβολικά διαθέσιμο (www.chemist.gr).

1.14 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δεδομένης της περιορισμένης πληροφορίας σχετικά με τις καλλιεργητικές πρακτικές που απαιτούνται για την ορθή καλλιέργεια εναλλακτικών λαχανευόμενων ειδών όπως το σταμαναγκάθι, η παρούσα μελέτη είχε σαν στόχο τον προσδιορισμό των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του φυτού έπειτα από τη μεταχείρισή του με έξι διαφορετικές αναλογίες νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου και πιο συγκεκριμένα: α) 100:0 NO₃: NH₄ άζωτο, β) 75:25 NO₃: NH₄ άζωτο, γ) 50:50 NO₃: NH₄ άζωτο, δ)

25:75 NO₃: NH₄ άζωτο, ε) 0:100 NO₃: NH₄ άζωτο, και στ) 100% ουρία. Η εφαρμογή των συγκεκριμένων μεταχειρίσεων έγινε με σκοπό να βρεθεί η απόκριση του φυτού στην εφαρμοζόμενη πηγή αζώτου και να διαπιστωθούν τυχόν τοξικότητες από την υψηλή ποσότητα αμμωνιακού ή ουρικού αζώτου.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα έλαβε χώρα στο μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ενώ οι μετρήσεις των ποσοτικών χαρακτηριστικών έγιναν στο χώρο του εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών κατά το χρονικό διάστημα Φεβρουαρίου 2017-Απριλίου 2017.

2.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Σπορόφυτα σταμναγκαθιού, προερχόμενα από φυτώριο της Κρήτης, μεταφυτεύθηκαν στο θερμοκήπιο της σχολής, στο στάδιο των 3-4 φύλλων τους, σε πλαστικούς δίσκους των 150 θέσεων και σε υπόστρωμα τύρφης. Κατά τη διαδικασία αυτή επιλέχθηκαν τα πιο υγιή και εύρωστα σπορόφυτα, που θα έμεναν για περίπου 15 μέρες στο θερμοκήπιο, ώστε να επιλεγούν στη συνέχεια τα καταλληλότερα και ανθεκτικότερα εξ αυτών για την έναρξη του πειράματος σε γλάστρες. Η σπορά τους πραγματοποιήθηκε στις 27/09/2016 στο φυτώριο. Η πρώτη μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε στις 31/01/2017 στο θερμοκήπιο της σχολής και ποτίστηκαν με νερό ύδρευσης ενώ η 2^η μεταφύτευση για την έναρξη του πειράματος έγινε στις 14/02/2017, σε πλαστικές γλάστρες των 2 L, που περιείχαν επίσης τύρφη (Klassman-Delmann KTS2) και περλίτη σε αναλογία 1:1 (ο/ο). Έξι διαφορετικές μεταχειρίσεις εφαρμόστηκαν στη συνέχεια, ονομαστικά (1) 100:00, (2) 75:25, (3) 50:50, (4) 25:75, (5) 0:100 NO₃:NH₄ και (6) ουρία. Κάθε γλάστρα περιείχε ένα μόνο φυτό ενώ κάθε μεταχείριση αποτελούταν από 15 γλάστρες στο σύνολο.

Οι γλάστρες παρέμειναν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου για πέντε εβδομάδες και κατόπιν αύξησης της θερμοκρασίας κλίματος, μεταφέρθηκαν στο ύπαιθρο, στον εξωτερικό του χώρο. Οι μέσες θερμοκρασίες της εποχής κυμάνθηκαν στους 8-20 °C τον Φεβρουάριο, στους 7-25 °C τον Μάρτιο και στους 7-26 °C τον Απρίλιο.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, τα φυτά ποτίστηκαν με τα αντίστοιχα θρεπτικά διαλύματα.

Σε κάθε μεταχείριση αντιστοιχούσε και ένα πλαστικό βαρέλι των 100 L H₂O που περιείχε το αντίστοιχο θρεπτικό διάλυμα και pH ρυθμισμένο περίπου στο 6,8.

2.2 ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ

Τα επί μέρους διαλύματα δημιουργήθηκαν με τις κατάλληλες ποσότητες των ακόλουθων λιπασμάτων:

1. Νιτρική αμμωνία (34.5% συνολικό άζωτο σε αναλογία 1:1 για NO₃-N:NH₄-N)
2. Νιτρικό κάλιο (13.5% νιτρικό άζωτο και 46% οξείδιο του καλίου)
3. Νιτρικό μαγνήσιο (11% νιτρικό άζωτο και 15% οξείδιο του μαγνησίου)
4. Φωσφορικό μονοκάλιο (52% P₂O₅ και 34% K₂O)
5. Αμμωνιακόθειϊκό άλας (21% αμμωνιακό άζωτο και 24% SO₃)
6. Φωσφορικό μονοαμμώνιο (12% αμμωνιακό άζωτο και 62% P₂O₅)
7. Ουρία (46% ουρικό άζωτο)

Πίνακας 2. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος για κάθε μεταχείριση (mg L⁻¹).

Είδος λιπάσματος	Μεταχειρίσεις (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)					
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100	Urea
Ολικό άζωτο	200	200	200	200	200	200
NO₃⁻	200	150	100	50	0	0
NH₄⁺	0	50	100	150	200	0
Ουρία	0	0	0	0	0	200
K	200	200	200	200	200	200
P	200	200	200	200	200	200
Ca	0	0	0	0	0	0
Mg	178.3	136.3	0	0	0	0
S	0	0	0	136.4	252.8	24.0

2.3 ΥΛΙΚΑ

2.3.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των ποσοτικών χαρακτηριστικών

- Χάρακας
- Χάρτινα σακουλάκια εμπορίου
- Ψαλίδι
- Ζυγαριά ακριβείας
- Φούρνος αποξήρανσης

2.3.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο θερμοκήπιο

- Τύρφη
- Πλαστικοί δίσκοι σποράς των 150 θέσεων
- Νερό βρύσης
- Ποτιστήρια
- Πλαστικά βαρέλια των 100 L
- Ταμπελάκια
- Πλαστικές γλάστρες των 2 L
- Ποτήρι ζέσεως
- Διαλύματα λιπασμάτων

2.4 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

- Μεταφύτευση των υγιέστερων σπορόφυτων σε δίσκους σποράς των 150 θέσεων με υπόστρωμα τύρφης
- Μεταφύτευση στις πλαστικές πειραματικές γλάστρες των 2L
- Υδρολίπανση με τα διαλύματα
- Κοπή φυτικών δειγμάτων

2.5 ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΦΥΤΕΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΕΩΝ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

31/01/2017: 1^η μεταφύτευση και πότισμα με νερό ύδρευσης

04/02/2017: Πότισμα με νερό ύδρευσης

09/02/2017: Πότισμα με νερό ύδρευσης

14/02/2017: 2^η μεταφύτευση στις γλάστρες του πειράματος/υδρολίπανση (50 mL)

21/02/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

28/02/2017: Υδρολίπανση (50 mL)

08/03/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

21/03/2017: Μεταφορά στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου/υδρολίπανση (100mL)

23/03/2017: Υδρολίπανση (50 mL)

26/03/2017: Υδρολίπανση (150 mL)

29/03/2017: Υδρολίπανση (150 mL)

06/04/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

13/04/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

20/04/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

26/04/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

29/04/2017: Υδρολίπανση (100mL)

02/05/2017: Υδρολίπανση (100 mL)

05/05/2017: Υδρολίπανση (100 mL)



Εικόνα 3. Μεταφύτευση στις γλάστρες του πειράματος (14/02/2017)



Εικόνα 4 Μεταφορά στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου (21/03/2017)

Από το ημερολόγιο των λιπάνσεων προκύπτει πως οι γλάστρες του πειράματος έλαβαν συνολικά **1450 mL θρεπτικού διαλύματος** ενώ κάθε γλάστρα έλαβε **290 mg ολικού αζώτου**. Για την αντιστοίχιση της συγκεκριμένης ποσότητας αζώτου σε καλλιέργεια σε έδαφος θεωρούμε ως βάθος ριζοστρώματος τα 15 εκ., οπότε αγρός με επιφάνεια 1 στρέμμα αντιστοιχεί σε 300 m³ εδάφους ή 150.000 λίτρα. Η κάθε γλάστρα είχε όγκο 2 λίτρα οπότε η ποσότητα των 290 mg ανά γλάστρα αντιστοιχεί σε ποσότητα σε 21,75 κιλά αζώτου ή μονάδες αζώτου ανά στρέμμα.

2.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά προέκυψαν ύστερα από 3 κοπές στο σύνολο και συγκεκριμένα στις **22/03/2017**, **06/04/2017** και **25/04/2017**. Τα φυτά εξακολουθούσαν να υδρολιπαίνονται μέχρι και τις 05/05/2017 ενώ το πείραμα έληξε στις 08/05/2017

λόγω της ολοκλήρωσης του κύκλου ανάπτυξής τους. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε κάθε φορά παρέμεινε η ίδια.

Κάθε φορά που παρατηρούνταν ανάπτυξη των φυτών στο επιθυμητό μέγεθος, μετρούνταν επί τόπου η διάμετρος της ροζέτας κάθε μεταχείρισης και αφού κόβονταν όλα τα φύλλα με ψαλίδι, μεταφέρονταν στο εργαστήριο. Ακολουθούσε η καταγραφή του αριθμού των φύλλων και η μέτρηση του νωπού βάρους. Στη συνέχεια αποθηκεύονταν η μισή περίπου ποσότητα του νωπού υλικού σε πλαστικά σακουλάκια, σε συνθήκες βαθιάς κατάψυξης (-80°C). Τα δείγματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την ποιοτική τους ανάλυση.

Για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους χρησιμοποιήθηκαν τα υπόλοιπα φρέσκα φύλλα που αποξηράθηκαν σε χάρτινα σακουλάκια, σε φούρνο του εργαστηρίου στους 72°C για 48 περίπου ώρες.

Το ποσοστό του νερού υπολογίστηκε σαν εκατοστιαίο ποσοστό της διαφοράς του ξηρού βάρους από το αρχικό νωπό.

2.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Οι ποιοτικές αναλύσεις έγιναν σε δείγματα νωπού υλικού, μετά από λυοφιλοποίηση και τρίψιμο σε ηλεκτρικό μύλο για την μετατροπή τους σε σκόνη. Στη συνέχεια 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 περιλάμβαναν τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των δειγμάτων σε σάκχαρα, τοκοφερόλες, οργανικά και λιπαρά οξέα. Ακολουθεί η περιγραφή των πρωτόκολλων για την κάθε ανάλυση.

2.7.1 Η ανάλυση των σακχάρων

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 x

250mm, 5 μm , Knauer), λειτουργώντας στους 35 °C (φούρνος Grace 7971 R) για χρωματογραφικό διαχωρισμό (Barros et al., 2013a).

Η ισοκρατική έκλουση 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 έκλουσης 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.

2.7.2 Η ανάλυση των οργανικών οξέων

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. (2013b). 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 ακολούθησε 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 SphereClone (Phenomenex) C18 αναστροφής φάσης (5 μm , 250 × 4.6 mm εσωτερική διάμετρος) ρυθμισμένης σε θερμοκρασία 35 °C. Η έκλουση των ουσιών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση θεικού 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.

2.7.3 Η ανάλυση των λιπαρών οξέων

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 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 νάilon των 0,2 μm (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 × 0.32 mm εσωτερική διάμετρος, 0.25 μm, 50% cyanopropyl-methyl-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.

2.7.4 Η ανάλυση των τοκοφερολών

Η ανάλυση των τοκοφερολών επιτεύχθηκε με τη χρήση υψηλής απόδοσης υγρή χρωματογραφία (HPLC), με βάση τη μέθοδο των Barros et al. (2013a). Διάλυμα

βουτυλιωμένου υδροξυτολουολίου σε κανονικό εξάνιο (10 mg/mL; 100 μ L) και διάλυμα εσωτερικού προτύπου σε κανονικό εξάνιο (tocol; 50 μ g/mL; 400 μ L) 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 άνυδρο θειικό νάτριο, φιλτραρίστηκαν με τη χρήση νάιλον φίλτρων 0,2 μ m (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 \times 4,6 mm εσωτερική διάμετρο, 5 μ m, Polyamide II, με μια στήλη προστασίας των 10 mm \times 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.

2.8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν μονοπαραγοντικό και ακολούθηθηκε το Εντελώς Τυχαίοποιημένο Σχέδιο. Για το πείραμα είχαμε 6 διαφορετικές επεμβάσεις αζώτου με 15 φυτά για κάθε επεμβάση. Για την σύγκριση των επεμβάσεων αζωτούχου

λίπανσης στο σταμναγκάθι έγινε ανάλυση της διασποράς (ANOVA), ενώ για την σύγκριση των μέσων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ). Για τη σύγκριση των φυτικών ειδών χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο του Tukey 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Πίνακας 3. Επίδραση της λίπανσης στην ανάπτυξη φυτών *Cichorium spinosum* κατά την πρώτη κοπή.

Μεταχείριση (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)	Νωπό βάρος (g)	Διάμετρος ροζέτας (cm)	Αριθμός φύλλων	Ξηρό βάρος (g)
100:0	13,9±2,6 βγ	25,9±6,6 αβ	12.9±3.4 γ	9.1±1.3 αβ
75:25	15,7±4,3 αβ	29,1±8,7 α	17.4±6.1 α	8.8±1.0 β
50:50	13,2±1,7 γδ	22,9±5,8 βγ	14.5±4.6 αβγ	9.8±0.9 αβ
25:75	13,5±1,6 γ	24,1±3,8 βγ	13.9±2.6 βγ	10.6±0.2 α
0:100	16,7±3,2 α	26,0±5,5 αβ	16.7±5.3 αβ	9.4±08 αβ
Ουρία	11,3±1,4 δ	21,2±4,6 γ	9.1±3.0 δ	10.1±1.1 αβ

Σε κάθε στήλη, τα μικρά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σύμφωνα με το τεστ Tukey's HSD test (p=0.05).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της 1^{ης} κοπής, οι μεταχειρίσεις 75:25 και 0:100 σημείωσαν το μεγαλύτερο **νωπό βάρος**, ακολουθούμενες από τις μεταχειρίσεις 100:0, 25:75 και 50:50, όπου οι μεταχειρίσεις 50:50 και 25:75 σημείωσαν σχεδόν ίδιες ποσότητες νωπού βάρους. Η ουρία δεν προκύπτει ωφέλιμη για το νωπό βάρος, παρουσιάζοντας την χαμηλότερη τιμή.

Όσον αφορά στη **διάμετρο της ροζέτας**, η υψηλότερη τιμή της παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 75:25, ακολουθούμενη από τις 0:100, 100:0 και 25:75, οι οποίες ωστόσο δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ τους. Και εδώ η ουρική μορφή σημείωσε τη μικρότερη τιμή για τη διάμετρο ροζέτας.

Ο μέγιστος **αριθμός φύλλων** παρατηρήθηκε στις μεταχειρίσεις 75:25 και 0:100, ακολουθούμενος από τις μεταχειρίσεις 50:50, 25:75 και 100:0. Η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με ουρία.

Τέλος, η μεταχείριση 25:75 σημείωσε τη μεγαλύτερη τιμή στο **ξηρό βάρος**, ακολουθούμενη από την ουρική μορφή, ενώ ακολουθούν οι μεταχειρίσεις 50:50, 0:100, 100:0 και 75:25, χωρίς να παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Πίνακας 4. Επίδραση της λίπανσης στην ανάπτυξη φυτών *Cichorium spinosum* κατά τη δεύτερη κοπή.

Μεταχείριση (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)	Νωπό βάρος (g)	Διάμετρος ροζέτας (cm)	Αριθμός φύλλων	Ξηρό βάρος (g)
100:0	12.9±2.2 α	25.3±3.7 α	7.7±4.3 γ	6.7±0.9 β
75:25	12.1±3.1 α	22.8±5.4 β	7.7±2.4 γ	6.4±0.7 β
50:50	10.7±0.9 β	20.6±3.7 β	8.1±3.0 βγ	4.9±1.7 β
25:75	12.5±2.5 α	21.7±5.5 β	8.7±3.0 β	6.7±1.0 γ
0:100	11.9±1.0 α	21.3±2.7 β	9.5±5.0 α	9.5±1.1 α
Ουρία	10.6±0.8 β	18.7±3.3 γ	9.3±3.3 α	7.1±0.5 β

Σε κάθε στήλη, τα μικρά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σύμφωνα με το τεστ Tukey's HSD test (p=0.05).

Στη 2^η κοπή, η μεταχείριση 100:0 σημείωσε τη μεγαλύτερη τιμή σε **νωπό βάρος**, ακολουθούμενη από τις 25:75 και 75:25, που δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και εν συνεχεία, από τις 0:100 και 50:50. Η μεταχείριση με ουρία σημείωσε τη χαμηλότερη τιμή.

Η μεγαλύτερη **διάμετρος ροζέτας** παρατηρήθηκε στις μεταχειρίσεις 100:0 και 75:25, ακολουθούμενες από τις 25:75, 0:100 και 50:50, που δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Η ουρική μορφή είχε τη χαμηλότερη τιμή.

Οι μεταχειρίσεις 0:100 και ουρία είχαν σαν αποτέλεσμα τη διαμόρφωση του μεγαλύτερου **αριθμού φύλλων**, ακολουθούμενες από τις μεταχειρίσεις 25:75 και 50:50 που παρουσιάζουν σχεδόν ίδιες τιμές. Οι χαμηλότερες παρατηρήθηκαν στις μεταχειρίσεις 100:0 και 75:25, που δεν παρουσιάζουν διαφορά στην τιμή τους.

Οι μεγαλύτερες τιμές σε **ξηρό βάρος** παρατηρήθηκαν στις μεταχειρίσεις 0:100 και ουρία, ακολουθούμενες από τις 25:75 και 100:0 που δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους, ενώ η μεταχείριση 50:50 σημείωσε τη χαμηλότερη τιμή.

Πίνακας 5. Επίδραση της λίπανσης στην ανάπτυξη φυτών *Cichorium spinosum* κατά την τρίτη κοπή.

Μεταχείριση (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)	Νωπό βάρος (g)	Διάμετρος ροζέτας (cm)	Αριθμός φύλλων	Ξηρό βάρος (g)
100:0	19.0±4.5 α	27.3±7.2 α	19.9±6.8 α	8.6±0.9 γ
75:25	14.4±2.9 β	19.9±4.4 β	17.9±6.8 β	11.7±0.8 β
50:50	12.8±1.3 γ	19.6±3.4 β	15.4±4.5 γ	11.5±1.3 β
25:75	15.1±4.0 β	26.9±8.7 α	12±6.0 ε	14.1±0.3 α
0:100	13.2±2.1 γ	19.1±4.9 β	13.9±5.7 δ	11.3±0.2 β
Ουρία	11.8±1.2 δ	19.9±4.1 β	11.5±4.3 ε	10.8±0.4 β

Σε κάθε στήλη, τα μικρά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σύμφωνα με το τεστ Tukey's HSD test (p=0.05).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της 3^{ης} κοπής, η μεταχείριση 100:0 σημείωσε τη μεγαλύτερη τιμή σε **νωπό βάρος** του φυτού, ακολουθούμενη από τη μεταχείριση 25:75 και τη μεταχείριση 75:25. Οι επόμενες μεταχειρίσεις (0:100 και 50:50) δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στην ουρία.

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και για τη **διάμετρο ροζέτας**, όπου οι μεταχειρίσεις 100:0 και 25:75 σημείωσαν τις υψηλότερες τιμές, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις (75:25, ουρία, 50:50 και 0:100) δεν σημείωσαν στατιστικές διαφορές μεταξύ τους.

Η μεγαλύτερη διαμόρφωση **αριθμού φύλλων** παρατηρήθηκε στις μεταχειρίσεις 100:0 και 75:25, ακολουθούμενη από τη μεταχείριση 50:50, ενώ οι μεταχειρίσεις 25:75, 0:100 και ουρία δεν παρουσίασαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους.

Τέλος, όσον αφορά στο **ξηρό βάρος** του φυτού, η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 25:75, ενώ η χαμηλότερη στην 100:0. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις (75:25, 50:50, 0:100 και ουρία) δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Πίνακας 6. Επίδραση της λίπανσης στο συνολικό βάρος και αριθμό φύλλων φυτών *Cichorium spinosum*.

Μεταχείριση (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)	Τελικό νωπό βάρος (g)	Συνολικός αριθμός φύλλων
100:0	45.8 α	40.5 β
75:25	42.2 β	43.0 α
50:50	36.7 γ	38.0
25:75	41.1 β	34.6 γ
0:100	41.8 β	40.1 β
Ουρία	33.7 δ	29.9 δ

Σε κάθε στήλη, τα μικρά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σύμφωνα με το τεστ Tukey's HSD test (p=0.05).

Οι μεταχειρίσεις 100:0 και 75:25 παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές όσον αφορά στο **τελικό νωπό βάρος** του φυτού. Ακολουθούν οι 25:75 και 0:100 χωρίς διαφορές μεταξύ τους, ενώ οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στις μεταχειρίσεις 50:50 και ουρία.

Στο **συνολικό αριθμό φύλλων** που σχηματίστηκαν, η μεταχείριση 75:25 παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή. Οι μεταχειρίσεις 100:0 και 0:100 δεν προκύπτει να διαφέρουν μεταξύ τους, ενώ ακολουθούν οι μεταχειρίσεις 50:50 και 25:75. Η ουρική μορφή αζώτου σημείωσε τη χαμηλότερη τιμή.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Πίνακας 7. Περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες στο *Cichorium spinosum* (mg/100g dw)(mean ± SD)

Μεταχείριση (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)	α-τοκοφερόλη	δ-τοκοφερόλη	Σύνολο
100:0	2.09±0.01α	2.60±0.02 α	4.69±0.01α
75:25	1.19±0.01 δ	1.78±0.09 γ	3.0±0.1 δ
50:50	2.05±0.04 α	1.41±0.01 δ	3.5±0.1 γ
25:75	1.83±0.01 β	1.85±0.01 β	3.68±0.01β
0:100	1.74±0.01 γ	1.78±0.05 γ	3.5±0.1 γ
Ουρία	1.70±0.02 γ	1.28±0.05 ε	2.98±0.06 δ

Σε κάθε στήλη, τα μικρά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σύμφωνα με το τεστ Tukey's HSD test (p=0.05).

Οι υψηλότερες τιμές σε **α-τοκοφερόλη** στο φυτό παρατηρήθηκαν στις μεταχειρίσεις 100:0 και 50:50, ακολουθούμενες από τις 25:75, 0:100 και ουρία, ενώ η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 75:25.

Και στη **δ-τοκοφερόλη**, η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 100:0, ακολουθούμενη από την 25:75. Οι μεταχειρίσεις 75:25 και 0:100 δεν παρουσίασαν στατιστικές διαφορές μεταξύ τους. Η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στην ουρική μορφή αζώτου.

Συνολικά στις τοκοφερόλες, η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 100:0 ενώ οι υπόλοιπες δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Πίνακας 8. Περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο *Cichorium spinosum* (mg/100g dw)(mean ± SD)

Μεταχείριση (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)	Φρουκτόζη	Γλυκόζη	Σακχαρόζη	Σύνολο
100:0	1.51±0.03 β	1.99±0.04 ε	2.4±0.1 δ	5.9±0.1 ε
75:25	1.64±0.05 α	2.6±0.1 β	2.69±0.03 γ	6.9±0.1 γ
50:50	1.44±0.06 γ	2.49±0.08 γ	3.48±0.01 α	7.42±0.01β
25:75	1.69±0.07 α	2.79±0.03 α	3.15±0.09 β	7.6±0.2 α
0:100	1.47±0.05 β	2.1±0.1 δ	3.1±0.2 β	6.7±0.4 δ
Ουρία	1.41±0.08 γ	2.1±0.1 δ	3.46±0.03 α	6.9±0.2 γ

Σε κάθε στήλη, τα μικρά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σύμφωνα με το τεστ Tukey's HSD test (p=0.05).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα, οι μεταχειρίσεις 75:25 και 25:75 σημείωσαν τις υψηλότερες τιμές σε **φρουκτόζη**, ακολουθούμενες από τη μεταχείριση 100:0, ενώ οι μεταχειρίσεις 50:50, 0:100 και ουρία δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

Η υψηλότερη τιμή για τη **γλυκόζη** παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 25:75, ακολουθούμενη από την 75:25 και την 50:50. Οι μεταχειρίσεις 0:100 και ουρία παρουσιάζουν την ίδια τιμή, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 100:0.

Οι μεταχειρίσεις 50:50 και ουρία σημείωσαν τις υψηλότερες τιμές σε **σακχαρόζη**, ακολουθούμενες από τις 25:75 και 0:100, που δεν παρουσιάζουν στατιστικές διαφορές μεταξύ τους, όπως και οι μεταχειρίσεις 75:25 και 100:0, που σημείωσαν τις χαμηλότερες τιμές.

Πίνακας 9. Περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα του *Cichorium spinosum* (mg/100g dw)(mean ± SD).

Μεταχείριση (NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺)	Οξαλικό οξύ	Κουινικό οξύ	Μαλικό οξύ	Κιτρικό οξύ	Φουμαρικό οξύ	Σύνολο οργανικών οξέων
100:0	5.61±0.01α	9.84±0.07α	3.18±0.01α	1.86±0.01α	ίχνη	20.50±0.08α
75:25	5.31±0.03β	9.06±0.02β	2.85±0.03δ	1.60±0.02β	ίχνη	18.82±0.01β
50:50	5.25±0.02γ	4.45±0.04ε	3.00±0.01β	1.56±0.01βγ	ίχνη	14.27±0.06δ
25:75	5.63±0.01α	4.5±0.1δ	1.94±0.02στ	1.51±0.01γ	ίχνη	13.6±0.1στ
0:100	4.80±0.01δ	7.2±0.1γ	2.05±0.04ε	1.26±0.01ε	ίχνη	15.3±0.1γ
Ουρία	5.23±0.02γ	4.3±0.1ε	2.95±0.06γ	1.36±0.01δ	ίχνη	13.80±0.07ε

Σε κάθε στήλη, τα μικρά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σύμφωνα με το τεστ Tukey's HSD test (p=0.05).

Οι μεταχειρίσεις 100:0 και 75:25 παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές στο **σύνολο** των οργανικών οξέων του φυτού, ακολουθούμενες από τη μεταχείριση 0:100 και 50:50. Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στην ουρία και στη μεταχείριση 25:75, με τιμές που δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

Πίνακας 10. Περιεκτικότητα λιπαρών οξέων (σχετική % περιεκτικότητα) στα δείγματα των μεταχειρίσεων σε φυτά *Cichorium spinosum*.

Λιπαρό οξύ	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100	Ουρία
C6:0	0.058±0.002	0.058±0.002	0.065±0.004	0.047±0.001	0.035±0.003	0.065±0.005
C8:0	0.012±0.001	0.021±0.001	0.021±0.001	0.012±0.001	0.012±0.001	0.019±0.001
C10:0	0.021±0.001	0.020±0.001	0.021±0.001	0.015±0.001	0.012±0.001	0.017±0.001
C11:0	0.101±0.001	0.126±0.004	0.13±0.01	0.098±0.001	0.102±0.002	0.118±0.003
C12:0	0.031±0.001	0.031±0.001	0.033±0.001	0.023±0.001	0.020±0.001	0.035±0.001
C14:0	0.329±0.003	0.40±0.02	0.433±0.001	0.298±0.001	0.30±0.02	0.382±0.008
C15:0	0.114±0.001	0.109±0.001	0.117±0.001	0.105±0.001	0.096±0.003	0.114±0.001
C16:0	9.42±0.03	9.99±0.03	10.60±0.03	8.97±0.03	9.08±0.01	10.08±0.08
C16:1	1.92±0.01	1.86±0.04	2.07±0.01	1.87±0.01	1.77±0.01	2.07±0.01
C17:0	0.130±0.004	0.123±0.004	0.176±0.005	0.132±0.006	0.114±0.001	0.170±0.002
C18:0	0.711±0.001	0.89±0.05	0.819±0.003	0.617±0.006	0.70±0.04	0.83±0.03
C18:1n9c	0.691±0.009	0.80±0.05	0.577±0.004	0.459±0.001	0.47±0.04	0.50±0.05
C18:2n6c	16.35±0.01	16.89±0.01	16.53±0.01	15.08±0.01	14.9±0.2	15.6±0.1
C18:3n6	0.060±0.001	0.086±0.001	0.077±0.005	0.058±0.001	0.054±0.001	0.051±0.004
C18:3n3	68.14±0.02	66.59±0.04	66.46±0.04	70.10±0.08	70.6±0.3	67.6±0.4
C20:0	0.160±0.006	0.171±0.001	0.20±0.02	0.149±0.005	0.145±0.002	0.189±0.004
C20:1	0.038±0.002	0.038±0.001	0.030±0.001	0.032±0.001	0.029±0.001	0.031±0.001
C20:2	0.087±0.002	0.069±0.001	0.067±0.006	0.072±0.003	0.056±0.002	0.067±0.006
C21:0	0.041±0.001	0.047±0.002	0.048±0.001	0.042±0.003	0.028±0.002	0.034±0.003
C20:3n3	0.206±0.006	0.188±0.005	0.178±0.006	0.196±0.009	0.21±0.02	0.22±0.01
C22:0	0.286±0.008	0.30±0.01	0.34±0.02	0.57±0.05	0.29±0.02	0.413±0.002
C22:1	0.033±0.001	0.033±0.001	0.037±0.003	0.024±0.001	0.027±0.001	0.030±0.001
C23:0	0.297±0.004	0.29±0.02	0.32±0.02	0.308±0.009	0.33±0.01	0.63±0.06
C24:0	0.78±0.02	0.89±0.04	0.66±0.03	0.73±0.02	0.65±0.02	0.69±0.06
SFA	12.49±0.03	13.46±0.03	13.97±0.03	12.12±0.08	11.91±0.02	13.8±0.2
MUFA	2.68±0.01	2.72±0.01	2.71±0.01	2.38±0.01	2.30±0.04	2.63±0.03
PUFA	84.83±0.03	83.82±0.04	83.31±0.04	85.50±0.09	85.79±0.01	83.6±0.3

Εξανικό οξύ (C6:0), καπρυλικό οξύ (C8:0), καπρικό οξύ (C10:0), ενδεκυλενικό οξύ (C11:0), λαυρικό οξύ (C12:0), μυριστικό οξύ (C14:0), πενταδεκυλικό οξύ (C15:0), παλμιτικό οξύ (C16:0), παλμιτολεϊκό οξύ (C16:1), μαργαρικό οξύ (C17:0), στεαρικό οξύ (C18:0), ολεϊκό οξύ (C18:1n9c), λινολεϊκό οξύ (C18:2n6c), γ-λινολεϊκό οξύ (C18:3n6), α-λινολεϊκό οξύ (C18:3n3), αραχιδικό οξύ (C20:0), παουλινικό οξύ (C20:1), δι-λινολεϊκό οξύ (C20:2), ενεϊκοσυλικό οξύ (C21:0), εικοσανοϊκό οξύ (C20:3n3), βεχενικό οξύ (C22:0), ερουκικό οξύ (C22:1), τρικυλικό οξύ (C23:0), λιγνοκερικό οξύ (C24:0), SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα (saturated fatty acids), MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (monounsaturated fatty acids), PUFA: πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (polyunsaturated fatty acids), n6/n3:Ω-6/Ω-3 λιπαρά οξέα.

Από τον πίνακα προκύπτει πως στα **κορεσμένα λιπαρά οξέα**, οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται στις μεταχειρίσεις 50:50, ουρία και 75:25, ενώ η χαμηλότερη παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 0:100.

Όσον αφορά στα **μονοακόρεστα λιπαρά οξέα**, δεν προκύπτουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Στα **πολυακόρεστα λιπαρά οξέα**, οι μεταχειρίσεις 25:75 και 0:100 σημείωσαν τις υψηλότερες τιμές, ενώ ακολουθούν οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις χωρίς στατιστικές διαφορές μεταξύ τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα τα οποία εξάγονται από τη μελέτη των αποτελεσμάτων, σε σχέση με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν.

Αναλύοντας την ποικιλία των υδατικών διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στη λίπανση των φυτών του παρόντος πειράματος, προκύπτει ότι η μορφή του αζώτου που διατέθηκε έχει μία αξιόλογη επίπτωση στις διατροφικές ιδιότητες και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σταμναγκαθιού.

4.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στο παρόν πείραμα πραγματοποιήθηκαν στο σύνολο 3 κοπές (πίνακες 3,4,5). Όσον αφορά στη βιομάζα του φυτού, οι πρώτες δύο κοπές παρουσιάζουν όφελος για το φυτό. Ωστόσο, η τρίτη κοπή φαίνεται να επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξή του, κάτι που φαίνεται να επιβεβαιώνεται σε παρόμοιο πείραμα (Petrooulos et al., 2017b).

Δεδομένου ότι το πείραμα ξεκίνησε μέσα Φεβρουαρίου όπου επικρατούσαν χαμηλές θερμοκρασίες, το αμμωνιακό άζωτο (0:100) υπήρξε πιο ωφέλιμο στην πρώτη κοπή, τη στιγμή που οι απαιτήσεις των φυτών για άζωτο είναι μικρότερες συγκριτικά με τα επόμενα στάδια του φυτού, όπου οι υψηλότερες θερμοκρασίες αυξάνουν το ρυθμό βιοσύνθεσης και κατ' επέκταση την κατανάλωση αζώτου. Η χορήγηση λοιπόν σταθερής ποσότητας αζώτου από την αρχή του πειράματος είχε σαν αποτέλεσμα μικρότερη νωπή βιομάζα στα φυτά της 3^{ης} κοπής. Η ουρία αποδείχθηκε ότι είχε αρνητικό αντίκτυπο στο νωπό βάρος και στον συνολικό αριθμό των φύλλων, πιθανώς λόγω τοξικότητας, γι' αυτό δεν προτείνεται σαν αποκλειστική πηγή αζώτου στα θρεπτικά διαλύματα.

Πιο αναλυτικά, στην 1^η κοπή το μεγαλύτερο νωπό βάρος, διάμετρος ροζέτας και αριθμός φύλλων σημειώθηκε στις μεταχειρίσεις 75:25 και 0:100 ενώ η υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους μετρήθηκε στη μεταχείριση 25:75. Στις επόμενες κοπές (2^η και 3^η), το νωπό βάρος και η διάμετρος ροζέτας ήταν μεγαλύτερα όταν όλο το άζωτο χορηγήθηκε με τη μορφή νιτρικού αζώτου (100:0), ενώ ο αριθμός φύλλων ήταν μεγαλύτερος για την

ίδια μεταχείριση μόνο στην 3^η κοπή. Οι Ge (2002) και Wang et al. (2005) αναφέρουν ότι η υψηλή αναλογία νιτρικού προς αμμωνιακού αζώτου είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερες αποδόσεις σε φυτά σπανακιού. Ως προς τη συνολική απόδοση σε νωπό βάρος και φύλλα, οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν όταν το άζωτο χορηγήθηκε στο μεγαλύτερο ποσοστό με τη μορφή νιτρικού αζώτου (100:0 και 75:25), ενώ η εφαρμογή ουρικού αζώτου είχε αρνητικά αποτελέσματα τόσο στο συνολικό νωπό βάρος όσο και στο συνολικό αριθμό παραχθέντων φύλλων.

Το άνωθεν αποτέλεσμα στην νωπή βιομάζα επιβεβαιώνεται από πείραμα σε φυτό πατζαριού από τους Barickman and Kopsell (2016). Το φυτό παρουσίασε 53% περίπου αύξηση στη νωπή μάζα του όταν η λίπανση του από 0:100 NO₃-N:NH₄-N μεταβλήθηκε σε 75:25 NO₃-N:NH₄-N.

Παρόμοια αποτελέσματα με το σταμναγκάθι παρουσιάστηκαν και σε άλλα φυλλώδη λαχανικά, κάτι που εξηγείται από το γεγονός ότι τα φυλλώδη που σχηματίζουν ροζέτες είναι ικανά να αναπτυχθούν εκ νέου μετά από κοπή, εφόσον δεν έχει καταστραφεί η κορυφή τους (Csizinszky, 1999; Kmiecik and Lisiewska, 1999).

Στην παρούσα μελέτη, η λίπανση με νιτρική μορφή αζώτου (100:00 και 75:25 NO₃:NO₄ αντίστοιχα) είχε σημαντικά θετική επίδραση στο φυτό μέσω της διαμόρφωσης μεγαλύτερου αριθμού φύλλων αλλά και συνολικής νωπής βιομάζας. Η λίπανση με ουρία ωστόσο αποδείχθηκε επιβλαβής καθώς είχε σαν αποτέλεσμα τη χαμηλότερη τιμή για το βάρος της νωπής βιομάζας, σε όλα τα στάδια του φυτού.

Οι Guo et al., (2002) διαπίστωσαν αύξηση κατά 104% στην απορρόφηση νερού από τις ρίζες σε φυτά φασολιάς, όταν η λίπανση έγινε αποκλειστικά με νιτρικό άζωτο συγκριτικά με λίπανση με αμμωνιακό άζωτο.

Η αναλογία νιτρικού με αμμωνιακό άζωτο στο θρεπτικό διάλυμα φαίνεται να έχει επίδραση και στην περιεκτικότητα της ξηρής ουσίας στα φύλλα του *C. spinosum*. Συγκεκριμένα, η αύξηση του αμμωνιακού αζώτου έναντι του νιτρικού (25:75) προκάλεσε αύξηση της ξηρής ουσίας, κάτι που υποδεικνύει επίδραση και σε νερό με επέκταση στο βάρος της νωπής βιομάζας. Η αποκλειστική θρέψη των φυτών με αμμωνιακό άζωτο προκάλεσε αύξηση της απόδοσης του φυτού, πιθανόν εξαιτίας της συσσώρευσης του, που βελτίωσε την πρόσληψη νερού μέσω της όσμωσης. Το συγκεκριμένο γεγονός επιβεβαιώνεται και από την έρευνα των Chatzigianni et.al, (2017) η οποία ανέφερε σε προηγούμενο πείραμα με φυτά σταμναγκαθιού, ότι δεν παρατηρήθηκε αντίδραση σε αυξανόμενη ποσότητα νιτρικών, γεγονός που υποδεικνύει αντοχή του είδους σε υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου.

4.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

4.2.1 Η επίδραση της λίπανσης στις τοκοφερόλες

Όσον αφορά στις τοκοφερόλες, φυτά σταμιναγκαθιού που λιπάνθηκαν αποκλειστικά με νιτρικό άζωτο (100:0) παρουσίασαν την υψηλότερη ποσότητα σε α και δ τοκοφερόλη, αλλά και στο σύνολο της ποσότητάς τους. Οι άνωθεν τοκοφερόλες είναι οι μοναδικές που ανιχνεύθηκαν. Στη μεταχείριση 75:25 παρατηρήθηκε η χαμηλότερη τιμή σε α-τοκοφερόλη ενώ η αποκλειστική θρέψη με ουρία είχε σαν αποτέλεσμα τη χαμηλότερη τιμή για την δ-τοκοφερόλη στα φυτά. Συνολικά, οι μεταχειρίσεις 75:25 και ουρίας είχαν σαν αποτέλεσμα τη μείωση κατά 36,2% της μέσης ποσότητας τοκοφερολών συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Παρεμφερή αποτελέσματα έχουν προκύψει και από τους Petropoulos et al., (2018) σε πείραμα υπό παρόμοιες συνθήκες, κατά την πρώτη και δεύτερη κοπή φυτών σταμιναγκαθιού.

4.2.2 Η επίδραση της λίπανσης στα λιπαρά οξέα

Στο τομέα των λιπαρών οξέων, η αναλογία των θρεπτικών διαλυμάτων παρουσίασε σημαντική επίδραση στα φυτά. Παρατηρήθηκαν 24 λιπαρά οξέα εκ των οποίων 12,9% κορεσμένα, 2,6% μονοακόρεστα και 84,5% πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Το παλμιτικό και το παλμιτολεϊκό οξύ αποτέλεσαν το 74,8% και το 75% των κορεσμένων και μονοακόρεστων λιπαρών οξέων, αντίστοιχα. Το επόμενο στη σειρά μονοακόρεστο λιπαρό οξύ ήταν το ολεϊκό σε ποσοστό 80,8% ακολουθούμενο από το λινολεϊκό σε ποσοστό 18,8% (Petropoulos et al. 2019).

Η παροχή ίσης αναλογίας νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου είχε σαν αποτέλεσμα μία σημαντική αύξηση στα κορεσμένα λιπαρά οξέα του φυτού. Το ποσοστό των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων παρέμεινε σταθερό για τις μεταχειρίσεις που περιείχαν 50%-100% NO₃-N, ενώ μειώθηκε όταν αυξήθηκε το αμμωνιακό άζωτο και όταν η λίπανση έγινε αποκλειστικά με ουρία.

Η αποκλειστική λίπανση με αμμωνιακό άζωτο είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του εικοσιτριενοϊκού οξέος και ειδικότερα του α-λινολενικού, προσδιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο μία αύξηση στο ποσοστό των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και μία υψηλότερη αναλογία πολυακόρεστων/κορεσμένων λιπαρών οξέων. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει πως λίπανση με αμμωνιακό άζωτο μπορεί να πετύχει ενίσχυση της θρεπτικής αξίας του *C.spinosum*, αυξάνοντας τη συγκέντρωση των Ω-3 λιπαρών οξέων και την αναλογία πολυακόρεστων/κορεσμένων λιπαρών οξέων.

Το χαμηλότερο ποσοστό α-λινολενικού οξέος και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 50:50 ακολουθούμενη από αυτή της ουρίας. Η υψηλότερη αναλογία Ω-6/Ω-3 λιπαρά οξέα παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 25:75, προφανώς ως αποτέλεσμα της υψηλότερης συγκέντρωσης λινολενικού και γ-λινολενικού οξέος (Petrooulos et al. 2019).

4.2.3 Η επίδραση της λίπανσης στα σάκχαρα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, ισορροπημένη αναλογία νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα, χορηγώντας ιδανικά το αμμωνιακό σε ελαφρώς υψηλότερη ποσότητα, είχε θετική επίδραση στην περιεκτικότητα των σακχάρων στα φυτά σταμναγκαθιού, κάτι που θα μπορούσε να εξηγηθεί από την αυξημένη ενεργειακή απόδοση του φυτού λόγω μεγαλύτερης αναλογίας NH_4 . Συγκριτικά με τη μεταχείριση 100:0, χορήγηση κατά 50% και κατά 75% αμμωνιακού αζώτου ως προς τη συνολική ποσότητα του αζώτου, είχε σαν αποτέλεσμα μια αύξηση κατά 25,8% και 28,8% αντίστοιχα στην περιεκτικότητα του φυτού σε σάκχαρα.

Η σακχαρόζη ήταν το επικρατέστερο σάκχαρο με μέση τιμή 44%, ακολουθούμενη από τη γλυκόζη και τη φρουκτόζη. Η υψηλότερη ποσότητα σακχαρόζης παρατηρήθηκε στα φυτά που δέχτηκαν ίσες ποσότητες νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου ή μόνο ουρία, ενώ στις αντίστοιχες μεταχειρίσεις η φρουκτόζη παρουσίασε τις χαμηλότερες τιμές της. Η υψηλότερη τιμή της γλυκόζης παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 75:25, ενώ η χαμηλότερη όταν όλο το άζωτο χορηγήθηκε σε νιτρική μορφή. Τέλος, η υψηλότερη ποσότητα φρουκτόζης προέκυψε από τις μεταχειρίσεις 75:25 και 25:75.

Παρόμοια αποτελέσματα προκύπτουν και από τους Flores et al., (2001) σε πείραμα τομάτας.

4.2.4 Η επίδραση της λίπανσης στα οργανικά οξέα

Τα οργανικά οξέα που ανιχνεύθηκαν στα φύλλα του φυτού ήταν το οξαλικό, το κουνικό, το μαλικό, το κιτρικό καθώς και ίχνη φουμαρικού οξέος. Τα πρώτα δύο ήταν τα κυρίαρχα σε ποσότητα, κάτι που έχει παρατηρηθεί και από τους Petropoulos et al., (2018) σε παρόμοιο πείραμα με φυτά σταμναγκαθιού. Σε αντίθεση με τα σάκχαρα, τα οργανικά οξέα παρουσιάζουν αύξηση στη μεταχείριση με νιτρικό άζωτο (100:0 NO₃-N), με εξαίρεση την μεταχείριση 25:75 στην οποία παρατηρείται ίση αναλογία οξαλικού οξέος. Η χαμηλότερη τιμή συνολικών οργανικών οξέων παρατηρείται στη μεταχείριση 25:75 ενώ ακολουθεί η ουρική μορφή και η αναλογία 50:50 NO₃-N:NH₄-N.

Όταν χορηγούμε αποκλειστικά νιτρική μορφή αζώτου στα φυτά, τότε αυτά θα πρέπει να την μειώσουν στο ριζικό τους σύστημα, μία αντίδραση που θα οδηγήσει στο σχηματισμό και στη συσσώρευση οργανικών οξέων όπως το οξαλικό. Ακόμα, τα νιτρικά ιόντα αναστέλλουν τη δραστηριότητα της οξειδάσης στο οξαλικό οξύ, εμποδίζοντας τη διάσπασή του και οδηγώντας στη συσσώρευσή του στους φυτικούς ιστούς (Libert and Franceschi, 1987). Αυτός είναι πιθανώς και ο λόγος που φυτά που δέχονται αμμωνιακό άζωτο εμφανίζουν χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε οξαλικό οξύ καθώς μέρος του αφομοιώνεται. Οι Palaniswamy et al., (2004) πιθανολογούν ότι τα φυτά που λιπαίνονται με νιτρική μορφή αζώτου παράγουν περισσότερα ιόντα OH⁻ κατά την αφομοίωσή του και για να εξουδετερώσουν τα καθαρά ιόντα OH⁻, και παράγουν στη συνέχεια περισσότερο οξαλικό οξύ.

Τα φυτά μπορούν να απορροφούν το άζωτο και με τις δύο μορφές, αμμωνιακή και νιτρική. Ωστόσο, το αμμωνιακό άζωτο χρησιμοποιείται απευθείας από τα φυτά για τη σύνθεση των αμινών και των αμινοξέων ενώ το νιτρικό θα πρέπει να μειωθεί με διαδικασίες που απαιτούν πάνω από το 25% της φωτοσυνθετικής ή μιτοχονδριακής ικανότητας μεταφοράς ηλεκτρονίων (Bloom et al., 1989). Οι Schubert and Yan (1997), αναφέρουν επίσης ότι οι χαμηλές συγκεντρώσεις οξαλικών αλάτων σε φυτά που δέχθηκαν μόνο αμμωνιακό άζωτο, οφείλεται στην ευκολότερη και γρηγορότερη αφομοίωση των αμμωνιακών ιόντων από το φυτό, ευνοώντας την ελαφρά μείωση του pH του κυτοπλάσματος. Επίσης, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις οξαλικού οξέος που παρατηρήθηκαν σε φύλλα και βλαστούς γλυστρίδας που δέχθηκαν άζωτο αποκλειστικά σε νιτρική μορφή οφείλεται στο γεγονός ότι το νιτρικό άζωτο προκειμένου να μπορεί να μετατραπεί σε ευκολότερα αφομοιώσιμη μορφή, θα πρέπει να αναχθεί σε νιτρώδη

υπό την επίδραση του ενζύμου νιτρική ρεδουκτάση παράγοντας παράλληλα οργανικά οξέα (Palaniswamy et al. 2004).

4.3 ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η εφαρμογή υψηλών ποσοτήτων νιτρικού αζώτου (100:0 και 75:25 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$) σε φυτά σταμναγκαθιού είχε σαν αποτέλεσμα μία σημαντική αύξηση στο συνολικό νωπό βάρος του φυτού. Σε αντίθεση, η εφαρμογή ουρικού αζώτου παρατηρήθηκε να έχει αρνητική επίδραση στο νωπό βάρος του φυτού και στο συνολικό αριθμό παραχθέντων φύλλων.

Παρομοίως, θετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στα οργανικά οξέα, όπου μεταχειρίσεις με υψηλή ποσότητα νιτρικού αζώτου (100:0 και 75:25 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$) είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής του συνόλου των οργανικών οξέων του φυτού.

Όσον αφορά στα σάκχαρα, ίση αναλογία νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου (50:50 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$) και ελαφρώς αυξημένη υπέρ του αμμωνιακού (25:75 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$), είχε θετική επίδραση στο σύνολο των σακχάρων σε φυτά σταμναγκαθιού.

Οι μέγιστες τιμές στο σύνολο των τοκοφερολών και των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων παρατηρήθηκαν έπειτα από αποκλειστική μεταχείριση με νιτρικό άζωτο (100:0 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$).

Παρατηρείται λοιπόν, ότι θρέψη με νιτρική μορφή αζώτου έχει θετικό αντίκτυπο σε φυτά σταμναγκαθιού, τόσο σε νωπό βάρος όσο και σε απαιτούμενα θρεπτικά συστατικά, χαρακτηριστικά που απαιτούνται για την εμπορική εκμετάλλευσή του.

Βιβλιογραφία

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

McMurry, J. (2011). Οργανική Χημεία, τόμος II. Βιομόρια: λιπίδια. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, σ. 1345-1369.

McMurry, J. (2011). Οργανική Χημεία, τόμος II. Βιομόρια: λιπίδια. Χοληστερόλη και καρδιακές παθήσεις. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, σ. 1371-1372.

Αθανασιάδης, Ν. (1985). Δασική βοτανική. Μέρος 1, (Συστηματική Σπερματοφύτων), Θεσσαλονίκη.

Ακουμιανάκης Κ., (2010). Περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία. Τεύχος 1. Το σταμναγκάθι. Ένα εξαιρετικό αυτοφυές λαχανεύομενο είδος που εξελίχθηκε σε καλλιεργούμενο. Σελ. 30-36.

Ακουμιανάκης, Κ., Μουστάκας, Ν., Σάββας, Δ., Καραπάνος, Ι. (2007). Συγκριτική Μελέτη Βιολογικής και Συμβατικής Καλλιέργειας σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.). Πρακτικά 23ης Επιστημονικής Συνεδρίασης της ΕΕΕΟ, Χανιά: Τόμος Β 767-770.

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

Δημητράκης Κ. Γ., (1983). Πρακτική Λαχανοκομία

Δημητράκης Κ. Γ., (1998). Λαχανοκομία. Εκδόσεις: Αγρότυπος.

Δημόπουλος, Κ.Α. και Αντωνοπούλου, Σ.(2000). Βασική Βιοχημεία. Αθήνα, σ.187.

Καββάδας Δ., (1956). Βοτανικό Φυτολογικό Λεξικό. Αθήνα.

Μανούρας, Α. (2006). Μεταβολισμός λιπαρών οξέων. Σημειώσεις Βιοχημείας. Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων. ΤΕΙ Θεσσαλίας, Καρδίτσα.

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

Σαριδάκη Δ., (2012). Επίδραση διαφόρων επιπέδων αλατότητας στην ανάπτυξη και παραγωγή σταμναγκαθίου προέλευσης Κύθνου. Πτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α, Αθήνα

Στεφανάκη-Νικηφοράκη Μ., (1999). Συστηματική Βοτανική, Αγγειόσπερμα, Τόμος Α, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Φραγκάκης Α., (2012). Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας και της εποχής καλλιέργειας στην ανάπτυξη και παραγωγή του σταμναγκαθίου (*Cichorium spinosum* L.). Πτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α, Αθήνα.

Χαβάκη Ι., (1979). Φυτά και βοτάνια της Κρήτης. Εκδόσεις: Ζήτα. σελ. 297.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Albanes, D., Heinonen, O., Taylor, R., Virtamo, J., Edwards, K., Rautalahti, M. Et al. (1996). A-tocopherol and β -carotene supplements and lung cancer incidence in the α -tocopherol, β -carotene cancer prevention study: effects of base-line characteristics and study compliance. *Journal of the National Cancer Institute* 88: 1560-1570.

Appel, L.J., Miller, E.R. 3rd, Seidler, A.J., Whelton, P.K. (1993). Does supplementation of diet with “fish oil” reduce blood pressure? A meta-analysis of controlled clinical trials. *Archives of Internal Medicine* 153: 1429-1438.

Ascherio, A., Rimm E., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M., Willett, WC. (1996). Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States. *The BMJ* 313: 84-90.

Barickman, T.C., Kopsell, D. (2016). Nitrogen form and ration impact Swiss chard (*Beta vulgaris* ssp. *cicla*) shoot tissue carotenoid and chlorophyll concentrations. *Scientia horticulturae* 204: 99-105.

Barker, A.V., Maynard D.N., Mills H.A. (1974). Variations in nitrate accumulation among spinach cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 99: 132- 134.

Barros, L., Pereira, C., Ferreira, I. C. F. R. (2013b). Optimized analysis of organic acids in edible mushrooms from Portugal by ultra fast liquid chromatography and photodiode array detection. *Food Analytical Methods* 6(1):309–16.

Barros, L., Pereira, E., Calhella, R. Dueñas, M., Carvalho, A.M., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C.F.R. (2013a). Bioactivity and chemical characterization in hydrophilic and lipophilic compounds of *Chenopodium ambrosioides* L. *Journal of Functional Foods*, 5(4): 1732-1740.

Bataille, P., Fournier, A. (2001). Calcium supply in calcic lithiasis. *Medecine et nutrition* 37(1) 9-12.

Benzie, IFF., Strain, JJ. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239: 70-76.

- Berry, EM., Hirsch, J. (1986).** Does dietary linoleic acid influence blood pressure? *The American Journal of Clinical Nutrition* 44: 336-340.
- Bloom, A.J., Cladwell, R.M., Finazzo, J., Warner, R.L., Weissbart, J. (1989).** Oxygen and carbon dioxide fluxes from barley shoots dependent on nitrate assimilation. *Plant Physiology*. 91: 352–356.
- Bravo, L. (1998).** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews* 56: 317–333.
- Bremer, K., Anderberg, A., Karis, P.O., Nordenstam, B., Lundberg, J., Rudiing, O. (1994).** Asteraceae cladistics and classification, pp. 13, 24-35, 176-178, Timber Press, Portland, Oregon.
- Burton, G.W., Traber, M.G. (1990).** Vitamin E: antioxidant activity, biochemistry, and bioavailability. *The Annual Review of Nutrition* 10: 357–382.
- Cao, G., Alessio, H.M., Cutler, R.G. (1993).** Oxygen radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine* 14: 303-311.
- Caretto, S., Nisi, R., Paradiso, A., DeGara, L. (2009).** Tocopherol production in plant cell cultures. *Free Radical Research Journal* 43:S27–S97.
- Carr, A., Frei, B. (1999).** Does vitamin C act as a pro-oxidant under physiological conditions? *Federation of American Societies for Experimental Biology Journal* 13: 1007-1024.
- Centeno, D. C., Osorio, S., Nunes-Nesi, A., Bertolo, A. L., Carneiro, R. T., Araújo, W. L., et al. (2011).** Malate plays a crucial role in starch metabolism, ripening, and soluble solid content of tomato fruit and affects post harvest softening. *The Plant Cell* 23:162–184.
- Chatzigianni, 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* 98(4): 1651-1624.
- Collins, M., McCoy, J.E. (1997).** Chicory productivity, Forage quality and Response to Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal* 89: 232–238.

- Connor, W.E., Prince, M.J., Ullmann, D., Riddle, M., Hatcher, L., Smith, F.E., et al. (1993).** The hypotriglyceridemic effect of fish oil in adult-onset diabetes without adverse glucose control. *Annals of the New York Academy of Science* 683: 337-340
- Crawford, M.A. (1968).** Fatty acids in free-living and domestic animals. *Lancet* 1: 1329-1333.
- Csizinszky, A.A. (1999).** Yield response of herbs to nitrogen and potassium in sand in Multiple Harvests. *Journal of Herbs Spices & Medicinal Plants* 6(4): 11-22.
- Dai, J., Mumper, R.J.(2010).** Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15:7313–7352.
- De Angeli, A., Zhang, J., Meyer, S., Martinoia, E. (2013).** AtALMT9 is a malate-activated vacuolar chloride channel required for stomatal opening in *Arabidopsis*. *Nature Communications* 4, 1804.
- Dyson, B. C., Miller, M. A., Feil, R., Rattray, N., Bowsher, C., Goodacre, R., et al. (2016).** FUM2, a cytosolic fumarase, is essential for acclimation to low temperature in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology* 172: 118–127.
- Eaton, S.B., Konner, M. (1985).** Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *The New England Journal of Medicine* 312: 283-289.
- Evans, H. M., Emerson, O. H., Emerson, G. A. (1936).** The isolation of wheat germ oil of an alcohol, α -tocopherol, having the properties of vitamin E. *Journal of Biological Chemistry* 113(1): 319-332.
- Finkemeier, I., König, A. C., Heard, W., Nunes-Nesi, A., Pham, P. A., Leister, D., et al. (2013).** Transcriptomic analysis of the role of carboxylic acids in metabolite signaling in *Arabidopsis* leaves. *Plant Physiology* 162, 239–253.
- Flores, P., Carvajal, M., Cerdá, A., Martínez, V. (2001).** Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. *Journal of Plant Nutrition* 24:1561–1573.
- Ganmore-Neumann, R., Kafkafi, U. (1980a).** Root Temperature and Percentage $\text{NO}_3^-/\text{NO}_4^+$ Effect on Tomato Plant Development 1. Morphology and Growth 1. *Agronomy Journal* 72(5): 758-761.

Ganmore-Neumann, R., Kafkafi, U. (1980b). Root Temperature and Percentage $\text{NO}_3^-/\text{NO}_4^+$ Effect on Tomato Plant Development 2. Nutrients Composition of Tomato Plants 1. *Agronomy Journal* 72(5): 758-761.

Ge, X.G. (2002). Vegetable garden soil and fertilization Agriculture Press of China, Beijing. p. 212.

Gemedé, H.F., Ratta, N. (2014). Antinutritional factors in plant foods: potential health benefits and adverse effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences* 3(4):284-289.

Guil, J.L., Torija, M.E., Giménez, J.J., Rodríguez, I. (1996). Identification of fatty acids in edible wild plants by gas chromatography. *Journal of Chromatography A* 719:229–235.

Guimarães, R., Barros, L., Dueñas, M., Calheta, R. C., Carvalho, A. M., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R. (2013). Nutrients, phytochemicals and bioactivity of wild Roman chamomile: A comparison between the herb and its preparations. *Food Chemistry*, 136(2): 718-725.

Guo, S., Brück, H., Sattelmacher, B. (2002). Effects of supplied nitrogen form on growth and water uptake of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Plant and Soil* 239: 267–275.

Gutteridge, J.M., Halliwell, B. (2000). Free radicals and antioxidants in the year 2000: a historical look to the future. *Annals of the New York Academy of Science* 899: 136-147.

Halliwell, B. (1999). Antioxidant defence mechanisms: from the beginning to the end (of the beginning). *Free Radical Research* 31: 261-272.

Halliwell, B. (2000). The antioxidant paradox. *Lancet* 355: 1179-1180.

He, F., Nowson, C., Lucas, M., Macgregor, G. (2007). Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: Meta analysis of cohort studies. *Journal of Human Hypertension* 21: 717-728.

Hedrich, R., Marten, I. (1993). Malate-induced feedback regulation of plasma membrane anion channels could provide a CO_2 sensor to guard cells. *The EMBO Journal* 12: 897–901.

- Heim, K.E., Tagliatiero, A.R., Bobilya, D.J. (2002).** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 13: 572-584.
- 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* 90:1-10.
- Indu, M., Ghafoor, U. (1992).** n-3 fatty acids in Indian diets - comparison of the effects of precursor (alpha-linolenic acid) vs product (long chain n-3 polyunsaturated fatty acids). *Nutrition Research* 12(4-5): 569-582.
- Jha, P., Slather, M., Ionn, E., Farkouth, M., Yusuf, S. (1995).** The antioxidant vitamins and cardiovascular disease. A critical review of epidemic and clinical trial data, *Annals of Internal Medicine* 123(11): 860-872.
- Kamal-Eldin, A., Appelqvist, L.A. (1996).** The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids* 31: 671-7017.
- Kmiecik, W., Lisiewska, Z. (1999).** Comparison of leaf yields and chemical composition of Hamburg and leafy types of parsley. *Folia Horticulturae* 11, 53-63.
- Libert, B., Franceschi, V.R. (1987).** Oxalate in Crop Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 35: 926-938.
- Lorenz, O.A. (1978).** Potential nitrate levels in edible plant parts, in Nitrogen in the Environment, ed. by Nielsen, D.R. and MacDonald, J.G. Academic Press, New York, pp.201-219.
- Mahlangu, R.I.S., Maboko, M.M., Sivakumar, D., Soundy, P., Jifon, J. (2014).** Lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth, yield and quality response to nitrogen fertilization in a non-circulating hydroponic system. *Journal of Plant Nutrition* 39: 1766-1775.
- McCall, M.R., Frei, B. (1999).** Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans? *Free Radical Biology and Medicine* 26: 1034-1053.
- Meikle R.D. (1985).** Flora of Cyprus, The Herbarium, published by the Bentham-Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew, 2: 990-991.

Michalska, K., Kisiel, W. (2007). Further sesquiterpene lactones and phenolics from *Cichorium spinosum*, *Biochemical Systematics and Ecology*, 35: 714-716.

Miller, N.J., Rice-Evans, C.A. (1996). Spectrophotometric determination of antioxidant activity. *Redox Report* 12: 161-168.
Morris, M.C., Sacks, F., Rosner, B. (1994). Fish oil to reduce blood pressure: a meta-analysis. *Annals of Internal Medicine* 120 (suppl): 10.

Omenn, G.S., Goodman, G.E., Thornquist, M.D., Balmes, J., Cullen, M.R., Glass, A., et al. (1996b). Effects of a combination of β -carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *The New England Journal of Medicine* 334: 1150-1155.

Omenn, G.S., Goodman, G.E., Thornquist, M.D., Balmes, J., Cullen, M.R., Glass, A., et al. (1996a). Risk factors for lung cancer and for intervention effects in CARET, the β -Carotene and Retinol Efficacy Trial. *Journal of the National Cancer Institute* 88: 1550-1559 .

Packer, L., Weber, S.U., Rimbach, G. (2001). Molecular aspects of α -tocotrienol antioxidant action and cell signalling. *The Journal of Nutrition* 131: 369S-373S.

Palaniswamy, U., McAvoy, R.J., Bible, B. (2000). Omega-3-fatty acid concentration in *Portulaca oleracea* L. is altered by nitrogen source in hydroponic solution. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125:190-194.

Palaniswamy, U., McAvoy, R.J., Bible, B., (2004). Oxalic acid concentrations in purslane (*Portulaca oleraceae* L.) is altered by the stage of harvest and the nitrate to ammonium ratios in hydroponics. *Scientia Horticulturae* 629:299–305.

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.

Petropoulos, S., Fernandes, A., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R. (2017c). A comparison of the phenolic profile and antioxidant activity of different *Cichorium spinosum* L. ecotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 98:183–189 .

Petropoulos, S., Fernandes, A., Calhelha, R.C., Di Gioia, F., Kolovou, P., Barros, L., Ferreira, I.C.R.F. (2019). Chemical composition and bioactive properties of

Cichorium spinosum L. in relation to nitrate/ammonium nitrogen ratio. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 15:6741-6750.

Petropoulos, S., Fernandes, Â., Karkanis, A., Ntatsi, G., Barros, L., Ferreira I.C.F.R. (2017b). Successive harvesting affects yield, chemical composition and antioxidant activity of *Cichorium spinosum* L. *Food Chemistry* 237: 83–90.

Petropoulos, S., 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., Levizou, E., Ntatsi, G., Fernandes, Â., Petrotos, K., Akoumianakis, K. et al. (2017a). Salinity effect on nutritional value, chemical composition and bioactive compounds content of *Cichorium spinosum* L. *Food Chemistry* 214:129–136.

Petropoulos, S., Ntatsi, G., Levizou, E., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R. (2016). Nutritional profile and chemical composition of *Cichorium spinosum* ecotypes. *LWT- Journal of Food Science and Technology* 73:95–101.

Pill, W.G., Lambeth, V.N., Hinckley, T.M. (1978). Effects of Nitrogen Form and Level on Ion Concentrations, Water Stress, and Blossom-end Rot Incidence in Tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103(2): 265-268.

Rapola, J.M., Virtamo, J., Ripatti, S., Hutten, J.K., Albanes, D., Taylor, P.R., Heinonen, O.P. (1997). Randomised trial of α -tocopherol and β carotene supplements on incidence of major coronary events in men with previous myocardial infarction. *Lancet* 349: 1715-1720.

Renaud, S., Godsey, F., Dumont, E., Thevenon, C., Ortchanian, E., Martin, JL. (1986b). Influence of long-term diet modification on platelet function and composition in Moselle farmers. *The American Journal of Clinical Nutrition* 43: 136-150.

Renaud, S., Morazain, R., Godsey, F., Dumont, E., Thevenon, C., Martin, JL., et al. (1986a). Nutrients, platelet function and composition in nine groups of French and British farmers. *Atherosclerosis* 60: 37-48.

Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (1988). *Archives of Internal Medicine* 148: 36-69.

Ruxton, C., Gardner, E., Walker, D. (2006). Can pure fruit and vegetable juices protect against cancer and cardiovascular disease too? A review of evidence. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 57: 249-272.

Salem, N.Jr., Simopoulos, A., Galli, C., Lagarde, M., Knapp, H. (eds) (1996).Fatty acids and Lipids from Cell Biology to Human Disease. *Lipids* 31: S1-S326.

Saura-Calixto, F., Goni, I. (2006). Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chemistry* 94: 442-447.

Schubert, S., Yan, F. (1997). Nitrate and ammonium nutrition on plants: Effects on acid/base balance and adaptation of root cell plasmalemma H⁺ ATPase. *Plant, Cell and Environment* 160(2): 275-281.

Schwenke, D.C. (2002). Does lack of tocopherols and tocotrienols put women at increased risk of breast cancer? *Journal of Nutrition and Biochemistry* 13:2–20.

Sies, H., Stahl, W. (1995). Vitamin E and C, b-carotene, and other carotenoids as antioxidants. *The American Journal of Clinical Nutrition* 62: 1315S-1321S.

Simopoulos, A. (2004). Omega-3 Fatty Acids and Antioxidants in Edible Wild Plants. *Biological Research* 37:263-277.

Simopoulos, A., Leaf, A., Salem, N.Jr. (1999). Essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. *Annals of Nutrition and Metabolism* 43: 127-130.

Simopoulos, A., Norman, H., Gillapsy, J. (1995). Purslane in human nutrition and its potential for world agriculture. *World Review of Nutrition and Dietetics* 77: 47-74.

Simopoulos, A., Norman, H., Gillaspay, J., Duke, J. (1992). Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *The Journal of the American College of Nutrition* 11: 374-382.

- Simopoulos, A., Salem, N.Jr. (1989).** n-3 fatty acids in eggs from range-fed Greek chickens. *The New England Journal of Medicine* 321: 1412.
- 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.
- Trichopoulou, A., Costacou, T., Bamia, C., Trichopoulos, D. (2003).** Adherence to a Mediterranean Diet and Survival in a Greek Population. *The New England Journal of Medicine*, 348: 2599-2608.
- Van Vliet, T., Katan, M.B. (1990).** Lower Ratio of n-3 to n-6 Fatty Acids in Cultured Than in Wild Fish. *American Journal of Clinical Nutrition* 51(1): 1-2.
- Vardavas, C.I., Majchrzak, D., Wagner, K.H., Elmadfa, I., Kafatos, A. (2006b).** Lipid concentrations of wild edible greens in Crete. *Food Chemistry* 99: 822–834.
- Walker, R, (1990).** Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Additives and Contaminants* 7:717–768.
- Wang, J., Sun, X., Shen, Q., Zhou, Y. (2005).** Effects of some replacement of nitrate by ammonium on the biomass yield and quality of spinach. *Soil*, 37(6): 605-608.
- Wang, Z., Li, S. (2007).** Effects of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on Plant Growth and Nitrate Accumulation in Vegetables. *Journal of Plant Nutrition* 27: 539-556.
- Weinert, B.T., Schölz, C., Wagner, S.A., Iesmantavicius, V., Su, D., Daniel, J. A., et al. (2013).** Lysine succinylation is a frequently occurring modification in prokaryotes and eukaryotes and extensively overlaps with acetylation. *Cell Reports Journal* 29: 842–851.
- World Health Organization (2003).** Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Food and Agricultural Organization of the United Nations. WHO technical report series 916, Geneva, Switzerland.

Zeghichi, S., Kallithraka, S., Simopoulos, A. (2003b). Nutritional composition of *Molochia (Corchorus olerius)* and *Stamnagathi (Cichorium spinosum)*. *World Review of Nutrition and Dietetics* 91: 1-21.

Zeghichi, S., Kallithraka, S., Simopoulos, A., Kypriotakis, Z. (2003a). The nutritional composition of selected wild plants in the diet of Crete. In: Simopoulos A, Gopalan C (eds). *Plants in Human Health and Nutrition Policy. World Review of Nutrition and Dietetics* 91: 22-40.

Zell, M. B., Fahnenstich, H., Maier, A., Saigo, M., Voznesenskaya, E. V., Edwards, G. E., et al. (2010). Analysis of *Arabidopsis* with highly reduced levels of malate and fumarate sheds light on the role of these organic acids as storage carbon molecules. *Plant Physiology*. 152: 1251–1262.

Zhang, C.L., Gao, Z.M., Zhao, Y.D., Tang, W.M. (1990). The effects of different nitrogen forms and their concentration combinations on the growth and quality of spinach. *Journal of Nanjing Agricultural University* 13 (3): 70–74.

Zhang, Z., Tan, M., Xie, Z., Dai, L., Chen, Y., and Zhao, Y. (2011). Identification of lysine succinylation as a new post-translational modification. *Nature Chemical Biology* 7: 58–63.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

www.biodiversitycyprus.blogspot.com

www.blog.farmacon.gr

www.chemist.gr

www.cyberlipid.org

www.e-geoponia.gr

www.iatronet.gr

www.kallipos.gr

www.mednutrition.gr

www.vitamins-supplements.org

www.votanoskipos.gr

www.wikipedia.com

Δημοσιεύσεις

Petropoulos, S., Fernandes, A., Calhelha, R.C., Di Gioia, F., Kolovou, P., Barros, L., Ferreira, I.C.R.F. (2019). Chemical composition and bioactive properties of *Cichorium spinosum* L. in relation to nitrate/ammonium nitrogen ratio. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 15:6741-6750.